

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

# АГРОБІОЛОГІЯ

*Збірник наукових праць*

Виходить 2 рази на рік  
Заснований 03.2009 року

**№ 1 (138) 2018**

Біла Церква  
2018

Засновник, редакція, видавець і виготовлювач:  
Білоцерківський національний аграрний університет (БНАУ)

Збірник розглянуто і затверджено до друку рішенням Вченої ради БНАУ  
(Протокол № від 2018 р.)

Збірник наукових праць «Агробіологія» є фаховим виданням із сільськогосподарських наук (постанова Президії ВАК України від 29.12.2014 р. № 1528) і є продовженням «Вісника Білоцерківського державного аграрного університету», започаткованого 1992 року. Статті внесено до інформаційно-аналітичної бази РІНЦ.

**Редакційна колегія:**

Головний редактор – **Даниленко А.С.**, академік НААН, д-р екон. наук, професор, Білоцерківський НАУ  
Заступник головного редактора – **Варченко О.М.**, д-р екон. наук, професор, Білоцерківський НАУ  
Відповідальний за випуск – **Примак І.Д.**, д-р с.-г. наук, професор, Білоцерківський НАУ  
Технічний (фаховий) редактор – **Карпук Л.М.**, д-р с.-г. наук, професор, Білоцерківський НАУ  
Відповідальний секретар – **Судика Н.В.**, начальник редакційно-видавничого відділу, Білоцерківський НАУ

**Члени редакційної колегії:**

**Сич З.Д.**, д-р с.-г. наук, професор кафедри технологій в рослинництві та захисту рослин, Білоцерківський НАУ  
**Вахній С.П.**, д-р с.-г. наук, доцент кафедри технологій в рослинництві та захисту рослин, Білоцерківський НАУ

**Стадник А.П.**, д-р с.-г. наук, професор, завідувач кафедри лісівництва, ботаніки та фізіології рослин, Білоцерківський НАУ

**Лавров В.В.**, д-р с.-г. наук, професор, завідувач кафедри загальної екології та екотрофології, Білоцерківський НАУ

**Рубльов В.І.**, д-р техн. наук, професор кафедри геодезії, картографії та землеустрою, Білоцерківський НАУ

**Шароглазова Г.О.**, канд. техн. наук, доцент, завідувач кафедри геодезії та геоінформаційних систем, Полоцький державний університет (Білорусь)

**Schmidtke K.**, Dr. agr., Professor, Vice-Rector for Research, Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden (HTWD) University of Applied Sciences Dresden, Faculty of Agriculture/Environment/Chemistry, Organic Farming, Germany

**Демидась Г.І.**, д-р с.-г. наук, професор, директор ННІ рослинництва та ґрунтознавства, Національний університет біоресурсів та природокористування України

**Івашченко О.О.**, д-р с.-г. наук, професор, академік НААН, головний науковий співробітник, Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН

**Литвиненко М.А.**, д-р с.-г. наук, професор, академік НААН, Заслужений працівник с.-г. України, завідувач відділом селекції і насінництва пшениці, Селекційно-генетичний інститут Національного центру насіннізнавства сортівивчення

**Peter Bielik**, Dr.h.c. prof. Ing., PhD, Slovak University of Agriculture in Nitra (Slovakia)

**Стасьєв Г.Я.**, д-р біол. наук, професор кафедри ґрунтознавства та екології ґрунтів, Кишинівський національний аграрний університет (Молдова)

**Pierre Bazile**, Ingenier en chef des Ponts, des Eaux et des Forest

**Nataliya Tkachenko**, PhD, University of Warwick, UK

**Roy Browne**, PhD (agronomy), Lecturer in Crop Production, Writtle University College, UK, Essex

**Sandra Nicholson**, PhD, Senior Lecturer, School of Sustainable Environments and Design Course Scheme Manager MSc Horticulture, MSc Crop Production (Horticulture)(Agriculture), MSc Postharvest Technology, MSc Sustainable Land Management under Global Change, Writtle University College, UK, Essex

**Steve Terry**, PhD, Course Manager, Landscape and Garden Design Scheme Senior Lecturer in Design Co-Manager, Centre for the Arts and Design in The Environment (CADE) WSD Governance Committee, Writtle University College, UK, Essex

**Лобачова С.В.**, ст. викладач кафедри іноземних мов, Білоцерківський НАУ

У цьому випуску збірника висвітлені результати наукових досліджень, проведених ученими навчальних закладів та наукових установ аграрного профілю з актуальних питань рослинництва, агрохімії, землеробства та захисту рослин.

Адреса редакції: Білоцерківський національний аграрний університет, Соборна площа, 8/1, м. Біла Церква, 09117, Україна, тел. +38(0456)33-11-01, e-mail: redakciavidil@ukr.net.

## ПОЛОЖЕННЯ ПРО ПОРЯДОК ФОРМУВАННЯ ЗБІРНИКА НАУКОВИХ ПРАЦЬ «АГРОБІОЛОГІЯ»

Збірник наукових праць є періодичним виданням обсягом 10–12 умовно-друкованих аркушів, форматом А4 і видається двічі на рік тиражем 300 примірників.

До публікації у збірнику відповідно до встановлених вимог приймаються статті, в яких висвітлюються результати наукових досліджень, що мають наукове і практичне значення та новизну. Стаття має бути написана українською, російською, англійською, німецькою чи французькою мовою.

У кожному номері публікуються 2–3 оглядові статті провідних фахівців у своїй галузі з актуальних питань.

Статті до збірника подаються до 1 березня та 1 жовтня. Випуск збірників передбачається до 1 липня та 1 січня. Додаткові випуски за матеріалами державних і міжнародних наукових конференцій, які проводяться у Білоцерківському національному аграрному університеті, видаються протягом трьох місяців з дня подачі матеріалів у редакційно-видавничий відділ.

### Порядок подання рукописів

Рукописи статей за підписом авторів, на паперовому та електронному носіях, з рецензіями – внутрішньою і зовнішньою, подаються відповідальному за випуск члену редколегії (призначається за рішенням редколегії), який визначає рецензента або особисто рецензує статтю. Статті співробітників БНАУ візують завідувачі кафедр; статті іногородніх авторів супроводжуються листом від організації за підписом керівника.

Рецензент оцінює статтю на відповідність вимогам ВАК і визначає доцільність її опублікування, за необхідності робить конкретні зауваження щодо покращення роботи (допускається рукописна рецензія). Термін рецензування – не більше 7 днів.

Після врахування зауважень рецензента та отримання позитивної рецензії автор подає статтю відповідальному за випуск, який передає всі статті завідувачу редакційно-видавничого відділу.

У разі отримання негативної рецензії (без права доопрацювання) стаття знімається з друку. Після наукового редагування для виправлення технічних помилок стаття направляється автору, після чого виправлені електронний та паперовий (з правками редактора) варіанти статті повертають відповідальному за випуск на повторне редагування, і лише після цього редактор віддає статтю на верстку у друкарню. Статті іногородніх авторів технічно опрацьовуються технічним редактором.

Оригінал-макет збірника в обов'язковому порядку підписується автором, а статті іногородніх авторів – відповідальним за випуск.

Дозвіл до друку надає вчена рада університету.

### Вимоги до оформлення статей

За вимогами до фахових видань статті, що подаються, повинні мати наступні елементи в такій послідовності:

1. УДК.
2. Прізвище автора, ініціали, науковий ступінь, місце роботи, e-mail.
3. Назва статті.
4. Анотація українською мовою (до 600 знаків).
5. Ключові слова українською мовою.
6. Постановка проблеми.
7. Аналіз останніх досліджень і публікацій.
8. Мета дослідження.
9. Матеріал і методика дослідження.
10. Основні результати дослідження.
11. Висновки.
12. Список літератури (не старіше 10 років та не менше 3 джерел авторів далекого зарубіжжя).
13. Список літератури латиницею **references**.

Для цього необхідно зайти на сайт транслітерації [www.translit.ru](http://www.translit.ru) і автоматично перекласти список літератури наведений у пункті 12.

**Зразок:**

Гармашов В.В. До питання органічного сільськогосподарського виробництва в Україні / В.В. Гармашов, О.В. Фомічова // Вісник аграрної науки. – 2010. – №7. – С. 11-16.

Garmashov, V.V., Fomichova, O.V. Do pytannja organichnogo sil's'kogospodars'kogo vyrobnyctva v Ukraïni [On the issue of organic agricultural production in Ukraine]. Visnyk agarnoi' nauky [Bulletin of Agrarian Science], 2010, no. 7, pp. 11-16.

14. Анотація російською мовою (до 600 знаків) має включати назву статті, прізвище, ініціали автора, ключові слова.

15. Анотація англійською мовою – 2 сторінки (5000 знаків), назва статті, прізвище, ініціали автора, ключові слова – з обов'язковим представленням її мовою оригіналу та зазначенням прізвища, посади та підпису фахівця, який відповідає за якість перекладу. Анотація у вартість публікації статті не входить.

16. Наявність рецензії доктора наук обов'язкова.

Обсяг статті становить 6–8 сторінок. Текст статті набирається в редакторі Microsoft Word, шрифт – Times New Roman Суг, 14 pt, через 1,5 інтервали комп'ютерного набору. Кожна сторінка друкується на одному боці стандартного аркуша (210x297 мм, формат А4); при цьому ліве поле – 30 мм, праве – 10 мм, верхнє і нижнє – 20 мм.

ПРИЗВИЩЕ АВТОРА ТА ІНІЦІАЛИ, ЗАГОЛОВОК СТАТТІ, СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ – з великої літери. Прізвище автора, ініціали, його науковий ступінь та e-mail зазначаються перед заголовком статті. Автори вказують повну назву навчального закладу чи установи, де вони працюють (див. зразок).

**Зразок**

УДК 631.58(091)

ПРИМАК І.Д., д-р с.-г. наук

Білоцерківський національний аграрний університет

**ІСТОРИЧНІ АСПЕКТИ ФОРМУВАННЯ ЕКСТЕНСИВНИХ СИСТЕМ ЗЕМЛЕРОБСТВА В УКРАЇНІ**

Використана література подається в кінці статті у порядку згадування джерел у тексті за їх наскрізною нумерацією і зазначенням у тексті посилань у квадратних дужках. Бібліографічний список оформляється за ДСТУ ГОСТ 7.1:2006; шрифт 12 pt.

Іноземні прізвища в тексті подаються мовою оригіналу.

Таблиці мають бути набрані у програмі Microsoft Word або MS Excel; шрифт – Times New Roman Суг, 12 pt; ширина – не більше 14 см; повне обрамлення; виключка по центру; маленькими літерами. Зразок оформлення таблиці:

Таблиця 1– Супутня варіація між періодом існування малих переробних підприємств сфери АПК Житомирської області та наявністю стратегічного планування

Період існування	Застосування стратегічного планування (Y)			
	так		ні	
	кількість підприємств (шт.)	у %	кількість підприємств	у %
Всього, одиниць	55	78,6	15	21,4

Формули повинні бути написані у програмі Equation Editor 3.0 (цей редактор є внутрішнім редактором формул у Microsoft Word); змінні математичні величини в тексті відповідно до формул набираються курсивом.

Рисунки (діаграми, фото, малюнки) виконують у редакторі Microsoft Word за допомогою функції «Створити рисунок» в чорно-білому варіанті. Він має бути розташований по центру, ширина – не більше 14 см, без обтікання текстом. У випадку складних креслень їх слід виконувати у редакторі Corel Draw версії не нижче 5.0, за умови, що текстові вкраплення виконані гарнітурою Times New Roman Суг і розміром 14 пунктів. Фотографії мають бути чорно-білими в окремому файлі «Фото». У самому ж тексті вказується місце для фотографій. Назва рисунка чи фотографії розміщується під ними і набирається шрифтом 12, жирними маленькими літерами, усі підрисункові пояснення – світлим шрифтом.

Графіки виконуються у програмі MS Excel, як і рисунки.

Таблиці, рисунки, графіки, формули поміщаються після посилання на них у тексті.

Статті, що не відповідають наведеним вимогам будуть відхилені без повернення автору.

UDC 631.53.04:632.931.2:633.11"324"(477.7)

**KORKHOVA M.**, Cand. of Agricultural Sciences

**KOVALENKO O.**, Cand. of Agricultural Sciences

**KHONENKO L.**, Cand. of Agricultural Sciences

**MARKOVA N.**, Cand. of Agricultural Sciences©

*Mykolayiv National Agrarian University*

korhovamm@mna.u.edu.ua.

## **PRODUCTIVITY OF SOFT WINTER WHEAT SORT DEPENDING ON TERMS LENGTH OF SOWING AND WEATHER IN SPRING-SUMMER PERIOD**

Вивчено вплив строків сівби і погодних умов весняно-літнього періоду на формування продуктивності сучасних сортів пшениці озимої в умовах Південного Степу України. Встановлено, що основну роль у формуванні продуктивності цієї культури в весняно-літній період відіграє тривалість міжфазного періоду «відновлення весняного кущіння-коłosіння», який був самим коротким (64-65 діб) у 2013 році, сума ефективних температур при цьому склала 390,4-406,0 °С, а найдовшим (82-88 діб) – у 2015 році, що обумовлено кращими погодними умовами під час вегетації. Висота рослин пшениці озимої знижувалася з ранніх до пізніх строків сівби в середньому по сортах на 7,4 см. Найкращі умови для росту та розвитку рослин пшениці озимої склалися у 2014 році, коли висота рослин досліджуваних сортів досягала в середньому по строках сівби 75,2 см (Овідій) та 75,8 см (Місія одеська). Досліджувані сорти пшениці озимої сформували найбільшу кількість продуктивних стебел (997 і 959 шт./м<sup>2</sup>) в 2014 році за сівби 30 вересня. Найнижчий продуктивний стеблостій (512-614 шт./м<sup>2</sup>) сформували досліджувані сорти в 2015 році за сівби 10 жовтня. Дослідженнями встановлено, що найоптимальніші погодні умови в період «коłosіння – молочна стиглість зерна» пшениці озимої були в 2013 році за сівби 10 жовтня. Найвища урожайність зерна пшениці озимої (6,40 т/га) сформувалася у 2015 році за сівби сортом Місія одеська у строк 30 вересня. У 2013-2014 роках найвищий урожай зерна досліджуваних сортів було зібрано за сівби 10 жовтня, що на 0,15-0,41 т/га перевищило контроль – 30 вересня.

**Ключові слова:** пшениця озима, сорт, строки сівби, кількість продуктивних стебел, висота рослин, врожайність.

**Introduction.** Due to the rapid global increase of the population, the demand on grain's cultivation as the main food is also increased. Today, wheat is grown at every continent in the world [1-5]. In Ukraine it is the main crop, under which the area annually reaches 6.7-7.3 million hectares. Up to 90% of the area is concentrated in the Steppe and Forest Steppe Zones [6-8].

In recent years, our country presents confidently itself in the world grain market by increasing content of grain exports, including winter wheat [9-11]. In 2013, we took the eighth place among the world's largest exporters, and in 2014 – the sixth, exporting 10.5 million tons of wheat (44% of total production) [12, 13].

However, it should be noticed that the yield of this crop is much lower than in many other developed countries of the world, which is connected with the non-observance technology of crop's cultivation, particularly the sowing terms [11-13].

**Analysis of recent research and publications.** In recent years, a number of scientific institutions in Ukraine and the world came to the conclusion that due to climate change, deterioration of the phytosanitary state of the fields and the biological characteristics of new varieties in production (shortening the period of vinification), the terms of sowing require constant research for each new variety [14-16].

The during our researches we established that for each agro-climatic zone, the right lines of winter wheat seeding are important for both favorable and unfavorable years. However, in the scientific literature there are quite different recommendations.

Thus, M.P. Yavdoshchenko [17] found that more resistant to diseases of the wheat varieties of soft winter can be sown in admissible early and late terms without significant risk of losing their diseases and reducing the grain yield.

By Studying researches of R. A. Vozhegova, S. O. Zaitsev and others [18] we established that in the conditions of the Southern Steppe for the cultivation of winter wheat in a "black fallow" at the beginning of the optimal seeding period (from September 15) Ovidiy and Kohana varieties may be

sown, and at the end of the optimal and admissible (October 5 and 15) - Khersonskaya Bezosta, which in case of delay with sowing will provide higher yield than other varieties.

**The purpose of the research** to was the investigate the influence of sowing terms and weather conditions of the spring-summer period on the formation of the main elements of the productivity of soft winter wheat.

**Materials and methods.** The researches were carried out during 2012-2015 on the experimental field of Educational and Scientific-Practical Center of Mykolayiv National Agrarian University (ESPC MNAU).

Field studies were laid out and executed taking into account all the requirements of the research methodology. The total area of the sown area is 50 m<sup>2</sup>, the registration area is 25 m<sup>2</sup>. Repeat threefold.

Soil test sites are southern black soil. The subjects of research are the varieties of winter wheat – Odesyka Misiya and Ovidiy, zoned in the South of Ukraine [19-21]. Cultivars were sown in three terms – on September 20<sup>th</sup>, 30<sup>th</sup> and on October 10<sup>th</sup>. The forecrop is the fallow. Winter wheat's growing technology was common for the South Steppe of Ukraine except the elements of agrotechnics, which have been put on the study.

Phenological observations, the definition of plant height, number of productive stalks, winter wheat were carried out according to the procedure of the state strain testing of crops [22].

**Results and discussion.** It is known that during the late spring the plants are grown at an elevated ambient temperature (8-10 °C) and more solar energy, while there is a rapid temperature's increase, which in turn degrades the regenerative processes, inhibits the growth of shoots cause partly or total death of plants. In early spring vegetation of winter wheat before the release of the tube take place at low temperatures (4-7 °C), which are slowly increasing. It is favorable for the re-growth of plants, regeneration of damaged organs, and passing of all growth processes [23, 24].

According to long-term data in Ukraine the winter growing season resumes, first in the Crimea – on March of 15-17<sup>th</sup> of March, Kherson and Odessa regions – on March 18-20<sup>th</sup>, Mykolayiv – on March 20<sup>th</sup>-23<sup>d</sup>, Kirovohrad, Dnipropetrovsk and Zaporizhzhya – on March 23-25<sup>th</sup>, Donetsk – on March 30-31<sup>th</sup>, Lugansk – on April 1<sup>th</sup>-3<sup>d</sup>. But in the recent years, due to the warming, the average date of the vegetation resumption was shifted [25].

We have found that over the past 12 years (2003-2015), the earliest resumption of the growing season of winter wheat in Mykolayiv region was in 2008 (February, 6) and the latest recorded in 2003 (April, 6). During our research the resumption of the spring growing season in 2013 was marked on March 9<sup>th</sup>, 2014 – on March 6<sup>th</sup>, 2015 – on February 28<sup>th</sup> (Table 1).

Table 1 – Characteristics of the interphase period "the renewal of spring tillering – heading" of winter wheat depending on sowing time and temperature conditions

Key figures	Years of research	Dates of sowing		
		20.09	30.09	10.10
Date of renewal of spring tillering	2013	9.03	9.03	9.03
	2014	6.03	6.03	6.03
	2015	28.02	28.02	28.02
The date of the phase "the beginning of heading "	2013	11.05	11.05	12.05
	2014	11.05	14.05	17.05
	2015	20.05	23.05	26.05
The duration of phase to phase period, days	2013	64	64	65
	2014	67	70	73
	2015	82	85	88
The sum of effective temperatures, °C	2013	390,4	390,4	406,0
	2014	364,4	396,4	436,2
	2015	356,3	404,6	454,4
The sediments of rainfall in mm	2013	32	32	32
	2014	58	60	84
	2015	153	153	153

The researched sorts of plants started to head up at the same time. It was found that sowing dates significantly affect the offensive phase heading.

We found that the interphase period «the renewal of spring tillering – heading» of the winter wheat significantly depends on the weather and the spring sowing time period. In 2013 this period was rather

short (64-65 days), which is justified by the early persistent transition of daily average temperature over 15 °C, which is for 16 days earlier than the multi-year periods. In addition, the reduction in interphase periods of drought due to dirt, and the sum of effective temperatures at the same time was 390,4-406,0 °C.

The period of «restoration spring tillering – heading» in 2014 had amounted up to 67-73 days with the sum of effective temperatures 364,4-436,2 °C. The most prolonged of the interphase period was (82-88 days), was in 2015, due to better weather conditions during the growing season. The beginning of heading was observed on May 20<sup>th</sup> - September 20<sup>th</sup> at sowing, on May 23<sup>d</sup> – September 30<sup>th</sup> at sowing, on May 26<sup>th</sup> – October 10<sup>th</sup>.

There is no the same opinion among scientists as to what should be the optimum height of the winter wheat plant. The short stature varieties can be influenced by less prone of lodging than the tall sorts. They form a smaller mass per unit of vegetative crop, so they use less of soil nutrients. On the other hand, tall crops much better control weed's growth and development, so they need to use less herbicides and so they assure higher yield of straw per unit area as an organic fertilizer [26-28].

It was found that the height of winter wheat is significantly affected by sowing time. More temples, this figure was generated in plants of the first winter sowing period (September 20<sup>th</sup>), in average of three years, 75.3 cm class Ovidiy and 76.4 cm for class a Odesyka Misiya (Table 2).

Table 2 – Height of winter wheat depending on the varietal characteristics and times of sowing timing, 2013-2015 pp.

Variety (factor A)	Sowing dates (factor B)			Average of factor B
	20.09	30.09	10.10	
Odesyka Misiya	77,0	72,7	69,5	73,1
Ovidiy	74,7	71,9	68,4	71,7
Average of factor A	75,9	72,3	69,9	72,7

Lowest winter wheat crops formed from the closing date of sowing (10.x) – 69,5 cm class Mission Odessa and 68,4 cm for class Ovid. The plant height decreased from early to late sowing dates in the average grades of 7.4 cm.

It was found that the height of the plants is also affected by the weather conditions. The most favorable for the growth and development of winter wheat plants were weather conditions in 2014, when the height of the plants of studied varieties reached the time of sowing in average 75.2 cm (Ovidiy) and 75.8 cm (Odesyka Misiya). The least favorable for the growth and development of winter wheat was 2013, the height of plants at the same time on grades was 71.4 cm – Odesyka Misiya and 68.4 cm – Ovidiy (Figure 1).

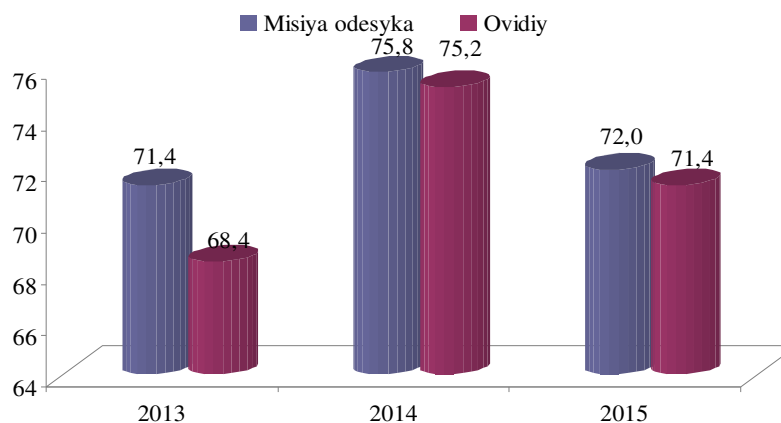


Fig. 1. The height of the winter wheat plants in wax ripeness of grain, depending on the grade during gears of study.

The number of productive stems per unit area is the most important element of the yield structure which is formed by seeding rate, seed germination, temperature, moisture and total productive tillering and plant survival [29-32].

The results of our research show that planting dates affect the formation of the density of productive stalks, because plants were in different weather conditions. In 2013, both varieties have

formed the most productive stem's stability and thickness by plating on September 30<sup>th</sup> – 665 pcs./m<sup>2</sup> (Odesyka Misiya) and 661 pcs./m<sup>2</sup> (Table 3).

Table 3 – Number of productive stems of winter varieties, depending on the terms of sowing of wheat in the research years, pcs./m<sup>2</sup>

Variety (factor A)	Sowing dates (factor B)								
	20.09			30.09			10.10		
	2013	2014	2015	2013	2014	2015	2013	2014	2015
Odesyka Misiya	651	873	825	665	997	893	659	961	614
Ovidiy	647	658	650	661	959	936	655	822	512

Grades Odesyka Misiya and Ovidiy formed the largest number of productive stems (997 and 959 pcs./m<sup>2</sup>) which were sown on September 30<sup>th</sup>, 2014.

The lower productivity of stalks (614 pcs./m<sup>2</sup>) was shown by the Odesyka Misiya and (512 pcs./m<sup>2</sup>) by the Ovidiy in 2015 when it was sown on October 10<sup>th</sup>.

Grades Odesyka Misiya and Ovidiy formed the largest number of productive stems (997 and 959 pcs./m<sup>2</sup>) in 2014 when they were sown on September 30<sup>th</sup>. The lower productivity of stalks (614 pcs./m<sup>2</sup> on the variety of Odesyka Misiya and 512 pcs./m<sup>2</sup> for a variety Ovidiy) formed investigated varieties in 2015 by the time of sowing on October 10<sup>th</sup>.

It is known that higher temperatures in the later stages of winter wheat growing season lead to large losses of grain (20.4%) compared with the earlier (15.5%).

Our research has shown that the most favorable weather conditions during the period of «heading - milky ripeness» of winter wheat were in 2013, on the time of sowing on October 10<sup>th</sup>. During this period there were 52 mm of rain sediments, the average temperature was 20,1 °C, which influenced the process of fertilization, ripening and grain's size.

Yields of wheat which were sown in the period (October 10<sup>th</sup>) was higher, it was 5.54 t / ha (Odesyka Misiya) and 4.92 t/ha (Ovidiy). Sowing which was done on September 20<sup>th</sup> and 30<sup>th</sup> in the period of «heading - milky ripeness» was just 13 mm, and the yield of wheat was formed at the level 4,37-5,23 t/ha (Table 4).

Table 4 – Yields of winter wheat varieties depending on the sowing date and weather conditions during the period of «heading - milky ripeness», t/ha

Variety (factor A)	Sowing dates	Years								
		2013			2014			2015		
		Average t ° C	Rainfall sediments in mm	Yield, t/ha	Average t ° C	Rainfall in mm	Yiel, t/ha	Average t ° C	Rainfall sediments in mm	Yield, t/ha
Odesyka Misiya	20.09	20,3	13	4,92	18,9	33	5,62	20,4	20	5,48
	30.09	20,3	13	5,23	20,1	25	6,05	20,6	20	6,40
	10.10	20,1	52	5,54	20,9	16	6,26	20,8	20	4,51
Ovidiy	20.09	20,3	13	4,37	18,9	33	5,15	20,4	20	5,25
	30.09	20,3	13	4,51	20,1	25	5,67	20,6	20	6,11
	10.10	20,1	52	4,92	20,9	16	5,82	20,8	20	4,26

In 2014, the most favorable conditions for grain formation can be explained by the greater moisture supply of crops, as heading before, during and after 74 mm of rain sediments the average temperature in this case was 20.9 °C.

In 2015, weather conditions in the period of "heading - milky ripeness" at all stages of crop's development was almost identical. The maximum yield was observed by the sowing plated on September 30<sup>th</sup> and was the grades of 6.40 t / ha (Odeska Missiya) and 6.11 t/ha (Ovidiy). This can be explained by a high coefficient of tillering plants, therefore, a large number of productive stems per 1 m<sup>2</sup>. The crops of the third period (on October 10<sup>th</sup>) through early termination of the autumn season growing showed less productive stems.

**Conclusions.** According to our studies it was found that the sowing time and the weather in spring-summer period have a significant effect on the length of phases of «the resumption of vegetation» and «heading», plant's height, number of productive stems per 1 m<sup>2</sup>, formation of productivity of varieties of winter wheat.

The most prolonged (82-88 days) interphase period «the renewal of spring tillering-heading» was in 2015, when the sum of effective temperatures was 356,3-454,4 °C and sediments 153 mm.

Plant height had decreased from early to late sowing dates in the average grades of 7.4 cm. The most favorable for the growth and development of winter wheat were the weather conditions in 2014, when the height of the plants of studied varieties reached the average 75.2 cm (Ovidiy ) for the time of sowing and 75.8 cm (Odesyka Misiya).

Under the conditions of the South Steppe of Ukraine the optimum sowing period of winter wheat varieties Odesyka Misiya and Ovidiy on the forecrops fallow should be considered as the period from the 30<sup>th</sup> of September to the 10<sup>th</sup> of October, which is formed by 655-997 pcs. / m<sup>2</sup> of productive stems and grain yield at the level of 4, 92-6,40 t/ha.

#### LIST OF REFERENCES

1. Curtis T., Halford N. G. Food security: the challenge of increasing wheat yield and the importance of not compromising food safety. *The Annals of Applied Biology*. 2014. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4240735/> (дата звернення: 07.05.2018).
2. Wang L.L., Palta J.A., Chen W., Chen Y.L., Deng X. P. Nitrogen fertilization improved water-use efficiency of winter wheat through increasing wateruse during vegetative rather than grain filling. *Agricultural water management*. 2018. No 197, P. 41-53. URL: <https://scholar.google.com.ua/scholar?um=1&ie=UTF-8&lr&cites=6553857242138614843>.
3. Macholdt J., Honermeier B. Yield Stability in Winter Wheat Production: A Survey on German Farmers' and Advisors' Views. *Agronomy*. 2017. Vol. 7(3). P. 2-18.
4. Do T., Anderson K., Wade Brorsen B. The World's Wheat Supply. Oklahoma Cooperative Extension Service. URL: <http://wheat.okstate.edu/economics-marketing/AGEC-620web.pdf> (дата звернення 30.03. 2018).
5. Formation of the world wheat market. Trends in the global consumer market: a review of foreign information. 2016. No 5, 19 p. URL: <http://isr.uz/docs/%D0%92%D1%8B%D0%BF%D1%83%D1%81%D0%BA%20%E2%84%9615.pdf> (дата звернення 4.06.2018).
6. Kussul N., Kolotii A., Skakun S., Shelestov A., Kussul O., Ollynyuk T. Efficiency estimation of different satellite data usage for winter wheat yield forecasting in Ukraine. GARSS-2014: 35th Canadian Symposium on Remote Sensing IEEE Joint International Geoscience and Remote Sensing Symposium (Canada, 2014). P. 5080-5082.
7. Lindeman M. Ukraine: Sown Area and Early Prospects for 2017/18 Winter Crops. Foreign Agricultural Service, 2017. URL: [https://ipad.fas.usda.gov/highlights/2017/01/ukr\\_31jan2017/index.htm](https://ipad.fas.usda.gov/highlights/2017/01/ukr_31jan2017/index.htm) (дата звернення 28.03.2018).
8. Gutierrez, L. Impacts of El Nino-Southern Oscillation on the wheat market: A global dynamic analysis. *PLOS ONE*, 2017, Vol. 12, No 6. URL: [https://apps.webofknowledge.com/full\\_record.do?product=WOS&search\\_mode=GeneralSearch&qid=3&SID=D33exfZ6h7HRQOGwgNr&page=1&doc=2](https://apps.webofknowledge.com/full_record.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&qid=3&SID=D33exfZ6h7HRQOGwgNr&page=1&doc=2) (дата звернення 28.03.2018).
9. Pittman R., Nekrasenko L. Grain, Export, and Logistics in Ukraine. URL: [file:///C:/Users/%D0%AE%D0%B7% D0%B2%D0%B5%D1%80%D1%8C/Downloads/AgricultureExportsAndRailwaysInCe\\_preview.pdf](file:///C:/Users/%D0%AE%D0%B7% D0%B2%D0%B5%D1%80%D1%8C/Downloads/AgricultureExportsAndRailwaysInCe_preview.pdf) (дата звернення 28.03.2018).
10. Gurzhij N. M., Svjerkhova A. S. World market of cereals: trends and prospects. Sustainable development of economy. *International scientific and production journal*. 2013. No 4 (21). P. 303-307. URL: [file:///D:/%D0%97%D0%B0%D0%B3%D1%80%D1%83%D0%B7%D0%BA%D0%B8/sre\\_2013\\_4\\_66.pdf](file:///D:/%D0%97%D0%B0%D0%B3%D1%80%D1%83%D0%B7%D0%BA%D0%B8/sre_2013_4_66.pdf) (дата звернення 4.06.2018).
11. Antonenko K. V., Diabi A. Prospects for the development of the world market for grain crops. *Problems of improving the efficiency of the infrastructure*. Kyiv, 2015. No 40, P. 3-10.
12. Bond J., Liefert O. Wheat Outlook Economic Research Service. 2015. URL: <http://usda.mannlib.cornell.edu/usda/ers/WHS//2010s/2015/WHS-12-11-2015.pdf>. (Дата звернення 29.03.2018).
13. Tadeusz O. Effect of sowing date on winter wheat yields in Poland. *Journal of Central European Agriculture*. 2014, Vol 15, No 4, P.83-99.
14. Goloborodko S. P., Dymov O. M. Global climate change as a prerequisite for the development of irrigation in Southern Steppe. «News of agrarian sciences» journal. Kyiv, 2014. P. 33-37.
15. Sun Z., S. F. Jia S. F., Lv A. F., Yang K. J., Svensson J., Gao Y. C. Impacts of climate change on growth period and planting boundaries of winter wheat in China under RCP4.5 scenario. *Earth System Dynamics*. URL: <https://www.earth-syst-dynam-discuss.net/esd-2015-61/esdd-6-2181-2015.pdf>. (Дата звернення 29.03.2018).
16. Cherenkov A. V., Solodushko M. M., Solodushko V. P., Kozel's'kyj O. M Influence of climate change on the terms of winter wheat sowing in the conditions of the Southern Steppe. *Agronomist*. 2014, No 3, P. 80-84.
17. Yavdoschenko M.P. Effect of sowing time on the development of disease in crops of winter wheat. URL: <http://www.institut-zerna.com/library/pdf37/17.pdf>. (Дата звернення 05.06.2018).
18. Vozhegova R.A., Zaiets S.O., Kovalenko O.A. Yield capacity of different winter wheat varieties depending on sowing time in the Southern Steppe. «News of agrarian sciences» journal. 2013. No 4, P. 26-29.
19. Shebanin V.S., Kovalenko O.A., Korkhova M.M., Khonenko L.G., Markova N.V. Directory of winter wheat varieties for the Steppe of Ukraine. Mykolaiv, MNAU, 2016. 112 p.
20. Korhova N.M. The productivity of soft winter wheat depending on sowing terms and norms of sowing in conditions of southern steppe of Ukraine: dissertation on competition of a scientific degree. Kherson, 2015, 204 p.
21. Onychko T. A., Sobko N. G. Features of productivity formation and grain quality of modern varieties of winter wheat. *Bulletin SNAU. Series «Agriculture and Biology»*. 2015. Vol. 3(29), P. 30-35.
22. Methodology of conducting qualification examination of plant varieties for suitability for distribution in Ukraine. General part. Ukrainian Institute for Plant Variety Examination. 2016. URL: <http://sops.gov.ua/pdfbooks/01.vidannia/Metodiki/PSP/1.pdf> (Дата звернення 14.03.2018).

23. Hahula V.S., Ulich L.I., Ulich O.L. The influence of environmental factors on the implementation of new varieties of soft winter wheat breeding potential. *Agrobiology*. 2013. No 11, P. 44-49

24. Ulich O.L., Tkachuk S.O., Hahula V.S., Tereshenko U.F. Assessing the impact of time of spring vegetation renewal on growth, development and productivity of soft winter wheat varieties. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2014. No 4, P. 51-57.

25. Korkhova M. M. Influence of the duration of winter rest and FRF on the yield of soft winter wheat, depending on the time of sowing in the Southern Steppe of Ukraine. *Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science. Crop production, breeding, seed production and fruit and vegetable production*. 2013. No 9, P. 353-359.

26. Jimenez-Berni J. A., Deery D. M., Rozas-Larraondo P., Condon A. G., Rebetzke G. J., James R. A., Bovill W. D., Furbank R. T., Sirault X. R. High Throughput Determination of Plant Height, Ground Cover, and Above-Ground Biomass in Wheat with Lidar. *Frontiers in plant science*. 2018, No 9. URL: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2018.00237/full> (Дата звернення 29.03.2018).

27. Kochmarskiy V.S., Khomenko S.O., Fedorenko M.V., Daniuk T.A. Plant height and lodging resistance of collection accessions of durum spring wheat. *Myronivka bulletin*. 2016. No 1, P. 73-81.

28. Gamajunova V.V., Smirnova I.V. The dynamics of aboveground biomass of the winter wheat variety increasing depending on the nutrient background. *Bulletin of ZHNAEU. Series: plant growing, breeding and fodder production*. 2015, No 2 (50), P. 178-182.

28. Vaschenko V.V., Nazarenko N.N. Analysis of soft winter wheat productivity in the Northern steppe of Ukraine. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2014. № 4. P. 68-72.

29. Zhuk O.I. The productivity of winter wheat stems under different mineral nutrition. *Factors in experimentalevolution of organisms*. 2016. No 18. P. 85-88.

30. Cherenkov A.V., Kozelskiy O.M. Influence of reception agrotechnological grown on grain productivity of winter wheat. *Bulletin of ZHNAEU. Crop production, breeding and seed production*. 2015. No 1. P. 215-222.

29. Hodanic'kyj V., Hodanic'ka O. Formation of grain cereal productivity. *Proposal*. 2017. No 4, P. 78-80.

#### **Продуктивность сортов пшеницы мягкой озимой в зависимости от сроков сева и погодных условий весенне-летнего периода**

**М. М. Корхова, О. А. Коваленко, Л. Г. Хоненко, Н. В. Маркова**

Изучено влияние сроков сева и погодных условий весенне-летнего периода на формирование продуктивности современных сортов пшеницы озимой в условиях Южной Степи Украины. Установлено, что основную роль в формировании продуктивности этой культуры в весенне-летний период играет продолжительность межфазного периода «возобновление весеннего кущения – колошение», который был самым коротким (64-65 суток) в 2013 году, сумма эффективных температур при этом составила 390,4-406,0 °С, а самым длинным (82-88 суток) – в 2015 году, что обусловлено лучшими погодными условиями во время вегетации. Высота растений озимой пшеницы снижалась с ранних до поздних сроков сева в среднем по сортам на 7,4 см. Наилучшие условия для роста и развития растений пшеницы озимой сложились в 2014 году, когда высота растений исследуемых сортов достигала в среднем по срокам сева 75,2 см (Овидий) и 75,8 см (Миссия одесская). Исследуемые сорта пшеницы озимой сформировали наибольшее количество продуктивных стеблей (997 и 959 шт./м<sup>2</sup>) в 2014 году при посеве 30 сентября. Самый низкий продуктивный стеблестой (512-614 шт./м<sup>2</sup>) сформировали исследуемые сорта в 2015 году при посеве 10 октября. Исследованиями установлено, что оптимальные погодные условия в период «колошение – молочная спелость зерна» пшеницы озимой были в 2013 году при посеве 10 октября. Самая высокая урожайность зерна пшеницы озимой (6,40 т/га) сформировалась в 2015 году при посеве сортом Миссия одесская в срок 30 сентября. В 2013-2014 годах самый высокий урожай зерна изучаемых сортов был собран при посеве 10 октября, что на 0,15-0,41 т/га превысило контроль – 30 сентября.

**Ключевые слова:** пшеница озимая, сорт, сроки сева, количество продуктивных стеблей, высота растений, урожайность.

#### **Productivity of soft winter wheat sort depending on terms length of sowing and weather in spring-summer period**

**M. Korkhova, O. Kovalenko, L. Khonenko, N. Markova**

The article is about influence of sowing terms and weather conditions in spring-summer period on the productivity's formation of the winter wheat modern varieties in conditions of the South Steppe of Ukraine. It was found that spring-summer period the main role in formation of crop productivity was played by the length of "renewal of spring tillering-heading" phases, the shortest of which (64-65 days) was in 2013, the sum of effective temperatures thus amounted to 390,4-406,0 °C, and the longest (82-88 days) was in 2015, due to the best weather conditions during the growing season. Plant's height of winter wheat decreased from early to late sowing terms on the average in of different varieties to 7,4 cm. The best conditions for the growth and development of winter wheat plants were in 2014, when the plant height of the studied varieties reached on the average 75.2 cm (Ovidiy) and 75.8 cm (Odesyka Misiya). The examined winter wheat varieties formed the largest number of productive stems (997 and 959 pcs./m<sup>2</sup>) in 2014 by sowing on September 30. The lowest productive stubble (512-614 pcs./m<sup>2</sup>) was formed by the studied sorts in 2015 by sowing on October 10. The researches have found that the best weather conditions during the period of "renewal of spring tillering-earring" of winter wheat were in 2013 by sowing on October 10. The highest grain yield of winter wheat (6.40 t/hectares) was formed in 2015 by the sowing of the Odesyka Misiya on September 30. In 2013-2014, the highest yield of the studied grain sorts was collected by sowing on October 10, which was 0.15-0.41 t/ha more than the control – September 30.

**Key words:** winter wheat, sort, sowing, number of productive stems, plant height, crop yields.

*Надійшла 10.04.2018 р.*

UDC 634.8:631.537:631.811.91

PETRENKO S., Ph.D. in Agricultural Sciences, Assistant Professor

SLYUSARENKO V., postgraduate

Scientific supervisor – KOPUTKO P., Doc. in Agricultural Sciences, Professor

Odessa State Agrarian University

## THE INFLUENCE OF SOIL BACKGROUND OPTIMIZATION AND FOLIAR TOP DRESSING ON PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL PROCESSES IN PEAR TREES OF TAVRIISKA VARIETY

Представлені результати досліджень щодо впливу оптимізації ґрунтового фону і позакореневого підживлення на фізіолого-біохімічні процеси в дерев груші сорту Таврійська. Польовий дослід закладений в 2015 році за двофакторною схемою в трикратному повторенні за наявності восьми облікових дерев на кожній елементарній ділянці. Перед закладанням дослідів агрохімічними аналізами ґрунту було виявлено вміст рухомих форм калію на 46 мг/кг менше від середнього показника оптимального рівня, а нітратного азоту (за нітрифікаційною здатністю ґрунту) і рухомих сполук фосфору – більше оптимальних рівнів. Для оптимізації ґрунтового фону розрахована і внесена норма  $K_2O$  – 598 кг/га і таким чином був створений оптимізований фон мінерального ґрунтового живлення груші усіма трьома основними макроелементами (NPK).

Схема дослідження включала два рівня вмісту в ґрунті доступних для рослин сполук і форм азоту (N), фосфору ( $P_2O_5$ ) і калію ( $K_2O$ ): не оптимізований (без ґрунтового удобрення) і оптимізований внесенням розрахованих за результатами агрохімічних аналізів ґрунту добрив тих макроелементів, яких не вистачало в кореневмісному шарі ґрунту (0-60 см) до оптимальних рівнів (фактор А) і чотири варіанти позакореневого підживлення: 1 – без підживлення (обприскування листового покриву водою), 2, 3 і 4 – обприскування розчинами удобрювальних препаратів, відповідно: Реаком плюс (сад-город) – 5 л/га, Вуксал Мікроплант – 3 л/га і Біохелат «Плодово-ягідні культури» – 3 л/га (фактор Б). Зазначені дози препаратів розчиняли в розрахунку 1000 л розчину на гектар саду.

За достатніх рівнів вмісту доступних для рослин сполук азоту та фосфору в чорноземі звичайному (значно перевищують оптимальні для яблуні) і недостатнього живлення калієм (нижче оптимального вмісту його обмінних форм на 46 мг/кг ґрунту) внесенням розрахованої норми  $K_2O$  598 кг/га створився достатній рівень живлення дерев груші цим елементом і загальний оптимізований фон їх мінерального живлення головними макроелементами (NPK), який підтримувався протягом усього трирічного періоду досліджень.

На оптимізованому фоні ґрунтового живлення досліджуваних дерев головними макроелементами (NPK) встановлено, що фізіологічний стан і стійкість до несприятливих погодних умов у дерев груші покращилися. Істотно великим накопиченням хлорофілу в листі відрізнялися дерева на оптимізованому ґрунтовому фоні, оброблені препаратом Вуксал Мікроплант – 9,87 мг/100 г. Більше накопичення суми цукрів відбувалося у дерев, що знаходяться на оптимізованому ґрунтовому фоні і позакоренево підживлені препаратом Вуксал Мікроплант – 4,0 мг/г.

**Ключові слова:** груша, сорт Таврійська, удобрення, позакоренево підживлення, оптимальний рівень, хлорофіл, вуглеводи, суха речовина.

Introduction. Pear, despite its extremely high flavor and consumer qualities, is spreading too slowly in gardening. One of the reasons for this is the existence of a problem in the study of fertilizer application systems in horticulture, which was previously most often used in apple plantations. The recommendations for their fertilizing apple orchards were given together for pears, as the closest to the biological and technological features of the culture. However, the pear is still markedly different in the needs of mineral elements, in particular with the growing masses of vegetative organs and the formation of fruit crops, as well as the relation to external environmental conditions, which must be taken into account for the production of fertilizers with optimal parameters for its nutrition. But even at the optimal levels of soil nutrition, there can be a lack of individual mineral elements for their intensive assimilation during certain periods of growth and development of fruit trees, which negatively affects the physiological and biochemical processes in the plant. Therefore, it is important to study the possibilities of enhancement of these processes by foliar application in addition to the main soil fertilizer, which creates optimal backgrounds of mineral nutrition of trees through root systems.

Analysis of research and publications. Pear is one of the most common fruit crops, in which, in selecting varieties that are most suitable for cultivation in specific soil-climatic conditions, it is necessary to take into account not only high productivity but also the ability to adapt quickly and effectively during stress [1-4].

The promise of introduced plants is determined by their resistance to unfavorable environmental factors. In this regard, when introducing fruits and berries, it is very important to identify varieties that

can tolerate atmospheric and soil drought. The criteria for drought tolerance of plants is watering and water-retaining ability of leaves of plants [5].

Important for normal growth and development, and hence for high plant productivity, is providing them with essential elements of mineral nutrition. Lack of nutrients in the soil cause a violation of the physiological and biochemical processes in the tissues, as a result of which pathological phenomena develop, the signs of which are inhibition of growth, changes in coloration of leaves, formation of necrosis, deformations, depletion of leaves and fruits. All this leads to a decrease in the yield, deterioration of its quality, and often - to the death of plants [6-8].

In plant organisms, the normal course of all processes of life is due to the presence of sufficient quantities of water in cells and tissues. The water-retaining ability of cells depends on the conditions of growing plants. The study of water management of pear trees and their regulation is an actual and important problem, especially in the south of Ukraine, where the growing season is almost annually dry, and the limiting factor during growing of plants is insufficient amount of natural moisture. In this case, an in-depth study of the physiological mechanisms of adaptation of the pear to drought is also important in order to increase the resistance of plants to the lack of moisture in the soil. Insufficient moisture, causing changes in physiological and biochemical processes, also affects anatomical characteristics [9].

Symptoms of mild water stress often cause accumulation of betaine in a leaf of young pears. Betaine, caused by water stress in mature leaves, is maintained for about two weeks after re-irrigation and gradually decreases after the abstinence of water stress, and a month later, its content is reduced to normal levels. The exogenously applied on the leaves of betaine slightly improves the growth of the shoots and the ability of the leaves to resist dehydration, reduces the leaves' wicking under the influence of stress and promotes the restoration of leaves after wilting for re-irrigation. These data show that accumulation of betaine is caused by water stress and is associated with tolerance to the drought of pear trees [10].

An important indicator characterizing the work of the photosynthetic apparatus of plants is the content of chlorophylls "a" and "in" and their correlation. The study of the accumulation of pigments (chlorophyll a and b and carotenoids) in plant leaves is of great importance, since their content affects the intensity of photosynthesis, the synthesis of spare organic substances (carbohydrates and proteins) and the enhancement of adaptive properties of photosynthetic structures under adverse environmental conditions [11-12]. Chlorophyll metabolism is probably the most prominent manifestation of life. It is estimated that the annual chlorophyll turnover is more than 1000 million tons [13-16]. An important means of regulating the accumulation of pigments in plants, including pears, is the use of physiologically active drugs and trace elements that can stabilize or increase the amount of pigments in the leaves of plants [17-18].

Frost resistance is not clearly restricted in its manifestation. The crucial role in preserving the plant plays not the maximum possible value of the negative temperature, but to a greater extent the period of influence and the state of the organism of the plant that is exposed to the negative temperature [19-20]. The level of cold weather is determined by the content of carbohydrates in its wood. Carbohydrates are the main nutrients of a plant organism, which are characterized by high reactivity. They take part in many chemical reactions of metabolism. High regenerative capacity of the grafted material depends on the content of the plastic substances in the tissues of the trees and, first of all, carbohydrates. It is established that the more carbohydrates are contained in the tissues of the shoots, the better is the process of fusion of grafted components and rooting of seedlings. Growth of shoots, deposition in the supply of plastic substances and the overall viability of fruit plants is determined by the carbohydrate metabolism, which, in turn, significantly depends on the conditions of cultivation [21-22].

Mobilization of starch and carbohydrates flow to the kidneys is compounded when there are low winter temperatures. This conclusion was made after Japanese scientists study comparing total soluble sugars and reducing sugars concentration, acid invertase cell wall and sucrose-phosphate synthase in the wood chipper Japanese pear trees and corresponding cooling conditions during the rest period [23-26].

The literature is almost no information on the impact of exogenous optimizing soil mineral nutrition background macro key (NRK) and top dressing fertilizer complex drugs with different composition of macro- and micronutrients in chelated form of power on the accumulation of chlorophylls and carotenoids in leaves. In this regard, we studied the effect of their actions on the accumulation of photosynthetic pigments leaves pear trees in the western region of the Southern Barrens.

**The purpose** of the research is to investigate the effect of optimizing the soil background of mineral nutrition with main macroelements (NPK) and foliar nutrition with complex fertilizer preparations with different composition of macronutrients and micronutrients of nutrition in chelate form on the physiological and biochemical parameters of the puffer apparatus and the annual growth of Tavriiska pear trees on chernozem common in the western region of the Southern Ukrainian steppe.

**Research methodology.** Investigation of the effect of optimization of mineral nutrition on basic macroelements (NPK) by soil fertilization and foliar application of complex microfertilizers on Tavriiska varieties of pear trees was conducted starting from 2015. According to the conducted soil analyzes, in the soil in the balls 0-60 cm found: N – 40,0, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 78 and K<sub>2</sub>O – 379 mg/kg. When comparing the data given with the pears for determining the levels of mineral nutrition, the main macroelements (NPK) show that the content of nitrate nitrogen exceeds 5 mg/kg of the upper limit of the optimal level, which is 34 – 35 mg/kg, the content of mobile phosphates is close to the upper limit of the optimal level - 60-80 mg/kg, and exchangeable forms of potassium is lower by 46 mg/kg from the average (425 mg/kg) of the optimal level – 400 – 450 mg/kg of soil. Therefore, when laying the experiment to create an optimized background of nutrition of pears with nitrogen, phosphorus and potassium, only the norm of potassium fertilizer (598 kg/ha K<sub>2</sub>O) was calculated, which was supposed to maintain the optimal level of content in the soil of exchangeable forms of potassium during a three-year period. The results of agrochemical analyzes in the years of research (2015–2017) indicate that the content of fruit trees available for nutrition of nitrogen and phosphorus compounds at the beginning of the experiment and in the research years was not less than optimal levels. The fertilizer produced by the K<sub>2</sub>O level was also within the optimal level of 402 mg/kg.

The scheme of the two factor studies envisaged the study of two levels of the content of the compounds available for plants and nitrogen (N), phosphorus (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) and potassium (K<sub>2</sub>O) available to plants: 1) not optimized (without soil fertilization), and 2) optimized by the application of agrochemical soil analysis of fertilizers with those macroelements, which lacked in the roots of the soil layer (0-60 cm) to the optimal levels (factor A). As well as four variants of foliar fertilization: 1 – without feeding (spraying the sheet with water), 2, 3 and 4 – spraying with fertilizer solutions, respectively: Reakom plus (garden) – 5 l/ha, Wuxal Microplant – 3 l/ha and Biochelate «Fruit and berry crops» – 3 l/ha (factor B). These doses of drugs were dissolved in water at a rate of 1000 liters of solution per hectare of garden.

The repetition of the experiment is threefold, the lilies are systematically placed. In each plot, eight accounting trees planted in 2010 under the scheme of 4 x 2.5 m. The soil in the experimental garden was kept by the steam system, the water regime in it was maintained thanks to drip irrigation at a humidity level of 60%.

The content of green pigments (chlorophylls «a», «b», carotenoids and their sum) in the leaves was determined by acetone method of Godnev [27]. 85% acetone was used for the extraction of pigments. The optical density of the solutions was measured on the Spekol spectrophotometer. The calculation of the content of pigments was carried out on the cheese mass by the equations of Rebbelen. Free and bound water in the leaves were determined by the refractometric method [28]. The content of sugars in shoots was determined by the Bertrand method in the modification of L. V. Milovany [29]. Shoots for analysis were selected after vegetation. The amount of starch is a volumetric method by Kh. M. Pochinok [30]. Photocolorimetry of solutions was carried out at the Spekol SP at a wavelength of 500 nm.

**Research results.** During the vegetation season in 2016, when the soil background was optimized and the use of various preparations for foliar feeding, there was a change in the state of water in the pear leaf.

It was established that in the beginning and at the end of vegetation in the leaf of pears of the Tavriiska variety (Table 1), the content of the cooled water was higher than that available in all studied variants. In particular, it was the highest in leaf of trees with foliar applications Biochelate "Fruit and berry crops" and Wuxal Microplant, the ratio between the content of coherent and free water was 3.4.

It was established that in the background of optimized mineral nutrition of plants, created due to soil fertilization, the physiological state and resistance to adverse weather conditions in pear trees are better. This conclusion is based on the data of Table 1, which tends to increase the content of free and bound water in the leaves of trees, in variants with optimization of the soil background.

Significant changes in growth associated with the intensification of biosynthesis processes in leaves and shoots. Therefore, it is advisable to detect the effect of the investigational drugs on the basic physiological parameters in the tissues of the leaves of the pear. Accumulation of chlorophyll in

the leaves is a determining factor for the intense passage of photosynthesis. The content and ratio of chlorophyll is an integral indicator of metabolism and the formation of organic substances in plants, which affects their growth and productivity.

Table 1 – Effect of fertilization and foliar nutrition on the state (fractional composition) of water in the leaf of Tavriiska pear tree, %, 2016

Backgrounds of soil nutrition of trees (factor A)	Options for Foliar Feeding (Factor B)	Free water			Connected water		
		VI*	VIII	X	VI	VIII	X
Unoptimized	Without feeding (control)	13,1	11,0	10,3	50,3	43,7	40,9
	Reakom plus (garden)	13,3	11,2	10,5	50,4	43,9	41,3
	Wuxal Microplant	13,7	11,5	10,8	50,6	44,2	41,5
	Bio-chelat «Fruit and berry crops»	13,5	11,6	10,7	50,5	44,5	41,7
Optimized	Without feeding	13,6	11,7	10,5	50,9	44,0	41,1
	Reakom plus (garden)	13,9	11,8	10,8	51,2	44,2	41,4
	Wuxal Microplant	14,7	12,5	11,1	51,8	45,1	41,8
	Bio-chelat «Fruit and berry crops»	14,5	11,9	11,0	51,5	44,8	42,0
NIR <sub>05</sub>	Factor A	1,0	0,7	0,6	0,7	1,2	0,8
	Factor B	1,1	0,8	0,4	1,2	0,9	0,4

Note. \* Timing of sampling (months).

Various options for fertilization and fertilization have different effects on the content of pigments in the leaves of pears. The content of pigments in the leaves of the trees of the pears of the Tavriiska variety was significantly influenced by the optimization of the soil background and fertilization with the drugs Wuxal Microplant and Biochelate «Fruit and berry crops». The leaves of the treated trees had a more intense color than the control plants. This fact has allowed us to assume that under the influence of optimization of the soil background and for the foliar application of the drugs there was a shift in the chain of biosynthesis of pigments. The results of laboratory studies of the content of pigments - chlorophyll (a + b) in the leaves of pear trees confirmed this our assumption (Fig. 1).

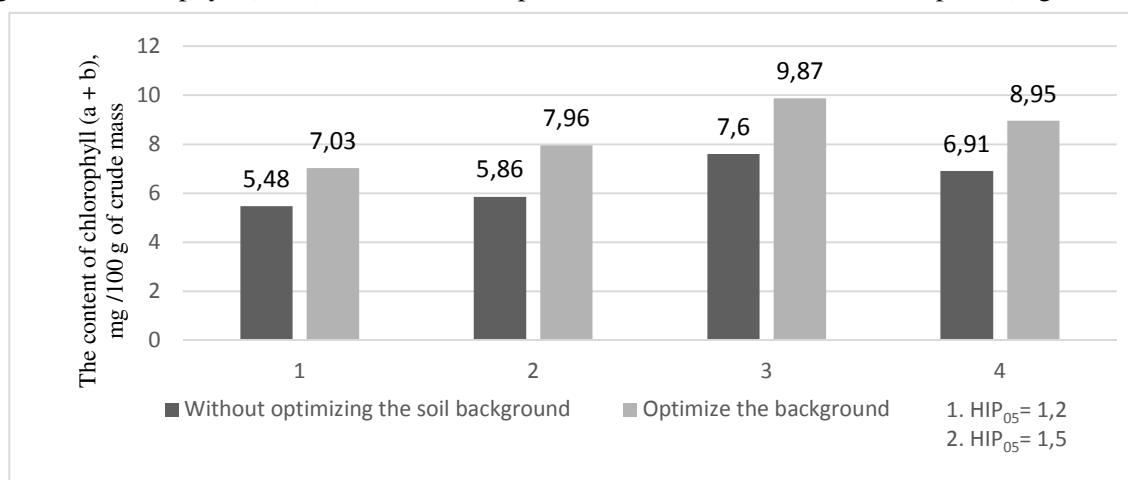


Fig. 1. The content of chlorophylls (a + b) in the Pear Tavriiska leaf depending on from foliar fertilization and optimized fertilization (2016): 1 – without feeding; 2 – Reakom plus (garden); 3 – Wuxal Microplant; 4 – Biochelate «Fruit and berry crops».

The analysis of the content of chlorophylls in the variant without optimization of the soil background (black columns) and in variants with fertilization showed significantly more accumulation of chlorophyll in the leaves of the trees on the optimized soil background (gray columns) treated with the drug Wuxal Microplant – 9.87 mg/100 g. The number of chlorophylls (a + b) in the leaf of the studied variants of the soil backgrounds and the nutrition increased in variants, where the K<sub>2</sub>O was introduced into the soil and used for nutrition. Significantly increased the content of chlorophyll to optimize the soil background in all variants – an increase of 1.55–4.39 mg/100 g with NIR<sub>05</sub> factor A – 1.2 mg/100 g. Increasing the content of chlorophyll in the leaves was significant in the case of root growth of Wuxal Microplant – 2.12 mg/100 g in the non-optimized background, and optimization – by 2.84 mg/100 g, and Biochelate «Fruit and berry crops» – at 1.92 mg/100 g, with NIR<sub>05</sub> factor B – 1.5 mg/100 g.

Carbohydrates are the main nutrients of the plant organism. They are characterized by high reactivity and take an active part in many chemical reactions of metabolism. The effect of optimization of the soil background and preparations for foliar feeding on the content of carbohydrates (mono, dactyl and starch) in ripe shoots of vegetative trees was studied. It was found that the total number of carbohydrates in experimental variants increased with respect to control. The highest starch values were found in the variants where the soil background was optimized and the extra-root nutrition was carried out with the preparations Biochelate "Fruit and berry crops" and Wuxal Microplant (Table 2). As the dispersion analysis showed, this increase was significant. Consequently, these trees have more energy material, their shoots have grown better and they are more resistant to adverse weather conditions.

Table 2 – Content of carbohydrates in the shoots of Tavriiska pear tree trees depending on fertilization and foliar nutrition, mg/g, 2016

Backgrounds of soil nutrition of trees (factor A)	Options for Foliar Feeding (Factor B)	Starch	Sugar			Sum of carbohydrates
			Montsucar	Ditsuhar	Sugar Sum	
Unoptimized	Without feeding (control)	3,60	0,95	1,90	2,85	6,45
	Reakom plus (garden)	4,50	1,45	1,80	3,25	7,75
	Wuxal Microplant	4,95	1,65	2,55	4,20	9,15
	Bio-chelat «Fruit and berry crops»	4,55	1,80	1,90	3,70	8,25
Optimized	Without feeding	3,75	1,15	1,81	2,96	6,71
	Reakom plus (garden)	4,65	1,55	1,80	3,35	8,00
	Wuxal Microplant	5,05	1,75	2,65	4,40	9,45
	Bio-chelat «Fruit and berry crops»	5,15	1,90	1,95	3,85	9,00
NIR <sub>05</sub>	Factor A	1,5	0,9	0,9	1,5	2,0
	Factor B	0,7	0,3	0,1	0,2	0,4

Significant increase in the accumulation of sugar was observed in trees treated with the Wuxal Microplant with optimized soil background – 4.0 mg/g and without it – 4.20 mg/g. It is known that low molecular weight carbohydrates are able to bind free radicals that cause destructive oxidative processes, usually enhanced by the action of cells damaging physical factors. In addition, monosacrides and sucrose perform signal function, take direct part in the regulation of cell division, growth and differentiation. These processes play a decisive role in the initial stages of plant development, namely at the beginning of the vegetation.

Accumulation of low molecular weight carbohydrates is considered as an adaptation to unfavorable environmental conditions. This property of carbohydrates is very important for qualitative passage of vegetation stages by a tree in conditions of drought and high temperatures of the Southern Steppe of Ukraine. The introduction of fertilizers and the use of nourishment contributed not only to the more intensive accumulation in the tissues of shoots of pears of sugar trees, but also starch.

**Conclusions.** 1. It has been established that in the background of optimized mineral nutrition of plants created due to soil fertilization, the physiological state and resistance to adverse weather conditions in the pear trees are better.

2. Significantly higher accumulation of chlorophyll in the leaves differed trees on optimized soil background treated with the drug Wuxal Microplant – 9.87 mg/100 g. The increase was significant.

3. The highest starch values were found in the variants, where the soil background was optimized and the foliar nutrition of the Biochelate «Fruit and berry crops» and Wuxal Microplant – 5,15 and 5,05 mg/g, respectively, were carried out. The best amount of sugar was accumulated in trees treated with Wuxal Microplant with optimized soil background – 4.0 mg/g and without it – 4.20 mg/g.

#### LIST OF REFERENCES

1. Ivanchenko E. N. Efficiency of application of microwaves and growth of pear regulators in the dry conditions of the Astrakhan region. Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy. 2015. No. 3 (31). P. 22–25.
2. Mel'nyk O. V., Melekhova I. O. New in apple and pear fertilizer. Gardening News, 2012. No. 1. P. 15–18.
3. Majar N. V., Bandurko I. A., Kiseleva G. N. Pear. Modern methodological aspects of the organization of the selection process in horticulture and viticulture. Krasnodar, 2015. P. 283–269.

4. Manziy V. V., Mel'nyk A. V. Advanced technologies and world achievements are the key to success in gardening. *Technology and Innovation*. 2012. No. 11. P. 42–43.
5. Rodionova L. Ya., Kazarinova E. V. Pears as a source of biologically active substances for functional purpose products. *Polytechnical network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University*. 2015. No. 105. P. 1035–1046.
6. Korniylov B. B., Dolmatov E. A., Ogerel'eva Z. E. Results of the study of drought- and gent-resistance of apple and pear genofond of the VNIISPК. *Fruit and grapes breeding in Russia*. 2015. No. 41. P. 186–191.
7. Mel'nyk O. V., Drozd O. O. Trends in the production of pears in Europe and in the world. *Gardening News*. 2014. No. 4. P. 26–33.
8. Sotnyk A. I., Babina R. D. Pear and peach in the Crimea. Simferopol: Antiqua, 2016. P. 368.
9. Felaliev A. S., El'cnibekova N. A., Ismoilov M. T. Economic and biological characters of the grows of the West Pamir and their value for production and selection. *Reports of the Tajik Academy of Agricultural Sciences*. 2012. No. 1 (31). P. 22–27.
10. Mel'nyk O. V., Drozd O. O. The secrets of looking after a pear tree garden. *Gardening News*. 2012. No. 2. P. 17–20.
11. Ramegowda V., Senthil-Kumar M. The interactive effects of simultaneous biotic and abiotic stresses on plants. *Journal of Plant Physiology*. 2015. No. 176. P. 47–54.
12. Petrova A. B., Kravzova A. P. Study of ecophysiological indicators of pear leaves in the territory of the research institute «Zhigulevsky gardens». *Materials of the XIV All-Russian Scientific and Practical Conference with international participation*. 2016. No. 1. P. 190–194.
13. Water stress induces in pear leaves the rise of betaine level that is associated with drought tolerance in pear / Xiuping Gao et al. *Biology*. 2015. No. 7. P. 114–118.
14. Belova A. Yu., Murashev S. V., Verguk V. G. Effect of pigments in leaves of plants for formation and properties of fruits. *Processes and devices of food production*. 2012. No. 1. P. 13–15.
15. Chirkin A. M., Skrypnikova E. V., Skrypnikova M. K. Photosynthetic activity of leaves of fruit crops in low positive temperatures. *Fruit growing and Russian grapes*. 2014. No. 2. P. 267–270.
16. Hörtensteiner S., Kräutler B. Chlorophyll breakdown in higher plants. *Biochimica et Biophysica Acta*. 2012. No. 8. P. 977–988.
17. Kieleva N. S., Paschenko O. I. Variable fluorescence of chlorophylla as indicator of photosynthetic activity of the assimilation apparatus and leather of fruit variety and hybrid pear. *Fruit and grapes breeding in Russia*. 2017. No. 10. P. 145–151.
18. Gardé I., Antunes M., Marques da Silva J. Chlorophyll a fluorescence: a fast and low-cost tool to detect superficial scald in «Rocha» pear (*Pyrus Communis L.* «Rocha»). *ISHS*. 2012. No. 2. P. 18–20.
19. Bachman V. Yu., Isachkin A. V. Evaluation of winter hardiness components in pear varieties by the method of artificial freezing. *Izvestiya TSHA*. 2013. No. 3. P. 36–46.
20. Rezyvakova S. Winter hardiness of garden crops of different ecological and geographical origin. *Bulletin of Orel State Agrarian University*. 2017. No. 1. P. 12–19.
21. Batueva Yu. M., Guseva N. K. Estimation of introduced pear varieties on the main economic and biological indicators. *Bulletin of Altai State Agrarian University*. 2016. No. 5. P. 25–28.
22. Vavilova L. V. Winter resistance of the Eastern Pears in the conditions of the Republic of Adygeya: the dissertation ... the candidate of biological sciences. Krasnodar, 2014.
23. Feng F., Mingjun L., Fengwang M. Effects of location within the tree canopy on carbohydrates, organic acids, amino acids and phenolic compounds in the fruit peel and flesh from three. *Horticulture Research*. 2014. No. 1. P. 11–17.
24. Chilling privation during dormancy period and carbohydrate mobilization in pear trees / Anderson C. M. et al. *Sci. Agric*. 2012. No. 4. P. 462–468.
25. Germino M. A carbohydrate quandary. *Tree Physiology*. 2015. No. 35. P. 1141–1145.
26. Wang L., Chen Y., Wang C., Xue H. Identification of candidate genes in the sugar metabolism pear of 'Red Clapp's Favorite' (*Pyrus communis L.*). *Hereditas*. 2018. No. 1. P. 46–55.
27. Godnev T. N. Structure of chlorophyll and methods of its quantitative determination. Minsk: Academy of Sciences of the BSSR, 1952. P. 164.
28. Ermakova A. I. Methods of biochemical research of plants. Moscow: Kolos, 1972. P. 456.
29. Milovanova L.V. A comparative evaluation of biochemical methods for determining the carbohydrate complex in a grape plant. *Collection of techniques for physiological and biochemical research in viticulture*. Moscow: Kolos, 1967. P. 111.
30. Pochinok H. N. Methods of biochemical analysis of plants. Kyiv: Naukova Dumka, 1976. P. 334.

**Влияние оптимизации почвенного фона и внекорневой подкормки на физиолого-биохимические процессы в деревьях груши сорта Таврическая**

**С. А. Петренко, В. С. Слюсаренко**

Представлены результаты исследований влияния оптимизации почвенного фона и внекорневой подкормки на физиолого-биохимические процессы у деревьев груши сорта Таврическая. Полевой опыт заложен в 2015 году по двухфакторной схеме в трехкратном повторении при наличии восьми учётных деревьев на каждой элементарной делянке. Перед закладкой опыта агрохимическими анализами почвы было выявлено содержание подвижных форм калия на 46 мг/кг меньше от среднего показателя оптимального уровня, а нитратного азота (по нитрификационной способности почвы) и подвижных соединений фосфора – больше оптимальных уровней. Для оптимизации почвенного фона рассчитана и внесена норма  $K_2O$  – 598 кг/га и таким образом был создан оптимизированный фон минерального почвенного питания груши всеми тремя основными макроэлементами (NPK).

Схема исследования включала два уровня содержания в почве доступных для растений соединений и форм азота (N), фосфора ( $P_2O_5$ ) и калия ( $K_2O$ ): не оптимизированный (без почвенного удобрения) и оптимизированный внесением рассчитанных по результатам агрохимических анализов почвы удобрений с теми макроэлементами, которых не хватало в корнеобитаемом слое почвы (0-60 см) до оптимальных уровней (фактор А) и четыре варианта внекорневой подкормки: 1 – без

подкормки (опрыскивание листового покрова водой), 2, 3 и 4 – опрыскивание растворами удобрений препаратов, соответственно: Реаком плюс (сад-огород) – 5 л/га, Вуксал Микроплант – 3 л/га и Биохелат «Плодово-ягодные культуры» – 3 л/га (фактор Б). Указанные дозы препаратов растворяли в расчёте 1000 л раствора на гектар сада.

При достаточных уровнях содержания доступных для растений соединений азота и фосфора в чернозёме обыкновенном (значительно превышающих оптимальные для яблони) и недостаточного питания калием (ниже оптимального содержания его обменных форм на 46 мг/кг почвы) внесением рассчитанной нормы  $K_2O$  598 кг/га создавался достаточный уровень питания деревьев груши этим элементом и общий оптимизированный фон их минерального питания главными макроэлементами (NPK), который поддерживался на протяжении всего трёхгодичного периода исследований.

На оптимизированном фоне почвенного питания исследуемых деревьев главными макроэлементами (NPK) установлено, что физиологическое состояние и устойчивость к неблагоприятным погодным условиям у деревьев груши улучшились. Существенно большим накоплением хлорофилла в листьях отличались деревья на оптимизированном почвенном фоне, обработанные препаратом Вуксал Микроплант – 9,87 мг/100 г. Больше накопление суммы сахаров происходило у деревьев, находящихся на оптимизированном почвенном фоне и получившие внекорневую подкормку препаратом Вуксал Микроплант – 4,0 мг/г.

**Ключевые слова:** груша, сорт Таврическая, удобрения, внекорневые подкормки, оптимальный уровень, хлорофилл, углеводы, сухие вещества.

### **The influence of soil background optimization and foliar top dressing on physiological and biochemical processes in pear trees of Tavriiska variety**

**S. Petrenko, V. Slyusarenko**

The results of the research conducted in the field experiment, laid out in 2015 under the two-factor scheme in triple repetition with the presence of eight accounting trees on each elementary site, are presented. Before laying the experiment agrochemical analysis of the soil revealed the content of mobile forms of potassium by 46 mg/kg less than the average index of optimal level, and nitrate nitrogen (on nitrification ability of the soil) and mobile phosphorus compounds – more than optimal levels. To optimize the soil background, the  $K_2O$  rate of 598 kg/ha was calculated and introduced, and thus an optimized background of mineral soil nutrition of pears was created with all three major macrocells (NARs).

The scheme of the study included two levels of the content of the compounds available for plants and nitrogen (N), phosphorus ( $P_2O_5$ ) and potassium ( $K_2O$ ) available to plants: not optimized (without soil fertilization) and optimized by applying agrochemical analysis of soil fertilizers calculated on the basis of the results of those macroalgae. There were not enough roots in the soil layer (0-60 cm) to the optimum levels (factor A) and four variants of foliar application: 1 – without feeding (spraying the sheet with water), 2, 3 and 4 – spraying with solutions of fertilizers, respectively: P akom plus (Garden Town) – 5 l/ha Wuxal Mikroplant – 3 l/ha and Biohelat "Fruit Culture" – 3 l/ha (factor B). These doses of drugs were dissolved in the calculation of 1000 liters of solution per hectare of the garden.

At sufficient levels of the available plants for plants nitrogen and phosphorus in chernozem common (significantly exceeding the optimal for apple) and inadequate potassium supply (below the optimal content of its exchange forms by 46 mg/kg of soil), an adequate level was created by applying the calculated norm of  $K_2O$  at 598 kg/ha the feeding of the pear trees with this element and the overall optimized background of their mineral nutrition by main macroelements (NPK), which was maintained throughout the three-year study period.

On the optimized background of soil nutrition of the investigated trees, the main macroelements (NPK) found that the physiological state and resistance to adverse weather conditions in pear trees improved. Significantly high accumulation of chlorophyll in the leaf differed in the trees on an optimized soil background, treated with the drug Wuxal Mikroplant – 9.87 mg/100 g. More accumulation of sugar content occurred in trees that are on optimized soil background and topically nourishing the drug Wuxal Mikroplant – 4.0 mg/g.

**Key words:** pear, Tavriiska, fertilization, foliar nutrition, optimal level, chlorophyll, carbohydrates, dry matter.

*Надійшла 10.04.2018 р.*

УДК 631.51.011 (091) «19»(477)

**ПРИМАК І. Д.**, д-р с.-г. наук

**ВОЙТОВИК М. В., ПАНЧЕНКО О.Б., КАРПЕНКО В. Г.**, кандидати с.-г. наук

**ЛЕВАНДОВСЬКА С. М.**, канд. біол. наук

**ПАНЧЕНКО І. А.**, аспірантка

*Білоцерківський національний аграрний університет*

### **ЕВОЛЮЦІЯ ТЕОРЕТИЧНИХ І ПРАКТИЧНИХ ОСНОВ ПЕРЕХОДУ ВІД ПОЛИЦЕВОГО ДО БЕЗПОЛИЦЕВОГО І ПОВЕРХНЕВОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ В УКРАЇНІ ДО СЕРЕДИНИ ПЕРШОЇ ПОЛОВИНИ 20 ст.**

Викладений історичний шлях розвитку і становлення системи основного обробітку ґрунту. Акцентовано увагу на історичних передумовах мінімізації механічного обробітку ґрунту. Висвітлена роль вітчизняних вчених в розробці теоретичних і практичних основ мінімізації обробітку. Доведено, що до початку 20 ст. глибина зяблевого обробітку зростала, а з

20 ст. – диференціюється залежно від ґрунтово-кліматичних умов і біологічних особливостей культур. Історичні джерела засвідчують, що за переходу від цілинної і перелогової систем землеробства до парової постала проблема посух та захисту від водної і вітрової ерозій. Ерозія, на думку більшості вчених (В.В. Докучаєва, П.А. Костичева та ін.), є наслідком висушування ґрунту за глибокого обробітку плугом. Встановлено, що в 19 ст. глибокий обробіток плугом, порівняно з ралом і сохою, вважався головним агрозаходом інтенсифікації землеробства, мета якого – прискорена мобілізація поживних речовин ґрунту. Український фермер І.С. Овсінський вперше в рільництві запропонував поверхневий обробіток ґрунту на межі 19 і 20 тисячоліть. З цією метою він сконструював культиватори з плоскорізальними робочими органами, які добре підрізають бур'яни, розпушують ґрунт на 5-6 см, не перевертаючи оброблюваного шару. Більшість наукових установ і дослідників виступили з різкою критикою висновків І.Овсінського.

**Ключові слова:** еволюція, ерозія, плуг, бур'яни, ґрунт, полицевий обробіток, безполицевий обробіток.

**Постановка проблеми.** Вважається, що основним знаряддям в землеробстві є плуг. Мабуть, немає іншого знаряддя, яке відіграло б більш важливу роль в житті людського суспільства. Там, де проходив плуг, з часом з'являлися селища, колосилися ниви, виростили міста, оживали колись пустинні місця.

Від рівня розвитку і удосконалення плуга завжди залежала культура землеробства, залежала культура людини, залежало життя. К.А. Тімірязєв [1] дуже влучно і точно сказав, що «... культура поля завжди йшла рука об руку з культурою людини», тобто в міру нагромадження практичного досвіду і наукових знань. З'явлення плуга з полицею корінним чином змінило умови життя населення, дозволило значно підвищити кількість, асортимент і якість продуктів харчування.

Механічний обробіток ґрунту в рільництві України, як провідна ланка хліборобства, мав тривалу і складну еволюцію.

Плужне рільництво виникло за 2-2,5 тисяч років до Різдва Христового (4000-4500 років тому). Перехід від мотики до дерев'яного плуга (хоча і примітивного) та тваринної тяги істотно підвищив продуктивність праці хлібороба. Виготовлені на основі археологічних матеріалів копії тогочасних дерев'яних плугів вказують, що за обробітку ними ґрунту, порівняно з мотикою, продуктивність праці зростає майже у 50 разів. Отже, обробіток ґрунту плугом – одна з найвагоміших подій в еволюції суспільства, що сприяла формуванню ранніх цивілізацій [1].

Еволюційний розвиток механічного обробітку характеризується домінуванням плуга у рільництві майже до кінця 20 ст. з поступовим удосконаленням його будови і технологій вирощування культурних рослин.

Українці звикли до багатьох символів: сніп – символізує згуртованість і єдність, серп – образ праці на Землі, колос – символ народного блага, плуг – знаряддя мирної праці. На сьогодні, як і завжди, головна мрія всіх людей планети – перекувати мечі в плуги.

У древні часи аграрії вважали плуг ореолом високої поваги і шанування. Винайдення його вони пов'язували з творінням богів і діяльністю міфічних героїв. Плуг для хлібороба був священним знаряддям. Він оборював ним житло і селища. Борозна, утворена плугом, на думку рільника, надійно захищає його родину і житло від посягання злого духа. Прокладені плугом борозни в Римській імперії вважалися недоторканими межами між містами. І на сьогодні ця традиція збереглася: зорана плугом смуга ґрунтового покриву позначає кордон між країнами. В Середньовіччя за викрадення плуга карали четвертуванням. Особливо оберегали залізні частини цього знаряддя.

На сьогодні у європейських країнах плугобудівні заводи випускають дуже багато плугів, розробляють нові більш надійні і продуктивні конструкції. Плуги матимуть поширення і в подальшому, оскільки цих знарядь у аграріїв поки що найбільше, а заміна їх на новітні ґрунтообробні комплекси потребує великих фінансових ресурсів. Певну роль при цьому часто відіграє і аграрний консерватизм та звичка до традиційних, перевірених часом, технологій.

І на сьогодні оранка залишається, як вказав основоположник землеробської механіки В.П. Горячкін [2], самою важкою, самою тривалою, самою дорогою роботою в рільництві. У всі часи цей захід механічного обробітку ґрунту заслужено вважався основою землеробства. Перший російський агроном І.М. Комов ще в 1788 р. зазначав: «пахота есть главное в земледелии дело» [2].

Український рільник мав ряд своєрідних ритуалів прокладання плугом першої борозни в полі. Наприкінці 19 ст. вони виконувалися ще в Поліссі, частково на Лівобережжі і Поділлі, а також в Карпатах. Вінницькі землероби у полі клали хлібину на розстелену хустку перед першим проходом плуга, розрізали її, і усі присутні аграрії частувались. На Полтавщині перед першою оранкою пекли з тіста «хрестики», якими частувалися в полі. На першу оранку майже повсюдно в Україні виходили із освяченою водою. Нею кропили знаряддя, робочу худобу і по-

ле. Ритуал був традиційно народним, у нього вірив рільник. Ритуал створював для хлібороба душевно-психологічну рівновагу.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** З другої половини 18 ст. бере початок думка про необхідність глибокої оранки з метою підвищення урожайності культур. Так, зокрема, «Инструкция дворецкому Ивану Немчинову об управлении дому и деревень», видана Артемієм Волинським в 1724 р., зобов'язує «прилежно смотреть, чтобы земля была глубоко пахана» [3]. Глибоко обробляти поля пропонували І.М. Комов (1750-1792), А.Т. Болотов (1738-1833), О.О. Ізмаїльський (1851-1914), К.А. Тімірязєв (1843-1920), С.М. Усов (1796-1859), Д.І. Менделєєв (1834-1907). На думку останнього, поглиблений обробіток ґрунту плугом захищає культури як від надлишку, так і нестачі вологи. Він пропонував ретельно вивчати користь поглиблення оранки за різних обставин [4].

П.А. Костичев (1845-1895) вказав на важливість і складність визначення оптимальної глибини обробітку: «указать, какова должна быть пахота на разных почвах, столь же трудно, как решить, сколько нужно на каждую почву вывезти навоза для получения наиболее выгодного урожая» [5]. Його в цьому питанні підтримав І.О. Стебут (1833-1923). Основоположник рослинництва в 1871 р. зазначав, що: «Употребление орудий с отвалами, а именно плуга, может быть значительно ограничено, хотя все же не остановлено» [6].

П.А. Костичев і І.О. Стебут вважали, що обробіток плугом спричиняє дуже інтенсивну мінералізацію органічних речовин ґрунту і добрий повітрообмін, газообмін, мобілізацію елементів азотного і зольного живлення рослин, знищує сеgetальні бур'янисті рослини.

У 19 ст. цілині землі причорноморських степів були майже повністю розорані. Знищення природної (дикої) рослинності за розорювання цілиних земель призвело до посилення ерозійних і дефляційних процесів. Вчені і практики 19 ст. вважали основним (домінуючим) заходом захисту від цих негативних явищ лісорозведення.

«Попечительный комитет об иностранных поселенцах южной России» в 30-х роках 19 ст. зобов'язав своїми постановами колоністів заліснювати земельні масиви з розрахунку по 1,6 га на один наділ в 65 га [7]. Під керівництвом Міністерства державного майна, утвореного в 1833 р., були проведені заходи захисту від дефляції на півдні країни. В роботі цього Міністерства брав участь і В.В. Докучаєв. Він склав ґрунтові карти Херсонської, Таврійської, Харківської та інших південних губерній європейської частини Росії. На них вперше зазначені повністю дефльовані земельні масиви та площі ґрунтів легкого гранулометричного складу, що схильні до ерозії, а також ділянки кам'янистих ґрунтів, в яких каміння є результатом їх змиву і видування.

Після столипінської реформи 1861 р. дефляційні процеси, що супроводжувалися пиловими бурями, стають звичайним явищем. В кінці 19 ст. вони набувають особливо загрозливого характеру. До реформи були зафіксовані дуже спустошливі бурі лише в 1824 і 1848 р., а після реформи вони вже спостерігалися в 1876, 1885, 1886, 1891, 1892, 1898, 1899 рр.

Однією з найбільш інтенсивних була чорна буря в квітні–травні 1892 р.: «Явление носило столь грозный и устрашающий характер, что все ждали кончины мира... Поезда железных дорог не могли двигаться от заносов чернозема подобно тому, как зимою в снежных заносах. После бурь громадные площади остались совершенно лишены всякой растительности, на многих участках даже сорных трав совершенно не было, и в этом случае они представляли черную, чистую и гладкую, как ток, поверхность ... Каналы глубиной до 2 аршин оказались засыпанными. Защитные полосы железных дорог местами были совершенно засыпаны» [7].

Оскільки 75 % виробництва продукції рільництва Росії в кінці 19 ст. було сконцентровано на південних чорноземах, це призвело до недородів і голоду народу. Стали з'ясовувати причини ерозійних і дефляційних процесів. Науковці вважали, що причиною інтенсивної дефляції є надмірно висока частка розораності степових масивів земель. Про це свідчать і публікації того часу.

В міру збільшення розораності степових земель вітрова ерозія спричиняла зменшення площ посівів сільськогосподарських культур. Щорічне зростання площ зруйнованих дефляцією земель з 1802 до 1831 р. на нижньому Дніпрі становило в середньому 785 га. В Бердянському повіті в січні–лютому 1886 р. було знищено чорними бурями понад 37 тис. га пшениці озимої. Пилова буря 1892 р. завдала великих збитків культурам на півдні Єкатеринославської і в північній частині Таврійської губерній. Лише в одному Маріупольському повіті дефляція знищила 164 тис. га посівів [7].

Наукові праці того часу, присвячені дослідженню цієї проблеми, стверджують, що основною причиною катастрофічних наслідків спустошуючої дії дефляції на південних чорноземах є

екстенсивний розвиток рільництва. В.В. Докучаєв вбачав причину зростаючої дії посух і повторюваності неврожайних років, перш за все, в дренаванні рівнинного степу в чорноземних губерніях. Як відомо, повсякденна ерозія проходить непомітно, спричиняє повільне поглиблення і розвиток річкових долин і балок. Аналогічні результати спостерігаються за суцільного розорювання, яке призводить до зростання дренаваності верхнього шару ґрунту, зниження рівня ґрунтових вод, а отже, глибокого висихання південного чорнозему, з одного боку, і розвитку яружної ерозії – з іншого. В.В. Докучаєв першим вказав, що процеси водної ерозії і висихання чорноземного ґрунту в Степу взаємопов'язані.

Уже в перших публікаціях О.О. Їзмаїльського [8] і В.В. Докучаєва [9] наголошується на взаємозв'язок ерозійних процесів і посух. На думку цих науковців, запаси ґрунтової вологи і ерозійна стійкість ґрунту визначаються агрономічно цінною грудочкувато-зернистою його структурою.

Отже, вітчизняна агрономічна наука в 19 ст. встановила прямий зв'язок між інтенсивністю антропогенного навантаження на земельні ресурси Степу і негативними наслідками, що спостерігалися в землеробській галузі.

**Мета дослідження** – висвітлення еволюції теоретичних і практичних основ переходу від полицевого до безполицевого і поверхневого обробітку ґрунту в Україні до середини першої половини 20 ст.

**Методика досліджень.** Методологічною основою дослідження обрано діалектико-логічний, історико-науковий, проблемно-хронологічний, бібліографічно-статистичний методи, які забезпечили комплексний аналіз предмету дослідження, що базується на принципах багатofакторності, історизму, всебічності та наукової об'єктивності пізнання.

**Основні результати дослідження.** В 19 ст. вчені наголошують на необхідності обмеження розорювання чорноземів Степу. Після усвідомлення незворотності цього процесу вони рекомендують прискорити лісорозведення і створити буферні смуги з культур, що захищають поля від руйнівної дії вітру. Проблема безполицевого обробітку не висувається на перший план доти, поки ступінь розореності цілинних чорноземів невисокий. Надзвичайно актуальною вона стає наприкінці 19 ст., що обумовлено початком інтенсифікації рільництва, зокрема, механічного обробітку ґрунту.

У першій половині 19 ст. інтенсивному розвитку ерозійних і дефляційних процесів в південних губерніях Росії запобігала не тільки незначна розораність цілинних чорноземів, але й існуючі в ті часи цілинна і перелогова системи рільництва.

За цих систем обробляли степові земельні масиви українським плугом або сабаном. Ці знаряддя були оптимально пристосованими до умов півдня [10]. П.А. Костичев вказував, що вони є не породженням звичаю чи звички, а наслідком самої системи і цілком відповідають їй [11]. Сівбу проводили по злегка розпушеній скибі. Після 3-5 років вирощування зернових ділянки залишали і переходили освоювати новий земельний масив. Дефляція за примітивних систем хліборобства була неможливою, оскільки перевернута скиба дернини характеризувалася водотривкою і вітростійкою (діаметр ґрунтових агрегатів понад 1 мм) структурою. І саме головне, очевидно, мілкий механічний обробіток забезпечував збереження рослинних решток (дернини), які скріплювали корінням грудочки ґрунту, незважаючи на перевертання.

Після реформи 1861 р. відбулося масове переселення селян із нечорноземних в чорноземні губернії. Прибуваючи на нові місця, переселенці привозили з собою і типові традиційні навички та рільничі знаряддя.

Північне рільництво далеко не завжди відповідало новим умовам, про що свідчить один з випадків, описаний П.А. Костичевим [11]. На півночі Таврійської губернії було утворено одне із нових селищ переселенцями з Київщини, які традиційно звикли до глибокого обробітку, особливо за вирощування буряків цукрових. На новому місці глибокий обробіток ґрунту плугом виявився не ефективним: за посушливих років зернові колосові вигорали, а за зволжених – сильно забур'янювалися. Впродовж декількох неврожайних років значна кількість переселенців вимушені були покинути ці земельні масиви як непридатні. Корінні ж мешканці Таврійської губернії, що поселилися на їх місці, використовуючи традиційну для цього регіону рільничу техніку, зробили село одним із самих заможних в Дніпровському повіті цієї губернії.

З плином часу землеробська техніка стала не відповідати виробничим умовам, адже в кінці 19 ст. цілинна і перелогова системи рільництва уже припинили своє існування в південних губерніях чорноземної смуги Росії. На староорних землях, давно позбавлених дернини, сабан і

малоросійський плуг, рало і легка борона стали неефективними, а розвиток зернового товарного господарства і недостатня кількість робочої сили спонукали аграріїв до впровадження за парової системи хліборобства рядкової машинної сівби (взамін ручної розкидної). Використання ж сівалок для рядкової сівби вимагає більш якісної передпосівної підготовки ґрунту. Вказані причини і сприяли інтенсифікації механічного обробітку чорноземів на півдні Росії, яка висунула в кінці 19 ст. на перший план проблему заміни перелогу системою агротехнічних заходів щодо забезпечення ґрунту вологою і добрим фітосанітарним станом («відпочинком»). Такі заходи успішно вирішують тільки чисті пари, проте, як зазначили дослідники наприкінці 19 ст., вони в Степу України є найбільш дефляційно небезпечними полями [11].

В полях чистого пару рекомендувалася оранка на всю глибину орного шару ґрунту. В чорних парах її проводили восени (в рік, що передує паруванню поля), а в ранніх – весною (в рік парування поля). Після появи сходів бур'янів приступали до догляду за чистим паром. «Двоїння» плугом проводили, як зазначав П.А. Костичев, на таку саму глибину як і основний обробіток, або ж навіть і більшу.

Однак, плуг виявився не ефективним на запирієних парових полях. Для знищення пірію повзучого використовували борони. Отже, із аналога перелога парове поле перетворилося в першу чергу в захід знищення бур'янів і певною мірою в засіб відновлення запасів ґрунтової вологи. Багаторічна хліборобська практика переконує про істотне підвищення урожайності пшениці озимої за розміщення її після чистих парів на чорноземних ґрунтах степових районів України. Проте, чисті пари, як і ґрунтообробна техніка хлібороба, досить суперечливі.

Інтенсивний, особливо полицевий механічний обробіток чистих парів часто спричиняє не нагромадження води в ґрунті, а навпаки – висушування його, оскільки нижня найбільш зволожена частина оброблюваного шару вивертається на поверхню. До негативних наслідків призводить і використання зубових борін, які розпилюють і розпорошують ґрунт, погіршуючи його структурний стан.

Дослідження, проведені науковцями на початку 21 ст., переконують, що боронування парових полів має бути виключене з технологій механічного обробітку, особливо за посушливих умов.

Проте, більшість вітчизняних вчених наприкінці 19–початку 20 ст., як альтернативу зникаючому перелогу, пропагують саме парову систему рільництва для чорноземного регіону півдня держави. Зокрема, П. А. Костичев, аналізуючи результати дослідів з чорним паром, вказував: «Прежде, видя, что почва с поверхности суха, заключали, что она суха и вообще, а потому думали, что почва в черном пару высушивается, а под пологом растений остается влажною... Теперь мы обязаны так не думать, иначе мы впали бы в противоречие с истинами, установленными очень просто» [11].

Отже, в кінці 19 ст. плуг, що замінив примітивні рало і соху, вважали головним засобом інтенсифікації землеробства. Обробіток ґрунту плугом, на думку хліборобів, прискорює мобілізацію поживних речовин його для забезпечення високої продуктивності сільськогосподарських культур. Проблема поліпшення агрофізичних показників родючості ґрунту, зокрема, оструктуреність його, вважали другорядною, хоча і вона стала привертати увагу вчених і практиків.

У вітчизняній землеробській науці в кінці 19–на початку 20 ст. жваво дискутували з питання оптимальної глибини обробітку ґрунтів плугом, зокрема чорноземів. Більшість науковців пропонували глибоку оранку.

В.В. Докучаєв і О.М. Шишкін вважали основною причиною руйнування ґрунту водою в степовій частині країни стікання її з поверхні поля. О.М. Шишкін рекомендував весняний обробіток ґрунту проводити знаряддями без перевертання оброблюваного шару багатолемішними плугами і екстирпаторами на незначну глибину. На думку науковця, глибока оранка плугом переміщує верхню (суху) частину оброблюваного шару ґрунту на дно борозни, а нижню (вологу) – на поверхню поля. Вперше в історії рільництва саме він в 1875 р. з метою захисту полів від ерозії провів дослід з мульчування ґрунту соломкою. О.М. Шишкін пропонував гній вносити в посушливих районах під глибоку зяблеву оранку. Він стверджував, що «за мілкої оранки гній степовому господарю буде приносити значно частіше шкоду, ніж користь» [12].

П.А. Костичев завжди виступав за мілкий обробіток ґрунту. Аналізуючи результати дослідів 1885 р. Полтавського товариства сільського господарства з вивчення ефективності мілкої і глибокого обробітків, він вказує, що: «На полях унавожених, на которых навоз был запахан до двух вершков глубины, тотчас же под рыхлым двухвершковым слоем земли почва после долгой засухи была не только влажна, но даже можно сказать сыра. На землях паханных глубже,

ничего подобного не было: земля была суха більшою частію до 4-4,5 вершков, т.е. на всей глубине пахотного слоя" [11].

Науковець переконливо довів, що ґрунт може висохнути навіть на глибину до 30 см за глибокої оранки внаслідок руйнування капілярних пор; за поверхневого і мілкового обробітку до 10 см під цим сухим шаром завжди буде знаходитись помітно зволожений шар ґрунту.

На думку П.А. Костичева, вбирна здатність ґрунту щодо води однакова за глибокого і мілкового обробітку його плугом. Вказав він і на низький протибур'яновий ефект глибокої оранки; помітив й те, що на щойно зораних цілних землях незалежно від погодних умов отримують високі врожаї хлібів. Останнє пояснив тим, що післязжнивні і кореневі рештки рослин, зароблені плугом на дно борозни, запобігають руху води по капілярних порах ґрунту до випаровуючої поверхні поля, а підорний шар – від висихання.

Тому дослідник пропонував заробляти гній мілким обробітком, що мульчує ґрунт, захищаючи тим самим нижні шари його від висихання. Гній, внесений під глибоку оранку, на думку вченого, часто не перегниває (не мінералізується), оскільки заробляється разом з сухим ґрунтом в нижні шари, а потім наступним обробітком поля плугом виноситься на поверхню суха маса гною. За мілкою ж оранки цього не спостерігається і гній розкладається інтенсивніше.

П.А. Костичев наполегливо рекомендував мульчувати схильні до засолення земельні масиви. Мульча, на думку науковця, перериваючи капілярні пори ґрунту, запобігає тим самим пересуванню солей у верхні шари його. Він вбачав причину інтенсивнішої дефляції ґрунту за глибокого обробітку плугом в меншій його водопроникності.

Правильно вказавши на переваги мілкої оранки над глибокою і вірно відмічаючи її протидефляційну роль, П.А. Костичев не помітив, як, зокрема, і більшість його сучасників, що ґрунт захищають від видування за мілкового обробітку залишені на поверхні і перемішані разом з тонким шаром ґрунту рослинні рештки. Це пояснюється пануючим на той час поглядом на ерозію як на наслідок висушування ґрунту. Саме вона і висувала на передній план завдання нагромадження вологи, яке вирішувалося якомога більш глибоким обробітком і саме вона, очевидно, перешкодила П.А. Костичеву створити основи ґрунтозахисного обробітку. Закласти їх судилося І.Є. Овсінському.

За його ініціативою з 1895. р на фермі Гринауцького нижчого сільськогосподарського училища в Бессарабії з великим успіхом проводилися дослідження з вирощування різних культур по поверхневому обробітку на площі 10 десятин. Чорний пар тривалий час обробляли мілко. Урожаї в 1896 р. за смугорядковою сівби по поверхневому обробітку переконували в доцільності агрозаходів І.Є. Овсінського, які сприяли збереженню вологи, особливо за сухої осені [13].

І.Є. Овсінський пропонував обробляти поля не глибше 5 см з метою знищення бур'янів і розпушення верхнього шару ґрунту для заробки насіння. На думку фермера, за глибокої оранки однаково небезпечні для рільника і посуха, і надмірна кількість опадів.

Автор «Нової системи землеробства» рекомендує до застосування смугорядковий посів. Смуги шириною в 27 см, що включали 5 рядків рослин, розміщувалися одна від одної на відстані 40 см. Під час вегетації хлібів ґрунт обробляли в широких міжрядях кінними знаряддями.

В. Бертенсон зазначав, що смугорядковий посів в Гринауцькій школі досить чистий від бур'янів, рослини мали добрий розвиток і щільний колос, а система Овсінського, очевидно, зберігає вологу, але чи сприяє вона і в якій мірі нагромадженню її – це невідомо. Великою перевагою її, на його думку, є те, що за дотримання необхідних умов обробітку і сівби насіння попадає у зволожений шар, на одну й ту саму глибину. Воно рівномірно і дружно сходить. Такий обробіток дешевший глибокого. Хліб, посіяний на вирівняному за системою Овсінського полі, можна, як вказує вчений, збирати як косою, так і жатними машинами [14].

Поверхневий обробіток ґрунту І.Є. Овсінський проводив ножовими культиваторами власної конструкції або багатокорпусними плужками. Обробіток поля починали відразу після жнив і продовжували в міру появи бур'янів восени і ранньою весною до сівби ярих, а у чистому парі – і у весняно-літній період до сівби озимих. Суворі посухи 1895-1897 рр. не похитали висновків бессарабського фермера. Але концепція його викликала шалені нападки прихильників глибокої оранки.

І. Є. Овсінський вважав, що глибока оранка порушує хід капілярів в ґрунті і він висихає. На першому Київському сільськогосподарському з'їзді в 1890 р. він заявив: «Я признаю необходимость только мелкой пахоты дюйма 2-3 для уничтожения сорных трав и покрытия навоза». Для таких обробітків ґрунту ним були сконструйовані культиватори, оснащені плоскорізальними

робочими органами, які добре підрізали бур'яни, розпушували на невелику глибину ґрунт, не перевертаючи його [13].

І. Овсінський вважав, що верхній шар ґрунту, як більш родючий, має залишатися зверху, а ґній, зароблений дводюймовою оранкою, дає кращі результати. Він стверджував, що коренева система рослин має розвиватися у самому верхньому шарі ґрунту, а глибока оранка руйнує канали в ньому від відмерлого і перегнилого коріння та дощових черв'яків.

Система обробітку ґрунту за методом Овсінського перевірялася на Полтавській і Плотнянській дослідних станціях. Очевидно, як вказують Ю.Ф. Новіков і А.К. Істраті [15], мілкий обробіток проводили тут не з тією ретельністю, яку рекомендував Овсінський. Спостережень за забур'яненістю полів не вели, досліді закладали на заприрієних полях, тому і результати отримували нижчі очікуваних.

Досить прихильно, діалектично поставився до "нової системи землеробства" Д.М. Прянишников. Він писав, що в суху пору року, коли рільник турбується про збереження нагромадженної вологи, доцільний мілкий або поверхневий обробіток [16].

Активно обстоював "нову систему землеробства" Д. Каленіченко, який розіслав близько мільйона брошур про систему І.Є. Овсінського [17].

В. Кузнецов з цього приводу писав, що Д.О. Каленіченко зробив із системи рекламу для легкого заробітку і постачає населення нікому не потрібним хламом. У першому номері журналу «Сільський хазяїн» за 1912 р. він, вказуючи, що більшість південних дослідних станцій поставились до мілкої оранки негативно, писав: «Мелкая вспашка Овсинского не только не имеет преимуществ перед обыкновенной четырехвершковой в сохранении влаги в почве, но сильно ухудшает условия увлажнения верхних слоев почвы, которые ко времени посева озими становятся суше, чем на глубоко вспаханных ранних парах».

Одна з головних причин невдач впровадження поверхневих і безполіцевих обробітків у рільничу практику того часу – неминуче зростання забур'яненості культур. На відносно чистих від бур'янів ґрунтах такі обробітки забезпечують кращі умови для зернових культур і підвищення урожайності в перші роки. Проте через декілька років забур'яненість полів зростає, і хлібороб вимушений долучатися до глибокої оранки. Саме тому достатньо широка перевірка системи Овсінського в кінці 19–на початку 20 ст. дала суперечливі результати [15].

А.Х. Еван, що працював після Овсінського за його методом в Подільській губернії, отримував високі урожаї, особливо в посушливі роки. Він зазначав, що у вологі роки переваги системи Овсінського не помітні, проте в посушливі роки урожай пшениці озимої набагато вищий, ніж за глибокої оранки [18]. Н.К. Васильєв зазначав, що за системою Овсінського урожай як озимих, так і ярих вищі, ніж за традиційної технології. Проте в більшості випадків за системою Овсінського були отримані негативні результати [19].

А.П. Модестов вказує, що оскільки «вода – це альфа і омега південно-російського землеробства» ..., то «найбільш бажана оранка середня (3,5–4 вершка), хоча деякі дослідні установи говорять і за більш мілку (біля 2 вершків); ... за однієї мілкої оранки з року в рік неминуче буде відбуватися безумовне розпилення орного шару, що, звичайно, потягне за собою досить небажані наслідки, подібні тим, які ми встановили відносно чорного пару» [20].

Підтримав І. Овсінського і Ф. Грауздин, який писав, що якби недоторканий ґрунт був надто щільним для розкішного розвитку рослин, то на незайманих землях не змогла б розвиватися гігантська рослинність. Він висунув лозунг — «...помельче пахать и подольше парить землю» [21].

В. Ротмістров оранку глибиною понад 9 см вважав непотрібною і економічною збитковою, оскільки коріння культурних рослин уже через декілька днів після сходів проникає глибше орного шару і незабаром досягає глибини 1 м й більше. Тому розпушений шар ґрунту на 10, 15 або 20 см мало полегшує проникнення коріння вглиб ґрунту. Вчений стверджував: "И чем глубже будет порыхляемый слой, играющий в нашем сухом климате роль мертвого, сухого покрова, тем меньше шансов на урожай, если год выдастся сухой"... "и при глубокой, и при мелкой пахоте корни растений имели в своем распоряжении одинаковое количество усвояемых веществ"... "2-вершковый слой, равно как и 6-вершковый не играют существенной роли в жизни наших культурных растений" [22].

Проте В.В. Вінер вважав, що однобічних спостережень за вологістю ґрунту і розвитком кореневої системи рослин недостатньо для об'єктивного висвітлення таких складних питань рільництва.

У чорноземній смузі він пропонував збільшити глибину оранки в просапному і паровому полях від 22 до 27 см [23]. За глибоку оранку на початку 20 ст. також виступили А. Занес, А.І. Неверов, Ф. Косоротов, Ф. Криштофович, співробітники Шатилівської дослідної станції [24]. Водночас С.Л. Франкфурт стверджував, що глибина оранки на 20–22 см достатня навіть під цукрові буряки [25].

У стислому збірнику праць дослідних станцій "Досягнення сільськогосподарських дослідних станцій України", виданому в 1928 р. за редакцією В. Румянцева, можна знайти такі висновки щодо оптимальної глибини основного обробітку: Харківська – під зернові – 9-13, коренеплоди – 18-22 см; Сумська – під буряки цукрові – 18-22 см; Носівська – під озимі та ярі – 13 см; Маріупольська – під пшеницю озиму та яру – 11 см; Аджамська: – для травневих і чорних парів – 11 см. У той же час Т. Ремер пропонував на ґрунтах доброї якості під буряки цукрові оранку на 30 см [26]. На ґрунтах з неглибоким орним шаром поглиблювати його потрібно обережно, щоб не змішати з ним великої кількості вільної від бактерій мертвої землі. М.П. Кудінов на основі праць дослідних установ Одеської області дійшов висновку, що поглиблення оранки під культури дає такі прирости врожаю, які не окуповують витрати [27].

Професор М.С. Соколов писав, що теорія І. Овсінського носила часто рекламний характер і з теоретичного погляду не витримує ніякої критики [28]. У 1893-1984 рр. О.О. Ізмаїльський в ряді статей критикував управляючого маєтком І. Овсінського за огульне заперечення глибокої оранки і удобрення чорноземів, його виступи проти передових вчених і дослідних установ того часу. Професор С. Богданов в 1910 р. писав «Заслуга І. Овсинского заключается не в изобретении действительно чего либо нового в отношении обработки почвы, а единственно в том, что он дал совершенно новое объяснение наблюдаемым фактам и перепутал действительность с фантазией» [29].

У збірнику «Почвозащитное земледелие» за редакцією О.І. Барасева зазначається, що «...в предложениях И.Е. Овсинского было, несомненно, рациональное зерно, хотя бы в том смысле, что они ломали сложившиеся научные каноны и открывали возможности широкого поиска» [30].

Таким чином, якщо в 19 ст. науковці й виробничники рекомендували глибоку оранку, але не вказували граничної глибини стосовно конкретної відміни ґрунту і культури, то в 20-х роках 20 ст. щодо глибини основного обробітку вже був нагромаджений значний експериментальний матеріал. Більшість дослідників прийшли до висновку, що навіть під найвибагливіші до щільності будови (розпушення) ґрунту культури оптимальна глибина оранки чорноземів становить 18-22 і тільки в деяких випадках 27 см. Подальше поглиблення основного обробітку, як правило, не підвищувало врожайність або прирости її були дуже незначними. Для зернових культур достатнім був і мілкіший обробіток.

**Висновки.** До початку 20 ст. глибина зяблевого обробітку зростала, а з 20 ст. – диференціюється залежно від ґрунтово-кліматичних умов і біологічних особливостей культур.

За переходу від цілинної і перелогової систем землеробства до парової постала проблема посух і захисту від ерозії. Ерозія на думку більшості вчених, була наслідком висушування ґрунту за глибокого обробітку плугом.

В 19 ст. глибокий обробіток плугом, порівняно з ралом і сохою, вважався головним агрозаходом інтенсифікації рільництва, мета якого – прискорена мобілізація поживних речовин ґрунту.

О.М. Шишкін пропонував для захисту полів від ерозії мульчування ґрунту соломкою і рекомендував вносити гній за посушливих умов під глибоку зяблеву оранку, а П.А. Костичев – під мілкий обробіток.

Вперше в рільництві поверхневий обробіток ґрунту запропонував І.Є. Овсінський на межі 19 і 20 тисячоліть. З цією метою він сконструював культиватори з плоскорізальними робочими органами, які добре підрізають бур'яни, розпушують ґрунт на 5-6 см, не перевертаючи оброблюваного шару.

У підтримку І. Овсінського виступили і окремі його співвітчизники, зокрема, А.Х. Еван, В. Ротмістров, Ф. Граудзін; прихильно поставився до його рекомендацій Д.М. Прянишников, проте більшість науковців поставилася до його висновків негативно і навіть вороже (О.О. Ізмаїльський, А.П. Модестов, А. Занес, А.І. Неверов, Ф. Косоротов, Ф. Криштофович та ін.).

Висока потенційна забур'яненість і неминуче зростання актуальної забур'яненості агрофітоценозів за поверхневого і безполицевого обробітків ґрунту стали основним гальмом невдач за впровадження останніх у хліборобську практику. У середині першої половини 20 ст. більшість вчених вважала оптимальною глибиною оранки чорноземних ґрунтів 18-22 см і тільки в окремих випадках 25-27 см.

**СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ**

1. Примак І.Д., Єщенко В.О., Манько Ю.П. Ресурсозберігаючі технології механічного обробітку ґрунту в сучасному землеробстві України. Київ: «КВІЦ», 2007. 272 с.
2. Примак І.Д., Ткачук В.М. Центилю Л.В. Історія агрономічної науки і техніки. ТОВ «Нілан – ЛТД». Вінниця, 2014. 262 с.
3. Примак І.Д., Войтовик М.В. Ерозія і технологія обробітку ґрунту: історія розвитку наукових поглядів до початку другої половини 20 століття. Агробіологія. 2015. № 2 (121). С. 5–12.
4. Менделеев Д.И. Об углублении пахотного слоя подзолистых и черноземных почв. Тр. Вольного эконом. общества. 1866. Т. 2. Выш. 3. С. 253-263.
5. Костычев П.А. Почва, ее обработка и удобрение. С.-Пб.: Типогр. М. Стасюлевича, 1898. 316 с.
6. Стебут И.А. Обработка почвы. Русское сельское хозяйство. Москва, 1871. 44 с.
7. Соболев В.В. Развитие эрозионных процессов на территории европейской части СССР и борьба с ними. Москва: Изд.-во АН СССР, 1960. Т. 2. С. 27-129.
8. Измаильский А. Влажность почвы и грунтовая вода в связи с рельефом местности и культурным состоянием поверхности почвы: Результаты исследований влажности почвы в Полтавском уезде с 1886 по 1896 год. Полтава: Типо – Литография Л. Фишберга, Александровская ул., соб. дом, 1894. 323 с.
9. Докучаев В.В. Наши степи прежде и теперь: Издание в пользу пострадавших от неурожая. С.-Петербург: Типография Е. Евдокимов, Б. Итальянская. № 11. 1892. 96 с.
10. Ряба О.І. Еволюція знарядь основного обробітку ґрунту доіндустріального періоду за примітивних і екстенсивних систем землеробства в Україні. Агробіологія : зб. наук. праць Білоцерківського НАУ. Біла Церква, 2010. Вип. 4 (80). С. 82-87.
11. Костичев П.А. Очерки залежного степного хазайства: избр. тр. Москва: Изд. АН СССР, 1951. С. 405-450.
12. Шишкин А.Н. К вопросу об уменьшении вредного действия засух на растительность. С.-Петербург, 1876. С. 36-69.
13. Овсинский И. Новая система земледелия. Киев: Тип. С.В. Кульженко, 1899. 173 с.
14. Бертенсон В. По хозяйствам юга России (Бесарабская губ.). Записки Императорского общества сельского хозяйства южной России. 1900. 3. С. 17-31.
15. Новиков Ю.Ф., Истрати А.К. Эволюция техники земледелия и проблема эрозии. Кишинева: Штиница, 1983. 210 с.
16. Прянишников Д.Н. Агрохимия: избр. соч. Т.І. Москва: Колос, 1965. 767 с.
17. Калениченко Д. Верный урожай ежегодно в 300 и больше пудов с десятины даже без дождя по „Новой системе земледелия” Ив. Овсинского, применяемой свыше 30 лет в России. Дешевая обработка земли. XVII издание, значительно исправленное и дополненное. Москва, 1910. С. 8-26.
18. Эван А.Х. О системе Овсинскогого. Ведомости сельского хозяйства и промышленности, 1903. № 39. С. 13-17.
19. Васильев Н.К. Накопление и сбережение почвенной влаги на черноземе путем механической обработки. Сельское хозяйство и лесоводство, 1907. № 8. С. 18-24.
20. Модестов А.П. Главнейшие вопросы южно-русского земледелия (По многолетним работам опытных учреждений). Издание Т-ва «Агрономъ», М. Дмитровка, 3. 1914. 224 с.
21. Граудин Ф. Обработка полей в новом освещении. Сельское хозяйство и лесоводство. 1906. № 12. С. 317-354.
22. Ротмистров В. Мелкая вспашка на черноземе. Нужды деревни, 1909. №9. С. 13-26.
23. Винер В.В. Общее земледелие. Москва: Новая деревня, 1923. Вып. 1. 276 с.
24. Мосолов В.П. Сочинения: Углубления пахотного слоя. Москва: Госсельхозиздат, 1954. Т.4. 267 с.
25. Франкфурт С.Л. Что надо знать земледельцу, чтобы успешно возделывать сахарную свеклу. Киев: Тип. С.В. Кульженко, 1913. 94 с.
26. Ремер Т. Свекловодство: Настольная книга по свекле / Перевод с немецкого; под ред. И.В. Якушкина. Москва: НТУ ВСНХ СССР, 1929. 251 с.
27. Кибасов П.Т. Основная обработка почвы под полевые культуры в Молдавии. Кишинев, 1970. 265 с.
28. Соколов Н.С. Общее земледелие: учебное пособие для сельскохозяйственных вузов. Москва: Сельхозгиз, 1935. 665 с.
29. Сидоров М.И. Как относиться к системе И.Е Овсинского? Земледелие. 1992. № 7-8. С 44-45.
30. Почвозащитное земледелие / под ред. А.И. Бараева. Москва: Колос, 1975. 304 с.

**REFERENCES**

1. Primak, I.D., Jeshhenko, V.O., Man'ko, Ju.P. (2007). Resursozberigajuchi tehnologii' mehanichnogo obrobittku gruntu v suchasnomu zemlerobstvi Ukraini [Resource-saving technologies of mechanical cultivation of soil in modern agriculture of Ukraine]. Kyiv, «KVIC», 272 p.
2. Prymak, I.D., Tkachuk, V.M. Centylo, L.V. (2014). Istorija agronomichnoi' nauky i tehniky [History of Agronomic Science and Technology]. Vinnytsia, "Nilan-LTD", 262 p.
3. Prymak, I.D., Voytovyk, M.V. Eroziya i tehnologija obrobittku gruntu: istorija rozvytku naukovykh pogljadiv do pochatku drugoi' polovyny 20 stolittja [Erosion and technology of soil tillage: the history of the development of scientific views by the beginning of the second half of the 20th century]. Agrobiologija [Agrobiology], 2015, no. 2 (121), pp. 5-12.
4. Mendeleiev, D.I. Ob uglublenii pahotnogo sloja podzolistykh i chernozemnykh pochv. Tr. Vol'nogo jekonom. ob-va. [The deepening of the tilth top of podzolic and chernozemic soils, Works of free economical association], 1866, Vol. 2, Issue 3, pp. 253-263.
5. Kostychev, P.A. Pochva, ee obrabotka j udobrenie [Soil, its tillage and fertilization]. S.-Pb. M. Stasiulevich printing house, 1898, 316 p.
6. Stebut, I.A. Obrabotka pochvy. Russkoe sel'skoe hozjajstvo [Soil tillage. Russian agriculture]. Moscow, 1871, 44 p.
7. Sobolev, V.V. Rozvitiye jerozionnyh procesov na territorii evropejs'koj chasti SSSR i bor'ba s nimi [Development of erosion processes in the territory of the European part of the USSR and the struggle against them]. Moscow: publ. the USSR Academy of Sciences, 1960, Vol. 2, p. 27-129.

8. Dokuchaev, V.V. Nashi stepi prezhde i teper': Izdanie v pol'zu postradavshih ot neurozhaja [Our steppes before and now: Edition in favor of the victims of crop failure]. St. Petersburg: E. Evdokimov's, B.Italianskaia printing house, no. 11, 1892, 96 p.
9. Izmail'skiy, A. (1894). Vlazhnost' pochvy i gruntovaya voda v svyazi s rel'efom mestnosti i kul'turnym sostojaniem poverhnosti pochvy: Rezul'taty issledovaniy vlazhnosti pochvy v Poltav's'km uezde s 1886 po 1896 god [Moistness of soil and ground water due to the terrain and cultural condition of soil surface: Results of soil moisture research in Poltava county from 1886 to 1896]. Poltava, Printing and lithographic house of L. Fishberg, Aleksandrovskaia Str., own house, 323 p.
10. Riaba, O.I. Evoljucija znrjad' osnovnogo obrobitku gruntu doindustrial'nogo periodu za prymityvnyh i ekstensyvnih system zemlerobstva v Ukrai'ni [Evolution of tools of main tillage of the preindustrial period with primitive and extensive farming systems in Ukraine]. Agrobiologija : zb. nauk. prac' Bilocerkiivs'kogo NAU [Agrobiology: assoc. sciences Works of Bila Tserkva NAU]. Bila Tserkva, 2010, Issue 4 (80), pp. 82-87.
11. Kostychev, P.A. Ocherki zalezhnogo stepnogo hazjajstva [Essays of a dependent steppe farm]. Moscow, Izd. AN SSSR, 1951, pp. 405-450.
12. Shyshkin, A.N. K voprosu ob umen'shenii vrednogo dejstvija zasuh na rastitel'nost' [The issue of reducing the harmful effects of drought on vegetation]. St. Petersburg, 1876, pp. 36-69.
13. Ovsinskiy, I. (1899). Novaja sistema zemledelija [New system of agriculture]. Kyiv, S.V. Kulzhenko Printing House, 173 p.
14. Bertenson, V. Po hozjajstvam juga Rossii (Besarabskaja gub.). Zapiski Imperatorskogo obshhestva sel's'kogo hozjajstva juzhnoj Rossii [On the farms in the south of Russia (Besarabskaia prov.). Notes of the Imperial Society of Agriculture of Southern Russia], 1900, 3, pp. 17-31.
15. Novikov, Yu.F., Istrati, A.K. Jevoljucija tehnik zemledelija i problema jerozii [The evolution of agricultural technology and the problem of erosion]. Kishenev, Shtiitsa, 1983, 210 p.
16. Pryanishnikov, D.N. (1965). Agrohimiya [Agrochemistry]. Moscow, Kolos, Vol. 1, 767 p.
17. Kalenichenko, D. Vernyj urozhaj ezhegodno v 300 i bol'she pudov s desjatinny dazhe bez dozhdja po „Novoj sisteme zemledelija” Iv. Ovsins'kogo, primenjaemoj svyshe 30 let v Rossii. Deshevaja obrabotka zemli [A viable crop annually in 300 and more pounds of tithes, even without rain, in the "New Farming System" of Iv. Ovsinsky, used more than 30 years in Russia. Cheap soil tillage]. XVII izdanie, znachitel'no ispravlennoe i dopolnennoe [XVII edition, greatly corrected and supplemented]. Moscow, 1910, pp. 8-26.
18. Evan, A.Kh. O sisteme Ovsins'kogoju. Vedomosti sel's'kogo hozjajstva i promyshlennosti [About the system of Ovsinskiy. News of Agriculture and Industry], 1903, no. 39, pp. 13-17.
19. Vasiliev, N.K. Nakoplenie i sberezenie pochvennoj vlagi na chernozeme putem mehanicheskoj obrabotki [Accumulation and conservation of soil moisture on chernozemic soil under mechanical tillage]. Sel's'koe hozjajstvo i lesovodstvo [Agriculture and Forestry], 1907, no. 8, pp. 18-24.
20. Modestov, A.P. Glavnejšie voprosy juzhno-russkogo zemledelija (Po mnogoletnim rabotam opytnyh uchrezhdenij) [The main issues of South Russian agriculture (Due to many years of experienced institutions)]. Edition of the "Agronom", M. Dmitrovka, 3, 1914, 224 p.
21. Grauzdin, F. Obrabotka polej v novom osveshhenii [Field tillage in a new lighting]. Sel's'koe hozjajstvo i lesovodstvo [Rural farming and forestry], 1906, no. 12, pp. 317-354.
22. Rotmistrov, V. Melkaja vspashka na chornozem [Surface plowing on chernozemic soil]. Nuzhdy derevni [Needs of the village], 1909, no. 9, pp. 13-26.
23. Winer, V.V. Obshee zemledelie [General agriculture]. Moscow, New Village, 1923, Issue. 1, 276 p.
24. Mosolov, V.P. (1954). Sochinenija: Uglubljenija pahotnogo sloja [Works: Deepening of the tilth layer]. Moscow, Satet agricultural publisher, Vol. 4, 267 p.
25. Frankfurt, S.L. Chto nado znat' zemledel'cu, chtoby uspeshno vzdelyvat' saharuju sveklu [What does the farmer need to know to cultivate successfully sugar beets]. Kyiv, Printing House. S.V. Kulzhenko, 1913, 94 p.
26. Remer, T. (1929). Sveklovodstvo: Nastol'naja kniga po svekle [Beetroot: A booklet for beets]. Moscow, NTU VSNKh USSR, 251 p.
27. Kibasov, P.T. (1970). Osnovnaja obrabotka pochvy pod polevyje kul'tury v Moldavii [Main soil tillage under field crops in Moldavia]. Kishinev, 265 p.
28. Sokolov, N.S. (1935). Obshee zemledelie: Uchebnoe posobie dlja sel'skohozjajstvennyh vuzov [General agriculture: A manual for agricultural universities]. Moscow, Agr. publ., 665 p.
29. Sidorov, M.I. Kak otnosit'sja k sisteme I.E. Ovsins'kogo [How to treat system of I.E. Ovsinskiy?]. Zemledelie [Agriculture], 1992, no. 7-8, pp. 44-45.
30. Baraiev, A.I. (1975). Pochvozashhitnoe zemledelie [Soil-protecting agriculture]. Moscow, Kolos, 304 p.

**Эволюция теоретических и практических основ перехода от отвальной к безотвальной и поверхностной обработке почвы в Украине до середины первой половины 20 ст.**

**И.Д. Примак, М.В. Войтовик, А.Б. Панченко, В.Г. Карпенко, С.Н. Левандовская, И.А. Панченко**

Изложен исторический путь развития и становления системы основной обработки почвы. Акцентировано внимание на исторических предпосылках минимизации механической обработки почвы и проблемах широкого внедрения ее в отечественную хлеборобскую практику. Освещена роль отечественных ученых в разработке теоретических и практических основ минимизации обработки почвы. Доведено, что до начала 20 ст. глубина зяблевой обработки увеличивалась, а с 20 ст. – дифференцируется в зависимости от почвенно-климатических условий и биологических особенностей культур. Исторические источники свидетельствуют, что при переходе от залежной и переложной систем земледелия к паровой возникла проблема засух и защиты с водной и ветровой эрозий. Эрозия, по мнению большинства ученых (В.В. Докучаева, П.А. Костычева и других), есть следствием высушивания почвы при глубокой обработке плугом. Установлено, что в 19 ст. глубокая обработка плугом, по сравнению с ралом и сохой, считалась

главным агроприемом интенсификации земледелия, цель которого – ускоренная мобилизация питательных веществ почвы. Украинский фермер И.Е. Овсинский впервые в земледелии предложил поверхностную обработку почвы на стыке 19 и 20 тысячелетий. С этой целью он сконструировал культиваторы с плоскорезными рабочими органами, которые хорошо подрезают сорняки, рыхлят почву на 5-6 см, не оборачивая обрабатываемого слоя. Большинство научных учреждений и исследователей выступили с резкой критикой выводов И. Овсинского.

**Ключевые слова:** эволюция, эрозия, плуг, сорняки, почва, отвальная обработка, безотвальная обработка.

### **Evolution of theoretical and practical basics of transition from beard tillage to beardless and surface soil tillage in Ukraine until the first half of 20<sup>th</sup> century**

**I. Prymak, M. Voitovyk, O. Panchenko V. Karpenko, S. Levandovska, I. Panchenko**

The idea of the positive effect of maximum deep soil plowing began was suggested in Russia and European countries since the second half of the 18th century.

Deep soil plowing was recommended by A.T. Bolotov (1738-1833), I.M. Komov (1750-1792), O.O. Yizmailivskyi (1851-1914), D.I. Mendeleiev (1834-1907), S.M. Usov (1796-1859), K.A. Timiriachev (1843- 1920).

According to I.O. Stebuta and P.A. Kostychev, plowing provides a very rapid mineralization of organic matter and good soil aeration, nutrients desorption, and destroys wild grass.

V.V. Dokuchaev and O.O. Yizmailivskyi emphasized the interrelation of the erosion problem with the problem of drought in their early papers. Scientists suggested that soil moisture preservation along with erosion soil persistence is achieved due to its cloddy granulated structure.

The majority of domestic agronomists of the 19th and early 20th centuries propagated intensively the fallow system of farming for the chernozemic areas of the country, as they can not think of any another alternative to the disappearing long fallow system.

Plowing at the end of the 19th century, which replaced tillage with a wooden plow, was considered the main measure of crop growing intensification, which aimed to accelerate the desorption of ash and nitrogen nutrition elements of plants to obtain high yields. O.M. Shyshkin recommended adding manure for deep under winter plowing in arid areas.

P.A. Kostychev always spoke in prize of surface tillage. The scientist recommended adding manure under a surface tillage, which created mulch, preventing the bottom layers of the soil from drying out.

I.Ye. Ovsinskyi suggested cultivating fields to not deeper than 5 cm in order to destroy wild grass and loosen the top layer of soil for seeds placement. According to the farmer, both drought and excessive rainfall under deep plowing is equally dangerous for tilled soil.

Surface tillage of soil was carried out by I.Ye. Ovsinskyi with cut cultivators of his own design or with multyframed plows. I. Ye. Ovsinskyi believed that deep plowing disturbed the course of capillaries in the soil and it dried.

I. Ovsinskyi believed that soil top layer, being more fertile, should remain on the top, and the manure plowed in to two-inch depth under plowing, would give better results.

A. Kh. Evan, V. Rotmistrov, F. Grauzdin supported the scientists, D.M. Prianishnikov spoke in favor of his recommendations, however, the majority of scientists did not accept his conclusions (O.O. Izmailivskyi, A.P. Modestov, A. Zanes, A.I. Neverov, F. Kosorotov, F. Kryshtofovych, etc.).

High potential weeds infestation and inevitable increase of actual infestation of agrophytocenoses under the surface and beardless tillage became the main obstacle for introducing these types of tillage into cultivating practices.

In the middle of the first half of the 20th century, the majority of scientists considered 18-22 cm to be the optimum depth of plowing of chernozemic soils and only in some cases they considered 25-27 cm depth to be acceptable.

**Key words:** evolution, erosion, plow, wild grass, soil, beard tillage, beardless tillage.

*Надійшла 10.04.2018 р.*

**УДК 504.633.11:633.31/.37**

**РАЗАНОВ С.Ф.,** д-р с.-г. наук  
**ТКАЧУК О.П.,** канд. с.-г. наук

*Вінницький національний аграрний університет*  
tkachukop@rambler.ru

### **ЯКІСТЬ ТА ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ЗЕРНА ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ ВИРОЩЕНОЇ ПІСЛЯ БОБОВИХ ПОПЕРЕДНИКІВ**

Встановлено, що вміст білка в зерні озимої пшениці, вирощеної після бобових попередників, становив 9,9–12,0 %. Вміст сирової клейковини у зерні озимої пшениці склав 15,3–20,2 %. Найбільше сирового білка і клейковини у зерні було виявлено на варіанті попередника буркуну білого, а найменше – лядвенцю рогатого і козлятнику східного. Вміст білка і сирової клейковини у зерні озимої пшениці вирощеної після буркуну білого, люцерни посівної, конюшини лучної і еспарцету піщаного відповідно до ДСТУ 3768:2009 відповідає зерну третього класу (група А), а з решти варіантів – нижчим класам якості.

Вміст свинцю у зерні озимої пшениці, вирощеному після бобових попередників склав 1,58–2,23 мг/кг. Найнижчу концентрацію свинцю у зерні забезпечив попередник еспарцет піщаний. Зерно озимої пшениці, вирощене після кукурудзи на силос, містило свинцю 3,90 мг/кг, що у 1,8–2,5 разів більше, ніж зерно, вирощене після бобових попередників.

Вміст кадмію у зерні озимої пшениці, вирощеної після бобових попередників, склав 0,13–0,20 мг/кг. Найменша концентрація кадмію у зерні озимої пшениці була на варіанті козлятнику східного. Концентрація кадмію у зерні озимої пшениці після кукурудзи на силос склала 0,34 мг/кг, що у 1,7–2,6 рази більше, ніж після бобових попередників.

Фактичний вміст міді у зерні озимої пшениці після бобових попередників становив 3,88–4,61 мг/кг. Найменше міді містило зерно після попередника конюшини лучної і еспарцету піщаного. Зерно озимої пшениці вирощене після кукурудзи на силос містило 9,91 мг/кг міді, що більше, ніж після бобових попередників у 2,2–4,6 рази.

Вміст цинку у зерні озимої пшениці, вирощеної після бобових попередників становив 21,62–25,24 мг/кг. Найменше цинку містило зерно після конюшини лучної. Концентрація цинку у зерні озимої пшениці, вирощеної після попередника кукурудзи на силос становила 39,95 мг/кг, що у 1,6–1,9 рази більше, ніж після бобових попередників.

**Ключові слова:** озима пшениця, зерно, якість, екологічна безпека, попередник, свинець, кадмій, цинк, мідь.

**Постановка проблеми.** Озима пшениця є основною продовольчою культурою в Україні [1-4]. Окрім використання її для харчових і технічних потреб, певну частину зерна озимої пшениці використовують для фуражних потреб. Враховуючи вирощування озимої пшениці за інтенсивними технологіями, що передбачають підвищення продуктивності посівів за рахунок застосування високих норм мінеральних добрив і пестицидів, спостерігається стала тенденція забруднення її зерна токсичними речовинами: нітратами, залишками пестицидів, важкими металами, солями, кислотами та важкими металами [5-9]. Саме таке зерно найчастіше переходить в розряд фуражного та використовується для годівлі тварин, що суттєво знижує якість та безпеку тваринницької продукції [10-11].

Використання такої продукції як харчової сировини негативно позначається на стані здоров'я населення [12-16]. Тому актуальним питанням за вирощування фуражного зерна озимої пшениці є пошук альтернативних способів підвищення її продуктивності, які б не забруднювали продукцію токсикантами та одночасно забезпечували високу поживність такого корму.

**Аналіз основних досліджень і публікацій.** Останні кілька років частка продовольчого зерна озимої пшениці 3-го і 4-го класів у більшості регіонів України складає до 25 %. За офіційними даними у структурі загального обсягу зерна озимої пшениці, вирощеного в Україні, частка продовольчого складає 54 %, а решта є фуражним. Проте і фуражне зерно озимої пшениці має низьку якість, що зумовлює перевитрату кормів [17-18].

Параметри поживності та екологічної безпеки зерна озимої пшениці, що використовується на продовольчі, кормові та інші цілі визначені ДСТУ 3768:2009. Національний стандарт на пшеницю розроблено з урахуванням фактичного стану зернового господарства України, перспектив його розвитку та вимог до зерна пшениці на внутрішньому і зовнішньому ринках. Стандарт згармонізований з Директивою № 687/2008 від 28.07.2008 та з ІЗО 7970:2000. У ньому уточнені нормативні документи, що стосуються вимог щодо безпеки та охорони довкілля, визначення показників якості та методів контролювання [19].

Обов'язковими вимогами до зерна пшениці є ті, що гарантують безпеку життя і здоров'я людини, тварин та охорону довкілля [20-24]. Основним показником якості зерна озимої пшениці є вміст білка, що визначається азотним живленням рослин. Встановлена позитивна залежність між вмістом білка в зерні і нормою азотного мінерального удобрення [25-28].

Окрім мінеральних добрив забезпечити азотний баланс рослин можна вирощуванням бобових багаторічних трав як попередників озимої пшениці, що не лише накопичують симбіотично фіксований азот у ґрунті, але й істотно впливають на зниження вмісту важких металів у ґрунті [29, 30].

**Метою досліджень** було вивчити вплив бобових багаторічних трав як попередників озимої пшениці на показники якості та екологічної безпеки зерна озимої пшениці.

**Об'єкт досліджень** – зміна показників якості та екологічної безпеки зерна озимої пшениці вирощеного після різних бобових попередників.

**Предмет досліджень** – зерно озимої пшениці та показники його складу.

**Матеріал і методика досліджень.** Польові дослідження проводили впродовж 2013–2017 рр. на сірих лісових ґрунтах Науково-дослідного господарства «Агрономічне» Вінницького націо-

нального аграрного університету. Озиму пшеницю висівали після таких видів бобових багатолітніх трав: люцерни посівної, конюшини лучної, еспарцету піщаного, буркуну білого, лядвенцю рогатого і козлятнику східного. Засобів хімізації за вирощування озимої пшениці не застосовували.

Лабораторний аналіз якості зерна озимої пшениці здійснювали у Науково-вимірвальній агрохімічній лабораторії кафедри екології та охорони навколишнього середовища Вінницького національного аграрного університету, а екологічної безпеки зерна – у Випробувальному центрі Вінницької філії Державної установи «Держгрунтохорона» Інституту охорони ґрунтів України.

Визначали у зерні вміст вологи, білка, сирої клейковини, та важких металів: свинцю, кадмію, міді і цинку.

**Основні результати досліджень.** Згідно з ДСТУ 3768:2009 зерно м'якої пшениці залежно від показників якості поділяють на 6 класів (класи 1, 2, 3 належать до групи А, класи 4 і 5 входять до групи Б і клас 6). Деякі параметри цих класів представлені у таблиці 1.

Таблиця 1 – Показники якості зерна озимої пшениці згідно з ДСТУ 3768:2009

Показник якості зерна	Клас					
	Група А			Група Б		-
	1	2	3	4	5	6
Вологість, % не більше	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0
Білок, % не менше	14,0	12,5	11,0	11,0	11,0	Не обмежено
Клейковина сира, % не менше	28,0	23,0	18,0	Не визначено		
Свинець, мг/кг не більше	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Кадмій, мг/кг не більше	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Мідь, мг/кг не більше	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Цинк, мг/кг не більше	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0

Вміст білка в зерні озимої пшениці, вирощеної після бобових попередників, становив 9,9–12,0 %. Найвищий його вміст був характерний для попередника буркуну білого, а найнижчий – лядвенцю рогатого і козлятнику східного (табл. 2).

За вмістом білка зерно озимої пшениці вирощене після буркуну білого, люцерни посівної, конюшини лучної і еспарцету піщаного згідно з ДСТУ 3768:2009 відповідає третьому класу (група А), а вирощене після лядвенцю рогатого і козлятнику східного – відповідає 6 класу.

Таблиця 2 – Показники якості зерна озимої пшениці залежно від попередників (2013-2017 рр.)

Попередник	Вміст білка, %	Вміст сирої клейковини, %	Вміст вологи, %
Люцерна посівна	11,4	18,8	10,7
Конюшина лучна	11,2	18,5	11,2
Еспарцет піщаний	11,0	18,0	10,1
Буркун білий	12,0	20,2	9,8
Лядвенець рогатий	9,9	15,3	10,4
Козлятник східний	10,0	15,6	10,3

Вміст сирої клейковини у зерні озимої пшениці склав 15,3–20,2 %. Найбільше сирої клейковини у зерні було виявлено на варіанті попередника буркуну білого, а найменше – лядвенцю рогатого і козлятнику східного.

Вміст сирої клейковини у зерні озимої пшениці вирощеної після буркуну білого, люцерни посівної, конюшини лучної і еспарцету піщаного відповідно до ДСТУ 3768:2009 відповідає зерну третього класу (група А), а з решти варіантів – нижчим класам якості.

Вміст вологи у зерні озимої пшениці становив 9,8–11,2 %. Найвищий вміст вологи був характерний для варіанта конюшини лучної, а найнижчий – буркуну білого. За вмістом вологи зерно озимої пшениці зі всіх варіантів відповідає найвищим класам.

Поряд з високою якістю зерна озимої пшениці має забезпечуватись екологічність продукції, що визначається концентрацією важких металів у зерні.

Інтенсивне використання мінеральних добрив та пестицидів на досліджуваному ґрунті у попередні роки сприяло накопиченню важких металів у зерні озимої пшениці і залежало від виду бобових попередників. Зокрема вміст свинцю у зерні озимої пшениці, вирощеному після бобових попередників склав 1,58–2,23 мг/кг за величини граничнодопустимої концентрації свинцю у зерні згідно з ДСТУ 3768:2009 – 0,5 мг/кг. Найнижчу концентрацію свинцю у зерні забезпечив попередник еспарцет піщаний, що у 3,2 рази вище ГДК, конюшина лучна – у 3,3 рази, козлятник східний і люцерна посівна – у 3,7 рази, буркун білий – у 4,1 та лядвенець рогатий – у 4,5 рази вище ГДК (табл. 3).

Таблиця 3 – Вміст важких металів у зерні озимої пшениці, вирощеної після різних попередників, мг/кг (2013-2017 рр.)

Попередник	Свинець		Кадмій		Мідь		Цинк	
	фактичний вміст	ГДК	фактичний вміст	ГДК	фактичний вміст	ГДК	фактичний вміст	ГДК
Люцерна посівна	1,86	0,50	0,16	0,10	4,18	10,0	24,84	50,0
Конюшина лучна	1,67	0,50	0,16	0,10	3,88	10,0	21,62	50,0
Еспарцет піщаний	1,58	0,50	0,17	0,10	3,90	10,0	22,16	50,0
Буркун білий	2,07	0,50	0,17	0,10	4,30	10,0	24,22	50,0
Лядвенець рогатий	2,23	0,50	0,20	0,10	4,61	10,0	22,56	50,0
Козлятник східний	1,83	0,50	0,13	0,10	4,05	10,0	25,24	50,0
Кукурудза на силос	3,90	0,50	0,34	0,10	9,91	10,0	39,95	50,0

Водночас зерно озимої пшениці, вирощене після традиційного попередника – кукурудзи на силос, містило свинцю 3,90 мг/кг, що у 7,8 разів вище ГДК та у 1,8–2,5 разів більше, ніж зерно, вирощене після бобових попередників.

Вміст кадмію у зерні озимої пшениці, вирощеної після бобових попередників, склав 0,13–0,20 мг/кг за ГДК 0,10 мг/кг. Найменша концентрація кадмію у зерні озимої пшениці була на варіанті козлятнику східного – у 1,3 рази вище ГДК, на варіанті люцерни посівної і конюшини лучної – у 1,6, на варіанті еспарцету піщаного і буркуну білого – у 1,7 рази більше ГДК. Найвища концентрація кадмію у зерні озимої пшениці була виявлена на варіанті лядвенцю рогатого – у 2 рази вище ГДК.

Концентрація кадмію у зерні озимої пшениці, вирощеної після кукурудзи на силос склала 0,34 мг/кг, що у 3,4 рази вище ГДК та у 1,7–2,6 рази більше, ніж після бобових попередників.

Фактичний вміст міді у зерні озимої пшениці після бобових попередників становив 3,88–4,61 мг/кг за величини ГДК 10,0 мг/кг. Найменше міді містило зерно після попередника конюшини лучної і еспарцету піщаного – у 2,6 рази менше ГДК, після козлятнику східного – у 2,5 рази менше, після люцерни посівної – у 2,4, після буркуну білого – у 2,3 і після лядвенцю рогатого – у 2,2 рази менше ГДК.

Зерно озимої пшениці вирощене після кукурудзи на силос містило 9,91 мг/кг міді, що відповідало нормі ГДК та було більше, ніж після бобових попередників у 2,2–4,6 рази.

Вміст цинку у зерні озимої пшениці, вирощеної після бобових попередників становив 21,62–25,24 мг/кг за ГДК 50,0 мг/кг. Найменше цинку містило зерно після конюшини лучної – у 2,3 рази менше ГДК, після еспарцету піщаного та лядвенцю рогатого – відповідно у 2,3 та 2,2 рази менше ГДК, після буркуну білого – у 2,1 рази, після люцерни посівної і козлятнику східного – у 2,0 рази менше ГДК.

Концентрація цинку у зерні озимої пшениці, вирощеної після попередника кукурудзи на силос становила 39,95 мг/кг, що у 1,3 рази менше ГДК та у 1,6–1,9 рази більше, ніж після бобових попередників.

**Висновки.** Зерно озимої пшениці вирощене без засобів хімізації після таких бобових попередників як буркун білий, люцерна посівна, конюшина лучна і еспарцет піщаний за показниками якісного складу відповідає 3 класу групи А згідно з ДСТУ 3768:2009.

Бобові багаторічні трави в якості попередників озимої пшениці сприяють зниженню у її зерні свинцю у 1,8–2,5 разів, кадмію – у 1,7–2,6 разів, міді – у 2,2–4,6 разів та цинку – у 1,6–1,9 разів порівняно з традиційним попередником кукурудзою на силос.

Використання як попередника озимої пшениці еспарцету піщаного, порівняно з іншими видами бобових трав, сприяє накопиченню у зерні пшениці найменшої кількості свинцю та міді; за попередника козлятнику східного виявлено найменшу концентрацію у зерні кадмію, але найбільшу концентрацію цинку; за використання як попередника пшениці конюшини лучної спостерігається найменший вміст у зерні міді та цинку; після попередника озимої пшениці лядвенцю рогатого найбільша концентрація у її зерні була по свинцю, кадмію та міді. Водночас необхідно відмітити, що серед усіх попередників найвища інтенсивність забруднення зерна озимої пшениці спостерігається після лядвенцю рогатого.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Маслак О. Перспективи ринку зерна врожаю 2016 року. Агробізнес сьогодні. 2016. № 17 (336). URL: <http://www.agro-business.com.ua/ekonomichnyi-gektar/6145-perspektyvy-rynku-zerna-vrozhaiu-2016-roku.html> (дата звернення 15.12.2017.).
2. Виробництво зернових в Україні цьогоріч зросло на 6 % – ФАО. Укрінформ, 27.12.2016. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/2146924-virobnictvo-zernovih-v-ukraini-cogoric-zroslo-na-6-fao.html>. (дата звернення 15.12.2017.).
3. Вінницька область встановила аграрний рекорд. Укрінформ, 10.08.2016. URL: [https://www.ukrinform.ua/rubric-other\\_news/2064659-vinnicka-oblast-vstanovila-agrarnij-rekord.html](https://www.ukrinform.ua/rubric-other_news/2064659-vinnicka-oblast-vstanovila-agrarnij-rekord.html) (дата звернення 15.12.2017.).
4. Ткачук О.П., Яковець Л.А. Динаміка виробництва зерна та внесення мінеральних добрив під зернові культури у Вінницькій області. «Сільське господарство та лісівництво»: збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету, 2017. № 6. том 1. С. 141–148.
5. Дмитренко О.В. Вплив інтенсивних технологій вирощування на якість зерна пшениці озимої. Збалансоване природокористування. 2014. № 1, 2014. С. 189–193.
6. Станкевич Г.М., Борта А.В., Страхова Т.В. Управління якістю та безпекою зерна – основа стратегічного успіху України. Перспективи розвитку науково-методичного забезпечення для самостійного вивчення дисциплін та їх окремих розділів: матеріали 47 науково-методичної конференції викладачів ОНАХТ 4–5 квітня 2016 р. С. 137.
7. Тогагинська О.В. Оцінка технологій вирощування пшениці озимої за еколого-агрохімічними показниками темно-сірого опідзоленого ґрунту. Вісник Полтавської державної аграрної академії, 2017. № 1–2. URL: [http://www.agromage.com/stat\\_id.php?id=853](http://www.agromage.com/stat_id.php?id=853). (дата звернення 15.12.2017.).
8. Рудаков Ю.М., Гончар Н.В., Козечко В.І., Накльока Ю.І. Вплив попередників і добрив на вміст нітратів і важких металів у зерні пшениці озимої в північному Степу: збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. 2012. Вип. 81(1). С. 160–164.
9. Флоря Л.В. Агроекологічна оцінка вмісту важких металів в ґрунтах і зерні озимої пшениці Північно-Західного Причорномор'я. Екологія, неоекологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування: матеріали III міжнародної наукової конференції студентів, аспірантів та молодих вчених, м. Харків: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2014. С. 76–77.
10. Лихочвор В. Система удобрення озимої пшениці. Агробізнес сьогодні. 2014. № 7 (278). URL: <http://www.agro-business.com.ua/agronomiia-siogodni/2180-systema-udobrennia-ozymoi-pshenytsi.html>. (дата звернення 15.12.2017.).
11. Рязанов С.Ф., Ткачук О.П. Інтенсивна хімізація землеробства – як передумова забруднення зернової продукції важкими металами. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва. 2017. № 1(134). С. 66–71.
12. Okoro H.K. A Review of Sequential Extraction Procedures for Heavy Metals Speciation in Soil and Sediments. *Scient. reports.* 2012. Vol. 1 (3). P. 1–9.
13. Francesco B. The Role of Food and Nutrition System Approaches in Tackling Hidden Hunger. *Int. J. Env. Res. Public. Health.* 2012. Vol. 8 (2). P. 358–373.
14. Modeling uptake kinetics of cadmium by field-grown lettuce / Chen W. et al. *Environmental Pollution.* 2013. V. 152. P. 147–152.
15. Timmer L.W., Childers C.C., Nigg H.N. Pesticides registered for use on Florida citrus. Gainesville, FL: 2014. Florida Citrus Pest Management Guide, SP-43, University of Florida.
16. Conn S., Gilliam M. Comparative physiology of elemental distributions in plants. *Annals of Botany.* 2015. V. 105. P. 1081–1102.
17. Гарбар Л.А., Антал Т.В. Якість зерна і насіння пшениці твердої ярої залежно від технології вирощування в лісостепу України: збірник наукових праць SWorld по матеріалам Міжнародної науково-практичної конференції «Научные исследования и их практическое применение. Современное состояние и пути развития-2011». URL: <http://www.sworld.com.ua/index.php/uk/agriculture-311/agriculture-animal-husbandry-and-forestry-311/7826-yakst-grain-snasnyua-pshenits-tverdo-yaro-fallow-vid-tehnolog-viroschuvannya-lisostepu-in-ukraine>. (дата звернення 15.12.2017.).
18. Ткачук О.П., Яковець Л.А. Особливості забруднення зернової продукції важкими металами в умовах Вінницької області. «Сільське господарство та лісівництво»: збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету, 2016. № 4. С. 179–186.
19. ДСТУ 3768:2009. Пшениця. Технічні умови. URL: [http://zenolab.com.ua/ua/pshenitsya\\_tekhnichni\\_umovi.htm](http://zenolab.com.ua/ua/pshenitsya_tekhnichni_umovi.htm). (дата звернення 15.12.2017.).
20. Емельянов А.Н. Экологические принципы в кормопроизводстве, как основа повышения эффективности земледелия Дальнего Востока. *Кормопроизводство.* 2013. № 2. С. 3–5.
21. Протопіш І.Г., Квітко Г.П., Гетман Н.Я. Багаторічні бобові трави – безальтернативний попередник пшениці озимої в умовах правобережного Лісостепу. *Корми і кормовиробництво.* 2012. Вип. 72. С. 34–39.

22. Wójcik M., Tukiendorf A. Cadmium uptake, localization and detoxification in *Zea mays*. *Biol. Plant.* 2015. № 2. P. 237–245.
23. Proctor M.C.F. *Physiological ecology. Bryophyte Biology* / eds. B. Goffinet, A. J. Shaw. Cambridge University Press, 2017. P. 225–248.
24. Kirkham M.B. Cadmium in plants on polluted soils: effects of soil factors, hyperaccumulation, and amendments. *Geoderma.* 2016. V. 137. P. 19–32.
25. He Z.L., Yang X.E., Stoffella P.J. Trace elements in agroecosystems and impacts on the environment. *Journ. of Trace Elements in Med. and Biol.* 2015. V. 19. P. 125–140.
26. Hall J.L., Williams L.E. Transition metal transporters in plants. *Ibid.* 2013. V. 54, № 393. P. 26101–26113.
27. Cadmium tolerance and hyperaccumulation in a new Zn hyperaccumulating plant species (*Sedum Alfredii* Hance) / Yang X.E. et al. *Plant Soil.* 2014. 259. P. 181–189.
28. Yang X.E., Long X.X., Ni W.Z., Fu C.X. *Sedum alfredii* H – a new zinc hyperaccumulating plant species native to China. *Chinese Sci. Bulletin.* 2012. № 47. P. 1003–1006.
29. Квітко Г.П., Протопіш І.Г. Формування структури врожаю та якості пшениці озимої залежно від строків сівби і попередників в Лісостепу Правобережному: збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. 2013. Вип. 4. С. 24–35.
30. Эседуллаев С.Т., Шмелёва Н.В. Эффективность козлятника восточного, как предшественника зерновых и технических культур и его влияние на плодородие почвы. *Кормопроизводство.* 2013. № 5. С. 9–10.

#### REFERENCES

1. Maslak, O. (2016). *Perspektivi rinka zerna vrozhanu 2016 roku* [Prospects of the grain market of the harvest in 2016]. *Agrobiznes s'ogodni* [Agrobusiness today], no. 17 (336). Retrieved from: <http://www.agro-business.com.ua/ekonomichnyigektar/6145-perspektyvy-rynku-zerna-vrozhaiu-2016-roku.html> (application date dated 15.12.2017).
2. *Virobnictvo zernovih v Ukraїni c'ogo rich zroslo na 6 %* – FAO [The production of cereals in Ukraine increased by 6% – FAO]. *Ukrinform*, 27.12.2016. Retrieved from: <https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/2146924-virobnictvo-zernovih-v-ukraini-cogoric-zroslo-na-6-fao.html>. (reference date dated 15.12.2017).
3. *Vinnic'ka oblast' vstanovila agrarnij rekord* [Vinnytsya oblast set an agrarian record] / *Ukrinform*, 10.08.2016. Retrieved from: [https://www.ukrinform.ua/rubric-other\\_news/2064659-vinnicka-oblast-vstanovila-agrarnij-rekord.html](https://www.ukrinform.ua/rubric-other_news/2064659-vinnicka-oblast-vstanovila-agrarnij-rekord.html) (reference date is 15.12.2017.).
4. Tkachuk, O.P., Yakovets, L.A. (2017). *Dinamika virobnictva zerna ta vnesennja mineral'nih dobriv pid zernovi kul'turi u Vinnic'kij oblasti* [Dynamics of grain production and mineral fertilizers under grain crops in Vinnytsia oblast]. «Sil's'ke gospodarstvo ta lisivnictvo». *Zbirnik naukovih prac' Vinnic'kogo nacional'nogo agrarnogo universitetu* ["Agriculture and Forestry". Collection of scientific works of Vinnytsia National Agrarian University], no. 6, Vol. 1, pp. 141-148.
5. *Dmitrenko, O.V. (2014). Vpliv intensivnih tehnologij viroshhuvannja na jakist' zerna pshenici ozimoi'* [Influence of intensive cultivation technologies on the quality of winter wheat grain]. *Zbalansovane prirodokoristuvannja* [Balanced nature management], no. 1, pp. 189-193.
6. *Stankevich, G.M., Borta, A.V., Strahova, T.V. (2016). Upravlinnja jakistju ta bezpekoju zerna – osnova strategichnogo uspihu Ukraїni* [Managing the quality and safety of grain is the basis of Ukraine's strategic success]. *Materialy 47 naukovu-metodychnoi' konferencii' vykladachiv ONAHT "Perspektyvy rozvytku naukovu-metodychnogo zabezpechennja dlja samostijnogo vyvchennja disciplin ta ih okremyh rozdiliv"* [Materials of 47 scientific and methodological conference of teachers ONAHT "Prospects of development of scientific and methodological support for independent study of disciplines and their separate sections"], 137 p.
7. *Togachins'ka, O.V., Tymoshchuk, T.M. (2017). Ocinka tehnologij viroshhuvannja pshenici ozimoi' za ekologo-agrohimičnimi pokaznikami temno-sirogo opidzolenogo gruntu* [Estimation of winter wheat cultivation technologies in ecological and agro-chemical indices of dark gray podzolized soil]. *Visnik Poltav's'koi' derzhavnoi' agrarnoi' akademii'* [The Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy], no. 1-2. Retrieved from: [http://www.agromage.com/stat\\_id.php?id=853](http://www.agromage.com/stat_id.php?id=853). (reference date dated 15.12.2017).
8. *Rudakov, Ju.M., Gonchar, N.V., Kozechko, V.I., Naklooka, Yu.I. (2012). Vpliv poperednikiv i dobriv na vmist nitrativ i vazhkih metaliv u zerni pshenici ozimoi' v pivnichnomu Stepu* [Effect of precursors and fertilizers on the content of nitrates and heavy metals in winter wheat grains in the northern steppe]. *Zbirnik naukovih prac' Umans'kogo nacional'nogo universitetu sadivnictva* [Collection of scientific works of the Uman National University of Horticulture], Issue 81(1), pp. 160-164.
9. *Florja, L.V. (2014). Agroekologichna ocinka vmistu vazhkih metaliv v gruntah i zerni ozimoi' pshenici Pivnichno-Zahidnogo Prichornomor'ja: materialy III mizhnarodnoi' naukovoi' konferencii' studentiv, aspirantiv ta molodyh vchenyh "Ekologija, neoekologija, ohorona navkolyshn'ogo seredovishha ta zbalansovane pryrodokorystuvannja"* [Agroecological assessment of the content of heavy metals in soils and wheat grains of the Northwest Black Sea: materials of the 3rd international scientific conference of students, postgraduates and young scientists "Ecology, neecology, environmental protection and sustainable use of nature"]. *Kharkiv, KhNU them. VN Karazin*, pp. 76-77.
10. *Lihochvor, V. (2014). Sistema udobrennja ozimoi' pshenici* [System of fertilization of winter wheat]. *Agrobiznes s'ogodni* [Agrobusiness today], no. 7 (278). Retrieved from: <http://www.agro-business.com.ua/agronomiia-siogodni/2180-sistema-udobrennja-ozymoi-pshenytsi.html>. (reference date dated 15.12.2017).
11. *Razanov, S.F., Tkachuk, O.P. (2017). Intensivna himizacija zemlerobstva – jak peredumova zabrudnennja zernovoi' produkci' vazhkimi metalami* [Intensive chemistry of agriculture – as a precondition for contamination of grain products by heavy metals]. *Tehnologija virobnictva i pererobki produkci' tvarinnictva* [Technology of production and processing of livestock products.], no. 1(134), pp. 66-71.
12. *Okoro, H.K. A Review of Sequential Extraction Procedures for Heavy Metals Speciation in Soil and Sediments.* *Scient. reports.* 2012, Vol. 1 (3), pp. 1-9.

13. Francesco, B. The Role of Food and Nutrition System Approaches in Tackling Hidden Hunger. *Int. J. Env. Res. Public. Health.* 2012, Vol. 8 (2), pp. 358-373.
14. Chen, W., Li, L., Chang, A.C. Modeling uptake kinetics of cadmium by field-grown lettuce. *Environmental Pollution.* 2013, Vol. 152, pp. 147-152.
15. Timmer, L.W., Childers, C.C., Nigg, H.N. Pesticides registered for use on Florida citrus. Gainesville, FL. Florida Citrus Pest Management Guide, SP-43, University of Florida, 2014.
16. Conn, S., Gilliam, M. Comparative physiology of elemental distributions in plants. *Annals of Botany.* 2015, Vol. 105, pp. 1081-1102.
17. Garbar, L.A., Antal, T.V. Jakist' zerna i nasinnja pshenici tvrdoj' jaroi' zalezno vid tehnologii viroshhuvannja v lisostepu Ukraini [Quality of grains and wheat seeds of hard fir, depending on the technology of cultivation in the forest-steppe of Ukraine]. *Sbornik nauchnyh trudov SWorld po materialam Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Nauchnye issledovanija i ih prakticheskoe primenenie. Sovremennoe sostojanie i puti razvitija-2011».* [Collection of scientific works by SWorld on the materials of the International scientific and practical conference "Scientific researches and their practical application. Current state and development paths-2011"]. Retrieved from: <http://www.sworld.com.ua/index.php/uk/agriculture-311/agriculture-animal-farming-and-forestry-311/7826-yakst-grain-snasnnya-phenits-tverdo-yarofallow-vid-tehnolog-viroshhuvannja-losostepu-in-ukraine>. (application date dated 15.12.2017.)
18. Tkachuk, O.P., Yakovets, L.A. (2016). Osoblivosti zabrudnenja zernovoi' produkcii' vazhkimi metalami v umovah Vinnic'koi' oblasti [Features of contamination of grain products by heavy metals in the conditions of Vinnitsa region]. «Sil'ske gospodarstvo ta lisivnictvo». *Zbirnik naukovih prac' Vinnic'kogo nacional'nogo agrarnogo universitetu ["Agriculture and Forestry"]*. Collection of scientific works of Vinnitsia National Agrarian University, no. 4, pp. 179-186.
19. DSTU 3768:2009. Pshenicja. Tehnichni umovi. [DSTU 3768: 2009. Wheat. Specifications.] Retrieved from: [http://zernolab.com.ua/en/pshenitsya\\_tekhnichni\\_umovi.htm](http://zernolab.com.ua/en/pshenitsya_tekhnichni_umovi.htm). (reference date dated 15/12/2017).
20. Emel'janov, A.N. (2013). Jekologicheskie principy v kormoproizvodstve, kak osnova povyshenija jeffektivnosti zemledelija Dal'nego Vostoka [Environmental principles in forage production as a basis for increasing the efficiency of agriculture in the Far East]. *Kormoproizvodstvo [Fodder production]*, no. 2, pp. 3-5.
21. Protopish, I.G. Kvitko, G.P., Getman, N.Ja. (2012). Bagatorichni bobovi travi – bezal'ternativnij poperednik pshenici ozimoi' v umovah pravoberezhnogo Lisostepu [Perennial legumes – a non-alternative predecessor of winter wheat in the right-bank forest-steppe]. *Kormi i kormovirobnictvo [Forage and fodder production]*, Issue 72, pp. 34-39.
22. Wójcik, M., Tukiendorf, A. Cadmium uptake, localization and detoxification in *Zea mays*. *Biol. Plant.* 2015, no. 2, pp. 237-245.
23. Proctor, M.C.F. *Physiological ecology. Bryophyte Biology.* Cambridge University Press. 2017, pp. 225-248.
24. Kirkham, M.B. Cadmium in plants on polluted soils: effects of soil factors, hyperaccumulation, and amendments. *Geoderma.* 2016, Vol. 137, pp. 19-32.
25. He, Z.L., Yang, X.E., Stoffella, P.J. Trace elements in agroecosystems and impacts on the environment. *Journ. of Trace Elements in Med. and Biol.* 2015, Vol. 19, pp. 125-140.
26. Hall, J.L., Williams, L.E. Transition metal transporters in plants. *Ibid.* 2013, Vol. 54, no. 393, pp. 26101-26113.
27. Yang, X.E., Long, X.X., Ye, H.B. Cadmium tolerance and hyperaccumulation in a new Zn hyperaccumulating plant species (*Sedum Alfredii* Hance). *Plant Soil.* 2014, no. 259, pp. 181-189.
28. Yang, X.E., Long, X.X., Ni, W.Z., Fu, C.X. *Sedum alfredii* H – a new zinc hyperaccumulating plant species native to China. *Chinese Sci. Bulletin.* 2012, no. 47, pp. 1003-1006.
29. Kvitko, G.P., Protopish, I.G. (2013). Formuvannja strukturi vrozhaju ta jakosti pshenici ozimoi' zalezno vid strokiv sivi i poperednikiv v Lisostepu Pravoberezhnomu [Formation of the crop structure and quality of winter wheat depending on the timing of sowing and predecessors in the Forest-Steppe Pravoberezhnyi]. *Zbirnik naukovih prac' Vinnic'kogo nacional'nogo agrarnogo universitetu [Collection of scientific works of Vinnitsa National Agrarian University]*, Issue 4, pp. 24-35.
30. Jessedullaev, S.T., Shmeljova, N.V. (2013). Jeffektivnost' kozljatnika vostochnogo, kak predshestvennika zernovyh i tehniceskikh kul'tur i ego vlijanie na plodorodie pochvy [Efficiency of the Oriental Goat, as a precursor of cereals and technical crops, and its effect on soil fertility]. *Kormoproizvodstvo [Fodder production]*, no. 5, pp. 9-10.

**Качество и экологическая безопасность зерна озимой пшеницы выращенной после бобовых предшественников**

**С.Ф. Разанов, А.П. Ткачук**

Установлено, что содержание белка в зерне озимой пшеницы, выращенной после бобовых предшественников, составляло 9,9-12,0 %. Содержание сырой клейковины в зерне озимой пшеницы составило 15,3-20,2 %. Больше сырого белка и клейковины в зерне было обнаружено на варианте предшественника донника белого, а наименьше – лядвенца рогатого и козлятника восточного. Содержание белка и сырой клейковины в зерне озимой пшеницы выращенной после донника белого, люцерны посевной, клевера лугового и эспарцета песчаного в соответствии с ДСТУ 3768: 2009 соответствует зерну третьего класса (группа А), а из оставшихся вариантов – низшим классам качества.

Содержание свинца в зерне озимой пшеницы, выращенном после бобовых предшественников составило 1,58-2,23 мг/кг. Самую низкую концентрацию свинца в зерне обеспечил предшественник эспарцет песчаный. Зерно озимой пшеницы, выращенное после кукурузы на силос, содержало свинца 3,90 мг/кг, что в 1,8-2,5 раз больше, чем зерно, выращенное после бобовых предшественников.

Содержание кадмия в зерне озимой пшеницы, выращенной после бобовых предшественников, составило 0,13-0,20 мг/кг. Наименьшая концентрация кадмия в зерне озимой пшеницы была на варианте козлятника восточного. Концентрация кадмия в зерне озимой пшеницы после кукурузы на силос составила 0,34 мг/кг, что в 1,7-2,6 раза больше, чем после бобовых предшественников.

Фактичне содержание меди в зерне озимой пшеницы после бобовых предшественников составило 3,88-4,61 мг/кг. Меньше меди содержало зерно после предшественника клевера лугового и эспарцета песчаного. Зерно озимой пшеницы выращенное после кукурузы на силос содержало 9,91 мг/кг меди, что больше, чем после бобовых предшественников в 2,2-4,6 раза.

Содержание цинка в зерне озимой пшеницы, выращенной после бобовых предшественников составило 21,62-25,24 мг/кг. Меньше цинка содержало зерно после клевера лугового. Концентрация цинка в зерне озимой пшеницы, выращенной после предшественника кукурузы на силос составила 39,95 мг/кг, что в 1,6-1,9 раза больше, чем после бобовых предшественников.

**Ключевые слова:** озимая пшеница, зерно, качество, экологическая безопасность, предшественник, свинец, кадмий, цинк, медь.

### Quality and ecological safety of winter wheat grain grown after bean precursors

S. Razanov, A. Tkachuk

According to DSTU 3768: 2009, wheat grains, depending on quality indicators, are divided into 6 classes (classes 1, 2, 3 belong to group A, classes 4 and 5 are in group B and class 6). The protein content of winter wheat, grown after bean predecessors, was 9.9-12.0 %. Its highest content was characteristic of the precursor of *Melilotus officinalis*, and the lowest one – *Lótus corniculátus* and *Galéga orientalis L.*

In terms of the protein content, winter wheat grain grown after *Melilotus officinalis*, alfalfa, cranberries and *Onobrychis arenaria* in accordance with the DSTU 3768:2009 corresponds to grade 3 (group A), and the grain grown after *Lótus corniculátus* and *Galéga orientalis L.* corresponds to grade 6.

The content of raw gluten in winter wheat grain was 15.3-20.2 %. The largest amount of raw gluten in the grain was found on the variant with *Melilotus officinalis* precursor, and the smallest – on *Lótus corniculátus* and *Galéga orientalis L.*

The content of raw gluten in the grain of winter wheat grown after white currant, alfalfa, clover, and *Onobrychis arenaria*, according to DSTU 3768: 2009, corresponds to the third class grain (Group A), and the remaining variants – to the lower quality grades. Intensive use of mineral fertilizers and pesticides on the investigated soil in previous years contributed to the accumulation of heavy metals in winter wheat grain and depended on the type of legume precursors.

In particular, lead content in winter wheat grains grown after bean precursors was 1.58-2.23 mg/kg at the limit of the maximum permissible concentration of lead in grain in accordance with DSTU 3768: 2009 of 0.5 mg/kg. The lowest concentration of lead in the grain was provided by the precursors of *Onobrychis arenaria*, which is 3.2 times higher than the MPC, *Trifolium pratense* by 3.3 times, *Lótus corniculátus* and *Trifolium pratense* – by 3.7 times, *Melilotus officinalis* – 4.1 and *Lótus corniculátus* – 4.5 times higher than the MPC.

At the same time, winter wheat, grown after the traditional predecessor – silage corn, contained 3.90 mg/kg of lead, which is 7.8 times higher than MPC and 1.8-2.5 times more than the grain grown after bean precursors.

The content of cadmium in winter wheat, grown after bean precursors, was 0.13-0.20 mg/kg at MPC of 0.10 mg/kg. The lowest concentration of cadmium in winter wheat grain was on the variant of the *Galéga orientalis L.* – 1.3 times higher than the MPC, in the variant of the alfalfa of and the clover – in 1.6, in the version of the *Onobrychis arenaria* and *Melilotus officinalis* – by 1.7 times higher than the MPC. The highest concentration of cadmium in winter wheat grain was found on the variant of *Lótus corniculátus* – 2 times higher than the MPC.

The concentration of cadmium in winter wheat grain grown after silage corn on was 0.34 mg/kg, which is 3.4 times higher than the MPC and 1.7-2.6 times more than after bean precursors. The actual content of copper in winter wheat grain after bean precursors was 3.88-4.61 mg/kg at the value of the MPC of 10.0 mg/kg. The smallest amount of copper was contained in grain after the precursors of the clover and *Onobrychis arenaria* – by 2.6 times less than the MPC, after the *Galéga orientalis L.* – 2.5 times less, after the alfalfa – by 2.4, after *Melilotus officinalis* – 2.3 and after *Lótus corniculátus* – 2.2 times less than the MPC.

The grain of winter wheat grown after silage corn contained 9.91 mg/kg of copper, which corresponded to the MPC standard and was 2.2-2.6 times larger than after bean precursors.

The zinc content in winter wheat grains grown after bean predecessors was 21.62-25.24 mg/kg at MPC of 50.0 mg/kg. The least amount of zinc was contained in grain after *Trifolium pratense* – in 2.3 times less than the MPC, after *Onobrychis arenaria* and *Lótus corniculátus* – respectively, by 2.3 and 2.2 times less than the MPC, after *Melilotus officinalis* – by 2.1 times, after the alfalfa and *Lótus corniculátus* – 2.0 times less than the MPC.

Zinc concentrations in winter wheat grown after the silage corn predecessor was 39.95 mg/kg, which is 1.3 times the MPC and 1.6-1.9 times higher than that of legumes predecessors.

Grain of winter wheat grown without the chemicals after legume predecessors as such as *Melilotus officinalis*, alfalfa, *Trifolium pratense* and *Onobrychis arenaria* corresponds to grade 3 of group A on the indicators of qualitative composition, according to DSTU 3768:2009.

Bean perennial grasses as predecessors of winter wheat contribute to lead decrease in its grain by 1.8–2.5 times, cadmium – by 1.7–2.6 times, copper – by 2.2–4.6 times and zinc – by 1.6-1,9 times compared with the traditional precursor of silage corn.

Using *Onobrychis arenaria* as a precursor of winter wheat, in comparison with other types of legumes, provides accumulating of wheat the smallest amount of lead and copper in the grain. *Lótus corniculátus* as a predecessor provides the lowest concentration of cadmium though zinc concentration was high; *Trifolium pratense* as a precursor of wheat provided the lowest copper and zinc content in the grain. *Lótus corniculátus* as a precursor of winter wheat, provided the highest concentration of lead, cadmium and copper in its grain. At the same time, it should be noted that among all the predecessors, the highest intensity of contamination of winter wheat is observed after *Lótus corniculátus*.

**Key words:** winter wheat, grain, quality, ecological safety, precursors, lead, cadmium, zinc, copper.

Надійшла 10.04.2018 р.

УДК 633:63 631.52

**КАРПУК Л.М.**, д-р с.-г. наук

Білоцерківський національний аграрний університет

**ПРИСЯЖНЮК О.І.**, канд. с.-г. наук

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН

**СТАСІЄВ Г.**, д-р біол. наук

Молдавський державний університет

**ПОЛІЩУК В.В.**, д-р с.-г. наук

Уманський національний університет садівництва

**МИКОЛАЙКО В.П.**, д-р с.-г. наук

Уманський державний педагогічний університет ім. Павла Тичини

## **ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ ЯК ІНСТРУМЕНТУ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ В БУРЯКІВНИЦТВІ**

У ракурсі моделювання рослинних систем основною матрицею даних для побудови обчислювальних алгоритмів механізмів та закономірностей функціонування посівів бурякової сівозміни є числове вираження показників біологічних процесів, які є функцією адитивної дії абіотичних, біотичних та антропогенних факторів.

Математичні моделі інтегрують інформацію про досліджувану систему, а саме посиви буряків цукрових, і поєднують в єдине ціле результати окремих досліджень.

Дослідження взаємозв'язків, що впливають на ознаки які формуються у процесі росту та розвитку буряків цукрових подані у вигляді кореляційних плеяд. Кожна точка плеяди показує силу конкретного кореляційного зв'язку між досліджуваними ознаками та іншими чинниками, що на неї впливають або пов'язані з нею.

Між досліджуваними ознаками біологічних форм буряків цукрових та іншими чинниками, що на них впливають встановлені достовірні кореляційні зв'язки, які демонструють ефективність проходження біологічних процесів у культурі, і є функцією адитивної дії абіотичних і антропогенних факторів. Це у свою чергу дозволяє спрогнозувати параметри даних показників рослин буряків цукрових з високим рівнем точності.

Тісний кореляційний зв'язок встановлено між польовою схожістю та густиною рослин після появи повних сходів ( $r=0,42$ ), між польовою схожістю та масою листків на 01 липня ( $r=0,37$ ), та зворотний зв'язок між польовою схожістю і урожайністю –  $r = -0,37$ . Між збором цукру, урожайністю, густиною рослин перед збиранням врожаю і цукристістю коренеплодів виявлено сильні позитивні кореляційні зв'язки, відповідно ( $r=0,95$ ), ( $r=0,68$ ) і ( $r=0,60$ ).

**Ключові слова:** буряки цукрові, системний аналіз, імітаційне моделювання, дескриптивні моделі, кореляційні плеяди, біопродуктивність.

**Постановка проблеми.** Найбільш характерні особливості посівів, зокрема бурякового поля – це наявність великої кількості систематизованих різнорідних елементів із складними функціональними взаємозв'язками, що об'єднані у агровиробничий процес, спрямований на отримання високоякісної сільськогосподарської продукції. Повномірною реалізацією цього процесу забезпечується рішенням сукупності задач окремими елементами *системного процесу*, які є ключовими для досягнення поставленої мети.

Таким чином, за І. М. Вергуною [1–5] алгоритм послідовності вивчення та аналізу систем з використанням системно-процесуального підходу полягає у:

визначенні складових частин  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$  і взаємопов'язаних з ними елементів (факторів) навколишнього середовища  $V_1, V_2, V_3, \dots, V_m$ ;

вивченні структури внутрішніх зв'язків, а також зв'язків між елементами системи і зовнішніми чинниками;

пошуку закономірностей функціонування системи  $F = \{ F1, F1, F1, \dots, Fp \}$ , що визначають характер зміни основних компонентів системи під дією зовнішніх об'єктів (елементів навколишнього середовища).

Системний підхід передбачає використання трьох основних груп методів: польові спостереження; проведення польових досліджень в натурних умовах; лабораторні експерименти; власне моделювання та проведення імітаційного експерименту. Польові спостереження передбачають невтручання дослідника у процеси, що відбуваються у природних умовах. На противагу, лабораторний експеримент об'єднує методи, в яких дослідник свідомо провокує зміни в системі. Використання цих двох прийомів виявляється найбільш ефективним тоді, коли вони задумані та здійснюються на основі наукової теорії. Формою вираження

теоретичних уявлень можуть бути моделі. Звідси, до третьої групи використовуваних методів належить моделювання, тобто побудова, перевірка (верифікація) та удосконалення (оптимізація) моделей, а також інтерпретація отриманих з їх допомогою результатів [1–8].

Отже, під системною розуміють модель, яка відображає найважливіші риси системи у їх взаємозв'язку та дозволяє розв'язувати задачі, які були передбачені при створенні загальної моделі. Такі моделі отримують методами *імітаційного моделювання*.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У ракурсі моделювання рослинних систем основною матрицею даних для побудови обчислювальних алгоритмів механізмів та закономірностей функціонування посівів бурякової сівозміни є числове вираження показників біологічних процесів, які є функцією адитивної дії абіотичних, біотичних та антропогенних факторів. Залежно від мети досліджень та практичних задач, Г. Ю. Ризніченком та А. Б. Рубіним [9] була запропонована наступна класифікація математичних моделей:

описові моделі;

якісні моделі (що з'ясовують динамічний механізм досліджуваного та здатні відтворити динамічні ефекти в поведінці системи);

імітаційні моделі конкретних складних систем, що враховують всю інформацію про об'єкт (і дозволяють прогнозувати поведінку систем або вирішувати оптимізаційні задачі їх експлуатації).

Особлива увага приділяється саме останньому класу моделей, оскільки з практичного погляду, вони є найбільш придатними для вирішення управлінських задач на основі прогностичної оцінки розвитку процесів та явищ, що мають місце в агроєкосистемі. Коротко можна виділити наступні основні етапи побудови імітаційної моделі [8]:

1. Формулювання основних проблем функціонування складної системи, задавання вектору її стану та системного часу.

2. Декомпозиція системи на окремі блоки, пов'язані, але відносно незалежні; визначення компонент вектора стану кожного блоку, які мають перетворитися в процесі функціонування.

3. Формулювання закономірностей та гіпотез, що визначають поведінку окремих блоків та їх взаємозв'язок; розробка програм, що відповідають окремим блокам.

4. Верифікація кожного блоку при «заморожених» або лінеаризованих інформаційних зв'язках з іншими блоками.

5. Об'єднання розроблених блоків, при цьому досліджуються різні схеми їх взаємодії.

6. Верифікація імітаційної моделі в цілому та перевірка її адекватності.

7. Планування та проведення експериментів з моделлю, статистична обробка результатів та поповнення інформаційного фонду для подальшої роботи з моделлю.

Однак практика показала, що спроби детального опису багатоконпонентних систем, таких як посіви призводить до проблеми, коли практично неможлива коректна побудова та ідентифікація математичної моделі через використання надмірно великої кількості не точно визначених параметрів порівняно з експериментальними даними [9]. У такій ситуації необхідно спрощувати моделі, наприклад, за рахунок відкидання блоків або функціональних зв'язків з другорядним значенням, виділення найбільш важливих складових, визначення швидких і повільних змінних та заміни частини з них постійними змінними або параметричними залежними.

Застосування комплексних імітаційних моделей покликано підвищити адекватність агроєкологічних прогнозів, за рахунок якісно більш повного використання емпіричних даних. Імітаційні моделі дозволяють формалізувати за допомогою ЕОМ будь-які емпіричні відомості про об'єкт. Причинно-наслідкові зв'язки в імітаційних моделях прослідковуються не до кінця. Це дозволяє аналізувати взаємозв'язки в умовах великої розмірності та неповної інформації про їх структуру, більш результативно використовувати знання предметної області. Структура імітаційних систем, як правило, включає аналітичний опис об'єкта, блоки експертних оцінок, імітацію та обробку результатів обчислювального експерименту [6–33].

**Мета дослідження** – прогнозування біопродуктивності посівів бурякової сівозміни за допомогою методів системного аналізу як інструменту математичного моделювання.

**Матеріал і методика дослідження.** Функціональний опис системи, як і морфологічний опис ієрархічний. Для кожного елемента, окремої підсистеми і усієї системи в цілому функціональність задається набором параметрів морфологічного опису  $X$  (включаючи вплив ззовні), числовим функціоналом  $Y$ , що оцінює якість системи, і деяким математичним

оператором детермінованого чи стохастичного перетворення  $\Psi$ , що визначає залежність між станом входу  $X$  і станом виходу  $Y$ :

$$Y = \Psi(X). \quad (1.1)$$

Як видно з наведеної вище схеми принципів поведінки, що ускладнюється, функція відгуку  $Y$  підсистеми верхнього рівня залежить від функцій, що описують внутрішні процеси підлеглих підсистем.

Із загальної теорії моделювання фізичних систем прийнято виділяти п'ять груп параметрів з погляду способу їх використання в моделях:

1. Вхідні параметри –  $V = (v_1, v_2, \dots, v_k)$ , – значення яких можуть бути вимірні, але можливість впливу на них відсутня (це стосується моделей екосистем, до таких можна віднести сонячну активність, глобальні кліматичні явища, некеровану господарську діяльність людини і так далі).

2. Керуючі параметри, що управляють, –  $U = (u_1, u_2, \dots, u_r)$ , – за допомогою яких можна здійснювати прямий вплив відповідно до тих або інших вимог, що дозволяє керувати системою (до них можна віднести ряд цілеспрямованих заходів по охороні і відновленню природного середовища).

3. Параметри збурення (стохастичні) дії –  $\Psi = (\Psi_1, \Psi_2, \dots, \Psi_r)$ , – значення яких випадковим чином змінюються протягом часу і які неможливо виміряти, створюючи дисперсію неврахованих умов чи шум.

4. Параметри стану –  $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$  – множина внутрішніх параметрів, миттєві значення яких визначаються поточним режимом функціонування екосистеми і, зрештою, є результатом сумарної дії вхідних чинників (керування і збурення), а також взаємного впливу інших внутрішньосистемних компонентів.

5. Вихідні (цільові або результуючі) параметри –  $Y = (y_1, y_2, \dots, y_m)$  – деякі спеціально виділені параметри стану (або деякі функції від них), які є предметом вивчення (моделювання, оптимізації) і які використовуються в якості критерію "благополуччя" усїєї екосистеми.

Припускаючи, що параметри системи пов'язані деякими функціональними залежностями, які в синтезованій моделі виражаються набором рівнянь  $\Psi$  різної математичної природи (алгебраїчні, логічні, диференціальні, кінцево-різницеві, матричні, статистичні та ін.) вирраз (1.1) можна записати як:

$$Y = \Psi(X, U, V) + \Psi. \quad (1.2)$$

Будь-яка екосистема являє собою динамічний об'єкт, тому вищезазначене рівняння статичної моделі має бути доповнено безліччю моментів часу  $T$ , для яких виміряні миттєві значення змінних. Оскільки екосистеми належать до об'єктів з розподіленими параметрами, компоненти яких можуть змінюватися не тільки у часі, але і в просторі  $S$ , то загальне рівняння моделі екосистеми набуває вигляду:

$$Y = \Psi(X, U, V, T, S) + \Psi. \quad (1.3)$$

На відміну від фізичних систем, де основним завданням є оптимізація вектора результуючих параметрів  $Y$  шляхом підбору керівників дій, дослідження екосистем полягає, перш за все, у кількісній параметризації фундаментального в біології поняття "норма"  $Y_0$  і оцінки діапазону допустимих значень вхідних параметрів, при яких відгук екосистеми не виходить за межі гнучких адаптаційних коливань  $Y = Y_0 \pm \Delta Y$ .

Незважаючи на нескінченну різноманітність можливих систем і їх функцій, характер залежності  $\Psi$  в (1.3) буває досить типовим, незалежно від фізичного змісту системи. Наприклад, часто ця залежність включає три області, характерні для логістичної (сигмоїдальної) кривої: слабкого зв'язку (малої чутливості до зовнішніх впливів), сильного зв'язку і області насичення, що свідчить, можливо, про кризові зміни. Ряд прикладів складних багатокомпонентних (багатовидових) екологічних моделей представлено в літературних джерелах [34].

Таким чином, математичне моделювання слугує для інтеграції інформації про досліджувану систему, оскільки поєднує в єдине ціле результати окремих локальних досліджень.

**Основні результати дослідження.** Дослідження взаємозв'язків, що впливають на ознаки які формуються у процесі росту та розвитку буряків цукрових подані у вигляді кореляційних плеяд. Кожна точка плеяди показує силу конкретного кореляційного зв'язку між досліджуваними ознаками та іншими чинниками, що на неї впливають або пов'язані з нею [35–37].

Тісний кореляційний зв'язок встановлено між польовою схожістю та густрою рослин після появи повних сходів ( $r=0,42$ ), між польовою схожістю та масою листків на 01 липня ( $r=0,37$ ), та зворотний зв'язок між польовою схожістю і урожайністю –  $r = -0,37$  (рис. 1).

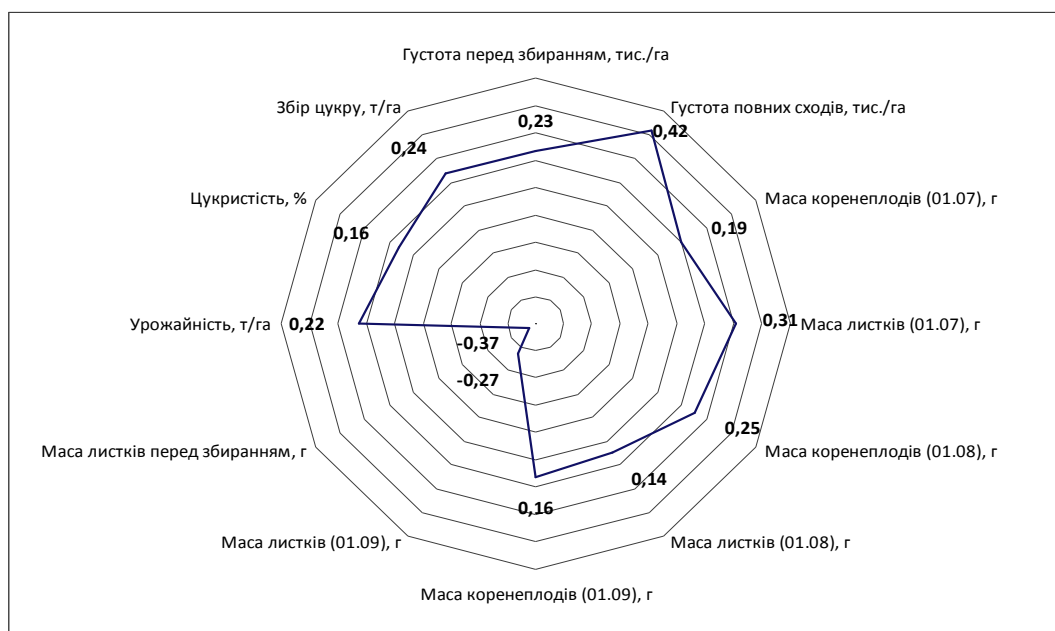


Рис. 1. Кореляційні зв'язки між польовою схожістю буряків цукрових та чинниками, що на неї впливають (середнє за 2016–2017 рр.).

Між урожайністю коренеплодів буряків цукрових та густрою стояння рослин перед збиранням урожаю виявлено тісний кореляційний зв'язок ( $r=0,69$ ); такі чинники як маса листків ( $r=0,41-0,42$ ), сума активних температур ( $r= 0,34$ ), опади ( $r= -0,33$ ), особливо обліковані на 01серпня і 01 вересня, теж впливали на формування урожайності, між ними виявлено середній кореляційний зв'язок у межах (рис. 2).

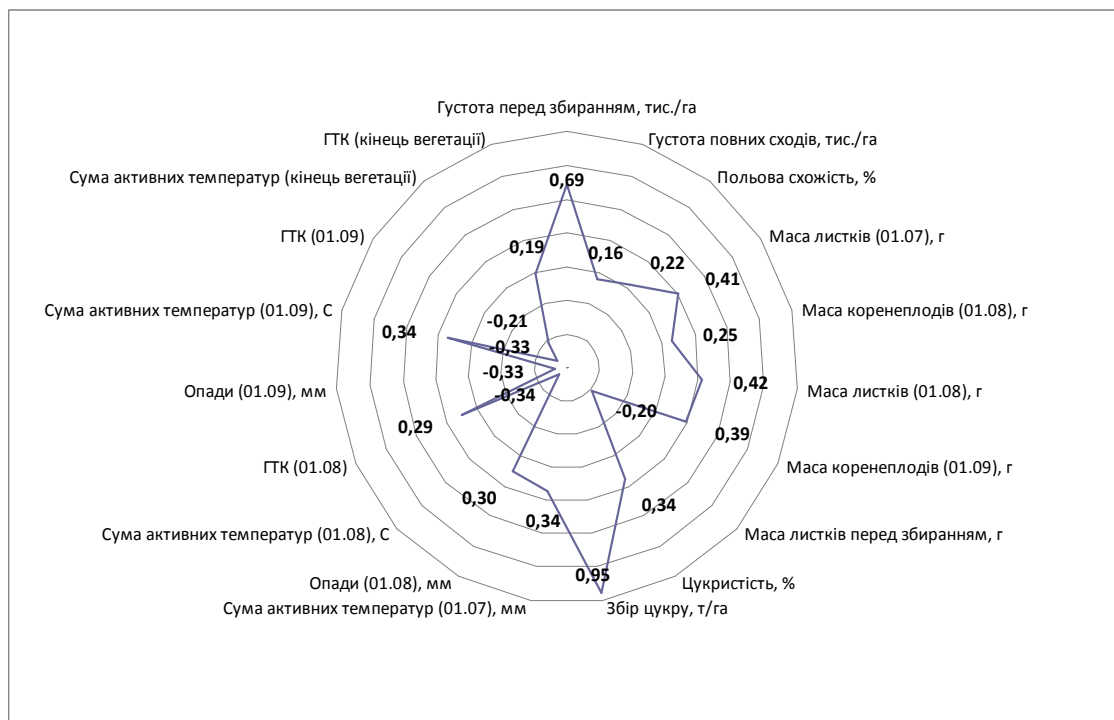


Рис. 2. Кореляційні зв'язки між урожайністю коренеплодів буряків цукрових та чинниками, що на неї впливають (середнє за 2016–2017 рр.).

На цукристість коренеплодів буряків цукрових впливали такі чинники як густина стояння рослин перед збиранням урожаю ( $r=0,42$ ), маса коренеплодів перед збиранням урожаю ( $r=0,33$ ), урожайність ( $r=0,34$ ), опади на 01 липня ( $r=0,46$ ), ГТК на 01 липня ( $r=0,44$ ), тобто між цими досліджуваними ознаками встановлено середня позитивна кореляційна залежність.

Між збором цукру, урожайністю, густотою рослин перед збиранням урожаю і цукристістю коренеплодів виявлено сильні позитивні кореляційні зв'язки, відповідно ( $r=0,95$ ), ( $r=0,68$ ) і ( $r=0,60$ ) (рис. 3).

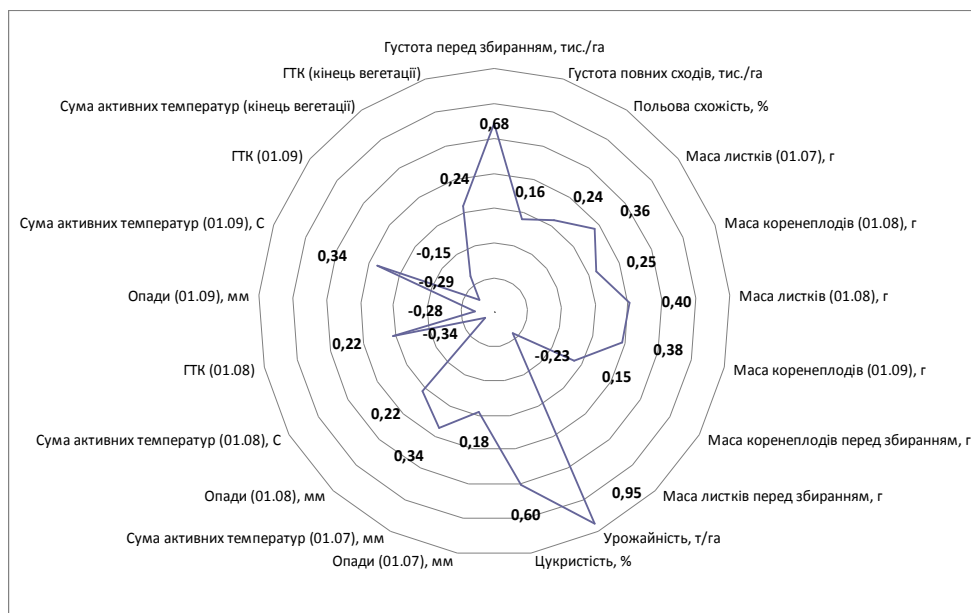


Рис. 3. Кореляційні зв'язки між збором цукру та чинниками, що на нього впливають (середнє за 2016–2017 рр.).

**Висновки.** Математичні моделі інтегрують інформацію про досліджувану систему, а саме посіви буряків цукрових, і поєднують в єдине ціле результати окремих досліджень.

Між досліджуваними ознаками біологічних форм буряків цукрових та іншими чинниками, що на них впливають встановлені достовірні кореляційні зв'язки, які демонструють ефективність проходження біологічних процесів у культурі, і є функцією адитивної дії абіотичних і антропогенних факторів. Це у свою чергу дозволяє спрогнозувати параметри даних показників рослин буряків цукрових з високим рівнем точності.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Вергунова І. М. Математичні моделі поверхневого забруднення у ґрунтах: навч. посіб. Київ: ННЦ «ІАЕ», 2018. 148 с.
2. Балюк С. А., Медведєв В. В. Екологічний стан ґрунтів України. Український географічний журнал. № 2, 2012. С. 38–42.
3. Гончарук В. Є., Лянце Г. Т., Чапля Є. Я, Чернуха О. Ю. Математичні моделі та експериментальні дані про поширення радіонуклідів у ґрунтах. Львів: Растр-7, 2014. 244 с.
4. Виноградська В. Д. Прогнозування забруднення сільськогосподарської продукції  $^{137}\text{Cs}$  з використанням моделі поведінки радіонукліду в системі «ґрунт-рослина». Вісник ЖНАЕУ. Загальна екологія та радіоекологія. № 2 (42), 2014. Т. 1. С. 13-20.
5. Наземцева О. Я., Лазаренко Д. О. Моделювання міграції пестицидів у ґрунтах від джерел постійного забруднення. Восточно-Европейський журнал передових технологій. № 10 (64), 2013. Т. 4. С. 12-16.
6. Лакин Г. Ф. Биометрия. Москва: Высшая школа. 1990. 352 с.
7. Тюрин Ю. П., Макаров А. А. Анализ данных на компьютере. Москва: ИНФРА-М, Финансы и статистика. 1995. 384 с.
8. Федоров В. Д., Гильманов Т. Г. Экология. Москва: МГУ, 1980. 464 с.
9. Ризниченко Г. Ю., Рубин А. Б. Математические модели биологических продукционных процессов. Москва: Изд. МГУ, 1993. 301 с.
10. Грязнов В. П. Гришин Н. Н. Разработка компьютерной системы "Экотерра" для учета экологического фактора при выработке решений. Экол. основы оптимизации урбан. и рекреацион. среды: Тез. докл. межд. раб. совещ. Тольятти, 1992. С. 33-36.

11. Лапко А. В., Крохов С. В., Ченцов С. И., Фельдман Л. А. Обучающиеся системы обработки информации и принятия решений. Новосибирск: Наука, 1996. 284 с.
12. Пегов С. А., Хомяков П. М. Моделирование развития экологических систем. Ленинград: Гидрометеиздат, 1991. 217 с.
13. Zhang W., Zhang L., Mao S., Qiu R. Migration and Stabilization of Multiple Heavy Metals in an Aged Contaminated Soil under a Constant Voltage Electric Field. *Soil and Sediment Contamination*. 2014. Vol. 23, Issue 5. P. 540-556.
14. Волоха М. П. Моделювання технологічних процесів підготовки ґрунту і насіння до сівби цукрових буряків. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. 2013. Вип. 43 (I). С. 246-252.
15. Neela Patel, Manish Thaker, Chandrika Chaudhary. Study of Some Agricultural Crop Production Planning Condition through Fuzzy Multi-Objective Linear Programming Mathematical Model. *International Journal of Science and Research (IJSR)*. 2016. Vol. 5. Issue 4. P. 1329-1332.
16. Lavanya Kumari P., Krishna Reddy G., Giridhara Krishna T. Optimum Allocation of Agricultural Land to the Vegetable Crops under Uncertain Profits using Fuzzy Multiobjective Linear Programming IOSR. *Journal of Agriculture and Veterinary Science (IOSR-JAVS)* e-ISSN: 2319-2380, p-ISSN: 2319-2372. 2014. Vol. 7, Issue 12. Ver. I. P. 19-28.
17. Ion Raluca Andreea, TurekRahoveanu Adrian. Linear Programming in Agriculture: Case Study in Region of Development South-Mountenia. *International Journal of Sustainable Economies Management*. 2012, No 1. P. 51-60.
18. Lavanya Kumari P., Vijaya Kumar K. Some aspects of Operations Research using Solver. *International Journal of Advanced Science, Engineering and Technology*. ISSN.2319-5924. 2012. Vol. 1. Issue 1. P. 8-16. URL: [www.bipublication.com](http://www.bipublication.com)
19. Nordin Hj. Mohamad, Fatimah Said. A mathematical programming approach to crop mix problem. *African Journal of Agricultural Research*. 2011. Vol. 6, No 1. P. 191-197.
20. Kadhivel. K, Balamurugan. K. Method for solving Unbalanced Assignment Problems using Triangular Fuzzy Numbers. 2013. Vol. 3. Issue 5. P. 359-363.
21. Sangeetha K., Haseena Begum H., Pavithra M. Ranking of triangular fuzzy number method to solve an unbalanced assignment problem. *Journal of Global Research in Mathematical Archives*. 2014. Vol. 2. No. 8. P. 6-11.
22. Olga Grigorenko. Involving Fuzzy Orders for Multi-Objective Linear Programming Mathematical Modelling and Analysis. 2012. Vol. 17. Issue 3. P. 366-382.
23. Bharati S.K., Nishad A.K., Singh S.R. Solution of Multi-Objective Linear Programming Problems in Intuitionistic Fuzzy Environment Proceedings of the Second International Conference on Soft Computing for Problem Solving. 2012. P. 61-171.
24. Ivokhin E. V., Almodars Barraq Subhi Kaml. Single-objective linear programming problems with fuzzy coefficients and resources. *Journal of Computational & Applied Mathematics*. 2013. No 1(111). P. 117-125.
25. Ziaee Saman, Kavand Hadis, Kalbali Elham, Soltanii Samira. The Determination of Optimal Cropping Pattern Using Mathematical Programming with an Emphasis on Sustainable Agriculture (Case Study: Boroujerd City) *J. Appl. Environ. Biol. Sci.*, 4(3s). 2014. P. 21-25.
26. Salah R. Agha, Latifa G. Nofal, Hana A. Nassar. Multi-criteria governmental crop planning problem based on an integrated AHP-PROMETHEE approach *International Journal of Applied Management Science*. 2012. Vol. 4, Issue 4. URL: DOI: 10.1504/IJAMS.2012.049926
27. Bharati S. K., Singh S. R. Intuitionistic Fuzzy Optimization Technique in Agricultural Production Planning: A Small Farm Holder Perspective *International Journal of Computer Applications (0975 – 8887)*. 2014. Vol. 89. No 6. P. 17-23.
28. Bharati S. K., Singh S.R. Solving Multi-Objective Linear Programming Problems Using Intuitionistic Fuzzy Environment Optimization Method: a Comparative Study. *International Journal of Modeling and Optimization*. 2014. URL: DOI: 10.7763/IJMO.2014.V4.339.
29. Dubey Dipti, Chandra Suresh, Mehra Aparna. Fuzzy linear programming under interval uncertainty based on IFS representation. *Fuzzy Sets and Systems*. 2012. Vol. 188. No 1. P. 68-87.
30. Nachammai, A. L., Thangaraj, P. Solving intuitionistic fuzzy linear programming problem by using similarity measures. *European Journal of Scientific Research*. 2012. Vol. 72. No 2. P. 204-210.
31. Nagoorgani, P.K. A new approach on solving intuitionistic fuzzy linear programming problem. *Applied Mathematical Sciences*. 2012. Vol. 6. No 70. P. 3467-3474.
32. Sinha P. Analysis of optimal crop combination under limited resource allocation: Goal programming approach to smallholder farmers in North Bihar, Ph. D. Thesis, Banasthali University India. 2013.
33. Савченко В. В., Синявский А. Ю. Изменение биопотенциала и урожайности сельскохозяйственных культур при предпосевной обработке семян в магнитном поле. *Вестник ВИЭСХ*. 2013. №2(11). С. 33–37.
34. Хомяков Д. М., Хомяков П. М. Основы системного анализа. Москва: Изд-во мех.-мат. ф-та. МГУ, 1996. 107 с.
35. Карпук Л. М., Присяжнюк О.І. Математичні моделі росту та розвитку рослин цукрових буряків залежно від кліматичних факторів. *Цукрові буряки*. 2014. № 6. С. 13–15.
36. Карпук Л.М., Крикунова О.В., Присяжнюк О.І., Поліщук В.В. Моделювання процесів росту та розвитку буряків цукрових залежно від комплексного впливу кліматичних факторів. *Збірник наукових праць “Агробіологія”*. 2014. Вип. 2 (113). Біла Церква. С. 26-29.
37. Карпук Л. Prysiazhnyuk O. Construction of multiple regressive models of sugar beet growth and development. *Вісник Харківського національного аграрного університету*. Вип. 2. Харків, 2014. С. 74–82.

#### REFERENCES

1. Vergunova, I. M. (2008). *Matematychni modeli poverhnevogo zabrudnennja u gruntah* [Mathematical models of sub-soil contamination in soil]. Kyiv, NNC «IAE», 148 p.
2. Baljuk, S. A., Medvedjev, V. V. (2012). *Ekologichnyj stan gruntiv Ukrainy* [Ecological state of Ukrainian soil]. *Ukrain's'kyj geografichnyj zhurnal* [Ukrainian Geographical Journal], no. 2, pp. 38–42.

3. Goncharuk, V. Je., Ljance, G. T., Chaplja, Je. Ja, Chernuha, O. Ju. (2014). Matematychni modeli ta eksperymental'ni dani pro posherennja radionuklidiv u gruntah [Mathematical models and experimental data on the entrainment of radionuclides in soils]. L'viv, Rastr-7, 244 p.
4. Vynograd'ska, V. D. (2014). Prognozuvannja zabrudnennja sil'skogospodars'koi' produkciij 137Cs z vykorystannjam modeli povedinky radionuklidu v systemi «grunt-roslyna» [Prediction of contamination of agricultural products 137Cs using the model of behavior of radionuclide in the system "soil-plant"]. Bulletin ZHNAEU. Zagal'na ekologija ta radioekologija [General ecology and radioecology], no. 2 (42), Vol. 1, pp. 13-20.
5. Nazemceva, O. Ja., Lazarenko, D. O. (2013). Modeljuvannja migracij' pestycydiv u gruntah vid dzherel postijnogo zabrudnennja [Simulation of migration of pesticides in soils from sources of constant pollution]. Vostochno-Evropejskij zhurnalпередовых технологий [Eastern-European Journal of Enterprise Technologies], no. 10 (64), Vol. 4, pp. 12-16.
6. Lakin, G. F. (1990). Biometrija [Biometrics]. Moscow, High school, 352 p.
7. Tjurin, Ju. P., Makarov, A. A. (1995). Analiz dannyh na komp'jutere [Analysis of data on the computer]. Moscow, INFRA-M, Finances and statistics, 384 p.
8. Fedorov, V. D., Gil'manov, T. G. (1980). Jekologija [Ecology]. Moscow, MSU, 464 p.
9. Riznichenko, G. Ju., Rubin, A. B. (1993). Matematicheskie modeli biologicheskikh produkcionnyh processov [Mathematical models of biogeochemical protective protozoa]. Moscow, Moscow State University Publishing House, 301 p.
10. Grjaznov, V. P. Grishin, N. N. (1992). Razrabotka komp'juternoj sistemy "Jekoterra" dlja ucheta jekologicheskogo faktora pri vyrabotke reshenij [The development of the "Ekoterra" system for the calculation of the eco-logical factor in the production of solutions]. Jekol. osnovy optimizacii urban. i rekreac. sredy: Tez. dokl. mezhd. rab. Soveshh [Ecological basics optimization of urban and recreational environment: Theses of the reports of the international working partnership]. Tolyatti, pp. 33-36.
11. Lapko, A. V., Krohov, C. V., Chencov, C. I., Fel'dman, L. A. (1996). Obuchajushhiecja sistemy obrabotki informacii i prinjatija reshenij [Influencing systems of information and decision making]. *Novosibirsk*, Science, 284 p.
12. Pegov, C. A., Homjakov, P. M. (1991). Modelirovanie razvitiija jekologicheskikh sistem [Modulation of the development of eco-logical systems]. Leningrad, *Gidrometeoizdat*, 217 p.
13. Zhang, W., Zhang, L., Mao, S., Qiu, R. Migration and Stabilization of Multiple Heavy Metals in an Aged Contaminated Soil under a Constant Voltage Electric Field. *Soil and Sediment Contamination*. 2014, Vol. 23, Issue 5, pp. 540-556.
14. Voloha, M. P. (2013). Modeljuvannja tehnologichnyh procesiv pidgotovky g'runtu i nasinnja do sivby cukrovych burjakiv [Modeling of technological processes of preparation of soil and seeds for the sowing of sugar beets]. Konstrujuvannja, vyrobnyctvo ta ekspluatacija sil'skogospodars'kyh mashyn [Design, Production and Exploitation of Agricultural Machines]. Issue 43 (I), pp. 246-252.
15. Neela, Patel, Manish, Thaker, Chandrika, Chaudhary. Study of Some Agricultural Crop Production Planning Condition through Fuzzy Multi-Objective Linear Programming Mathematical Model. *International Journal of Science and Research (IJSR)*. 2016, Vol. 5, Issue 4, pp. 1329-1332.
16. P. Lavanya, Kumari, G. Krishna, Reddy, T. Giridhara, Krishna. Optimum Allocation of Agricultural Land to the Vegetable Crops under Uncertain Profits using Fuzzy Multiobjective Linear Programming IOSR. *Journal of Agriculture and Veterinary Science (IOSR-JAVS)* e-ISSN: 2319-2380, p-ISSN: 2319-2372. 2014, Vol. 7, Issue 12, Ver. I, pp. 19-28.
17. Ion Raluca, Andreea, TurekRahoveanu, Adrian. Linear Programming in Agriculture: Case Study in Region of Development South-Mountenia. *International Journal of Sustainable Economies Management*. 2012, Vol. 1, No 1, pp. 51-60.
18. Lavanya, Kumari. P, Vijaya, Kumar.K. Some aspects of Operations Research using Solver. *International Journal of Advanced Science, Engineering and Technology*. ISSN.2319-5924. 2012, Vol. 1, Issue 1, pp. 8-16. Retrieved from: [www.bipublication.com](http://www.bipublication.com)
19. NordinHj. Mohamad, Fatimah Said (2011). A mathematical programming approach to crop mix problem. *African Journal of Agricultural Research*, Vol. 6, No 1, pp. 191-197.
20. Kadhivel, K, Balamurugan, K. Method for solving Unbalanced Assignment Problems using Triangular Fuzzy Numbers. 2013, Vol. 3, Issue 5, pp. 359-363.
21. K. Sangeetha, H. Haseena, Begum, M. Pavithra. Ranking of triangular fuzzy number method to solve an unbalanced assignment problem. *Journal of Global Research in Mathematical Archives*. 2014, Vol. 2, no. 8, pp. 6-11.
22. Olga Grigorenko. Involving Fuzzy Orders for Multi-Objective Linear Programming Mathematical Modelling and Analysis. 2012, Vol. 17, Issue 3, pp. 366-382.
23. S. K. Bharati, A. K. Nishad, S. R. Singh. Solution of Multi-Objective Linear Programming Problems in Intuitionistic Fuzzy Environment Proceedings of the Second International Conference on Soft Computing for Problem Solving. 2012, pp. 61-171.
24. E. V. Ivokhin, Almodars Barraq Subhi Kaml. Single-objective linear programming problems with fuzzy coefficients and resources. *Journal of Computational & Applied Mathematics*. 2013, no. 1(111), pp. 117-125.
25. Ziaee, Saman, Kavand, Hadis, Kalbali, Elham, Soltanii, Samira. The Determination of Optimal Cropping Pattern Using Mathematical Programming with an Emphasis on Sustainable Agriculture (Case Study: Boroujerd City) *J. Appl. Environ. Biol. Sci.*, 4(3s). 2014, pp. 21-25.
26. Salah R., Agha, Latifa G., Nofal, Hana A., Nassar. Multi-criteria governmental crop planning problem based on an integrated AHP-PROMETHEE approach *International Journal of Applied Management Science*. 2012, Vol. 4, Issue 4. Retrieved from: DOI: 10.1504/IJAMS.2012.049926
27. Bharati, S. K., Singh, S. R. Intuitionistic Fuzzy Optimization Technique in Agricultural Production Planning: A Small Farm Holder Perspective *International Journal of Computer Applications (0975 – 8887)*. 2014, Vol. 89, no. 6, pp. 17-23.
28. Bharati, S. K., Singh, S.R. Solving Multi-Objective Linear Programming Problems Using Intuitionistic Fuzzy Environment Optimization Method: a Comparative Study, *International Journal of Modeling and Optimization*. 2014. Retrieved from: DOI: 10.7763/IJMO.2014.V4.339.

29. Dubey, Dipti, Chandra, Suresh, Mehra, Aparna. Fuzzy linear programming under interval uncertainty based on IFS representation. *Fuzzy Sets and Systems*. 2012, Vol. 188, no. 1, pp. 68-87.
30. Nachammai, A. L., Thangaraj, P. Solving intuitionistic fuzzy linear programming problem by using similarity measures. *European Journal of Scientific Research*. 2012, Vol. 72, no. 2, pp. 204-210.
31. Nagoorani, P.K. A new approach on solving intuitionistic fuzzy linear programming problem. *Applied Mathematical Sciences*. 2012, Vol. 6, no.70, pp. 3467-3474.
32. Sinha, P. Analysis of optimal crop combination under limited resource allocation: Goal programming approach to smallholder farmers in North Bihar, Ph. D. Thesis, Banasthali University India. 2013.
33. Cavchenko, V. V., Sinjavskij, A. Ju. Izmenenie biopotenciala i urozhajnosti sel'skohozejajstvennyh kul'tur pri predposevnoj obrabotke semjan v magnitnom pole [The change in the biopotential and yield of agricultural crops during presowing seed treatment in a magnetic field]. *Vestnik VIJeSH [VIESH Institute Herald]*, no. 2(11), pp. 33-37.
34. Homjakov, D. M., Homjakov, P. M. (1996). *Osnovy sistemnogo analiza [The main system analysis]*. Moscow, Publishing house of the Faculty of Mechanics and Mathematics, MSU, 107 p.
35. Karpuk, L. M., Pryczajzhnjuk, O.I. (2014). Matematychni modeli rostu ta rozvytku roslyn cukrovych burjakiv zalezno vid klimatychnyh faktoriv [The mathematical methods of rooting and the development of rockling of sugar beets are dependent on climatic factors]. *Sugar beet*, no. 6, pp. 13-15.
36. Karpuk, L.M., Krykunova, O.V., Pryczajzhnjuk, O.I., Polishchuk, V.V. (2014). Modeljuvanja procesiv rostu ta rozvytku burjakiv cukrovych zalezno vid kompleksnogo vplyvu klimatychnyh faktoriv [The modeling of the production of sugar beets and the development of sugar beets is dependent on the influence of climatic factors]. *Zbirnyk naukovykh prac' "Agrobiologija" [Collected works "Agrobiology"]*. Bila Tserkva, Issue 2 (113), pp. 26-29.
37. Karpuk, L. Prysiazhnyuk, O. Construction of multiple regressive models of sugar beet growth and development. *Visnyk Harkiv'kogo nacional'nogo agrarnogo universytetu [Bulletin of Kharkiv National Agrarian University]*. Kharkiv, Issue 2, 2014, pp. 74-82.

**Применение методов системного анализа как инструмента математического моделирования в свекловодстве  
Л.М. Карпук, О.И. Присяжнюк, Г.Стасиев, В.В. Полищук, В.П. Мыколайко**

В ракурсе моделирования растительных систем основной матрицей данных для построения вычислительных алгоритмов механизмов и закономерностей функционирования посевов свекловичного севооборота является числовое выражение показателей биологических процессов, которые являются функцией адитивного действия абиотических, биотических и антропогенных факторов.

Математические модели интегрируют информацию об исследовательской системе, а именно посеvy сахарной свеклы, и объединяют в единое целое результаты отдельных исследований.

Исследования взаимосвязей, что влияют на признаки, которые формируются в процессе роста и развития сахарной свеклы поданы в виде корреляционных плеяд. Каждая точки плеяды показывает силу конкретной корреляционной связи между исследуемыми признаками и другими факторами, что на нее влияют или связаны с ней.

Между исследуемыми признаками биологических форм сахарной свеклы и другими факторами, что на них влияют установлены достоверные корреляционные связи, которые демонстрируют эффективность прохождения биологических процессов в культуре, и является функцией адитивного действия абиотических и антропогенных факторов. Это в свою очередь разрешает спрогнозировать параметры данных показателей растений сахарной свеклы с высоким уровнем точности.

Тесная корреляционная связь установлена между полевой всхожестью и густотой растений после появления полных всходов ( $r = 0,42$ ), между полевой всхожестью и массой листков на 01 июля ( $r = 0,37$ ), и обратная связь между полевой всхожестью и урожайностью -  $r = -0,37$ . Между сбором сахара, урожайностью, густотой растений перед сбором урожая и сахаристостью корнеплодов выявлено сильные позитивные корреляционные связи, соответственно ( $r = 0,95$ ), ( $r = 0,68$ ) и ( $r = 0,60$ ).

**Ключевые слова:** сахарная свекла, системный анализ, имитационное моделирование, дескриптивные модели, корреляционные плеяды, биопродуктивность.

**The use of the methods of a system analysis as a tool of mathematic modeling in beet production**

**L. Karpuk, O. Prysiazhniuk, G. Stasiev, V. Polishchuk, V. Mykolaiko**

The most typical peculiarities of the sown areas, in particular sugar beet fields, are the availability of a great number of systematized heterogeneous elements with complicated functional interrelations, which are combined in an agro-production process, aimed at getting high quality agricultural output. A comprehensive implementation of this process is supported by the solution of a set of tasks by separate elements of a system process, which are important for the achievement of the goal.

A system approach envisages the use of the three major groups of methods: field observations; field trials in natural conditions; laboratory experiments; modeling itself and simulation experiment. Field observations consist in a researcher's non-interference in the processes which take place in natural conditions. On the contrary, a laboratory experiment combines the methods in which a researcher deliberately causes changes in the system. The use of these two methods appears to be the most efficient when they are designed and carried out based on a scientific theory. Models can be a form of the expression of theoretical ideas.

Hence, the third group of the used methods includes modeling, i.e., construction, checking (verification) and improvement (optimization) of the models, as well as the interpretation of the results received with their help.

The use of complex simulation approaches is to increase the adequacy of agro-ecological predictions due to much better and more complete application of empirical data. Simulation approaches allow the formalization of any empirical data about the object with help of ECM (electronic-calculating machines - computers). Cause-effect chains in simulation approaches are not followed to the end. This makes it possible to analyze interconnections in the conditions of a large dimension and incomplete information about their structure, to use the knowledge about the subject area effectively. The structure of

simulation approaches, as a rule, includes an analytical description of an object, blocks of expert evaluations, simulation and processing of the results of the computational experiment.

Methods – prediction of bio-productivity of the fields of sugar beet crop rotation using the methods of a system analysis as a tool of mathematical modeling.

Results and discussions – researches of the interconnections which have an effect on the features that are formed during sugar beet growth and development are presented in the form of correlative series. Each point of a series shows the strength of a concrete correlative link between studied features and other factors which either influence or are connected with it.

A close correlation link is recorded between field emergence and plant density after full germination ( $r=0.42$ ), between field emergence and leaf mass on July 1 ( $r=0.37$ ), and reversed connection between field emergence and yield capacity –  $r = -0.37$ . A close correlation link was recorded between yield capacity of sugar beets and plant density before harvesting ( $r=0.69$ ); such factors as leaf mass ( $r=0.41-0.42$ ), sum of active temperatures ( $r= 0.34$ ), precipitation ( $r= -0.33$ ), particularly recorded on August 1 and September 1, also had an impact on yield capacity formation, an average correlation link was found between them.

The following factors influenced sugar content in sugar beets: plant density before harvesting ( $r=0.42$ ), root crop mass before harvesting ( $r=0.33$ ), yield capacity ( $r=0.34$ ), precipitation on July 1 ( $r=0.46$ ), HTC (hydro-thermal coefficient) on July ( $r=0.44$ ), i.e., an average positive correlation was recorded between these studied features. Strong positive correlation links were found between sugar yield, yield capacity, plant density before harvesting and sugar content of root crops, ( $r=0.95$ ), ( $r=0.68$ ) and ( $r=0.60$ ), respectively.

**Key words:** sugar beets, system analysis, simulation approach, descriptive models, correlative series, bio-productivity.

Надійшла 10.04.2018 р.

УДК 633.34:632.954:631.811.98

КАРПЕНКО В.П., д-р с.-г. наук

ІВАСЮК Ю.І., ПРИТУЛЯК Р.М., ЧЕРНЕГА А.О., кандидати с.-г. наук

Уманський національний університет садівництва

## ФОРМУВАННЯ ЛИСТКОВОЇ ПОВЕРХНІ РОСЛИН СОЇ І СУМИ ХЛОРОФІЛІВ ЗА ІНТЕГРОВАНОЇ ДІЇ ГЕРБІЦИДУ ТА БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ

Підвищення врожайності сільськогосподарських культур відбувається за рахунок поліпшення умов інтенсивності та ефективності фотосинтезу, в якому першочергове значення відіграє наростання площі листкової поверхні та забезпеченість її продуктами фотосинтезу, які є основним джерелом для повноцінного функціонування рослинного організму.

Наводяться результати досліджень із вивчення впливу різних норм гербіциду Фабіан, внесеного окремо та сумісно із регулятором росту рослин Регоплант на фоні передпосівної обробки насіння Регоплантом і мікробним препаратом Ризобіфит, на формування площі листкової поверхні рослин сої та вмісту в листках суми хлорофілів *a* і *b*. Проведеними дослідженнями доведено, що формування оптимального за площею листкового апарату є результатом оптимізації функціонування симбіотичної азотфіксуючої системи *Glycine max* (L.) Merr. – *Bradyrhizobium japonicum* на фоні знищення в посівах сеgetальної рослинності.

Застосування оптимальної композиції препаратів забезпечує зростання вмісту суми хлорофілів *a* і *b* у листках сої, чим створює більш сприятливі умови для проходження в рослинах фізіолого-біохімічних процесів, у тому числі й фотосинтетичних. Встановлено, що найбільша площа листкової поверхні сої з найвищим вмістом суми хлорофілів *a* і *b* (у досліджувані фази розвитку рослин сої) формуються за обробки посівів гербіцидом Фабіан (90 г/га) у баковій суміші з регулятором росту рослин Регоплант (50 мл/га) на фоні передпосівної обробки насіння Регоплантом (250 мл/т) і Ризобіфитом (100 мл/т).

**Ключові слова:** соя, гербіцид, регулятор росту рослин, мікробний препарат, площа листкової поверхні (ПЛП), сума хлорофілів (Хл *a+b*).

**Постановка проблеми.** Інтегроване застосування гербіцидів і біологічних препаратів потребує подальшого всебічного вивчення. Зокрема, необхідно підвищити рівень теоретичних знань про вплив даних сумішей на рослинний організм, глибше дослідити природу і механізм їх дії на фізіолого-біохімічні, морфологічні та анатомічні зміни в культурних рослинах. Значну увагу слід приділити питанням впливу симбіотичної азотфіксації на фізіологічні зміни у рослинах, дослідженню шляхів сприйняття рослиною екзогенних та ендогенних сигналів, а також їх трансформації у відповідні фізіологічні реакції, які лежать в основі життєдіяльності рослин, формуванні високої продуктивності посівів і якості врожаю [1].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Активність симбіотичної системи бобових культур залежить від ефективності роботи фотосинтетичного апарату рослин, тобто забезпеченості

її продуктами фотосинтезу, які є для неї джерелом енергії. У свою чергу рослини трансформують продукти азотфіксації, які використовуються рослиною-господарем, для формування надземної маси [2, 3], водночас дефіцит азоту зумовлює формування неповноцінного фотосинтетичного апарату з низькою інтенсивністю фотосинтезу [4–6].

В останні роки сформувались чіткі уявлення про залежність, спрямованість і продуктивність фотосинтезу від низки факторів, у тому числі й гербіцидів [7, 8], після застосування яких зменшується рівень забур'яненості посівів та покращується забезпеченість рослин низкою життєво необхідних чинників [9]. Фотосинтез відбувається за безпосередньої участі азотовмісних пігментів – хлорофілів *a* і *b*. Вченими встановлено, що гербіциди різних класів, внесених як окремо, так і сумісно з біопрепаратами, суттєво впливають на вміст основних фотосинтетичних пігментів у листках сільськогосподарських культур [10–13], проте для інтенсифікації фотосинтетичної активності можуть використовуватись і біопрепарати, які виявляють позитивний вплив на вміст хлорофілів у листках [14].

**Мета дослідження** – встановити вплив різних норм гербіциду, регулятора росту рослин і мікробного препарату на формування площі листків сої та вмісту в них суми хлорофілів *a* і *b*.

**Матеріал і методика досліджень.** Досліди закладали в умовах дослідного поля Уманського НУС у триразовому повторенні систематичним методом упродовж 2013–2015 рр. У посівах сої сорту Романтика вивчали дію гербіциду Фабіан WG (імазетапір, 450 г/кг + хлорімурон-етил, 150 г/кг), обприскування яким проводили у фазу 2–3-х справжніх листків культури у нормах 90, 100 та 110 г/га окремо і в сумішах з регулятором росту рослин Регоплант (збалансована композиція біологічно активних сполук: амінокислот, аналогів фітогормонів, олігосахаридів, жирних кислот, хелатних і біогенних мікроелементів) у нормі 50 мл/га. Цей же регулятор використовували для передпосівної обробки насіння в нормі 250 мл/т. Ризобофіт (бактеріальна суспензія для інокуляції насіння сої *Bradyrhizobium japonicum* штам М8 титр  $3 \times 10^9$  життєздатних бактерій на г препарату) застосовували для обробки насіння перед сівбою в нормі 100 мл на гектарну норму насіння. Детальну схему досліду, норми застосування та способи внесення препаратів наведено у таблицях.

Площу листової поверхні визначали з використанням висічок [15], вміст у листках хлорофілів та їх співвідношення визначали спектрофотометричним методом з наступним перерахунком за допомогою формул [16].

**Основні результати дослідження.** Підвищення врожайності сільськогосподарських культур відбувається за рахунок поліпшення умов інтенсивності та ефективності фотосинтезу [17–19], в якому першочергове значення відіграє наростання площі листової поверхні та накопичення нею органічної речовини [20–22]. Регулювання площі листового апарату рослин може бути досягнуто створенням оптимальної структури посівів. Водночас фотосинтетичний апарат рослин досить чутливий до дії різних чинників, тому сумісне застосування хімічних і біологічних препаратів може мати істотний вплив на формування його розмірів [23, 24]. Зважаючи на це, доцільним було встановити вплив інтегрованого застосування препаратів різної фізіологічної дії на формування площі листової поверхні рослин сої.

У результаті виконаних досліджень встановлено, що площа листків посівів сої у роки проведення досліджень змінювалась залежно від виду, норм та способів внесення препаратів (табл. 1). Так, у фазу бутонізації у контролі I (без застосування препаратів і ручних прополювань) загальна ПЛП становила 11,8 тис. м<sup>2</sup>/га. Застосування ручних прополювань упродовж вегетаційного періоду (контроль II) забезпечило збільшення ПЛП відносно контролю I на 13 %. Посходове застосування регулятора росту рослин Регоплант у нормі 50 мл/га сприяло незначному зростанню ПЛП (на 0,4 тис. м<sup>2</sup>/га), що обумовлювалось значною присутністю в посівах сегетальної рослинності.

За обробки рослин сої гербіцидом Фабіан 90, 100 та 110 г/га ПЛП зростала відносно контролю I на 5; 3 та 1 % відповідно. За сумісного застосування гербіциду Фабіан 90–110 г/га з Регоплантом 50 мл/га наростання ПЛП відносно контрольного варіанта (I) становило 25–20 %. За передпосівної обробки насіння сумішшю мікробного препарату Ризобофіт 100 мл з регулятором росту рослин Регоплант 250 мл/т показник ПЛП зростав проти контрольного варіанта (I) на 4,6 тис. м<sup>2</sup>/га за НІР<sub>05</sub> 0,12 тис. м<sup>2</sup>/га. За посходового внесення гербіциду Фабіан 90–110 г/га по фоні найбільша ПЛП формувалась за норми 90 г/га, що перевищувало контроль I відповідно у

фазу бутонізації на 29–22 %, за сумісного застосування тих же норм гербіциду Фабіан з Регоплантом 50 мл/га по фоні Ризобофіт 100 мл з Регоплантом 250 мл/га – на 39–34 % відповідно.

Таблиця 1 – Формування площі листкової поверхні рослин сої залежно від дії гербіциду Фабіан, регулятора росту рослин Регоплант і мікробного препарату Ризобофіт (середнє за три роки)

Варіант досліджу	Фаза		
	бутонізація	початок цвітіння	завершення цвітіння – початок утворення бобів
Без застосування препаратів (контроль I)	11,8	26,0	21,2
Ручні прополовання упродовж вегетаційного періоду (контроль II)	13,3	28,1	22,2
Регоплант 50 мл/га	12,2	30,0	24,2
Фабіан 90 г/га	12,4	29,6	24,1
Фабіан 100 г/га	12,1	29,2	23,9
Фабіан 110 г/га	11,9	29,0	23,4
Фабіан 90 г/га + Регоплант 50 мл/га	14,8	33,4	26,0
Фабіан 100 г/га + Регоплант 50 мл/га	14,5	32,6	25,7
Фабіан 110 г/га + Регоплант 50 мл/га	14,2	32,4	25,5
Ризобофіт 100 мл + Регоплант 250 мл/т (фон)	15,0	35,4	27,1
Фон + Регоплант 50 мл/га	15,7	36,2	28,1
Фон + Фабіан 90 г/га	15,2	37,2	29,3
Фон + Фабіан 100 г/га	14,7	36,5	28,7
Фон + Фабіан 110 г/га	14,4	36,1	28,5
Фон + Фабіан 90 г/га + Регоплант 50 мл/га	16,4	39,7	31,6
Фон + Фабіан 100 г/га + Регоплант 50 мл/га	16,3	39,2	31,2
Фон + Фабіан 100 г/га + Регоплант 50 мл/га	15,8	38,7	30,1
<i>HIP<sub>05</sub></i>	<i>0,12</i>	<i>0,18</i>	<i>0,56</i>

Формування найбільшої ПЛП у цих варіантах досліджу узгоджується із зменшенням рівня забур'яненості посівів, за рахунок усунення конкурентних відносин між компонентами агроценозу [25, 26].

У фазу початку цвітіння сої спостерігалось найінтенсивніше наростання ПЛП, що пов'язано з загальною активізацією ростових процесів рослин сої у цю фазу розвитку. Водночас, у порівнянні з фазою початку цвітіння, у фазу завершення цвітіння – початок утворення бобів відбувалось незначне зменшення ПЛП, що пов'язано з поступовим відмиранням листків у нижніх ярусах. Посходове внесення регулятора росту рослин Регоплант 50 мл/га сприяло наростанню ПЛП до контролю I на 15 % у фазу початку цвітіння та на 14 % – у фазу завершення цвітіння – початок утворення бобів. Із збільшенням норми гербіциду Фабіан з 90 до 110 г/га спостерігалось зменшення ПЛП на 14–10 % відносно контролю I. Сумісне застосування Фабіану 90–110 г/га з Регоплантом 50 мл/га забезпечувало наростання ПЛП відносно контрольного варіанта (I) у фазу початку цвітіння на 29–24 % та – 26–29 % – у фазу завершення цвітіння – початок утворення бобів.

За використання передпосівної обробки насіння сумішшю мікробного препарату Ризобофіт 100 мл з регулятором росту рослин Регоплант 250 мл/т наростання ПЛП у фазу початку цвітіння перевищувало контроль на 36 %, у фазу завершення цвітіння – початок утворення бобів – на 28 %. ПЛП, яка сформувалась за внесення Регопланту 50 мл/га по фоні передпосівної обробки насіння була на рівні внесення гербіциду Фабіан 100 г/га і перевищувала показники контрольного варіанта (I) на 39 і 33 % відповідно до фаз розвитку.

Внесення гербіциду Фабіан у нормах 90–110 г/га по фоні передпосівної обробки насіння мікробним препаратом Ризобофіт 100 мл з регулятором росту рослин Регоплант 250 мл/т забезпечувало зростання ПЛП відносно контрольного варіанта (I) на 43–39 % у фазу початку цвітіння та 38–34 % – у фазу завершення цвітіння – початок утворення бобів.

Найінтенсивніше ПЛП рослин сої формувалась у фазах початку цвітіння та завершення цвітіння – початок утворення бобів у варіанті сумісного внесення гербіциду Фабіан 90–110 г/га з Регоплантом 50 мл/га на фоні передпосівної обробки насіння сумішшю Ризобофіту 100 мл й Регопланту 250 мл/т, що перевищувало показники контролю I на 53–49 % та 49–42 % відповідно.

Фотосинтез відбувається за безпосередньої участі азотовмісних пігментів – хлорофілів *a* і *b* [27, 28]. Вченими встановлено, що гербіциди різних класів, внесені як окремо, так і сумісно з

біопрепаратами, суттєво впливають на вміст основних фотосинтетичних пігментів у листках сільськогосподарських культур [29, 30].

Аналізуючи вміст Хл  $a+b$  у листках сої у фазу бутонізації (табл. 2), можна зазначити, що за використання для обробки насіння перед сівбою мікробного препарату Ризобофіт 100 мл з регулятором росту рослин Регоплант 250 мл/т він перевищував показники контролю I на 8 %.

Таблиця 2 – Вміст суми хлорофілів  $a$  і  $b$  у листках сої за дії гербіциду Фабіант, регулятора росту рослин Регоплант і мікробного препарату Ризобофіт (середнє за три роки, мг/г сирової маси)

Варіант досліджу	Фаза		
	бутонізація	початок цвітіння	завершення цвітіння – початок утворення бобів
Без застосування препаратів (контроль I)	1,089	2,267	1,664
Ручні прополювання упродовж вегетаційного періоду (контроль II)	1,105	2,275	1,691
Регоплант 50 мл/га	1,115	2,287	1,731
Фабіан 90 г/га	1,123	2,270	1,770
Фабіан 100 г/га	1,117	2,267	1,771
Фабіан 110 г/га	1,112	2,262	1,768
Фабіан 90 г/га + Регоплант 50 мл/га	1,147	2,292	1,820
Фабіан 100 г/га + Регоплант 50 мл/га	1,143	2,288	1,810
Фабіан 110 г/га + Регоплант 50 мл/га	1,138	2,279	1,801
Ризобофіт 100 мл + Регоплант 250 мл/т (фон)	1,163	2,618	1,979
Фон + Регоплант 50 мл/га	1,176	2,631	2,024
Фон + Фабіан 90 г/га	1,178	2,625	2,070
Фон + Фабіан 100 г/га	1,177	2,622	2,066
Фон + Фабіан 110 г/га	1,175	2,617	2,051
Фон + Фабіан 90 г/га + Регоплант 50 мл/га	1,192	2,645	2,108
Фон + Фабіан 100 г/га + Регоплант 50 мл/га	1,187	2,643	2,094
Фон + Фабіан 110 г/га + Регоплант 50 мл/га	1,185	2,639	2,084

Внесення Фабіану у нормах 90–110 г/га по фоні використання біологічних препаратів забезпечило зростання досліджуваного показника на 8–7 % відповідно проти контрольного варіанта I.

Водночас найвищий вміст Хл  $a+b$  у листках сої відмічено за використання для передпосівної обробки насіння суміші Ризобофіту (100 мл) із Регоплантом (250 мл/т) за наступного обприскування посівів Фабіаном (90 г/га) з Регоплантом (50 мл/га), що на 9 % перевищувало показники контролю I. Аналіз одержаних даних із вмісту Хл  $a+b$  в листках сої продемонстрував подібну залежність впливу досліджуваних норм гербіциду Фабіан і біологічних препаратів Ризобофіт й Регоплант і у фазу початок цвітіння рослин. Так, у середньому за роки досліджень за дії Фабіану 90–110 г/га вміст Хл  $a+b$  у листках сої відносно контролю I майже не змінювався. Водночас за комплексного використання Фабіану 90–110 г/га з Регоплантом 50 мл/га перевищення за вмістом Хл  $a+b$  відносно контролю I складало 0,025–0,012 мг/г сирової маси. У середньому за три роки експериментальних досліджень найвищі показники вмісту Хл  $a+b$  у пігментному колексі формувалися у варіантах комбінованої обробки насіння сумішшю препаратів Ризобофіт 100 мл і Регоплант 250 мл/т за наступної обробки посівів сумішшю Фабіану 90 г/га й Регопланту 50 мл/га, де перевищення контрольного варіанта (I) складало 17 % відповідно.

Дослідження накопичення хлорофілів  $a$  і  $b$  в листках рослин сої у фазу завершення цвітіння – початок утворення бобів показало зниження вмісту хлорофілів у порівнянні з попередньою фазою за одночасного їх зростання відносно контрольного варіанта (I). Так, за використання Фабіану 90–110 г/га вміст суми хлорофілів  $a+b$  зростає відносно контрольного варіанта (I) на 9–8 %. За сумісного застосування Фабіану 90–110 г/га з Регоплантом 50 мл/га вміст суми хлорофілів із наростанням норми внесення гербіциду знижувався, проте перевищення відносно контролю I також коливалось у межах 9–8 %.

Використання Ризобофіту 100 мл з Регоплантом 250 мл/т для обробки насіння з наступною обробкою посівів Регоплантом 50 мл/га забезпечило дещо вищі показники вмісту суми хлорофілів у листках сої відносно комплексного застосування мікробного препарату і регулятора росту рослин для передпосівної обробки насіння, де сума хлорофілів зростала відносно контрольного варіанта (I) на 19 %.

Найвищі показники зі вмісту хлорофілів простежувались у листках сої за використання Фабіану 90–110 г/га сумісно з Регоплантом 50 мл/га по фоні Ризобіфит 100 мл з Регоплантом 250 мл/т, де перевищення відносно контролю І суми хлорофілів складало 26–25 %.

**Висновки.** 1. Встановлено, що за використання композиції Ризобіфит (100 мл) з Регоплантом (250 мл/т) + Фабіан (90 г/га) з Регоплантом (50 мл/га) відбувається формування оптимального за площею листкового апарату, що є результатом оптимізації функціонування симбіотичної азотфіксувальної системи *Glycine max* (L.) Merr. – *Bradyrhizobium japonicum* на фоні зниження в посівах сегетальної рослинності.

2. Сумісне використання Ризобіфиту з Регоплантом для обробки насіння перед сівбою та сумісне внесення по даному фоні Фабіану з Регоплантом забезпечує зростання вмісту суми хлорофілів *a* і *b* в листках сої, чим створює більш сприятливі умови для проходження в рослинах фізіолого-біохімічних процесів, у тому числі й фотосинтетичних.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Грицаєнко З. М., Карпенко В. П. Фізіолого-біохімічні та анатомо-морфологічні механізми формування високої продуктивності ячменю ярого за комплексної дії гербіцидів різних класів і ристрегулюючих препаратів. Основи біологічного рослинництва в сучасному землеробстві: зб. наук. пр. УНУС. Умань, 2011. С. 25–38.
2. Мельничук Т. Н., Шерстобоев Н. К., Пархоменко Т. Ю. Отбор и изучение ассоциативных микроорганизмов. Современное состояние и перспективы развития микробиологии и биотехнологии: мат. междунар. конф. (Минск–Раков, 1–2 июня 2006 г.). Минск–Раков, 2006. С. 61–63.
3. Soybean Physiology and Biochemistry / edited by H.A. El-Shemy InTech, 2011. 498 p.
4. Soil Microbiology, Ecology and Biochemistry: 4th Edition / edited by E.A. Paul Academic Press, 2015. 538 p.
5. Ted M., DeJong, D. A. Phillips Nitrogen stress and apparent photosynthesis in symbiotically grown *Pisum sativum* L. Plant Physiology. 1981, no. 68, P. 309–313.
6. Stress Responses in Plants: Mechanisms of Toxicity and Tolerance / edited by B.N. Tripathi, M. Müller Springer, 2015. 293 p.
7. Карпенко В. П., Притуляк Р. М. Вплив гербіциду Град та його бакових сумішей з регулятором росту рослин Радостим на фотосинтетичні показники рослин тритикале озимого. Актуальные научные исследования в современном мире: сб. науч. тр. Переяслав-Хмельницкий, 2015. Вып. 2. С. 120–122.
8. Plant Chemical Biology / edited by D. Audenaert, P. Overvoorde Wiley, 2014. 321 p.
9. Андрианова Ю. Е., Тарчевский И. А. Хлорофилл и продуктивность растений. М.: Наука, 2000. 135 с.
10. Chlorophyll / edited by E. Jacob-Lopes, L.Q. Zepka, M.I. Queiroz. ExLi4EvA, 2017. 130 p.
11. Applied Photosynthesis / edited by M.M. Najafpour. New Progress. InTech, 2016. 228 p.
12. Plant Image Analysis. Fundamentals and Applications / edited by S.D. Gupta, Y. Ibaraki. CRC Press, 2015. 410 p.
13. Грицаєнко З. М., Заболотний О. І. Вплив сумісного застосування гербіциду Базис із Зеастимуліном і Рексоліном на фізіологічні процеси в рослинах кукурудзи. Карантин і захист рослин. Київ, 2006. №5. С. 18–19.
14. Пономаренко С. Біостимуляція в рослинництві – український прорив. Аграрний тиждень. Київ, 2010. №16. С. 13.
15. Грицаєнко З. М., Грицаєнко А. О., Карпенко В. П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. К.: Нічлава. 2003. 320 с.
16. Фізіологія рослин / О. В. Войцехівська та ін.; за заг. ред. Т. В. Паршикової. Луцьк: Терен, 2010. 420 с.
17. Дідова В. Г. Фотосинтетична активність і продуктивність льону-довгунця залежно від позакореневого підживлення. Вісник аграрної науки. Київ, 2010. Вып. 2. С. 240–245.
18. Photosynthesis / edited by Z. Dubinsky. ExLi4EvA, Croatia, 2013. 379 p.
19. Photosynthesis: Structures, Mechanisms, and Applications / edited by H.J.M. Hou, M.M. Najafpour, G.F. Moore, S.I. Allakhverdiev. Springer International Publishing AG, 2017. 424 p.
20. Дерев'янський В. П. Біологізація живлення та захисту сої від хвороб. Карантин і захист рослин. Київ, 2012. № 2. С. 6–8.
21. Handbook of Analysis of Active Compounds in Functional Foods / edited by L.M.L. Nollet, F. Toldra. CRC Press Taylor & Francis Group, 2012. 924 p.
22. OMICS: Applications in Biomedical, Agricultural, and Environmental Sciences / edited by D. Barh, V. Zambare, V. Azevedo. Taylor & Francis Group, 2013. 695 p.
23. Дробітько О. М. Продуктивність фотосинтезу і урожайність сої залежно від просторового і кількісного розміщення рослин в агроценозі. Вісник аграрної науки Причорномор'я. Миколаїв, 2007. Вып. 2. С. 240–245.
24. Jahns P., Holzwarth A.R. The role of the xanthophyll cycle and of lutein in photoprotection of photosystem II. Biochimica et Biophysica Acta. 2012, Vol. 1817, Is. 1, P. 182–193
25. Біологічні основи інтегрованої дії гербіцидів і регуляторів росту рослин / Карпенко В. П. та ін.; за ред. В.П. Карпенка. Умань: Видавець «Сочінський», 2012. 357 с.
26. Cobb A. H., Reade J.P.H. Herbicides and Plant Physiology. Second edition. Wiley-Blackwell, 2010. 286 p.
27. Грицаєнко З. М., Карпенко В. П. Вплив бакових сумішей АГАТУ–25К з Лінтуром на вміст фотосинтетичних пігментів у листках ярого ячменю. Біологіческие препараты в растениеводстве: мат. между. конф. «Modern concepts in agriculture» (Киев, 10–13 июня 2008 г. ). Киев, 2008. С. 82–83.
28. Plant Growth / edited by E.C. Rigobelo. InTech, 2016. 230 p.
29. Amarjit Basra. Plant Growth Regulators in Agriculture and Horticulture: Their Role and Commercial Uses. CRC Press, 2000. 264 p.

30. Shimizu Kazuyuki. Metabolic Regulation and Metabolic Engineering for Biofuel and Biochemical Production. CRC Press, 2017. 408 p.

#### REFERENCES

1. Grycajenko, Z.M., Karpenko, V.P. (2011). Fiziologo-biohimichni ta anatomo-morfologichni mehanizmy formuvannja vysokoi' produktyvnosti jachmenju jarogo za koleksnoi' dii' gerbicydiv riznyh klasiv i ristreguljujuchyh preparativ [Physiological and biochemical and anatomic-morphological mechanisms of formation of high productivity of barley for the collecting action of herbicides of various classes and of the riggers]. Zbirnyk naukovih prac' Umans'kogo NUS: «Osnovy biologichnogo roslynnyctva v suchasnomu zemlerobstvi» [Collection of scientific works of UNUS: "Bases of biological plant growing in modern agriculture"], pp. 25–38.
2. Mel'nychuk, T.N., Sherstoboev, N.K., Parhomenko, T.Ju. (2006). Selection and study of associative microorganisms. Sovremennoe sostojanie i perspektivy razvitija mikrobiologii i biotekhnologii: Mat. Mezhdunarodnoj konferencii, Minsk – Rakov. [Mat. Int. Conference "Current state and prospects for the development of microbiology and biotechnology"]. Minsk-Rakov, pp.61–63.
3. El-Shemy, H.A. (Ed.). (2011). Soybean Physiology and Biochemistry. InTech, 498 p.
4. Paul, E.A. (2015). Soil Microbiology, Ecology and Biochemistry. 4th Edition. Academic Press, 538 p.
5. Ted, M., DeJong, D.A. Phillips Nitrogen stress and apparent photosynthesis in symbiotically grown *Pisum sativum* L. Plant Physiol. 1981, no. 68, pp. 309–313.
6. Tripathi, B.N., Müller, M. (2015). Stress Responses in Plants: Mechanisms of Toxicity and Tolerance. Springer, 293 p.
7. Karpenko, V.P., Prituljak, R.M. (2015). Vpliv gerbicide Grad ta jogo bakovih sumishej z reguljatorom rostu roslin Radostim na fotosintetichni pokazniki roslin tritikale ozimogo [Effect of herbicide Grad and its tank mixes with plant growth regulator Joy on photosynthetic indices of plants of winter triticale]. Sb. nauch. tr. – Perejaslav-Hmel'nickij [Collection of scientific works of Perejaslav-Hmel'nickij], Issue 2, pp. 120–122.
8. Audenaert, D., Overvoorde, P. (2014). Plant Chemical Biology. Wiley, 321 p.
9. Andrianova, Ju. E., Tarchevskij, I. A. (2000). Hlorofill i produktivnost' rastenij [Chlorophyll and plant productivity]. Moscow, Science, 135 p.
10. Jacob-Lopes, E., Zepka, L.Q., Queiroz, M.I. (Eds.). (2017). Chlorophyll. ExLi4EvA, 130 p.
11. Najafpour, M.M. (2016). Applied Photosynthesis – New Progress. InTech, 228 p.
12. Gupta, S.D., Ibaraki, Y. (2015). Plant Image Analysis. Fundamentals and Applications. CRC Press, 410 p.
13. Gricajenko, Z.M., Zabolotnij, O.I. Vpliv sumisnogo zastosuvannja gerbicide Bazis iz Zeastimulinom i Reksolinom na fiziologichni procesi v roslinah kukurudzi [Effect of Co-administration of Herbicide Basis with Zeastimulin and Rexolin on Physiological Processes in Corn Plants]. Karantin i zahist roslin [Quarantine and plant protection], 2006, no 5, pp. 18–19.
14. Ponomarenko, S. Biostimuljacija v roslinnictvi – ukrai'ns'kij proriv [Biostimulation in plant growing - Ukrainian breakthrough]. Agrarnij tizhden' [Agrarian week], 2010, no. 16. pp. 13.
15. Gricajenko, Z.M., Gricajenko, A.O., Karpenko, V.P. (2003). Metodi biologichnih ta agrohimičnih doslidzen' roslin i hruntiv [Methods of biological and agrochemical studies of plants and soils]. Kyiv, Nichlava, 320 p.
16. Vojcehiv'ska, O.V., Kapustjan, A.V., Kosik, O.I., Parshikova, T.V. (2010). Fiziologija roslin [Plant physiology]. Luc'k, Teren, 420 p.
17. Didova, V.G. Fotosintetichna aktivnist' i produktivnist' l'ouu dovguncja zalezno vid pozakorenevo pidzhivlennja [Photosynthetic activity and productivity of flax depending on foliar fertilization]. Visnik. agr. nauki [Bulletin. agr. science], 2010, Issue 2, pp. 240–245.
18. Dubinsky, Z. (2013). Photosynthesis. ExLi4EvA, Croatia, 379 p.
19. Hou, H.J.M., Najafpour, M.M., Moore, G.F., Allakhverdiev, S.I. (2017). Photosynthesis: Structures, Mechanisms, and Applications. Springer International Publishing AG, 424 p.
20. Derev'jans'kij, V.P. Biologizacija zhivlennja ta zahistu soi' vid hvorob [Biologization of nutrition and protection of soybeans from diseases]. Karantin i zahist roslin [Quarantine and plant protection], 2012, no 2, pp. 6–8.
21. Nollet, L.M.L., Toldra, F. (2012). Handbook of Analysis of Active Compounds in Functional Foods. CRC Press Taylor & Francis Group, 924 p.
22. Barh, D., Zambare, V., Azevedo, V. (2013). OMICS: Applications in Biomedical, Agricultural, and Environmental Sciences. Taylor & Francis Group, 695 p.
23. Drobit'ko, O.M. Produktivnist' fotosintezu i urozhajnist' soi' zalezno vid prostorovogo i kil'kisnogo rozmishhennja roslin v agrocenozi [Productivity of photosynthesis and yield of soybeans depending on the spatial and quantitative placement of plants in agrocenosis]. Visnik agr. nauki Prichornomor'ja [Bulletin of agr. science of the Black Sea region]. 2007. Issue 2, pp. 240–245.
24. Jahns, P., Holzwarth, A.R. The role of the xanthophyll cycle and of lutein in photoprotection of photosystem II. Biochimica et Biophysica Acta 2012, no 1817, Issue 1, pp. 182–193
25. Karpenko, V.P., Gricajenko, Z.M., Prituljak, R.M., Karpenko, V.P. (2012). Biologichni osnovi integrovanoi' dii' gerbicydiv i reguljatoriv rostu roslin [Biological bases of integrated action of herbicides and plant growth regulators]. Uman', Vidavec' «Sochins'kij», 357 p.
26. Cobb, A.H., Reade, J.P.H. (2010). Herbicides and Plant Physiology. Second edition. Wiley-Blackwell, 286 p.
27. Gricajenko, Z.M., Karpenko, V.P. Vpliv bakovih sumishej AGATU–25K z Linturom na vmist fotosintetichnih pigmentiv u listkah jarogo jachmenju [Effect of tank mixes by AGAT-25K with Lintur on the content of photosynthetic pigments in leaves of spring barley]. Biologicheskie preparaty v rastenievodstve: Mat. mezhd. konf. «Modern concepts in agriculture» [Biological preparations in plant growing: Mat. intern conf. "Modern concepts in agriculture"]. Kyiv, 2008. pp. 82–83.
28. Rigobelo, E.C. (2016). Plant Growth. InTech, 230 p.

29. Amarjit, Basra. (2000). Plant Growth Regulators in Agriculture and Horticulture: Their Role and Commercial Uses. CRC Press, 264 p.

30. Shimizu, Kazuyuki. (2017). Metabolic Regulation and Metabolic Engineering for Biofuel and Biochemical Production. CRC Press, 408 p.

**Формирование листовой поверхности растений сои и суммы хлорофиллов при интегрированном действии гербицидов и биологических препаратов**

**В.П. Карпенко, Ю.И. Ивасюк, Р.М. Притуляк, А.О. Чернега**

Повышение урожайности сельскохозяйственных культур происходит за счет улучшения условий интенсивности и эффективности фотосинтеза, в котором первостепенное значение играет нарастание площади листовой поверхности и обеспеченность ее продуктами фотосинтеза, которые являются основным источником для полноценного функционирования растительного организма.

Приводятся результаты исследований по изучению влияния различных норм гербицида Фабиан, внесенного отдельно и совместно с регулятором роста растений Регоплант на фоне предпосевной обработки семян Регоплантом и микробным препаратом Ризобифит, на формирование площади листовой поверхности растений сои и содержания в листьях суммы хлорофиллов *a* и *b*. Проведенными исследованиями доказано, что формирование оптимального по площади листового аппарата является следствием оптимизации функционирования симбиотической азотфиксирующей системы *Glycine max* (L.) Merr. – *Bradyrhizobium japonicum* на фоне уничтожения в посевах сеgetальной растительности.

Применение оптимальной композиции препаратов обеспечивает рост содержания суммы хлорофиллов *a* и *b* в листьях сои, чем создает более благоприятные условия для прохождения в растениях физиолого-биохимических процессов, в том числе и фотосинтетических. Установлено, что наибольшая площадь листовой поверхности сои с высоким содержанием суммы хлорофиллов *a* и *b* (в исследуемые фазы развития растений сои) формируются при обработке посевов гербицидом Фабиан (90 г/га) в баковой смеси с регулятором роста растений Регоплант (50 мл/га) на фоне предпосевной обработки семян Регоплантом (250 мл/т) и Ризобифитом (100 мл/т).

**Ключевые слова:** соя, гербицид, регулятор роста растений, микробный препарат, площадь листовой поверхности (ППП), сумма хлорофиллов (Хл *a+b*).

**Formation of soybean plant leaf surface and chlorophyll amount under integrated herbicide and biological products influence**

**V. Karpenko, Yu. Ivasiuk, R. Prytuliak, A. Chernega**

Integrated application of herbicides and biological products requires further thorough study. In particular, it is necessary to raise the level of theoretical knowledge about the influence of these mixtures on the plant organism, to deeply explore the nature and mechanism of their action on physiological and biochemical, morphological and anatomical changes in cultivated plants. Considerable attention should be paid to the effects of symbiotic nitrogen fixation on physiological changes in plants, to the study of ways of perception by the plant of exogenous and endogenous signals and their transformation into the corresponding physiological reactions that underlie the life of plants, the formation of high productivity of crops and the quality of the crop.

The increase in crop yields is due to the improvement of the conditions of intensity and effectiveness of photosynthesis, in which the growth of the area of the leaf surface and the provision of its photosynthesis products, which are the main source for the proper functioning of the plant organism, is of primary importance. In recent years, clear ideas have been formed on the dependence, direction and productivity of photosynthesis on a number of factors, including herbicides, which reduce the level of perennial crops and improve the supply of plants by a number of vital factors. Photosynthesis occurs with the direct participation of nitrogen containing pigments – chlorophylls *a* and *b*. It has been established that herbicides of different classes, introduced separately and in combination with biological products, significantly affect the content of the main photosynthetic pigments in crop leaves, but biologics that can positively influence the content of chlorophylls in the leaves can also be used to intensify photosynthetic activity.

The purpose of this study is to determine the influence of various standards of herbicide Fabian made for the backdrop of the microbiological product Risobofit, for various ways of using the plant growth regulator Regoplant to form the area of soybean leaves and the amount of chlorophyll *a* and *b* in them.

The experiments were laid in the experimental field of the Uman NUH in a three-time repetition by a systematic method during 2013-2015. In Romantyka soybean herbs, the Fabian WG herbicides were studied in the norms of 90, 100 and 110 g/ha and the plant growth regulator Regoplant – 50 ml/ha. The same regulator was used for pre-sowing seed treatment at a rate of 250 ml/t. Risobofit was used to treat seeds before sowing in the normal range of 100 ml per hectare of seed.

The article presents the results of the research on the effects of different rates of herbicide Fabian, introduced separately and in conjunction with plant growth regulators Regoplant for the background pre-treatment of seeds Regoplantom and microbial preparations Ryzobofit, the formation of leaf surface of the soybean plants, and content in the leaves of the amount of chlorophyll *a* and *b*. Conducted studies have shown that the formation of leaf optimal system is the result of optimization of symbiotic systems nitrogen fixing *Glycine max* (L.) Merr. – *Bradyrhizobium japonicum* for the background of the destruction of seedlings vegetation.

As a result of the conducted studies, it was established that the area of leaves of soybean crops during the years of the research varied depending on the type, norms and methods of input of products. It is established that during the use of Risobofit (100 ml) with Régoplant (250 ml/t) + Fabian (90 g/ha) with Régoplant (50 ml/ha) composition, the optimal area of the leaf apparatus is formed, which results from the optimization of the functioning of the symbiotic nitrogen fixation *Glycine max* (L.) Merr system. – *Bradyrhizobium japonicum* for the background of the destruction of seedlings vegetation. The highest indices of the area of the leaf surface were formed in the phases, the beginning of flowering and the end of flowering

– the beginning of the formation of beans in the option of coexistence of a herbicide Fabian 90-110 g/ha with a regroplant 50 ml/ha on the background of pre-seed treatment with 100 ml Risbofyte mixture and 250 mg/t, which exceeded the control indicators by 53-49 % and 49-42 %, respectively.

The consistent use of Risbofyte with Régoplant for seed treatment before sowing and the consistent application of this background Fabian with Régoplant provides an increase in the content of chlorophyll *a* and *b* in soybean leaves, which creates more favorable conditions for the passage of physiological and biochemical processes, including photosynthetic, in plants. The highest levels of chlorophyll content were observed in soybean leaves for using Fabian 90-110 g/ha in combination with a regroplant of 50 ml/ha in the background of Risbofit 100 ml with a regroplant of 250 ml/t, where the excess over control and the sum of chlorophylls was 26-25 %.

Application of the optimal composition of preparations provides an increase in the area of the leaf surface of soybean plants with an optimal content of the amount of chlorophylls *a* and *b*, which creates more favorable conditions for the passage of physiological and biochemical processes, including photosynthetic, in plants.

**Key words:** soybean, herbicide, plant growth regulator, microbial product, leaf area (LA), chlorophyll content (Chl *a* + *b*).

Надійшла 10.04.2018 р.

УДК 573.6:581.143.6:635

СТОРОЖИК Л.І., д-р с.-г. наук

ВОЙТОВСЬКА В.І., канд. с.-г. наук

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України

## СТВОРЕННЯ ТА ЗБЕРЕЖЕННЯ КОЛЕКЦІЇ ВІВСА ЗА ВИКОРИСТАННЯ БІОТЕХНОЛОГІЧНОГО МЕТОДУ

Розроблено та проаналізовано процес депонування колекції вівса *in vitro*, залежно від генотипу, низьких позитивних температур і складу живильного середовища.

Експериментальним шляхом відпрацьовано процес депонування вівса *in vitro*. Доведено, що доцільно використовувати модифіковане живильне середовище за прописом Гамборга і Евелєга (GB) для депонування активної колекції вівса з додаванням БАП – 0,3 мг/л, цукрози – 50,0 г/л. Визначено вплив цитокінінів і вуглеводів та підібрано їх оптимальні концентрації у складі живильного середовища. Дослідженнями встановлено, що недоцільно використовувати для вівса кінетин незалежно від концентрацій, тому, що він забезпечує утворення додаткових пагонів, що не бажано в даному процесі. Експериментально доведено, що за концентрації цукрози 70–80 г/л у складі живильного середовища, культуральні рослини вівса мають висоту 16–25 см та кількість пагонів досягає 12–15 шт., але під час довготривалого зберігання, понад 6 місяців, вони стають більш пригніченими та спостерігається вищий відсоток уражених некрозом рослин. Визначено, що в складі живильного середовища найефективнішими були концентрації цукрози 40 і 50 г/л, які дозволяють отримати меншу кількість пагонів від 5 до 7 штук та висоту культуральних рослин вівса від 7 до 9 см.

Встановлено, що для зберігання вихідного матеріалу вівса упродовж 12 місяців найоптимальнішою позитивною температурою є +10 °С, яка забезпечує виживання рослин до 69,5 %.

**Ключові слова:** живильне середовище, температурний режим, концентрації, цитокініни, вуглеводи, тривалість зберігання.

**Постановка проблеми.** У світі стрімко зріс інтерес до вівса і його площі на сьогодні займають уже п'яте місце після таких цінних культур як пшениця, кукурудза, рис, ячмінь [1]. Для створення сортів вівса з комплексом господарсько цінних ознак важлива система знань про мінливість і закономірності спадкування кожної ознаки, їх генетичну природу, кореляційні зв'язки та відпрацювання селекційних процесів для отримання як генетично-ідентичних так і змінених форм рослинних матеріалів. Тому, для отримання цінного матеріалу усе частіше використовують біотехнологічні методи, які дозволяють прискорювати процеси отримання вихідного матеріалу, а також забезпечують їх довготривале збереження. На сьогодні селекціонери для отримання цінного матеріалу культур усе частіше застосовують біотехнологічні методи, які прискорюють процеси отримання вихідного матеріалу.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У селекції вівса ярого розрізняють чотири основні напрями використання: кормове зернове, харчове зернове, кормове укісне і пасовищне. Овес посівний поділяється на плівчасті та голозерні форми. Сорти вівса, що знаходяться в реєстрі сортів рослин України, належать до двох різновидів (*mutica* і *aurea*) [2].

Овес ярий посівний належить до основних культур, що вирощуються на зернофуражні, кормові цілі та для виробництва продуктів харчування. Оптимальне поєднання в зерні вівса білків

(9–19 %), жирів (3–6 %), крохмалю (40–45 %), клітковини (8–9 %) і вуглеводів, а також наявність необхідних для людини вітамінів, мікроелементів, антиоксидантів, стиролів та інших біологічно активних компонентів дозволяє назвати його повноцінним продуктом харчування [3].

Широко використовується овес і в лікувальних цілях. За останні роки в зерні і зеленій масі вівса відкриті унікальні сполуки під назвою *avenatramides* (вівсяні аміди) – це група поліфенольних алкалоїдів з антиоксидантними властивостями, які захищають організм від пошкодження клітинних мембран, запобігають раковим і серцевим захворюванням, віковим змінам, зменшують запальні процеси у м'язах за інтенсивних навантажень.

Овес є цінною культурою для сівозміни через здатність перешкоджати поширенню грибкових захворювань, кореневих гнилей. Завдяки добре розвиненій кореневій системі він росте на ґрунтах різних типів і серед зернових культур відзначається високою здатністю давати оптимальний урожай на бідних за родючістю ґрунтах [1, 3].

На сьогодні в Реєстрі сортів рослин України знаходиться більше 30 сортів вівса. Однак, у літературі відсутні дані про створення активної колекції вівса *in vitro* та довготривале зберігання вихідних матеріалів цієї культури. Актуальність питання з вивчення умов та створення колекції культуральних рослин вівса не викликає сумнівів, тому що ці матеріали можуть слугувати джерелом пришвидшення традиційного селекційного процесу.

Проте, деякі культури після декількох пасажів втрачають здатність до клонування і коефіцієнт їх розмноження знижується вдвічі, та виникає потреба вводити вихідний матеріал знову [4, 5].

Тому усе частіше є необхідність збереження матеріалу *in vitro*. За використання певних умов культивування, депонування є тим способом, який забезпечує консервування та збереження вихідних генотипів культури упродовж тривалого часу без процесу пересаджування [6, 7]. Перевага даного методу полягає в тому, що він дозволяє значно знизити витрати на оздоровлення рослин, які вегетативно розмножуються, забезпечити збереження цінних форм, сортів і видів рослин. Для створення колекції не потрібно ні великої кількості садивного матеріалу, ні великих площ. Колекція захищена від негативних впливів біотичних і абіотичних факторів [8, 9, 10, 11].

Для збереження генофонду *in vitro* можуть бути використані: суспензійні культури клітин; калусні культури; пилок і пильники; культура меристем пагонів; ізольовані коріння; зародки; вирощування асептично цілих рослин. Існують методичні підходи для вирішення проблеми збереження генофонду зберігання біологічних об'єктів, не порушуючи процесів росту (пересадочні колекції) зберігання за уповільнення або повної зупинки росту (депонування колекцій, криозбереження). Пересадочні колекції – це колекції, які підтримуються шляхом регулярних субкультивувань. Недоліки пересадочних колекцій: 1) можливі зміни колекційних об'єктів; 2) трудомісткість; 3) необхідність значних витрат; 4) за тривалого субкультивування знижується здатність до регенерації цілої рослини. Депонування колекцій – збереження колекцій без частих пересадок [12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21].

Сьогодні для культур розробляються способи депонування колекцій спрямовані на подовження періоду між пересадками об'єктів. Існує кілька способів, що лімітують ріст *in vitro*: зниження температури, за якої відбувається культивування (+1 – +10 °С) – найбільш доступний і широко поширений спосіб; внесення в живильне середовище для культивування речовин, які здатні уповільнювати зростання (осмотики: маніт, сорбіт, підвищення концентрації сахарози) або речовини гормональної природи і ретарданти (абсцизова кислота, гідрозид малеїнова кислота, хлорхолінхлорид); зміна складу атмосферного повітря – гіпоксія, зниження атмосферного тиску до 0,5 мм рт.ст. [22, 21, 23, 24, 25, 26].

Однак для кожної культури, сорту або навіть генотипу необхідно індивідуально визначити умови депонування. Тому **метою роботи** було створення оптимальних умов для формування та довготривалого збереження активної колекції вівса за розробки складу живильного середовища з вмістом різних мінеральних та гормональних компонентів, яке забезпечуватиме економічно доцільне збереження рослинного матеріалу *in vitro*.

**Матеріал та методика досліджень.** Дослідження проводили в секторі культури тканини і клітин *in vitro* відділу генетики і цитології біоенергетичних культур Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України.

Інструменти та матеріали, посуд і живильні середовища та отриманий цифровий матеріал оброблено згідно із загальноприйнятими методиками і методами [27, 28, 29, 30, 31].

Для депонування були використані культуральні рослини вівса селекційних зразків № 493 – 27; № 477 – 5; № 399 – 38; № 425 – 19 та сорти Декамерон і Дарунок.

Збереження матеріалу вівса проводили на живильних середовищах за прописами Мурасіге і Скуга MS (контроль 1) та Гамборга і Евелега GB або B5 (контроль 2), які були використані як стандарти. У живильні середовища додавали цитокініни: 6-фурфуриламінопурин (кінетин) і 6-бензиламінопурин (6-БАП) та вуглеводи: цукроза і глюкоза. Концентрації залежно від варіантів для цитокінінів варіювали від 0,1–0,5 мг/л, а вуглеводів від 30–80 г/л. Активну колекцію вівса зберігали та вивчали упродовж 12 місяців у культуральних приміщеннях за низьких позитивних температур залежно від варіанта + 6–16 °С та інтенсивності освітлення 2000 лк, відносно вологості 65–70 %. Визначали та фіксували середній щомісячний приріст (см), кількість сформованих пагонів (шт.), період активного росту рослин вівса (діб), відсоток збережених рослин (%), відмічали загальний стан рослин: здорові (%), інфіковані (%), некрози (%) [30, 31, 32].

**Основні результати дослідження.** Для збереження рослинного матеріалу *in vitro* здебільшого використовують депонування. За дотримання певних умов культивування, депонування є тим способом, який забезпечує збереження вихідних генотипів протягом тривалого часу без пересаджування.

Для депонування були використані культуральні рослини вівса різного селекційного напрямку в неукорінену стані.

Нами були проведені дослідження з удосконалення складу живильного середовища для депонування. За контроль були обрані середовища за прописами Мурасіге і Скуга MS та Гамборга і Евелега GB. Слід відзначити, що для зберігання вівса найкращим виявилось середовище Гамборга і Евелега GB (контроль). Культуральні рослини вівса висаджували на живильні середовища з додаванням 6-фурфуриламінопурин (кінетин) та 6-бензиламінопурин (6 – БАП) в концентрації від 0,1–0,5 мг/л.

Аналіз отриманих даних дозволяє констатувати, що концентрація БАП–0,3 мг/л, яка була введена в живильне середовище, є найоптимальнішою, а збільшення концентрації БАП до 0,5 мг/л призводило до більш активного пагоноутворення вівса, що є недопустимим у процесі збереження колекції вівса *in vitro* (рис.1). Дослідженнями встановлено, що концентрація БАП 0,1 і 0,2 мг/л не впливала на пагоноутворення вівса. Однак слід відмітити, що за введення цитокінінів у живильне середовище, результати отримані суперечливі. Так у сортах Декамерон і Дарунок, які знаходились під номерами 5 і 6 вплив цитокінінів був несуттєвий на відміну від селекційних зразків № 493 – 27; № 477 – 5; № 399 – 38; № 425 – 19. Встановлено, що недоцільно використовувати для вівса кінетин незалежно від концентрацій, тому що він забезпечує утворення додаткових пагонів.

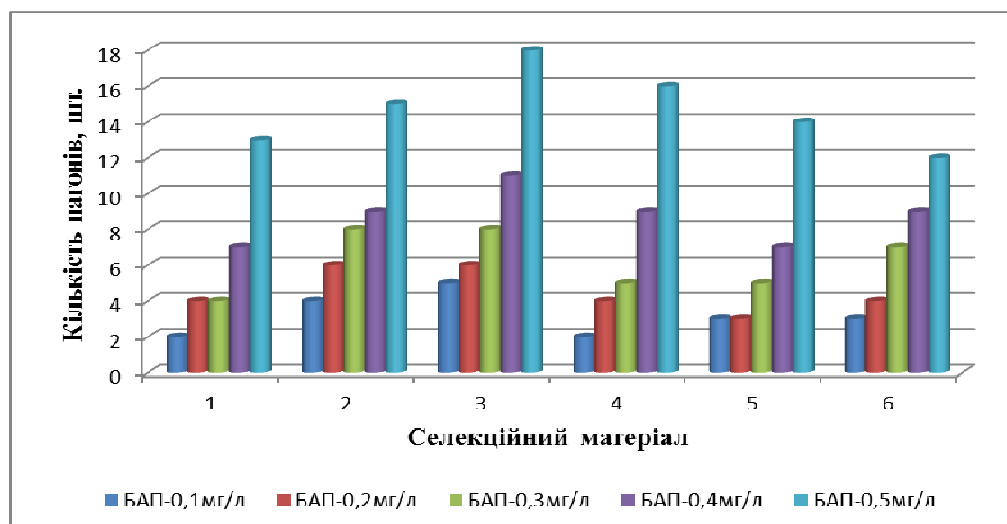


Рис.1. Вплив цитокінінів на пагоноутворення колекції вівса *in vitro*.

У живильне середовище окрім цитокінінів для тривалого зберігання рослин вівса вводили і вуглеводи. Ці речовини дозволяють уповільнювати розростання рослинного матеріалу та позитивно впливають на загальний стан рослин в цілому.

З літературних джерел відомо, що найбільш широко для депонування використовують цукрозу і глюкозу за різних концентрацій [33, 34]. Тому, нами було введено в живильне середовище цукрозу і глюкозу за концентрацій від 30 до 80 г/л.

Експериментально доведено, що незалежно від концентрацій глюкози, порівняно із цукрозою показники висоти і кількості пагонів були вищими, що недоцільно за депонування колекції вівса (рис. 2). Тому, вважаємо, що глюкозу вводити до складу живильного середовища у якості вуглеводного живлення рослин не доцільно.

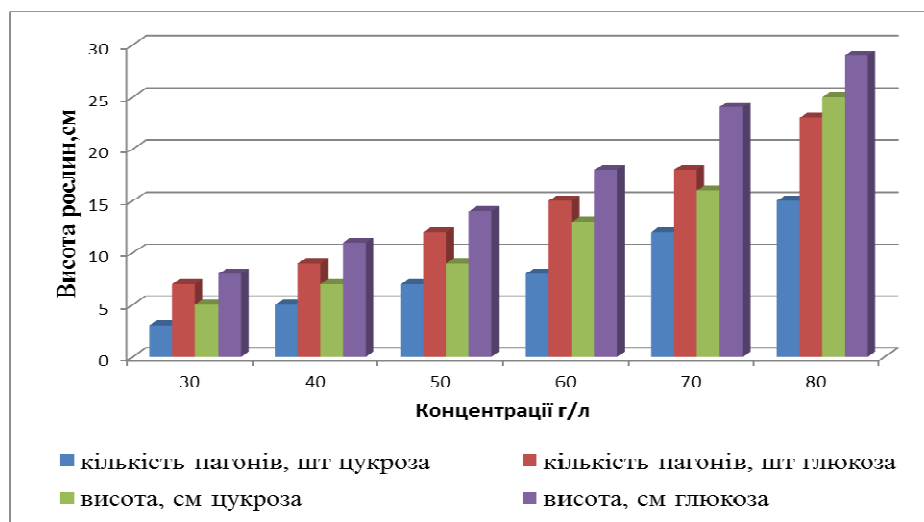


Рис. 2. Вплив цукрози за різних концентрацій на висоту рослин та кількість новоутворених пагонів вівса.

Встановлено, що за концентрації цукрози 70–80 г/л культуральні рослини вівса мають висоту 16–25 см та кількість пагонів 12–15 шт., але під час довготривалого зберігання, вже після 6 місяців, вони стають більш пригніченими та спостерігається вищий відсоток уражених некрозом рослин. Доведено, що найефективнішими концентраціями цукрози є 40 і 50 г/л, які дозволяють отримати меншу кількість пагонів від 5 до 7 штук та висоту культуральних рослин вівса 7–9 см.

Отже, для зберігання рослинного матеріалу у живильному середовищі необхідно збільшувати концентрацію цукрози до 40,0–50,0 г/л та зменшувати кількість БАП до 0,3 мг/л.

Одним із важливих факторів депонування рослин слід відмітити і вплив низьких позитивних температур. Аналізуючи літературні дані з даного питання, які вивчались на інших культурах, рекомендують використовувати температурні режими від +6 до +16 °С [35, 36].

Для досліджень нами було обрано температурні режими від +6 до +16 °С, за яких вивчали стан та період збереження рослинного матеріалу (табл. 1).

Найнижчі показники висоти рослин 3–5 см, приросту  $0,5 \pm 0,1$  та  $0,5 \pm 0,2$  см, кількість пагонів 1–2 шт., активного росту 10–12 діб отримані за температур +6 і +8 °С. Встановлено, що за цих температурних режимів вихідний матеріал вівса *in vitro* за довготривалого зберігання дозволяє рослинам в подальшому проходити стадію яровизації, що є небажаним явищем за депонування.

Аналіз даних вказує, що за температурного режиму +10 °С, було досягнуто незначного приросту  $0,8 \pm 0,2$  см, висоти рослин 7 см, а кількість пагонів становила 3–4 шт., що є найоптимальнішим із досліджуваних варіантів. Високий відсоток збережених культуральних рослин вівса відмічено на 8 та 10 місяцях зберігання, і цей показник становив – 89 і 82 % відповідно. Експериментальним шляхом досліджено, що за температури +10 та +8 і +6 °С за чотири місяці депонування рослинний матеріал був у не змінному стані і зберігся на 100 %, однак після тривалішого збереження відбулось істотне зниження кількості рослинного матеріалу.

За температурних режимів +14 °С і +12 °С та 65 і 55 діб активного росту вівса висота рослин становила 10–12 см, приріст досягав  $1,3 \pm 0,3$  і  $1,0 \pm 0,2$  см. Збереженого матеріалу за даних режимів отримано на рівні 42 та 45 % культуральних рослин після 12 місяців зберігання.

Слід відмітити, що відсоток рослин у період збереження різко знижувався після 10 місяців депонування майже на всіх досліджуваних варіантах.

За температурного режиму + 16 °С усі досліджувані показники були значно вищими порівняно з іншими варіантами, а відсоток збереженого матеріалу становив лише 31 %. Тому використання температури +16 °С та вище не рекомендується для довготривалого збереження колекції вівса.

Таблиця 1 – Вживання культуральних рослин вівса за низьких позитивних температур і періоду збереження колекції *in vitro*

№ з/п	Температура, °С	Висота рослин, см	Приріст, см	Кількість пагонів, шт.	Активний ріст рослин, діб	Рослин, % за період збереження, місяці				
						4	6	8	10	12
1	16	15	15±0,5	9-12	75	93,2	78	54,5	48,2	31
2	14	12	1,3±0,3	5-7	65	97,8	86	70	65	42
3	12	10	1,0±0,2	5-6	55	98,9	89	80	67	45
4	10	7	0,8±0,2	3-4	25	100	93	89	82	69,5
5	8	5	0,5±0,2	1-2	12	100	85	78	50	40
6	6	3	0,5±0,1	1	10	100	80	72	48	36

Одним із найважливіших показників у депонуванні є відсоток збережених рослин після 12 місяців культивування, через інфікування та некроз рослинного матеріалу. Слід відмітити, що сорти Декамерон і Дарунок мали найнижчий відсоток інфікованих рослин від 0,6 до 1,2 % та найвищий відсоток здорових рослин вівса – 69,0 та 69,5 % відповідно. Встановлено, що найнижчу кількість здорових культуральних рослин вівса 66,0 % отримано у лінії № 493 – 27 і найвищий відсоток інфікованих некрозом – 7,8 та 1,2 % відповідно (табл. 2).

Таблиця 2 – Стан активної колекції вівса після 12 місяців культивування

№ з/п	Селекційний матеріал	Стан рослин, %		
		здорові	інфіковані	некроз
1	№ 493-27	66,0	7,8	1,2
2	№ 477- 5	66,8	6,2	0,5
3	№ 399-38	68,5	5,1	1,0
4	№ 425-19	67,3	3,4	0,8
5	Декамерон	69,0	1,2	-
6	Дарунок	69,5	0,6	-

Дослідженнями встановлено, що на період збереження активної колекції вівса *in vitro* впливають різні фактори. Найвищий відсоток має фактор В – температурний режим, лише на 2 % нижчий фактор А – вплив живильного середовища з мінеральними та гормональними компонентами. Найнижчий відсоток становить фактор С – вплив селекційного матеріалу на збереження колекції вівса (рис. 3).

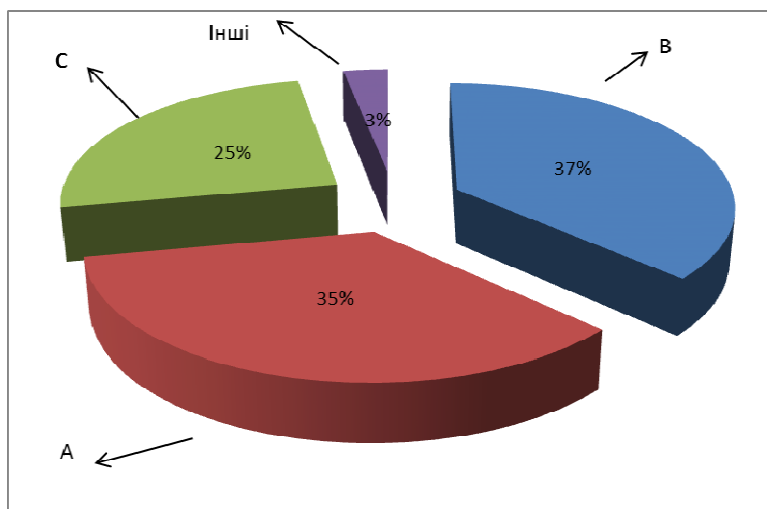


Рис. 3. Частка впливу різних факторів на збереження активної колекції вівса *in vitro*.

Примітка: Фактор А – живильне середовище; Фактор В – температурний режим; Фактор С – селекційний матеріал.

Таким чином, депонування слід здійснювати за використання рослин вівса, отриманих *in vitro*, які висаджуються в неукорінену стані на модифіковане живильне середовище за прописом Гамборга і Евелега, у яке введено цукрозу – 40,0–50,0 мг/л, БАП – 0,1–0,3 мг/л. Термін депонування становить до 5 місяців без некрозу, а кількість новоутворених пагонів досягає 3–4 штук.

Усі селекційні матеріали вівса після депонування упродовж 12 місяців були перенесені в оптимальні умови культивування. В подальшому рослини використовували для клонального мікророзмноження та укорінення. За проходження даного процесу було встановлено інтенсивне наростання новоутворених пагонів та ризогенез, це дозволяє констатувати ефективність розробленого методу довготривалого збереження вівса *in vitro* (рис. 4).

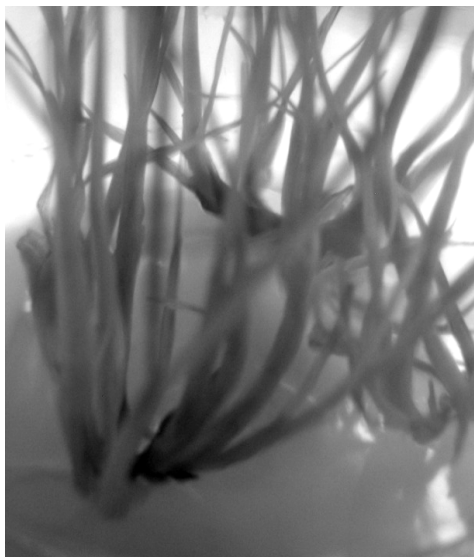


Рис. 4. Рослини вівса на депонуванні.

Отже, депонування забезпечується за сукупності індивідуально підібраних умов для кожної культури, таких як освітлення, температурний режим, стан рослини, живильне середовище з додаванням різних мінеральних та гормональних компонентів, що дозволяє надати довготривале та економічно доцільне збереження рослинного матеріалу вівса.

**Висновки.** Створення та довготривале збереження активної колекції вівса в *in vitro* можливо за використання біотехнологічних методів. Розроблений метод депонування забезпечує за сукупності індивідуально підібраних умов, таких як освітлення, температурний режим, живильне середовище з додаванням різних мінеральних та гормональних компонентів, довготривале та економічно доцільне збереження активної колекції вівса.

Встановлено, що доцільно використовувати модифіковане живильне середовище за прописом Гамборга і Евелега (GB) для депонування вівса з додаванням БАП – 0,3 мг/л, цукрози – 50,0 г/л.

Для оптимального росту і розвитку рослин у живильному середовищі необхідно збільшувати концентрацію цукрози та зменшувати концентрацію цитокінінів, яка дозволяє отримати меншу кількість пагонів та висоту культуральних рослин вівса, що позитивно впливає на довготривале збереження колекції *in vitro*.

Для зберігання вихідного матеріалу упродовж 12 місяців найоптимальнішою позитивною температурою є +10 °С, яка забезпечує виживання рослин вівса до 69,5 %.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Станкевич Г. М., Коропенко С. В. Голозерний овес – перспективна культура для комбікормової галузі. *Хранение и переработка зерна*. 2008. № 7. С. 42–44.
2. Овес – стан та ефективність виробництва, нові сорти і можливості / Черчель В. Ю. та ін. *Селекція і насінництво*. 2014. Вип. 106. С. 183–190.
3. *Економіка виробництва зерна (з основами організації і технології виробництва)* : монографія / Бойко В. І. та ін. за ред. В. І. Бойка. Київ : ННЦ ІАЕ, 2008. 400 с.
4. Белокурова В. Б. Методи біотехнології в системі заходів зі збереження біорізноманіття рослин. *Цитология и генетика*. 2012. Т. 44, № 3. С. 58–72.
5. Шпак Л. М., Рахметов Д. Б., Левенко Б. А. Длительное хранение *Stevia rebaudiana* Bert. в культуре *in vitro*. *Проблеми експериментальної ботаніки та біотехнології*. Київ : Фітосоціоцентр, 2012. С. 58–85.
6. *Генетические банки растений: проблемы формирования, сохранения и использования* / Молканова О. И. и др. *Вестник Удмуртского ун-та. Сер. : Биология. Науки о земле*. 2010. Вып. 3. С. 33–39.
7. Biodiversity conservation and conservation biotechnology tools / Reed B. M. et al. *In Vitro Cell. Dev. Biol. Plant*. 2011. Vol. 47, Iss. 1. P. 1–4. URL: <http://dx.doi.org/10.1007/s11627-010-9337-0>
8. Engelmann F. Use of biotechnologies for the conservation of plant biodiversity. *In Vitro Cell. Dev. Biol. Plant*. 2011. Vol. 47, Iss. 1. P. 5–16. URL: <https://doi.org/10.1007/s11627-010-9327-2>
9. Rakosy-Tican E., Bors V., Szatmari A. M. In vitro culture and medium-term conservation of the rare wild species *Gladiolus imbricatus*. *Afr. J. Biotechnol.* 2012. Vol. 11. P. 14703–14712. URL: <https://doi.org/10.5897/AJB12.784>
10. Войтовська В. І., Недак Т. М., Нечепоренко Л. П. Створення колекції вівса у культурі *in vitro*. Підвищення ефективності ресурсозберігаючих технологій на зернопереробних підприємствах : тези доповідей Всеукр. наук. конф. (м. Умань, 24–25 жовтня 2013 р.). Умань : ВПЦ «Візаві», 2013. С. 54–55.
11. Сторожик Л. И., Войтовская В. И., Недак Т. Н. Вегетативное размножение сорго сахарного. *Земледелие и защита растений*. 2015. № 3. С. 18–22.

12. In vitro bank and seed collection of wild-growing plants as a tool for plant conservation and utilization in biotechnological studies. *Biotechnology and Plant Breeding Perspectives* / Belokurova V. B. et al. R. K. Behl, E. Arseniuk eds. Jodhpur, India : Agrobios (Int.), Babloo Offset, 2014. P. 219–232.
13. Коваль С. Ф., Коваль В. С., Тымчук С. М., Богуславский Р. Л. Генетические коллекции: проблемы формирования, сохранения и использования. *Цитология и генетика*. 2003. Т. 37, № 4. С. 46–53.
14. Vitrification: morphological, physiological and ecological aspects. *Cell and Tissue Culture in Forestry* / Gaspar T. et al. J. M. Bonga, O. J. Durzan eds. Dordrecht, Holland : Martinus Nijhoff Publ., 1987. Vol. I. P. 152–166.
15. Rao N. K. Plant genetic resources: Advancing conservation and use through biotechnology. *Afr. J. Biotechnol.* 2004. Vol. 3, Iss. 2. P. 136–145. URL: <https://doi.org/10.5897/AJB2004.000-2025>
16. Bairu M. W., Stirk W. A., van Staden J. Factors contributing to in vitro shoot-tip necrosis and their physiological interactions. *Plant Cell Tissue Organ Cult.* 2009. Vol. 98, Iss. 3. P. 239–248. URL: <https://doi.org/10.1007/s11240-009-9560-8>
17. Altpeter F., Posselt U. K. Improved plant regeneration from cell suspensions of commercial cultivars, breeding and inbred lines of perennial rye grass (*Lolium perenne* L.). *J. Plant Physiol.* 2000. Vol. 156, Iss. 5–6. P. 790–796. URL: [https://doi.org/10.1016/S0176-1617\(00\)80249-7](https://doi.org/10.1016/S0176-1617(00)80249-7)
18. Burgess T. L., Blazich F. A., Nash D. L. Influence of stratification, temperature, and light on seed germination of southern sea oats. *SNA Research Conference*. 2001. Vol. 46. P. 394–397.
19. Cui S. X., Wang W., Zhang C. L. Plant regeneration from callus cultures in two ecotypes of reed (*Phragmites communis* Trinius). *In Vitro Cell. Dev. Biol. Plant.* 2002. Vol. 38, Iss. 4. P. 325–329. URL: <https://doi.org/10.1079/IVP2002296>
20. Optimization of in vitro multiple shoots clump induction and plantlet regeneration of Kentucky bluegrass (*Poa pratensis*) / Hu X. R. et al. *Plant Cell Tissue Organ Cult.* 2006. Vol. 84, Iss. 1. P. 90–99. URL: <https://doi.org/10.1007/s11240-005-9009-7>
21. Valero-Aracama C., Kane M. E., Wilson S. B., Philman N. L. Genotypic differences of in vitro propagated sea oats. *SNA Research Conference*. 2002. Vol. 47. P. 357–360.
22. Photosynthetic and carbohydrate status of easy- and difficult-to-acclimatize sea oats (*Uniola paniculata* L.) genotypes during in vitro culture and ex vitro acclimatization / Valero-Aracama C. et al. *In Vitro Cell Dev. Biol.-Plant.* 2006. Vol. 42, Iss. 6. P. 572–583. URL: <https://doi.org/10.1079/IVP2006822>
23. Bhatt I. D., Dhar U. Combined effect of cytokinins on multiple shoot production from cotyledonary node explants of *Bauhinia vahlii*. *Plant Cell Tissue Organ Cult.* 2000. Vol. 62, Iss. 1. P. 79–83. URL: <https://doi.org/10.1023/A:1006450516329>
24. Grossway A., Houck C.M., Facciotti D. Potential of micromanipulation techniques for plant improvement. *Nuclear techniques and in vitro culture for plant improvement* : Proc. Int. Symp. on Nuclear Techniques and In Vitro Culture for Plant Improvement (Vienna, 19–23 Aug. 1985). Vienna : IAEA, 1986. С. 471–479.
25. Badr A., Desjardins Y. Sugar uptake and metabolism in tissue cultured potato plantlets cultured in liquid medium. *Acta Hort.* 2007. Vol. 748. P. 265–273. URL: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2007.748.36>
26. de Klerk G. J. Stress in plants cultured in vitro. *Prop. Orn. Plants.* 2007. Vol. 7, Iss. 3. P. 129–137.
27. Рябовол Л. О. Клональне мікророзмноження рослин : методичні рекомендації для проведення лабораторно-практичних занять з «Біотехнології рослин». Умань : УДАА, 2003. 18 с.
28. Кушнір Г. П., Сарнацька В. В. Мікротеклональне розмноження рослин. Теорія і практика : моногр. Київ : Наук. думка, 2005. С. 242–269.
29. Клональне мікророзмноження міскантусу : метод. рек. / Роїк М. В. та ін. Київ : Нілан-ЛТД, 2013. 24 с.
30. Визначення стійкості рослин до дії алопатично активних речовин сорго цукрового : метод. рек. / Войтовська В. І. та ін. Київ : Нілан-ЛТД, 2016. 20 с.
31. Патент на корисну модель № 85558, Україна. Спосіб клонального мікророзмноження вівса / Войтовська В. І., Нечепоренко Л. П., Недяк Т. М. (ІБКІЦБ НААН, Україна). Заяв. № U 2013 06035 від 16.05.13; Опубл. 25.11.13, Бюл. «Промислова власність». № 22.
32. Hazarika B. N. Morpho-physiological disorders in in vitro cultured plants. *Sci. Hortic.* 2006. Vol. 108, Iss. 2. P. 105–120. URL: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2006.01.038>
33. Глибовець А. О., Лашук С. О., Мазурець Л. М. Вплив стерилізуючих агентів, регуляторів росту, вуглеводів і гелюючих агентів на регенерацію повноцінних рослин хмелю при мікротеклональному розмноженні. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2012. № 3. С. 74–76. URL: [https://doi.org/10.21498/2518-1017.3\(17\).2012.58841](https://doi.org/10.21498/2518-1017.3(17).2012.58841)
34. Войтовская В. И., Сторожик Л. И., Недяк Т. Н. Оптимизация условий депонирования сорго сахарного в культуре in vitro. *Научное обеспечение картофелеводства, овощеводства и бахчеводства: достижения и перспективы* : сб. науч. тр. Междунар. науч.-практ. конф. (с. Кайнар, 11–12 декабря 2013 г.). Алматы, 2013. С. 170–173.
35. Беляєва О. Г., Юрченко С. О. Культивування рослинного матеріалу in vitro для прискорення розмноження рослин. *Наук. праці Полтавської ДАА*. 2010. Т. 7: Енергозбереження та альтернативні джерела енергії: проблеми і шляхи їх вирішення. С. 273–276.
36. Рябовол Л. О. Розробка біотехнологічних методів і використання їх для створення вихідного селекційного матеріалу цикорію коренеплідного (*Cichorium intybus* L.) та буряків цукрових (*Beta vulgaris* L.) : автореф. дис. ... д-ра с.-г. наук: 06.01.05. / ННЦ «Ін-т землеробства УААН». Київ, 2009. 40 с.

## REFERENCES

1. Stankevych, H.M., Koropenko, S.V. (2008). Holozernyi oves – perspektyvna kultura dlia kombikormovoi haluzi [Naked oat: a promising crop for complex feed production]. *Khranenie i pererabotka zerna [Grain Storage and Processing]*, no. 7, pp. 42–44.
2. Cherchel, V.Yu., Fedorenko, E.M., Aldoshyn, A.V., Solodushko, V.P., Liashenko, N.O. (2014). Oves – stan ta efektyvnist vyrobnytstva, novi sorty i mozhlyvosti [Oat: state of art and production efficiency, new varieties and opportunities]. *Seleksia i nasinnitstvo [Plant Breeding and Seed Production]*, vol. 106, pp. 183–190.
3. Boiko, V.I., Lebid, Ye.M., Rybka, V.S. et al. (2008). *Ekonomika vyrobnytstva zerna (z osnovamy orhanizatsii i tekhnologii vyrobnytstva) [The economy of grain production (with the basics of organization and production technology)]*. Kyiv, NNTs IAE, 400 p.

4. Belokurova, V.B. (2010). Metody biotekhnologii v systemi zakhodiv zi zberezhennia bioriznomanittia roslyn [Methods of biotechnology in the system of efforts for plant biodiversity preservation]. *Tsitol. Genet. [Cytol. Genet.]*, vol. 44, no. 3, pp. 58–72.
5. Shpak, L.M., Rakhmetov, D.B., Levenko, B.A. (2012). Dlitel'noe khranenie *Stevia rebaudiana* Bert. v kul'ture *in vitro* [Long-term storage of *Stevia rebaudiana* Bert. *in vitro*]. *Problemy eksperimentalnoi botaniky ta biotekhnologii [Issues of Experimental Botany and Biotechnology]*. Kyiv, Fitosotsiotsentr, pp. 58–85.
6. Molkanova, O.I., Kotorkov, O.I., Vetchenkina, E.M., Mamaeva, N.A., Vasil'eva, O.G. (2010). Geneticheskie banki rasteniy: problemy formirovaniya, sokhraneniya i ispol'zovaniya [The gene banks: problems of formation, preservation and use]. *Vestnik Udmurtskogo universiteta. Seriya: Biologiya. Nauki o zemle [Bulletin of Udmurt University. Series Biology. Earth Sciences]*, vol. 3, pp. 33–39.
7. Reed, B.M., Sarasan, V., Kane, M., Bunn, E., Pence, V.C. (2011). Biodiversity conservation and conservation biotechnology tools. *In Vitro Cell. Dev. Biol. Plant.*, vol. 47, no. 1, pp. 1–4. Retrieved from: <http://dx.doi.org/10.1007/s11627-010-9337-0>
8. Engelmann, F. (2011). Use of biotechnologies for the conservation of plant biodiversity. *In Vitro Cell. Dev. Biol. Plant.*, vol. 47, no. 1, pp. 5–16. Retrieved from: <https://doi.org/10.1007/s11627-010-9327-2>
9. Rakosy-Tican, E., Bors, B., Szatmari, A.M. (2012). *In vitro* culture and medium-term conservation of the rare wild species *Gladiolus imbricatus*. *Afr. J. Biotechnol.*, vol. 11, pp. 14703–14712. Retrieved from: <https://doi.org/10.5897/AJB12.784>
10. Voitovska, V.I., Nediak, T.M., Necheporenko, L.P. (2013). Stvorennia kolektsii vivsa u kul'turi *in vitro* [Building-up oat collection *in vitro*]. Pidvyshchennia efektyvnosti resursozberihaiuchykh tekhnologii na zernopererobnykh pidpriemstvakh: tezy dopovidei Vseukr. nauk. konf. [Increasing the efficiency of resource-saving technologies at grain processing enterprises]. Uman, VPTs "Vizavi", pp. 54–55.
11. Storozhik, L.I., Voytovskaya, V.I., Nedyak, T.N. (2015). Vegetativnoe razmnozhenie sorgo sakharного [Vegetative propagation of sugar sorghum]. *Zemledelie i zashchita rasteniy [Agriculture and Plant Protection]*, no. 3, pp. 18–22.
12. Belokurova, V.B., Kuchuk, N.V. (2014). *In vitro* bank and seed collection of wild-growing plants as a tool for plant conservation and utilization in biotechnological studies. Behl, R.K., Arseniuk, E. eds. *Biotechnology and Plant Breeding Perspectives*. Jodhpur, India, Agrobios (Int.), Babloo Offset, pp. 219–232.
13. Koval', S.F., Koval', V.S., Tymchuk, S.M., Boguslavskiy, R.L. (2003). Geneticheskie kolektsii: problemy formirovaniya, sokhraneniya i ispol'zovaniya [Genetic collections: problems of building-up, maintenance and usage]. *Tsitol. Genet. [Cytol. Genet.]*, vol. 37, no. 4, pp. 46–53.
14. Gaspar, T., Kevers, C., Debergh, P. *Vitrification: morphological, physiological and ecological aspects*. Cell and Tissue Culture in Forestry. Dordrecht, Holland : Martinus Nijhoff Publ. 1987, Vol. I, pp. 152–166.
15. Rao, N.K. Plant genetic resources: Advancing conservation and use through biotechnology. *Afr. J. Biotechnol.* 2004, Vol. 3, no. 2, pp. 136–145. Retrieved from: <https://doi.org/10.5897/AJB2004.000-2025>
16. Bairu M.W., Stirk W.A., van Staden J. Factors contributing to *in vitro* shoot-tip necrosis and their physiological interactions. *Plant Cell Tissue Organ Cult.* 2009, Vol. 98, no. 3, pp. 239–248. Retrieved from: <https://doi.org/10.1007/s11240-009-9560-8>
17. Altpeter, F., Posselt, U.K. Improved plant regeneration from cell suspensions of commercial cultivars, breeding and inbred lines of perennial rye grass (*Lolium perenne* L.). *J. Plant Physiol.* 2000, Vol. 156, no. 5–6, pp. 790–796. Retrieved from: [https://doi.org/10.1016/S0176-1617\(00\)80249-7](https://doi.org/10.1016/S0176-1617(00)80249-7)
18. Burgess, T.L., Blazich, F.A., Nash D.L. Influence of stratification, temperature, and light on seed germination of southern sea oats. *SNA Research Conference*. 2001, Vol. 46, pp. 394–397.
19. Cui, S.X., Wang, W., Zhang, C.L. Plant regeneration from callus cultures in two ecotypes of reed (*Phragmites communis* Trinius). *In Vitro Cell. Dev. Biol. Plant.* 2002, Vol. 38, no. 4, pp. 325–329. Retrieved from: <https://doi.org/10.1079/IVP2002296>
20. Hu, X.R., Yang, A.F., Zhang, K.W., Wang, J., Zhang, J.R. Optimization of *in vitro* multiple shoots clump induction and plantlet regeneration of Kentucky bluegrass (*Poa pratensis*). *Plant Cell Tissue Organ Cult.* 2006, Vol. 84, no. 1, pp. 90–99. Retrieved from: <https://doi.org/10.1007/s11240-005-9009-7>
21. Valero-Aracama, C., Kane, M.E., Wilson, S.B., Philman, N.L. Genotypic differences of *in vitro* propagated sea oats. *SNA Research Conference*. 2002, Vol. 47, pp. 357–360.
22. Valero-Aracama, C., Kane, M.E., Wilson, S.B., Vu, J.C., Anderson, J., Philman, N.L. Photosynthetic and carbohydrate status of easy- and difficult-to-acclimatize sea oats (*Uniola paniculata* L.) genotypes during *in vitro* culture and *ex vitro* acclimatization. *In Vitro Cell Dev. Biol.-Plant.* 2006, Vol. 42, no. 6, pp. 572–583. Retrieved from: <https://doi.org/10.1079/IVP2006822>
23. Bhatt, I.D., Dhar, U. Combined effect of cytokinins on multiple shoot production from cotyledonary node explants of *Bauhinia vahlii*. *Plant Cell Tissue Organ Cult.* 2000. Vol. 62, no. 1, pp. 79–83. Retrieved from: <https://doi.org/10.1023/A:1006450516329>
24. Grossway A., Houck C.M., Facciotti D. Potential of micromanipulation techniques for plant improvement. *Nuclear techniques and in vitro culture for plant improvement: Proc. Int. Symp. on Nuclear Techniques and In Vitro Culture for Plant Improvement* (Vienna, 19–23 Aug. 1985). Vienna, IAEA, 1986, pp. 471–475.
25. Badr, A., Desjardins, Y. Sugar uptake and metabolism in tissue cultured potato plantlets cultured in liquid medium. *Acta Hort.* 2007, vol. 748, pp. 265–273. Retrieved from: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2007.748.36>
26. de Klerk, G.J. Stress in plants cultured *in vitro*. *Prop. Ornament. Plants.* 2007, Vol. 7, no. 3, pp. 129–137.
27. Riabovol, L.O. (2003). Klonalne mikroozmnozhenia roslyn: metodychni rekomendatsii dlia provedennia laboratorno-praktychnykh zaniat z «Biotekhnologii roslyn» [Clonal micropropagation of plants: methodological recommendations for laboratory and practical classes on 'Plant Biotechnology']. Uman, UDAA, 18 p.
28. Kushnir, H.P., Sarnatska, V.V. (2005). Mikroklonalne rozmnozhenia roslyn. Teoriia i praktyka: monografiia [Clonal micropropagation of plants]. Kyiv, Naukova dumka, pp. 242–269.

29. Roik, M.V., Kurylo, V.L., Voitovska, V.I. et al. (2013). Klonalne mikrorozmnozhennia miskantusu: metodychni rekomendatsii [Clonal micropropagation of miscanthus: methodological recommendations]. Kyiv, Nilan-LTD, 24 p.
30. Voitovska, V.I., Storozhyk, L.I., Nediak, T.M., Prysiashniuk, O.I., Kovalchuk, N.S. (2016). Vyznachennia stiikosti roslyn do dii alelopatychno aktyvnykh rehovyn sorho tsukrovoho: metodychni rekomendatsii [Determination of plant resistance to the action of allelopathic active substances of sugar sorghum]. Kyiv, Nilan-LTD, 20 p.
31. Voitovska, V.I., Necheporenko, L.P., Nediak, T.M. (2013). Sposib klonalnoho mikrorozmnozhennia vivsa [A method of clonal micropropagation of oat]. Patent of Ukraine, no. 85558.
32. Hazarika, B.N. Morpho-physiological disorders in *in vitro* cultured plants. Sci. Hortic. 2006, Vol. 108, no. 2, pp. 105–120. Retrieved from: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2006.01.038>
33. Hlybovets, A.O., Lashuk, S.O., Mazurets, L.M. (2012). Vplyv sterylizuuyuchykh ahentiv, rehuliatoriv rostu, vuhlevodiv i heliuiuyuchykh ahentiv na reheneratsiiu povnotsinnykh roslyn khmeliu pry mikroklonalnomu rozmnozhenni [Influence of sterilizing agents, growth regulators, carbohydrates and gelling agents on regeneration of full hops plants during microclonal propagation]. Plant Varieties Studying and Protection, no. 3, pp. 74–76. Retrieved from: [https://doi.org/10.21498/2518-1017.3\(17\).2012.58841](https://doi.org/10.21498/2518-1017.3(17).2012.58841)
34. Voitovska, V.I., Storozhyk, L.I., Nediak, T.N. (2013). Optimizatsiya uslovij deponirovaniya sorgo sakharnogo v kul'ture *in vitro* [Optimization of conditions for the deposition of sugar sorghum *in vitro*]. Nauchnoe obespechenie kartofelevodstva, ovoshchevodstva i bakhchevodstva: dostizheniya i perspektivy: sb. nauch. tr. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. [Scientific provision of potato, vegetable and melon growing: achievements and prospects]. Almaty, Kazakhstan, pp. 170–173.
35. Bieliaieva, O.H., Yurchenko, S.O. (2010). Kultyvuvannia roslynnoho materialu *in vitro* dlia pryskorennia rozmnozhennia roslyn. [Cultivation of plant material *in vitro* to accelerate plant reproduction] *Naukovi pratsi Poltavskoi DAA* [Scientific papers of Poltava State Agricultural Academy]. Enerhozberezhennia ta alternatyvni dzhherela enerhii: problemy i shliakhy yikh vyrishennia [Energy Saving and Alternative Energy Sources: Problems and Solutions], Vol. 7, pp. 273–276.
36. Riabovol, L.O. (2009). Rozrobka biotekhnolohichnykh metodiv i vykorystannia yikh dlia stvorennia vykhidnoho selektsiinoho materialu tsykoriuu koreneplidnoho (*Cichorium intybus* L.) ta buriakiv tsukrovoykh (*Beta vulgaris* L.). Avtoref. dys. d-ra s.-h. nauk [Development of biotechnological methods and their application in obtaining initial breeding materials of chicory root (*Cichorium intybus* L.) and sugar beet (*Beta vulgaris* L.)]. Kyiv, 40 p.

#### Создание и сохранение коллекции овса с использованием биотехнологического метода

Л.И. Сторожик, В.И. Войтовская

Разработан и проанализирован процесс депонирования коллекции овса *in vitro*, в зависимости от генотипа, низких положительных температур и состава питательной среды.

Экспериментальным путем отработано процесс депонирования овса *in vitro*. Доказано, что целесообразно использовать модифицированную питательную среду по прописи Гамборга и Евелеге (GB) для депонирования активной коллекции овса с добавлением БАП – 0,3 мг/л, сахарозы – 50,0 г/л. Определено влияние цитокининов и углеводов и подобрано их оптимальные концентрации в составе питательной среды. Исследованиями установлено, что нецелесообразно использовать для депонирования овса кинетин независимо от концентраций, потому что он обеспечивает образование дополнительных побегов, что не желательно в данном процессе. Экспериментально доказано, что при концентрации сахарозы 70–80 г/л в составе питательной среды, культуральные растения овса имеют высоту 16–25 см и количество побегов достигает 12–15 шт., но при длительном хранении, свыше 6 месяцев, они становятся более подавленными и наблюдается высокий процент пораженных некрозом растений. Определено, что в составе питательной среды эффективными были концентрации сахарозы 40 и 50 г/л, которые позволяют получить меньшее количество побегов от 5 до 7 штук и высоту культуральных растений овса от 7 до 9 см.

Установлено, что для хранения исходного материала овса в течение 12 месяцев оптимальной положительной температурой является + 10 °С, которая обеспечивает выживание растений до 69,5 %.

**Ключевые слова:** питательная среда, температурный режим, концентрации, цитокинины, углеводы, продолжительность хранения.

#### Creation and storage of oats collection when biotechnological technique is used

L. Storozhyk, V. Voitovska

The research was carried out to identify some peculiar conditions for the formation of an active collection of oats *in vitro* and the creation of a balanced composition of culture medium with the content of various mineral and hormonal components, which would ensure a long-term and economically expedient storage of cultural plants of oats at an optimal temperature regime.

Cultural oats plants of a different breeding direction in a non-rooted condition were used for deposition.

The conducted research aimed at the improvement of the composition of culture medium for deposition has proved that it is advisable to use medium by the recommendation of Hamborh and Eveleh (GB) with the addition of BAP (benzylaminopurine). Based on the data received it was possible to state that BAP concentration – 0,3 mg/l, which was added to culture medium, was the most optimal one, and the increase of BAP concentration to 0,5 mg/l resulted in the most active oats sprout formation, which was not acceptable in the process of the collection storage *in vitro*. The research confirmed that BAP concentration 0.1 mg/l and 0.2 mg/l had no effect on oats sprout formation.

The effect of cytokinins and carbohydrates was studied, their optimal concentrations in the composition of culture medium were chosen. It has been proved experimentally that it is not advisable to use kinetin for oats regardless of the concentrations because it causes the formation of additional sprouts which is not desirable in this case. The addition of sucrose and glucose into culture medium at concentrations from 30 to 80 g/l showed that regardless of glucose concentrations the indicators of a height and number of sprouts were higher as compared with sucrose, which was not good in this storage process of oats collection. It has been established that at sucrose concentration 70–80 g/l cultural oats plants are 16–25 cm high and have 12–15 sprouts, but after a long-term storage, after 6 months, they become more suppressed and a higher

percentage of necrosis-affected plants is observed. The most efficient sucrose concentration ranges from 40 to 50 g/l, it allows to get the number of sprouts 5–7 pieces and a height of cultural oats plants 7–9 cm.

One of the most important factors of plant deposition is the effect of low positive temperatures. Temperature regimes from +6 to +16 °C, at which a condition and a period of plant material storage were studied, showed that temperatures +6 °C and +8 °C during a long-term storage facilitated the plants of oats parent material *in vitro* to undergo the stage of vernalization which was an undesirable phenomenon during deposition.

The following was received at temperature regime +10 °C: a slight sprout increase  $0.8 \pm 0.2$  cm, a plant height 7 cm, and the number of sprouts 3–4 pieces; it turned out to be the most optimal among the studied temperatures.

A collection storage period showed that a high percentage of cultural oats was recorded in the 8<sup>th</sup> and 10<sup>th</sup> months of storage; this indicator was 89 % and 82 %, respectively. At temperature +10 °C and +8 °C and +6 °C during four months of deposition, plant material remained in an unchanged state and 100 % were stored; however, a considerable decrease in the amount of plant material occurred after a longer storage.

The preservation of the oats collection at temperature regimes +14 °C and +12 °C and 65 and 55 days of active growth was at level 42 and 45 % of cultural plants after 12 months of storage.

It has to be stated that the percentage of plants during a storage period decreased seriously after 10 months of deposition almost in all studied variants. It has been established that the most optimal positive temperature to store parent oats material is +10 °C, which ensures up to 69.5 % of plant preservation.

**Key words:** culture medium, temperature regime, concentrations, cytokinins, carbohydrates, storage duration.

Надійшла 10.04.2018 р.

## УДК 664.641.12:631.526.3

ГОСПОДАРЕНКО Г. М., д-р с.-г. наук

ЛЮБИЧ В. В., ПОЛЯНЕЦЬКА І. О., кандидати с.-г. наук

НОВІКОВ В. В., канд. техн. наук

Уманський національний університет садівництва

### БОРОШНОМЕЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТИ ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТУ ТА ЛІНІЇ

Наведено результати вивчення формування маси 1000 зерен, натури зерна залежно від абіотичних і біотичних чинників, а також вихід борошна та його якості залежно від сорту та лінії пшениці спельти.

Маса 1000 зерен пшениці спельти залежала від погодних умов року проведення дослідження. Так, посушливі умови 2013 і 2015 рр. під час молочно-воскової стиглості сприяли меншій виповненості стиглого зерна, яка змінювалась від 32,5 до 53,1 г, а в 2014 р. за достатньої вологозабезпеченості зерно було більш виповнене і маса його істотно збільшувалася до 39,0–56,9 г. Крім цього на цей показник впливала висота рослин і їх стійкість до вилягання. Між масою 1000 зерен і висотою встановлено позитивний дуже високий кореляційний зв'язок для ліній LPP 1221 ( $r = 0,99 \pm 0,002$ ), NAK34/12–2 ( $r = 0,93 \pm 0,004$ ), TV 1100 ( $r = 0,90 \pm 0,006$ ), високий – для сортів NSS 6/01 ( $r = 0,84 \pm 0,007$ ), Шведська 1 ( $r = 0,88 \pm 0,006$ ), лінії LPP 1304 ( $r = 0,89 \pm 0,009$ ), істотний – для сортів Зоря України, Schwabenkorn ( $r = 0,62 \pm 0,008$ ), лінії LPP 3117 ( $r = 0,59 \pm 0,004$ ), негативний істотний – для ліній LPP 1224 ( $r = -0,70 \pm 0,006$ ), NAK 22/12 ( $r = -0,57 \pm 0,005$ ), а в решті ліній – позитивний слабкий зв'язок.

Зерно всіх ліній, крім LPP 3373 перевищувало стандарт, у них натура змінювалась від 722 до 770 г/л або була більшою на 2–8 %. Найбільшу натуру мало зерно лінії LPP 3132 (770 г/л), а найменшу – LPP 3373 (707 г/л). Натура зерна інтрогресивних ліній змінювалась від 698 до 729 г/л. Індекс стабільності формування натури зерна був дуже високим – від 1,03 до 1,08.

Натура зерна сортів і ліній пшениці спельти по-різному залежала від висоти рослин, стійкості до вилягання та маси 1000 зерен. З'ясовано, що позитивний дуже високий кореляційний зв'язок між натурою зерна та висотою мав сорт Шведська 1 ( $r = 0,90 \pm 0,006$ ), лінії LPP 3117 ( $r = 0,92 \pm 0,002$ ), LPP 1304 ( $r = 0,98 \pm 0,005$ ), істотний – для сортів Зоря України ( $r = 0,65 \pm 0,009$ ), Schwabenkorn ( $r = 0,61 \pm 0,007$ ), лінії P 3 ( $r = 0,54 \pm 0,006$ ), негативний високий – для ліній LPP 1224 ( $r = -0,75 \pm 0,003$ ), слабкий – для ліній LPP 1221 ( $r = -0,30 \pm 0,005$ ), NAK 22/12 ( $r = -0,21 \pm 0,009$ ), а в решті сортів і ліній встановлено позитивний високий кореляційний зв'язок ( $r = 0,71 \pm 0,006$ – $0,88 \pm 0,008$ ).

Встановлено, що зерно всіх досліджуваних форм забезпечує дуже високий вихід борошна. Найвищі показники забезпечує перероблення зерна сортів Зоря України, Шведська 1 і ліній LPP 1304, LPP 3373, LPP 3117, LPP 1197, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum/Triticum spelta*, NAK 22/12, TV 1100, отриманих інтрогресією з амфіплоїдом (*Triticum durum/Aegilops tauschii*) та *Triticum kiharae*.

**Ключові слова:** пшениця спельта, маса 1000 зерен, натура зерна, вихід борошна, вміст золи, білізна борошна.

**Постановка проблеми.** Пшениця спельта (*Triticum spelta* L.) є одним із найдавніших видів роду *Triticum* з геномом A<sup>BD</sup>, посіви якої дуже тривалий час домінували на полях [1–3]. На основі стародавньої спельти були виведені всі сучасні високоврожайні сорти пшениці з високим потенціалом урожайності, толерантні до збудників хвороб і екстремальних погодних умов. Із XIX століття, після

виведення на теренах нашої держави першої низки доброякісних місцевих сортів голозерної пшениці озимої: Кримки, Бонатки, Чорновуски тощо, почало відбуватись різке скорочення посівів спельти. З того часу її розпочали культивувати в основному ентузіасти і любителі, а в культурі залишилась лише на невеликих площах у гірських районах Європи та Азії. Однак, повного припинення її вирощування не відбулося, тому що її зерно ніколи не втрачало своєї привабливості [4, 5]. Нині площа вирощування пшениці спельти в Україні становить 300 тис. га [6]. Зерно пшениці спельти перспективна сировина для виготовлення хлібобулочних і кондитерських виробів, тому дослідження борошномельних властивостей зерна пшениці спельти залежно від сорту актуальні.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Вважається, що найважливішими показниками, які характеризують фізичні властивості зерна є маса 1000 зерен, крупність, вирівняність і натура [7]. Доведено, що маса 1000 зерен характеризує запас поживних речовин у зернівці. У зерні одного сорту з найбільшою масою 1000 зерен вміст ендосперму вищий [6].

Показник маси 1000 зерен залежить від геометричних характеристик: більш крупне за розмірами зерно зазвичай має більшу масу 1000 зерен [7, 8]. Маса 1000 зерен корелює з крупністю зерна, його склоподібністю, щільністю, вмістом ендосперму і змінюється від 36,5 до 50,2 г [6, 9].

Маса 1000 зерен залежить від погодних умов [10]. Вчені [11] зазначають, що оптимальне забезпечення вологою передусім позитивно впливає на фізичні показники якості – масу 1000 зерен і натуру зерна. Так, за посушливих умов натура зерна на 7,4–8,0 г менша порівняно з достатньо зволуженим. За рахунок гідротермічних умов формування маси 1000 зерен може змінюватися на 10 г [12].

Натура зерна характеризує виповненість зерна і є ознакою борошномельних властивостей. Дрібне, проте виповнене зерно має щільне укладання, таке як і велике або навіть більше, що за однакової питомої маси зумовлює рівну або більшу величину натуре. Більш висока натура вказує на кращу структуру ендосперму, а, отже, кращі борошномельні властивості зерна. Натура зерна пшениці м'якої змінюється від 620 до 870 г/л [13, 14]. Чим вища натура зерна, тим вищий вихід готового продукту.

Натура зерна залежить від сферичності, крупності, стану поверхні зерна, наявності домішок, вологості, склоподібності, зольності [13, 14]. Натура зерна крупної фракції становить 757 г/л, середньої – 746, дрібної – 684 г/л, а маса 1000 зерен – відповідно 44; 33 і 21 г [6, 13].

Відношення між натурою зерна та масою 1000 зерен може бути різним. За маси 1000 зерен пшениці від 15 до 40 г існує тісний зв'язок між цими показниками. Збільшення ж її від 40 до 60 г майже не змінює натуре зерна. Крім цього густина білка становить 1,35–1,40 г/см<sup>3</sup>, а крохмалю – 1,46–1,63 г/см<sup>3</sup>, що може сприяти зменшенню натуре зерна [14].

Ученими [6, 13] встановлено, що найвищий вихід борошна можна отримати із зерноурою 710–740 г/л, а її зниження призводить до істотного зменшення виходу борошна [13, 15].

Зерно пшениці спельти за фізичними показниками якості відрізняється від пшениці озимої [16–23]. Так, за результатами досліджень Г. І. Подпрятова та Н. О. Яшук [15] натура зерна пшениці спельти становила 665 г/л, в дослідженнях М. Warechowska [24] – 677–695 г/л. За даними М. Begić та S. Orucevic [21] маса 1000 зерен пшениці спельти висока – від 40,3 до 48,5 г, а в дослідженнях S. Jankovic та ін. [23] – від 45,1 до 46,8 г. За результатами досліджень М. Warechowska [24] цей показник складає у середньому 36,3–43,5 г залежно від умов вирощування. Проте ці показники досить важливі, оскільки впливають на формування інших технологічних властивостей зерна пшениці спельти [25, 26].

Отже, в літературі недостатньо висвітлено питання щодо формування технологічних властивостей зерна сортів пшениці спельти, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum* / *Triticum spelta*, що зумовлює необхідність додаткових досліджень.

**Метою** дослідження було вивчення маси 1000 зерен, натуре зерна залежно від абіотичних і біотичних чинників, виходу борошна та його якості залежно від сорту та лінії пшениці спельти.

**Матеріал і методика дослідження.** Експериментальну частину роботи проводили в лабораторії кафедри технології зберігання і переробки зерна Уманського національного університету садівництва. Використовували зерно сортів пшениці спельти селекції країн Європи – Schwabenkorn (Австрія), NSS 6/01 (Сербія), Шведська 1 (Швеція), лінії, отримані гібридизацією *Triticum aestivum* / *Triticum spelta* – LPP 1197, LPP 3117, LPP 1304, LPP 1224, LPP 3122/2, P 3, LPP 3132, LPP 3373, LPP 1221, лінії NAK 34/12–2 і NAK 22/12, отримані гібридизацією *Triticum*

*aestivum* / амфіплоїд (*Triticum durum* / *Aegilops tauschii*) та лінія TV 1100, отримана гібридизацією *Triticum aestivum* (сорт Харківська 26) / *Triticum kiharae*, з добором озимої форми, що вирощувалися в умовах Правобережного Лісостепу України. Контролем (стандартом) був районований сорт пшениці спельти Зоря України (st). У дослідженнях застосовували загальноприйнятту для регіону агротехнологію вирощування пшениці озимої, яка включала лушення стерні після збирання попередника (викоовес на зелений корм) в 1–2 сліди, проміжні культивації, передпосівну культивування і сівбу. Застосовували метод систематичного розміщення ділянок. Площа дослідної ділянки 10 м<sup>2</sup>. Повторність чотириразова.

У зерні через місяць після збирання визначали масу 1000 зерен за ДСТУ ISO 520:2015, натуру зерна – за ГОСТ 10840–64, вміст мікроелементів – методом атомно-абсорбційної спектрометрії за ГОСТ 30178–96, золи в борошні – за ДСТУ 4252:2003, білизну борошна – за ГОСТ 26361–2013. Для лабораторного розмелювання зерна пшениці спельти використовували вальцьовий верстат МВР-000342.90, що дозволяє отримати пшеничне борошно відповідно ДСТУ 46.004–99 Борошно пшеничне. Індекс стабільності визначали за такою формулою:

$$SE = \frac{HE}{LE},$$

де HE – найбільший прояв ознаки;

LE – найменший прояв ознаки.

Математичне оброблення даних проводили методом однофакторного дисперсійного аналізу [27].

**Основні результати дослідження.** У середньому за чотири роки досліджень найвищу масу 1000 зерен мала лінія пшениці LPP 1197 – 53,1 г (табл. 1). У решти ліній, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum* / *Triticum spelta*, вона була меншою на 3–15 % порівняно зі стандартом. Найвищу стабільність формування маси 1000 зерен мали лінії Р 3, LPP 1304, LPP 3122/2, LPP 3373, LPP 1221, LPP 1197 – 1,05–1,11.

Маса 1000 зерен сортів пшениці спельти змінювалась від 39,1 до 50,7 г або була меншою на 1–23 % порівняно з контролем (51,0 г). Найвищою стабільністю маси характеризувалось зерно сорту Schwabenkorn – 1,14.

Інтрогресивні лінії формували зерно з меншою масою 1000 зерен, проте індекс стабільності змінювався від 1,07 до 1,10.

Для пшениці дуже високою вважається маса 1000 зерен > 35 г, високою, якщо цей показник знаходиться в межах – 30–35, середньою – 27–30, низькою < 27 г [28]. Отже, маса 1000 зерен досліджуваних сортів і ліній пшениці спельти була дуже високою.

Таблиця 1 – Маса 1000 зерен різних сортів і ліній пшениці спельти, г

Сорт, лінія	Рік дослідження				Середнє за чотири роки	Індекс стабільності
	2013	2014	2015	2016		
Зоря України (st)	46,2	56,2	49,1	52,3	51,0	1,22
Шведська 1	32,5	39,0	39,2	45,7	39,1	1,41
Schwabenkorn	46,2	52,0	45,6	48,7	48,1	1,14
NSS 6/01	46,5	56,9	46,8	52,7	50,7	1,22
Р 3	41,5	44,7	43,2	44,8	43,6	1,08
LPP 1304	41,6	44,8	43,1	45,2	43,7	1,09
LPP 1224	44,3	47,9	44,1	39,7	44,0	1,21
LPP 3122/2	42,3	45,2	44,6	43,7	44,0	1,07
LPP 3373	43,5	45,8	45,2	43,7	44,6	1,05
LPP 1221	42,4	46,7	45,2	47,2	45,4	1,11
LPP 3117	41,9	45,2	49,2	46,5	45,7	1,17
LPP 3132	49,9	52,8	45,3	50,9	49,7	1,17
LPP 1197	52,5	56,1	53,1	50,8	53,1	1,10
NAK34/12–2	42,1	43,9	43,5	45,5	43,8	1,08
TV 1100	43,3	44,2	44,4	47,5	44,9	1,10
NAK 22/12	47,3	47,4	45,1	44,3	46,0	1,07
HIP <sub>05</sub>	2,1	2,5	2,2	2,3	–	–

Маса 1000 зерен пшениці спельти залежала від погодних умов року проведення дослідження. Так, посушливі умови 2013 і 2015 рр. під час молочно-воскової стиглості сприяли меншій вивпненості стиглого зерна, яка змінювалась від 32,5 до 53,1 г (HIP<sub>05</sub>=2,1–2,2), а в 2014 р. за

достатньої вологозабезпеченості зерно було більш виповнене і маса його істотно збільшувалася до 39,0–56,9 г ( $HIP_{05}=2,5$ ). Крім цього на цей показник впливала висота рослин і їх стійкість до вилягання. Між масою 1000 зерен і висотою встановлено позитивний дуже високий кореляційний зв'язок для ліній LPP 1221 ( $r = 0,99\pm 0,002$ ), NAK34/12–2 ( $r = 0,93\pm 0,004$ ), TV 1100 ( $r = 0,90\pm 0,006$ ), високий – для сортів NSS 6/01 ( $r = 0,84\pm 0,007$ ), Шведська 1 ( $r = 0,88\pm 0,006$ ), лінії LPP 1304 ( $r = 0,89\pm 0,009$ ), істотний – для сортів Зоря України, Schwabekorn ( $r = 0,62\pm 0,008$ ), лінії LPP 3117 ( $r = 0,59\pm 0,004$ ), негативний істотний – для ліній LPP 1224 ( $r = -0,70\pm 0,006$ ), NAK 22/12 ( $r = -0,57\pm 0,005$ ), а в решти ліній – позитивний слабкий зв'язок.

За даними табл. 2 натура зерна пшениці спельти, в середньому за чотири роки досліджень, змінювалась від 698 до 770 г/л залежно від сорту та лінії. Серед сортів пшениці спельти, істотно за цим показником відрізняється зерно сорту Шведська 1 – 767 г/л, у зерні решти сортів натура була від 704 до 716 г/л.

Таблиця 2 – Натура зерна різних сортів і ліній пшениці спельти, г/л

Сорт, лінія	Рік дослідження				Середнє за чотири роки	Індекс стабільності
	2013	2014	2015	2016		
Зоря України (st)	675	725	727	721	712	1,08
NSS 6/01	683	730	690	712	704	1,07
Schwabekorn	708	728	713	715	716	1,03
Шведська 1	738	766	772	793	767	1,07
LPP 3373	686	711	709	721	707	1,05
LPP 1304	704	728	713	743	722	1,06
LPP 1197	718	741	732	748	735	1,04
LPP 3122/2	724	741	745	746	739	1,03
LPP 1224	753	764	755	739	753	1,03
LPP 1221	763	749	777	758	762	1,04
P 3	741	785	767	771	766	1,06
LPP 3117	758	773	761	781	768	1,03
LPP 3132	751	760	778	790	770	1,05
TV 1100	684	703	705	698	698	1,03
NAK 34/12–2	697	730	743	740	728	1,07
NAK 22/12	736	736	718	727	729	1,03
<i>HIP</i> <sub>05</sub>	33	35	34	36	–	–

Зерно усіх ліній, крім LPP 3373 перевищувало стандарт, у них натура змінювалась від 722 до 770 г/л або була більшою на 2–8 %. Найбільшу натуру мало зерно лінії LPP 3132 (770 г/л), а найменшу – LPP 3373 (707 г/л). Натура зерна інтрогресивних ліній змінювалась від 698 до 729 г/л. Індекс стабільності формування натури зерна був дуже високим – від 1,03 до 1,08.

Натура зерна сортів і ліній пшениці спельти по-різному залежала від висоти рослин, стійкості до вилягання та маси 1000 зерен. З'ясовано, що позитивний дуже високий кореляційний зв'язок між натурою зерна та висотою мав сорт Шведська 1 ( $r = 0,90\pm 0,006$ ), лінії LPP 3117 ( $r = 0,92\pm 0,002$ ), LPP 1304 ( $r = 0,98\pm 0,005$ ), істотний – для сортів Зоря України ( $r = 0,65\pm 0,009$ ), Schwabekorn ( $r = 0,61\pm 0,007$ ), лінії P 3 ( $r = 0,54\pm 0,006$ ), негативний високий – для лінії LPP 1224 ( $r = -0,75\pm 0,003$ ), слабкий – для ліній LPP 1221 ( $r = -0,30\pm 0,005$ ), NAK 22/12 ( $r = -0,21\pm 0,009$ ), а в решти сортів і ліній встановлено позитивний високий кореляційний зв'язок ( $r = 0,71\pm 0,006$ – $0,88\pm 0,008$ ).

Негативний дуже високий кореляційний зв'язок між натурою зерна та індексом розвитку хвороб встановлено для сорту Зоря України ( $r = -0,99\pm 0,006$ ), ліній LPP 3132 ( $r = -0,91\pm 0,004$ ), TV 1100 ( $r = -0,95\pm 0,003$ ), високий – для сорту Шведська 1 ( $r = -0,74\pm 0,002$ ), ліній LPP 3122/2 ( $r = -0,88\pm 0,006$ ), LPP 3117 ( $r = -0,89\pm 0,008$ ), NAK34/12–2 ( $r = -0,72\pm 0,01$ ), істотний – для ліній LPP 1197 ( $r = -0,68\pm 0,002$ ), LPP 3373 ( $r = -0,64\pm 0,02$ ), слабкий – сортів Schwabekorn ( $r = -0,24\pm 0,01$ ) і NSS 6/01 ( $r = -0,25\pm 0,009$ ).

Дуже високий позитивний кореляційний зв'язок встановлено між масою 1000 зерен і натурою зерна сортів Schwabekorn ( $r = 0,93\pm 0,006$ ), NSS 6/01 ( $r = 0,99\pm 0,005$ ), Шведська 1 ( $r = 0,98\pm 0,004$ ), ліній LPP 1304 ( $r = 0,95\pm 0,008$ ), LPP 1224 ( $r = 0,99\pm 0,007$ ), P 3 ( $r = 0,92\pm 0,006$ ), високий – для сорту Зоря України ( $r = 0,71\pm 0,003$ ), ліній LPP 3122/2 ( $r = 0,99\pm 0,006$ ), NAK34/12–2 ( $r = 0,78\pm 0,007$ ), NAK 22/12 ( $r = 0,81\pm 0,008$ ), а в решти ліній – слабкий.

Основна частка від загального виробництва борошна традиційно належить пшеничному – близько 90 %. Частка житнього борошна становить менше 10 %, а інших видів – менше 1 % [9]. Відомо понад 10 показників, що характеризують борошномельні властивості, проте найважливіші з них – вихід борошна та вміст золи у зерні, оскільки характеризують розмелювальну здатність і зольність борошна [29, 30].

Зерно сортів і ліній пшениці спельти характеризувалось дуже високим виходом борошна, оскільки перевищував 76 % і змінювався від 78,7 до 87,3 % (табл. 3). Зерно сортів Зоря України та Шведська 1 мало найвищий вихід борошна відповідно 85,7 і 85,2 %. Зерно ліній LPP 1304, LPP 3373, LPP 3117, LPP 1197, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum* / *Triticum spelta*, мало вихід борошна від 84,1 до 87,3 %. Із зерна пшениці спельти інтрогресивних ліній NAK 22/12 і TV 1100 вихід борошна був відповідно 86,1 і 86,2 %.

Між виходом борошна та вмістом ендосперму в зернівці пшениці спельти встановлено дуже високу ( $r = 0,96 \pm 0,008$ ) кореляційну залежність, яка описується таким рівнянням регресії:  $y = 1,2419x - 23,096$ , де  $y$  – вихід борошна, %;  $x$  – вміст ендосперму в зернівці, %.

Таблиця 3 – Вихід борошна та його якість залежно від сорту та лінії пшениці спельти, 2014–2016 рр.

Сорт, лінія	Вихід борошна, %	Середньозважений показник	
		вмісту золи, %	білизни, од п.
Зоря України (st)	85,7	0,73	45
Шведська 1	85,2	0,68	44
Schwabenkorn	82,3	0,71	43
NSS 6/01	79,6	0,72	45
LPP 1197	79,3	0,84	49
LPP 3117	85,9	0,66	45
LPP 1304	84,1	0,62	46
LPP 1224	80,0	0,68	46
LPP 3122/2	83,5	0,61	45
P 3	80,3	0,69	47
LPP 3132	80,1	0,73	47
LPP 3373	85,6	0,62	49
LPP 1221	79,9	0,74	45
NAK34/12–2	78,7	0,70	43
NAK 22/12	86,1	0,60	44
TV 1100	86,2	0,65	51

Середньозважений вміст золи у борошні пшениці спельти змінювався від 0,62 до 0,84 % на суху речовину залежно від сорту та лінії. Вміст золи у борошні півчастої пшениці Зоря України становив 0,73 % на суху речовину. У борошні зерна сортів NSS 6/01, Schwabenkorn і ліній LPP 1221 і LPP 3132 вміст золи був на рівні стандарту, а в лінії LPP 1197 істотно вищий – 0,84 %. Борошно із зерна ліній LPP 3117, LPP 1304, LPP 1224, LPP 3122/2, P 3, LPP 3373, TV 1100, NAK 22/12 і сорту Шведська 1 характеризувалось найнижчими показниками – 0,60–0,69 % ( $HIP_{05} = 0,04$ ).

Показник білизни борошна зерна сорту пшениці спельти Зоря України (st) становив 45 од. п. У борошні зерна ліній P 3, LPP 3132, LPP 3373, LPP 1197, TV 1100 білизна борошна була істотно вищою ( $HIP_{05} = 2$ ) за значення стандарту на 7–14 %. Решта досліджуваних номерів мали значення в межах 43–45 од. п., тобто різниця була неістотною.

Встановлено, що вміст ендосперму в зернівці пшениці спельти істотно ( $r = -0,69 \pm 0,009$ ) впливав на вміст золи в зерні, що описується рівнянням регресії  $y = -0,041x + 5,2212$ , де  $y$  – вміст золи у зерні, %;  $x$  – вміст ендосперму в зернівці, %.

Вміст заліза, цинку, міді та нікелю, крім кобальту і хрому, в зерні пшениці спельти був у 1,7–2,8 рази вищий порівняно з пшеницею м'якою (табл. 4).

Вміст досліджуваних елементів у борошні вищого сорту зменшувався на 0,37–15,7 мг/кг зерна або в 1,8–2,8 рази порівняно із зерном. У борошні з пшениці спельти їхній вміст зменшувався на 0,05–5,5 мг/кг або в 1,1–1,4 рази, що свідчить про рівномірніший розподіл хімічних елементів в оболонках та ендоспермі.

Таблиця 4 – Вміст мікроелементів у зерні та борошні пшениць (2014–2016 рр.), мг/кг сухої речовини

Хімічний елемент	Пшениця м'яка (сорт Подольянка)			Пшениця спельта (сорт Зоря України)		
	зерно	борошно	± до зерна	зерно	борошно	± до зерна
Fe	24,2	8,5	-15,7	53,5	48,7	-4,8
Zn	19,4	8,9	-10,5	55,6	50,1	-5,5
Cu	2,15	1,13	-1,02	3,29	2,54	-0,75
Co	0,90	0,22	-0,68	0,63	0,58	-0,05
Cr	0,82	0,45	-0,37	0,21	0,15	-0,06
Ni	0,91	0,52	-0,39	1,59	1,33	-0,26

**Висновки.** Борошномельні властивості зерна сортів і ліній пшениці спельти залежать від погодних умов вегетаційного періоду, висоти рослин та стійкості до вилягання. Зерно всіх досліджуваних форм забезпечує дуже високий вихід борошна завдяки високому вмісту ендосперму. Найвищі показники забезпечує переробка зерна сортів Зоря України, Шведська 1 і ліній LPP 1304, LPP 3373, LPP 3117, LPP 1197, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum* / *Triticum spelta*, NAK 22/12, TV 1100, отриманих інтрогресією з амфіплоїдом (*Triticum durum* / *Ae. tauschii*) та *Triticum kiharae*. За вмістом золи у борошні сортів і ліній пшениці спельти борошномельні його властивості змінюються від середнього до дуже високого рівня.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Dubois B., Bertin P., Mingeot D. Molecular diversity of alpha-gliadin expressed genes in genetically contrasted spelt (*Triticum aestivum* ssp. *spelta*) accessions and comparison with bread wheat (*Triticum aestivum* ssp. *aestivum*) and related diploid *Triticum* and *Aegilops* species. *Mol Breed.* 2016. Vol. 36. P. 152.
- Feng Y., Qu R., Yang Y. Rich haplotypes of Viviparous-1 in *Triticum aestivum* subsp. *spelta* with different abscisic acid sensitivities. *J Sci Food Agric.* 2017. Vol. 97. P. 497–504.
- Liubych V., Vozian V. The influence of origin on spelt wheat grains properties. *Episteme czasopismo naukowo-kulturalne.* 2016. № 30. P. 111–122.
- Любич В. В., Полянецкая И. О., Возиян В. В. Использование *Triticum aestivum* L. для повышения продуктивности пшеницы: монография. Saarbrücken: Lap Lambert Academic Publishing, 2016. 252 с.
- Osokina N., Liubych V., Vozian V. Influence of unhusking, humidifying and softening degree for spelt grain on yield and its quality of cereal. *Ukrainian Journal of Food Science.* 2015. № 1. P. 23–32.
- Господаренко Г. М., Костогриз Г. М., Любич В. В. Пшениця спельта. Київ: ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА», 2016. 312 с.
- Abdelkhalik S. M., Salem A. K. M., Bdelaziz A. R., Ammar M. H. Morphological and sequence-related amplified polymorphism-based molecular diversity of local and exotic wheat genotypes. *Genetics and Molecular Research.* 2016. Vol. 15 (2). P. 1–9.
- Searching for wheat resistance to aphids and wheat bulb fly in the historical Watkins and Gediflux wheat collections / Aradottir G. I. et al. *Ann Appl Biol.* 2017. Vol. 170. P. 179–188.
- Михно М. Ринок борошна й круп. *The Ukrainian Farmer.* 2015. №10. URL: <http://www.agrotimes.net/journals/article/rinok-boroshna-j-kруп>.
- Любич В. В. Продуктивність сортів і ліній пшениць залежно від абіотичних і біотичних чинників. Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2017. Вип. 95. С. 146–161.
- Blahovec J., Lahodova M. Moisture-induced changes of mass and dimension characteristics in some cereal grains. *International Agrophysics.* 2015. Vol. 29. P. 1–12.
- Feng Y., Qu R., Yang Y. Rich haplotypes of Viviparous-1 in *Triticum aestivum* subsp. *spelta* with different abscisic acid sensitivities. *J Sci Food Agric.* 2017. Vol. 97. P. 497–504.
- Characterization and Discrimination of Ancient Grains: A Metabolomics Approach. *Int / Righetti L. et al. J Mol Sci.* 2016. Vol. 17. P. 171–179.
- Дорохов Б. А. Изменение хозяйственных признаков у озимой пшеницы в результате селекции и в зависимости от погодных условий: монография. Каменная Степь: Бутурлиновская тип., 2014. 146 с.
- Подпряттов Г. І., Яшук Н. О. Придатність зерна пшениці спельти озимої для хлібопекарських та кормових цілей. *Новітні агротехнології.* 2013. № 1. С. 71–79.
- Longin C. F., Wurschum T. Back to the Future – Tapping into Ancient Grains for Food Diversity. *Trends Plant Sci.* 2016. Vol. 21. P. 731–737.
- Su W. H., Sun D. W. Facilitated wavelength selection and model development for rapid determination of the purity of organic spelt (*Triticum spelta* L.) flour using spectral imaging. *Talanta.* 2016. Vol. 155. P. 347–357.
- Sanja O. Ž., Amela D., Asima A. Nermina Spaho1 and Amila Vranac 1 Relationship Between Selected Quality Parameters in Spelt Wheat Grain. *International Journal of Agriculture Innovations and Research.* 2016. Vol. 5. P. 54–58.
- Grinding and Nutritional Properties of Six Spelt (*Triticum aestivum* ssp. *spelta* L.) / Świeca M. et al. *Cultivars. Cereal chem.* 2014. Vol. 91(3). P. 247–254.
- Shewry P. R., Hey S. Do “ancient” wheat species differ from modern wheat in their content of bioactive components? *J. Cereal Sci.* 2015. Vol. 65. P. 236–243.
- Begić M., Oručević S. Relationship between Physical and Chemical Quality Parameters in Soft Wheat and Spelt. *Works of the Faculty of Agricultural and Food Sciences.* 2014. Vol. 64(2). P. 25–38.
- Relationship between Physical and Chemical Parameters in Barley. 7th Central European Congress on Food – CEFood / Oručević S. et al. Skopje, Republic of Macedonia, 2014. P. 122.

23. Morphological and productive traits of spelt wheat – *Triticum spelta* L. / Jankovic S. et al. Agriculture & Forestry. 2015. Vol. 61. P. 173–182.
24. Warechowska M. Some physical properties of cereal grain and energy consumption of grinding. Agricultural Engineering. 2014. Vol. 1(149). P. 239–249.
25. The Response of Selected *Triticum* spp. Genotypes with Different Ploidy Levels to Head Blight Caused by *Fusarium culmorum* (W. G. Smith) / Wiwart M. et al. Sacc. Toxins (Basel). 2016. Vol. 8. P. 112.
26. Xie Q., Mayes S., Sparkes D. L. Optimizing tiller production and survival for grain yield improvement in a bread wheat x spelt mapping population. Ann Bot. 2016. Vol. 117. P. 51–66.
27. Єщенко В. О., Копитко П. Г., Костогрив П. В., Опришко В. П. Основи наукових досліджень в агрономії: навч. пос. Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К», 2014. 332 с.
28. Liubych V. V., Hospodarenko H. M., Poltoreskyi S. P. Quality features of spelt wheat grain. Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2017. 108 p.
29. Дробот В. І, Семенова А. Б., Михонік Л. А. Технологічні аспекти використання борошна спельти у хлібопеченні. Продовольчі ресурси: зб. наук. пр. 2014. № 2. С. 15–17.
30. Mencia G., El-Qutob D., Pineda F., Castillo M. Occupational allergy to *Triticum spelta* flour. Allergol Int. 2017. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28764943>.

#### REFERENCES

1. Dubois, B., Bertin, P., Mingeot, D. Molecular diversity of alpha-gliadin expressed genes in genetically contrasted spelt (*Triticum aestivum* ssp. *spelta*) accessions and comparison with bread wheat (*Triticum aestivum* ssp. *aestivum*) and related diploid *Triticum* and *Aegilops* species. Mol Breed, 2016, Vol. 36, 152 p.
2. Feng, Y., Qu, R., Yang, Y. Rich haplotypes of Viviparous-1 in *Triticum aestivum* subsp. *spelta* with different abscisic acid sensitivities. J Sci Food Agric, 2017, Vol. 97, pp. 497–504.
3. Liubych, V., Voziiian, V. The influence of origin on spelt wheat grains properties. Episteme czasopismo naukowo-kulturalne, 2016, no. 30, pp. 111–122.
4. Ljubich, V. V., Poljaneckaja, I. O., Vozijan, V. V. (2016). Ispol'zovanie *Triticum aestivum* L. dlja povyshenija produktivnosti pshenicy [Use of *Triticum aestivum* L. to increase the productivity of wheat]. Saarbrücken, Germany, Lap Lambert Academic Publishing, 252 p.
5. Osokina, N., Liubych, V., Voziiian, V. Influence of unhusking, humidifying and softening degree for spelt grain on yield and its quality of cereal. Ukrainian Journal of Food Science, 2015, no. 1, pp. 23–32.
6. Hospodarenko, G.M., Kostogryz, V.P., Liubych, V.V. (2016). Pshenyca spel'ta [Wheat spelt]. Kyiv, SIK GRUP UKRAINA, 312 p.
7. Abdelkhalik, S. M., Salem, A. K. M., Bdelaziz, A. R., Ammar, M. H. Morphological and sequence-related amplified polymorphism-based molecular diversity of local and exotic wheat genotypes. Genetics and Molecular Research, 2016, Vol. 15(2), pp. 1–9.
8. Aradottir, G. I., Martin, J. L., Clark, S. J., Pickett, J. A., Smart, L. E. Searching for wheat resistance to aphids and wheat bulb fly in the historical Watkins and Gediflux wheat collections. Ann Appl Biol, 2017, Vol. 170, pp. 179–188.
9. Myhno, M. Rynok boroshna j krup [The market for flour and cereals]. The Ukrainian Farmer. 2015, no. 10. Retrieved from: <http://www.agrotimes.net/journals/article/rinok-boroshna-j-krup>.
10. Ljubich, V. V. (2017). Produktivnist' sortiv i linij pshenic' zalezno vid abiotichnih i biotichnih chinnikov [Productivity of varieties and lines of wheat depending on abiotic and biotic factors]. Visnik agrarnoi' nauki Prichornomor'ja [Bulletin of the Agrarian Science of the Black Sea Region], Issue 95, pp. 146–161.
11. Blahovec, J., Lahodova, M. Moisture-induced changes of mass and dimension characteristics in some cereal grains. International Agropysics, 2015, Vol. 29, pp. 1–12.
12. Feng, Y., Qu, R., Yang, Y. Rich haplotypes of Viviparous-1 in *Triticum aestivum* subsp. *spelta* with different abscisic acid sensitivities. J Sci Food Agric, 2017, Vol. 97, pp. 497–504.
13. Righetti, L., Rubert, J., Galaverna, G., Folloni, S., Ranieri, R., Stranska-Zachariasova, M., Dall'Asta, C. Characterization and Discrimination of Ancient Grains: A Metabolomics Approach. Int J Mol Sci, 2016, Vol. 17, pp. 171–179.
14. Dorohov, B. A. (2014). Izmenenie hozhajstvennyh priznakov u ozimoj pshenicy v rezul'tate selekcii i v zavisimosti ot pogodnyh uslovij: monografija [Change in economic characteristics in winter wheat as a result of breeding and depending on weather conditions]. Kamennaja Step', 146 p.
15. Podprjatov, G. I., Jashhuk, N. O. Prydatnist' zerna pshenyci spel'ty ozymoi' dlja hlibopekars'kyh ta kormovyh cilej [Suitability of wheat grains of winter wheat for baking and forage purposes]. Novitni agrotehnologii' [Newest agrotechnologies], 2013, no. 1, pp. 71–79.
16. Longin, C. F., Wurschum, T. Back to the Future – Tapping into Ancient Grains for Food Diversity. Trends Plant Sci, 2016, Vol. 21, pp. 731–737.
17. Su, W. H., Sun, D. W. Facilitated wavelength selection and model development for rapid determination of the purity of organic spelt (*Triticum spelta* L.) flour using spectral imaging. Talanta, 2016, Vol. 155, pp. 347–357.
18. Sanja, O. Ž., Amela, D., Asima, A. Nermina Spahol and Amila Vranac 1 Relationship Between Selected Quality Parameters in Spelt Wheat Grain. International Journal of Agriculture Innovations and Research, 2016, Vol. 5, pp. 54–58.
19. Świeca, M., Dziki, D., Gawlik-Dziki, U., Różyło, R., Andruszczak, S., Kraska, P., Kowalczyk, D., Pałys, E., Baraniak, B. Grinding and Nutritional Properties of Six Spelt (*Triticum aestivum* ssp. *spelta* L.) Cultivars. Cereal chem, 2014, Vol. 91(3), pp. 247–254.
20. Shewry, P. R., Hey, S. Do “ancient” wheat species differ from modern wheat in their content of bioactive components? J. Cereal Sci, 2015, Vol. 65, pp. 236–243.
21. Begić, M., Oručević, S. Relationship between Physical and Chemical Quality Parameters in Soft Wheat and Spelt. Works of the Faculty of Agricultural and Food Sciences, 2014, Vol. 64(2), pp. 25–38.

22. Oručević, S., Begić-Akagić, A., Spaho, N., Gadžo, D., Gavrić, T., Begić, M., Bulbulušić, A. (2014). Relationship between Physical and Chemical Parameters in Barley. 7th Central European Congress on Food – CEFood. Skopje, Republic of Macedonia, 122 p.
23. Jankovic, S., Ikanovic, J., Popovic, V., Rakic, S., Pavlovic, S., Ugrenovic, V., Simic, D., Doncic, D. Morphological and productive traits of spelt wheat – *Triticum spelta* L. Agriculture & Forestry, 2015, Vol. 61, pp. 173–182.
24. Warechowska, M. Some physical properties of cereal grain and energy consumption of grinding. Agricultural Engineering, 2014, Vol. 1(149), pp. 239–249.
25. Wiwart, M., Suchowilska, E., Kandler, W., Sulyok, M., Wachowska, U., Krska, R. The Response of Selected *Triticum* spp. Genotypes with Different Ploidy Levels to Head Blight Caused by *Fusarium culmorum* (W. G. Smith) Sacc. Toxins (Basel), 2016, Vol. 8, 112 p.
26. Xie, Q., Mayes, S., Sparkes, D. L. Optimizing tiller production and survival for grain yield improvement in a bread wheat x spelt mapping population. Ann Bot, 2016, Vol. 117, pp. 51–66.
27. Jeshhenko, V. O., Kopitko, P. G., Kostogriz, P. V., Oprishko, V. P. (2014). Osnovi naukovih doslidzhen' v agronomii' [Fundamentals of research in agronomy]. Vinnytsia, PP «TD «Edel'vejs i K», 332 p.
28. Liubych, V. V., Hospodarenko H. M., Poltoretskyi, S. P. (2017). Quality features of spelt wheat grain. Saarbrücken, Germany, LAP LAMBERT Academic Publishing, 108 p.
29. Drobot, V. I., Semenova, A. B., Mikhonik, L. A. (2014). Tehnologichni aspekti vikoristannja boroshna spel'ti u hlibopечenni [Technological aspects of the use of flour spelled in bakery]. Prodovol'chi resursi: Zb. nauk. pr. [Food Resources: Coll. sciences works], no. 2, pp. 15–17.
30. Mencia, G., El-Qutob, D., Pineda, F., Castillo, M. Occupational allergy to *Triticum spelta* flour. Allergol Int, 2017. Retrieved from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28764943>.

#### **Мукомольные свойства зерна пшеницы спельты в зависимости от сорта и линии**

**Г. Н. Господаренко, В. В. Любич, И. О. Полянецкая, В. В. Новиков**

Приведены результаты изучения формирования массы 1000 зерен, натуры зерна в зависимости от абиотических и биотических факторов, а также выход муки и ее качество в зависимости от сорта и линии пшеницы спельты. Установлено, что зерно всех исследуемых форм обеспечивает очень высокий выход муки.

Масса 1000 зерен пшеницы спельты зависела от погодных условий года проведения исследования. Так, засушливые условия 2013 и 2015 гг. в период молочно-восковой спелости способствовали меньшей наполненности спелого зерна, которая изменялась от 32,5 до 53,1 г, а в 2014 при достаточной влагообеспеченности зерно было крупнее и масса его существенно увеличивалась к 39,0–56,9 г. Кроме этого на этот показатель влияла высота растений и их устойчивость к полеганию. Между массой 1000 зерен и высотой установлена прямая очень высокая корреляционная связь для линий LPP 1221 ( $r = 0,99 \pm 0,002$ ), NAK34/12-2 ( $r = 0,93 \pm 0,004$ ), TV 1100 ( $r = 0,90 \pm 0,006$ ), высокая – для сортов NSS 6/01 ( $r = 0,84 \pm 0,007$ ), Шведская 1 ( $r = 0,88 \pm 0,006$ ), линии LPP 1304 ( $r = 0,89 \pm 0,009$ ), средняя – для сортов Заря Украины, Schwabekorn ( $r = 0,62 \pm 0,008$ ), линии LPP 3117 ( $r = 0,59 \pm 0,004$ ), обратная средняя – для линий LPP 1224 ( $r = -0,70 \pm 0,006$ ), NAK 22/12 ( $r = -0,57 \pm 0,005$ ), а в остальных линиях – прямая слабая связь.

Зерно всех линий, кроме LPP 3373 превышало стандарт, в которых натура изменялась от 722 до 770 г/л или была больше на 2–8 %. Наибольшую натуру имело зерно линии LPP 3132 (770 г/л), а наименьшую – LPP 3373 (707 г/л). Натура зерна интрогрессивных линий изменялась от 698 до 729 г/л. Индекс стабильности формирования натуры зерна был очень высоким – от 1,03 до 1,08.

Натура зерна сортов и линий пшеницы спельты по-разному зависела от высоты растений, устойчивости к полеганию и массы 1000 зерен. Выяснено, что прямая очень высокая корреляционная связь между натурой зерна и высотой была в сорта Шведская 1 ( $r = 0,90 \pm 0,006$ ), линии LPP 3117 ( $r = 0,92 \pm 0,002$ ), LPP 1304 ( $r = 0,98 \pm 0,005$ ), средняя – для сортов Заря Украины ( $r = 0,65 \pm 0,009$ ), Schwabekorn ( $r = 0,61 \pm 0,007$ ), линии P 3 ( $r = 0,54 \pm 0,006$ ), обратная высокая – для линии LPP 1224 ( $r = -0,75 \pm 0,003$ ), слабая – для линий LPP 1221 ( $r = -0,30 \pm 0,005$ ), NAK 22/12 ( $r = -0,21 \pm 0,009$ ), а в остальных сортах и линий установлена прямая высокая корреляционная связь ( $r = 0,71 \pm 0,006-0,88 \pm 0,008$ ).

Самые высокие показатели обеспечивает переработка зерна сортов Заря Украины, Шведская 1 и линий LPP 1304, LPP 3373, LPP 3117, LPP 1197, полученных гибридизацией *Triticum aestivum/Triticum spelta*, NAK 22/12, TV 1100, полученных интрогрессией с амфиплоидом (*Triticum durum/Aegilops tauschii*) и *Triticum kiharae*.

**Ключевые слова:** пшеница спельта, масса 1000 зерен, натура зерна, выход муки, содержание золы, белизна муки.

#### **Milling characteristics of spelt wheat grain depending on the variety and strain**

**H. Hospodarenko, V. Liubych, I. Polyanetska, V. Novikov**

The article presents the study results on the formation of thousand-kernel weight, grain unit, depending on abiotic and biotic factors, as well as the flour output and its quality, depending on the variety and strain of spelt wheat. It is found that grain of all studied forms provides a very high flour output.

Thousand-kernel weight of spelt wheat depended on weather conditions of the research year. Thus, dry conditions in 2013 and 2015 during milk-wax maturation contributed to lower maturity of ripe grain which varied from 32.5 to 53.1 g. In 2014 with sufficient moisture content, grain was riper and its weight significantly increased to 39.0-56.9 g. In addition, this indicator was influenced by plant height and their resistance to lodging. There is a direct very high correlation between thousand-kernel weight and plant height for LPP 1221 ( $r = 0,99 \pm 0,002$ ), NAK34/ 12-2 ( $r = 0,93 \pm 0,004$ ), TV 1100 ( $r = 0,90 \pm 0,006$ ) strains. There is a direct high correlation for NSS 6/01 ( $r = 0,84 \pm 0,007$ ), Shvedska 1 ( $r = 0,88 \pm 0,006$ ) varieties and LPP 1304 strain ( $r = 0,89 \pm 0,009$ ). There is a significant correlation for Zoria Ukrainy, Schwabekorn varieties ( $r = 0,62 \pm 0,008$ ) and LPP 3117 strain ( $r = 0,59 \pm 0,004$ ). There is a reverse significant correlation for LPP 1224 ( $r = -0,70 \pm 0,006$ ) and NAK 22/12 strains ( $r = -0,57 \pm 0,005$ ). There is a direct weak correlation for other strains.

Grain of all strains, except for LPP 3373, exceeded the check variant. Their grain unit changed from 722 to 770 g/l or was greater by 2-8 %. Grain of LPP 3132 strain had the largest grain unit (770 g/l) and grain of LPP 3373 strain had the

smallest one (707 g/l). Grain unit of introgressive strains varied from 698 to 729 g/l. The grain stability index was very high (from 1.03 to 1.08).

Grain unit of varieties and strains of spelt wheat varied in different ways from plant height, resistance to lodging and thousand-kernel weight. There is a direct very high correlation between grain unit and plant height for Shvedska 1 variety ( $r = 0.90 \pm 0.006$ ), LPP 3117 ( $r = 0.92 \pm 0.002$ ) and LPP 1304 ( $r = 0.98 \pm 0.005$ ) strains. There is a significant correlation for Zoria Ukrainy ( $r = 0.65 \pm 0.009$ ) and Schwabekorn ( $r = 0.61 \pm 0.007$ ) varieties and P 3 strain ( $r = 0.54 \pm 0.006$ ). There is a reverse significant correlation for LPP 1224 strain ( $r = -0.75 \pm 0.003$ ). There is a weak correlation for LPP 1221 ( $r = -0.30 \pm 0.005$ ) and NAK 22/12 strains ( $r = -0.21 \pm 0.009$ ). There is a direct high correlation for other strains ( $r = 0.71 \pm 0.006 - 0.88 \pm 0.008$ ).

The highest indicators are provided by the processing of grain of Zoria Ukrainy, Shvedska 1 varieties and LPP 1304, LPP 3373, LPP 3117, LPP 1197 strains, obtained by hybridization of *Triticum aestivum/Triticum spelta*, NAK 22/12 and TV 1100 received by introgression with an amphiploid (*Triticum durum/Aegilops tauschii*) and *Triticum kiharae*.

**Key words:** spelled wheat, weight of 1000 grains, nature of grain, flour yield, ash content, flour linen.

Надійшла 10.04.2018 р.

УДК 633.15; 633.174.1; 631.962.4; 631.543

ГРАБОВСЬКИЙ М.Б., канд. с.-г. наук

Білоцерківський національний аграрний університет

### ОБҐРУНТУВАННЯ СТРОКІВ СІВБИ КУКУРУДЗИ В СУМІСНИХ ПОСІВАХ З СОРГО ЦУКРОВИМ

Поєднання оптимальних строків сівби окремих культур та складу компонентів є важливими факторами впливу на ріст, розвиток і продуктивність рослин в сумісних посівах. Метою досліджень було визначення впливу строків сівби на ріст, розвиток рослин, тривалість міжфазних періодів та продуктивність кукурудзи у сумісних посівах з сорго цукровим. За одночасної сівби сорго цукрового і кукурудзи тривалість періоду сівба-сходи становила 10 діб. За сівби кукурудзи у фазу сходів та у фазу 2-3 листків сорго цукрового, тривалість періоду сівба-сходи скоротилась до 9 діб. В середньому за роки досліджень за одночасної сівби кукурудзи і сорго цукрового польова схожість насіння кукурудзи становила 78,3 %, що на 1,5; 2,9 і 5,2 % менше порівняно з наступними строками сівби. Відмічено високу кореляційну залежність між температурою ґрунту на глибині 10 см і польовою схожістю насіння кукурудзи ( $r=0,95$ ) та середню між кількістю опадів і польовою схожістю ( $r=0,56$ ). Тривалість вегетаційного періоду кукурудзи, в сумісних посівах з сорго цукровим, збільшується на 1-2 доби від першого строку сівби до четвертого, а у сорго цукрового залишались практично без змін (127-128 діб). Спостерігається тенденція до зменшення врожайності зеленої і сухої маси від варіанта першого строку сівби кукурудзи до четвертого, при цьому достовірної різниці між варіантами досліджу не відмічено.

**Ключові слова:** кукурудза, сорго цукрове, сумісні посіви, строки сівби, зелена маса, урожайність.

**Постановка проблеми.** Формування врожаю у сумісних посівах відбувається під впливом взаємодії компонентів, що входять до складу суміші, і факторів зовнішнього середовища та окремих елементів технології вирощування. Поєднання оптимальних строків сівби окремих культур та складу компонентів є важливими факторами впливу на ріст, розвиток і продуктивність рослин в сумісних посівах.

Змішані та сумісні посіви кукурудзи з зернобобовими розповсюджені в багатьох країнах світу, в основному в Мексиці, де вони більш поширені, ніж одновидові посіви цієї культури. В окремих провінціях Китаю частка таких посівів становить близько 75 % від усієї площі вирощування цієї культури. Висока ефективність вирощування кукурудзи на силос в суміші з соєю досягнута в Чехії і Словаччині; середня врожайність її зеленої маси становила 75,8 і сухої речовини 18,8 т /га, збір сирого протеїну – 2,0 т/га. Порівняно з одновидовими посівами кукурудзи вміст білка в кормі збільшився на 39,5 % [1-2].

За даними академіка А.О. Бабича [3] встановлено, що ефективність змішаних та сумісних посівів в основному залежить від ґрунтово-кліматичних умов. Із 247 проведених дослідів урожайність змішаних та сумісних посівів була вищою (або однаковою) порівняно з одновидовими посівами кукурудзи у 81 % дослідів і меншою – у 19 % дослідів.

Урожайність зеленої маси і її якість помітно підвищуються за сумісного вирощування кормових культур. У сумісних посівах рослини більш повно використовують основні фактори росту і розвитку, завдяки різним потребам, щодо вмісту елементів живлення у ґрунті і вологи. Найбільш поширені сумісні посіви кукурудзи і сорго, кукурудзи з суданською травою, кукуру-

дзи з соняшником. Сумісне вирощування кукурудзи і сорго дає позитивний результат не тільки за отримання врожаю зерна, але також і в тих випадках, коли вони вирощуються для отримання силосної маси [4–5].

Однією з проблем під час вирощування кукурудзи і сорго цукрового в сумісних посівах є те, що воскова стиглість зерна у сорго настає пізніше на 7–10 і більше діб порівняно з кукурудзою. Тому за рахунок підбору більш пізньостиглого гібрида кукурудзи (ФАО 500) або зміщенню строків сівби в сумісних посівах з сорго цукровим, можливо досягнути практично одночасного збирання цих культур у фазу воскової стиглості зерна.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Поширення сорго у сільськогосподарському виробництві пов'язано перш за все з такими його цінними властивостями як посухо- і жаростійкість. Ця культура здатна витримувати високі температури і тривалі посухи, згубні для інших злакових культур, включаючи кукурудзу [6–7].

Проте недовіком використання одновидових посівів сорго як сировини для заготівлі силосу є хімічний склад, зокрема, менший вміст протеїну та вищій клітковини, порівняно з кукурудзою. Тому варіантом вирішення цієї ситуації є виробництво не кукурудзяного, а комбінованого варіанта заготівлі силосу кукурудзи й цукрового сорго, що дає змогу підвищити в зеленій масі вміст протеїну, а також зменшити вміст клітковини [8–9].

Строки сівби кукурудзи та сорго цукрового визначають їх біологічні особливості. Від строків сівби залежать умови росту і розвитку культур, повнота, дружність і своєчасність сходів, темпи росту рослин, а також рівень врожаю. Під час вибору строків сівби у всіх зонах необхідно враховувати ґрунтово-кліматичні умови, темпи наростання температури повітря і ґрунту, їх рівномірність, строки і частоту заморозків, загальну тривалість безморозного періоду, а також біологічні особливості вирощуваних гібридів [10–12].

Головним фактором, що визначає оптимальний строк сівби, є температура ґрунту на глибині загортання насіння. Тепловий режим ґрунту для росту кукурудзи та сорго цукрового у весняний період має більше значення, ніж тепловий режим повітря, оскільки для нього не характерні такі різкі коливання температури, як для атмосферного повітря [13].

На кормові цілі сівбу кукурудзи необхідно розпочинати на початку рекомендованих ранніх строків і закінчувати в оптимальні [14]. За ранніх і оптимальних строків сівби друга половина вегетації – цвітіння–початок повної стиглості скорочується, а за пізніх – помітно подовжується, внаслідок чого зерно формується за менш сприятливих умов, ніж за ранніх строків. У другій половині вегетації середньодобова температура значно знижується. Інтенсивність сонячної радіації зменшується, підвищується відносна вологість повітря, що призводить до погіршення процесів переміщення пластичних речовин із зелених органів до зерна і послаблення інтенсивності фотосинтезу [15–16]. Водночас пізніші строки сівби сприяють підвищенню продуктивності середньостиглих і середньопізніх гібридів, що обумовлено їх генетичною природою, подовженістю міжфазних періодів або проявом ремонтантності.

Більшість дослідників [17–20] відмічають, що оптимальним строком сівби кукурудзи слід вважати час, коли температура ґрунту на глибині загортання насіння становить 10–12 °С, а для сорго цукрового 12–14 °С. За такої температури створюються найбільш сприятливі умови для проростання насіння і отримання дружніх сходів. За високих температур під час вегетації рослини дуже перегріваються і суттєво послаблюється фотосинтез, дихання посилюється і, як наслідок, рослини втрачають органічну речовину.

Змішані посіви кукурудзи із соєю починають сіяти, коли середньодобова температура ґрунту на глибині 10 см досягає 10–12 °С [21]. Сівбу змішаних та сумісних посівів кукурудзи з різними культурами на силос доцільно проводити в кінці квітня або на початку травня, коли ґрунт добре прогріється [22].

Проте на сьогодні практично відсутня інформація про тривалість проходження окремих фаз розвитку і вегетаційного періоду кукурудзи та продуктивності сумісних посівів з сорго цукровим.

**Метою досліджень** було визначення впливу строків сівби кукурудзи на ріст, розвиток рослин, тривалість міжфазних періодів та продуктивність у сумісних посівах з сорго цукровим.

**Матеріал і методика досліджень.** Польові досліді проводили в умовах дослідного поля Білоцерківського національного аграрного університету, яке розміщене в Центральному Лісостепу України.

Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем типовий вилугуваний, середньоглибокий, малогумусний, грубопилувато-легкосуглинковий на карбонатному лесі. Вміст крупного пилу в орному шарі 49,9-58,3 %, фізичної глини 30,6-34,4 %, мулу 18,7-24,2 %, піску 9,9-19,4 %.

Агрохімічна характеристика ґрунту: вміст гумусу (за Тюрнімом і Коновою) 3,5-4,2 %, азоту, що легко гідролізується (за Корнфілдом) – 90-120 мг/кг ґрунту, рухомого фосфору і обмінного калію (за Чириковим) відповідно 130-160 і 120-130 мг/кг ґрунту. Ґрунт дослідного поля має середню нітрифікаційну здатність 2-3,5 мг на 100 г абсолютно сухого ґрунту, середньозабезпечений валовими формами  $P_2O_5$  і  $K_2O$  відповідно 0,06 і 1,44 %.

Дослідження проводили в 2014-2016 рр. з наступними строками сівби кукурудзи: 1) одночасно з сорго цукровим; 2) у фазу сходів сорго цукрового; 3) у фазі 2-3 листків у сорго цукрового; 4) у фазі 4-5 листків у сорго цукрового. У досліді висівали гібрид кукурудзи Моніка 350 МВ в сумісних посівах з гібридом сорго цукрового Довіста. Співвідношення рядків 2:2. Перший строк сівби проводили, коли середньодобова температура ґрунту на глибині 10 см досягала 10-12 °С, решту згідно зі схемою досліді.

Попередник у досліді – соя. Повторність у досліді – 4-разова. Площа ділянки – 39,2 м<sup>2</sup>, облікової – 19,6 м<sup>2</sup>, розміщення ділянок послідовне, методом систематичної рендомізації. Агротехніка в досліді відповідає загальноприйнятій для Центрального Лісостепу України, крім досліджуваних факторів. Методичною основою експериментальних досліджень були “Методика проведення дослідів з кормовиробництва” [23], “Основи наукових досліджень в агрономії” [24]. Збирання врожаю проводили подільно у фазу воскової стиглості зерна кукурудзи і сорго цукрового.

**Основні результати дослідження.** Взаємний вплив сорго цукрового і кукурудзи в сумісних посівах залежить від строків сівби другого компонента і змінюється протягом вегетації під впливом навколишнього середовища. За результатами проведених досліджень на тривалість міжфазного періоду сівба–сходи рослин кукурудзи значний вплив мали гідротермічні умови. За одночасної сівби сорго цукрового і кукурудзи (1-й строк сівби кукурудзи), в роки досліджень, середньодобові температури ґрунту на глибині 10 см були в межах 11,6–13,6 °С, а кількість опадів становила 5,6–8,4 мм, що сприяло затримці появи сходів кукурудзи порівняно з більш пізніми строками сівби (табл. 1).

Таблиця 1 – Вплив гідротермічних умов на тривалість міжфазного періоду сівба–сходи кукурудзи у сумісних посівах з сорго цукровим

Строк сівби кукурудзи*	Тривалість, діб, середнє за 3 роки	Температура ґрунту на глибині 10 см, °С			Кількість опадів, мм		
		2014 р.	2015 р.	2016 р.	2014 р.	2015 р.	2016 р.
1	10	13,6	13,2	11,6	8,4	5,6	6,5
2	9	14,7	14,9	14,1	18,2	23,1	20,4
3	9	15,3	15,8	15,2	21,4	8,3	23,5
4	8	16,1	17,2	16,4	38,7	5,6	18,9

**Примітка.** \* – 1) одночасно з сорго цукровим; 2) у фазу сходів сорго цукрового; 3) у фазу 2-3 листків у сорго цукрового; 4) у фазу 4-5 листків у сорго цукрового.

За сівби кукурудзи у фазу сходів та у фазу 2-3 листків сорго цукрового, за рахунок кращої вологозабезпеченості та вищої температури ґрунту, тривалість періоду сівба–сходи скоротилась до 9 діб. Мінімальні значення було отримано на варіанті за сівби кукурудзи у фазу 4-5 листків (4-й строк сівби) у сорго цукрового – 8 діб.

В середньому за роки досліджень за одночасної сівби цих культур польова схожість насіння кукурудзи становила 78,3 %, що на 1,5, 2,9 і 5,2 % менше порівняно з наступними строками сівби (рис. 1).

Між температурою ґрунту на глибині 10 см і польовою схожістю насіння кукурудзи існує висока кореляційна залежність ( $r=0,95$ ), а між кількістю опадів і польовою схожістю залежність має середній прояв  $r=0,56$  (рис. 2 і 3).

Зменшення кореляційної залежності між польовою схожістю і кількістю опадів пояснюється тим, що в даному випадку не враховано вологозабезпеченість ґрунту на період сівби. Згідно з даними наших досліджень та інших вчених, між вологозабезпеченістю ґрунту та польовою схожістю насіння кукурудзи існує висока позитивна кореляція на рівні  $r=0,92-0,96$  [25–30].

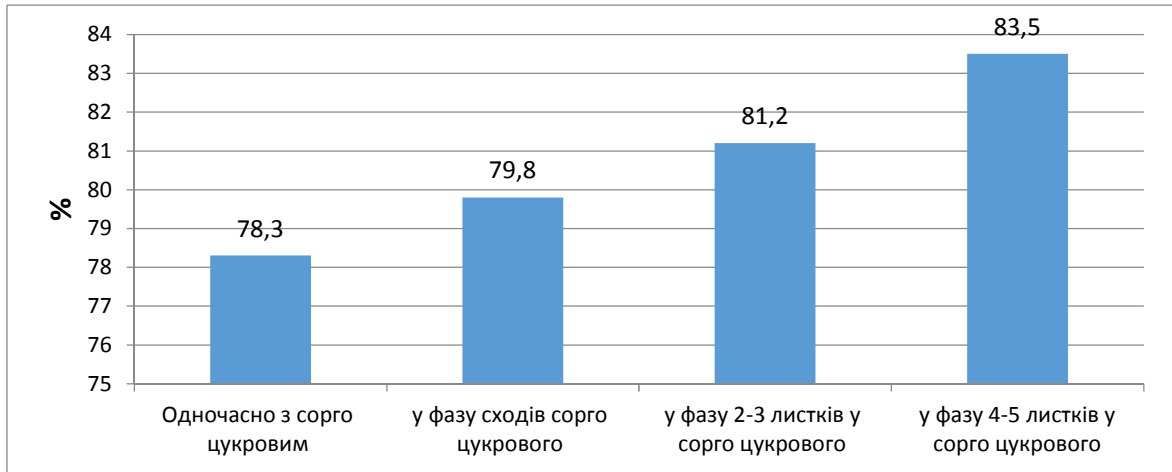


Рис. 1. Польова схожість насіння кукурудзи залежно від строків сівби у сумісних посівах з сорго цукровим, %, (середнє за 2014–2016 рр.).

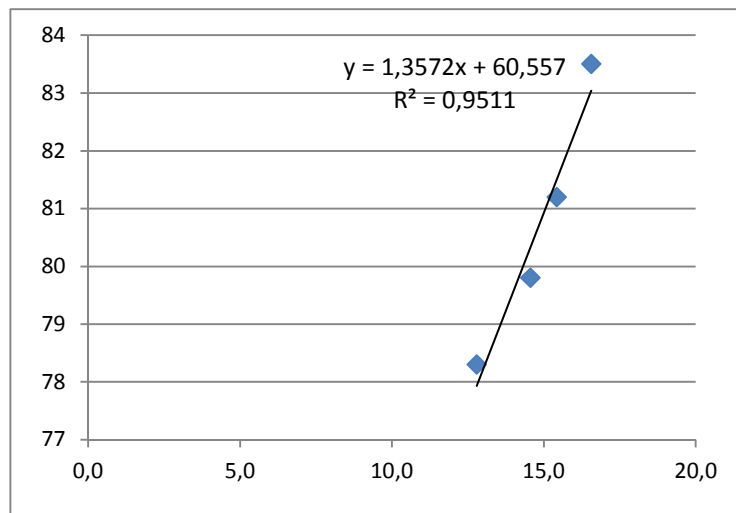


Рис. 2. Кореляційна залежність між температурою ґрунту на глибині 10 см і польовою схожістю насіння кукурудзи.

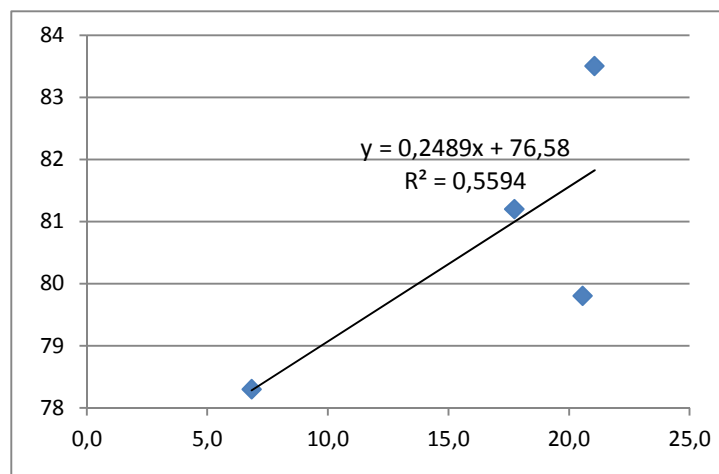


Рис. 3. Кореляційна залежність між кількістю опадів і польовою схожістю насіння кукурудзи.

Вологість, температура ґрунту та польова схожість насіння є природними факторами, що значно впливають на тривалість вегетаційного періоду сільськогосподарських культур.

Проходження фаз росту й розвитку та загальна тривалість вегетаційного періоду кукурудзи залежать від строків сівби в сумісних посівах з сорго цукровим. Так, тривалість міжфазного періоду сходи – 6–7 листок в гібрида Моніка 350 МВ за першого та другого строків сівби становила 28 діб, а за наступних строків сівби скоротилась до 26 діб (табл. 2).

Таблиця 2 – Тривалість міжфазних періодів у сорго цукрового і кукурудзи в сумісних посівах, (середнє за 2014-2016 рр.), діб

Строк сівби кукурудзи*	Фаза росту і розвитку рослин					
	сівба – сходи	сходи – 6–7 листків	6–7 листків – викидання волотей	викидання волотей – молочна стиглість зерна	молочна – воскова стиглість зерна	сходи – воскова стиглість зерна
Одночасно з сорго цукровим	9/10	24/28	38/33	35/31	30/23	127/115
у фазу сходів сорго цукрового	9/9	24/28	38/33	35/33	30/23	127/116
у фазу 2-3 листків у сорго цукрового	9/9	24/26	38/33	35/34	30/23	127/116
у фазу 4-5 листків у сорго цукрового	9/8	24/26	38/34	36/34	30/23	128/117

**Примітка.** \* – в чисельнику сорго цукрове, в знаменнику – кукурудза.

Тривалість періоду сходи–воскова стиглість зерна у кукурудзи за першого строку сівби становила 115 діб, другого і третього – 116 діб, четвертого – 117 діб. Збільшення тривалості вегетаційного періоду в основному спостерігалось в період 6–7 листків – молочна стиглість зерна. Водночас тривалість періоду молочна – воскова стиглість зерна залишалась без змін – 23 доби.

Тривалість вегетаційного періоду гібрида сорго цукрового Довіста була однаковою (127 діб) і лише за четвертого строку сівби кукурудзи збільшилася на одну добу.

Зважаючи на те, що воскова стиглість зерна у сорго цукрового настає в середньому пізніше на 7 діб порівняно з кукурудзою, за рахунок зміщення строків сівби в сумісних посівах останнього компонента, можливо досягнути одночасного збирання цих культур у фазу воскової стиглості зерна.

При зміщенні строків сівби кукурудзи у сумісних посівах з сорго цукровим, другий компонент суміші впливає не тільки на зміну тривалості вегетаційного періоду, а й на формування біометричних та морфологічних показників у кукурудзи.

На початку вегетації (у фазу 6–7 листків) взаємовідносини у сорго цукрового і кукурудзи є сприятливими для обох культур. В період інтенсивного наростання біомаси обох компонентів (у фазу викидання волоті у сорго та формування зерна у кукурудзи), рослини взаємно пригнічують один одного, конкуруючи за вологу і поживні речовини. В цей період суттєвий вплив на ріст і розвиток рослин мали строки сівби кукурудзи.

На початку росту і розвитку сорго цукрового і кукурудзи (фаза 6–7 листків) строки сівби останнього компонента суміші суттєво не впливали на висоту рослин (табл. 3).

Таблиця 3 – Динаміка зміни висоти рослин сорго цукрового і кукурудзи, (середнє за 2014-2016 рр.), см

Строк сівби кукурудзи*	Фаза росту і розвитку рослин				
	6–7 листків*	цвітіння волотей	молочна стиглість зерна	молочно-воскова стиглість зерна	воскова стиглість зерна
Одночасно з сорго цукровим	50,3	201,2	271,9	285,3	293,6
	53,6	219,1	234,7	237,1	240,7
у фазу сходів сорго цукрового	50,6	201,6	272,8	285,9	294,5
	53,2	218,7	232,9	236,2	238,5
у фазу 2-3 листків у сорго цукрового	50,8	202,1	273,3	286,0	294,7
	53,1	217,2	232,1	235,4	238,2
у фазу 4-5 листків у сорго цукрового	51,1	202,3	273,6	286,4	295,1
	52,9	216,8	231,5	235,0	237,4

**Примітка.** \* – перший рядок сорго цукрове, другий – кукурудза

Цей показник становив 50,3–51,1 см у сорго цукрового та 52,9–53,6 см у кукурудзи. Тобто за висотою рослини кукурудзи були вищими за сорго цукрове на 3,5–5,6 %. Аналогічна тенденція спостерігалась у в фазу цвітіння волотей.

З фази молочної стиглості зерна спостерігається зворотна тенденція: рослини сорго цукрового були вищими за кукурудзу на 12,3–19,7 %, на всіх варіантах дослідів. У фазу воскової стиглості зерна, коли ріст рослин у висоту завершується, найбільша висота рослини кукурудзи була на варіантах, що висівали одночасно з сорго цукровим (240,7 см), а найнижчими – за четвертого строку сівби (237,4 см).

У сорго цукрового навпаки найбільш високорослі рослини були на варіанті четвертого строку сівби кукурудзи (295,1 см), а найменші за першого (293,6 см). Це пояснюється затіненням рослин кукурудзи сорго цукровим з початкових етапів росту і розвитку, особливо за більш пізніх строків сівби кукурудзи у сумісних посівах.

Залежно від строків сівби кукурудзи в структурі врожаю сумісних посівів з сорго цукровим вихід качанів становив від 39,2 до 40,4 %, а волотей сорго цукрового – 16,3–16,7 % (табл. 4).

Таблиця 4 – Структура врожаю сумісних посівів сорго цукрового і кукурудзи, з однієї рослини. (середнє за 2014-2016 рр.)

Строк сівби кукурудзи	Вміст від загальної маси							
	листіків		стебел		качанів		волотей	
	г	%	г	%	г	%	г	%
1	81,8*	11,4	518,4	71,9	–	–	120,5	16,7
	148,6	14,1	479,3	45,5	425,0	40,4	–	–
2	82,1	11,4	521,3	72,2	–	–	118,4	16,4
	146,2	14,1	476,3	45,8	416,4	40,1	–	–
3	82,3	11,4	520,8	72,2	–	–	118,1	16,4
	145,1	14,1	474,7	46,2	408,6	39,7	–	–
4	82,8	11,4	523,4	72,3	–	–	117,8	16,3
	143,8	14,3	468,7	46,5	394,8	39,2	–	–
НІР <sub>0,5</sub>	7,8		5,7		4,9		5,2	

Примітка. \* – перший рядок сорго цукрове, другий – кукурудза.

При зміщенні строків сівби кукурудзи від першого до четвертого відмічається зменшення частки качанів з 40,4 до 39,2 % та зростання частки стебла з 71,9 до 72,3 %, при цьому загальна маса однієї рослини кукурудзи також зменшується на 2,3–4,7 %. Частка листя кукурудзи, залежно від строків сівби, залишається практично незмінною – 14,1–14,3 %, але зменшується їх маса з 148,6 г за першого строку сівби до 143,8 г за четвертого.

У рослин сорго цукрового частка листків і волотей була практично однаковою 11,4 % і 16,3–16,7 %, а маса та частка стебел збільшується від першого до четвертого строку сівби з 71,9 до 72,3 % і з 518,4 до 523,4 г. Це пояснюється більш інтенсивним розвитком рослин сорго цукрового та більшим пригніченням ними кукурудзи за третього і четвертого строку сівби.

В середньому за 2014-2016 рр. найбільшу урожайність зеленої маси сумісні посіви кукурудзи з сорго цукровим формували у варіанті третього строку сівби кукурудзи – 79,4 т/га, найменшу – у першому – 78,4 т/га (табл. 5).

Таблиця 5 – Урожайність біомаси сорго цукрового і кукурудзи в сумісних посівах залежно від строку сівби другого компонента, т/га

Строк сівби кукурудзи	2014 р.	2015 р.	2016 р.	Середнє
одночасно з сорго цукровим	90,5	56,3	94,2	80,3
у фазу сходів сорго цукрового	89,3	55,6	93,2	79,4
у фазу 2-3 листків у сорго цукрового	88,6	54,5	92,8	78,6
у фазу 4-5 листків у сорго цукрового	83,1	48,5	89,0	73,5
НІР <sub>0,5</sub>	1,9	1,6	2,0	

Якщо оцінювати урожайність зеленої маси за строками сівби кукурудзи, в роки досліджень, то істотної різниці між варіантами не спостерігається (різниця в межах НІР<sub>0,5</sub>). Достовірні дані урожайності зеленої маси отримано тільки за четвертого строку сівби кукурудзи. Але, в серед-

ньому за три роки, показники урожайності при цьому мали мінімальні значення – 73,5 т/га, що на 6,9–9,2 % менше порівняно з іншими варіантами досліду.

При зміщенні строків сівби кукурудзи в сумісних посівах з сорго цукровим відмічається тенденція до зменшення врожайності зеленої маси від першого до четвертого строку сівби.

**Висновки.** Тривалість міжфазного періоду сівба–сходи та польова схожість насіння кукурудзи у сумісних посівах з сорго цукровим залежить від гідротермічних умов року та строків сівби. Між температурою ґрунту на глибині 10 см і польовою схожістю насіння кукурудзи існує сильна кореляційна залежність ( $r=0,95$ ) а між кількістю опадів і польовою схожістю залежність має середній прояв  $r=0,56$ .

Тривалість вегетаційного періоду кукурудзи, в сумісних посівах з сорго цукровим, збільшується на 1-2 доби від першого строку сівби до четвертого, а у сорго цукрового залишались практично без змін (127–128 діб). За рахунок зміщення строків сівби кукурудзи в сумісних посівах з сорго цукровим, можливо досягнути одночасного збирання цих культур у фазу воскової стиглості зерна.

Відмічено зменшення частки качанів з 40,4 до 39,2 % та загальної маси однієї рослини кукурудзи на 2,3–4,7 % і збільшення частки стебла з 71,9 до 72,3 % від першого до четвертого строку сівби. У рослин сорго цукрового частка листків і волотей була практично однаковою 11,4 % і 16,3–16,7 %, а частка стебел збільшується з 71,9 до 72,3 % від першого до четвертого строку сівби кукурудзи у сумісних посівах.

Спостерігається тенденція до зменшення врожайності зеленої і сухої маси від варіанта першого строку сівби кукурудзи до четвертого, при цьому достовірної різниці між варіантами досліду не відмічено. Тому для одночасного збирання сумісних посівів сорго цукрового і кукурудзи на силос у фазу воскової стиглості зерна, рекомендується проводити добір компонентів суміші з врахуванням їх груп стиглості.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Шпаков А.С. Основные направления развития и научное обеспечение полевого кормопроизводства в современных условиях. Кормопроизводство. 2007. № 5. С. 8–11.
2. Michael J.W. Maw, James H.Houx, Felix B.Fritsch. Maize, sweet sorghum, and high biomass sorghum ethanol yield comparison on marginal soils in Midwest USA. Biomass and Bioenergy. 2017. Vol. 107. P.164-171.
3. Бабич А.О. Світові земельні, продовольчі і кормові ресурси. Київ: Аграрна наука, 1996. 572 с.
4. Sorghum grain yield, forage biomass production and revenue as affected by intercropping time / Borghi E. et al. European Journal of Agronomy. 2013. Vol. 51. P. 130-139.
5. Аветисян А.Т. Возделывание сорго сахарного в чистых и смешанных посевах в зоне Лесостепи Красноярского края. Вестник КрасГАУ. 2011. №5. С. 38–41.
6. Землянов В.А., Смиловенко А.А. Роль сахарного сорго в стабилизации кормопроизводства на Дону. Кормопроизводство. 2011. № 1. С. 32-33.
7. Ralph B., Clark B. Nutrient solution growth of sorghum and corn in mineral nutrition studies. Journal of Plant Nutrition. 2008. Vol. 5. P.1039-1057.
8. Avasi P., Szücsné I., Márki-Zayné S. Korom Z. Aerobic stability of sorghum–maize mixed silage. Proc. 12th International Symposium „Forage Conservation”. Brno: Czech Republic, 2006. P. 192–195.
9. Дроздова О. В. Продуктивність та хімічний склад зеленої маси сумісних посівів різних гібридів кукурудзи та сорго. Науково-технічний бюлетень ІТ НААН. 2015. № 114. С. 69–73.
10. Формирование урожая зелёной массы и зерновой продуктивности гибридов кукурузы при разных сроках посева в условиях среднего Урала / Мингалев С.К. и др. Кормопроизводство. 2013. №9. С. 29-31.
11. Горбачева А.Г., Ветошкина И.А., Панфилов А.Е., Иванова Е.С. Экологическая оценка гибридов кукурузы в период прорастания при раннем и оптимальном сроках посева. Кукуруза и сорго. 2015. Том 1. №2. С. 3–10.
12. Potential of corn silage production in different sowing times in the Paraná Midwest region / Neumann M. et al. Applied Research & Agrotechnology. 2016. Vol. 9. №1. P. 37–44.
13. Biomass sorghum and maize have similar water-use-efficiency under non-drought conditions in the rain-fed Midwest U.S./ Roby Matt C. et al. Agricultural and Forest Meteorology. 2017. Vol. 247. P. 434-444.
14. Шовканов А.А., Кравченко Р. В. Оптимизация сроков сева кукурузы применительно к засушливым районам Ставропольского края. Сельскохозяйственная биология. 2007. № 3. С. 86-91.
15. 15
16. Кравченко Р. В., Шовканов А. А. Генотипическая зависимость роста и развития растений кукурузы и продуктивности ее гибридов от сроков сева в Ставропольском крае. Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2012. № 35. С. 290-293.
17. Курило В.Л., Герасименко Л.А. Продуктивність сорго цукрового для виробництва біопалива залежно від строків сівби та глибини загортання насіння. Цукрові буряки. №1. 2012. С. 14–15.
18. Циков В. С. Кукуруза: технология, гибриды, семена. Днепропетровск: Зоря, 2003. 296 с.

19. Шпаар Д. Кукуруза: выращивание, уборка, хранение и использование. Київ: Издательский дом "Зерно", 2012. 464 с.
20. Podkowka Z., Podkowka L. Chemical composition and quality of sweet sorghum and maize silages. *Journal of Central European Agriculture*. 2011. Vol. 12(2). P. 294–303.
21. Бабич А.О. Проблема білка: сучасний стан, перспективи виробництва і використання сої. *Корми і кормовиробництво*. 1992. Вип. 33. С. 3-13.
22. Медвидь С.П. Смешанные посевы кукурузы и сои. *Кукуруза*. 1992. № 3. С. 19-20.
23. Методика проведення дослідів з кормовиробництва / під ред. А.О. Бабича. Вінниця, 1994. 87 с.
24. Основи наукових досліджень в агрономії / під ред. В. О. Єщенко. К.: Дія, 2005. 288 с.
25. Грабовський М.Б., Грабовська Т.О., Ображий С.В. Формування продуктивності гібридів кукурудзи різних груп стиглості під впливом строків сівби. *Агробіологія: збірник наукових праць*. №2 (113). 2014. С. 81-86.
26. Грабовський М.Б. Сівба кукурудзи. *Агробізнес сьогодні*. 2011. №8 (207). С. 20-22.
27. Пашенко Ю.М., Кордін О.І. Строки сівби різних за холодостійкістю гібридів кукурудзи. *Бюлетень Інституту зернового господарства УААН*. 2005. № 23–24. С. 154–158.
28. Танчик С.П., Мокрієнко В.А. Оптимізація строків сівби кукурудзи в Лісостепу України. *Збірник наукових праць Інституту землеробства УААН*. 2003. Вип.3. С. 51-54.
29. Forage Sorghum and Corn Silage Response to Full and Deficit Irrigation / Kisekka I. et al. *Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports*. 2016. Vol. 2. Iss. 7. DOI: 10.4148/2378-5977.1251
30. Lucas J. Abdala, Brenda L. Gambin, Lucas Borrás. Sowing date and maize grain quality for dry milling. *European Journal of Agronomy*. 2018. Vol. 92. P. 1-8.

#### REFERENCES

1. Shpakov, A.S. Osnovnye napravleniya razvitiya i nauchnoe obespechenie polevogo kormoproizvodstva v sovremennykh usloviyakh [The main directions of development and scientific provision of field fodder production in modern conditions]. *Kormoproizvodstvo*. [Fodder production], 2007, no. 5, pp. 8–11.
2. Michael, J.W. Maw, James H. Houx, Felix B. Fritsch. Maize, sweet sorghum, and high biomass sorghum ethanol yield comparison on marginal soils in Midwest USA. *Biomass and Bioenergy*. 2017, Vol. 107, pp.164-171.
3. Babych, A.O. (1996). Svitovi zemel'ni, prodovol'chi i kormovi resursy [World land, food and feed resources]. Kyiv, Agrarian science, 572 p.
4. Borghi, E., Crucioli, C. A. C., Nascente, A.S., Sousa, V.V., Martins, P.O., Mateus, G.P., Costa, C. Sorghum grain yield, forage biomass production and revenue as affected by intercropping time. *European Journal of Agronomy*. 2013, Vol. 51, pp. 130-139.
5. Avetisjan, A.T. Vozdelyvanie sorgo sahnogo v chistykh i smeshannykh posevakh v zone Lesostepi Krasnojarskogo kraja [Cultivation of sorghum sugar in pure and mixed crops in the forest-steppe zone of the Krasnojarsk Territory]. *Bulletin of KrasGAU*, 2011, no. 5, pp. 38–41.
6. Zemljanov, V.A., Smilovenko, A.A. Rol' sahnogo sorgo v stabilizacii kormoproizvodstva na Donu [The role of sugar sorghum in stabilizing forage production on the Don]. *Kormoproizvodstvo* [Fodder production]. 2011, no. 1, pp. 32-33.
7. Ralph, B., Clark, B. Nutrient solution growth of sorghum and corn in mineral nutrition studies. *Journal of Plant Nutrition*. 2008, Vol. 5, pp. 1039-1057.
8. Avasi, P., Szücsné, I., Márki-Zayné, S. Korom, Z. Aerobic stability of sorghum–maize mixed silage. In: Proc. 12th International Symposium „Forage Conservation”, Brno, Czech Republic. 2006, pp. 192–195.
9. Drozdova, O. V. Produktivnist' ta himichnyj sklad zelenoi' masy sumisnykh posiviv riznykh gibrydiv kukuruzy ta sorgo [Productivity and chemical composition of green mass of compatible crops of different hybrids of corn and sorghum]. *Naukovo-tehnichnyj bjuletень* [Scientific and technical bulletin], 2015, no. 114, pp. 69–73.
10. Myngalev, S.K., Zezyn, N.N., Namjatov, M.A., Laptev, V.R., Suryan, Y.V. Formirovaniye urozhaja zel'noj massy y zernovoy produktivnosti gibrydiv kukuruzy pry raznykh srokakh poseva v usloviyakh srednego Urala [Formation of a crop of green mass and grain productivity of maize hybrids at different times of crop in the conditions of the Middle Urals]. *Kormoproizvodstvo* [Fodder production], 2013, no. 9, pp. 29-31.
11. Gorbacheva, A.G., Vetoshkina, Y.A., Panfilyov, A.E., Yvanova, E.S. Jekologicheskaja ocenka gibrydiv kukuruzy v peryod prorastaniya pry rannem y optimal'nom srokakh poseva [Ecological assessment of maize hybrids during germination at early and optimal seeding times]. *Kukuruza y sorgo* [Corn and sorghum], 2015, Vol. 1, no. 2, pp. 3–10.
12. Neumann, M., Horts, E. H., Figueira, D. N., Leão, G. F. M., Cecchin, D. Potential of corn silage production in different sowing times in the Paraná Midwest region. *Applied Research & Agrotechnology*. 2016, Vol. 9, no.1, pp. 37–44.
13. Roby Matt, C., Fernandez Maria, G. Salas, Heaton Emily, A., Miguez Fernando, E., Looche Andy Van. Biomass sorghum and maize have similar water-use-efficiency under non-drought conditions in the rain-fed Midwest U.S. *Agricultural and Forest Meteorology*. 2017, Vol. 247, pp. 434-444.
14. Shovkanov, A.A., Kravchenko, R. V. Optimizacija srokov seva kukuruzy primenitel'no k zasushlyvym rajonom Stavropol'skogo kraja [Optimization of sowing time for maize in the drylands of the Stavropol Territory]. *Sel'skohozjajstvennaja biologija* [Agricultural Biology]. 2007, no. 3, pp. 86-91.
15. Kashen, B.M. Sortovaja agrotehnika kukuruzy v bor'be s zasuhoy [Agrotechnics corn against drought]. *Kukuruza i sorgo* [Corn and sorghum], 1996, no. 12, pp. 5-6.
16. Kravchenko, R. V., Shovkanov A. A. Genotipicheskaja zavisimost' rosta i razvitiya rastenij kukuruzy i produktivnosti ee gibrydiv ot srokov seva v Stavropol'skom krae [Genotypic dependence of the growth and development of maize plants and the productivity of its hybrids on the timing of planting in the Stavropol Territory]. *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Proceedings of the Kuban State Agrarian University], 2012, № 35, pp. 290-293.
17. Kurylo, V.L., Gerasymenko, L.A. Produktivnist' sorgo cukrovogo dlja vyrobnyctva biopalyva zalezno vid strokiv sivy ta glybyny zagortannja nasinnja [Productivity of sugar sorghum for biofuel production depending on sowing times and depth of seeding]. *Cukrovi burjaky* [Sugar beets], no.1, 2012, pp. 14–15.

18. Cikov, V. S. (2003). Kukuruz: tehnologija, gibridy, semena [Corn: technology, hybrids, seeds]. Dnepropetrovsk, Zorja, 296 p.
19. Shpaar, D. Kukuruz: vyrashhivanie, uborka, hranenie i ispol'zovanie [Corn: growing, cleaning, storage and use], 2012, Zerno, 464 p.
20. Podkowka, Z., Podkowka, L. Chemical composition and quality of sweet sorghum and maize silages. *Journal of Central European Agriculture*. 2011, Vol. 12(2), pp. 294–303.
21. Babych A.O. Problema bilka: Suchasnyj stan, perspektyvy vyrobnyctva i vykorystannja soi' [Protein Problem: Current state, prospects for production and use of soy]. *Kormy i kormovyrobnyctvo* [Feed and feed production], 1992, Issue 33, pp. 3-13.
22. Medvid', S.P. Smeshannye posevy kukuruzy i soi [Mixed crops of corn and soybeans]. *Kukurudza* [Corn], 1992, no. 3, pp. 19-20.
23. Babych, A.O. Metodyka provedennja doslidiv z kormovyrobnyctva [The method of conducting experiments on fodder production]. *Vynnytsia*, 87 p.
24. Jeshhenko, V. O. Osnovy naukovykh doslidzen' v agronomii' [Fundamentals of research in agronomy]. Kyiv, Dija, 288 p.
25. Grabovs'kyj, M.B., Grabovs'ka, T.O., Obrazhij, S.V. Formuvannja produktyvnosti gibrydiv kukurudzy riznyh grup styglosti pid vplyvom strokiv sivby [Formation of productivity of corn hybrids of different groups of ripeness under the influence of sowing dates]. *Agrobiologija* [Agrobiology], no. 2 (113), 2014, pp. 81-86.
26. Grabovs'kyj, M.B. Sivba kukurudzy [Corn sowing]. *Agrobiznes s'ogodni* [Agribusiness today], 2011, no. (207), pp. 20-22.
27. Pashhenko, Ju.M., Kordin, O.I. Stroky sivby riznyh za holodostijistju gibrydiv kukurudzy [Sowing cold resistance of different maize hybrids]. *Bjuletyn' Instytutu zernovogo gospodarstva UAAN* [Bulletin of the Institute of Grain Farming of the UAAS], 2005, no. 23–24, pp. 154–158.
28. Tanchyk, S.P., Mokrijenko, V.A. Optyimizacija strokiv sivby kukurudzy v Lisostepu Ukraïny [Optimization of the sowing dates of corn in the forest-steppe of Ukraine]. *Zbirnyk naukovykh prac' Instytutu zemlerobstva UAAN* [Collection of scientific works of the Institute of Agriculture of the UAAS], 2003, Issue 3, pp. 51-54.
29. Kisekka, I., Holman, J. D., Waggoner, J. W., Aguilar, J., Currie, R. Forage Sorghum and Corn Silage Response to Full and Deficit Irrigation, Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports. 2016, Vol. 2, Iss. 7. Retrieved from: DOI: 10.4148/2378-5977.1251
30. Lucas, J. Abdala, Brenda, L. Gambin, Lucas, Borrás. Sowing date and maize grain quality for dry milling. *European Journal of Agronomy*. 2018, Vol 92, pp. 1-8.

#### **Обоснование сроков посева кукурузы в совместных посевах с сорго сахарным**

**М.Б. Грабовский**

Сочетание оптимальных сроков посева отдельных культур и состав компонентов являются важными факторами влияния на рост, развитие и продуктивность растений в совместных посевах. Целью исследований было определение влияния сроков посева на рост, развитие растений, продолжительность межфазных периодов и продуктивность кукурузы в совместных посевах с сорго сахарным. При одновременном высевании сорго сахарного и кукурузы продолжительность периода посев–всходы составляла 10 суток. При посеве кукурузы в фазе всходов и в фазе 2-3 листьев сорго сахарного, продолжительность периода посев–всходы сократилась до 9 суток. В среднем за годы исследований при одновременном посеве кукурузы и сорго сахарного полевая всхожесть семян кукурузы составила 78,3 %, что на 1,5; 2,9 и 5,2 % меньше по сравнению со следующими сроками сева. Отмечена высокая корреляционная зависимость между температурой почвы на глубине 10 см и полевой всхожестью семян кукурузы ( $r = 0,95$ ) и средняя между количеством осадков и полевой всхожестью ( $r = 0,56$ ). Продолжительность вегетационного периода кукурузы, в совместных посевах с сорго сахарным, от первого срока посева до четвертого, увеличивается на 1-2 суток, а в сорго сахарного остается практически без изменений (127-128 суток). Наблюдается тенденция к уменьшению урожайности зеленой и сухой массы от варианта первого срока посева кукурузы до четвертого, при этом достоверной разницы между вариантами опыта не отмечено.

**Ключевые слова:** кукуруза, сорго сахарное, совместные посевы, сроки посева, зеленая масса, урожайность.

#### **Substantiation of the corn sowing terms in compatible crops with sweet sorghum**

**M. Grabovskiy**

The combination of optimal crop sowing terms and component composition are important factors that influence the growth, development and productivity of plants in compatible crops. One of the problems in growing corn and sweet sorghum in compatible crops is that the wax ripeness of grain in the sorghum occurs 7–10 or more days later than corn. Therefore, it is possible to achieve practically simultaneous harvesting these crops in the phase of wax ripeness of grain by choosing late-maturing corn hybrid (FAO 500) or by shifting the sowing terms in compatible crops with sweet sorghum.

The aim of the research was to determine the effect of sowing terms on crop growth, development, interphase periods duration and corn productivity in compatible crops with sorghum. The research was carried out in 2014–2016 in the experimental field of the Bila Tserkva National Agrarian University with the following terms of corn sowing: 1. Simultaneously with sweet sorghum. 2. In the sprouting phase of sorghum. 3. In the phase of 2–3 leaves in sorghum 4. In the phase of 4–5 leaves in sweet sorghum. In the experiment, the corn hybrid Monica 350 MB and the sorghum hybrid Dovista were sown. Rows ratio was 2:2. The first term of sowing was carried out when the average daily temperature of the soil at a depth 10 cm was 10–12 °C, the rest – according to the experimental scheme.

Under the simultaneous sowing of sweet sorghum and corn, the duration of the sowing-sprouting period was 10 days. Under sowing corn in the phase of the sprouting and in the phase of 2–3 leaves of sweet sorghum, the length of the sowing-sprouting period reduced to 9 days. On average, over the years of the research under the simultaneous sowing of corn and sweet sorghum, field germination of corn seeds was 78.3 %, which is 1.5, 2.9 and 5.2 % less compared to the following sowing dates. A high correlation between the temperature of the soil at a depth 10 cm and the field germination of corn seeds

( $r = 0.95$ ) and the average between amount of precipitation and field germination ( $r = 0.56$ ) were noted. Duration of the vegetation period of corn in compatible crops with sorghum increases by 1–2 days from the first sowing term to the fourth, and the vegetation period of the sweet sorghum remains practically unchanged (127–128 days). Duration of the period sprouting-wax ripeness of corn grain in the first sowing period was 115 days, the second and the third – 116 days, the fourth – 117 days. The increase in the length of the vegetation period was mainly observed in the period of 6–7 leaves – the milk ripeness of grain.

Depending on the corn sowing terms in the harvest structure of compatible crops with sweet sorghum, the cobs ranged from 39.2 to 40.4 %, and the sweet sorghum panicles – 16.3–16.7 % from the whole plant. When shifting the corn sowing terms from the first to the fourth, there is a decrease in the proportion of the cobs from 40.4 to 39.2 % and the increase in the stem proportion from 71.9 % to 72.3 %, while the total weight of one corn plant also decreases by 2.3–4.7 %. The proportion of corn leaves, depending on the sowing term, remains practically unchanged – 14.1–14.3 %. In sweet sorghum plants, the fraction of leaves and panicles was practically the same 11.4 % and 16.3–16.7 %, while the mass and proportion of stems increased from the first to the fourth sowing period from 71.9 to 72.3 % and from 518, 4 g to 523.4 g.

On average, over the years of research, the largest yield of green mass in compatible sowings of sweet sorghum and corn was formed in the third-term variant of corn sowing – 79.4 t/ha, the lowest – in the first – 78.4 t/ha. When sowing corn in different terms in the compatible crops with sorghum, there is no significant increase in the yield of green mass. For the simultaneous harvesting of compatible crops of sweet sorghum and corn on silage in the phase of wax ripeness of grain, it is recommended to select the components of the mixture, taking into account maturation groups.

**Key words:** corn, sweet sorghum, compatible crops, sowing terms, green mass, yield.

*Надійшла 10.04.2018 р.*

**УДК 581.1;631.8;633.1**

**КОЛЕСНИКОВ М.О.**, канд. с.-г. наук

**ПАЩЕНКО Ю.П.**, канд. біол. наук

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

*maksym.kolesnikov@tsatu.edu.ua*

### **ДІЯ КРЕМНІЄВО-КАЛІЙНОГО ДОБРИВА AGROGLASS STIMUL НА ПРОРОСТАННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В УМОВАХ ВОДНОГО ДЕФІЦИТУ**

Суттєве гальмування ростових процесів та втрати врожаю сільськогосподарських культур в світі відбуваються з причини посух. Використання біопрепаратів та комплексних добрив підвищує стійкість культур до абіотичних стресів та є перспективним. Відомо, що сполуки кремнію посилюють резистентність зернових культур до низки несприятливих факторів довкілля. Висвітлено питання впливу кремнієво-калійного добрива на проростання насіння та морфометричні показники проростків пшениці озимої в умовах водного дефіциту.

Дослідження проводили з використанням насіння пшениці озимої сорту Антонівка. Для передпосівної обробки насіння використовували добриво Agroglass Stimul в концентраціях 5, 15, 30, 60 мл/л.

Встановлено, що добриво Agroglass Stimul у концентрації 5-15 мл/л збільшувало схожість насіння пшениці озимої на 5-6 %, виступаючи регулятором осмотичного тиску в тканинах рослин. В умовах водного стресу Agroglass Stimul в усіх досліджуваних концентраціях привело до збільшення сирової маси проростків максимально на 26,6 % та коренів пшениці на 27,4 %. Суха маса проростків перевищувала контрольні значення на 16,5 %, а коренів – на 69,1 % за дії добрива в концентраціях 5-30 мл/л. Найбільш ефективно збільшував довжину проростків пшениці за умов водного дефіциту Agroglass Stimul в концентраціях від 5 до 30 мл/л. Встановлено, що кремнієво-калійне добриво посилювало ростові процеси, нівелюючи негативний ефект водної депресії. Отримані дані підтверджують результати позитивного впливу кремнієво-калійних добрив на формування продуктивності зернових культур, що вказує на перспективність їх подальшого дослідження.

**Ключові слова:** пшениця озима, водний дефіцит, кремнієво-калійне добриво, ріст, розвиток, схожість.

**Постановка проблеми.** В зоні Степу розташовано близько 60 % посівних площ найбільш рентабельної серед зернових культур – озимої пшениці. На ріст, розвиток та продуктивність пшениці озимої особливо негативно впливає дефіцит вологи. Під час адаптації рослин до умов водного стресу відбуваються суттєві фізіолого-біохімічні перебудови, пов'язані зі зміною стану продигового апарату, асиміляції CO<sub>2</sub>, іонного транспорту, темпів росту, експресією фітогормональних інгібіторів, біосинтезу білків. Для аграрної індустрії посилення стійкості рослин до стресів та підвищення їх біопродуктивності є пріоритетним напрямом досліджень, оскільки, за даними FAO, найбільші втрати врожаїв сільськогосподарських культур по всьому світу зумовлені посухами або засоленням ґрунтів.

Активізація ростових процесів та реалізація генетичного потенціалу рослин стає можливим при запровадженні інтенсивних технологій з використанням біостимуляторів та комплексних добрив. Останнім часом, ринок агрохімії освоюють кремнієво-калійні добрива, які характеризуються своєю поліфункціональністю [1, 2]. Водночас, агробіологічна дія таких добрив на сільськогосподарські культури дотепер з'ясована недостатньо, що також обумовлює актуальність і практичне значення дослідження.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** На сьогодні, сировиною для виробництва або власне як кремнієво-калійні добрива використовують синтетичні розчинні силікати, діатоміти і цеоліти, шлаки чорної, кольорової металургії та фосфатної промисловості [2-6]. Позитивний ефект таких добрив показано в дослідженнях проведених на культурах рису, ячменю, пшениці, сорга, кукурудзи, соняшнику, бобових, овочевих та цитрусових культур [7, 8, 9]. Доведено, що кремнієве підживлення рослин приводило до збільшення маси кореневої системи, їх об'єму, загальної і робочої адсорбуючої поверхні, а також покращувало кореневе дихання [10]. Існують повідомлення про позитивний вплив кремнієво-місних сполук на поглинання рослинами макро-, мікроелементів та Нітрогену, зокрема [11, 12]. Вважається, що кремній стимулює нативні захисні реакції рослин шляхом участі у метаболічних процесах [13].

За позакореневого використання розчинних форм кремнієво-калійних добрив на посівах зернових культур, спостерігали збільшення листкової поверхні рослин, посилення біосинтезу пігментів та активацію фотосинтетичного апарату, стимулювання рісту, прискорення настання фенофаз колосіння та наливу зерна, збільшення висоти рослин і кількості продуктивних стебел [14], покращення якості зерна [15]. Встановлено, що в умовах водного стресу кремнієві сполуки за їх позакореневого застосування на посівах рису знижували рівень транспірації у рослин на 30 %. Підвищений вміст кремнію в тканинах зменшував екзоосмос електролітів, збільшував вміст полісахаридів, що покращувало осморезистентність клітинних стінок. На поверхні колоскових лусок рису кремнієві сполуки формують додатковий шар, який втримує вологу необхідну для формування та наливу зерна в умовах посухи [16, 17, 18].

Тому, **метою дослідження** було з'ясувати вплив кремнієво-калійного добрива Agroglass Stimul на проростання насіння пшениці озимої в умовах водного дефіциту.

**Матеріал і методика досліджень.** Як модельний вид рослин для лабораторного дослідження було обрано насіння пшениці озимої сорту Антонівка (оригіналь: Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення НААН України, в реєстрі з 2008 р.). Для знезараження, насіння протруювали у розчині калію перманганату (0,1 моль/л) протягом 10 хв та підсушували. Насіння пшениці контрольного варіанту замочували у дистильованій воді протягом 4-6 годин, а насіння дослідних варіантів замочували у розчинах добрива Agroglass Stimul в різних концентраціях (5, 15, 30, 60 мл/л) за кімнатної температури. Використовували кремнієво-калійне добриво Agroglass Stimul з вмістом  $\text{SiO}_2$  – 21,3 % та  $\text{K}_2\text{O}$  – 8,3 % виробництва ТОВ «ПКФ» Укрсилікат» (м. Запоріжжя). Насіння пророщували в чашках Петрі на паперовому ложі за контрольованої освітленості (4000 лк), температури ( $20 \pm 1$  °C) та фотоперіоду (14 годин день/10 годин ніч) протягом 8 діб відповідно до міжнародних стандартів [19]. Для створення водного дефіциту насіння пророщували на 5 % розчині поліетиленгліколю (PEG) з  $M_n = 6000$ . У дослідження було включено 6 варіантів у чотириразовій повторності.

Під час проведення дослідження визначали енергію проростання на 3 добу та лабораторну схожість насіння на 8 добу після закладання насіння на пророщування. Визначали довжину ростків та коренів пшениці, їх сиру та суху масу. Результати опрацьовували статистичними методами з розрахунком середньої арифметичної, середньої похибки середнього арифметичного ( $\pm m$ ) та t-критерію Ст'юдента за рівня вірогідності 95 %. Статистичну обробку результатів проводили з використанням програми Microsoft Office Excel 2013.

**Основні результати дослідження.** Вода є фактором активації біохімічних та фізіологічних процесів, що супроводжують проростання насіння. Ранні етапи онтогенезу рослин, пов'язані з набубнявінням, покільченням та проростанням насіння, характеризуються високою чутливістю до навіть незначної депресії водного потенціалу [20]. Пророщення насіння пшениці на 5 % розчині осмотично-активної речовини поліетиленгліколю створювало умови водного дефіциту та призводило до зниження схожості насіння пшениці на 9 % (табл. 1).

Таблиця 1 – Енергія проростання та лабораторна схожість насіння пшениці озимої сорту Антонівка під впливом кремнієво-калійного добрива Agroglass Stimul за умов водного дефіциту, ( $X \pm m$ )

Варіант	Енергія проростання, %		Лаб. схожість, %	
	Енергія проростання, %	Лаб. схожість, %	Енергія проростання, %	Лаб. схожість, %
Абс. контроль (вода)	88,75±1,09	+8,50	94,75±0,48	+8,75
Контроль PEG 6000 (5 %)	80,25±1,66 <sup>^</sup>	0	86,00±0,71 <sup>^</sup>	0
Agroglass Stimul 5 мл/л + PEG 6000 (5 %)	85,50±1,37*	+5,25	92,00±0,91*	+6,00
Agroglass Stimul 15 мл/л + PEG 6000 (5 %)	84,00±0,82*	+3,75	89,75±1,38*	+3,75
Agroglass Stimul 30 мл/л + PEG 6000 (5 %)	81,25±0,73	+1,00	85,00±2,48	-1,00
Agroglass Stimul 60 мл/л + PEG 6000 (5 %)	51,00±3,23*	-29,25	54,50±3,93*	-31,50

**Примітка.** Тут та далі: <sup>^</sup> - різниця істотна порівняно з абсолютним контролем, \* - різниця істотна порівняно з контролем PEG 6000 (5%) за  $p \leq 0,05$ .

Передпосівна обробка насіння добривом Agroglass Stimul (5-15 мл/л) нівелювала негативний ефект водної депресії на що вказує відповідне зростання енергії проростання на 3,8–5,3 % та лабораторної схожості насіння пшениці озимої на 3,8–6,0 % до значень відмічених у варіанті абсолютного контролю. Проте, високі концентрації Agroglass Stimul (60 мл/л) інгібували процеси проростання насіння за умов водного дефіциту.

Як було визначено раніше, сполуки кремнію діють на перерозподіл йонів натрію в рослинному організмі, зокрема, кремній знижував швидкість транспорту натрію до провідних судин ксилеми у злакових зернових культур, це підвищувало стійкість рослин до осмо-сольового впливу [21].

Кремній зустрічається у складі рослинного організму лише у вигляді оксиду або силікатів. Кремній поглинається рослинами у вигляді силікатної кислоти  $Si(OH)_4$ , і в кінцевому рахунку необернено мігрує по всій рослині як аморфний кремнезем. Тому, хоча кремній дуже розповсюджений елемент, більшість джерел містять нерозчинний кремній, який недоступний рослині. Типові концентрації силікатної кислоти в ґрунтовому розчині від 0,1 до 0,6 мМ. Концентрації кремнію в рослинах варіюють сильно у надземних частинах від 1,0 до 100,0 г Si/kg сухої ваги. Рослини поділяють на групи за здатністю акумулювати кремній. Дуже активно поглинають та накопичують сполуки кремнію рослини родини *Graminaceous*, такі як рис, пшениця, райграс, ячмінь [22, 23].

Інкубація рослин пшениці на розчині PEG 6000 протягом 8 днів зумовлювала суттєве зменшення сирої маси як проростків в 1,7 рази, так і коренів пшениці в 1,43 рази порівняно з рослинами пророщеними на водному середовищі.

В умовах водного стресу кремнієво-калійне добриво Agroglass Stimul в усіх досліджуваних концентраціях збільшувало сиру масу проростків на 5,7–26,6 % та коренів пшениці на 17,5–27,4 % порівняно з контрольними рослинами, які не обробляли добривом.

Було встановлено, що добриво Agroglass Stimul ефективно сприяло накопиченню мінеральної складової рослинної біомаси в умовах водного дефіциту, на що вказує збільшення сухої маси проростків та коренів пшениці (табл. 2).

Таблиця 2 – Біометричні показники проростків пшениці озимої сорту Антонівка під впливом кремнієво-калійного добрива Agroglass Stimul за умов водного дефіциту, ( $X \pm m$ )

Варіант	Сира маса 100 шт., г		Суха маса 100 шт., г		Довжина, см	
	проростки	корені	проростки	корені	проростки	корені
Абс. контроль (вода)	5,88 ±0,25	4,96 ±0,32	0,779 ±0,025	0,731 ±0,038	11,90 ±0,20	8,70 ±0,20
Контроль PEG 6000 (5 %)	3,43 ±0,12 <sup>^</sup>	3,46 ±0,27 <sup>^</sup>	0,630 ±0,050 <sup>^</sup>	0,548 ±0,066 <sup>^</sup>	8,90 ±0,20 <sup>^</sup>	6,50 ±0,10 <sup>^</sup>
Agroglass Stimul 5 мл/л + PEG 6000 (5 %)	4,33 ±0,14*	4,07 ±0,12	0,734 ±0,033*	0,737 ±0,048	10,10 ±0,20*	7,50 ±0,20
Agroglass Stimul 15 мл/л + PEG 6000 (5 %)	4,34 ±0,23*	4,23 ±0,15*	0,709 ±0,031	0,783 ±0,027*	10,20 ±0,20*	8,40 ±0,20*
Agroglass Stimul 30 мл/л + PEG 6000 (5 %)	4,28 ±0,24*	4,41 ±0,23*	0,721 ±0,021	0,927 ±0,038*	10,10 ±0,20*	8,40 ±0,30*
Agroglass Stimul 60 мл/л + PEG 6000 (5 %)	3,63 ±0,32	4,32 ±0,12*	0,669 ±0,051	0,869 ±0,075*	8,80 ±0,20	7,30 ±0,20

Подібні результати було отримано в дослідях з моделюванням сольового стресу на проростках пшениці озимої [24].

Так, за дії добрива в концентраціях від 5 до 30 мл/л суха маса проростків перевищувала контрольні значення на 12,6-16,5 %, а суха маса коренів – на 34,5–69,1 %. Слід зазначити, що в умовах водного дефіциту навіть максимальна досліджувана концентрація Agroglass Stimul (60 мл/л) не виявляла негативної дії, а навпаки, стимулювала накопичення біомаси проростків пшениці на ранніх етапах розвитку.

Ряд дослідників вважають, що сполуки кремнію за обробки рослин стимулювали активність ряду ферментів антиоксидантного захисту, збільшували вміст фотосинтетичних пігментів та поліненасичених жирних кислот за умов водного стресу, що може підвищувати резистентність рослин до дії стресу [25, 26, 27]. Вважають, що посилення толерантності рослин до водної депресії пов'язано із накопиченням гліцинбетаїну, проліну в клітинах, покращенням стану біліпідного шару мембран. Застосування силікатів калію стабілізувало осмотичний стан клітин під час водного стресу [28].

Відомо, що в умовах недостатнього вологозабезпечення гальмуються процеси розтягування клітин, що призводить до низькорослості. Проте, Agroglass Stimul за умов передпосівного намочування насіння сприяв видовженню проростків на 13–14 % та коренів пшениці – на 16–30 % порівняно з контрольними рослинами. Найбільш ефективно збільшувало довжину проростків пшениці за умов водного дефіциту добриво в концентраціях від 5 до 30 мл/л.

В проведених нами раніше дослідженнях, добриво Agroglass Stimul (15 мл/л) максимально стимулювало схожість насіння пшениці на 3,7 % за умов передпосівної обробки. Максимальна концентрація добрива, що використовувалася в досліді (60 мл/л) пригнічувала проростання насіння пшениці. Достовірне зростання маси проростків і коренів пшениці, а також їх довжини було зафіксовано за використання добрива з концентраціями 15–30 мл/л за інкубації насіння пшениці на водному середовищі [29].

Отже, кремнієво-калійне добриво Agroglass Stimul опосередковано впливає на нормалізацію водного балансу рослини, регулюючи осмотичну проникність клітин.

**Висновки.** Передпосівна обробка насіння добривом Agroglass Stimul (5–15 мл/л) нівелює негативний ефект водної депресії, на що вказує зростання енергії проростання та лабораторної схожості насіння пшениці озимої на 5–6 %.

Виявлено, що в умовах водного стресу кремнієво-калійне добриво Agroglass Stimul посилювало ростові процеси, виступаючи своєрідним регулятором осмотичного тиску в тканинах рослин.

Так, в умовах водного дефіциту досліджуване добриво збільшувало сиру масу проростків та коренів пшениці. Agroglass Stimul і за концентрацій (5–30 мл/л) суха маса проростків перевищувала контрольні значення на 13–17 %, а суха маса коренів – на 35–69 %. Кремнієво-калійне добриво сприяло видовженню проростків на 13–14 % та коренів пшениці – на 16–30 % порівняно з контрольними рослинами. Найбільш ефективно збільшувало довжину проростків пшениці за умов водного дефіциту добриво в концентраціях від 5 до 30 мл/л.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Негіс І.Т. Озима пшениця в зоні Степу. Херсон: Айлант, 2004. 95 с.
2. Голованов Д.Л. Кремний – незаменимый макроэлемент питания природных и культурных злаков. Удобрения и химические мелиоранты в агроэкосистемах. М., 1998. С. 247-250.
3. Cherif M., Asselin A., Belanger R.R. Defense responses induced by soluble silicon in cucumber roots infected by *Pythium* spp. *Phytopathology*. 1994. Vol. 84. P. 236–242.
4. Куликова А.Х., Яшин Е.А., Данилова Е.В., Юдина И.А. Влияние диатомита и минеральных удобрений на урожайность и качество корнеплодов сахарной свеклы. *Агрехимия*. 2007. № 6. С. 27-31.
5. Игнатьев Н.Н., Гречин П.И., Кобяков А.А. Влияние вулканических пород на поглощение кислорода тепличным грунтом и корнями огурца. *Изв. ТСХА*. 1994. Вып. 3. С. 92-99.
6. Тавровская О.Л. Об использовании отходов металлургической промышленности. Химизация сельского хозяйства. 1992. № 4. С. 55-61.
7. Abed-Ashtiani F., Kadir J.B., Selamat A.B., Hanif A.H.B.M. Effect of Foliar and Root Application of Silicon Against Rice Blast Fungus in MR219 Rice Variety. *Plant Pathol. J.* 2012. Vol. 28, No 2. P. 164-171.
8. Guntzer F., Keller C., Meunier J.-D. Benefits of plant silicon for crops: a review. *Agronomy for Sustainable Development*. 2012. Vol. 32, No 1. P. 201–213.

9. Gomes F.B., Campos de Moraes J., Santos C.D., Goussain M.M. Resistance induction in wheat plants by silicon and aphids. *Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.)*. 2005. Vol. 62, No 6. P. 547-551.
10. Кудинова Л.И. Влияние кремния на рост, величину площади листьев и адсорбционную поверхность корней растений. *Агрохимия*. 1975. № 10. С. 117-120.
11. Гололобова О.О., Телегіна Н.С., Толстякова В.В. Дія кремнієво-калійного листового підживлення на вміст біогенних елементів та детокс-ефект в міських зелених насадженнях. Людина та довкілля. *Проблеми неоекології*. 2015. № 3-4. С. 103-109.
12. Матыченков И.В. Взаимное влияние кремниевых, фосфорных и азотных удобрений в системе почва-растение: дис. ... к-та биол. наук: 06.01.04 / МГУ. Москва, 2014. 136 с.
13. Ma J.F. Role of Silicon in Enhancing the Resistance of Plants to Biotic and Abiotic Stresses. *Soil Sci. Plant Nutr.* 2004. Vol. 50, No. 1. P. 11-18.
14. Сластя И.В., Ложникова В.Н. Влияние кремния на рост растений и баланс эндогенных фитогормонов ярового ячменя. *Агрохимия*. 2010. № 3. С. 34-39.
15. Ahmad A., Afzal M., Ahmad A.U.H., Tahir M. Effect of foliar application of silicon on yield and quality of rice (*Oryza sativa* L.). *Cercetări Agronomice în Moldova*. 2013. Vol. XLVI, No. 3(155). P. 21-28.
16. Матыченков В.В. Кремниевые удобрения как фактор повышения засухоустойчивости растений. *Агрохимия*. 2007. № 5. С. 63-67.
17. Ma J.F., Miyake Y., Takahashi E. Silicon as a beneficial element for crop plants. *Silicon in Agriculture*. Elsevier Science, Amsterdam, 2001. P. 17-39.
18. Meharg A. Silicon, the silver bullet for mitigating biotic and abiotic stress, and improving grain quality, in rice? *Environmental and Experimental Botany*. 2015. Vol. 120. P. 8-17.
19. Волкодав В.В. Міжнародні правила з тестування насіння: навч. посіб. / за ред чл.-кор. НААН України, проф. В.В. Волкодава. Херсон: Олді-плюс, 2011. 414 с.
20. Мусієнко М.М., Жук І.В. Молекулярні механізми індукції захисних реакцій рослин в умовах посухи. *Український ботанічний журнал*. 2009. Т. 66, № 4. С. 580-595.
21. Exogenous silicon increases antioxidant enzyme activities and reduces lipid peroxidation in roots of salt-stressed barley / Liang Y. et al. *Abs. of II Silicon in Agriculture Conf. Japan*. 2002. P. 140-151.
22. Amirjani M.R. Effect of salinity stress on growth, sugar content, pigments and enzyme activity of rice. *Int. J. Bot.* 2011. Vol. 7. P. 73-81.
23. Marafon A.C., Endres L. Silicon: fertilization and nutrition in higher plants. *Rev. Cienc. Agrar.* 2013. Vol. 56, No. 4. P. 380-388.
24. Колесніков М.О., Пашенко Ю.П. Дія кремнієво-калійного добрива «Agroglass stimul» на проростання пшениці озимої в умовах сольового стресу. *Вісник Уманського Нац. ун-ту садівництва*. 2017. № 1. С. 135-141.
25. Balakhnina T., Borkowska A. Effects of silicon on plant resistance to environmental stresses: review. *Int. Agrophys.* 2013. Vol. 27. P. 225-232.
26. Surapornpiboom P., Julsrigival S., Senthong C., Karladee D. Effect of silicon on upland rice under drought condition. *CMU. J. Nat. Sci.* 2008. Vol.7, No. 1. P. 163-171.
27. Shekari F., Abbasi A., Mustafavi S.H. Effect of silicon and selenium on enzymatic changes and productivity of till in saline condition. *J. of the Saudi Society of Agricultural Sci.* 2017. Vol. 16. P. 367-374.
28. Tale Ahmad S., Haddad R. Study of silicon effects on antioxidant enzyme activities and osmotic adjustment of wheat under drought stress. *Czech J. Genet. Plant Breed.* 2011. Vol. 47, No 1. P. 17-27.
29. Колесніков М.О., Пашенко Ю.П., Супрун П.С. Вплив кремнієво-калійного добрива «Agroglass stimul» на проростання насіння пшениці озимої. *Таврійський науковий вісник*. 2017. Вип. 97. С. 69-74.

#### REFERENCES

1. Netis, I.T. (2004). Ozima pshenicja v zoni Stepu [Winter wheat in the Catepa area]. *Kherson, Ajlant*, 95 p.
2. Golovanov, D.L. (1998). Kremnij – nezamenimyj makrojelement pitaniya prirodnyh i kul'turnyh zlakov [Silicon is an irreplaceable nutrition macroelement of natural and cultural grasses]. *Udobrenija i himicheskie melioranty v agrojekosistemah* [Chemical fertilizers and meliorants in agroecosystems]. Moscow, MSU, pp. 247-250.
3. Cherif, M., Asselin, A., Belanger, R.R. Defense responses induced by soluble silicon in cucumber roots infected by *Pythium* spp. *Phytopathology*, 1994, Vol. 84, pp. 236-242.
4. Kulikova, A.H., Jashin, E.A., Danilova, E.V., Judina, I.A., Doronina, O.S., Nikiforova, S.A. Vlijanie diatomita i mineral'nyh udobrenij na urozhajnost' i kachestvo korneplodov saharnoj svekly [Influence of diatomite and mineral fertilizers on yield and quality of sugar beet roots]. *Agrohimiya* [Agrochemistry], 2007, no. 6, pp. 27-31.
5. Ignat'ev, N.N. Grechin, P.I., Kobjakov, A.A. Vlijanie vulkanicheskikh porod na pogloshhenie kisloroda teplichnym gruntom i kornjami ogurca [Influence of volcanic rocks on oxygen uptake by hothouse soil and cucumber roots]. *Izv. TSHA* [News of TAA], 1994, Issue 3, pp. 92-99.
6. Tavrovskaja, O.L. Ob ispol'zovanii othodov metallurgicheskoy promyshlennosti [On the use of waste metallurgical industry]. *Himizacija sel'skogo hozjajstva* [Agrarian chemistry], 1992, no.4, pp. 55-61.
7. Abed-Ashtiani, F., Kadir, J.B., Selamat, A.B., Hanif, A.H., Nasehi, A. Effect of Foliar and Root Application of Silicon Against Rice Blast Fungus in MR219 Rice Variety. *Plant Pathol. J.*, 2012, Vol. 28(2), pp. 164-171.
8. Guntzer, F., Keller, C., Meunier, J-D. Benefits of plant silicon for crops: a review. *Agronomy for Sustainable Development*, 2012, Vol. 32 (1), pp. 201-213.

9. Gomes, F.B., Campos de Moraes, J., Santos, C.D., Goussain, M.M. Resistance induction in wheat plants by silicon and aphids. *Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.)*, 2005, Vol. 62(6), pp. 547-551.
10. Kudinova, L.I. Vlijanie kremnija na rost, velichinu ploshhadi list'ev i adsorbcionnuju poverhnost' kornej rastenij [Influence of silicon on growth, size of the leaf area and the adsorption surface of plant roots]. *Agrohimija [Agrochemistry]*, 1975, no. 10, pp. 117-120.
11. Gololobova, O.O., Telegina, N.E., Tolstjakova, V.V. Dija kremnijevo-kalijnogo listovogo pidzhivlennja na vmist biogennih elementiv ta detoks-efekt v mis'kih zelenih nasadzhenjah [Effect of silicon-potassium leaf feeding on the content of biogenic elements and detox effect in urban green plantations]. *Ljudina ta dovkilja. Problemi neoekologii' [Human and the environment. Problems of neoecology]*, 2015, no. 3-4, pp. 103-109.
12. Matychenkov, I.V. (2014). *Vzaimnoe vlijanie kremnievyh, fosfornyh i azotnyh udobrenij v sisteme pochva-rastenie*. Diss. k-ta. biol. Nauk [The mutual influence of silicon, phosphorus and nitrogen fertilizers in the soil-plant system. PhD biol. Sci. diss.]. Moscow, 136 p.
13. Ma, J.F. Role of Silicon in Enhancing the Resistance of Plants to Biotic and Abiotic Stresses. *Soil Sci. Plant Nutr*, 2004, Vol. 50 (1), pp. 11-18.
14. Slastja, I.V., Lozhnikova, V.N. Vlijanie kremnija na rost rastenij i balans jendogennyh fitogormonov jarovogo jachmenja [The influence of silicon on plant growth and the balance of endogenous phytohormones of spring barley]. *Agrohimija [Agrochemistry]*, 2010, no.3, pp. 34-39.
15. Ahmad, A., Afzal, M., Ahmad, A.U.H., Tahir, M. Effect of foliar application of silicon on yield and quality of rice (*Oryza sativa*). *Cercetări Agronomice în Moldova*, 2013, Vol. XLVI (3), pp. 21-28.
16. Matychenkov, V.V. Kremnievye udobrenija kak faktor povyshenija zasuhoustojchivosti rastenij [Silicon fertilizers as a factor of increasing plant drought tolerance]. *Agrohimija [Agrochemistry]*, 2007, no.5, pp. 63-67.
17. Ma, J.F., Miyake, Y., Takahashi, E. Silicon as a beneficial element for crop plants. *Silicon in Agriculture*. Elsevier Science, Amsterdam, 2001, pp. 17-39.
18. Meharg, A. Silicon, the silver bullet for mitigating biotic and abiotic stress, and improving grain quality, in rice? *Environmental and Experimental Botany*, 2015, Vol. 120, pp. 8-17.
19. Volkodav, V.V. (2011). *Mizhnarodni pravila z testuvannja nasinnja: Navch. posib.* [International rules for testing seeds: Teaching. manual]. Kherson, Oldi-plus, 414 p.
20. Musijenko, M.M., Zhuk, I.V. Molekuljarni mehanizmi indukcii' zahisnih reakcij roslin v umovah posuhi [Molecular mechanisms of induction of protective reactions of plants under conditions of drought]. *Ukrai'ns'kij botanichnij zhurnal [Ukr. Bot. J.]*, 2009, Vol. 66 (4), pp. 580-595.
21. Liang, Y., Chen, Q., Zhang, W., Ding, R. (2002). Exogenous silicon increases antioxidant enzyme activities and reduces lipid peroxidation in roots of salt-stressed barley. *Abs. of II Silicon in Agriculture Conf*, pp. 140-151.
22. Amirjani, M.R. Effect of salinity stress on growth, sugar content, pigments and enzyme activity of rice. *Int. J. Bot.*, 2011, Vol. 7, pp. 73-81.
23. Marafon, A.C., Endres, L. Silicon: fertilization and nutrition in higher plants. *Rev. Cienc. Agrar*, 2013, Vol. 56(4), pp. 380-388.
24. Kolesnikov, M.O., Pashhenko, Ju.P. Dija kremniivo-kalijnogo dobriva «Agroglass stimul» na prorostannja pshenici ozimoi' v umovah sol'ovogo stresu [Effect of silicon-potash fertilizer "Agroglass stimul" on germination of winter wheat under salt stress]. *Visnik Umans'kogo Nac. un-tu sadivnictva [Bulletin of the Uman National University of gardening]*, 2017, no.1, pp. 135-141.
25. Balakhnina, T., Borkowska, A. Effects of silicon on plant resistance to environmental stresses: review. *Int. Agrophys*, 2013, Vol. 27, pp. 225-232.
26. Surapornpipoom, P., Julsrigival, S., Senthong, C., Karladee, D. Effect of silicon on upland rice under drought condition. *CMU. J. Nat. Sci*, 2008, Vol. 7(1), pp. 163-171.
27. Shekari, F., Abbasi, A., Mustafavi, S.H. Effect of silicon and selenium on enzymatic changes and productivity of dill in saline condition. *J. of the Saudi Society of Agricultural Sci.*, 2017, Vol. 16, pp. 367-374.
28. Tale Ahmad S., Haddad R. Study of silicon effects on antioxidant enzyme activities and osmotic adjustment of wheat under drought stress. *Czech J. Genet. Plant Breed*, 2011, Vol. 47(1), pp. 17-27.
29. Kolesnikov, M.O., Pashhenko, Ju.P., Suprun, P.S. Vplyv kremnijevo-kalijnogo dobryva «Agroglass stimul» na prorostannja nasinnja pshenyci ozymoi' [The effect of silicon-potassium fertilizer «Agroglass stimul» on the winter wheat germination]. *Tavrijs'kyj naukovyj visnyk. Naukovyj zhurnal [Taurian scientific bulletin]*, 2017, Issue 97, pp. 69-74.

**Действие кремний-калийного удобрения Agroglass Stimul на прорастание пшеницы озимой в условиях водного дефицита**

**М.О. Колесников, Ю.П. Пашенко**

Существенное торможение ростовых процессов и потери урожая сельскохозяйственных культур в мире происходят по причине засухи. Использование биопрепаратов и комплексных удобрений повышает устойчивость культур к абиотическим стрессам и является перспективным. Известно, что кремний усиливает резистентность зерновых культур к ряду неблагоприятных факторов окружающей среды. В статье освещены вопросы влияния кремниево-калийного удобрения на прорастание семян и морфометрические показатели проростков пшеницы озимой в условиях водного дефицита.

Исследования проводились с использованием семян пшеницы озимой сорта Антоновка. Для предпосевной обработки семян использовали удобрение Agroglass Stimul в концентрациях 5, 15, 30, 60 мл/л.

Установлено, что удобрение Agroglass Stimul в концентрации 5-15 мл/л увеличивало всхожесть семян пшеницы озимой на 5-6 %, выступая регулятором осмотического давления в тканях растений. В условиях водного стресса Agroglass Stimul во всех исследуемых концентрациях вызвал увеличение сырой массы проростков максимально на 26,6 % и корней пшеницы на 27,4 %. Сухая масса проростков превышала контрольные значения на 16,5 %, а корней – на 69,1 % под воздействием удобрения в концентрациях 5-30 мл/л. Наиболее эффективно увеличивал длину ростков пшеницы в условиях водного дефицита Agroglass Stimul в концентрациях от 5 до 30 мл/л. Установлено, что кремниво-калийное удобрение усиливало ростовые процессы, нивелируя негативный эффект водной депрессии. Полученные данные подтверждают результаты положительного влияния кремний-калийных удобрений на формирование продуктивности зерновых культур, что указывает на перспективность их дальнейшего исследования.

**Ключевые слова:** пшеница озимая, водный дефицит, кремний-калийное удобрение, рост, развитие, всхожесть.

#### **The effect of of silicum-potassium fertilizer «Agroglass stimul» on winter wheat germination under water deficiency**

**M. Kolesnikov, Yu. Paschenko**

Winter wheat relates to the leading grain-forage crops in Ukraine and occupies about 60% of sown area at steppe region. The water deficit has negative impact on winter wheat growth, development and productivity. Significant physiological and biochemical changes occur in a plant in the course of its adaptation to water stress. The solving of the problem of plants resistance to stress and increasing their productivity is a priority research area in agriculture.

One of the possible ways to activate growth processes and raise the genetic potential of plants is using biostimulants and complex fertilizers. The silicum-potassium fertilizers have been widely introduced lately due to their multifunctional properties. However, the agrobiological effect of this fertilizers on crops has not been studied properly.

Positive effect of silicic fertilizers was revealed on wheat, barley, rice, sorghum, corn, sunflower, beans, vegetables and citrus crops. Silicum can stimulate plant natural protection reactions through participating in the methabolism. It is proved, that silicum nutriets optimization results in the roots weight and volume increase and improves root's respiration. The assimilation of micro- and macronutrients raises under the silicon effect. The soluble forms of silicum-potassium fertilizers increase leaf surface of grain crop, activate photosynthetic apparatus, increase the number of productive spikes under drought.

The study aim was to determine the influence of silicum-potassium fertilizer «Agroglass Stimul» on germination of the winter wheat under condition of water deficiency.

Seeds of Antonovka variety winter wheat were used for the laboratory study. The control variant seeds were soaked in distilled water for 4-6 hours. The experimental variants seeds were soaked in solutions of silicum-potassium fertilizer «Agroglass Stimul» (5, 15, 30, 60, 100 ml/l) at  $22 \pm 2$  °C. Silicum-potassium fertilizer «Agroglass Stimul» was produced by "PCC Ukrsilikat" (Zaporizhzhia city) with content of  $\text{SiO}_2$ -21,3 % and  $\text{K}_2\text{O}$ -8,3 %. Seeds were germinated for 8 days according to the international protocols. Seeds were grown at 5 % solution of PEG-6000 for water deficiency stress induction. The laboratory germination, length and weight of seedlings and roots of wheat were determined in the course of the experiment. The results were processed statistically.

Germination of wheat seeds on 5 % solution of osmotic compound polyetheleneglycol (PEG-6000) create the condition of water deficiency and caused germination decrease of by 9 %.

Seed pre-sowing treatment with «Agroglass Stimul» solutions (5-15 ml/l) leveled the negative effect of water depression which indicates germination energy increase by 3.8–5.3 % and laboratory germination of wheat seeds increase by 3.8–6.0 % to the control index. However, high concentration of fertilizer (60ml/l) inhibited germination of wheat seeds under the condition of water deficiency.

The incubation of wheat plants on PEG 6000 solution for 8 days resulted in the essential decrease of both seedlings raw weight by 1.7 times and roots – by 1.43 times compared with the crops grown in water medium. Silicum-potassium fertilizer «Agroglass Stimul» raise the raw weight of wheat seedlings by 5.7 %-26.6 % and root by 17.5 %-27.4 %, respectively, in comparison with untreated seeds.

When determining the dry mass it was established that «Agroglass Stimul» fertilizer provided the accumulation of mineral part of the biomass under water stress condition. Similar results were obtained on winter wheat seedlings under condition of salt stress model. The dry weight of seedlings exceeded the control by 12.6 %–16.5 % and roots dry weight by 34.5–69.1 % under the influence of fertilizer in concentration of 5 ml/l-30 ml/l. It is necessary to mention, that even maximum concentration of «Agroglass Stimul» (60 ml/l) didn't show negative affect under water deficiency conditions, but, on the contrary, it stimulated the accumulation of wheat biomass on the early stage of development.

Inadequate water supply is known to inhibit the processes of cells elongation are inhibited which causes stunted plant. Nevertheless, «Agroglass Stimul» promoted seedlings elongation by 13-14 % and roots elongation by 16–30 % compared with the control plants and in a case of pre-sowing seeds treatment. The fertilizer concentration of 5-30 ml/l increased the length of wheat seedlings the most effectively under water deficiency condition.

Thus, silicum-potassium fertilizer «Agroglass Stimul» indirectly influences crop water balance normalization through regulating cells osmotic penetration.

Seeds pre-sowing treatment with «Agroglass Stimul» (5-15 ml/l) levels the negative effect of water depression, which indicates wheat's seeds energy growth and laboratory germination by 5-6 %. It was established that silicum-potassium fertilizer, being as a regulator of osmotic pressure of plant tissues, enhanced growth processes in water stress condition under all studied concentration range (5-60 ml/l).

**Key words:** winter wheat, water stress, silicum-potassium fertilizer, growth, development, germination.

*Надійшла 10.04.2018 р.*

УДК 581.1:[661.162.65:582.707]

КУР'ЯТА В.Г., д-р біол. наук  
ШАТАЛЮК Г.С., аспірантВінницький державний педагогічний університет ім. М. Коцюбинського  
halya17061991@gmail.com**ДІЯ ФОЛІКУРУ НА ЛИСТКОВИЙ АПАРАТ, ВМІСТ ВУГЛЕВОДІВ  
ТА ЕЛЕМЕНТІВ ЖИВЛЕННЯ В ЛИСТКАХ АГРУСУ В ЗВ'ЯЗКУ  
З ПРОДУКТИВНІСТЮ КУЛЬТУРИ**

Вивчали вплив триазолпохідного препарату фолікуру на формування листків агрусу сорту Машенька, накопичення в них неструктурних вуглеводів (цукрів і крохмалю), елементів мінерального живлення та урожайність культури. Результати свідчать, що обробка насаджень агрусу 0,025 % розчином фолікуру у фазу бутонізації сприяла оптимізації мезоструктури, накопиченню в листках хлорофілів, азоту, фосфору і калію. Встановлено, що обробка рослин агрусу препаратом приводила до потовщення листків за рахунок збільшення об'єму і лінійних розмірів клітин стовпчастої та губчастої асиміляційної паренхіми, збільшення вмісту хлорофілів. Відмічені зміни приводили до посилення фотосинтетичних процесів, інтенсивного новоутворення продуктів фотосинтезу – цукрів і крохмалю, що забезпечило суттєве підвищення урожайності. За дії фолікуру вміст елементів живлення в листках збільшувався, що сприяло синтезу хлорофілів та зростанню загальної асиміляційної продуктивності листків. Підвищений вміст азоту, фосфору та калію у рослин агрусу свідчить також про збільшення депонувальної здатності листків, що в період формування плодів було додатковим джерелом мінеральних елементів для процесів формування і росту плодів.

З'ясовано, що обробка кущів фолікуром призводить також до покращення якості продукції: за дії препарату якісні показники продукції – вміст аскорбінової кислоти, вуглеводів і кислотність ягід зростали.

**Ключові слова:** агрус, ретарданти, фолікур, листковий апарат, елементи живлення, урожайність.

**Постановка проблеми, аналіз останніх досліджень і публікацій.** У сучасному рослинництві синтетичні регулятори росту широко використовуються за вирішення багатьох практичних завдань [1, 2, 3, 4]. Застосування рістрегулюючих препаратів дозволяє спрямовано посилювати або уповільнювати ростові процеси на різних фазах розвитку рослини, регулювати навантаження рослин плодами і насінням та впливати на якість продукції [5, 6, 7, 8]. Однією з найбільш поширених груп синтетичних регуляторів росту рослин є ретарданти – антигіберелінові препарати, які або інгібують синтез гіберелінів, або блокують утворення гормон-рецепторного комплексу, унеможливаючи рістстимулюючу дію фітогормону [9, 10, 11, 12]. Відомо, що застосування ретардантів призводить до уповільнення лінійного росту, при цьому часто відбувається підвищення урожайності сільськогосподарських культур [13,14,15,16]. Найбільш повно вивчена дія на сільськогосподарські культури представника четвертинних амонієвих солей – хлорекватхлориду [16,17]. Дія цього ретарданту одночасно з уповільненням росту приводить до посилення галуження стебла, формування більш потужного листкового апарату, закладання більшої кількості квітів і плодів, що сприяє зростанню урожайності багатьох сільськогосподарських культур [3, 18, 19]. Останнім часом створені нові триазолпохідні ретарданти, які поєднують фунгіцидні властивості із здатністю регулювати ростові процеси і впливати на морфогенез рослин, що супроводжується зростанням урожайності [20, 21, 22, 23]. Більш повно вивчено вплив уніконазолу [6, 24, 25, 26] та паклобутразолу [27, 28] на фізіологічні процеси в рослинах. Водночас, дія інших триазолпохідних препаратів, зокрема фолікуру, на анатомо-морфологічні і фізіологічні особливості функціонування листкового апарату, накопичення і перерозподіл асимілятів та елементів мінерального живлення у рослин ягідних культур залишається практично не вивченою.

В зв'язку з цим **метою роботи** було встановити особливості дії синтетичного регулятора росту фолікуру на урожайність, формування фотосинтетичного апарату та особливості забезпечення рослин елементами живлення в зв'язку з продуктивністю культури.

**Матеріал і методика дослідження.** Мікропольові дослідження проводили на насадженнях агрусу фермерського господарства «Дагор» (с. Раково Томашпільського району Вінницької області) у вегетаційний період 2015-2017 років. Посадка кущів агрусу сорту Машенька здійснена у 2008 році. Кущі обробляли за допомогою ранцевого оприскувача ОП-2 в період бутонізації 0,025 % розчином фолікуру (за діючою речовиною) до повного змочування листків. Діючою речовиною комерційного препарату фолікур є тебуконазол ( 250 г/л, C<sub>16</sub>H<sub>22</sub>ClN<sub>3</sub>O ) - (RS) -1p-

хлорфеніл-4,4-диметил-3-(1Н-1,2,4-триазол-1-ил-метил)пентан-3-ил. Виробник – фірма Bayer Crop Science AG (Німеччина). Рослини контрольного варіанта обприскували водопровідною водою.

Відбір матеріалів для вивчення мезоструктурної організації листка проводили у фазу дозрівання плодів. Мезоструктуру листків вивчали на кінець вегетації на фіксованому матеріалі методом А.Т. Мокроносова і Р.А. Борзенкової [29]. Для їх консервації застосовували суміш рівних частин етилового спирту, гліцерину, води з додаванням 1% формаліну. Визначення розмірів клітин і товщини хлоренхіми здійснювали за допомогою мікроскопа Микмед-1 та окулярного мікрометра МОБ-1-15х у 20-кратній повторності. Мацеруючим агентом було обрано 5 %-ий розчин оцтової кислоти в соляній кислоті 2 моль/л. Визначення вмісту хлорофілів проводили у свіжому матеріалі спектрофотометричним методом на спектрофотометрі СФ-16. Вміст неструктурних вуглеводів (цукрів і крохмалю) визначали йодометричним методом, вміст фосфору – за інтенсивністю утворення фосфорно-молібденового комплексу, калію – полум'яно-фотометричним методом, вміст різних форм азоту – за Кельдалем [30].

Результати досліджень обробляли статистично за допомогою комп'ютерної програми «Statistica 6». Застосовували однофакторний дисперсійний аналіз (відмінності між середніми значеннями обчислювали за критерієм Стьюдента, їх вважали вірогідними за  $p < 0,05$ ). У таблицях наведено середньоарифметичні значення та їх стандартні похибки.

**Основні результати дослідження.** Вивчення особливостей росту і розвитку агрусу під впливом фолікуру свідчить про суттєві анатомо-морфологічні зміни, зокрема у формуванні листкового апарату рослин. За дії цього антигіберелінового препарату відбувалися зміни активності маргінальних меристем, відповідальних за гістогенез листків. Результатом такого впливу стало формування більш потужної мезоструктури листків агрусу (табл. 1).

Таблиця 1 – Вплив фолікуру на мезоструктурні показники та вміст хлорофілів у листках агрусу сорту Машенька

Показник	Контроль	0,025 % Фолікур
Товщина листка, мкм	244,0±8,03	317,7±7,35*
Товщина хлоренхіми, мкм	208,2±5,36	265,5±1,68*
Товщина верхнього епідермісу, мкм	18,1±0,62	27,0±0,8*
Товщина нижнього епідермісу, мкм	17,7±0,42	25,1±0,82*
Об'єм клітин стовпчастої паренхіми, мкм <sup>3</sup>	10305,5±555,25	14795,1±371,43*
Довжина клітин губчастої паренхіми, мкм	28,1±1,55	35,1±1,54*
Ширина клітин губчастої паренхіми, мкм	23,6±0,55	26,1±0,55*
Кількість продихів на 1 мм <sup>2</sup> абаксіальної поверхні листка	32,3 ± 1,04	37,0 ± 1,05*
Вміст хлорофілу (а+б), % на масу сирої речовини	0,56±0,021	0,63±0,034*

**Примітка:** \* - різниця достовірна за  $p \leq 0,05$ .

Листки рослин дослідного варіанта характеризувалися більшою товщиною в цілому та потовщенням основних тканин листка – верхнього і нижнього епідермісу та основної асиміляційної тканини рослини – хлоренхіми. При цьому спостерігалось збільшення об'єму та розмірів стовпчастих і губчастих клітин та кількості продихів. Аналіз літературних даних свідчить, що подібний ефект був відмічений за дії триазолпохідних препаратів на інших культурах [5, 9].

Одним із важливих показників, який впливає на фотосинтетичну продуктивність рослин, є вміст хлорофілу у листках [31]. Аналіз отриманих результатів свідчить, що за дії фолікуру вміст хлорофілу достовірно підвищувався у порівнянні з контролем.

Отже, за дії препарату формувалася більш розвинена мезоструктура листків, посилювався синтез хлорофілів, що створює передумови для підвищення продуктивності культури.

Результати наших досліджень свідчать, що обробка рослин агрусу фолікуром супроводжується змінами у накопиченні різних форм вуглеводів і елементів живлення в листках (табл. 2).

За дії препарату вміст крохмалю і всіх форм цукрів – суми цукрів, редуруючих цукрів і сахарози був достовірно вищим у порівнянні з контролем. На нашу думку це є свідченням більш продуктивної роботи фотосинтезуючого апарату листків у результаті оптимізації їх мезоструктури і зростання вмісту хлорофілів. Показовою є суттєва різниця у вмісті сахарози між контро-

лем і дослідом – за дії ретарданту вміст цієї форми цукрів був суттєво більшим. Це добре погоджується з відомими даними про транспортну функцію сахарози – посилене утворення цукрів під впливом фолікуру сприяло утворенню більшої кількості мобільної, транспортної її форми, яка використовувалася в цей час на процеси карпогенезу – формування і росту плодів, маса яких була більшою у варіанті із застосуванням ретарданту (табл. 2).

Таблиця 2 – Вплив фолікуру на вміст неструктурних вуглеводів та елементів живлення в листках агрусу сорту Машенька (% на суху речовину)

Варіант	Сума цукрів	Редукуючі цукри	Сахароза	Крохмаль	Сумарний азот	Фосфор	Калій
Контроль	9,9±0,03	8,8±0,04	1,1±0,02	1,6±0,04	2,3±0,04	0,3±0,02	1,9±0,05
Фолікур	11,1±0,04*	9,5± 0,03*	1,6±0,02*	1,8±0,06	2,5±0,05*	0,4±0,02*	2,0±0,03

Примітка: \* - різниця достовірна за  $p \leq 0,05$ .

Отримані результати досліджень свідчать, що вміст елементів мінерального живлення збільшувався за дії ретарданту. Очевидно, це є одним із факторів, які сприяють синтезу хлорофілів та загальній асиміляційній продуктивності листків. Підвищений вміст азоту, фосфору та калію у рослин агрусу свідчить також про збільшення депонувальної здатності листків, що в період формування плодів є додатковим джерелом мінеральних елементів для процесів карпогенезу (таблиця 2).

У результаті оптимізації мезоструктури листків, посиленого накопичення цукрів і крохмалю, елементів мінерального живлення в листках під впливом фолікуру відбувалося суттєве підвищення урожайності культури (табл. 3).

Таблиця 3 – Вплив фолікуру на урожайність та якісні показники ягід агрусу сорту Машенька

Варіант/Показник	Урожай, т/га	Урожайність з куща, кг	Кислотність, %	Аскорбінова кислота	Сума цукрів, %
Контроль	14,2±0,08	2,9±0,92	1,9±0,15	20,8±0,70	7,4±1,75
Фолікур	18,3±0,05*	3,7±1,17	2,2±0,19	24,2 ± 0,51*	9,0± 1,77
НІР <sub>0,5</sub>	0.68	-	-	-	-

Примітка: \* - різниця достовірна за  $p \leq 0,05$ .

Важливим показником ефективності і доцільності застосування ретарданту є якісні характеристики продукції – вміст аскорбінової кислоти, загальної кислотності і суми цукрів. Отримані результати свідчать, що запропонований метод обробки кущів фолікуром приводить до покращення якості продукції: за дії препарату ці показники зростали (табл. 3).

**Висновок.** Обробка рослин агрусу триазолпохідним регулятором росту фолікуром приводить до оптимізації мезоструктурних характеристик листкового апарату, підвищення вмісту хлорофілів, накопичення вуглеводів та елементів живлення в листках, що створює умови для підвищення урожайності культури.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бровко О. В., Кур'ята В. Г., Рогач В. В. Вплив синтетичних регуляторів росту 1-НОК та 6-БАП на морфогенез та продуктивність перцю солодкого. Вісник ЛНАУ. Серія Агронімія. 2016. № 1. С. 1-8.
2. Шерстобоева О. В., Чабанюк Я. В. Вплив сумісного застосування тебуконазолу та біополіциду на врожайність озимої пшениці. Аграрна наука — виробництво: Наук-інформ. бюл. завершених наук. розробок. 2014. № 1. С. 5.
3. Carvalho M. E. A., Castro C. P. R., Castro F. M. V., Mendes A. C. C. Are plant growth retardants a strategy to decrease lodging and increase yield of sunflower. *Communicatae Scientiae*. 2016. Vol.7, № 1. P. 154-164.
4. Kuryata V. G., Poprotska I. V., Rogach T. I. The impact of growth stimulators and retardants on the utilization of reserve lipids by sunflower seedlings. *Regul. Mech. Biosyst*. 2017. Vol. 8, № 3. P. 317-322.
5. Кур'ята В. Г., Поливаний С. В. Потужність фотосинтетичного апарату та насінневої продуктивності маку олійного за дії ретарданту фолікуру. *Физиология растений и генетика*. 2015. Т. 47. № 4. С. 313-320.
6. Kasem M. M., El-Baset M.M. Studying the Influence of Some Growth Retardants as a Chemical Mower on Ryegrass (*Lolium perenne* L.). *Journal of Plant Sciences*. 2015. Vol. 3, № 5. P. 255-258.
7. Koutroubas S. D., Damalas C. A. Morpho-physiological responses of sunflower to foliar applications of chlormequat chloride (CCC). *Bioscience Journal*, 2016. Vol. 32, № 6. P. 1493-1501.
8. Kumar S., Tomar B., Arora A. Influence of plant growth retardants on growth, seed yield and quality in onion (*Allium cepa*) cv. Pusa Riddhi. *Indian Journal of Agricultural Sciences*. 2016. Vol. 86, №11. P. 1413-1417.

9. Кур'ята В. Г. Ретарданти – модифікатори гормонального статусу рослин. Фізіологія рослин: проблеми та перспективи розвитку. Т. 1./ НАН України, Ін-т фізіології рослин і генетики, українське т-во рослин; голов. ред. В.В. Моргун. К.: Логос, 2009. С. 565-589.
10. Поливаний С. В. Вплив фолікуру на морфогенез та продуктивність рослин маку олійного. Науковий вісник Ужгородського університету. Серія Біологія. 2014. №36. С. 64–67.
11. Ткачук О. О. Вплив паклобутразолу на анатомо-морфологічні показники рослин картоплі. Науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. 2015. № 2. С. 47-50.
12. Spitsner T., Misa P., Bilovsky J., Kazda J. Management of maize stand height using growth regulators. Supported by the Ministry of Agriculture of the Czech Republic. Plant Protect Sci. 2015. Vol. 51, № 4. P. 223-230.
13. Matysiak K., & Kaczmarek S. Effect of chlorocholine chloride and triazoles – tebuconazole and flusilazole on winter oilseed rape (*Brassica napus var. oleifera* L.) in response to the application term and sowing density. Journal of Plant Protection Research. 2013. Vol. 53, № 1. P. 79–88.
14. Matsoukis A., Gasparatos D., Chronopoulou-Sereli A. Mepiquat chloride and shading effects on specific leaf area and K, P, Ca, Fe and Mn content of *Lantana camara* L. Emirates Journal of Food and Agriculture. 2015. Vol. 27, № 1. P. 121–125.
15. Pavlista A. D. Influence of foliar-applied growth retardants on russet burbank potato tuber production. American Journal of Potato Research. 2013. Vol. 90. P. 395-401.
16. Wang Y., Gu W., Xie T., Li L., Sun Y., Zhang H., Li J., Wei S. Mixed Compound of DCPTA and CCC increases maize yield by improving plant morphology and upregulating photosynthetic capacity and antioxidants. Plos One. 2016. Vol. 11, №2. P. 1-25.
17. Zhang W., Xu F., Hua C., Cheng S. Effect of chlorocholine chloride on chlorophyll, photosynthesis, soluble sugar and flavonoids of *Ginkgo biloba*. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca. 2013. Vol. 41, №1. P. 97-103.
18. Pobudkiewicz A. Influence of growth retardant on growth and development of *Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotsch. Acta Agrobotanica. 2014. Vol. 67, №3. P. 65–74.
19. Рогач В. В., Рогач Т. І. Вплив синтетичних стимуляторів росту на морфофізіологічні характеристики та біологічну продуктивність культури картоплі. Вісник Дніпропетровського у-ту. Біологія, екологія 2015. 23(2). С. 221-224.
20. Uniconazole-induced starch accumulation in the bioenergy crop duckweed (*Landoltia punctata*) II: transcriptome alterations of pathways involved in carbohydrate metabolism and endogenous hormone crosstalk / Liu L. et al. Biotechnology for Biofuels. 2014. Vol. 8. P. 64.
21. Plant growth regulators on sweet sorghum: physiological and nutritional value analysis / Macedo W. R. et al. *Communicata Scientiae*. 2017. Vol. 8, № 1. P. 170–175.
22. Effect of paclobutrazol growth regulator on tuber production and starch quality of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) / Panyapruet S. et al. *Asian Journal of Plant Sciences*. 2016. Vol. 15, № 1-2. P. 1-7.
23. Floral induction management in Palmer's mango using uniconazole / Sousa Lima G.M. et al. *Ciencia Rural*. 2016. Vol. 46, № 8. P. 1350–1356.
24. Kendall, S. L., Storer, P. M. Berry Measuring canopy size and nitrogen content in oilseed rape for variable plant growth regulator and nitrogen fertiliser application / Yan W. et al. *Advances in Animal Biosciences*. 2017. Vol. 8. P. 299-302.
25. Responses of root growth and nitrogen transfer metabolism to uniconazole, a growth retardant, during the seedling stage of soybean under relay strip / Yan W. et al. *Communications in Soil Science and Plant Analysis Intercropping System*. 2013. Vol. 44, № 22. P. 3267-3280.
26. Influence of seed treatment with uniconazole powder on soybean growth, photosynthesis, dry matter accumulation after flowering and yield in relay strip intercropping system / Yan Y. et al. *Plant Production Science*. 2015. Vol. 18, № 3. P. 295-301.
27. Попроцька І. В. Зміни в полісахаридному комплексі клітинних стінок сім'ядолей проростків гарбуза за різної напруженості донорно-акцепторних відносин в процесі проростання. Фізіологія і біохімія культ. рослин. 2014. Т. 46, № 3. С. 190-195.
28. Poprotska I. V., Kuryata V. G. Features of gas exchange and use of reserve substances in pumpkin seedlings in conditions of skoto- and photomorphogenesis under the influence of gibberellin and chlormequat-chloride. *Regulatory mechanisms in biosystems*. 2017. Vol. 8, № 1. P. 71-76.
29. Мокроносів А. Т., Борзенкова Н. А. Методика количественной оценки структуры и функциональной активности фотосинтезирующих тканей и органов. Пр. труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 1978. № 3. С. 119-131.
30. AOAC. Official Methods of Analysis of Association of Analytical Chemist International. Asso. of Analytical Chemist. Gaithersburg, Maryland, USA. 2010. Vol.18, №3. P. 450.
31. Киризий Д. А., Стасик О. О., Прядкина Г. А., Шадшина Т. М. Фотосинтез. Ассимиляция CO<sub>2</sub> и механизмы ее регуляции. Киев: Логос. 2014. Т. 2. С. 478.

#### REFERENCES

1. Brovko, O. V., Kur'jata, V. G., Rogach, V. V. Vplyv suntetichnykh regulyatoriv rosty 1-NOK ta 6-BAP na morfogenes ta produktyvnist perzy solodkogo [Influence of synthetic growth regulators of 1-NOC and 6-BAP on morphogenesis and productivity of sweet pepper]. *Visnyk L'NAY. Seriya Agronomiya [Visnyk L'NAU. Series Agronomy]*, 2016, no. 1, pp. 1-8.
2. Sherstoboeva, O. V., Chabanyuk, Y. V. Vplyv tebykonazolyta biopolizydu na vpozaunisti ozumoi pshenyци [Influence of combined application of tebuconazole and biopolycid on winter wheat yield]. *Agrarna nauka – vurubnuztvy: nayk. – inform. bul. zaversheny nayk. rozrobok [Agrarian Science – for Production: Science. inform. bullet completed sciences. Developments]*, 2014, no. 1, 5 p.
3. Carvalho, M. E. A., Castro, C. P. R., Castro, F. M. V., Mendes, A. C. C. Are plant growth retardants a strategy to decrease lodging and increase yield of sunflower. *Communicata Scientiae*. 2016, Vol.7, no. 1, pp. 154 -164.
4. Kuryata, V. G., Poprotska, I. V., Rogach, T. I. The impact of growth stimulators and retardants on the utilization of reserve lipids by sunflower seedlings. *Regul. Mech. Biosyst*. 2017, Vol. 8, no. 3, pp. 317–322.

5. Kuryata, V.G., Polyvaniy, S. V. Potyznisti fotosuntetuthnogo aparaty ta nasinneva prodyktivnist maky oliunogo za diya retardanty folikyry [The power of the photosynthetic apparatus and the seed yield of the poppy oil due to the action of the retardant of the follicle]. *Fiziologiya rasteniy i genetika* [Plant physiology and genetics], 2015. Vol. 47, no. 4, pp. 313–320.
6. Kasem, M. M., El-Baset, M.M. Studying the Influence of Some Growth Retardants as a Chemical Mower on Ryegrass (*Lolium perenne* L.). *Journal of Plant Sciences*. 2015, Vol. 3, no. 5, pp. 255-258.
7. Koutroubas, S. D., Damalas, C. A. Morpho-physiological responses of sunflower to foliar applications of chlormequat chloride (CCC). *Bioscience Journal*, 2016, Vol. 32, no. 6, pp. 1493-1501.
8. Kumar S., Tomar, B., Arora, A. Influence of plant growth retardants on growth, seed yield and quality in onion (*Allium cepa*) cv. Pusa Riddhi. *Indian Journal of Agricultural Sciences*. 2016, Vol. 86, no.11, pp. 1413–1417.
9. Kuryata, V.G. Retardanty – modyficatory gormonal' nogo statusu roslyn [Retardants – modifiers of hormonal status of plants]. *Fiziologija roslyn: problemy ta perspektyvy rozvutky*. T. 1. NAN Ukrainy, in-t fiziologii` roslyn i genetyky, ukrai`nske t-vo roslyn [Plant physiology: problems and prospects of development. NAN of Ukraine, Institute of Physiology of Plants and Genetics, Ukrainian plant of plants]. Kyiv, Logo, 2009, Vol. 1, pp. 565-589.
10. Polyvaniy, S. V. Vplyv folikyry na morfogenex ta prodyktivnosti roslun maky oliunogo [Influence of the follicur on morphogenesis and productivity of oilseed poppy plants]. *Naykovy visnyk Yzgorodskogo univertyty. Seriya Biologia* [Scientific herald of Uzhgorod University. Series Biology]. 2014, no. 36, pp. 64-67.
11. Tkachyk, O. O. Vplyv paklobytrazoly na anatomo-morfologishni pokaznuku roslun kartopli [Influence of poclobutrazole on anatomic and morphological indices of potato plants]. *Naykovy visnyk Shidnoevropeyskogo nacionalnogo university imeni Lesi Ukrainku* [Scientific herald of the Lesia Ukrainka Eastern European National University]. 2015, no. 2, pp. 47-50.
12. Spitsler, T., Misa, P., Bilovsky, J., Kazda, J. Management of maize stand height using growth regulators. Supported by the Ministry of Agriculture of the Czech Republic. *Plant Protect Sci*. 2015, Vol. 51, no. 4, pp. 223-230.
13. Matysiak, K., Kaczmarek, S. Effect of chlorocholine chloride and triazoles – tebuconazole and flusilazole on winter oilseed rape (*Brassica napus* var. *oleifera* L.) in response to the application term and sowing density. *Journal of Plant Protection Research*. Vol. 53, no. 1, pp. 79–88.
14. Matsoukis, A., Gasparatos, D., Chronopoulou-Sereli, A. Mepiquat chloride and shading effects on specific leaf area and K, P, Ca, Fe and Mn content of *Lantana camara* L. *Emirates Journal of Food and Agriculture*. 2015, Vol. 27, no. 1, pp. 121–125.
15. Pavlista, A. D. Influence of foliar-applied growth retardants on russet burbank potato tuber production. *American Journal of Potato Research*. 2013, Vol. 90, pp. 395-401.
16. Wang, Y., Gu, W., Xie, T., Li, L., Sun, Y., Zhang, H., Li, J., Wei, S. Mixed Compound of DCPTA and CCC increases maize yield by improving plant morphology and upregulating photosynthetic capacity and antioxidants. *Plos One*. 2016, Vol. 11, no. 2, pp. 1-25.
17. Zhang, W., Xu, F., Hua, C., Cheng, S. Effect of chlorocholine chloride on chlorophyll, photosynthesis, soluble sugar and flavonoids of *Ginkgo biloba*. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*. 2013, Vol. 41, no.1, pp. 97-103.
18. Pobudkiewicz, A. Influence of growth retardant on growth and development of *Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch. *Acta Agrobotanica*. 2014, Vol. 67, no. 3, pp. 65–74.
19. Rogach, V. V., Rogach, T. I. Vplyv syntetychnyh stymulyatoriv rostu na morfofiziologichni harakterystyky ta biologichnu produktyvnisti` kuliatory kartopli [Influence of synthetic growth stimulators on morphological and physiological characteristics and biological productivity of potato culture]. *Visnyk Dnipropetrovskodo univertyty. Biologiya. Ecologiya* [Bulletin of Dnipropetrovsk University. Biology, Ecology], 2015, no. 23(2), pp. 221–224.
20. Liu, L., Fang, Y., Huang, M., Jin, Y., Sun, J., Tao, X., Zhang, G., He, K., Zhao, Y., Zhao, H. Uniconazole-induced starch accumulation in the bioenergy crop duckweed (*Landoltia punctata*) II: transcriptome alterations of pathways involved in carbohydrate metabolism and endogenous hormone crosstalk. *Biotechnologie for Biofuels*. 2014, Vol. 8, 64 p.
21. Macedo, W. R., Araujo, D. K., Santos, V. M., Camargo, G. M., Castroand, P. R. Plant growth regulators on sweet sorghum: physiological and nutritional value analysis. *Comunicata Scientiae*. 2017, Vol. 8, no. 1, pp. 170–175.
22. Panyapruet, S., Sinsiri, W., Sinsiri, N., Arimatsu, P., Polthanee, A. Effect of paclobutrazol growth regulator on tuber production and starch quality of cassava (*Manihot esculenta* Crantz). *Asian Journal of Plant Sciences*. Vol. 15, no. 1-2, pp. 1-7.
23. Sousa Lima, G.M., Toledo, Pereira M.C., Oliveira, M.B., Nietsche, S., Mizobutsi, G.P., Publio, Filho, W.M. Floral induction management in 'Palmer' mango using uniconazole. *Ciencia Rural*. 2016, Vol. 46, no. 8, pp. 1350–1356.
24. Kendall, S. L., Storer, P. M. Berry Measuring canopy size and nitrogen content in oilseed rape forvariable plant growth regulator and nitrogen fertiliser application. *Advances in Animal Biosciences*. 2017, Vol. 8, pp. 299-302.
25. Yan, W., Yanhong, Y., Wenyu, Y., Taiwen, Y., Weigu, L., Wang, X. Responses of root growth and nitrogen transfer metabolism to uniconazole, a growth retardant, during the seedling stage of soybean under relay strip. *Communications in Soil Science and Plant Analysis Intercropping System*. 2013, Vol. 44, no. 22, pp. 3267-3280.
26. Yan, Y., Wan, Y., Liu, W., Wang, X., Yong, T., Yang, W. Influence of seed treatment with uniconazole powder on soybean growth, photosynthesis, dry matter accumulation after flowering and yield in relay strip intercropping system. *Plant Production Science*. 2015, Vol. 18, no. 3, pp. 295-301.
27. Poprotska, I. V. Zminy v polisakharydnomu kompleksi klitynnyh stinok simiadolei prorostkiv harbuza za riznoi napruzhenosti donorno-aktseptornykh vidnosyn v protsesi prorostannia [Changes in polysaccharide complex of cell walls of the pumpkin seedlings cotyledons under different level of source-sink relations during germination]. *Fyziolohiya y byokhimiya kulturnykh rasteniy* [Physiology and biochemistry of cultivated plants]. 2014, Vol. 46, no. 3, pp. 190-195.
28. Poprotska, I. V., Kuryata, V. G. Features of gas exchange and use of reserve substances in pumpkin seedlings in conditions of skoto- and photomorphogenesis under the influence of gibberellin and chlormequat-chloride. *Regulatory mechanisms in biosystems*. 2017, Vol. 8, no 1, pp. 71-76.
29. Mokronosov, A.T., Borzenkova, N.A. Metodyka kollychestvennoy otsenky strukturi i fuksionalnoy aktivnosti fotosinteziruyuschih tkaney i organov [Method for quantitative evaluation of the structure and functional activity of photosynthetic tissues and organs]. *Tr. po prikladnoy botanike, genetike i selektsii* [Workshop on Applied Botany, Genetics and Breeding]. 1978, no. 3, pp. 119-131.

30. AOAC. Official Methods of Analysis of Association of Analytical Chemist International 18th ed. Rev. 3.2010. Asso. of Analytical Chemist. Gaithersburg, Maryland, USA. 2010, Vol.18, no. 3, pp. 450.

31. Kirizii, D. A., Stasyk, O. O., Pryadkina, G. A., & Shadchyna, T. M. Fotosytez. Assimilyatsiya CO<sub>2</sub> i mehanizmy jejoy regulyatsii [Photosynthesis. Assimilation of CO<sub>2</sub> and the mechanisms of its regulation]. Kyiv, Logos, 2014, Vol. 2, 478 p.

**Действие фоликура на листовой аппарат, содержание углеводов и элементов питания в листьях крыжовника в связи с продуктивностью культуры**

**В. Г. Курьята, Г. С. Шаталюк**

Изучали влияние триазолпроизводного препарата фоликур на формирование листьев крыжовника сорта Машенька, накопление в них неструктурных углеводов (сахаров и крахмала), элементов минерального питания и урожайность культуры. Результаты свидетельствуют, что обработка насаждений крыжовника 0,025 % раствором фоликура в фазе бутонизации способствовала оптимизации мезоструктуры, накоплению в листьях хлорофилла, азота, фосфора и калия. Установлено, что обработка растений крыжовника препаратом приводила к утолщению листьев за счет увеличения объема и линейных размеров клеток столбчатой и губчатой ассимиляционной паренхимы, увеличению содержания хлорофиллов. Отмеченные изменения приводили к усилению фотосинтетических процессов, интенсивного новообразования продуктов фотосинтеза – сахаров и крахмала, что обеспечило существенное повышение урожайности. Под воздействием фоликура содержание элементов питания в листьях увеличивалось, что способствовало синтезу хлорофиллов и росту общей ассимиляционной производительности листьев. Повышенное содержание азота, фосфора и калия у растений крыжовника свидетельствует об увеличении депонирующей емкости листьев в период формирования плодов под воздействием препарата, что было дополнительным источником минеральных элементов для процессов формирования и роста плодов.

Установлено, что обработка кустов фоликуром приводила к улучшению качества продукции: под воздействием препарата улучшались качественные показатели продукции – содержание аскорбиновой кислоты, углеводов и кислотности ягод.

**Ключевые слова:** крыжовник, ретарданты, фоликур, листовой аппарат, элементы питания, урожайность.

**Folicur action on the leaf apparatus, carbonate content and elements nutrition in gooseberrie leaves related to the crop productivity**

**V. Kuryata, H. Shatulyuk**

Synthetic growth regulators are widely used in modern crop production to solve a variety of practical problems. Growth regulation preparation application makes it possible to strengthen or slow down growth processes deliberately at different phases of plant development, to regulate crops load with fruits and seeds, and to influence the products quality. Retardants is one of the most common groups of synthetic growth regulators plants – antihyberellin preparation that either inhibits the synthesis of gibberellins, or blocks the formation of the hormone receptor complex, thus preventing the growth stimulating effect of phytohormones. Recently, new triazole derivative retardants, in particular folicur, have been created, which combines fungicidal properties with the ability to regulate growth processes and influence the morphogenesis of plants, which is accompanied by increased yields. However, the effect of the folicur on the anatomical - morphological and physiological features of the functioning of the leafy apparatus, accumulation and redistribution of assimilates and elements of mineral nutrition in berry plants remain practically unexplored.

Field surveys were carried out on the plantations of the farming farm "Dagor" in the village of Rakov, Tomashpil district, Vinnytsia region in 2015-2017. The bushes were treated with a litter sprayer OP-2 during the budding period of 0.025 % – by the solution of the folicur (by the active substance) until the wetting of the leaves completely. Plants of the control variant were sprayed with tap water. The selection of materials for studying the mesostructure of the leaf was carried out in the ripening phase of the fruits. The mesostructures of leaves were studied at the end of vegetation on fixed material using the A.T. Mokronosov and R.A. Borzenkova. Determination of cell size and thickness of chlorenchymes was performed using a micrometer Micmed-1 and an ocular micrometer MOB-1-15x in a 20-fold repetition. A 5 % solution of acetic acid in hydrochloric acid 2 mol/l was chosen as a maceration agent. Determination of the content of chlorophylls was carried out in a fresh material by spectrophotometric method on the spectrometer SF-16. The content of nonstructural carbohydrates (sugars and starch) was determined by iodometric method, phosphorus content was determined by the intensity of formation of phosphorus molybdenum complex, potassium – flame – photometric method, content of various forms of nitrogen – by Keldal.

The influence of the triazole derivative preparation of the folicur on the formation of the Mashenka gooseberry variety leaves, accumulation of nonstructural carbohydrates (sugars and starches) and mineral nutrition elements is established. According to the results, the preparation follice has a clear retardant effect on gooseberry plants. Under the influence of the folicur, the height of the plants was  $80 \pm 8.02$  cm vs control of  $73,7 \pm 9,91$  cm. The application of the folicur caused a significant rebuilding of the mesostructure of the leaves, their thickening by increasing chlorenchyme, increasing the cell volume of the columnar parenchyma and the linear size of the cells of the spongy parenchyma leaves. Also, the content of the amount of chlorophyll increased in the leaves. The peculiarities of the formation of the mesostructure of leaves on the action of the applied preparation provided more effective implementation of their photosynthetic function, which is an important prerequisite for increasing the productivity of culture.

Gooseberry plants treatment with the drug is accompanied by changes in the accumulation and redistribution of various forms of carbohydrates. For the action of the drug, the content of starch and all forms of sugars – the sum of sugars, reducing sugars and sucrose was significantly higher compared with the control, which is evidence of more productive work of the photosynthetic apparatus of leaves due to optimization of their mesostructure and increase in the content of chlorophylls.

The obtained results indicate that the proposed method of shrubs processing by the folicur provides higher yields and better quality of the product: for the action of the drug qualitative indicators of products the content – of ascorbic acid, carbohydrates and the acidity of the berries increased.

**Key words:** gooseberries, retardants, folicur, leafy apparatus, elements supplies, yield.

*Надійшла 10.04.2018 р.*

УДК 631.527.5:633.15:581.13:631.8:022.43

ПАЛАМАРЧУК В.Д., канд. с.-г. наук

*Вінницький національний аграрний університет***ВПЛИВ ПОЗАКОРЕНЕВИХ ПІДЖИВЛЕНЬ НА ВИСОТУ КРІПЛЕННЯ КАЧАНІВ У ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ**

Наведені результати вивчення впливу позакореневих підживлень на висоту закладання качанів у гібридів кукурудзи вітчизняної селекції (Харківський 195МВ та Переяславський 230СВ) та компанії «Монсанто» (DKC 2960, DKC 2949, DKC 2971, DKC 3472, DKC 3420, DKC 3871, DK 391, DK 440, DKC 4964, DK 315). Результатами проведених досліджень встановлено, що висота закладання качанів істотно залежить від застосування позакореневих підживлень. Найбільше значення висоти кріплення качанів у групі ранньостиглих, середньоранніх та середньостиглих гібридів було на варіанті де вносили мікродобриво Еколист моноцинк. Тобто це ще раз підтверджує важливість цинкових добрив для росту кукурудзи і формування оптимальної архітектури посіву. За висотою кріплення качанів серед ранньостиглих гібридів виділились Харківський 195МВ – 90,8 см, DKC 2971 – 93,9 см (ранньостигла група), DKC 3472 – 104,5 см, DKC 3420 – 105,0 см (середньорання група) та DK 391 – 110,5 см, DKC 4964 – 103,7 см (середньостигла група). Результатами проведених досліджень встановлено, що висота кріплення качанів істотно залежить від групи стиглості гібридів. Подовження тривалості вегетаційного періоду сприяє зростанню висоти кріплення качанів. Найбільше значення висоти кріплення качанів (102,6-118,7 см) відмічено у групі середньостиглих гібридів. Проведення позакореневих підживлень сприяє збільшенню висоти кріплення качанів (на 1,79-12,84 см, порівняно із контролем) у всіх досліджуваних гібридів кукурудзи, незалежно від групи стиглості. Найбільше значення висоти кріплення качанів (71,6-128,9 см) відмічено на варіанті де було проведене дворазове внесення у фазу 5-7 та 10-12 листків кукурудзи цинковмістних мікродобрив.

**Ключові слова:** кукурудза, гібрид, позакореневі підживлення, мікродобрива, фаза розвитку, бактеріальний препарат, регулятор росту рослин, висота кріплення качанів.

**Постановка проблеми, аналіз останніх досліджень і публікацій.** Для механізованого вирощування та збирання гібридів кукурудзи найбільш важливе значення має висота кріплення качанів. Ця ознака визначається біологічними особливостями рослин та умовами їх вирощування. Дефіцит вологи в ґрунті і високі температури зменшують висоту закладання качанів [1-8], наявність бур'янів навпаки збільшує конкуренцію рослин кукурудзи за фактори життя та сприяє витягуванню рослин і підвищенню висоти закладання качанів [9-13].

При застосуванні механізованого збирання кукурудзи важливо, щоб качани закладалися рівномірно на оптимальній висоті, тому що як і низька висота прикріплення качанів (30-50 см) призводить до значних втрати зерна за механізованого збирання (15-20 % і більше), так і високе закладання качанів (вище 110 см) є не бажаним, через збільшення затрат на збирання [14-22].

Згідно з дослідженнями ряду авторів [23-34], висота прикріплення качанів є генетично детермінованою, на яку суттєво впливають елементи агротехніки і умови довкілля.

М. Дудка, В. Черчель [35], Ciampitti I.A., Vyn T.J. [36] та О.Л. Сірохи [37] в своїх дослідженнях вказують, що система удобрення може впливати на висоту рослин та закладання качанів.

Вивчення можливості регулювання висоти закладання качанів за рахунок проведення позакореневих підживлень мікродобривами, регулятором росту рослин та бактеріальним препаратом є актуальними, оскільки в літературі немає достатньої інформації про цю залежність.

**Метою досліджень** є вивчення впливу позакореневих підживлень мікродобривами Росток кукурудза, Еколист моноцинк, регулятором росту рослин Вимпел та бактеріальним препаратом Біомаг на ростові процеси рослин гібридів кукурудзи і зокрема висоти закладання качанів, та зміну цієї ознаки залежно від кліматичних умов року.

**Матеріал та методика досліджень.** Польові дослідження проводились протягом 2011-2013 рр. в ДП ДГ «Корделівське» ІК НААН України (с. Корделівка Калинівського району Вінницької області), яке розташоване згідно із зональною приналежністю в центральній частині Лісостепу Правобережного. Для дослідження впливу позакореневих підживлень на висоту кріплення качанів використовували гібриди кукурудзи вітчизняної селекції (Харківський 195МВ та Переяславський 230СВ) та компанії «Монсанто» DKC 2960, DKC 2949, DKC 2971, DKC 3472, DKC 3420, DKC 3871, DK 391, DK 440, DKC 4964, DK 315.

Ґрунти – чорноземи глибокі середньосуглинкові на лесі. Вміст гумусу (за Тюріном) в орному шарі складав 4,60 %. Реакція ґрунтового рН (сольове) 5,7 (близька до нейтральної); серед-

ньюзважені: гідролітична кислотність 40 мг.-екв. на 1 кг ґрунту; сума ввібраних основ – 158 мг.-екв. на 1 кг ґрунту (за Каппеном-Гільковицом); ступінь насичення основами 82,3 %. Агрофізичні властивості: щільність ґрунту – 1,2 г/см<sup>3</sup>. У ґрунтах міститься легкогідролізованого азоту (за Корнфілдом) 106 мг на 1 кг ґрунту, рухомого фосфору і обмінного калію (за Чириковим) 186 і 160 мг на 1 кг ґрунту, відповідно.

Характеризуючи кліматичні умови року необхідно відмітити їх контрастність за роки проведення досліджень. Так у 2011 році спочатку холодна із заморозками погода у першій-другій декаді квітня обмежувала застосування раннього строку сівби гібридів кукурудзи. В травні спостерігалось підвищення температурних показників та дефіцит опадів, що суттєво вплинуло на проростання насіння. Зокрема основна частина рослин уже знаходилась у фазу 5-7 листків, а 5-10 % насіння ще навіть не проросло, що негативно вплинуло на показники лінійного росту рослин кукурудзи різних груп стиглості. В подальшому кліматичні умови 2011 року мало відрізнялись від багаторічних і були сприятливими для росту і розвитку кукурудзи.

У 2012 році незвично високі температури квітня створили несприятливі агрокліматичні умови для розвитку кукурудзи. Так починаючи із травня місяця до другої декади серпня спостерігався дефіцит вологи, про що свідчить суттєве відхилення кількості опадів за цей період від середньобагаторічних. Зменшення кількості опадів в період воскової–повної стиглості сприяло інтенсивній вологовіддачі зерна кукурудзи. В період із серпня по I декаду жовтня випало 60 мм опадів, що на 79 мм менше від середньобагаторічного показника.

У 2013 році недостатня кількість температурних показників та значна кількість опадів обмежувала застосування раннього терміну сівби. В II та III декадах квітня спостерігалось різке підвищення температурних показників та дефіцит вологи. В подальшому кліматичні умови 2013 року мало відрізнялись від багаторічних і були сприятливими для росту і розвитку кукурудзи.

Сівбу проводили сівалкою СУПН-8 оновленою, із нормою висіву 75 тис. шт. насінин на гектар. Повторність в дослідях для гібридів – 3-4-разова. Розміщення ділянок – методом рендомізованих блоків. Площа посівної ділянки 25 м<sup>2</sup>, облікової – 10,5 м<sup>2</sup>.

Визначення лінійних промірів рослин: загальну висоту та прикріплення качанів, а також структурний аналіз урожаю (по 10 качанах у кожному повторенні), проводили за загальноприйнятими методиками для кукурудзи [38-40].

**Основні результати дослідження.** Висота кріплення господарсько цінного качана є однією із найбільш важливих технологічних ознак гібридів кукурудзи, від значення якої залежить час збирання, енергетичні витрати та втрати врожаю. Результатами проведених досліджень встановлено, що висота закладання качанів істотно залежить від застосування позакореневих підживлень [41-44].

Характеристику гібридів кукурудзи ранньостиглої групи стиглості за висотою закладання качанів залежно від застосування позакореневих підживлень наведено в таблиці 1.

Із даних таблиці 1 видно, що найбільше значення висоти кріплення качанів у групі ранньостиглих гібридів було на варіанті де вносили мікродобриво Еколист моноцинк. Це ще раз підтверджує важливість цинкових добрив для росту кукурудзи і формування оптимальної архітектури посіву на основі впливу на фотосинтетичну та дихальну систему рослин.

Досліджувані гібриди кукурудзи ранньостиглої групи стиглості істотно відрізнялися за висотою закладання качанів. Так, зокрема висота кріплення качанів (фактор  $A_{\text{НІР05}} \text{ гібрид} = 3,88 \text{ см}$ ), в середньому за три роки, була найвищою у гібрида Харківський 195МВ – 90,8 см та у гібрида ДКС 2971 – 93,9 см. У гібридів ДКС 2960 висота закладання качанів становила 82,3 см, а у гібрида ДКС 2949 – 79,7 см. Тобто, можна відмітити відмінність у висоті закладання качанів між гібридами навіть однієї групи стиглості.

Проведення позакореневих підживлень мікродобривами, регулятором росту рослин та бактеріальним препаратом (фактор  $B_{\text{НІР05}} \text{ позакореневі підживлення} = 4,34 \text{ см}$ ) сприяло підвищенню висоти закладання качанів на 0,5-1,2 см, в середньому за три роки досліджень. Так, зокрема висота закладання качанів у досліджуваних гібридів під час проведення позакореневих підживлень становила: Харківський 195МВ – 92,0 см, ДКС 2960 – 82,9 см, ДКС 2949 – 80,3 см та ДКС 2971 – 94,4 см. У зв'язку із цим висота кріплення качанів при застосуванні одноразового внесення препаратів (фактор  $C_{\text{НІР05}} \text{ кількість підживлень} = 2,75 \text{ см}$ ), у фазу 5-7 листків кукурудзи, становила: Харківський 195МВ – 91,2 см, ДКС 2960 – 80,9 см, ДКС 2949 – 79,3 см та ДКС 2971 – 94,0 см, а за

дворазового внесення препаратів у позакореневе підживлення, у фазу 5-7 та 10-12 листків кукурудзи: Харківський 195МВ – 92,8 см, ДКС 2960 – 84,9 см, ДКС 2949 – 81,4 см та ДКС 2971 – 94,9 см. Тоді як на контролі, без застосування позакорневих підживлень висота закладання качанів, в середньому за три роки досліджень становила у гібридів Харківський 195МВ – 81,2 см, ДКС 2960 – 77,4 см, ДКС 2949 – 74,5 см та ДКС 2971 – 89,7 см.

Таблиця 1 – Вплив позакорневих підживлень на висоту закладання качанів у гібридів кукурудзи із ФАО 150-199, см (за 2011-2013 рр. ±Sr)

Гібрид (А)	Позакореневе підживлення (В)	Кількість обробок (С)	2011 р.	2012 р.	2013 р.	Середнє, ± Sr	
Харківський 195 МВ	Контроль (без підживлень)	-	75,8	92,4	75,3	81,2±9,7	
		I*	84,8	99,9	90,1	91,6±7,7	
	Біомаг	II*	85,6	101,9	89,8	92,4±8,5	
		I*	90,2	102,6	90,6	94,5±7,0	
	Еколист моноцинк	II*	93,5	105,4	91,7	96,9±7,4	
		I*	88,6	99	87,9	91,8±6,2	
	Росток кукурудза	II*	90,9	99,8	91,2	94,0±5,1	
		I*	83,2	98,9	78,7	86,9±10,6	
	Вимпел	II*	85,4	98,9	79,9	88,1±9,8	
		-	70,3	86,9	74,9	77,4±8,6	
	ДКС 2960	Контроль (без підживлень)	I*	60,6	91,1	79,0	76,9±15,4
			II*	73,2	94,9	80,5	82,9±11,0
Біомаг		I*	74,7	88,0	85,7	82,8±7,1	
		II*	79,3	95,6	89,0	88,0±8,2	
Еколист моноцинк		I*	74,5	93,1	82,8	83,5±9,3	
		II*	75,1	93,8	86,7	85,2±9,4	
Росток кукурудза		I*	72,0	90,0	79,4	80,5±9,0	
		II*	74,8	92,3	83,7	83,6±8,8	
Вимпел		-	69,5	73,8	80,2	74,5±5,4	
		I*	66,1	75,5	82,8	74,8±8,4	
ДКС 2949		Контроль (без підживлень)	II*	71,5	81,3	86,0	79,6±7,4
			I*	70,6	76,0	90,6	79,1±10,3
	Біомаг	II*	71,6	74,5	94,2	80,1±12,3	
		I*	78,3	82,3	89,1	83,2±5,5	
	Еколист моноцинк	II*	78,2	82,9	90,4	83,8±6,2	
		I*	77,7	77,8	84,8	80,1±4,1	
	Росток кукурудза	II*	77,9	81,2	86,9	82,0±4,6	
		-	93,9	79,4	95,7	89,7±8,9	
	ДКС 2971	Контроль (без підживлень)	I*	70,9	85,6	97,0	84,5±13,1
			II*	73,0	82,0	100,3	85,1±13,9
		Біомаг	I*	101,0	86,7	108,4	98,7±11,0
			II*	95,6	93,9	108,6	99,4±8,0
Еколист моноцинк		I*	96,8	94,6	105,7	99,0±5,9	
		II*	96,3	85,2	107,2	96,2±11,0	
Росток кукурудза		I*	95,2	86,5	99,6	93,8±6,7	
		II*	106,0	88,4	101,9	98,8±9,2	
НІР <sub>05</sub> , см		Фактор А – 3,88 см, Фактор В – 4,34 см, Фактор С – 2,75 см.				-	

**Примітка:** \* - одноразове внесення препарату у фазу 5-7 листків кукурудзи;  
\*\* - дворазове внесення препарату у фазу 5-7 та 10-12 листків кукурудзи.

Зростання висоти закладання качанів у гібрида Харківський 195 МВ при застосуванні позакорневих підживлень становило 10,0 та 11,7 см, у гібрида ДКС 2960 – 3,5 та 7,5 см, ДКС 2949 – 4,8 та 6,9 см, ДКС 2971 – 4,3 та 5,2 см, порівняно із контролем (без позакорневих підживлень), відповідно за одноразового та дворазового проведення позакорневих підживлень.

Висота кріплення качанів у гібридів ранньостиглої групи, в середньому за роки досліджень, коливалась в межах від 74,5 до 99,4 см. Це значення висоти закладання качанів знаходиться в межах оптимальної величини 70-110 см, що цілком достатньо для проведення механізованого збирання цих гібридів кукурудзи за мінімальних показників втрати зерна.

У групі середньоранніх гібридів (табл. 2) відмічається зростання висоти закладання качанів, в порівнянні із ранньостиглою групою гібридів кукурудзи. Висота кріплення качанів у даній групі коливалася в межах від 92,6 до 119,0 см. Гібриди середньоранньої групи стиглості (фактор  $A_{НІР}$  гібриди = 4,52), без застосування позакоренових підживлень (контроль) мали таке значення висоти прикріплення качанів: ДКС 3472 – 104,5 см, ДКС 3420 – 105,0 см, Переяславський 230 СВ – 92,6 см та ДКС 3871 – 102,8 см.

Таблиця 2 – Вплив позакоренових підживлень на висоту закладання качанів у гібридів кукурудзи із ФАО 200-299, см (за 2011-2013 рр.  $\pm$ Sr)

Гібрид (А)	Позакоренове підживлення (В)	Кількість обробок (С)	2011 р.	2012 р.	2013 р.	Середнє, $\pm$ Sr
ДКС 3472	Контроль (без підживлень)	-	109,9	99,9	103,7	104,5 $\pm$ 5,0
	Біомаг	I*	110,4	100,3	108,7	106,5 $\pm$ 5,4
		II*	110,9	100,0	113,7	108,2 $\pm$ 7,2
	Еколист моноцинк	I*	110,9	103,4	114,5	109,6 $\pm$ 5,7
		II*	119,6	102,4	116,4	112,8 $\pm$ 9,1
	Росток кукурудза	I*	124,9	104,5	111,7	113,7 $\pm$ 10,3
II*		126,8	115,7	114,6	119,0 $\pm$ 6,7	
Вимпел	I*	129,3	110,8	105,8	115,3 $\pm$ 12,4	
	II*	111,0	106,3	110,8	109,4 $\pm$ 2,7	
ДКС 3420	Контроль (без підживлень)	-	108,7	101,2	105,0	105,0 $\pm$ 3,8
	Біомаг	I*	110,6	102,3	108,9	107,3 $\pm$ 4,4
		II*	111,9	102,1	113,7	109,2 $\pm$ 6,2
	Еколист моноцинк	I*	113,9	107,7	115,9	112,5 $\pm$ 4,3
		II*	114,6	103,5	118,9	112,3 $\pm$ 7,9
	Росток кукурудза	I*	114,4	103,1	114,1	110,5 $\pm$ 6,4
II*		118,1	105,0	117,3	113,5 $\pm$ 7,3	
Вимпел	I*	114,0	105,9	107,9	109,3 $\pm$ 4,2	
	II*	119,2	108,8	108,9	112,3 $\pm$ 6,0	
Переяславський 230 СВ	Контроль (без підживлень)	-	81,9	100,4	95,6	92,6 $\pm$ 9,6
	Біомаг	I*	76,1	115,3	100,4	97,3 $\pm$ 19,8
		II*	83,1	113,0	103,3	99,8 $\pm$ 15,3
	Еколист моноцинк	I*	84,3	118,4	108,4	103,7 $\pm$ 17,5
		II*	92,9	120,6	111,2	108,2 $\pm$ 14,1
	Росток кукурудза	I*	84,4	111,8	106,4	100,9 $\pm$ 14,5
II*		85,8	117,8	108,1	103,9 $\pm$ 16,4	
Вимпел	I*	89,5	115,5	99,5	101,5 $\pm$ 13,1	
	II*	94,4	116,0	100,1	103,5 $\pm$ 11,2	
ДКС 3871	Контроль (без підживлень)	-	101,6	104,5	102,4	102,8 $\pm$ 1,5
	Біомаг	I*	96,8	111,9	107,5	105,4 $\pm$ 7,8
		II*	94,2	110,7	114,6	106,5 $\pm$ 10,8
	Еколист моноцинк	I*	105,1	110,6	116,9	110,9 $\pm$ 5,9
		II*	110,0	113,8	117,2	113,7 $\pm$ 3,6
	Росток кукурудза	I*	108,2	110,8	112,1	110,4 $\pm$ 2,0
II*		109,0	112,5	115,7	112,4 $\pm$ 3,4	
Вимпел	I*	104,2	108,0	106,9	106,4 $\pm$ 2,0	
	II*	115,0	119,7	109,4	114,7 $\pm$ 5,2	
НІР <sub>05</sub> , см		Фактор А – 4,52 см, Фактор В – 5,05 см, Фактор С – 3,20 см.				-

Примітка: \* - одноразове внесення препарату у фазу 5-7 листків кукурудзи;

\*\* - дворазове внесення препарату у фазу 5-7 та 10-12 листків кукурудзи.

Під час проведення позакоренових підживлень (фактор  $V_{НІР}$  позакоренові підживлення = 5,05 см) висота закладання качанів зростала, в середньому за три роки, на 0,7-1,1 см і становила у ДКС 3472 – 111,8 см, ДКС 3420 – 110,9 см, Переяславський 230 СВ – 102,3 см та ДКС 3871 – 110,0 см.

Також потрібно відмітити зміну висоти закладання качанів у середньоранньої групи стиглості гібридів залежно від кількості проведених позакоренових підживлень (фактор  $S_{НІР}$  кількість обробок = 3,20 см). Так, зокрема при застосуванні одного позакоренового підживлення у фазу 5-7 листків кукурудзи висота кріплення качанів у досліджуваних гібридів, в середньому за три роки досліджень склала ДКС 3472 – 111,3 см, ДКС 3420 – 109,9 см, Переяславський 230 СВ –

100,8 см та ДКС 3871 – 108,3 см, а при застосуванні двократного позакореневого підживлення у фазу 5-7 та 10-12 листків кукурудзи: ДКС 3472 – 112,4 см, ДКС 3420 – 111,8 см, Переяславський 230 СВ – 103,9 см та ДКС 3871 – 111,8 см.

У групі середньостиглих гібридів кукурудзи висота кріплення качанів, як і загальна висота рослин була найвищою порівняно із ранньостиглою та середньоранньою групою гібридів. Значення висоти закладання качанів у середньостиглих гібридів кукурудзи, в середньому за три роки, коливалося в межах 99,0-120,8 см (див. табл. 3).

Таблиця 3 – Вплив позакорневих підживлень на висоту закладання качанів у гібридів кукурудзи із ФАО 300-399, см (за 2011-2013 рр. ±Sr)

Гібрид (А)	Позакореневе підживлення (В)	Кількість обробок (С)	2011 р.	2012 р.	2013 р.	Середнє, ± Sr
ДК 391	Контроль (без підживлень)	-	117,7	99,2	114,7	110,5±9,9
		I*	118,7	110,3	119,1	116,0±5,0
	Біомаг	II*	124,4	107,3	124,3	118,7±9,8
		I*	119,5	103,2	127,5	116,7±12,4
	Еколист моноцинк	II*	121,0	105,1	122,3	116,1±9,6
		I*	119,1	110,8	120,2	116,7±5,1
	Росток кукурудза	II*	124,2	113,7	124,5	120,8±6,2
		I*	122,8	104,9	115,4	114,4±9,0
Вимпел	II*	118,1	110,9	117,0	115,3±3,9	
	ДК 440	Контроль (без підживлень)	-	89,3	101,9	105,9
I*			81,0	112,6	117,3	103,6±19,7
Біомаг		II*	83,9	111,8	123,6	106,4±20,4
		I*	96,1	110,9	122,7	109,9±13,3
Еколист моноцинк		II*	93,5	109,7	124,8	109,3±15,7
		I*	95,2	116,0	120,2	110,5±13,4
Росток кукурудза		II*	93,8	116,3	120,9	110,3±14,5
		I*	93,6	107,7	108,3	103,2±8,3
Вимпел	II*	98,5	107,9	112,1	106,2±7,0	
	ДКС 4964	Контроль (без підживлень)	-	97,1	105,2	108,8
I*			87,2	109,4	120,0	105,5±16,7
Біомаг		II*	89,3	106,6	125,1	107,0±17,9
		I*	101,8	107,0	125,0	111,3±12,2
Еколист моноцинк		II*	103,0	106,2	128,4	112,5±13,8
		I*	103,1	106,8	122,2	110,7±10,1
Росток кукурудза		II*	107,2	107,7	125,9	113,6±10,7
		I*	101,2	106,0	111,0	106,1±4,9
Вимпел	II*	113,0	106,2	114,8	111,3±4,5	
	ДК 315	Контроль (без підживлень)	-	93,8	102,3	107,6
I*			95,0	113,2	111,0	106,4±9,9
Біомаг		II*	91,7	112,7	114,7	106,4±12,7
		I*	98,0	115,1	125,6	112,9±13,9
Еколист моноцинк		II*	96,1	116,3	128,9	113,8±16,5
		I*	98,7	113,7	121,1	111,2±11,4
Росток кукурудза		II*	106,1	114,0	125,2	115,1±9,6
		I*	97,9	113,0	108,0	106,3±7,7
Вимпел	II*	102,4	113,5	109,8	108,6±5,7	
	НІР <sub>05</sub> , см		Фактор А – 4,27 см, Фактор В – 4,77 см, Фактор С – 3,02 см.			-

**Примітка:** \* - одноразове внесення препарату у фазу 5-7 листків кукурудзи;  
\*\* - дворазове внесення препарату у фазу 5-7 та 10-12 листків кукурудзи.

На контролі (без підживлень) висота кріплення качанів, у середньому за три роки склала у гібрида ДК 391 – 110,5 см, ДК 440 – 99,0 см, ДКС 4964 – 103,7 см та ДК 315 – 101,2 см (фактор А<sub>НІР гібрид</sub> = 4,27 см).

Проведення підживлень забезпечило істотне (фактор В<sub>НІР позакореневі підживлення</sub> = 4,77 см) зростання значення висоти кріплення качанів до ДК 391 – 116,8 см, ДК 440 – 107,4 см, ДКС 4964 – 109,8 см та ДК 315 – 110,1 см.

При цьому проведення позакореневого підживлення лише у фазу 5-7 листків (фактор С<sub>НІР кількість позакорневих підживлень</sub> = 3,02 см) забезпечило закладання качанів на рівні ДК 391 – 116,0 см,

DK 440 – 106,8 см, DKC 4964 – 108,4 см та DK 315 – 109,2 см, а за дворазового підживлення у фазу 5-7 та 10-12 листків кукурудзи висота закладання качанів була найвищою і становила DK 391 – 117,7 см, DK 440 – 108,1 см, DKC 4964 – 111,1 см та DK 315 – 111,0 см.

**Висновки.** Результатами проведених досліджень встановлено, що висота кріплення качанів істотно залежить від групи стиглості гібридів. Подовження тривалості вегетаційного періоду сприяє зростанню висоти кріплення качанів. Найбільше значення висоти кріплення качанів (102,6-118,7 см) відмічено у групі середньостиглих гібридів.

Проведення позакоренових підживлень сприяє збільшенню висоти кріплення качанів (на 1,79-12,84 см, порівняно із контролем) у всіх досліджуваних гібридів кукурудзи, незалежно від групи стиглості. Найбільше значення висоти кріплення качанів (71,6-128,9 см) відмічено на варіанті де було проведене дворазове внесення у фазу 5-7 та 10-12 листків кукурудзи цинковмісних мікродобрив (Еколист моноцинк). Тому що цинк для кукурудзи є важливим елементом у дихальній та фотосинтетичній діяльності рослин.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Гурьев Б. П. Проблема адаптивного потенциала раннеспелых гибридов кукурузы. Урожай и адаптивный потенциал энтомологической системы поля (Сборник научных трудов). К.: УААН, 1991. С. 79-84.
2. Домашнев П. П., Дзюбецкий Б. В., Костюченко В. И. Селекция кукурузы. М.: Агропромиздат, 1992. 208 с.
3. Паламарчук В.Д., Поліщук І.С., Каленська С.М., Єрмакова Л.М. Біологія та екологія сільськогосподарських рослин: підручник. Вінниця: ФОП Данилюк, 2013. 482 с.
4. Kumar A. Growth, yield and water use efficiency of different maize (*Zea mays* L) based cropping systems under varying planting methods and irrigation levels. *Indian Journal of Agricultural Sciences*. 2008. Vol. 78(3). P. 244-247.
5. Khazaei F., Alikhani M., Yari I., Khandan A. Study the correlation, regression and path coefficient analysis in sweet corn (*Zea mays* var. *saccharata*) under different levels of plant density and nitrogen rate. *Journal of Agricultural and Biological Science*. 2010. Vol 5(6). P. 212-216.
6. Massey J. X., Gaur B. L. Effect of plant population and fertility levels on growth and NPK uptake by sweet corn (*Zea mays* L.) cultivars. *Annals Agricultural Research New series*. 2006. Vol. 27(4). P. 365-368.
7. Modern maize hybrids in Northeast China exhibit increased yield potential and resource use efficiency despite adverse climate change / Chen X. et al. *Global Change Biol*. 2013. Vol. 19. P. 923-936. doi: 10.1111/gcb.12093.
8. Grassini P., Thorburn J., Burr C., Cassman K. High-yield irrigated maize in the Western US Corn Belt: I. On-farm yield, yield potential, and impact of agronomic practices. *Field Crops Res*. 2011. Vol. 120. P. 142-150.
9. Touch V., Martin R.J. and Scott J.F. Economics of weed management in maize in pailin province cambodia. *International journal of environmental and rural development*. 2013. Vol. 4. P. 215-219.
10. Martin R. and Pol C. Weeds of upland crops in Cambodia. Australian centre for international agricultural research: Canberra. ACIAR Monograph. No. 141. 2009. 204 p.
11. Mehmeti A. and Demaj A., Sherifi E. and Waldhardt R. Growth and productivity of weeds in two maize crop production systems. *Herbologia*, 2011. Vol. 12(2). P. 105-112.
12. Demjanova E.M., Macak S., Dalovic T. and Smatana J. Effects of tillage systems and crop rotation on weed populations, density, diversity and weed biomass in maize. *Herbologia*, 2007. Vol. 8 (1). P. 45-55.
13. Congreve M., Daniel R. Get the first second and third punch in on Feathertop Rhodes Grass. GRDC Update Papers 3 August 2015.
14. Паламарчук В. Д., Мазур В. А., Зозуля О. Л. Кукурудза: селекція та вирощування гібридів: моногр. Вінниця, 2009. 199 с.
15. Мазур В. А., Паламарчук В. Д., Поліщук І. С., Паламарчук О. Д. Новітні агротехнології у рослинництві: підручник. Вінниця, 2017. 588 с.
16. Системи сучасних інтенсивних технологій / Каленська С.М. та ін. Вінниця: ФОП Рогальська І.О., 2015. 448 с.
17. Паламарчук В.Д., Поліщук І.С., Венедіктов О.М. Системи сучасних інтенсивних технологій. Вінниця: ФОП «Данилюк», 2011. 432 с.
18. Паламарчук В.Д., Поліщук І.С., Каленська С.М., Єрмакова Л.М. Системи сучасних інтенсивних технологій. 2-ге видання виправлене та доповнене. Вінниця, 2012. 397 с.
19. QDAF Harvesting and marketing for maize. Maize production. Department of Agriculture, Fisheries and forestry queensland. 2012.
20. Pacific Seeds (2008/2009) Hybrid corn agronomy guide 2008/09, Pacific Seeds Pty Ltd, p. 24.
21. Widderick M., Meulen A van der., Churchett J., McLean A. Weed issues and action items. GRDC Update Papers 31 July. 2015. P. 35-36.
22. Sabburg J., Allen G. Seasonal climate outlook improvements changes from historical to real time data. GRDC Update Papers 18 July 2013.
23. Дудка М., Шевченко О. Мікродобрива й кукурудза. *Farmer the Ukrainian*. №5(77), травень 2016. С. 68-69.
24. Паламарчук В.Д. Оцінка впливу морфологічних ознак на механізоване вирощування та збирання кукурудзи. *Хранение и переработка зерна. Научно-практический журнал*. 2008. №5(107). С. 21-23.
25. Паламарчук В.Д. Вплив висоти рослин та висоти прикріплення качанів на придатність гібридів кукурудзи до механізованого вирощування. *Хранение и переработка зерна. Научно-практический журнал*. 2010. №3. С. 20-22.
26. QDAF (2016). Queensland Grains Research – 2015. Regional Research Agronomy Network. Department of Agriculture, Fisheries and Forestry Queensland, 2016. P. 112-117.

27. Hoyle F.C., Baldock J.A., Murphy D.V. Soil organic carbon: Role in rainfed farming systems / P.G. Tow, I. Cooper, I. Partridge, C. Birch (eds). Rainfed farming systems. Springer, 2011. P. 339-361.
28. Relating preseason soil nitrogen to maize yield in tree and legume-maize rotation / Barrios E. et al. Soil Sci Soc Am J. 1998. Vol. 62. P. 1604-1609.
29. Moore N., Serafin L., Jenkins L. Summer crop production guide 2014. NSW DPI Management Guide. NSW Department of Primary Industries.
30. Андрієнко А., Дергачов Д., Кузьмич В., Токар Б. Гібриди кукурудзи – такі схожі, такі різні. Агроном. 2015. №1(47), лютий. С. 130-138.
31. Ковальчук І. Критерії підбору гібридів кукурудзи для різних умов вирощування. Farmer the Ukrainian. 2015. №12(72), грудень. С. 82-84.
32. Банус А.А., Ткач Є.Д. Ратчет – сучасна ЛХО – технологія вирощування сої та кукурудзи. Агроном. 2015. №1(47), лютий. С. 154-156.
33. Паламарчук В.Д. Створення та вирощування гібридів кукурудзи для інтенсивних технологій: збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. Частина 1. Агрономія, випуск 80. Умань, 2012. С. 68-74.
34. Паламарчук В.Д., Колісник О.М., Паламарчук О.Д. Особливості адаптивної технології вирощування гібридів кукурудзи. Матеріали ІХ міжнародної науково-практичної конференції «НАУКА в інформаційному просторі» (10-11 жовтня). Сучасні проблеми та їх вирішення. Дніпропетровськ, 2013. Том 7. С. 65-68.
35. Дудка М., Черчель В. Позакореневе підживлення: необхідність чи альтернатива? Пропозиція. 2014. № 6. С. 64-69.
36. Ciampitti I.A., Vyn T.J. Physiological perspectives of changes over time in maize yield dependency on nitrogen uptake and associated nitrogen efficiencies: a review. Field Crops Res. 2012. Vol. 133. P. 48-67.
37. Сіроха О.Л. Вплив удобрення на біометричні показники та показники вирівняності рослин кукурудзи різної групи стиглості: збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Сільськогосподарські науки. 2014, Вінниця. Вип. 5(82). С. 37-47.
38. Методика проведення польових дослідів з кукурудзою / Лебідь Є. М. ін. Дніпропетровськ, 2008. 27 с.
39. Методические рекомендации по проведению полевых опытов с кукурузой / Филев Д.С. и др. Труды ВНИИ кукурузы. Днепропетровск, 1980. 54 с.
40. Вовкодав В. В. Методика державного сортопробування сільськогосподарських культур (зернові, круп'яні та зернобобові). К., 2001. 64 с.
41. Паламарчук В.Д. Влияние микроудобрений на продуктивность гибридов кукурузы. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених «Молодежь и инновации – 2013» (г. Горки, 29-31 мая 2013 г.). (Часть 1.). Республика Беларусь, г. Горки. С. 278-291.
42. Вплив елементів технології на розвиток кукурудзи для виробництва біоетанолу: збірник наукових праць «Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків» / Паламарчук В.Д. та ін. Київ, 2013. Вип. 19 (том I). С. 96-101.
43. Паламарчук В.Д., Поліщук М.І., Колісник О.М., Коваленко О.А. Підвищення продуктивності гібридів кукурудзи залежно від позакореневих підживлень в умовах правобережного Лісостепу України. Матеріали доповідей міжнародної науково-практичної конференції «Стан і перспективи вирощування енергетичних культур» (16-17 жовтня). Миколаїв, 2013. С. 31-32.
44. Паламарчук В.Д., Поліщук М.І., Паламарчук О.Д. Енергетична ефективність вирощування зернової кукурудзи залежно від позакореневих підживлень в умовах Лісостепу України: збірник наукових праць ВНАУ. Серія: Сільськогосподарські науки. Вінниця, 2014. №83, Вип. 6. С. 63-71.

#### REFERENCES

1. Gurev, B. P. (1991). Problema adaptivnogo potentsiala rannesplyih gibridov kukuruzyi [The problem of the adaptive potential of early maturing maize hybrids]. Urozhay i adaptivnyiy potentsial entomologicheskoy sistemyi polya (Sbornik nauchnyih trudov) [Harvest and adaptive potential of the entomological field system (Collection of scientific papers)]. Kyiv, UAAN, pp. 79-84.
2. Domashnev, P. P., Dzyubetskiy, B. V., Kostyuchenko, V. I. (1992). Seleksiya kukuruzyi [Selection of corn]. Moscow, Agropromizdat, 208 p.
3. Palamarchuk, V.D., Polishchuk, I.S., Kalenska, S.M., Yermakova, L.M. (2013). Biologiya ta ekologiya silskohospodarskykh roslyn [Biology and Ecology of Agricultural Plants]. Vinnytsia, FOP Danyliuk, 482 p.
4. Kumar, A. (2008). Growth, yield and water use efficiency of different maize (*Zea mays* L) based cropping systems under varying planting methods and irrigation levels. Indian Journal of Agricultural Sciences. Vol. 78(3), pp. 244-247.
5. Khazaei, F., Alikhani, M., Yari, I., Khandan, A. (2010). Study the correlation, regression and path coefficient analysis in sweet corn (*Zea mays* var. *saccharata*) under different levels of plant density and nitrogen rate. Journal of Agricultural and Biological Science. Vol. 5(6), pp. 212-216.
6. Massey, J. X., Gaur, B. L. (2006). Effect of plant population and fertility levels on growth and NPK uptake by sweet corn (*Zea mays* L.) cultivars. Annals Agricultural Research New series. Vol. 27(4), pp. 365-368.
7. Chen, X., Chen, F., Chen, Y., Gao, Q., Yang, X. (2013). Modern maize hybrids in Northeast China exhibit increased yield potential and resource use efficiency despite adverse climate change. Global Change Biol. no. 19, pp. 923-936.
8. Grassini, P., Thorburn, J., Burr, C., Cassman, K. (2011). High-yield irrigated maize in the Western US Corn Belt: I. On-farm yield, yield potential, and impact of agronomic practices. Field Crops Res. no. 120, pp. 142-150.
9. Touch, V., Martin, R.J., Scott, J.F. (2013). Economics of weed management in maize in pailin province cambodia. International journal of environmental and rural development. no. 4, pp. 215-219.
10. Martin, R., Pol, C. Weeds of upland crops in Cambodia. Australian centre for international agricultural research: Canberra. ACIAR Monograph. 2009, no. 141, 204 p.

11. Mehmeti, A., Demaj, A. Sherifi, E., Waldhardt R. Growth and productivity of weeds in two maize crop production systems. *Herbologia*. 2011, no. 12(2), pp. 105-112.
12. Demjanova, E.M., S. Macak, T. Dalovic and Smatana J. Effects of tillage systems and crop rotation on weed populations, density, diversity and weed biomass in maize. *Herbologia*. 2007, no. 8 (1), pp. 45-55.
13. Congreve, M., Daniel, R. Get the first second and third punch in on Feathertop Rhodes Grass. GRDC Update Papers 3 August 2015.
14. Palamarchuk, V. D., Mazur, V. A., Zozulia, O. L. (2009). Kukurudza selektsiia ta vyroshchuvannia hibrydiv [Corn selection and growing of hybrids]. Vinnytsia, 199 p.
15. Mazur, V.A., Palamarchuk, V.D., Polishchuk, I.S., Palamarchuk, O.D. (2017). Novitni ahrotekhnologii u roslinnytstvi [Newest agrotechnologies in crop production]. Vinnytsia, 588 p.
16. Kalenska, S.M., Yermakova, L.M., Palamarchuk, V.D., Polishchuk, I.S., Polishchuk, M.I. (2015). Systemy suchasnykh intensyvnykh tekhnologii [Systems of modern intensive technologies]. Vinnytsia, FOP Rohalska I.O., 448 p.
17. Palamarchuk, V.D., Polishchuk, I.S., Venediktov, O.M. (2011). Systemy suchasnykh intensyvnykh tekhnologii [Systems of modern intensive technologies]. Vinnytsia, FOP «Danyliuk, 432 p.
18. Palamarchuk V.D., Polishchuk I.S., Kalenska S.M., Yermakova L.M. (2012). Systemy suchasnykh intensyvnykh tekhnologii [Systems of modern intensive technologies]. Vinnytsia, 397 p.
19. QDAF Harvesting and marketing for maize. Maize production. Department of Agriculture, Fisheries and forestry queensland. 2012.
20. Pacific Seeds (2008/2009). Hybrid corn agronomy guide 2008/09, Pacific Seeds Pty Ltd, 24 p.
21. Widderick, M., Meulen, A van der., Churchett, J., McLean, A. Weed issues and action items. GRDC Update Papers 31, July, 2015, pp. 35-36.
22. Sabburg, J., Allen, G. Seasonal climate outlook improvements changes from historical to real time data. GRDC Update Papers 18 July 2013.
23. Dudka, M., Shevchenko, O. (2016). Mikrodobryva y kukurudza [Microfertilizers and corn]. Farmer the Ukrainian, no. 5(77), pp. 68-69.
24. Palamarchuk, V.D. (2008). Otsinka vplyvu morfolohichnykh oznak na mekhanizovane vyroshchuvannia ta zbyrannia kukurudzy [Evaluation of the effect of morphological characteristics on mechanized cultivation and harvesting of corn]. *Khrahenye y pererobotka zerna. Nauchno-praktycheskyi zhurnal* [Storage and processing of grain. Scientific and practical journal], no. 5(107), pp. 21-23.
25. Palamarchuk, V.D. (2010). Vplyv vysoty roslin ta vysoty prykriplennia kachaniv na prydatnist hibrydiv kukurudzy do mekhanizovanoho vyroshchuvannia [Influence of height of plants and height of fastening of cobs on the suitability of maize hybrids to mechanized cultivation]. *Khrahenye y pererobotka zerna. Nauchno-praktycheskyi zhurnal* [Storage and processing of grain. Scientific and practical journal], no. 3, pp. 20-22.
26. QDAF Queensland Grains Research – 2015. Regional Research Agronomy Network. Department of Agriculture, Fisheries and Forestry Queensland. 2016, pp. 112-117.
27. Hoyle, F.C., Baldock, J.A., Murphy, D.V. Soil organic carbon: Role in rainfed farming systems. In PG Tow, I Cooper, I Partridge, C Birch (eds). *Rainfed farming systems*. Springer. 2011, pp. 339-361.
28. Barrios, E., Kwesiga, F., Buresh, R., Sprent, J., Coe, R. Relating pre-season soil nitrogen to maize yield in tree and legume-maize rotation. *Soil Sci Soc Am J*. 1998, no. 62, pp. 1604-1609.
29. Moore, N., Serafin, L., Jenkins, L. Summer crop production guide 2014. NSW DPI Management Guide. NSW Department of Primary Industries. 2014.
30. Andriienko A., Derhachov D., Kuzmych V., Tokar B. (2015). Hibrydy kukurudzy – taki skhozhi, taki rizni [Corn hybrids are similar, so different]. *Ahronom* [Agronomist], no. 1(47), pp. 130-138.
31. Kovalchuk I. (2015). Kryterii pidboru hibrydiv kukurudzy dlia riznykh umov vyroshchuvannia [Criteria for selecting maize hybrids for different growing conditions]. *Famer the Ukrainian*. no. 12(72), pp. 82-84.
32. Banus, A.A., Tkach, Ye.D. (2015). Ratchet – suchasna LKhO – tekhnolohiia vyroshchuvannia soi ta kukurudzy [Ratchet – modern LHO – technology of growing soya and corn]. *Ahronom* [Agronomist], no. 1(47), pp. 154-156.
33. Palamarchuk, V.D. (2012). Stvorennia ta vyroshchuvannia hibrydiv kukurudzy dlia intensyvnykh tekhnologii [Creation and cultivation of maize hybrids for intensive technologies]. *Zbirnyk naukovykh prats Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva. Chastyna 1. Ahronomiia* [Collection of scientific works of Uman National University of Horticulture. Part 1. Agronomy]. Uman, Vol. 80, pp. 68-74.
34. Palamarchuk, V.D., Kolisnyk, O.M., Palamarchuk, O.D. (2013). Osoblyvosti adaptivnoi tekhnologii vyroshchuvannia hibrydiv kukurudzy [Features of adaptive technology for growing hybrids of corn]. *Materialy IKh mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii «NAUKA v informatsiinomu prostori» (10-11 zhovtnia). Suchasni problemy ta yikh vyrishennia* [Materials of the IX International Scientific and Practical Conference "SCIENCE in the Information Space" (10-11 October). Modern problems and their solutions]. Dnipropetrovsk, 2013. Vol. 7, pp. 65-68.
35. Dudka, M., Cherchel, V. (2014). Pozakoreneve pidzhyvlennia: neobkhdnist chy alternatyva? [Indigenous nutrition: necessity or alternative]. *Propozytsiia* [Proffer], no. 6, pp. 64-69.
36. Ciampitti, I.A., Vyn, T.J. Physiological perspectives of changes over time in maize yield dependency on nitrogen uptake and associated nitrogen efficiencies: a review. *Field Crops Res*. 2012, no. 133, pp. 48-67.
37. Sirokha, O.L. (2014). Vplyv udobrennia na biometrychni pokaznyky ta pokaznyky vyrivnianosti roslin kukurudzy riznoi hrupy styhlosti [Impact of fertilizer on biometric indices and indices of corn plants alignment of different groups of ripeness]. *Zbirnyk naukovykh prats Vinnytskoho natsionalnoho ahramoho universytetu. Serii: Silskohospodarski nauky* [Collection of scientific works of Vinnytsia National Agrarian University. Series: Agricultural Sciences]. Vinnytsia, Vol. 5(82), pp. 37-47.
38. Lebid, Ye. M., Tsykov, V. S., Pashchenko, Yu. M. (2008). *Metodyka provedennia polovykh doslidiv z kukurudzoiu* [Method of conducting field experiments with corn]. Dnipropetrovsk, 27 p.

39. Filev, D. S., Tsikov, V. S., Zolotov, V. I. (1980). Metodicheskie rekomendatsii po provedeniyu polevyih opyitov s kukuruzoy [Methodical recommendations for conducting field experiments with maize]. Trudyi VNIi kukuruzyi [Proceedings of the VNIi Institute of corn]. Dnepropetrovsk, 54 p.
40. Vovkodav, V. V. (2001). Metodyka derzhavnoho sortovyprobuvannia silskohospodarskykh kultur (zernovi, krupiani ta zernobobovi) [The method of state variety testing of agricultural crops (grain, cereals and leguminous plants)]. Kyiv, 64 p.
41. Palamarchuk, V.D. (2013). Vliyanie mikroudobreniy na produktivnost gibridov kukuruzyi [Effect of microfertilizers on the productivity of maize hybrids]. Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii molodyih uchenih «Molodezh i innovatsii – 2013» (g. Gorki, 29-31 maya 2013 g.). (Chast 1.) [Materials of the International Scientific and Practical Conference of Young Students "Youth and Innovation – 2013" (Gorki, May 29-31, 2013). (Part 1.)]. Respublika Belarus, g. Gorki. pp. 278-291.
42. Palamarchuk, V.D., Polishchuk, M.I., Polishchuk, I.S., Kolisnyk, O.M., Palamarchuk, O.D. (2013). Vplyv elementiv tekhnolohii na rozvytok kukurudzy dlia vyrobnytstva bioetanolu [Influence of technology elements on corn development for bioethanol production]. Zbirnyk naukovykh prats «Naukovi pratsi Instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovykh buriakiv» [Collection of scientific works "Scientific works of the Institute of Bioenergetic Cultures and Sugar Beetroots"]. Kyiv, Vol. 19(1), pp. 96-101.
43. Palamarchuk, V.D., Polishchuk, M.I., Kolisnyk, O.M., Kovalenko, O.A. (2013). Pidvyshchennia produktyvnosti hibrydiv kukurudzy zalezno vid pozakorenevnykh pidzhyvlen v umovakh pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [Improvement of productivity of maize hybrids depending on foliar feeding in the conditions of right-bank forest-steppe of Ukraine]. Materialy dopovidei mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii «Stan i perspektyvy vyroshchuvannia enerhetychnykh kultur» (16-17 zhovtnia) [Materials of the reports of the international scientific and practical conference "State and prospects of cultivating energy crops" (October 16-17)]. Mykolaiv, pp. 31-32.
44. Palamarchuk, V.D., Polishchuk, M.I., Palamarchuk, O.D. (2014). Enerhetychna efektyvnist vyroshchuvannia zernovoi kukurudzy zalezno vid pozakorenevnykh pidzhyvlen v umovakh Lisostepu Ukrainy [Energy Efficiency of Growing Corn Corn Depending on Foliar Cultivation under the Forest-Steppe of Ukraine]. Zbirnyk naukovykh prats VNAU. Seriya: Silskohospodarski nauky [Collection of scientific works of VNAU. Series: Agricultural Sciences]. Vinnytsia, no. 83, Vol. 6, pp. 63-71.

#### **Влияние внекорневых подкормок на высоту крепление початков у гибридов кукурузы**

**В.Д. Паламарчук**

Приведены результаты изучения влияния внекорневых подкормок на высоту закладки початков у гибридов кукурузы отечественной селекции (Харьковский 195МВ и Переяславский 230СВ) и компании «Монсанто» (DKC 2960, DKC 2949, DKC 2971, DKC 3472, DKC 3420, DKC 3871, DK 391, DK 440, DKC 4964, DK 315). Результатами проведенных исследований установлено, что высота формирования початков существенно зависит от применения внекорневых подкормок. Наибольшее значение высоты крепления початков в группе раннеспелых, среднеранних и среднеспелых гибридов было на варианте там, где применялось микроудобрение Эколист моноцинк. То есть это еще раз подтверждает важность цинковых удобрений для роста кукурузы и формирования оптимальной архитектуры посева. По высоте крепления початков среди гибридов выделились Харьковский 195МВ – 90,8 см, DKC 2971 – 93,9 см (раннеспелая группа), DKC 3472 – 104,5 см, DKC 3420 – 105,0 см (среднеранняя группа) и DK 391 – 110,5 см, DKC 4964 – 103,7 см (среднеспелая группа). Результатами проведенных исследований установлено, что высота крепления початков существенно зависит от группы спелости гибридов, увеличение продолжительности вегетационного периода способствует росту высоты крепления початков. Наибольшее значение высоты крепления початков (102,6-118,7 см) отмечено в группе среднеспелых гибридов. Проведение внекорневых подкормок вызывает увеличение высоты крепления початков (на 1,79-12,84 см по сравнению с контролем) во всех исследуемых гибридах кукурузы, независимо от группы спелости. Наибольшее значение высоты крепления початков (71,6-128,9 см) отмечено на варианте где было проведено двукратное внесение в фазе 5-7 и 10-12 листьев кукурузы цинксодержащих микроудобрений.

**Ключевые слова:** кукуруза, гибрид, внекорневые подкормки, микроудобрения, фаза развития, бактериальный препарат, регулятор роста растений, высота крепления початков.

#### **The influence of foliar nutrition on the attachment height of cobs in corn hybrids**

**V. Palamarchuk**

The aim is to study the influence of the foliar nutrition by microfertilizers "Sprout of Corn", "Ecolyst Monozinc", the plant growth regulator "Vympel" and the bacterial drug "Biomag" on the growing processes of corn hybrids and, in particular, on the formation height of cobs, as well as on the changing of this feature according to the climatic conditions of the year.

Corn hybrids of the domestic selection (Kharkivskiyi 195MV and Pereyaslavskiyi 230SV) and those of the "Monsanto" company (DKS 2960, DKS 2949, DKS 2971, DKS 3472, DKS 3420, DKS 3871, DK 391, DK 440, DKS 4964, DK 315) were used to study the influence of foliar nutrition on the attachment height of the cobs. Field, laboratory and statistical methods were used during the research.

The attachment height of the economically valuable cob is one of the most important technological features of corn hybrids, on which the time of harvesting, energy costs and crop losses depend. By the results of the researches it is established that the formation height of cobs significantly depends on using the foliar nutrition. The largest value of the attachment height of cobs in the group of early-ripe hybrids was in the sample where the microfertilizer "Ecolyst Monozink" was used. It confirms again the importance of zinc fertilizers for the growth of corn and the formation of optimum architectonics of sowing. The studied hybrids of corn of early-ripe group significantly differed in the formation height of cobs. Thus, in particular, the attachment height of cobs (factor  $A_{LSD \text{ hybrid}} = 3.88 \text{ cm}$ ) was the highest in the hybrid Kharkivskiyi 195MV – 90.8 cm and in the hybrid DKS 2971 – 93.9 cm on average for three years. The formation height of cobs in the hybrids DKS 2960 was 82.3 cm, while in the hybrid

DKS 2949 – 79.7 cm. The carrying out of the foliar nutrition by microfertilizers, the plant growth regulator and the bacterial drug (factor of  $V_{LSD \text{ foliar nutrition}} = 4.34$  cm) contributed to an increase by 0.5-1.2 cm in the formation height of cobs. After having done the foliar nutrition the attachment height of cobs was the following: Kharkivskiyi 195MV – 92.0 cm, DKS 2960 – 82.9 cm, DKS 2949 – 80.3 cm and DKS 2971 – 94.4 cm. When applying one dose of drugs (factor  $S_{LSD \text{ number of nutrition}} = 2.75$  cm) in the phase of 5-7 corn leaves the attachment height of cobs was: Kharkivskiyi 195MV – 91.2 cm, DKS 2960 – 80.9 cm, DKS 2949 – 79.3 cm and DKS 2971 – 94.0 cm, while under the double application of drugs in the foliar nutrition, in the phase of 5-7 and of 10-12 corn leaves it was: Kharkivskiyi 195MV – 92.8 cm, DKS 2960 – 84.9 cm, DKS 2949 – 81.4 cm and DKS 2971 – 94.9 cm. While on the control, without the use of the foliar nutrition, the formation height of cobs was: Kharkivskiyi 195MV – 81.2 cm, DKS 2960 – 77.4 cm, DKS 2949 – 74.5 cm and DKS 2971 – 89.7 cm on average during three years of the research. The increase of the formation height of cobs when using the foliar nutrition was 10.0 and 11.7 cm in the hybrid Kharkivskiyi 195 MB, 3.5 and 7.5 cm in DKS 2960, 4.8 and 6.9 cm in DKS 2949, 4.3 and 5.2 cm in DKS 2971 in comparison with the control (without foliar nutrition) when using the one-dose and double-dose of the foliar nutrition, respectively. The attachment height of cobs in the hybrids of the early-ripe group ranged from 74.5 cm to 99.4 cm, it was 92.6-19.0 cm in the mid-early group of hybrids on average during three years of the research. The hybrids of the mid-early group of ripening (the factor of  $A_{LSD \text{ hybrids}} = 4.52$ ), without the use of the foliar nutrition (control), had the following value for the attachment height of cobs: DKS 3472 – 104.5 cm, DKS 3420 – 105.0 cm, Pereyaslavskiyi 230 CH – 92.6 cm and DKS 3871 – 102.8 cm. After having done the foliar nutrition (factor  $V_{LSD \text{ foliar nutrition}} = 5.05$  cm), the formation height of cobs increased by 0.7-1.1 cm and was 111.8 cm in DKS 3472, 110.9 cm in DKS 3420, 102.3 cm in Pereyaslavskiyi 230V and 110.0 cm in DKS 3871. It is also necessary to note the change in the formation height of cobs in the mid-early group of ripening of hybrids, depending on the number of the foliar nutrition (factor  $S_{LSD \text{ number of treatments}} = 3.20$  cm). Thus, in particular, when applying one foliar nutrition in the phase of 5-7 corn leaves the attachment height of cobs in the studied hybrids was: DKS 3472 – 111.3 cm, DKS 3420 – 109.9 cm, Pereyaslavskiyi 230 CH – 100.8 cm and DKS 3871 – 108.3 cm, while applying the double foliar nutrition in the phase of 5-7 and 10-12 corn leaves it was: DKS 3472 – 112.4 cm, DKS 3420 – 111.8 cm, Pereyaslavskiyi 230V – 103.9 cm and DKS 3871 – 111.8 cm on average during three years of the research. In the group of the mid-ripe corn hybrids, the attachment height of cobs was 110.5 cm in DK 391, 99.0 cm in DK 440, 103.7 cm in DKS 4964 and 101.2 cm in DK 315 (factor of the  $A_{LSD \text{ hybrid}} = 4.27$  cm) on average during three years. The use of the foliar nutrition has provided the significant increase in the value of attachment height of cobs (factor  $V_{LSD \text{ foliar nutrition}} = 4.77$  cm): DK 391 – 116.8 cm, DK 440 – 107.4 cm, DKC 4964 – 109.8 cm and DK 315 – 110.1 cm. At the same time, the using of the foliar nutrition only in the phase of 5-7 leaves (factor  $C_{LSD \text{ number of foliar nutrition}} = 3.02$  cm) provided the formation of cobs at the level of DK 391 – 116.0 cm, DK 440 – 106.8 cm, DKS 4964 – 108.4 cm and DK 315 – 109.2 cm, while under the double nutrition in the phase of 5-7 and 10-12 corn leaves, the formation height of cobs was the highest: DK 391 – 117.7 cm, DK 440 – 108.1 cm, DKS 4964 – 111.1 cm and DK 315 – 111.0 cm.

By the results of the researches it is established that the formation height of cobs significantly depends on the group of ripeness of hybrids. The increase in the duration of the growing period contributes to the growth of the attachment height of cobs. The greatest value of the attachment height of cobs (102.6-118.7 cm) was in the group of mid-ripe hybrids. The carrying out of the foliar nutrition causes an increase in the attachment height of cobs (1.79-12.84 cm, as compared to the control) in all studied hybrids of corn, irrespective of the group of ripeness. The largest value of the attachment height of cobs (71.6-128.9 cm) was in the sample where the double using of the zinc-containing microfertilizer "Ekolyst Monozink" in the phase of 5-7 and 10-12 corn leaves was done.

**Key words:** corn, hybrid, foliar nutrition, microfertilizers, phase of growth, bacterial drug, plant growth regulator, attachment height of cobs.

*Надійшла 10.04.2018 р.*

**УДК 664.66.03.664.71–11.664.64.016.8.633.11**

**ГОСПОДАРЕНКО Г. М.,** д-р с.-г. наук

**ЛЮБИЧ В. В.,** канд. с.-г. наук

*Уманський національний університет садівництва*

**МАТВИЄНКО Н. П.,** здобувач

*Будищенська ділянка ТОВ «Кононівський елеватор»*

### **ХЛІБОПЕКАРСЬКІ ВЛАСТИВОСТІ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД УДОБРЕННЯ, ПОПЕРЕДНИКА ТА ТРИВАЛОСТІ ЗБЕРІГАННЯ**

Наведено результати вивчення впливу тривалості зберігання зерна пшениці озимої на вміст білка, клейковини і клейковиноутворювальних білків, гідратаційну здатність клейковини, число падання та об'єм хліба залежно від удобрення та попередника. Встановлено, що хлібопекарські властивості зерна пшениці озимої змінюються від елементів агротехнології та тривалості зберігання. Вміст білка та клейковини, а також об'єм хліба більше залежать від удобрення та попередника. Тривале застосування (з 1965 р.) добрив у польовій сівозміні зменшує негативну дію попередника. Вміст клейковини, гідратаційна її здатність, число падання та об'єм хліба підвищуються після 30-добового зберігання. Вміст клейковини збільшується завдяки підвищенню гідратаційної здатності.

Результати проведених досліджень свідчать, що після гороху на неудобрених ділянках вміст білка становив 14,1 % й істотно збільшувався до 14,5–15,8 % ( $HIP_{05}=0,1-0,2$ ) у варіантах тривалого застосування добрив або більше на 3–12 %. Вміст білка в зерні пшениці озимої за вирощування після кукурудзи на силос був на 2,4 % меншим порівняно з попередником горох. Проте ефективність застосування добрив була вищою, оскільки вміст білка був більшим на 3–28 % порівняно з варіантом без добрив. Дослідженнями встановлено, що зберігання зерна не впливало на вміст білка в зерні.

Після 30-добового зберігання зерна пшениці озимої число падання підвищувалося до 303–325 с або на 17–24 % залежно від варіанта дослідження. Упродовж зберігання цей показник не змінювався. Це свідчить, що активність  $\alpha$ -амілази у зерні пшениці озимої під час зберігання знижується.

Об'єм хліба з борошна зерна пшениці озимої після зберігання істотно збільшувався до 560–586 см<sup>3</sup> або на 10–11 % за вирощування після гороху та до 399–585 см<sup>3</sup> або на 12–13 % після кукурудзи на силос залежно від удобрення. Упродовж решти періодів зберігання зерна пшениці озимої об'єм хліба залишався на цьому рівні.

**Ключові слова:** пшениця озима, удобрення, попередник, хлібопекарські властивості, тривалість зберігання.

**Постановка проблеми.** Пшениця – найважливіша зернова культура, що пояснюється її високою врожайністю та різноманітними можливостями використання [1–8]. За хімічним складом і співвідношенням поживних речовин зерно пшениці вигідно відрізняється від зерна інших культур. Воно містить значну кількість речовин і сполук необхідних для життєдіяльності людини [9, 10].

Одним з основних завдань галузі зберігання та перероблення зерна є збереження сировини з мінімальними кількісними і якісними втратами та отримання продукції з високими споживними властивостями. Проте відмінності у типах і сортах пшениці, ґрунтово-кліматичних і агротехнологічних умовах вирощування й збирання врожаю, режимах зберігання та схемах перероблення зерна зумовлюють різну якість борошна [11, 12].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Хлібопекарські властивості зерна пшениці озимої залежать від елементів агротехнології [13]. Проте найбільше від застосування добрив, особливо азотних і попередника [14]. У дослідженнях В. Ф. Голубченка [15] вміст білка збільшувався від 12,4 % у варіанті без добрив до 13,6 % при застосуванні  $N_{130}$  за оптимального забезпечення мікроелементами. Вміст клейковини при цьому збільшувався відповідно від 24,0 до 28,7 %.

Ефективність застосування добрив залежить від попередника. Так, Н. О. Яшук [16] встановлено, що за біологічної системи землеробства вміст білка в зерні пшениці озимої збільшувався від 11,2 % за вирощування після кукурудзи на силос до 13,2 % – після багаторічних трав, за інтенсивної системи – відповідно від 13,6 до 14,7 %. Вміст клейковини при цьому збільшувався від 19,6 до 31,6 %.

Крім цього, якість зерна пшениці озимої змінюється залежно від тривалості зберігання [17–21]. Сукупність внутрішніх біохімічних процесів, що відбуваються у свіжозібраному зерні називають процесом післязбирального досягання. В середньому цей процес триває 1,5–2 місяці. Суть і загальна спрямованість процесу післязбирального досягання полягає в завершенні формування високомолекулярних біохімічних сполук, утворення яких і характеризує повну фізіологічну стиглість [22–24].

Зміни у зерні пшениці під час зберігання залежать від якості вихідної сировини та умов зберігання. У разі зберігання пророслого або пошкодженого клопом-шкідливою черепашкою зерна вміст білка та клейковини зменшується [18, 19].

За умови зберігання зерна в негерметичній тарі з нерегульованою температурою вміст білка, клейковини та склоподібність не змінюються. Проте індекс деформації клейковини після 30 діб зберігання знижується, число падання та об'єм хліба зростають. Так, у дослідженнях С. М. Гунька [25] число падання збільшувалося від 259 с перед закладанням на зберігання до 291 с після 12 місяців зберігання.

Вміст клейковини під час зберігання змінювався залежно від сорту. У сорту Поліська 90 цей показник збільшувався від 29,8 до 30,0–31,5 % за зберігання впродовж 1–6 місяців, а в сорту Миронівська 65 – не змінювався і становив 21,6 % [26].

У процесі зберігання зерна пшениці озимої відбувається зміцнення клейковини і, як результат, поліпшення його хлібопекарських властивостей. Процес формування якості комплексу клейковини у зерні пшениці озимої продовжується 225–270 діб. Режим зберігання зерна в цей період не має значного впливу на зміну його якості [27–30].

Проведений огляд літератури свідчить про значний вплив елементів агротехнології та тривалості зберігання на формування хлібопекарських властивостей зерна пшениці озимої. Проте

недостатня кількість наукових праць щодо зміни технологічних властивостей зерна залежно від удобрення обумовлює проведення додаткових досліджень.

**Метою** дослідження було вивчення хлібопекарських властивостей зерна пшениці озимої залежно від удобрення, попередника та тривалості зберігання.

**Матеріал і методика дослідження.** Експериментальну роботу виконано в тривалому стаціонарному досліді у польовій сівозміні зерно-бурякового виду з набором традиційних для регіону культур упродовж 2011–2012 рр. Дослід закладений в 1964 р. і нині продовжується. Пшеницю озиму сорту Розкішна вирощували після гороху та кукурудзи на силос. Азотні добрива вносили навесні, а фосфорні та калійні – під основний обробіток ґрунту (табл. 1).

Таблиця 1 – Схема застосування добрив під пшеницю озиму у тривалому (з 1965 р.) польовому досліді

Варіант досліді (насиченість 1 га площі сівозміни)	Удобрення пшениці озимої, кг/га д. р.			
	N		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
	1	2		
Без добрив (контроль)	–	–	–	–
N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	45	–	45	45
N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	45	45	90	90
N <sub>135</sub> P <sub>135</sub> K <sub>135</sub>	90	45	135	135

**Примітка.** Підживлення: 1 – наповесні, 2 – у фазу початку виходу в трубку.

Площа посівної ділянки становить 170 м<sup>2</sup>, облікова – 100 м<sup>2</sup>, повторність досліді триразова, розміщення варіантів послідовне.

Зерно зберігали у сухому стані за нерегульованого температурного режиму (вологість під час закладання на зберігання 13,0–13,5 %) у тканинних мішках.

У зерні пшениці визначали вміст білка за ДСТУ 4117:2007, вміст і якість клейковини – за ДСТУ ISO 21415–1:2009, число падання – за ГОСТ 30498–97. Вміст фракцій білка визначали за вдосконаленою методикою, описаною в патенті на корисну модель «Спосіб визначення вмісту клейковиноутворювальних білків у зерні тритикале та пшениці» (№06340), гідратаційну здатність клейковини – термогравіметричним методом, об'єм хліба – за допомогою мірного циліндра. Математичне оброблення даних проводили методом трифакторного дисперсійного аналізу.

**Основні результати дослідження.** Результати проведених досліджень свідчать, що на вміст білка істотно впливали попередник та удобрення (табл. 2). Так, після гороху на неудобрених ділянках він становив 14,1 % й істотно збільшувався до 14,5–15,8 % ( $HIP_{05}=0,1-0,2$ ) у варіантах із тривалим застосуванням добрив або на 3–12 %. Вміст білка в зерні пшениці озимої за вирощування після кукурудзи на силос був 2,4 % меншим порівняно з попередником горох.

Ефективність застосування добрив була високою, оскільки вміст білка збільшувався на 3–28 % порівняно з варіантом без добрив. Дослідження свідчать, що зберігання зерна не впливало на вміст білка в зерні.

Таблиця 2 – Вміст білка в зерні пшениці озимої залежно від агротехнології і тривалості зберігання (2011–2012 рр.), %

Варіант досліді (насиченість 1 га площі сівозміни) (чинник В)	До зберігання	Тривалість зберігання, дів (чинник А)				
		30	90	180	270	360
Попередник – горох (чинник С)						
Без добрив (контроль)	14,1	14,2	14,1	14,1	14,1	14,1
N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	14,5	14,5	14,4	14,4	14,4	14,4
N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	15,0	15,1	15,0	15,0	15,0	15,0
N <sub>135</sub> P <sub>135</sub> K <sub>135</sub>	15,8	15,9	15,9	15,8	15,8	15,8
Попередник – кукурудза на силос						
Без добрив (контроль)	11,7	11,8	11,7	11,7	11,6	11,7
N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	12,1	12,2	12,2	12,2	12,2	12,1
N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	13,7	13,7	13,8	13,8	13,7	13,7
N <sub>135</sub> P <sub>135</sub> K <sub>135</sub>	15,0	15,0	15,1	15,1	15,1	15,1
HIP <sub>05</sub>	2011	A=0,2; B=0,1; C=0,1; ABC=0,6				
	2012	A=0,3; B=0,2; C=0,2; ABC=0,8				

Тривале застосування добрив істотно підвищувало вміст клейковини у зерні пшениці озимої (табл. 3). За вирощування після гороху цей показник збільшувався від 31,1 % у варіанті без

добрив до 34,7 % за внесення  $N_{135}P_{135}K_{135}$  або на 12 %. Вміст клейковини у зерні пшениці озимої після кукурудзи на силос становив 25,7 % або зменшувався на 17 % порівняно з горохом ( $HIP_{05}=0,3-0,4$ ). Тривале застосування добрив у польовій сівозміні у дозі  $N_{45}P_{45}K_{45}$  сприяло збільшенню цього показника до 26,6 % або на 4 %, у варіанті з подвійною дозою – до 30,0 %, а  $N_{135}P_{135}K_{135}$  – до 33,0 % або на 28 %.

Вміст клейковини у зерні пшениці озимої змінювався залежно від тривалості зберігання. Проте він збільшувався лише до 30-добового зберігання а потім не змінювався. Підвищення становило 1,4–3,2 % порівняно з показником до зберігання залежно від варіанта досліду.

Таблиця 3 – Вміст клейковини у зерні пшениці озимої залежно від агротехнології і тривалості зберігання (2011–2012 рр.), %

Варіант досліду (насиченість 1 га площі сівозміни) (чинник В)	До зберігання	Тривалість зберігання, діб (чинник А)				
		30	90	180	270	360
Попередник – горох (чинник С)						
Без добрив (контроль)	31,1	33,6	33,6	33,6	33,6	33,5
$N_{45}P_{45}K_{45}$	31,8	34,6	34,6	34,6	34,5	34,7
$N_{90}P_{90}K_{90}$	32,9	35,6	35,7	35,8	35,7	35,6
$N_{135}P_{135}K_{135}$	34,7	36,7	36,8	37,0	36,8	36,8
Попередник – кукурудза на силос						
Без добрив (контроль)	25,7	27,1	27,1	27,2	27,1	27,1
$N_{45}P_{45}K_{45}$	26,6	28,9	29,1	29,1	29,0	29,0
$N_{90}P_{90}K_{90}$	30,0	32,8	32,9	32,9	32,9	33,0
$N_{135}P_{135}K_{135}$	33,0	36,2	36,3	36,4	36,3	36,3
$HIP_{05}$	2011	$A=0,4; B=0,3; C=0,3; ABC=1,2$				
	2012	$A=0,5; B=0,4; C=0,4; ABC=1,6$				

Вміст клейковиноутворювальних білків також збільшувався з покращенням умов мінерального живлення пшениці озимої (табл. 4). Так, за її вирощування після гороху цей показник зростав від 8,7 до 9,7 %, а після кукурудзи на силос – від 7,2 до 9,2 % залежно від удобрення. Результати досліджень свідчать, що вміст цієї фракції білка не залежить від тривалості зберігання зерна.

Встановлено, що гідратаційна здатність клейковини не залежить від рівня застосування добрив (табл. 5). Проте цей показник істотно підвищувався після 30-добового зберігання – на 36–42 % ( $HIP_{05}=5$ ) залежно від варіанта досліду.

Таблиця 4 – Вміст клейковиноутворювальних білків у зерні пшениці озимої залежно від агротехнології і тривалості зберігання (2011–2012 рр.), %

Варіант досліду (насиченість 1 га площі сівозміни) (чинник В)	До зберігання	Тривалість зберігання, діб (чинник А)				
		30	90	180	270	360
Попередник – горох (чинник С)						
Без добрив (контроль)	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7
$N_{45}P_{45}K_{45}$	8,9	8,9	9,0	9,0	8,9	9,0
$N_{90}P_{90}K_{90}$	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2
$N_{135}P_{135}K_{135}$	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7
Попередник – кукурудза на силос						
Без добрив (контроль)	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2
$N_{45}P_{45}K_{45}$	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
$N_{90}P_{90}K_{90}$	8,4	8,4	8,5	8,5	8,3	8,4
$N_{135}P_{135}K_{135}$	9,2	9,3	9,4	9,3	9,2	9,2
$HIP_{05}$	2011	$A=0,2; B=0,1; C=0,1; ABC=0,4$				
	2012	$A=0,2; B=0,2; C=0,1; ABC=0,5$				

Гідратаційна здатність клейковини майже не змінювалась за зберігання зерна (див. табл. 5). Отже, вміст клейковини у зерні пшениці озимої збільшувався завдяки зростанню її гідратаційної здатності впродовж першого місяця зберігання.

Показник числа падання, який вказує на цілісність крохмалю та активність  $\alpha$ -амілази, зменшувався від 278 с у варіанті без добрив до 245 с у варіанті з найбільшою дозою внесення добрив за вирощування пшениці озимої після гороху (табл. 6). Подібні зміни відбулися і за вирощування після кукурудзи на силос.

Таблиця 5 – Гідратаційна здатність клейковини пшениці озимої залежно від агротехнології і тривалості зберігання (2011–2012 рр.), %

Варіант досліду (насиченість 1 га площі сівозміни) (чинник В)	До зберігання	Тривалість зберігання, дів (чинник А)				
		30	90	180	270	360
Попередник – горох (чинник С)						
Без добрив (контроль)	259	300	300	298	300	298
N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	258	300	296	297	298	298
N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	259	298	301	302	298	302
N <sub>135</sub> P <sub>135</sub> K <sub>135</sub>	259	296	295	297	298	299
Попередник – кукурудза на силос						
Без добрив (контроль)	258	295	289	295	289	295
N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	259	285	286	288	292	292
N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	258	294	295	292	302	302
N <sub>135</sub> P <sub>135</sub> K <sub>135</sub>	259	292	289	291	298	297
HIP <sub>05</sub>	2011	A=5; B=6; C=5; ABC=18				
	2012	A=5; B=5; C=5; ABC=19				

Таблиця 6 – Число падання зерна пшениці озимої залежно від агротехнології і тривалості зберігання (2011–2012 рр.), %

Варіант досліду (насиченість 1 га площі сівозміни) (чинник В)	До зберігання	Тривалість зберігання, дів (чинник А)				
		30	90	180	270	360
Попередник – горох (чинник С)						
Без добрив (контроль)	278	322	323	323	322	322
N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	276	319	322	323	322	322
N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	259	313	314	315	316	316
N <sub>135</sub> P <sub>135</sub> K <sub>135</sub>	245	303	308	310	310	310
Попередник – кукурудза на силос						
Без добрив (контроль)	277	325	326	325	325	326
N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	265	318	319	321	322	322
N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	251	308	312	313	314	316
N <sub>135</sub> P <sub>135</sub> K <sub>135</sub>	245	303	308	309	311	313
HIP <sub>05</sub>	2011	A=5; B=5; C=4; ABC=16				
	2012	A=5; B=4; C=4; ABC=15				

Для пшениці активність  $\alpha$ -амілази вважається високою за числа падання менше 80 с, середньою – 80–150, доброю – 150–250 і низькою – понад 250 с [24].

Отже, відповідно до цієї шкали активність  $\alpha$ -амілази у зерні пшениці була низькою. Тому цей фермент не може погіршувати хлібопекарські властивості зерна.

Після 30-добового зберігання зерна пшениці озимої число падання підвищувалось до 303–325 с або на 17–24 % залежно від варіанта досліду. Упродовж подальшого зберігання цей показник не змінювався.

Об'єм хліба зі 100 г борошна змінювався залежно від попередника, удобрення та тривалості зберігання зерна пшениці озимої. За вирощування після гороху цей показник збільшувався від 509 до 528 см<sup>3</sup> залежно від насичення польової сівозміни добривами (табл. 7). Найменшим об'єм хліба був за вирощування пшениці озимої після кукурудзи на силос на неудобрених ділянках – 352 см<sup>3</sup> або меншим на 31 % порівняно з вирощуванням після гороху. У варіанті з насиченням добривами N<sub>45</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub> об'єм хліба підвищувався до 394 см<sup>3</sup>, N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> – до 499 і N<sub>135</sub>P<sub>135</sub>K<sub>135</sub> – до 523 см<sup>3</sup> або більше на 12–50 %.

Об'єм хліба зі 100 г борошна зерна пшениці озимої після зберігання істотно збільшувався – до 560–586 см<sup>3</sup> або на 10–11 % за вирощування після гороху та до 399–585 см<sup>3</sup> або на 12–13 % – після кукурудзи на силос залежно від удобрення. Впродовж решти періодів зберігання зерна пшениці озимої об'єм хліба не змінювався.

Збільшення об'єму хліба зі 100 г борошна зерна пшениці озимої після 30-добового зберігання обумовлено підвищенням гідратаційної здатності клейковини.

Таблиця 7 – Об'єм хліба зі 100 г борошна пшениці озимої залежно від агротехнології і тривалості зберігання (2011–2012 рр.), %

Варіант досліду (насиченість 1 га площі сівозміни) (чинник В)	До зберігання	Тривалість зберігання, діб (чинник А)				
		30	90	180	270	360
Попередник – горох (чинник С)						
Без добрив (контроль)	509	560	563	564	567	566
N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	520	575	578	577	578	577
N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	528	582	583	583	584	582
N <sub>135</sub> P <sub>135</sub> K <sub>135</sub>	528	586	592	592	592	589
Попередник – кукурудза на силос						
Без добрив (контроль)	352	399	403	403	403	405
N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	394	444	446	446	447	448
N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	499	553	555	556	556	557
N <sub>135</sub> P <sub>135</sub> K <sub>135</sub>	523	585	589	589	591	593
HIP <sub>05</sub>	2011	A=9; B=8; C=9; ABC=28				
	2012	A=8; B=9; C=9; ABC=30				

**Висновки.** Хлібопекарські властивості зерна пшениці озимої змінюються від елементів агротехнології і тривалості зберігання. Вміст білка та клейковини, а також об'єм хліба більше залежать від удобрення та попередника. Тривале застосування добрив у польовій сівозміні зменшує негативну дію попередника. Вміст клейковини, гідратаційна її здатність, число падання та об'єм хліба зі 100 г борошна підвищуються після 30-добового зберігання. Вміст клейковини збільшується завдяки підвищенню її гідратаційної здатності.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Filipcev B., Bodroza-Solarov M., Pestoric M., Simurina O. Breading performance and textural changes during storage of composite breads made from spelt wheat and different forms of amaranth grain. *Food Sci Technol Int.* 2017. Vol. 23. P. 235–244.
- Erben M., Osella C. A. Optimization of mold wheat bread fortified with soy flour, pea flour and whey protein concentrate. *Food Sci Technol Int.* 2017. Vol. 23. P. 457–468.
- Abera G., Solomon W. K., Bultosa G. Effect of drying methods and blending ratios on dough rheological properties, physical and sensory properties of wheat-taro flour composite bread. *Food Sci Nutr.* 2017. Vol. 5. P. 653–661.
- Adams V., Ragaei S. M., Abdel-Aal E. M. Rheological properties and bread quality of frozen yeast-dough with added wheat fiber. *J Sci Food Agric.* 2017. Vol. 97. P. 191–198.
- Altinel B., Unal S. S. The effects of certain enzymes on the rheology of dough and the quality characteristics of bread prepared from wheat meal. *J Food Sci Technol.* 2017. Vol. 54. P. 1628–1637.
- Antov M. G., Dordevic T. R. Environmental-friendly technologies for the production of antioxidant xylooligosaccharides from wheat chaff. *Food Chem.* 2017. Vol. 235. P. 175–180.
- Temporally and Genetically Discrete Periods of Wheat Sensitivity to High Temperature / Barber H. M. et al. *Front Plant Sci.* 2017. Vol. 8. P. 53.
- Basiak E., Lenart A., Debeaufort F. Effects of carbohydrate/protein ratio on the microstructure and the barrier and sorption properties of wheat starch-whey protein blend edible films. *J Sci Food Agric.* 2017. Vol. 97. P. 858–868.
- Abiotic conditions leading to FUM gene expression and fumonisin accumulation by *Fusarium proliferatum* strains grown on a wheat-based substrate / Cendoya E. et al. *Int J Food Microbiol.* 2017. Vol. 253. P. 12–19.
- Chen J., Zhu S., Zhao G. Rapid determination of total protein and wet gluten in commercial wheat flour using SVR-NIR. *Food Chem.* 2017. Vol. 221. P. 1939–1946.
- Любич В. В. Продуктивність сортів і ліній пшениць залежно від абіотичних і біотичних чинників. *Вісник аграрної науки Причорномор'я.* 2017. Вип. 95. С. 146–161.
- Господаренко Г.М. Оптимізація складових технологій вирощування пшениці ярої: моногр. / за заг. ред. Г. М. Господаренка. Умань: Видавничо-поліграфічний центр «Візаві», 2018. 248 с.
- Liubych V. V., Hospodarenko H. M., Poltoretskyi S. P. Quality features of spelt wheat grain. Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2017. 108 p.
- Petrenko V., Liubich V., Bondar V. Baking quality of wheat grain as influenced by agriculture systems, weather and storing conditions. *Romanian Agricultural Research.* 2017. Vol. 34. P. 69–76.
- Вплив мінеральних добрив на врожайність та якість зерна пшениці озимої в роки з різною вологозабезпеченістю ґрунту / Голубченко В.Ф. та ін. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво.* Львів, 2015. Вип. 58. С. 51–55.
- Ящук Н. О. Відповідність показників якості зерна пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.) вимогам стандарту залежно від сортових особливостей та факторів вирощування. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин.* Київ, 2013. № 2. С. 73–77.
- Ялпачик В. Ф., Верхованцева В. А. Изменение клейковины пшеницы в процессе хранения в зернохранилище с применением охлаждения. *Вісник Дніпропетровського ДАЕУ.* 2016. № 1. С. 71–76.
- Ялпачик В. Ф., Кюрчев С. В., Верхованцева В. О. Визначення індексу деформації клейковини пшениці за допомогою програми MathCad. *Інноваційні аспекти розвитку обладнання харчової і готельної індустрії в умовах сучасності: тези Міжнар. науково-практ. конф. Харків, 2015. С. 345–346.*

19. Ялпачик В. Ф., Верхоланцева В. О. Исследование влияния условий хранения на изменения клейковины пшеницы. Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. Мелітополь, 2014. Вип. 14. С. 128–131.
20. Begić M., Oručević S. Relationship between Physical and Chemical Quality Parameters in Soft Wheat and Spelt. Works of the Faculty of Agricultural and Food Sciences. 2014. Vol. 64(2). P. 25–38.
21. Ялпачик В. Ф., Кюрчев С. В., Верхоланцева В. О. Дослідження процесу теплообміну при охолодженні шару зерна пшениці. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка. Харків, 2015. Вип. 166. С. 50–56.
22. Ялпачик В. Ф., Кравець О. В., Верхоланцева В. О. Економічна оцінка ефективності використання способу охолодження зерна. Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. Одеса, 2014. Вип. 45. С. 199–201.
23. Любич В. В., Полянецкая И. О., Возиян В. В. Использование *Triticum aestivum* L. для повышения продуктивности пшеницы: монография. Saarbrücken: Lap Lambert Academic Publishing, 2016. 252 с.
24. Гулько С. М. Изменение технологических свойств зерна пшеницы озимой в зависимости от сортовых особенностей, условий и продолжительности хранения. *Știința agricolă*. 2014. № 1. С. 10–15.
25. Гулько С. М., Завгородній В. М., Орловський М. Й. Вплив режимів та тривалості зберігання на якість зерна пшениці озимої. Вісник Житомирського НАЕУ. 2013. № 2 С. 117–121.
26. Ялпачик В. Ф., Верхоланцева В. О. Методика експериментальних досліджень у процесі охолодження пшениці: збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Вінниця, 2015. Вип. 1(89). С. 159–163.
27. Kiurchev S. V., Vercholantseva L. Linear and nonlinear relationship of wheat storage characteristics. *Canadian Scientific Journal*. 2015. Vol. 2 P. 10–15.
28. Верхоланцева В. О. Визначення ефективності застосування методу охолодження зерна. Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. Мелітополь, 2013. Вип. 11. С. 129–137.
29. Верхоланцева В. О., Ялпачик В. Ф. Аналіз способів зберігання зерна. Проблеми харчових технологій і харчування. Сучасні виклики і перспективи розвитку: Міжнар. наук.-техн. конф. Донецьк, 2013. С. 125–128.

#### REFERENCES

1. Filipcev, B., Bodroza-Solarov, M., Pestoric, M., Simurina, O. Breadmaking performance and textural changes during storage of composite breads made from spelt wheat and different forms of amaranth grain. *Food Sci Technol Int*, 2017, Vol. 23, pp. 235–244.
2. Erben, M., Osella, C. A. Optimization of mold wheat bread fortified with soy flour, pea flour and whey protein concentrate. *Food Sci Technol Int*, 2017, Vol. 23, pp. 457–468.
3. Abera, G., Solomon, W. K., Bultosa, G. Effect of drying methods and blending ratios on dough rheological properties, physical and sensory properties of wheat-taro flour composite bread. *Food Sci Nutr*, 2017, Vol. 5, pp. 653–661.
4. Adams, V., Ragaei, S. M., Abdel-Aal, E. M. Rheological properties and bread quality of frozen yeast-dough with added wheat fiber. *J Sci Food Agric*, 2017, Vol. 97, pp. 191–198.
5. Altinel, B., Unal, S. S. The effects of certain enzymes on the rheology of dough and the quality characteristics of bread prepared from wheat meal. *J Food Sci Technol*, 2017, Vol. 54, pp. 1628–1637.
6. Antov, M. G., Dordevic, T. R. Environmental-friendly technologies for the production of antioxidant xylooligosaccharides from wheat chaff. *Food Chem*, 2017, Vol. 235, pp. 175–180.
7. Barber, H. M., Lukac, M., Simmonds, J., Semenov, M. A., Gooding, M. J. Temporally and Genetically Discrete Periods of Wheat Sensitivity to High Temperature. *Front Plant Sci*, 2017, Vol. 8, pp. 53.
8. Basiak, E., Lenart, A., Debeaufort, F. Effects of carbohydrate/protein ratio on the microstructure and the barrier and sorption properties of wheat starch-whey protein blend edible films. *J Sci Food Agric*, 2017, Vol. 97, pp. 858–868.
9. Cendoya, E., Pinson-Gadais, L., Farnochi, M. C., Ramirez, M. L., Chereau, S., Marcheguy, G., Ducos, C., Barreau, C., Richard-Forget, F. Abiotic conditions leading to FUM gene expression and fumonisin accumulation by *Fusarium proliferatum* strains grown on a wheat-based substrate. *Int J Food Microbiol*, 2017, Vol. 253, pp. 12–19.
10. Chen, J., Zhu, S., Zhao, G. Rapid determination of total protein and wet gluten in commercial wheat flour using SVR-NIR. *Food Chem*, 2017, Vol. 221, pp. 1939–1946.
11. Ljubich, V. V. Produktivnist' sortiv i linij pshenici' zalezno vid abiotichnih i biotichnih chinnikov [Productivity of varieties and lines of wheat depending on abiotic and biotic factors]. *Visnik agrarnoi' nauki Prichornomor'ja* [Bulletin of the Agrarian Science of the Black Sea Region], 2017, Issue 95, pp. 146–161.
12. Gospodarenko, G. M., Kravchenko, V. S., Mashinnik, S. V., Ljubich, V. V., Kali jevs'kij, M. V. (2018). Optimizacija skladovih tehnologij viroshhuvannja pshenici jaroj' [Optimization of components of the technology of growing wheat wheat]. *Uman'*, Vidavnichno-poligrafichnij centr «Vizavi», 248 p.
13. Liubych, V. V., Hospodarenko H. M., Poltoretskyi, S. P. (2017). Quality features of spelt wheat grain. Saarbrücken, Germany, LAP LAMBERT Academic Publishing, 108 p.
14. Petrenko, V., Liubich, V., Bondar, V. Baking quality of wheat grain as influenced by agriculture systems, weather and storing conditions, *Romanian Agricultural Research*, 2017, Vol. 34, pp. 69–76.
15. Golubchenko, V. F., Lisovij, M. V., Kulidzhanov, G. J., Kapustina, G. A., Jamkova, N. A. Vpliv mineral'nih dobriv na vrozhajnist' ta jakist' zerna pshenici ozimoi' v roki z riznoju vologozabezpechenistju gruntu [Effect of mineral fertilizers on yield and quality of winter wheat grain in years with different soil moisture content]. *Peredgirne ta girs'ke zemlerobstvo i tvarinnictvo* [Foothills and mountain farming and animal husbandry], 2015, Issue 58, pp. 51–55.
16. Jashhuk, N. O. Vidpovidnist' pokaznikiv jakosti zerna pshenici ozimoi' (*Triticum aestivum* L.) vimogam standartu zalezno vid sortovih osoblivostej ta faktoriv viroshhuvannja [Compliance of quality indices of wheat of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) with standard requirements depending on varietal characteristics and growing factors]. *Sortovivchennja ta ohorona prav na sorti roslin* [Variety study and protection of rights to plant varieties], 2013, no. 2, pp. 73–77.

17. Jalpachik, V. F., Verholanceva, V. A. Izmenenie klejkoviny pshenicy v processe hranenija v zernohranilishhe s primeneniem ohlazhdenija [Change in wheat gluten during storage in a granary using cooling]. Visnik Dnipropetrovskogo DAEU [Bulletin of the Dnepropetrovsk State Economic University], 2016, no. 1, pp. 71–76.
18. Jalpachik, V. F., Kjurchev, S. V., Verholanceva, V. O. (2015). Vznachennja indeksu deformacii' klejkovini pshenici za dopomogoju programi MathCad [Determination of wheat gluten deformation index using the MathCad program]. Innovacijni aspekti rozvitku obladnannja harchovoi' i gotel'noi' industrii' v umovah suchasnosti: tezi Mizhnar. naukovoprakt. konf. [Innovative aspects of food and hotel industry development in modern conditions]. Kharkiv, pp. 345–346.
19. Jalpachik, V. F., Verholanceva, V. O. (2014). Issledovanie vlijanija uslovij hranenija na izmenenija klejkoviny pshenicy [Investigation of the effect of storage conditions on changes in wheat gluten]. Praci Tavrijs'kogo derzhavnogo agrotehnologichnogo universitetu [Proceedings of the Tavria State Agrotechnological University], Issue 14, pp. 128–131.
20. Begić, M., Oručević, S. Relationship between Physical and Chemical Quality Parameters in Soft Wheat and Spelt. Works of the Faculty of Agricultural and Food Sciences. 2014, Vol. 64, pp. 25–38.
21. Jalpachik, V. F., Kjurchev, S. V., Verholanceva, V. O. (2015). Doslidzhennja procesu teploobminu pri oholodzhenni sharu zerna pshenici [Investigation of the process of heat exchange during cooled layer of wheat grain]. Visnik Harkivs'kogo nacional'nogo tehničnogo universitetu sil's'kogo gospodarstva im. Petra Vasilenka [Bulletin of Kharkiv National Technical University of Agriculture named after. Petr Vasilenko], Issue 166, pp. 50–56.
22. Jalpachik, V. F., Kravec', O. V., Verholanceva, V. O. (2014). Ekonomichna ocinka efektnosti vikoristannja sposobu oholodzhennja zerna [Economic evaluation of the efficiency of using the method of cooling the grain]. Naukovi praci Odes'koi' nacional'noi' akademi harchovih tehnologij [Scientific works of Odessa National Academy of Food Technologies], Issue 45, pp. 199–201.
23. Ljubich, V. V., Poljaneckaja, I. O., Vozijan, V. V. (2016). Ispol'zovanie *Triticum aestivum* L. dlja povysenija produktivnosti pshenicy [Use of *Triticum aestivum* L. to increase the productivity of wheat]. Saarbrücken, Germany, Lap Lambert Academic Publishing, 252 p.
24. Gun'ko, S. M. Izmenenie tehnologičeskikh svojstv zerna pshenicy ozimoj v zavisimosti ot sortovih osobennostej, uslovij i prodolzhitel'nosti hranenija [Change in technological properties of wheat grain winter, depending on the variety characteristics, conditions and duration of storage]. Štiința agricolă, 2014, no. 1, pp. 10–15.
25. Gun'ko, S. M., Zavgorodnij, V. M., Orlovskij, M. J. Vpliv rezhimiv ta trivalosti zberigannja na jakist' zerna pshenici ozimoi' [Influence of regimes and duration of storage on the quality of wheat grain of winter]. Visnik Zhitomir's'kogo NAEU [Visnyk of Zhytomyr NAEU], 2013, no. 2, pp. 117–121.
26. Jalpachik, V. F., Verholanceva, V. O. (2015). Metodika eksperimental'nih doslidzen' u procesi oholodzhennja pshenici [Method of experimental research in the process of cooling wheat]. Zbirnik naukovih prac' Vinnic'kogo nacional'nogo agramogo universitetu [Collection of scientific works of Vinnytsia National Agrarian University], Issue 1(89), pp. 159–163.
27. Kiurchev, S., Vercholantseva, V. Linear and nonlinear relationship of wheat storage characteristics. Canadian Scientific Journal, 2015, no. 2, pp. 10–15.
28. Verholanceva, V. O. (2015). Vznachennja efektnosti zastosuvannja metodu oholodzhennja zerna [Determination of the efficiency of the application of the method of cooling the grain]. Praci Tavrijs'kogo derzhavnogo agrotehnologichnogo universitetu [Proceedings of the Tavria State Agrotechnological University], Issue 11, pp. 129–137.
29. Verholanceva, V. O., Jalpachik, V. F. (2015). Analiz sposobiv zberigannja zerna [Analysis of storage methods for grain]. Problemi harchovih tehnologij i harchuvannja. Suchasni vikliki i perspektivi rozvitku: Mizhnar. nauk.-tehn. konf. [Problems of food technology and nutrition. Modern Challenges and Development Prospects]. Donec'k, pp. 125–128.

**Хлебопекарные свойства зерна озимой пшеницы зависимо от удобрения, предшественника и продолжительности хранения**

**Г. Н. Господаренко, В. В. Любич, Н. П. Матвиенко**

Приведены результаты изучения влияния продолжительности хранения зерна озимой пшеницы на содержание белка, клейковины в зерне, клейковинных белков, гидратационную способность клейковины, число падения и объем хлеба в зависимости от удобрения и предшественника. Установлено, что хлебопекарные свойства зерна пшеницы озимой изменяются от элементов агротехнологии и продолжительности хранения. Содержание белка и клейковины, а также объем хлеба больше зависят от удобрения и предшественника. Длительное применение (с 1965 г.) удобрений в полевом севообороте уменьшает негативное воздействие предшественника. Содержание клейковины, ее гидратационная способность, число падения и объем хлеба повышаются после 30-суточного хранения. Содержание клейковины увеличивается за счет повышения ее гидратационной способности.

Результаты проведенных исследований свидетельствуют, что после гороха на участках без удобрений содержание белка составило 14,1 % и существенно увеличивалось до 14,5–15,8 % ( $HIP_{0,5}=0,1-0,2$ ) в вариантах с длительным применением удобрений или на 3–12 %. Содержание белка в зерне пшеницы озимой при выращивании после кукурузы на силос было на 2,4 % меньше по сравнению с предшественником горох. Однако эффективность применения удобрений была выше, поскольку содержание белка было больше на 3–28 % по сравнению с вариантом без удобрений. Исследования показывают, что хранение зерна не влияло на содержание белка в зерне.

После 30-суточного хранения зерна озимой пшеницы число падения повышалось до 303–325 с или на 17–24 % зависимо от варианта опыта. При хранении на протяжении года этот показатель не менялся. Таким образом, активность  $\alpha$ -амилазы в зерне пшеницы озимой после хранения снижалась.

Объем хлеба из муки зерна озимой пшеницы после хранения существенно увеличивался до 560–586 см<sup>3</sup> или на 10–11 % при выращивании после гороха и 399–585 см<sup>3</sup> или на 12–13 % после кукурузы на силос зависимо от удобрения. В течение остальных периодов хранения зерна озимой пшеницы объем хлеба не изменялся.

**Ключевые слова:** пшеница озимая, удобрения, предшественник, хлебопекарные свойства, продолжительность хранения.

**Bakery properties of winter wheat grain depending on fertilizer predecessor and storage duration****G. Hospodarenko, V. Ljubyh, N. Matvijenko**

The article presents results of studying the effect of storage duration of winter wheat grain on protein content, gluten content in the grain, content of gluten-forming proteins, hydration ability of gluten, falling number and bread volume depending on fertilizer and predecessor. It is found that gluten content, falling number and bread volume increase after 30 days of storage.

The results of our studies indicate that protein content was substantially affected by predecessor and fertilizer. Thus, after peas in non-fertilized areas, it was 14.1 % which significantly increased to 14.5-15.8 % ( $HIP_{05}=0.1-0.2$ ) in variants with prolonged application of fertilizers or more by 3-12 %. Protein content of winter wheat after silage corn was 2.4 % lower than after peas. However, effectiveness of fertilizer application was higher, since protein content was greater by 3-28 % compared to the non-fertilized variant. Studies show that grain storage did not affect protein content in the grain.

Prolonged use of fertilizers significantly increased gluten content in winter wheat grain. Cultivating after peas, this figure increased from 31.1 % in the non-fertilized variant to 34.7 % after application of  $N_{135}P_{135}K_{135}$  or more by 12 %. Gluten content in winter wheat grain after silage corn was 25.7 % or significantly less than 17 % compared to peas ( $HIP_{05}=0.3-0.4$ ). Prolonged use of fertilizers at a dose of  $N_{45}P_{45}K_{45}$  contributed to an increase of this indicator to 26.6 % or more by 4 % and in the case of a double dose it was up to 30.0 % and  $N_{135}P_{135}K_{135}$  to 33.0 % or more by 28 %.

However, gluten content varies depending on storage duration. However, this indicator increased after 30-day storage and remained unchanged for the rest of the period. Gluten content increased by 1.4-3.2 % compared to the indicator before storage depending on the variant of the experiment.

Content of gluten-forming proteins also increased after prolonged use of fertilizers in the field crop rotation. Thus, cultivating winter wheat after peas, this indicator increased from 8.7 to 9.7 % and after silage corn it was from 7.2 to 9.2 % depending on fertilization. The results of studies indicate that the content of this protein fraction did not change from the storage duration. Consequently, this indicator did not affect the increase of gluten content during storage.

Hydration ability of gluten did not change from the use of fertilizers as shown by the results of Table 4. However, this indicator increased significantly after 30-day storage (by 36-42 %) ( $HIP_{05}=5$ ) compared with the indicator before storage depending on the variant of the experiment. Hydration ability of gluten did not change from increasing storage duration throughout the year. Consequently, gluten content in winter wheat grain increased due to the growth of hydration ability.

After 30-day storage of winter wheat grain, falling number increased to 303-325s or more by 17-24 % depending on the variant of the experiment. During storage this indicator did not change. Consequently, the activity of  $\alpha$ -amylase in winter wheat grain decreased after storage.

The bread volume varied depending on predecessor, fertilizer and storage duration of winter wheat grain. Cultivating after peas, this indicator increased from 509 to 528 cm<sup>3</sup> depending on the saturation of the field crop rotation with fertilizers. The indicator was the smallest growing winter wheat after silage corn in non-fertilized areas (352 cm<sup>3</sup> or less by 31 % compared to peas). In the variant with  $N_{45}P_{45}K_{45}$  bread volume increased to 394 cm<sup>3</sup>, in the variant with  $N_{90}P_{90}K_{90}$  up to 499 cm<sup>3</sup> and with  $N_{135}P_{135}K_{135}$  to 523 cm<sup>3</sup> or more by 12-50 %.

Bread volume after storage increased substantially to 560-586 cm<sup>3</sup> or more by 10-11 % cultivating after peas and up to 399-585 cm<sup>3</sup> or more by 12-13 % after silage corn, depending on fertilization. During remaining periods of wheat grain storage, bread volume remained at this level.

**Key words:** winter wheat, fertilizing, predecessor, baking properties, storage duration.

**УДК 631.427 : 631.445.4 : 631.8 : 631.582**

**ТРУС О. М.**, канд. с.-г. наук

*Уманський національний університет садівництва*

alex\_trus@ukr.net

## **БІОЛОГІЧНА АКТИВНІСТЬ ЧОРНОЗЕМУ ОПІДЗОЛЕНОГО ПІСЛЯ ТРИВАЛОГО ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРІВ У ПОЛЬОВІЙ СІВОЗМІНІ**

Біологічна активність є одним із показників родючості ґрунту, яка виявляє закономірності у процесах перетворення органічної речовини та визначає інтенсивність біохімічної діяльності ґрунтових мікроорганізмів. Дослідження спрямовані на вивчення впливу тривалого (45 років) застосування різних доз добрив та систем удобрення у польовій сівозміні на інтенсивність виділення вуглекислого газу, целюлозолітичну активність та нітрифікаційну здатність ґрунту. Дослідження проводили у тривалому стаціонарному досліді, основою якого є 10-пільна сівозміна. Добрива вносили за мінеральної ( $N_{45}P_{45}K_{45}$ ;  $N_{90}P_{90}K_{90}$ ;  $N_{135}P_{135}K_{135}$ ), органічної (Гній 9 т; 13,5 т; 18 т) та органо-мінеральної (Гній 4,5 т +  $N_{22}P_{34}K_{18}$ ; Гній 9 т +  $N_{45}P_{68}K_{36}$ ; Гній 13,5 т +  $N_{68}P_{101}K_{54}$ ) систем удобрення. Ґрунт дослідного поля – чорнозем опідзолений важкосуглинковий.

За результатами проведених досліджень встановлено, що за тривалого застосування органо-мінеральної системи удобрення в польовій сівозміні забезпечувалася найбільша інтенсивність виділення вуглекислого газу ( $CO_2$ ) – 222–279 мг/м<sup>2</sup> за годину залежно від удобрення, що більше порівняно з неудобреними ділянками у 1,3–1,7 рази. З усіх варіантів досліді, при застосуванні різного удобрення в польовій сівозміні, найбільша інтенсивність розкладу ляно-

го полотна за 30 днів спостерігалася за мінеральної системи удобрення – 51–66 % залежно від доз добрив. Нітрифікаційну здатність чорнозему опідзоленого вдається підтримати на рівні перелогу і лісосмуги лише після тривалого застосування органо-мінеральної системи удобрення в польовій сівозміні. Тоді як застосування високих доз добрив за мінеральної і органічної систем удобрення підтримують інтенсивність процесу нітрифікації на нижчому рівні.

**Ключові слова:** біологічна активність ґрунту, мінеральні добрива, гній, польова сівозміна, чорнозем опідзолений, родючість ґрунту.

**Постановка проблеми.** Біологічна активність є одним із показників родючості ґрунту, яка визначається інтенсивністю біохімічної діяльності ґрунтових мікроорганізмів. З нею пов'язані процеси синтезу та розкладу гумусу, мінералізація внесених у ґрунт органічних добрив та післяживних решток [1–3].

Надмірна активність ґрунтових мікроорганізмів може спричинити швидку мінералізацію гумусу та зростання непродуктивних втрат газоподібного азоту в процесах денітрифікації та нітрифікації, накопичення нітратів у ґрунті та подальше їх вимивання з ґрунтовими водами. При цьому також знижується коефіцієнт використання польовими культурами азоту з добрив, уміст якого в ґрунті не є досить високим [4, 5].

ґрунтові мікроорганізми мають потужний ферментний апарат, який дає можливість мікрофлорі виконувати в ґрунті різноманітні функції. Рослини в достатній кількості забезпечуються поживними речовинами за рахунок внесення як мінеральних, так і органічних добрив. Однак вони можуть не тільки посилювати, але й пригнічувати мікробіологічні процеси [6].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Господарське використання ґрунту порушує природні процеси в агроценозах, що призводить до зниження рівня родючості і зміни в ґрунті мікробіологічних процесів. Встановлення закономірностей функціонування мікробного ценозу є основним критерієм оцінки доцільності застосування агротехнологій. Мікроорганізми ґрунту найбільш чутливі серед представників біоти до удобрення, обробітку ґрунту тощо [7]. Зміни в ґрунті мікробіологічних умов живлення рослин знаходяться у тісному зв'язку з їх продуктивністю і від того, як відбувається перегрупування окремих екологічних популяцій мікроорганізмів, залежить рівень родючості ґрунту та урожайність культур [8].

Рівень біологічної активності є одним з інтегральних показників екологічного стану ґрунту. Він відображає напруженість і направленість біохімічних процесів, а також проявляє перспективу застосування відповідних агрозаходів [9]. Тому будь-які агротехнічні заходи, що спрямовані на підвищення врожаю рослин і відтворення родючості ґрунту, повинні мати ґрунтово-мікробіологічне обґрунтування [10].

Інтенсивність біологічної активності ґрунту за показником виділення вуглекислого газу залежить від типу ґрунту, вологості, температури, а також наявності органічної речовини, співвідношення вуглецю до азоту та інших [11–13]. Кількісна оцінка швидкості виділення вуглекислого газу з поверхні ґрунту, який утворюється внаслідок життєдіяльності мікроорганізмів, дозволяє об'єктивно оцінювати інтенсивність процесу мінералізації органічних речовин. Також важливим показником біологічної активності ґрунту є інтенсивність розкладу органічних речовин, які потрапляють у ґрунт разом з органічними добривами, рослинними й тваринними рештками та іншими речовинами [14].

Тривале застосування мінеральних добрив у польовій сівозміні сповільнює мікробіологічні та целюлозолітичні процеси мінералізації органічних решток та розвиток ґрунтової біоти порівняно з використанням ґрунту без внесення добрив [15, 16]. Дослідженнями П. В. Лиховида і С. О. Лавренка [17] встановлено, що застосування мінеральних добрив знизило виділення вуглекислого газу в атмосферу до 178,3 мг/м<sup>2</sup> за годину. Максимальна інтенсивність розкладу лляного полотна, яке використовується для характеристики активності мікрофлори, що розкладає целюлозу, становила 58,3 %. Застосування мінеральних добрив у дозі N<sub>120</sub>P<sub>120</sub> зменшувало целюлозолітичну активність біоти ґрунту в 1,7 рази порівняно з неудобреним варіантом. Проте, результати досліджень А. Бхаттачарїї із співавт. [18] показали, що застосування мінеральних добрив в рекомендованих дозах покращує процеси дихання ґрунту. Подібні тенденції спостерігаються в дослідженнях й інших учених [19–21].

Зазвичай, органічні добрива і рослинні залишки є джерелами живлення для мікроорганізмів у ґрунті та енергією для біохімічних процесів, які проходять у ньому. Встановлено [22, 23], що за органічної системи удобрення, яка включає внесення гною, соломи зернових культур та сидератів, мікробіологічні процеси в ґрунті (виділення вуглекислого газу, розкладу лляного поло-

тна) проходять значно інтенсивніше, ніж за органо-мінеральної системи удобрення. Подібний вплив органічних добрив на біологічну активність ґрунту було отримано ученими з Китаю [24].

Дослідження І. М. Малиновської із співав. [25] показують, що застосування органічних добрив (гній ВРХ) приводить до зростання сумарної біологічної активності сірого лісового ґрунту на 8,24 %. Застосування органічних субстратів активізує перебіг у ґрунті мікробіологічних і біохімічних процесів, підвищуючи такий показник біологічної активності як інтенсивність виділення вуглекислого газу в 1,7–2,5 рази [26]. Результати досліджень інших учених [27–29] підтверджують корисний вплив застосування органічних добрив на хімічні властивості ґрунтів та їх біологічну активність.

Застосування органо-мінеральної системи удобрення на дерново-підзолистому ґрунті істотно змінило його біологічний стан. Загальна кількість мікроорганізмів зросла в 5,5 рази відповідно до неудобреного ґрунту. Нітрифікаційна здатність ґрунту, виділення вуглекислого газу та інтенсивність розкладу лляного полотна досягли максимальних значень [30, 31].

Результати проведених досліджень [32] у тривалому стаціонарному досліді свідчать про те, що на інтенсивність біологічних процесів у ясно-сірому лісовому ґрунті вирішальний вплив мають зниження реакції ґрунтового розчину шляхом хімічної меліорації та внесення добрив. За систематичного поєднаного внесення гною і мінеральних добрив на тлі вапнування найбільше зростає загальна біологічна активність ґрунту.

**Мета статті** – встановити вплив тривалого (45 років) застосування різних доз добрив і систем удобрення на біологічну активність чорнозему опідзоленого важкосуглинкового Правобережного Лісостепу України.

**Матеріал і методика дослідження.** Дослідження з вивчення впливу тривалого застосування різних доз і систем удобрення в польовій сівозміні на біологічну активність чорнозему опідзоленого проводились у тривалому (з 1964 року) стаціонарному досліді кафедри агрохімії і ґрунтознавства Уманського національного університету садівництва, основою якого є 10-пільна сівозміна з типовим для регіону набором сільськогосподарських культур. Добрива в досліді вносяться за мінеральної ( $N_{45}P_{45}K_{45}$ ;  $N_{90}P_{90}K_{90}$ ;  $N_{135}P_{135}K_{135}$ ), органічної (Гній 9 т; 13,5 т; 18 т) та органо-мінеральної (Гній 4,5 т +  $N_{22}P_{34}K_{18}$ ; Гній 9 т +  $N_{45}P_{68}K_{36}$ ; Гній 13,5 т +  $N_{68}P_{101}K_{54}$ ) систем удобрення. Дози добрив вказано з розрахунку на 1 га площі сівозміни. Для характеристики варіантів досліді використовували метод порівняння з ключами-аналогами – переліг і ґрунт під лісосмугою, закладених разом з дослідом.

У зразках ґрунту визначали інтенсивність виділення вуглекислого газу з поверхні ґрунту за методом Штанова [33], інтенсивність розкладання целюлози за апікаційним методом Мишустіна [34] та нітрифікаційну здатність ґрунту за методом Ваксмана [35].

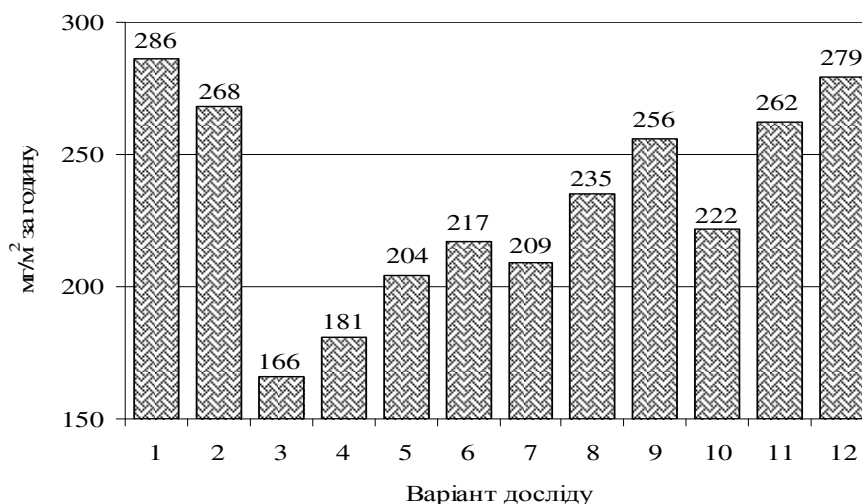
**Основні результати дослідження.** Одним із важливих показників біологічної активності ґрунту є виділення вуглекислого газу, що відображає особливості газового режиму ґрунту, а також характеризує інтенсивність трансформації органічних речовин.

З одержаних даних (рис. 1) видно, що тривале застосування мінеральних добрив у польовій сівозміні забезпечувало інтенсивність виділення вуглекислого газу з поверхні ґрунту на рівні 181–217 мг/м<sup>2</sup> за годину. Застосування подвійної дози мінеральних добрив ( $N_{90}P_{90}K_{90}$ ) посилювало біологічну активність ґрунту порівняно з неудобреними ділянками на 23 %. Щодо відповідних доз органічної (внесення на 1 га площі сівозміни 18 т гною) та органо-мінеральної (на тлі внесення 9 т/га гною +  $N_{45}P_{68}K_{36}$ ) систем удобрення в польовій сівозміні, то за внесення  $N_{90}P_{90}K_{90}$  інтенсивність виділення CO<sub>2</sub> з поверхні ґрунту була меншою відповідно на 20 і 22 %.

Стосовно впливу органічних добрив у польовій сівозміні на біологічну активність ґрунту, то слід зазначити, що виділення вуглекислого газу проходило більш інтенсивно та змінювалося в межах 209–256 мг/м<sup>2</sup> за годину, що більше порівняно з неудобреними ділянками у 1,3–1,5 рази залежно від доз на тлі внесення добрив. Найбільша інтенсивність виділення CO<sub>2</sub> з поверхні ґрунту спостерігалася у варіанті з внесенням на 1 га сівозмінної площі 18 т гною, що більше на 25 %, ніж у варіанті  $N_{90}P_{90}K_{90}$  та менше на 2 % порівняно з варіантом на тлі внесення 9 т/га гною +  $N_{45}P_{68}K_{36}$ .

Поєднане застосування органічних і мінеральних добрив у польовій сівозміні забезпечувало найбільшу інтенсивність виділення вуглекислого газу – 222–279 мг/м<sup>2</sup> за годину залежно від удобрення і була близькою до виділення CO<sub>2</sub> з ґрунту під перелогом. Це можна пояснити

збільшенням надходження в ґрунт енергетичного матеріалу, внаслідок чого зростає чисельність мікроорганізмів. На тлі внесення на 1 га сівозмінної площі 9 т гною +  $N_{45}P_{68}K_{36}$  інтенсивність виділення  $CO_2$  з ґрунту збільшується на 28 %, порівняно з варіантом  $N_{90}P_{90}K_{90}$  та на 2 % – з варіантом на тлі внесення 18 т/га гною.



$HP_{05}=17,7$

1 – переліг; 2 – лісосмуга; 3 – без добрив (контроль); 4 –  $N_{45}P_{45}K_{45}$ ;  
5 –  $N_{90}P_{90}K_{90}$ ; 6 –  $N_{135}P_{135}K_{135}$ ; 7 – гній 9 т; 8 – гній 13,5 т; 9 – гній 18 т;  
10 – гній 4,5 т +  $N_{23}P_{34}K_{18}$ ; 11 – гній 9 т +  $N_{45}P_{68}K_{36}$ ; 12 – гній 13,5 т +  $N_{68}P_{101}K_{54}$

Рис. 1. Інтенсивність виділення  $CO_2$  з ґрунту після тривалого (45 років) застосування добрив у польовій сівозміні, мг/м<sup>2</sup> за годину.

Стосовно впливу органічних добрив у польовій сівозміні на біологічну активність ґрунту, то слід зазначити, що виділення вуглекислого газу проходило більш інтенсивно та змінювалося в межах 209–256 мг/м<sup>2</sup> за годину, що більше порівняно з неудобреними ділянками у 1,3–1,5 рази залежно від доз на тлі внесення добрив. Найбільша інтенсивність виділення  $CO_2$  з поверхні ґрунту спостерігалася у варіанті з внесенням на 1 га сівозмінної площі 18 т гною, що більше на 25 %, ніж у варіанті  $N_{90}P_{90}K_{90}$  та менше на 2 % порівняно з варіантом на тлі внесення 9 т/га гною +  $N_{45}P_{68}K_{36}$ .

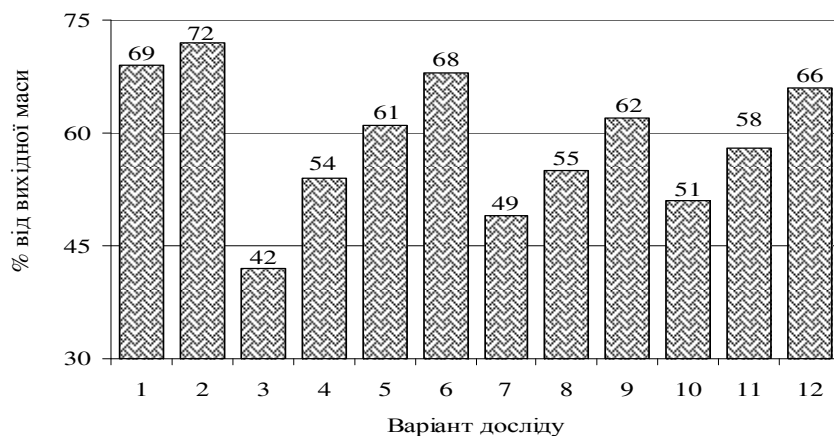
Поєднане застосування органічних і мінеральних добрив у польовій сівозміні забезпечувало найбільшу інтенсивність виділення вуглекислого газу – 222–279 мг/м<sup>2</sup> за годину залежно від удобрення і була близькою до виділення  $CO_2$  з ґрунту під перелогом. Це можна пояснити збільшенням надходження в ґрунт енергетичного матеріалу, внаслідок чого зростає чисельність мікроорганізмів. На тлі внесення на 1 га сівозмінної площі 9 т гною +  $N_{45}P_{68}K_{36}$  інтенсивність виділення  $CO_2$  з ґрунту збільшується на 28 %, порівняно з варіантом  $N_{90}P_{90}K_{90}$  та на 2 % – з варіантом на тлі внесення 18 т/га гною.

Найбільше виділення вуглекислого газу з поверхні ґрунту було під перелогом – 286 мг/м<sup>2</sup> за годину. Дещо менша інтенсивність виділення  $CO_2$  була в ґрунті під лісосмугою і становила 268 мг/м<sup>2</sup> за годину. Це свідчить про високу інтенсивність процесу мінералізації в чорноземі опідзоленому. Найменше виділилося вуглекислого газу з поверхні ґрунту неудообрених ділянок – 166 мг/м<sup>2</sup> за годину, що менше порівняно з перелогом і лісосмугою відповідно на 42 і 38 %.

Важливим показником біологічної активності ґрунту також є його целюлозолітична активність. Вона може характеризувати включення важкодоступних форм вуглецю в біологічних колообіг, трансформацію органічних речовин і визначити рівень ґрунтової родючості та продуктивності ґрунтової біоти.

Дослідженнями встановлено (рис. 2), що інтенсивність розкладу целюлози значно залежала від удобрення ґрунту в польовій сівозміні. Так, після тривалого застосування різних доз добрив і систем удобрення в польовій сівозміні, з усіх варіантів досліді найбільша інтенсивність розкладу лляного полотна за 30 днів спостерігалася за мінеральної і орґано-мінеральної систем удо-

брення. За тривалого застосування мінеральної системи удобрення в польовій сівозміні целюлозолітична активність ґрунту становила 54–68 %, що більше, ніж у варіанті без добрив відповідно на 29–62 %.



НІР<sub>05</sub>=4,4  
 1 – переліг; 2 – лісосмуга; 3 – без добрив (контроль); 4 – N<sub>45</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub>;  
 5 – N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>; 6 – N<sub>135</sub>P<sub>135</sub>K<sub>135</sub>; 7 – гній 9 т; 8 – гній 13,5 т; 9 – гній 18 т;  
 10 – гній 4,5 т + N<sub>23</sub>P<sub>34</sub>K<sub>18</sub>; 11 – гній 9 т + N<sub>45</sub>P<sub>68</sub>K<sub>36</sub>; 12 – гній 13,5 т + N<sub>68</sub>P<sub>101</sub>K<sub>54</sub>

Рис. 2. Целюлозолітична активність ґрунту після тривалого (45 років) застосування добрив у польовій сівозміні, % від вихідної маси.

Поєднане застосування органічних і мінеральних добрив у польовій сівозміні забезпечувало інтенсивність розкладу лляного полотна в межах 51–66 % залежно від вмісту гумусу в ґрунті, що більше порівняно з органічною системою удобрення відповідно на 4–35 %. Це можна пояснити тим, що мікроорганізми, які розкладають целюлозу, швидше розмножуються за наявності великої кількості азоту, що надходить в ґрунт з органічними і мінеральними добривами. Дещо нижча целюлозолітична активність ґрунту спостерігалася за органічної системи удобрення – 49–62 %, що пояснюється меншим надходженням азоту за рахунок лише органічних добрив.

За низького вмісту гумусу в ґрунті інтенсивність розкладу лляного полотна різко сповільнюється. Як наслідок, низьке значення целюлозолітичної активності в ґрунті варіанта без удобрення – 42 %, що менше порівняно з варіантом на тлі внесення на 1 га площі сівозміни 13,5 т гною + N<sub>68</sub>P<sub>101</sub>K<sub>54</sub> відповідно на 36 %.

Одним із вагомих показників біологічної активності та ступеня забезпеченості ґрунту рухомими сполуками азоту є також його нітрифікаційна здатність (табл. 1).

Таблиця 1 – Нітрифікаційна здатність ґрунту після тривалого (45 років) застосування добрив у польовій сівозміні, мг N=NO<sub>3</sub>/кг

Варіант досліді	Вид компостування			
	без домішок	горохове борошно	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + CaCO <sub>3</sub>
Переліг	29,7	49,0	85,7	148,2
Лісосмуга	37,4	54,6	114,5	198,4
Без добрив (контроль)	17,7	33,1	63,9	89,3
N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	18,7	36,9	72,4	114,5
N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	21,4	45,8	81,4	140,2
N <sub>135</sub> P <sub>135</sub> K <sub>135</sub>	26,5	48,6	85,7	148,2
Гній 9 т	19,6	41,0	79,8	125,2
Гній 13,5 т	26,4	47,8	89,3	157,1
Гній 18 т	29,7	54,1	99,9	176,0
Гній 4,5 т + N <sub>23</sub> P <sub>34</sub> K <sub>18</sub>	28,5	45,5	81,5	149,5
Гній 9 т + N <sub>45</sub> P <sub>68</sub> K <sub>36</sub>	31,2	51,6	102,3	175,2
Гній 13,5 т + N <sub>68</sub> P <sub>101</sub> K <sub>54</sub>	36,9	61,3	115,7	196,3
НІР <sub>05</sub>	2,0	4,0	7,1	9,3

Як видно з даних таблиці 1, накопичення нітратів у ґрунті під час компостування без домішок залежить від доз добрив і систем удобрення. Так, за компостування ґрунту з неудообрених ділянок за 14 днів утворювалося 17,7 мг N–NO<sub>3</sub>/кг ґрунту. Найбільше накопичення нітратного азоту спостерігалось за високих доз добрив: за мінеральної системи удобрення – у 1,5 рази більше, за органічної – у 1,7 рази та за органо-мінеральної системи удобрення – у 2,1 рази порівняно з контрольним варіантом.

Більше нагромадження нітратів відбувалося при компостуванні ґрунту з додаванням сульфату амонію. У ґрунті варіанта без удобрення вміст нітратного азоту зростав у 3,6 рази, і його величина становила 63,9 мг N–NO<sub>3</sub>/кг. За компостування ґрунту з додаванням (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, накопичення нітратів відбулося прямо пропорційно до рівня удобрення. Якщо у варіантах із внесенням на 1 га площі сівозміни N<sub>45</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub>, 9 т гною і на тлі внесення 4,5 т гною + N<sub>23</sub>P<sub>34</sub>K<sub>18</sub> нагромаджувалося відповідно 72,4 мг N–NO<sub>3</sub>/кг, 79,8 і 81,5 мг N–NO<sub>3</sub>/кг ґрунту, то за високих доз внесення добрив його кількість зросла до 85,7 мг N–NO<sub>3</sub>/кг, 99,9 і 115,7 мг N–NO<sub>3</sub>/кг відповідно до варіанта досліджу.

Найкращим для розкриття потенційних можливостей процесу нітрифікації є компостування ґрунту з додаванням сульфату амонію у поєднанні з вапном. Отримані дані свідчать про те, що внесення в ґрунт кальцію позитивно впливає на активність мікробіологічних процесів. Вапно при цьому нейтралізує дію фізіологічно кислого добрива, а також нітратів, що утворилися в процесі компостування, і цим самим посилює активність нітрифікаторів. У ґрунті неудообрених ділянок за компостування із (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + CaCO<sub>3</sub> вміст нітратів збільшився з 17,7 мг N–NO<sub>3</sub>/кг до 89,3 мг N–NO<sub>3</sub>/кг, у варіантах із застосуванням добрив їх нагромадження також зростало відповідно до рівня удобрення. Так, у варіантах із внесенням на 1 га площі сівозміни N<sub>135</sub>P<sub>135</sub>K<sub>135</sub>, 18 т гною і на тлі внесення 13,5 т гною + N<sub>68</sub>P<sub>101</sub>K<sub>54</sub> їх утворювалося відповідно 148,2 мг N–NO<sub>3</sub>/кг, 176,0 і 196,3 мг N–NO<sub>3</sub>/кг ґрунту. Це свідчить про низьку потенційну здатність ґрунту до амоніфікації.

**Висновки.** 1. За тривалого поєданого застосування органічних і мінеральних добрив у польовій сівозміні порівняно з мінеральними підвищується біологічна активність ґрунту: виділення вуглекислого газу збільшується на 41–62 мг/м<sup>2</sup> за годину залежно від удобрення, а також більше порівняно з неудообреними ділянками у 1,3–1,7 рази.

2. З усіх варіантів досліджу, при застосуванні різного удобрення в польовій сівозміні, найбільша інтенсивність розкладу лляного полотна за 30 днів спостерігається за мінеральної системи удобрення – 51–66 % залежно від доз добрив.

3. Нітрифікаційну здатність чорнозему опідзоленого після тривалого застосування добрив у польовій сівозміні вдається підтримати на рівні перелогу і лісосмуги лише за органо-мінеральної системи удобрення, тоді як застосування високих доз добрив за мінеральної і органічної систем удобрення підтримує інтенсивність процесу нітрифікації на нижчому рівні.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Фурдичко О. І. Агроекологія : монографія. К. : Аграрна наука, 2014. 400 с.
2. Павліченко А. А., Бондаренко О. М., Вахній С. П. Зміна біологічної активності ґрунту під вико-вівсяною сумішшю за різних систем обробітку ґрунту та рівнів удобрення. Агробіологія. 2015. № 1. С. 31–34.
3. Мікробіологічні аспекти продукційного процесу сільськогосподарських культур за органічної системи землеробства : науково-практичні рекомендації / В. В. Волкогон та ін. Чернівці, 2015. 39 с.
4. Циліорук О. І., Кулік А. Ф., Гончар Н. В. Біологічна активність ґрунту за різних способів його обробітку та удобрення в посівах соняшнику. Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. 2017. № 2 (44). С. 42–48.
5. Обґрунтування екологічної доцільності систем удобрення сільськогосподарських культур за показниками біологічної трансформації азоту в ґрунті / В. В. Волкогон та ін. Київ, 2015. 39 с.
6. Zinchenko M. K., Bibik T. S., Stoyanova L. G. Influence of systems of fertilizers on structure and change of separate physiological groups of microorganisms in grey forest pocheve Vladimirsky opolya. Fundamental research. 2014. № 12. P. 552–557.
7. Russell E. J. Soil conditions and plant growth. Forgotten Books. London, 2013. 406 p.
8. Natywa M., Selwet M., Maciejewski T. Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na liczebność i aktywność drobnoustrojów glebowych. Fragmenta Agronomica. 2014. № 31. P. 56–63.
9. Дубицька А. О., Качмар О. Й., Дубицький О. Л., Щербань М. М. Вплив систем удобрення на біологічну активність сірого лісового ґрунту під озимому пшеницею в ланках сівозмін. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2014. Вип. 56 (1). С. 38–42.
10. Павліченко А. А., Бондаренко О. М., Вахній С. П. Вплив систем обробітку та рівнів удобрення на його біологічну активність під озимому пшеницею. Агробіологія. 2014. № 2. С. 131–134.

11. Л. Н. Пуртова Л. Н., Костенков Н. М., Семаль В. А., Комачкова И. В. Эмиссия углекислого газа из почв природных и антропогенных ландшафтов юга Приморья. *Фундаментальные исследования*. 2013. Вып. 3, № 1. С. 585–589.
12. Патика М. В., Москалевська Ю. П. Мікробіологічні процеси трансформації вуглецю в ризосфері буряка цукрового чорнозему типового. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2014. № 2. С. 34–39.
13. Волкогон В. В., Журба М. А. Активність азотфіксації, емісія N<sub>2</sub>O та CO<sub>2</sub> в агроценозах гороху за дії добрив і передпосівної бактеризації. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2013. Вип. 18. С. 16–29.
14. Zhurba M. A., Volkogon K. I. Biological denitrification in the soils of agrocenoses upon combination of microbial preparations with nitrogen fertilizers. *Microbiological aspects of optimizing the production process of cultured crops* (Chernihiv, June 16–18, 2015). Chernihiv, 2015. P. 23–24.
15. Коваленко А. М., Куц Г. М. Зрошення і сівозміни як фактор впливу на мікрофлору ґрунту. Еволюція ґрунтів України під впливом антропогенної діяльності : матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. (м. Херсон, 19–20 лютого 2015 р.). Херсон, 2015. Вип. 9. С. 29–34.
16. Rybacki M., Polkowska M., Piotrowska-Długosz A. Przydatność testów enzymatycznych do oceny wpływu nawożenia naturalno-mineralnego na aktywność biologiczną gleby. *Ekologia i Technika*. 2014. № 22. P. 248–255.
17. Lykhovyd P. V., Lavrenko S. O. Influence of tillage and mineral fertilizers on soil biological activity under sweet corn crops. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2017. № 7 (4). P. 18–24.
18. Bhattacharya A., Sahu S. K., Hundet A., Sarkar P. Effect of urea, superphosphate, potash and npk on soil respiration (carbon dioxide evolution from soil). *Indian Streams Research Journal Available*. 2013. № 3 (10). P. 1–10.
19. Geisseler D., Scow K. M. Long-term effects of mineral fertilizers on soil microorganisms – A review. *Soil Biology and Biochemistry*. 2014. Vol. 75. P. 54–63.
20. Naher U. A., Radziah O., Panhwar Q. A. Culturable total and beneficial microbial occurrences in long-term nutrient deficit wetland rice soil. *Australian Journal of Crop Science*. 2013. № 7 (12). P. 1848–1853.
21. Павліченко А. А., Вахній С. П. Вплив систем обробітку та рівнів удобрення на біологічну активність ґрунту під ячменем. *Агробіологія*. 2013. № 11 (104). С. 136–138.
22. Ковальов В. Б., Трембіцька О. І., Радько Т. В. Біологічна активність ґрунту за органічної системи вирощування культур у короткоротаційній сівозміні. *Агропромислове виробництво Полісся*. 2015. Вип. 8. С. 15–20.
23. Русакова И. В. Биологические свойства дерново-подзолистой супесчаной почвы при длительном использовании соломы на удобрение. *Почвоведение*. 2013. № 12. С. 1485–1493.
24. Effects of biological organic fertilizer on microbial community's metabolic activity in a soil planted with chestnut (*Castanea mollissima*) / Chen Li et al. *Ying Yong Sheng Tai Xue Bao*. 2013. № 24 (6). P. 1627–32.
25. Малиновська І. М., Дегодюк С. Е., Ястремська Л. С. Вплив органічного і мінерального удобрення на чисельність та фізіолого-біохімічну активність мікроорганізмів сірого лісового ґрунту. *Проблеми екологічної біотехнології : електрон. версія журн*. 2017. № 2. URL: <http://ecobio.nau.edu.ua/index.php/ecobiotech/article/view/12194/16294>.
26. Дем'янюк О. С., Шерстобоева О. В., Демидов О. А. Біологічна активність чорнозему типового залежно від виду органічного субстрату органо-мінеральної системи удобрення. *Вісник Житомирського національного агро-екологічного університету*. 2016. № 2 (1). С. 17–25.
27. Piaszczyk W., Błońska E., Lasota Ja. Study on the effect of organic fertilizers on soil organic matter and enzyme activities of soil in forest nursery. *Soil science annual*. 2017. Vol. 68, № 3. P. 125–131.
28. Błońska E., Januszek K., Małek S., Wanic T. Effects of serpentinite fertilizer on the chemical properties and enzyme activity of young spruce soils. *International Agophysics*. 2016. № 30 (4). P. 401–414.
29. Dębska B., Długosz J., Piotrowska-Długosz A., Banach-Szot M. The impact of a bio-fertilizer on the soil organic matter status and carbon sequestration-results from a field-scale study. *Journal of Soils and Sediments*. 2016. № 16. P. 2335–2343.
30. Biological activity of soil depending on fertilizer systems / A. Kosolapova et al. *Bulg. J. Agric. Sci*. 2016. № 22 (6). P. 921–926.
31. Lazcano C., Gómez-Brandón M., Revilla P., Domínguez J. Short-term effects of organic and inorganic fertilizers on soil microbial community structure and function. *Biol. Fertil. Soils*. 2013. № 49 (6). P. 723–733.
32. Снігінський В. В., Габриель А. Й., Германович О. М., Оліфір Ю. М. Біологічна активність ясно-сірого лісового поверхнево-оглеєного ґрунту залежно від антропогенного впливу. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2014. Вип. 19. С. 47–52.
33. Штатнов В. И. К методике определения биологической активности почвы. *Доклады ВАСХНИЛ*. 1952. Вып. 6. С. 27–33.
34. Мишустин Е. Н., Петрова А. И. Определение биологической активности почвы. *Микробиология*. 1963. Т. 22, Вып. 3. С. 473–483.
35. Лісвал А. П., Давиденко У. М., Мойсеєнко Б. М. Агрохімія : лабораторний практикум. К. : Вища школа, 1994. 335 с.

#### References

1. Furdychko, O.I. (2014). *Ahroekolohiya [Agroecology]*. Kyiv, Agrarian science, 400 p.
2. Pavlichenko, A.A., Bondarenko, O.M., Vakhniy, S.P. (2015). Zmina biolohichnoyi aktyvnosti gruntu pid vykovo-vivsyanyou sumishkoyu za riznykh system obrobitku gruntu ta rivniv udobrennya [Changing biological activity of the soil using the vetch and oat mixture after different soil tillage systems and fertilization levels]. *Ahrobiolohiya [Agrobiology]*, no. 1, pp. 31–34.
3. Volkohon, V.V., Tokmakova, L.M., Volkohon, K.I., Dehodyuk, S.E., Kovpak, P.V., Trepach, A.O., Larchenko, I.V., Tymoshenko, O.P., Lepkha, O.P., Zhurba, M.A., Lytvynova, N.V. (2015). *Mikrobiolohichni aspekty produktsiynoho protsesu sil'skohospodars'kykh kul'tur za orhanichnoyi systemy zemlerobstva: naukovy-praktychni rekomendatsiyi [Microbiological aspects of the production process of agricultural crops in the organic system: scientific and practical recommendations]*. Chernihiv, 39 p.
4. Tsyluyuryk, O.I., Kulik, A.F., Honchar, N.V. (2017). *Biolohichna aktyvnist' gruntu za riznykh sposobiv yoho obrobitku ta udobrennya v posivakh sonyashnyku [Biological activity of soil after different methods of its cultivation and fertilization in sunflower crops]*. *Visnyk Dnipropetrovs'koho derzhavnoho ahrarno-ekonomichnoho universytetu: naukovy-*

teoretychnyy, naukovo-praktychnyy zhurnal [Bulletin of Dnipropetrovsk State Agrarian and Economic University: Scientific-Theoretical, Scientific-Practical Journal], no. 2 (44), pp. 42–48.

5. Volkohon, V.V., Zaryshnyak, A.S., Pylypenko, L.A., Dimova, S.B., Volkohon, K.I., Zhurba, M.A., Shtan'ko, N.P., Lutsenko, N.V. (2015). Obgruntuvannya ekolohichnoyi dotsil'nosti system udobrennya sil'skohospodars'kykh kul'tur za pokaznykamy biolohichnoyi transformatsiyi azotu v grunti [Substantiation of ecological expediency of fertilizer systems of agricultural crops by indicators of biological transformation of nitrogen in the soil]. Kyiv, 39 p.

6. Zinchenko, M.K., Bibik, T.S., Stoyanova, L.G. Influence of systems of fertilizers on structure and change of separate physiological groups of microorganisms in grey forest pochove Vladimirsky opolya. *Fundamental research*. 2014, no. 12, pp. 552–557.

7. Russell, E.J. Soil conditions and plant growth. *Forgotten Books*. London, 2013, 406 p.

8. Natywa, M., Selwet, M., Maciejewski, T. Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na liczebność i aktywność drobnoustrojów glebowych. *Fragmenta Agronomica*. 2014, no. 31, pp. 56–63.

9. Dubyts'ka, A.O., Kachmar, O.Y., Dubyts'kyi, O.L., Shcherba, M.M. (2014). Vplyv system udobrennya na biolohichnu aktyvnist' siroho lisovoho gruntu pid ozymoyu pshenytseyu v lankakh sivozmin [Influence of fertilizer systems on the biological activity of gray forest soil under winter wheat in crop rotations]. *Peredhirne ta hirs'ke zemlerobstvo i tvarynystvo [Foothill and mountain farming and livestock production]*, Issue 56 (1), pp. 38–42.

10. Pavlichenko, A.A., Bondarenko, O.M., Vakhniy, S.P. (2014). Vplyv system obrobitku ta rivniv udobrennya na yoho biolohichnu aktyvnist' pid ozymoyu pshenytseyu [Influence of cultivating systems and fertilization levels on the soil biological activity for winter wheat]. *Ahrobiolohiya [Agrobiology]*, no. 2, pp. 131–134.

11. Purtova, L.N., Kostenkov, N.M., Semal', V.A., Komachkova, I.V. (2013). Emissiya uglekislogo gaza iz pochv prirodnykh i antropogennykh landshaftov yuga Primor'ya [Carbon dioxide emission from soils of natural and anthropogenic landscapes of the Seaside south]. *Fundamental'nyye issledovaniya [Fundamental research]*, Issue 3, no. 1, pp. 585–589.

12. Patyka, M.V., Moskalevs'ka, Yu.P. (2014). Mikrobiolohichni protsesy transformatsiyi vuhletsyu v ryzosferi buryaka tsukrovoho chornozemu typovoho [Microbiological processes of carbon transformation in rhizosphere of sugar beets in the typical chernozem]. *Visnyk Poltav's'koyi derzhavnoyi ahrarnoyi akademiyi [Bulletin of Poltava State Agrarian Academy]*, no. 2, pp. 34–39.

13. Volkohon, V.V., Zhurba, M.A. (2013). Aktyvnist' azotfiktsatsiyi, emisiya N<sub>2</sub>O ta CO<sub>2</sub> v ahrotsenozakh horokhu za diyi dobryv i przedposivnoyi bakteryzatsiyi [Nitrogen fixation activity, emissions of N<sub>2</sub>O and CO<sub>2</sub> in peas agrocenoses under the influence of fertilizers and pre-sowing bacteritization]. *Sil'skohospodars'ka mikrobiolohiya [Agricultural microbiology]*, Issue 18, pp. 16–29.

14. Zhurba, M.A., Volkogon, K.I. (2015). Biological denitrification in the soils of agrocenoses upon combination of microbial preparations with nitrogen fertilizers. *Microbiological aspects of optimizing the production process of cultured crops*. Chernihiv, 2015, pp. 23–24.

15. Kovalenko, A.M., Kuts, H.M. (2015). Zroshennya i sivozminy yak faktor vplyvu na mikrofloru gruntu [Irrigation and crop rotations as a factor of influence on the soil microflora]. *Materialy Vseukrayins'koyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi «Evolutsiya gruntiv Ukrainy pid vplyvom antropohennoyi diyal'nosti» [Materials of the All-Ukrainian Scientific and Practical Conference «Evolution of soils of Ukraine under the influence of anthropogenic activity»]*. Kherson, Issue 9, pp. 29–34.

16. Rybacki, M., Polkowska, M., Piotrowska-Długosz, A. Przydatność testów enzymatycznych do oceny wpływu nawożenia naturalno-mineralnego na aktywność biologiczną gleby. *Ekologia i Technika*. 2014, no. 22, pp. 248–255.

17. Lykhovyyd, P.V., Lavrenko, S.O. Influence of tillage and mineral fertilizers on soil biological activity under sweet corn crops. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2017, no. 7 (4), pp. 18–24.

18. Bhattacharya, A., Sahu, S.K., Hundet, A., Sarkar, P. Effect of urea, superphosphate, potash and npk on soil respiration (carbon dioxide evolution from soil). *Indian Streams Research Journal Available*. 2013, no. 3 (10), pp. 1–10.

19. Geisseler, D., Scow, K.M. Long-term effects of mineral fertilizers on soil microorganisms – A review. *Soil Biology and Biochemistry*. 2014, Vol. 75, pp. 54–63.

20. Naher, U.A., Radziah, O., Panhwar, Q.A. Culturable total and beneficial microbial occurrences in long-term nutrient deficient wetland rice soil. *Australian Journal of Crop Science*. 2013, no. 7 (12), pp. 1848–1853.

21. Pavlichenko, A.A., Vakhniy, S.P. (2013). Vplyv system obrobitku ta rivniv udobrennya na biolohichnu aktyvnist' gruntu pid yachmenem [Influence of cultivating systems and fertilization levels on the soil biological activity for barley]. *Ahrobiolohiya [Agrobiology]*, no. 11 (104), pp. 136–138.

22. Koval'ov, V.B., Trembits'ka, O.I., Rad'ko, T.V. (2015). Biolohichna aktyvnist' gruntu za orhanichnoyi systemy vyroshchuvannya kul'tur u korotkorotatsiyniy sivozmini [The soil biological activity in the organic system of growing crops in short crop rotation]. *Ahropromyslove vyrobnytstvo Polissya [Agricultural and industrial production of Polissia]*, Issue 8, pp. 15–20.

23. Rusakova, I.V. (2013). Biologicheskiye svoystva dernovo-podzolistoy supeschanoy pochvy pri dlitel'nom ispol'zovanii solomy na udobreniye [Biological properties of sod-podzolic sandy loam soil with long-term use of straw as a fertilizer]. *Pochvovedeniye [Soil Science]*, no. 12, pp. 1485–1493.

24. Chen, L.L., Gu, J., Hu, T., Gao, H., Chen, Z.X., Qin, Q.J., Wang, X.J. Effects of biological organic fertilizer on microbial community's metabolic activity in a soil planted with chestnut (*Castanea mollissima*). *Ying Yong Sheng Tai Xue Bao*. 2013, no. 24 (6), pp. 1627–32.

25. Malynovs'ka, I.M., Dehodyuk, S.E., Yastrems'ka, L.S. Vplyv orhanichnoho i mineral'noho udobrennya na chysel'nist' ta fizioloho-biokhimichnu aktyvnist' mikroorhanizmiv siroho lisovoho gruntu [Influence of organic and mineral fertilizers on number and physiological-biochemical activity of microorganisms of the gray forest soil]. *Problemy ekolohichnoyi biotekhnolohiyi [Problems of environmental biotechnology]*, 2017, no. 2. Retrieved from: <http://ecobio.nau.edu.ua/index.php/ecobiotech/article/view/12194/16294>.

26. Dem'yanyuk, O.S., Sherstoboyeva, O.V., Demydov, O.A. (2016). Biolohichna aktyvnist' chornozemu typovoho zalezho vid vydu orhanichnoho substratu orhano-mineral'noyi systemy udobrennya [Biological activity of typical chernozem depending on the type of organic substrate of the organic and mineral fertilizer system]. *Visnyk Zhytomyr's'koho natsional'noho ahroekolohichnoho universytetu [Bulletin of Zhytomyr National Agroecological University]*, no. 2 (1), pp. 17–25.

27. Piaszczyk, W., Błońska, E., Lasota, Ja. Study on the effect of organic fertilizers on soil organic matter and enzyme activities of soil in forest nursery. Soil science annual. 2017, Vol. 68, no. 3, pp. 125–131.
28. Błońska, E., Januszek, K., Małek, S., Wanic, T. Effects of serpentine fertilizer on the chemical properties and enzyme activity of young spruce soils. International Agophysics. 2016, no. 30 (4), pp. 401–414.
29. Dębska, B., Długosz, J., Piotrowska-Długosz, A., Banach-Szott, M. The impact of a bio-fertilizer on the soil organic matter status and carbon sequestration-results from a field-scale study. Journal of Soils and Sediments. 2016, no. 16, pp. 2335–2343.
30. Kosolapova, A., Yamaltdinova, V., Mitrofanova, E., Fomin, D. Biological activity of soil depending on fertilizer systems. Bulg. J. Agric. Sci. 2016, no. 22 (6), pp. 921–926.
31. Lazcano, C., Gómez-Brandón, M., Revilla, P., Domínguez, J. Short-term effects of organic and inorganic fertilizers on soil microbial community structure and function. Biol. Fertil. Soils. 2013, no. 49 (6), pp. 723–733.
32. Snityns'kyi, V.V., Habryel', A.Y., Hermanovych, O.M., Olifir, Yu.M. (2014). Bioloichna aktyvnist' yasno-siroho lisovoho poverkhnevo-ohleyenoho gruntu zalezho vid antropohennoho vplyvu [Biological activity of gray forest gleyed soil depending on anthropogenic impact]. Sil's'kohospodars'ka mikrobiolohiya [Agricultural microbiology], Issue 19, pp. 47–52.
33. Shtatnov, V.I. (1952). K metodike opredeleniya biologicheskoy aktivnosti pochvy [Methods for determining the biological activity of soil]. Doklady VASKHNIL [Reports by the A-UAASNL], Issue 6, pp. 27–33.
34. Mishustin, Ye.N., Petrova, A.I. (1963). Opredeleniye biologicheskoy aktivnosti pochvy [Determination of the soil biological activity]. Mikrobiologiya [Microbiology], Vol. 22, Issue 3, pp. 473–483.
35. Lisoval, A.P., Davydenko, U.M., Moysenko, B.M. (1994). Ahrokhimiya [Agrochemistry]. Kyiv, High school, 335 p.

### **Биологическая активность чернозема оподзоленного после длительного применения удобрений в полевом севообороте**

**А. Н. Трус**

Биологическая активность является одним из показателей плодородия почвы, которая выявляет закономерности в процессах преобразования органического вещества и определяет интенсивность биохимической деятельности почвенных микроорганизмов. Исследования направлены на изучение влияния длительного (45 лет) применения различных доз удобрений и систем удобрения в полевом севообороте на интенсивность выделения углекислого газа, целлюлолитическую активность и нитрификационную способность почвы. Исследования проводили в длительном стационарном опыте, основой которого является 10-польный севооборот. Удобрения вносятся за минеральной ( $N_{45}P_{45}K_{45}$ ;  $N_{90}P_{90}K_{90}$ ;  $N_{135}P_{135}K_{135}$ ), органической (Навоз 9 т; 13,5 т; 18 т) и органоминеральной (Навоз 4,5 т +  $N_{22}P_{34}K_{18}$ ; Навоз 9 т +  $N_{45}P_{68}K_{36}$ ; Навоз 13,5 т +  $N_{68}P_{101}K_{54}$ ) систем удобрения. Почва опытного поля – чернозем оподзоленный тяжелосуглинистый.

По результатам проведенных исследований установлено, что при длительном применении органоминеральной системы удобрения в полевом севообороте обеспечивалась наибольшая интенсивность выделения углекислого газа ( $CO_2$ ) – 222–279  $mg/m^2$  в час в зависимости от удобрения, что больше по сравнению с участками без удобрения в 1,3–1,7 раза. Из всех вариантов опыта, при применении различного удобрения в полевом севообороте, наибольшая интенсивность разложения льняного полотна за 30 дней наблюдалась за применения минеральной системы удобрения – 51–66 % в зависимости от доз удобрений. Нитрификационную способность чернозема оподзоленного удается поддерживать на уровне целины и лесополосы только при длительном применении органоминеральной системы удобрения в полевом севообороте. Тогда как высокие дозы удобрений при применении минеральной и органической систем удобрения поддерживают интенсивность процесса нитрификации на низком уровне.

**Ключевые слова:** биологическая активность почвы, минеральные удобрения, навоз, полевой севооборот, чернозем оподзоленный, плодородие почвы.

### **Biological activity of podzolized chernozem after prolonged application of fertilizers in the field crop rotation**

**O. Trus**

Biological activity is one of the indicators of soil fertility which shows regularities in processes of organic matter transformation and determines intensity of biochemical activity of soil microorganisms. The research aims at studying the effect of long-term application (45 years) of different doses of fertilizers and fertilizer systems in the field crop rotation on the intensity of carbon dioxide emissions, cellulolytic activity and nitrification capacity of the soil. The research was conducted in a long-term, stationary experiment, based on the ten-course crop rotation. Fertilizers are applied using the mineral system ( $N_{45}P_{45}K_{45}$ ;  $N_{90}P_{90}K_{90}$ ;  $N_{135}P_{135}K_{135}$ ), the organic system (Manure 9 t; 13.5 t; 18 t) and the organic-mineral fertilizer system (Manure 4.5 t +  $N_{22}P_{34}K_{18}$ ; Manure 9 t +  $N_{45}P_{68}K_{36}$ ; Manure 13.5 t +  $N_{68}P_{101}K_{54}$ ). Doses of fertilizers are given for 1 hectare of the crop rotation. The soil of the experimental field is loamy podzolized chernozem.

According to the results of studies, it is found out that prolonged use of mineral fertilizers in the field crop rotation provided the intensity of carbon dioxide emissions from the soil surface at the level of 181–217  $mg/m^2$  per hour. The use of a double dose of mineral fertilizers ( $N_{90}P_{90}K_{90}$ ) increased the biological activity of the soil compared to non-fertilized areas by 23 %. Regarding the corresponding doses of organic fertilizer system (applying 18 tons of manure for 1 hectare) and organic-mineral one (application of 9 t/ha of manure +  $N_{45}P_{68}K_{36}$ ), when  $N_{90}P_{90}K_{90}$  is applied the intensity of  $CO_2$  emissions from the soil surface was less than 20 % and 22 %, respectively. Regarding the influence of organic fertilizers in the field crop rotation on the biological activity of the soil, it should be noted that carbon dioxide emissions were more intensive and varied within the limits of 209–256  $mg/m^2$  per hour that is more compared to non-fertilized areas by 1.3–1.5 times depending on the dose of fertilizer. The highest intensity of  $CO_2$  emissions from the soil surface was observed in the variant with the application of 18 tons of manure for 1 hectare that is more by 25 % than in  $N_{90}P_{90}K_{90}$  variant.

Combined application of organic and mineral fertilizers in the field crop rotation provided the highest intensity of carbon dioxide emissions (222–279  $mg/m^2$  per hour) depending on the fertilization and was close to  $CO_2$  emissions from the grassland. Application of 9 tons of manure +  $N_{45}P_{68}K_{36}$  for 1 hectare increased the intensity of  $CO_2$  emissions from the soil by 28 % compared to  $N_{90}P_{90}K_{90}$  variant and by 2 % in the variant of manure of 18 tons.

The largest amount of carbon dioxide was from the grassland and amounted to 286 mg/m<sup>2</sup> per hour. A slightly lower intensity of CO<sub>2</sub> emission was from the soil under the tree belt area (268 mg/m<sup>2</sup> per hour). The least carbon dioxide emissions were from the soil surface of unfertilized areas (166 mg/m<sup>2</sup> per hour).

The greatest intensity of flax decomposition in 30 days was observed using mineral and organic and mineral fertilizer systems among all experimental variants after prolonged use of different doses of fertilizers and fertilizer systems in the field crop rotation. Application of the mineral fertilizer system in the field crop rotation provided cellulolytic activity of the soil at the level of 54–68 % which is more than in the variant without fertilizers, respectively, by 29–62 %.

Combined application of organic and mineral fertilizers in the field crop rotation provided the intensity of flax decomposition in the range of 51–66 % depending on fertilizer doses which is more compared with the organic fertilizer system, respectively, by 4–35 %. A slightly lower soil cellulolytic activity was observed in the organic fertilizer system (49–62 %) which is explained by lower nitrogen yield due to organic fertilizers.

Due to the low humus content in the soil, the intensity of flax decomposition dramatically slows down. As a result, the low value of cellulolytic activity in the soil without fertilizer is 42 % which is less compared with the variant in which the application is 13.5 tons of manure + N<sub>68</sub>P<sub>101</sub>K<sub>54</sub> by 36 %, respectively.

Accumulation of nitrates in the soil during composting without impurities depends on the doses of fertilizers and fertilizer systems. Thus, there was 17.7 mg of N–NO<sub>3</sub>/kg of soil after composting soil from unfertilized areas in 14 days. The highest accumulation of nitrate nitrogen was observed at high doses of fertilizers: in the mineral fertilizer system it was 1.5 times more, in the organic fertilizer system it was by 1.7 times and in the organic and mineral one it was 2.1 times compared with the check variant.

More accumulation of nitrates was during composting soil with the addition of ammonium sulfate. Thus, in the soil without fertilization, the content of nitrate nitrogen increased 3.6 times and its value was 63.9 mg of N–NO<sub>3</sub>/kg. After composting soil with the addition of (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, the accumulation of nitrates was directly proportional to the level of fertilization. In variants with application of N<sub>45</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub>, 9t of manure and 4.5 tons of manure + N<sub>23</sub>P<sub>34</sub>K<sub>18</sub> there was 72.4 mg of N–NO<sub>3</sub>/kg, 79.8 and 81.5 mg of N–NO<sub>3</sub>/kg of soil. After high doses of fertilizers its amount increased to 85.7 mg N–NO<sub>3</sub>/kg, 99.9 and 115.7 mg N–NO<sub>3</sub>/kg in accordance with the experimental variant.

Composting soil with the addition of ammonium sulfate in combination with lime is the best way to discover the potential of the nitrification process. The obtained data testify that calcium application into the soil positively affects the activity of microbiological processes. At the same time, lime neutralizes the physiologically acidic action of the fertilizer, as well as nitrates formed during the composting process which thereby enhances the activity of nitrifying agents. In the soil of unfertilized areas, after composting with (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + CaCO<sub>3</sub>, the nitrate content increased from 17.7 mg of N–NO<sub>3</sub>/kg to 89.3 mg of N–NO<sub>3</sub>/kg. In variants with the use of fertilizers their accumulation also increased in accordance with the level of fertilization. Thus, in variants with application of N<sub>135</sub>P<sub>135</sub>K<sub>135</sub>, 18 t of manure and 13.5 t of manure + N<sub>68</sub>P<sub>101</sub>K<sub>54</sub>, there were 148.2 mg of N–NO<sub>3</sub>/kg, 176.0 and 196.3 mg of N–NO<sub>3</sub>/kg of soil, respectively.

**Key words:** biological activity of the soil, mineral fertilizers, manure, field crop rotation, podzolized chernozem, soil fertility.

*Надійшла 10.04.2018 р.*

**УДК 622.882+631.425+631.427**

**МАСЛІКОВА К. П.**, канд. біол. наук

*Дніпровський аграрно-економічний університет*

mkaterina@ukr.net

## **ПРОСТОРОВО-ЧАСОВА ДИНАМІКА ФІТОІНДИКАЦІЙНИХ ОЦІНОК КИСЛОТНОСТІ ТА СОЛЬОВОГО РЕЖИМУ ТЕХНОЗЕМІВ НІКОПОЛЬСЬКОГО МАРГАНЦЕВОРУДНОГО БАСЕЙНУ**

У результаті досліджень протягом 2012–2014 рр. встановлені закономірності просторової та часової динаміки фітоіндикаційних оцінок кислотності та сольового режиму найбільш типових техноземів Нікопольського марганцеворудного басейну в процесі сільськогосподарської рекультиваци: педоземів, дерново-літогенних ґрунтів на сіро-зелених глинах, червоно-бурих глинах та на лесоподібних суглинках. У роботі застосовані фітоіндикаційні шкали Я. П. Дідуха кислотного (Rc) та сольового (SI) режимів. Фітоіндикаційні оцінки виконані за регулярною сіткою випробувань, що дозволяє прослідкувати зміни у даній точці простору протягом певного часу. Порівняно обмежений діапазон часу дає можливість описати тренди мінливості за допомогою лінійної моделі. За допомогою коефіцієнтів лінійної залежності фітоіндикаційних оцінок від часу в конкретній точці простору ми можемо показати просторову варіабельність часової динаміки фітоіндикаційних показників. Варіювання вільного члена *b* вказує на ретроспективні патерни кислотності у межах ділянок техноземів за рік до початку досліджень (стартові умови). В усіх типах техноземів кислотність створює регулярні просторові патерни, але вони змінюються у часі. Особливості просторового варіювання коефіцієнта вказують на те, що ділянки з підвищеною кислотністю мають тенденцію до її зменшення, а зі зменшеною – навпаки, до її збільшення. Показано, що умови кислотності техноземів знаходяться у діапазоні від субацидофільних до нейтрофільних. Найменший рівень кислотності едафотопу характерний для педоземів (pH = 6,25–6,50), а найбільший – для дерново-літогенних ґрунтів на лесоподібних суглинках (pH = 6,53–6,86). Сольовий режим техногенних едафотопів є сприятливим для семієвтрофів та евтрофів. Для оцінок сольового режиму також характерні специфічні просторові патерни, які змінюються у часі. Кожний тип техноземів характеризується специфі-

чними просторовими патернами варіювання показників сольового режиму. Особливості полягають у розмірах та формі однорідних за цим показником ділянок (областей з регулярно підвищеними або пониженими значеннями фітоіндикаційної ознаки), а також їх взаємному розміщенні та контрастності границь. Так, для дерново-літогенних ґрунтів на сіро-зелених глинах характерні обмежені ділянки зі значно підвищеними та значно пониженими значеннями оцінок сольового режиму. В техноземів усіх типів показники кислотного та сольового режимів створюють регулярні просторові патерни, які змінюються у часі. Ці патерни вказують на наявність автоколивальних просторово-часових процесів у техноземах ендегенної природи, що підтверджує формування в них механізмів функціональної цілісності, які у кінцевому рахунку притаманні природним ґрунтам.

**Ключові слова:** техноземи, фітоіндикація, екологічні режими, кислотність, сольовий режим, просторове варіювання.

**Постановка проблеми.** Основою виробництва продовольства є сільське господарство. Землі сільськогосподарського користування займають близько 40 % поверхні суші [1], і агроценози можна розглядати як найбільший сучасний біом суші [2]. Площі техногенних ландшафтів складають 3 % поверхні суші та продовжують стрімко зростати. На сучасному етапі практика рекультивативі порушених земель часто обмежується лише досягненням тимчасового господарського ефекту і не приділяє достатньої уваги екологічному аспекту проблеми, що призводить до погіршення екологічної ситуації, а часто і до втрати отриманого господарського ефекту [3]. Природне самовідновлення функцій фітоценозу і едафотопу, як головних блоків порушених екосистем, потребує значного періоду часу і на сучасному етапі не забезпечує вирішення природоохоронних і народногосподарських проблем у регіонах з високою концентрацією техногенних ландшафтів [4].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У час науково-технічного прогресу ґрунт, як і біосфера в цілому, перетворилися із саморегульованих систем в системи, які функціонують під тотальним впливом антропогенних факторів [5]. Особливо великий негативний вплив на навколишнє середовище і, насамперед, на земельні ресурси, спричиняється гірничодобувною промисловістю. У районах з високою концентрацією підприємств гірничодобувної промисловості відбувається порушення природних ландшафтів і на значних територіях утворюються промислові відвали, на яких відсутній родючий шар ґрунту. Видобування корисних копалин, особливо відкритим способом, призвело до утворення великих площ порушених земель [6, 7, 8].

Комплексні наукові дослідження проблем сільськогосподарської рекультивативі земель було розпочато під керівництвом проф. М. Є. Бекаревіча [9]. Теоретичною основою рекультивативі земель є сільськогосподарська екологія, принципи та методи якої було закладено М. Т. Масюком [10]. Біогеоценотичний підхід для вирішення питань рекультивативі земель було розвинено в роботах А. П. Травлеєва [11], І. Х. Узбека [12], В. М. Зверковського [8] та В. О. Забалуєва [4]. Концепція біогеоценотичної пертиненції була розвинена у роботах проф. Ю. І. Грицана [13].

Актуальною проблемою є моніторинг стану ґрунту в процесі рекультивативі, його фізичних, агрохімічних та біологічних властивостей, які характеризують ступінь окультурення та екологічний стан ґрунтового покриву [6, 14]. Особливості процесу ґрунтоутворення в техногенних ландшафтах діагностуються за змінами водно-фізичних і фізичних властивостей [15]. Ці динамічні показники залежать від генезису, а також технологічних операцій як на технічному, так і біологічному етапах рекультивативі [7]. Оптимізація режимів рекультивативі земель можлива за наявності розуміння динаміки екологічних процесів, які відбуваються у техногенних екосистемах [16]. Тим не менш, питання часової та просторової динаміки екологічних режимів техноземів вивчені недостатньо.

Важливий об'єм інформації про екологічні процеси міститься в рослинному покриві техноземів [17]. Інструменти фітоіндикації дозволяють цю інформацію застосувати для оцінки екологічних режимів [18].

Фітоценоз складається з видів, екологічні амплітуди яких пересікаються. Кожен вид має індикаторне значення, але індикацію не можна здійснити на основі одного виду. Композиція видів може бути застосована для кількісної оцінки властивостей середовища, які не можуть бути легко безпосередньо вимірювані, на відміну, наприклад, від забруднення навколишнього середовища [19–21]. Композиція відображає результуючий розподіл тієї групи видів, які складають фітоценоз. Тому завдання фітоіндикації полягає у тому, щоб оцінити точку перетину амплітуд видів і розрахувати відповідний показник [22]. Виділяють два типи екологічних шкал: точкові [22–25] та діапазональні [22]. При оцінці місцеперебувань у першому випадку застосовується безпосередньо точка розташування виду по шкалі фактору – екологічний оптимум виду з урахуванням його багатства. У другому – спеціальні формули [26]. При обговоренні властивостей точкових індикаторних шкал Елленберга також звертають увагу і на екологічну амплітуду видів, а для деяких видів оцінені діапазони у від-

повідних шкалах [27–30]. Для синфітоіндикації застосовуються методи засічок і обмежень, метод середньозважених значень [22–24], метод максимальної подібності [27] та метод ідеального індикатора [26]. Як у випадку точкових, так і у випадку діапазональних шкал, передбачається симетричний характер розподілу кривих відгуку видів у градієнті екологічних факторів. Вірогідний асиметричний характер розподілу кривих відгуку не враховується [31].

Важлива математична коректність процедури розрахунку фітоіндикаційних оцінок, а також можливість експериментальної перевірки їх відповідності оцінкам, одержаними інструментальними методами. У Європі одна з найбільш застосованих систем біоіндикації первинних екологічних властивостей заснована на індикаторних значеннях Елленберга [25]. Не зовсім зрозуміло, яка саме властивість навколишнього середовища застосована як характеристика екологічних режимів. Наприклад, для вологості це можуть бути рівень ґрунтових вод, уміст вологи у ґрунті, дефіцит вологи у ґрунті. Тим не менш, на практиці оцінки індикаторних шкал за Елленбергом добре відповідають «інтуїтивним» уявленням [28]. Неявна природа шкал Елленберга робить неможливим перевірку їх коректності через порівняння з вимірюваними властивостями середовища. Фітоіндикаційні оцінки набувають цінності за умов калібрації індикаторних значень у порівнянні з референсними значеннями навколишнього середовища [32]. Було висунуто гіпотезу, що у різних вегетаційних типах існують різні каліброчні криві між значеннями шкал Елленберга для рН та вологості і градієнтами середовища [33]. Перевірку індикаторних шкал також можна здійснити через визначення внутрішньої погодженості порівнюючи індикаторні значення видів, які зустрічаються поруч: види, які зустрічаються разом повинні мати подібні фітоіндикаційні характеристики [28]. Широке застосування фітоіндикаційних шкал для вирішення екологічних проблем ставить питання про загальну надійність одержуваних результатів [34]. Середні значення фітоіндикаційних шкал можуть бути робастними показниками навіть за умов неповноти списку видів в рослинному угрупованні [35]. Стійкість фітоіндикаційних оцінок до неповноти флористичних списків обумовлена їх зв'язком з найстійкішими структурними особливостями угруповання, а саме до доміантної структури [36]. Покращені локальні оцінки екологічних факторів можна одержати за рахунок особливостей рідкісних видів [37]. Видовий склад угруповання та кількість видів залежать від розмірів дослідного майданчика [38]. Встановлено, що фітоіндикаційні оцінки екологічних факторів не мають відмінностей серед майданчиків різних розмірів як у гомогенних, так і гетерогенних ділянках [34]. Авторка дослідження вважає, що цей результат є наслідком того, що види, які зустрічаються на ділянках усе більшого розміру мають подібні значення фітоіндикаційних шкал як і ті, які вже знайдено раніше. Існує проблема логічного кола (тавтології) при спробах пояснити патерни рослинності зі застосуванням біоіндикації [39]. Це виникає внаслідок того, що фітоіндикаційні оцінки екологічних факторів мають походження з двох джерел. Це фітоіндикаційні значення окремих видів, які вказують на їх екологічні особливості та композиція видів у геоботанічному описі, на основі якого робиться фітоіндикаційне оцінювання [40]. Ефект збереження у фітоіндикаційній оцінці інформації про композицію видів та їх подібність або відмінність до інших композицій має назву «проблеми подібності» [41].

Слід відзначити, що шкали Дідуха індикують конкретні екологічні фактори, які представлені у вимірюваних одиницях. Наприклад, показник гігроморф дозволяє індикувати продуктивну вологу ґрунту за період вегетації, показник змінності зволоження індикує коефіцієнт нерівномірності зволоження, кислотний режим індикує рН [22]. Тому коректність шкал Дідуха можна перевірити за допомогою порівняння з вимірюваними властивостями середовища [42].

**Мета дослідження.** Встановити закономірності просторової та часової динаміки фітоіндикаційних оцінок кислотності та сольового режиму найбільш типових техноземів Нікопольського марганцеворудного басейну в процесі сільськогосподарської рекультиваци: педоземів, дерново-літогенних ґрунтів на сіро-зелених глинах, червоно-бурих глинах та на лесоподібних суглинках.

**Матеріал і методи дослідження.** Роботи проведені на науково-дослідному стаціонарі Дніпровського державного аграрно-економічного університету в місті Покров (раніше – Орджонікідзе). Науково-дослідний стаціонар ДДАЕУ і ОГЗК створений на зовнішньому відвалі Запорізького марганцеворудного кар'єру [16]. Дослідження виконані у період 2012–2014 рр. Полігони закладені у межах чотирьох типів техноземів: педоземи, дерново-літогенні ґрунти на лесоподібних суглинках, сіро-зелених глинах та червоно-бурих глинах. Полігон складається з 15 трансект, а кожна трансекта складена з 7 пробних майданчиків. Відстань між рядами в полігоні становить 3 м (рис. 1).

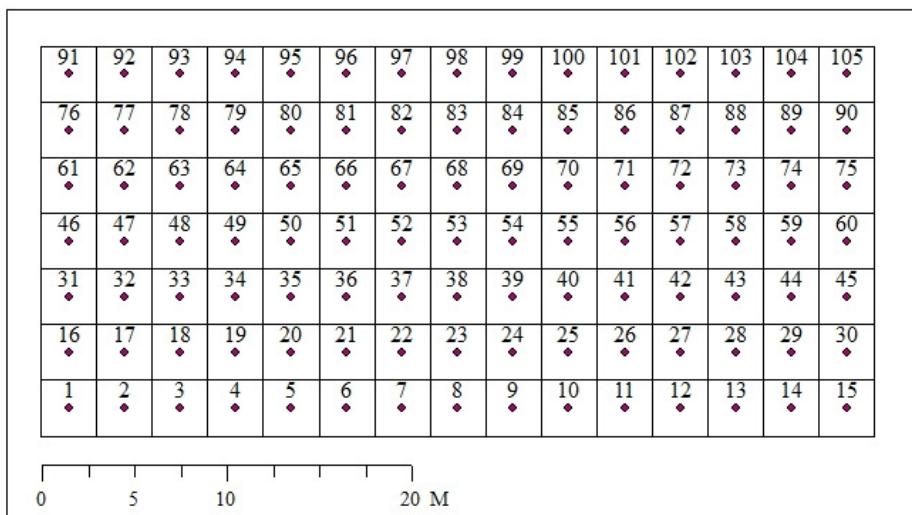


Рис. 1. Схема полігону та розміщення пробних ділянок.

Кожний майданчик представляє собою квадрат розміром 3×3 м. У межах кожного майданчика було проведено геоботанічне описання рослинності. Рослинний покрив техноземів представлений 91 видом судинних рослин. За кількістю видів у рослинних угрупованнях превалюють родини Asteraceae, Poaceae, Fabaceae, Brassicaceae та Rosaceae [17].

Фітоіндикаційні оцінки виконані за регулярною сіткою випробувань, що дозволяє прослідкувати зміни у даній точці простору протягом певного часу. Порівняно обмежений діапазон часу дозволяє описати тренди мінливості за допомогою лінійної моделі (рис. 2).

Шкала часу перекодована так, що початковий рік представлений як 1, а два інших – як 2 та 3 відповідно. Лінійна модель має вигляд:

$$y = a \cdot x + b,$$

де  $x$  – час (у перекодованій формі),  $y$  – фітоіндикаційна оцінка,  $a$  та  $b$  – регресійні коефіцієнти.

Регресійні коефіцієнти можуть бути змістовно інтерпретовані. Вільний член рівняння можна  $b$  інтерпретувати як значення фітоіндикаційної оцінки у рік, який передує початку досліджень, а коефіцієнт  $a$  вказує на швидкість її збільшення (або зменшення) у часі.

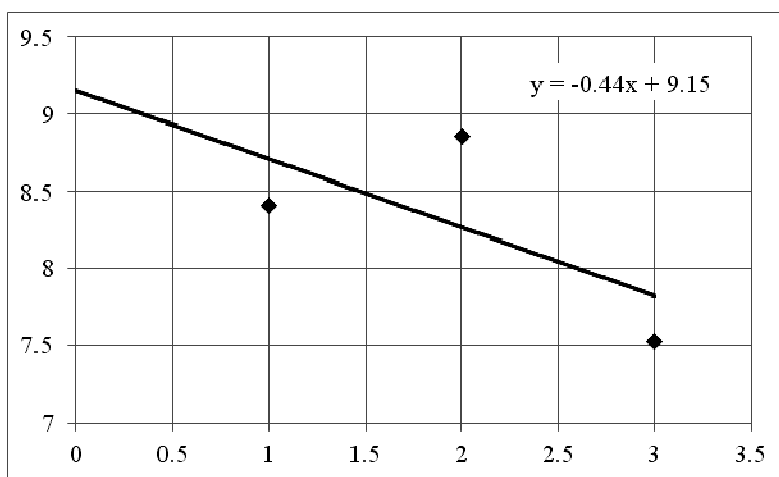


Рис. 2. Динаміка значень у часі фітоіндикаційної оцінки вологості в точці 1.

Умовні позначки: вісь абсцис – час (1 – 2012 р., 2 – 2013 р., 3 – 2014 р.),  
вісь ординат – оцінка вологості.

Нами застосовані фітоіндикаційні шкали Я. П. Дідуха [18] кислотного ( $R_c$ ) та сольового ( $S_I$ ) режимів.

Кислотний режим ( $R_c$ ) залежить від хімічного складу підстильних порід, ґрунту, типу рослинності. Хімічний склад ґрунтів, зокрема кислотність, забезпечує перебіг відповідних реакцій, що відбува-

ються у ґрунті та є одним із алелопатичних механізмів відбору певних видів: елімінації одних і сприяння розвитку інших. Амплітуду кислотності ґрунтів (7 груп) розбивають на класи, виражені в 13 балах [18]. Кожному показнику ацидоморф поставлене у відповідність значення рН ґрунту (рис. 3).

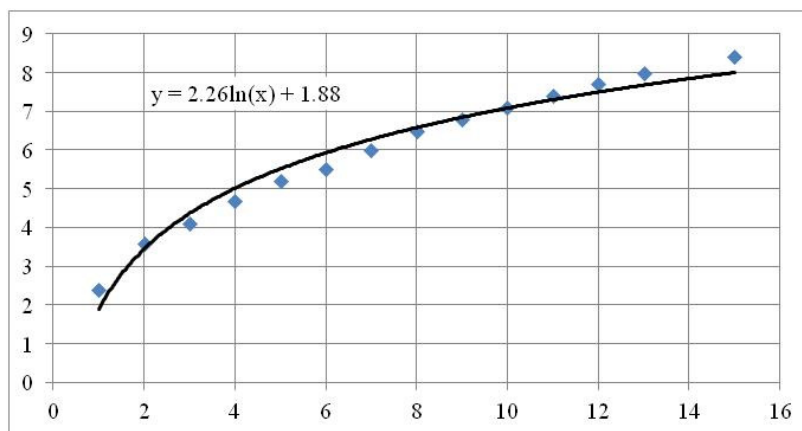


Рис. 3. Залежність між фітоіндикаційними оцінками кислотності (вісь абсцис) та рН ґрунту (вісь ординат) (за [18], розрахунки автора).

Сольовий режим (*Sl*) є дуже важливим показником ґрунтів, оскільки впливає на різні процеси. Розрахунки показують, що залежність між показниками ацидоморф та рН ґрунту можна апроксимувати залежністю:

$$Y = 2.26 \text{ LN}(X) + 1.88,$$

де  $Y$  – рН ґрунту;  $X$  – показник ацидоморф.

Цю залежність ми застосовували для перерахунку фітоіндикаційних оцінок кислотності ґрунту у показник рН ґрунту.

ґрунтоутворення та визначає адаптацію рослинних організмів (галинність). Ступінь засолення пов'язаний з кислотністю ґрунту, але має свої особливості, оскільки крім сумарної кількості солей велике значення має їх склад. Рослини чутливо реагують на вміст і специфіку солей, що давно відображено у такому напрямі фітоіндикації як галоіндикація. Показник ступеня засоленості залежить від багатьох складових: 1) хімічного складу ґрунту та материнської породи; 2) структури та складу фітоценозу; 3) клімату. Оскільки сольовий режим визначають якісно різними солями (карбонатами, сульфатами, хлоридами), то чітку залежність (межу) між бальними показниками та кількістю солей визначити не вдалось, хоча певна тенденція змін їх якісного складу і загальної кількості існує, що відображено у шкалі сольового режиму. Стосовно сольового режиму встановлено 10 основних груп, між якими виділяють 9 проміжних [18].

Між показником галоморф та коефіцієнтом зволоження існує зв'язок (рис. 4).

Розрахунки показують, що залежність між показниками галоморф та загальною мінералізацією можна апроксимувати залежністю:

$$Y = 2^{0.62X - 9.24},$$

де  $Y$  – загальна мінералізація, %;  $X$  – показник галоморф. Цю залежність ми застосовували для перерахунку фітоіндикаційних оцінок сольового режиму в показник загального вмісту солей.

Залежність між показниками галоморф та вмістом гідрокарбонатів, якщо показник галоморф знаходиться у діапазоні від мезотрофних умов (5) до субглікотрофних умов (12) можна апроксимувати залежністю:

$$\text{HCO}_3^- = 2^{1.29X - 17.11},$$

де  $\text{HCO}_3^-$  – вміст гідрокарбонатів, %;  $X$  – показник галоморф.

Залежність між показниками галоморф та вмістом сульфатів, якщо показник галоморф знаходиться у діапазоні від еутрофних умов (9) до мезогалотрофних умов (16) можна апроксимувати залежністю:

$$\text{SO}_4^{2-} = 2^{1.47X - 22.34},$$

де  $\text{SO}_4^{2-}$  – вміст сульфатів, %;  $X$  – показник галоморф.

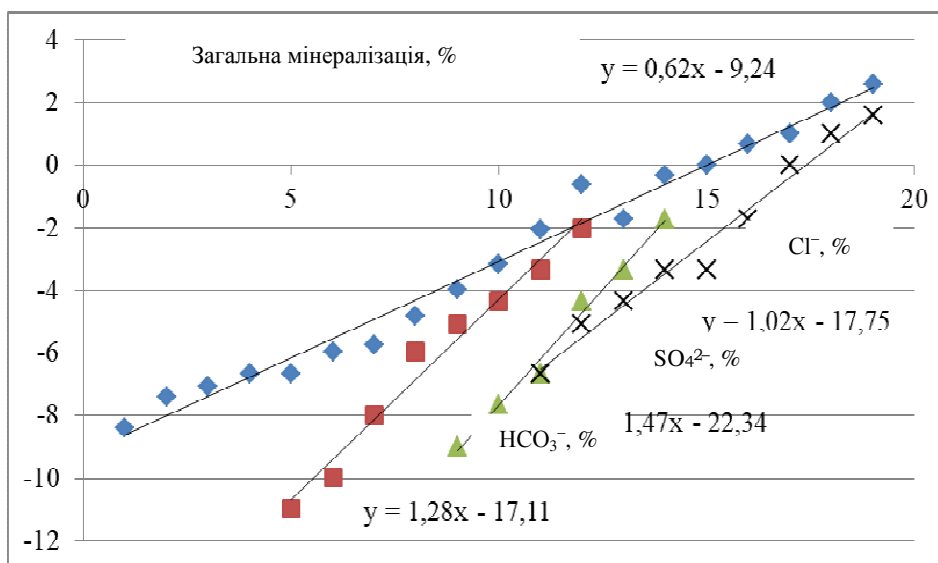


Рис. 4. Залежність між фітоіндикаційними оцінками сольового режиму (вісь абсцис) і загальною мінералізацією та вмістом окремих аніонів (вісь ординат, %, у логарифмованому масштабі) (за [18], розрахунки автора).

Залежність між показниками галоморф та вмістом хлоридів, якщо показник галоморф знаходиться у діапазоні від субглікотрофних умов (11) до супергалотрофних умов (19) можна апроксимувати залежністю:

$$Cl^- = 2^{1,02 \cdot X - 17,75}$$

де  $Cl^-$  – уміст сульфатів, %;  $X$  – показник галоморф.

**Основні результати дослідження.** Фітоіндикаційне оцінювання вказує на варіювання умов кислотності дерново-літогенних ґрунтів та педоземів протягом 2012–2014 рр. у діапазоні від субацидофільних до нейтрофільних. Найменший рівень кислотності едафотопу характерний для педоземів (табл. 1). Фітоіндикаційна оцінка кислотності для цих ґрунтів становить  $pH = 6,25–6,50$ . Найбільша кислотність характерна для дерново-літогенних ґрунтів на лесоподібних суглинках ( $pH = 6,53–6,86$ ), дещо менший цей показник для сіро-зелених глин ( $6,48–6,86$  мм) та для червоно-бурих глин ( $pH = 6,36–6,80$ ).

Таблиця 1 – Фітоіндикаційні оцінки показників кислотності та сольового режиму техноземів (середнє значення  $\pm$  ст. помилка)

Тип технозему	Рік	$R_c$	$pH$	$SI$	Мінералізація, %
Дерново-літогенні на червоно-бурих глинах	2012	7,53 $\pm$ 0,06	6,44	7,74 $\pm$ 0,06	0,046
	2013	7,26 $\pm$ 0,05	6,36	8,25 $\pm$ 0,05	0,057
	2014	8,83 $\pm$ 0,06	6,80	7,40 $\pm$ 0,06	0,040
Дерново-літогенні на лесоподібних суглинках	2012	9,05 $\pm$ 0,02	6,86	8,90 $\pm$ 0,05	0,076
	2013	7,82 $\pm$ 0,07	6,53	8,65 $\pm$ 0,05	0,068
	2014	8,86 $\pm$ 0,06	6,81	8,37 $\pm$ 0,07	0,060
Педоземи	2012	7,73 $\pm$ 0,04	6,50	7,21 $\pm$ 0,07	0,037
	2013	7,53 $\pm$ 0,07	6,44	8,30 $\pm$ 0,05	0,059
	2014	6,91 $\pm$ 0,05	6,25	7,89 $\pm$ 0,05	0,049
Дерново-літогенні на сіро-зелених глинах	2012	7,82 $\pm$ 0,05	6,53	7,79 $\pm$ 0,07	0,047
	2013	7,65 $\pm$ 0,06	6,48	8,39 $\pm$ 0,04	0,061
	2014	9,07 $\pm$ 0,05	6,86	7,36 $\pm$ 0,05	0,039

Протягом періоду спостережень фітоіндикаційні оцінки кислотності ґрунту демонстрували флуктуаційну мінливість: у 2013 р. спостерігалось зменшення показників, а у 2014 р. навпаки – збільшення. Найбільша стійкість оцінок у часі характерна для педоземів. Дещо більші міжрічні коливання встановлені для техноземів на лесоподібних суглинках та на сіро-зелених глинах. Найбільші варіації фітоіндикаційних оцінок кислотності характерні для дерново-літогенних ґрунтів на червоно-бурих глинах.

Сольовий режим техногенних едафотопів є сприятливим від семієвтрофів до евтрофів. За Дідухом [18], семієвтрофи зростають на збагачених солями ґрунтах (0,015–0,02 %) із вмістом  $\text{HCO}_3^-$  0,004–0,016 % ґрунту і слідами  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$  у деяких типах. До таких ґрунтів належать опідзолені чорноземи. У свою чергу евтрофи зростають на багатих, найкраще забезпечених солями чорноземах, розвинутих дерново-карбонатних ґрунтах за відсутності ознак засоленості ( $\text{HCO}_3^-$  – 0,03–0,05 %,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$  – сліди). Ці ґрунти формуються як на лесових породах, так і відкладах доломітів, вапняку та крейди, що багаті карбонатами. Найбільший вміст солей характерний для дерново-літогенних ґрунтів на лесоподібних суглинках (0,060–0,076 %). Для інших техноземів фітоіндикаційні оцінки вказують на рівень мінералізації 0,037–0,061 %. У 2013 р. відбулось збільшення показників мінералізації, а у 2014 р., навпаки, рівень мінералізації зменшився. Найбільша мінералізація характерна для педоземів, а найменша – для дерново-літогенних ґрунтів на лесоподібних суглинках.

Між рівнем кислотності едафотопу та його мінералізацією статистично вірогідний кореляційний зв'язок відсутній ( $r = 0,005$ ,  $p = 0,85$ ). Але для усіх техноземів, за винятком дерново-літогенних ґрунтів на лесоподібних суглинках, встановлений вірогідний від'ємний зв'язок. Найбільша за модулем кореляція характерна для дерново-літогенних ґрунтів на сіро-зелених глинах ( $r = -0,41$ ,  $p < 0,001$ ), дещо менша кореляція встановлена для техноземів на червоно-бурих глинах ( $r = -0,31$ ,  $p < 0,001$ ). Найменший за модулем з вірогідних зв'язків встановлено для педоземів ( $r = -0,16$ ,  $p < 0,004$ ).

За допомогою коефіцієнтів лінійної залежності фітоіндикаційних оцінок від часу в конкретній точці простору ми можемо показати просторову варіабельність часової динаміки фітоіндикаційних показників (рис. 5). Варіювання вільного члена  $b$  вказує на ретроспективні патерни кислотності у межах ділянок техноземів за рік до початку досліджень (стартові умови). В усіх типах техноземів кислотність створює регулярні просторові патерни, але вони змінюються у часі. Особливості просторового варіювання коефіцієнта  $a$  вказують на те, що ділянки з підвищеною кислотністю мають тенденцію до її зменшення, а зі зменшеною – навпаки, до її збільшення.

Для дерново-літогенних ґрунтів на сіро-зелених глинах встановлений від'ємний коефіцієнт кореляції між параметрами моделі  $a$  та  $b$  ( $r = -0,92$ ,  $p < 0,001$ ). Між дельтою значень вологості у цьому і наступному році та значенням кислотності у цьому році є лінійна залежність. Для сіро-зелених глин вона має вигляд:

$$\frac{\Delta Rc}{\Delta t} = 10,01 - 1,21 \cdot Rc.$$

Динаміка змін кислотності переходить у стаціонарний стан за кислотності, яка дорівнює 8,27. Це свідчить про те, що найбільш наближеними до стаціонарного стану за показником кислотності дерново-літогенні ґрунти на сіро-зелених глинах були у 2014 р. Рівноважне значення рН для цих техноземів становить 6,65.

Для дерново-літогенних ґрунтів на лесоподібних суглинках встановлений від'ємний коефіцієнт кореляції між параметрами моделі  $a$  та  $b$  ( $r = -0,89$ ,  $p < 0,001$ ). Для цих техноземів залежність швидкості змін кислотності від кислотності у поточному році має вигляд:

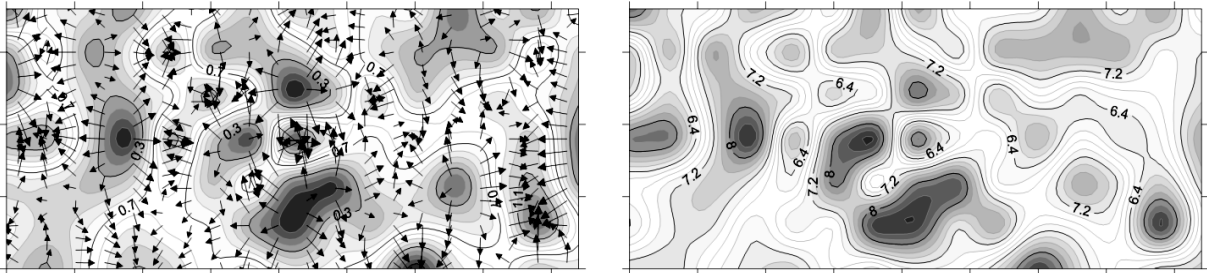
$$\frac{\Delta Rc}{\Delta t} = 12,59 - 1,50 \cdot Rc.$$

Динаміка змін кислотності переходить у стаціонарний стан за вологості, яка дорівнює 8,39. Це свідчить про те, що найбільш наближеними до стаціонарного стану за показником кислотності дерново-літогенні ґрунти на лесоподібних суглинках були у 2014 р.

Для дерново-літогенних ґрунтів на червоно-бурих глинах встановлений від'ємний коефіцієнт кореляції між параметрами моделі  $a$  та  $b$  ( $r = -0,92$ ,  $p < 0,001$ ). Для цих техноземів залежність швидкості змін вологості від вологості у поточному році має вигляд:

$$\frac{\Delta Rc}{\Delta t} = 10,35 - 1,31 \cdot Rc.$$

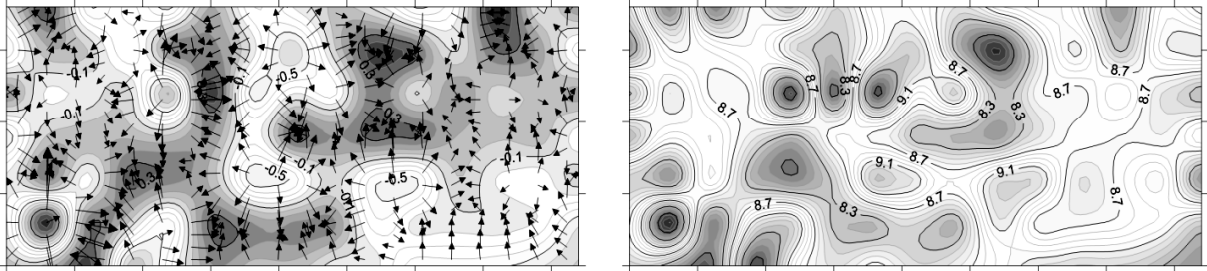
Динаміка змін кислотності переходить у стаціонарний стан за вологості, яка дорівнює 7,90. Це свідчить про те, що найбільш наближеними до стаціонарного стану за показником кислотності дерново-літогенні ґрунти на червоно-бурих глинах були у 2012 р.



a

b

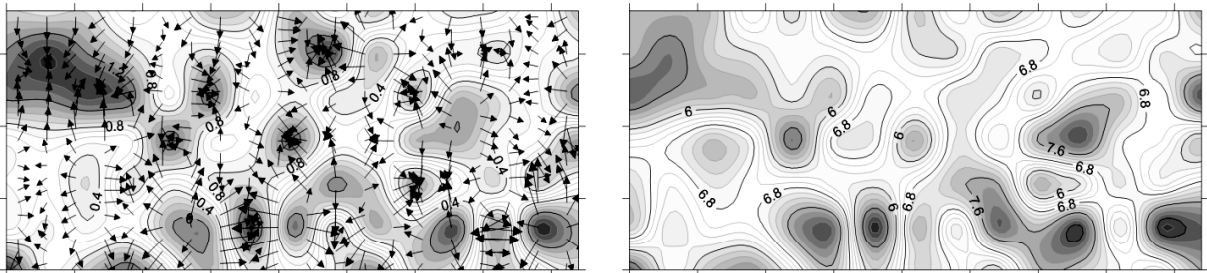
Дерново-літогенні ґрунти на сіро-зелених глинах



a

b

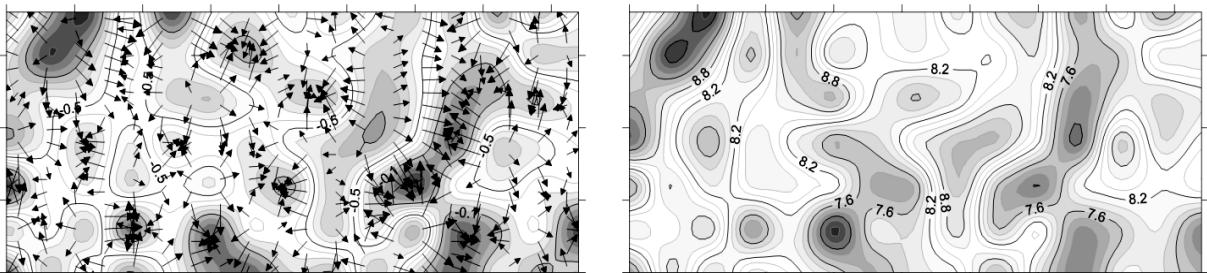
Дерново-літогенні ґрунти на лесоподібних суглинках



a

b

Дерново-літогенні ґрунти на червоно-бурих глинах



a

b

Педоземи

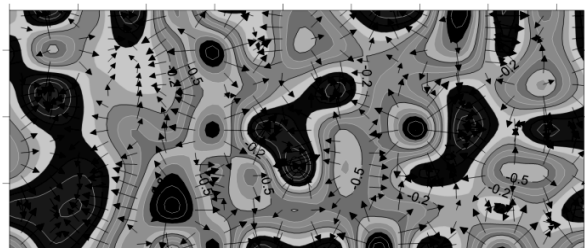
Рис. 5. Просторова варіабельність коефіцієнтів динаміки фітоіндикаційної оцінки кислотності едафотопів техноземів. Стрілками вказані напрямки варіювання оцінок.

Для педоземів встановлений від'ємний коефіцієнт кореляції між параметрами моделі a та b ( $r = -0,88$ ,  $p < 0,001$ ). Для цих техноземів залежність швидкості змін кислотності від кислотності у поточному році має вигляд:

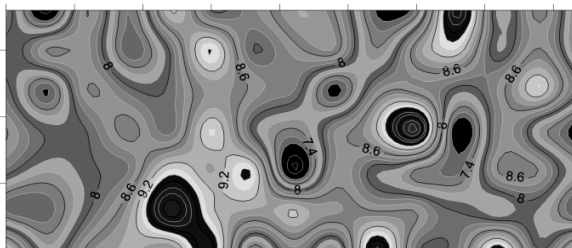
$$\frac{\Delta Rc}{\Delta t} = 6,24 - 0,87 \cdot Rc.$$

Динаміка змін кислотності переходить у стаціонарний стан за кислотності, яка дорівнює 7,17. Це свідчить про те, що найбільш наближеними до стаціонарного стану за показником кислотності педоземи були у 2014 р.

Для оцінок сольового режиму також характерні специфічні просторові патерни, які змінюються у часі (рис. 6). Кожний тип техноземів характеризується специфічними просторовими патернами варіювання показників сольового режиму. Особливості полягають у розмірах та формі однорідних за цим показником ділянок (областей з регулярно підвищеними або пониженими значеннями фітоіндикаційної ознаки), а також їх взаємному розміщенні та контрастності границь. Так, для дерново-літогенних ґрунтів на сіро-зелених глинах характерні обмежені ділянки зі значно підвищеними та значно пониженими значеннями оцінок сольового режиму.

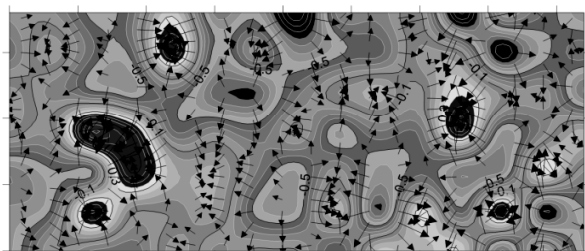


a

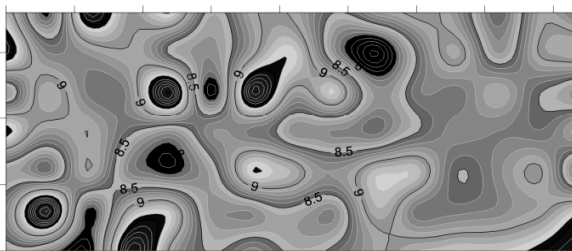


b

Дерново-літогенні ґрунти на сіро-зелених глинах

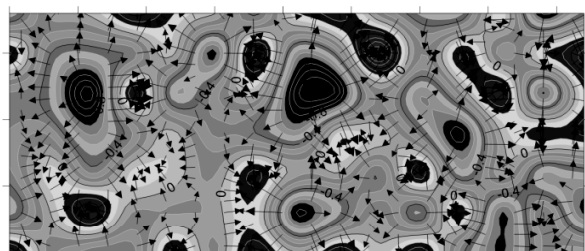


a

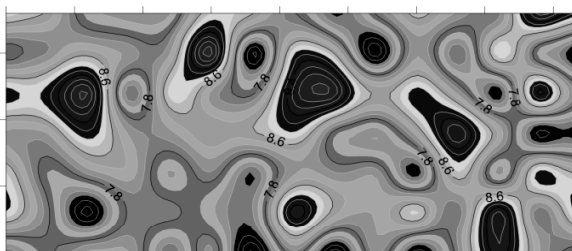


b

Дерново-літогенні ґрунти на лесоподібних суглинках

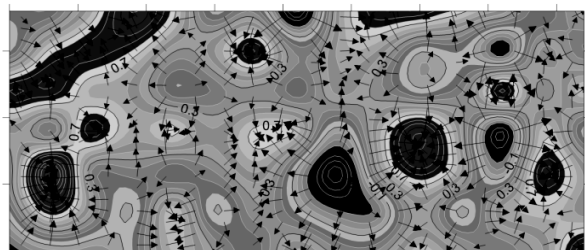


a

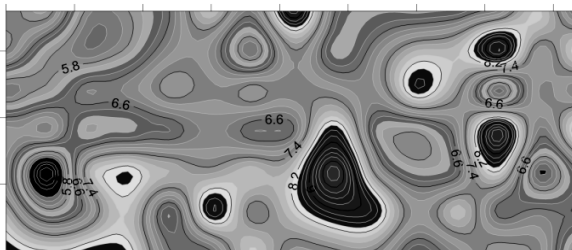


b

Дерново-літогенні ґрунти на червоно-бурих глинах



a



b

Педоземи

Рис. 6. Просторова варіабельність коефіцієнтів динаміки фітоіндикаційної оцінки сольового режиму едафотопів техноземів. Стрілками вказані напрямки варіювання оцінок.

Зона екстремальних значень оточена шлейфом помірних рівнів сольового режиму. Для техноземів на лесоподібних суглинках патерни просторового розміщення показників сольового режиму дуже нагадують структури, притаманні попередньому типу техноземів. Особливість полягає у більш контрастних границях, які оточують ділянки з підвищеними рівнями мінералізації. Патерни техноземів на червоно-бурих глинах мають таку відмінність, що ділянки з підвищеними рівнями мінералізації займають значні ділянки трикутної або овальної форми, тоді як ділянки з пониженими значеннями мінералізації дуже малі та мають округлу або овальну форму.

У педоземах ділянки з підвищеними та пониженими рівнями мінералізації оточені значними по площі зонами з середніми рівнями ознаки, у межах яких зміни сольового режиму відбуваються дуже повільно.

Для дерново-літогенних ґрунтів на сіро-зелених глинах встановлений від'ємний коефіцієнт кореляції між параметрами моделі  $a$  та  $b$  для сольового режиму ( $r = -0,91$ ,  $p < 0,001$ ). Між дельтою значень мінералізації у цьому та наступному році та значенням мінералізації у цьому році є лінійна залежність. Для сіро-зелених глин вона має вигляд:

$$\frac{\Delta Rc}{\Delta x} = 10,22 - 1,29 \cdot Rc.$$

Динаміка змін мінералізації переходить у стаціонарний стан за вологості, яка дорівнює 7,92. Це свідчить про те, що до стаціонарного стану за показником мінералізації система найближче була у 2012 р.

Для дерново-літогенних ґрунтів на лесоподібних суглинках встановлений від'ємний коефіцієнт кореляції між параметрами моделі  $a$  та  $b$  ( $r = -0,92$ ,  $p < 0,001$ ). Для цих техноземів залежність швидкості змін мінералізації від рівня мінералізації у поточному році має вигляд:

$$\frac{\Delta Rc}{\Delta x} = 7,82 - 0,92 \cdot Rc.$$

Динаміка змін мінералізації переходить у стаціонарний стан за мінералізації, яка дорівнює 8,50. Це свідчить про те, що найбільш наближеними до стаціонарного стану за показником мінералізації дерново-літогенні ґрунти на лесоподібних суглинках були у 2013 р.

Для дерново-літогенних ґрунтів на червоно-бурих глинах встановлений від'ємний коефіцієнт кореляції між параметрами моделі  $a$  та  $b$  ( $r = -0,93$ ,  $p < 0,001$ ). Для цих техноземів залежність швидкості змін мінералізації від цього показника в поточному році має вигляд:

$$\frac{\Delta Rc}{\Delta x} = 10,59 - 1,35 \cdot Rc.$$

Динаміка змін сольового режиму переходить у стаціонарний стан за мінералізації яка дорівнює 7,85. Це свідчить про те, що найбільш наближеними до стаціонарного стану за показником сольового режиму дерново-літогенні ґрунти на червоно-бурих глинах були у 2012 р.

Для педоземів встановлений від'ємний коефіцієнт кореляції між параметрами моделі  $a$  та  $b$  ( $r = -0,94$ ,  $p < 0,001$ ). Для цих техноземів залежність швидкості змін мінералізації від цього показника в поточному році має вигляд:

$$\frac{\Delta Rc}{\Delta x} = 9,04 - 1,12 \cdot Rc.$$

Динаміка змін вологості переходить у стаціонарний стан за мінералізації, яка дорівнює 8,07. Це свідчить про те, що найбільш наближеними до стаціонарного стану за показником сольового режиму педоземи були у 2014 р.

**Висновки.** Фітоіндикаційне оцінювання вказує на те, що умови кислотності техноземів Нікопольського марганцеворудного басейну знаходяться у діапазоні від субацидофільних до нейтрофільних. Найменший рівень кислотності едафотопу характерний для педоземів.

Сольовий режим техногенних едафотопів є сприятливим від семіевтрофів до евтрофів. В техноземів усіх типів показники кислотного та сольового режимів створюють регулярні просторові патерни, які змінюються у часі. Ці патерни вказують на наявність автоколивальних просторово-часових процесів у техноземах ендегенної природи, що підтверджує формування в них механізмів функціональної цілісності, які у кінцевому рахунку притаманні природним ґрунтам.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Millennium Ecosystem Assessment, 2005. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Island Press, Washington, DC.
2. Global consequences of land use / Foley A. et al. Science. 2005. Vol. 309. P. 570. URL: <https://doi.org/10.1126/science.1111772>.
3. Забалуєв В.О., Таріка О.Г., Надтока Р.І. Умови, що визначають стійкість і стабільну продуктивність багаторічних культурфітоценозів на штучних едафотопих рекультивованих земель. Вісник Харківського національного аграрного університету. 2002. №.1. С. 211–213.
4. Забалуєв В.О. Едафо-фітоценотичне обґрунтування формування і функціонування стійких агроєкосистем на рекультивованих землях Степу України: дис... д-ра наук: 03.00.16. Київ, 2006. 361 с.
5. Екологія техноземів: монографія / Жуков О.В. та ін. Дніпро: Журфонд, 2017. 442 с.
6. Демидов А.А., Кобець А.С., Грицан Ю.И., Жуков А.В. Пространственная агроэкология и рекультивация земель: монография. Днепропетровск: Изд-во «Свидлер А.Л.», 2013. 560 с. URL: DOI: 10.13140/RG.2.1.5175.5040
7. Стеревська Л.В., Момот Г.Ф., Лехцієр Л.В. Рекультивовані ґрунти: підходи до класифікації і систематики. Ґрунтознавство. 2008. Т. 9. № 3–4. С.147–150.
8. Зверковский В.Н. Биогеоценологическое обоснование лесной рекультивации земель, нарушенных угольной промышленности в степной зоне Украины. дисс. ... д-ра биол. наук: 03.00.16. Днепропетровск, 1999. 566 с.
9. Бекаревич Н.Е., Масюк Н.Т. Эколого-биологические предпосылки сельскохозяйственного освоения участков открытых разработок в Никопольском марганцеворудном бассейне. Почвы Днепропетровской области и пути их рационального использования. Дніпропетровськ: Промінь, 1966. С. 69–74.
10. Масюк Н.Т. Введение в сельскохозяйственную экологию: учеб. пособие. Днепропетр. с.-х. ин-т. Днепропетровск, 1989. 192 с.
11. Травлев А.П. Научные основы техногенной биогеоценологии. Биогеоценологические исследования техногенных ландшафтов степной Украины. Днепропетровск, ДГУ, 1989. С. 4–9.
12. Узбек І.Х. Еколого-біологічна оцінка едафотопів техногенних ландшафтів степової зони України: автореф. дис... д-ра біол. наук: 03.00.16. Дніпропетровськ, 2001. 36 с.
13. Грицан Ю.І., Демидов О.А., Жуков О.В. Екологічне різноманіття агробіогеоценозів як передумова впровадження системи точного землеробства на рекультивованих землях. Структурна перебудова та екологізація економіки в контексті переходу України до збалансованого розвитку. Матер. III Українського екологічного конгресу. 10–11 грудня. Київ: Центр екологічної освіти та інформації, 2009. С. 75–78.
14. Anand M., Tucker B.C., Desrochers R. Ecological monitoring of terrestrial ecosystem recovery from man-made perturbation: assessing community complexity Proceedings of the 10–th International Conference on Modelling, Monitoring and Management of Air Pollution. July 1–3. 2002, Segovia, Spain. WIT Press, Southampton, UK. 2002. P. 341–350.
15. Андроханов В.А., Овсянникова С.В., Курачев В.М. Техноземы: свойства, режимы, функционирование. Новосибирск: Наука. Сибирская издательская фирма РАН, 2000. 200 с.
16. Бекаревич М.О., Масюк М.Т. Техногенні екосистеми та основні напрямки їх оптимізації. Біогеоценологічні дослідження на Україні: Тези доп. респ. наради АН УРСР. Львів, 1975. С. 166–167.
17. Маслікова К.П. Екологічна структура рослинного покриву техноземів Нікопольського марганцеворудного басейну. Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. 2017. №4 (46). С. 77–88.
18. Дідух Я.П. Основи біоіндикації. Київ: Наукова думка, 2012. 344 с.
19. Austin M.P. Non-linear species response models in ordination. Vegetatio. 1976. Vol. 33. P. 33–41.
20. Austin M.P. Vegetation and Environment: Discontinuities and Continuities. Vegetation Ecology, Second Edition. Eddy van der Maarel and Janet Franklin. John Wiley & Sons, Ltd. Published 2013 by John Wiley & Sons, Ltd. 2013. P. 52–84.
21. Austin M.P., Nicholls A.O., Margules C.R. Measurement of the realized qualitative niche: environmental niches of five Eucalyptus species. Ecol. Monogr. 1990. Vol. 60. P. 161–177.
22. Didukh Ya.P. The ecological scales for the species of Ukrainian flora and their use in synphytoindication. Kyiv: Phytosociocentre, 2011. 254 p.
23. Landolt E. Okologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora. Veroff. Geobot. Inst. ETH. Zurich. 1977. N 64. P. 1–208.
24. Ellenberg H. Zeigerwerte der Gefässpflanzen Mitteleuropas. Scripta geobotanica. Göttingen, 1974. Vol. 9. 197 p.
25. Ellenberg H. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. Scripta Geobotanica, 1992. –N 18. 358 p.
26. Buzuk G.N. Phytindication with ecological scales and regression analysis, environmental index. Bulletin of Pharmacy. 2017. Vol. 2(76). P. 31–37.
27. Ter Braak C. J. F. Canonical correspondence analysis, A new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. Ecology. 1986. Vol. 67. P. 1167–1179.
28. Ter Braak C. J. F., Gremmen N. J. M. Ecological amplitudes of plant species and the internal consistency of Ellenberg's indicator values for moisture. Vegetatio. 1987. Vol. 69. P. 79–87.
29. Ter Braak C.J.F., Looman C.W.N. Weighted averaging, logistic regression and the Gaussian response model. Vegetatio. 1986. Vol. 65. P. 3–11.
30. Diversity of Diatom epilithons and quality of water from the subbasin of Oued Mina (district of Tiaret, Algeria) / Negadi M. et al. Ukrainian Journal of Ecology. 2018. Vol. 8(1). P. 103–117. URL: doi: 10.15421/2017\_194
31. Phylogenetic diversity of plant metacommunity of the Dnieper river arena terrace within the “Dnieper-Orilskiy” nature reserve / Zhukov O. et al. Ekológia (Bratislava). 2017. Vol. 36 (4). P. 352–365. URL: DOI:10.1515/eko-2017-0028
32. Smart S.M., Scott W.A. Bias in Ellenberg indicator values – problems with detection of the effect of vegetation type. Journal of Vegetation Science. 2004. Vol. 15. P. 843–846.
33. Wamelink G.W.W., Joosten V., Dobben H.F. van, Berendse F. Validity of Ellenberg indicator values judged from physico-chemical field measurements. J. Veg. Sci. 2002. Vol. 13. P. 269–278.

34. Otýpková Z. The influence of sample plot size on evaluations with Ellenberg indicator values. *Biologia*. 2009. Vol. 64(6). P. 1123–1128.
35. Zhukov O.V., Kunah O.M., Dubinina Y.Y. Sensitivity and resistance of communities, evaluation on the example of the influence of edaphic, vegetation and spatial factors on soil macrofauna. *Biosystems Diversity*. 2017. Vol. 25(4). P. 328–341. URL: doi:10.15421/011750
36. Zhukov A., Zadorozhnaya G. Spatial heterogeneity of mechanical hardness of replantozems. *Principles of ecology*. 2017. Vol. 6(3). P. 66–80. URL: DOI: 10.15393/j1.art.2017.6322
37. Ewald J. The sensitivity of Ellenberg indicator values to the completeness of vegetation relevés. *Basic Appl Ecol*. 2003. Vol. 4(6). P. 507–513.
38. Rosenzweig M. L. *Species Diversity in Space and Time*. Cambridge, UK, Cambridge University Press, 1995. 386 p.
39. Szymura T. H., Szymura M., Macioł A. Bioindication with Ellenberg's indicator values: A comparison with measured parameters in Central European oak forests. *Ecological Indicators*. 2014. Vol. 46. P. 495–503. URL: DOI: 10.1016/j.ecolind.2014.07.013
40. Zhukov O.V., Kunah O. M., Dubinina Y.Y., Ganzha D. S. Diversity and phytoindication ability of plant community. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2017. Vol. 7(4). P. 81–99.
41. Zelený D., Schaffers A. P. Too good to be true, pitfalls of using mean Ellenberg indicator values in vegetation analyses. *J. Veg. Sci*. 2012. Vol. 23(3). P. 419–431.
42. Zhukov O.V., Potapenko O.V. Environmental impact assessment of distribution substations, the case of phytoindication. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2016. Vol. 7(1). P. 5–21.

#### REFERENCES

1. Millennium Ecosystem Assessment, *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC. 2005.
2. Foley, J.A., DeFries, R., Asner, G.P., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S.R., Chapin, F.S., Coe, M.T., Daily, G.C., Gibbs, H.K., Helkowski, J.H., Holloway, T., Howard, E.A., Kucharik, C.J., Monfreda, C., Patz, J.A., Prentice, C., Ramankutty, N., Snyder, P.K. Global consequences of land use. *Science*, 2005, Vol. 309, 570 p. Retrieved from: <https://doi.org/10.1126/science.1111772>.
3. Zabaluyev, V.O., Tarika, O.H., Nadtoka, R.I. (2002). Umovy, shcho vyznachayut' stiykist' i stabil'nu produktyvnist' bahatorichnykh kul'turfitotsenziv na stuchnykh edafotopakh rekul'tyvovanykh zemel' [The conditions that determine the stability and consistent performance of perennial culturphytoecoenosis on artificial edafotops of the reclaimed land]. *Visnyk Kharkivskoho natsional'noho ahrarnoho universytetu* [Bulletin of the Kharkov National Agrarian University], no. 1, pp. 211–213.
4. Zabaluyev, V.O. (2006). Edafo-fitotsenotychne obgruntuvannya i funktsionuvannya stiykykh ahroekosystem na rekul'tyvovanykh zemlyakh Stepu Ukrainy. *Dys. d-ra nauk* [Edafo-phytoecoenotic study of the formation and functioning of sustainable agroecosystems on the reclaimed lands of Steppe Ukraine. Dr. sci. diss.]. Kyiv, 361 p.
5. Zhukov, O.V., Zadorozhna, H.O., Maslikova, K. P., Andrushevych, K.V., Lyads'ka, I.V. (2017). Ekolohiya tekhnozemiv [Ecology of the technozems]. *Dnipro, Zhurfond*, 442 p.
6. Demydov, A.A., Kobets, A.S., Hrytsan, Yu.Y., Zhukov, A.V. (2013). Prostranstvennaya ahroekolohyya y rekul'tyvatsyya zemel' [Spatial agroecology and lands reclamation]. *Dnepropetrovsk, «Svydler A.L.»*, 560 p. Retrieved from: DOI: 10.13140/RG.2.1.5175.5040
7. Yeterevs'ka, L.V., Momot, H.F., Lekhtsiyer, L.V. (2008). Rekul'tyvovani grunty pidkhody do klasyfikatsiyi i systematyky [Reclaimed soils: approaches to classification and systematics]. *Gruntoznavstvo* [Soil cultivation], Vol. 9, no. 3–4, pp. 147–150.
8. Zverkovskyy, V.N. (1999). Byoheotsenolohycheskoe obosnovanye lesnoy rekul'tyvatsyy zemel', narushennykh uhol'noy promyshlennost'yu v stepnoy zone Ukrainy. *Dyss. ... d-ra byol. Nauk* [Biogeocenologic rationale for forest reclamation violated the coal industry in the steppe zone of Ukraine. Dr. biol. sci. diss.]. Dnepropetrovsk, 566 p.
9. Bekarevich, N.E., Masjuk, N.T. (1966). Jekologo-biologicheskie predposylki sel'skohozhajstvennogo osvoiniya uchastkov otkrytykh razrabotok v Nikopol'skom margancevorodnom bassejine [Ecological and biological background agricultural development opencast sites in Nikopol mangan ore basin]. *Pochvy Dnepropetrovskoj oblasti i puti ih racional'nogo ispol'zovaniya* [The soil of the Dnepropetrovsk region and path management]. Dnepropetrovsk, Promin', pp. 69–74.
10. Masyuk, N.T. (1989). *Vvedenie v sel'skohozyaystvennyu ekologiyu* [Introduction to agricultural Ecology]. Dnepropetrovsk, Dnepropetr. s.-h. in-t., 192 p.
11. Travleev, A. P. (1989). Nauchnyie osnovy tehnogennoy biogeotsenologii [Scientific basis of man-made biogeocenology]. *Biogeotsenologicheskie issledovaniya tehnogennyih landshaftov stepnoy Ukrainy* [Biogeocenological study of man-made landscape of steppe Ukraine]. Dnepropetrovsk, DGU, pp. 4–9.
12. Uzbek, I.Kh. (2001). Ekoloho-biolohichna otsinka edafotopiv tekhnohennykh landshaftiv stepovoyi zony Ukrainy [Ecological and biological evaluation of edafotopiv industrial landscapes of the steppe zone of Ukraine. Dr. biol. sci. diss.]. Dnepropetrovsk, DNU, 36 p.
13. Hrytsan, Yu.Y., Demydov, O. A., Zhukov, O. V. (2009). Ekolohichne riznomanitya ahrobieotsenziv yak peredumova vprovadzhennya systemy tochnoho zemlerobstva na rekul'tyvovanykh zemlyakh [Ecological diversity of agrobiogeocenosis as a precondition for the introduction of a system of precision farming in the reclaimed lands]. *Strukturna perebudova ta ekolohizatsiya ekonomiky v konteksti perekhodu Ukrainy do zbalansovanoho rozvytku. Mater. III Ukrayins'koho ekolohichnogo konhresu* [Structural rebuilding and greening the economy in the context of Ukraine's transition to sustainable development. Proceed. III Ukrainian ecological Congress]. Kyiv, Center for Ecological and Technical Information and Information, pp. 75–78.
14. Anand, M., Tucker, B.C., Desrochers, R. Ecological monitoring of terrestrial ecosystem recovery from man-made perturbation: assessing community complexity. *Proceedings of the 10-th International Conference on Modelling, Monitoring and Management of Air Pollution*. July 1–3., Segovia, Spain. WIT Press, Southampton, UK, 2002, pp. 341–350.

15. Androhanov, V.A., Ovsyannikova, S.V., Kurachev, V.M. (2000). *Tehnozemy: svoystva, rezhimy, funktsionirovanie [Tehnozemy: properties, modes of functioning]*. Novosibirsk, Science, Sibirskaya izdatelskaya firma RAN, 200 p.
16. Bekarevych, M.O., Masyuk, M.T. (1975). *Tekhnohenni ekosystemy ta osnovni napryamky yikh optymizatsiyi [Man-made ecosystems and the basic directions of their optimization]*. Bioheotsenolohichni doslidzhennya na Ukrayini. Tezy dop. resp. narady AN URSR [Biogeocenological research in Ukraine. Theses. Rep. the meeting of Ukrainian Academy of Science]. L'viv, pp. 166–167.
17. Maslikova, K. P. (2017). *Ekolohichna struktura roslynnoho pokryvu tekhnomeziv Nikopol'skoho marhantsevorudnoho baseynu [Vegetation ecological structure of Nikopol manganese ore basin replantosems]*. Visnyk Dnipropetrovs'koho derzhavnogo ahrarno-ekonomichnoho universytetu [News of Dnipropetrovsk State Agrarian and Economic University], no. 4 (46), pp. 77–88.
18. Didukh, Ya.P. (2012). *Osnovy bioindykatsiyi [The basics of bioindication]*. Kyiv, Scientific thought, 344 p.
19. Austin, M.P. Non-linear species response models in ordination. *Vegetatio*. 1976, Vol. 33, pp. 33–41.
20. Austin, M.P. *Vegetation and Environment: Discontinuities and Continuities*. *Vegetation Ecology*, Second Edition. Eddy van der Maarel and Janet Franklin. John Wiley & Sons, Ltd. Published 2013 by John Wiley & Sons, Ltd. 2013, pp. 52–84.
21. Austin, M.P., Nicholls, A.O., Margules, C.R. Measurement of the realized qualitative niche: environmental niches of five Eucalyptus species. *Ecol. Monogr.* 1990, Vol. 60, pp. 161–177.
22. Didukh, Ya.P. *The ecological scales for the species of Ukrainian flora and their use in synphytoindication*. Kyiv, Phytosociocentre, 2011.
23. Landolt, E. *Okologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora*. Veroff. Geobot. Inst. ETH. Zurich. 1977, no. 64, pp. 1–208.
24. Ellenberg, H. *Zeigerwerte der Gefässpflanzen Mitteleuropas*. *Scripta geobotanica*. Göttingen. 1974, Vol. 9, 197 p.
25. Ellenberg, H., Weber, H.E., Dull, R., Wirth, V., Werner, W., Paulissen, D. *Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa*. *Scripta Geobotanica*. 1992, no. 18, 358 p.
26. Buzuk, G.N. *Phytoindication with ecological scales and regression analysis, environmental index*. *Bulletin of Pharmacy*. 2017, Vol. 2(76), pp. 31–37.
27. Ter Braak, C. J. F. Canonical correspondence analysis, A new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology*. 1986, Vol. 67, pp. 1167–1179.
28. Ter Braak, C. J. F., Gremmen, N. J. M. Ecological amplitudes of plant species and the internal consistency of Ellenberg's indicator values for moisture. *Vegetatio*. 1987, Vol. 69, pp. 79–87.
29. Ter Braak, C.J.F., Looman, C.W.N. Weighted averaging, logistic regression and the Gaussian response model. *Vegetatio*. 1986, Vol. 65, pp. 3–11.
30. Negadi, M., Hassani, A., Ait Hammou, M., Dahmani, W., Miara, M.D., Kharytonov, M., Zhukov, O. Diversity of Diatom epilithons and quality of water from the subbasin of Oued Mina (district of Tiaret, Algeria). *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018, Vol. 8(1), pp. 103–117. Retrieved from: DOI: 10.15421/2017\_194
31. Zhukov, O., Kunah, O., Dubinina, Y., Ganga, D., Zadorozhnaya, G. Phylogenetic diversity of plant metacommunity of the Dnieper river arena terrace within the "Dnieper-Orilskiy" nature reserve. *Ekológia (Bratislava)*. 2017, Vol. 36 (4), pp. 352–365. Retrieved from: DOI:10.1515/eko-2017-0028
32. Smart, S.M., Scott, W.A. Bias in Ellenberg indicator values – problems with detection of the effect of vegetation type. *Journal of Vegetation Science*. 2004, Vol. 15, pp. 843–846.
33. Wamelink, G.W.W., Joosten, V., van Dobben, H.F., Berendse F. Validity of Ellenberg indicator values judged from physico-chemical field measurements. *J. Veg. Sci.* 2002, Vol. 13, pp. 269–278.
34. Otýpková, Z. The influence of sample plot size on evaluations with Ellenberg indicator values. *Biologia*. 2009, Vol. 64(6), pp. 1123–1128.
35. Zhukov, O.V., Kunah, O. M., Dubinina, Y.Y. Sensitivity and resistance of communities, evaluation on the example of the influence of edaphic, vegetation and spatial factors on soil macrofauna. *Biosystems Diversity*. 2017, Vol. 25(4), pp. 328–341. Retrieved from: DOI:10.15421/011750
36. Zhukov, A., Zadorozhnaya, G. Spatial heterogeneity of mechanical hardness of replantozems. *Principles of ecology*. 2017, Vol. 6 (3), pp. 66–80. Retrieved from: DOI: 10.15393/j1.art.2017.6322
37. Ewald, J. The sensitivity of Ellenberg indicator values to the completeness of vegetation relevés. *Basic Appl Ecol*. 2003, Vol. 4(6), pp. 507–513.
38. Rosenzweig, M.L. *Species Diversity in Space and Time*. Cambridge, UK, Cambridge University Press. 1995, 386 p.
39. Szymura, T. H., Szymura, M., Macioł, A. Bioindication with Ellenberg's indicator values: A comparison with measured parameters in Central European oak forests. *Ecological Indicators*. 2014, Vol. 46, pp. 495–503. Retrieved from: DOI: 10.1016/j.ecolind.2014.07.013
40. Zhukov, O.V., Kunah, O. M., Dubinina, Y.Y., Ganzha, D. S. Diversity and phytoindication ability of plant community. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2017, Vol. 7(4), pp. 81–99.
41. Zelený, D., Schaffers, A. P. Too good to be true, pitfalls of using mean Ellenberg indicator values in vegetation analyses. *J. Veg. Sci.* 2012, Vol. 23(3), pp. 419–431.
42. Zhukov, O.V., Potapenko, O.V. Environmental impact assessment of distribution substations, the case of phytoindication. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2016, Vol. 7(1), pp. 5–21.

**Пространственно-временная динамика фитоиндикационных оценок кислотности и солевого режима техноземов Никопольского марганцеворудного бассейна**

**К. П. Масликова**

В результате исследований на протяжении 2012–2014 гг. установлены закономерности пространственной и временной динамики фитоиндикационных оценок кислотности и солевого режима наиболее типичных техноземов Никопольского марганцеворудного бассейна в процессе сельскохозяйственной рекультивации: в педоземах, дерново-литогенных почвах на серо-зеленых глинах, красно-бурых глинах и на лесовидных суглинках. В работе применены

фітоіндикаційні шкали Я. П. Дидука кислотного (Rc) і солевого (SI) режимів. Фітоіндикаційні оцінки виконані по регулярній сітці експериментів, що дозволяє прослідкувати зміни в даній точці простору на протязі певного часу. Порівняльно обмежений діапазон часу досліджень дає можливість описати тренди змінливості з допомогою лінійної моделі. Показано, що умови кислотності техноземів знаходяться в діапазоні від субацидофільних до нейтрофільних. Найменший рівень кислотності едафотопу характерен для педоземів (рН = 6,25–6,50), а найбільший – для дерново-літогенних ґрунтів на лесовидних суглинках (рН = 6,53–6,86). Солевої режим техногенних едафотопів є сприятливим для семіевтрофів і евтрофів. В техноземі всіх типів показателі кислотного і солевого режимів створюють регулярні просторові патерни, які змінюються во часі. Ці патерни вказують на наявність автоколебальних просторово-часових процесів в техноземі ендегенної природи, що підтверджує формування в них механізмів функціональної цілості, які в кінцевому рахунку є властивими природним ґрунтам.

**Ключові слова:** техноземи, фітоіндикація, екологічні режими, кислотність, солевої режим, просторове варіювання.

#### **Spatial-temporal dynamics of phytoindication assessments of acidity and salt regime of Nikopol manganese ore basin tehnozems**

**К. Maslikova**

The result of the research conducted in 2012–2014 reveal the regularities of spatial and temporal dynamics of phytoindication assessments of acidity and salt regime of most typical tehnozems of the Nikopol manganese ore basin in the process of agriculture recultivation: pedozems, sod-litogenic soils on the gray-green clay, red-brown clay and loesses-like clay loams.

Ya. P. Didukh phytoindication scale of acidity (Rc) and salt regime (SI) was applied in the investigation. Phytoindication assessment was performed by a regular grid of test that allows you to track changes in the given point of space for some time. A relatively limited range of time allows you to describe the trends and variability using linear model. Using the coefficients of the linear dependence of phytoindicator assessments from time to time at a particular point in space, we can show the spatial variable temporal dynamics of ecological indicators. Variation of free coefficient *b* indicates the retrospective patterns of acidity within the plots of tehnozems a year before the beginning (starting). In all types of tehnozems acidity creates regular spatial patterns, but they change in time. Features of spatial variation coefficient and point to the fact that areas with high acidity tend to it, and with reduced – on the contrary, it increases. It is shown that the conditions of acidity of tehnozems are in the range from subacidophilic to neutrofilic. The smallest level of acidity of edafotops was found for pedozems (pH = 6.25–6.50) and greatest was found for sod-litogenic soils on the loesses-like clay loams (pH = 6.53–6.86). Edafotops salt regime is favorable from semievtrofs to evtrofs. For assessments salt regime is also characterized by specific spatial patterns that change in time. Each tehnozems type is characterized by specific patterns of spatial variation indices of the salt regime. Features are as uniform size and shape in this indicator areas (areas with regular or elevated values of the phytoindicator scale) and their mutual boundaries are located and contrast. Thus, for the sod lithogenic soil on gray-green clay characteristic limited areas with significantly higher values and considerably reduced assessments salt regime. In all types of tehnozems indicators of acid and salt regimes create regular spatial patterns that they change in time. These patterns indicate the presence of autooscillator spatial-temporal processes in tehnozems endogenous nature confirming forming in them the mechanisms of functional integrity, who ultimately inherent natural soils.

**Key words:** tehnozems, phytoindication, ecological regimes, acidity, salt, spatial variation.

*Надійшла 10.04.2018 р.*

**УДК 633.15:632.954:631.811.98**

**ЗАБОЛОТНИЙ О.І., ЗАБОЛОТНА А.В., ЛЕОНТЮК І.Б.,  
РОЗБОРСЬКА Л.В., ГОЛОДРИГА О.В., кандидати с.-г. наук**

*Уманський національний університет садівництва  
aleks.zabolotnyi@gmail.com*

#### **ОСНОВНІ ФІЗІОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ У РОСЛИНАХ КУКУРУДЗИ ЗА ВНЕСЕННЯ ГЕРБІЦИДУ СТЕЛЛАР, В.Р.**

Основним завданням сучасних технологій вирощування кукурудзи є отримання максимальних урожаїв, що можливо без ефективного контролю бур'янів. Внаслідок забур'яненості втрати урожаю можуть досягати 80 % і більше. Основним елементом у вирішенні проблеми забур'яненості агрофітоценозів кукурудзи є розробка ефективних заходів з регулювання присутності бур'янового компонента. З огляду на недостатню ефективність механічних засобів контролювання бур'янів, більшість виробників аграрної продукції застосовують гербіциди. Використання гербіцидів у посівах сільськогосподарських культур сприяє різкому зменшенню забур'яненості посівів і підвищенню урожайності зерна, зменшенню його засміченості насінням бур'янів. Крім того, гербіциди на 40,4–62,2 % зменшують надходження насіння бур'янів у ґрунт. Також застосування гербіцидів сприяє покращенню мінерального живлення рослин, оскільки усувається конкуренція з боку бур'янів за цей фактор життя. Це, в свою чергу, сприяє поліпшенню росту і розвитку польових культур та зростанню їх продуктивності. У зв'язку з наведеним завданням було дослідити вплив гербіциду Стеллар, в.р. на формування листкової поверхні та фотосинтетичного потенціалу кукурудзи, дина-

міку накопичення хлорофілів та чисту продуктивність фотосинтезу. Наведено результати досліджень з вивчення ефективності застосування різних норм (1,0; 1,1; 1,2 та 1,3 л/га) гербіциду. Встановлено, що внесення досліджуваного препарату завдяки усуненню переважної кількості сеgetальної рослинності у посівах кукурудзи та скороченню періоду їх шкідливої дії сприяє активізації основних фізіологічних процесів рослин культури, що лежать в основі формування її продуктивності. Найбільш ефективним за внесення гербіциду виявилось застосування 1,2 л/га Стеллару, в.р. У цьому варіанті досліду спостерігається збільшення листкової поверхні, показника ФПП, зростання вмісту суми хлорофілів ( $a+b$ ) та показника чистої продуктивності фотосинтезу до 20 % залежно від фази розвитку культури та року досліджень.

**Ключові слова:** кукурудза, гербіцид, Стеллар, в.р., площа листків, фотосинтетичний потенціал посіву, сума хлорофілів ( $a+b$ ), чиста продуктивність фотосинтезу, ефективність.

**Постановка проблеми.** Збільшення валових зборів зерна – одне з найважливіших завдань, що постійно постає перед людством. Нині ця проблема знову загострюється, адже чисельність населення на планеті в останній час досягла 7 млрд чоловік і, за оцінками фахівців, до 2050 р. перевищить 9 млрд [1]. Крім того, зростає попит на продукти харчування як у розвинених країнах світу, так і в тих, що стрімко розвиваються в останні роки, зокрема Китай та Індія [2]. При збереженні теперішніх темпів зростання чисельності жителів планети з метою забезпечення його достатньою кількістю продуктів харчування врожайність основних польових культур необхідно збільшити вдвічі впродовж найближчого проміжку часу [3].

У зв'язку з наведеним зрозумілою є зацікавленість виробників аграрної продукції такою культурою як кукурудза. Це одна з високопродуктивних злакових культур універсального призначення, яка за рівнем врожайності за достатнього вологозабезпечення переважає багато культур. Вона відзначається цілим рядом кормових і харчових властивостей, використовується в різноманітних галузях сільського господарства і переробної промисловості [4, 5]. Однак кукурудза належить до культур, які у разі відсутності належного догляду за посівами різко знижують продуктивність від забур'яненості посівів [6].

У посівах кукурудзи досить шкідливими є багаторічні коренепаросткові бур'яни. За сильної забур'яненості посівів кукурудзи осотом рожевим і жовтим, берізкою польовою, гірчаком степовим звичайним урожайність знижується на 50–55 %, за середньої – на 35–40 і слабкої – на 20–30 % [7]. Тому для неї відпрацьовані системи контролювання бур'янових рослин як механічними, так і хімічними засобами [8].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** В останні роки спостерігається чітка тенденція розширення посівних площ кукурудзи на зерно, що обумовлено підвищенням попиту на продукти харчування та біосировину, відкриттям нових перспективних ринків, а сам ринок стає більш активним в результаті зростання рівня споживання і можливостей споживачів у різних країнах світу [9]. Основним завданням сучасних технологій вирощування кукурудзи є отримання максимальних урожаїв, вирішення якого неможливе без ефективного контролю бур'янів [10]. Внаслідок забур'яненості втрати урожаю можуть досягати 80 % і більше [11, 12]. Збитки, яких завдають бур'яни, перевищують втрати від шкідників та хвороб [13]. Основним елементом у вирішенні проблеми забур'яненості агрофітоценозів кукурудзи є розробка ефективних заходів з регулювання присутності бур'янового компонента [14].

З огляду на недостатню ефективність механічних засобів від бур'янів, більшість високорозвинутих зарубіжних країн, у т. ч. США, Іспанія, Франція, повністю перейшли на їхнє знищення за допомогою ґрунтових та страхових гербіцидів, витрати на які окуповуються приростами врожаїв до десяти разів. Діючі речовини цих препаратів проникають в тканини рослин бур'янів через кореневу систему або через продихи листя, що призводить до їхнього отруєння та загибелі, не пошкоджуючи кукурудзи. Використання гербіцидів у посівах сільськогосподарських культур сприяє різкому зменшенню забур'яненості посівів і підвищенню урожайності зерна, зменшенню його засміченості насінням бур'янів. Крім того, гербіциди на 40,4–62,2 % зменшують надходження насіння бур'янів у ґрунт [15]. Також застосування гербіцидів сприяє покращенню мінерального живлення рослин, оскільки усувається конкуренція з боку бур'янів за цей фактор життя. Це, в свою чергу, сприяє поліпшенню росту і розвитку польових культур та зростанню їх продуктивності [16, 17].

Також проводилися дослідження формування забур'яненості посівів кукурудзи та підвищення ефективності хімічного методу контролю бур'янів у посівах кукурудзи шляхом використання у робочих розчинах гербіцидів поверхнево-активних речовин [18–20].

Однак гербіциди є певним фактором, який може впливати позитивно чи негативно на польові культури, тому їх дія в будь-якому випадку спричиняє зміни у процесах життєдіяльно-

сті рослинного організму [21]. При застосуванні гербіцидів у рослин, як культурних, так і рудеральних, може виникати цільова і нецільова резистентність [22]. За цільової резистентності, коли сайтом дії гербіциду є певний фермент, вона може зумовлюватися генетичними змінами [23]. Нецільова резистентність зумовлюється активацією систем, що перешкоджають потраплянню гербіциду до місця його впливу, через зменшення поглинання чи транслокації гербіциду, підвищення рівня метаболічної детоксикації гербіциду [24]. Вона також може забезпечувати резистентність до гербіцидів з іншими механізмами дії [25].

У зв'язку з наведеним, одним із завдань наших досліджень було встановити вплив гербіциду Стеллар, в.р. на такі фізіологічні процеси у рослинах кукурудзи як динаміка накопичення хлорофілів та чиста продуктивність фотосинтезу.

Важлива роль у формуванні високої продуктивності польових культур належить головному компоненту рослинних фотосистем – хлорофілу, який забезпечує поглинання фотонів і визначає ефективність використання енергії, яку вони несуть [26]. Вивчення асиміляційних структур рослин і, перш за все, пігментів – хлорофілів та каротиноїдів (головних фоторецепторів рослинних клітин) – має важливе значення для аналізу взаємодії рослин з умовами середовища та дослідження адаптації їх до різних чинників, в тому числі і дії гербіцидів. Також сформувались уявлення про залежність спрямованості й продуктивності фотосинтезу від дії факторів, у тому числі гербіцидів, які можуть суттєво впливати на вміст хлорофілів та їх функціональну активність [27]. Тому дослідження динаміки накопичення хлорофілу в листках рослин під впливом хімічних факторів має велике значення, оскільки його вміст впливає на інтенсивність фотосинтезу і ряд інших фізіологічних процесів.

При застосуванні гербіцидів необхідно знати їх вплив на фактори, які визначають високий біологічний урожай. До таких факторів належить чиста продуктивність фотосинтезу. Так, дослідженнями із застосуванням гербіциду Трофі 90 встановлено, що за внесення гербіциду в нормі 2,5 л/га чиста продуктивність фотосинтезу зросла проти контролю I на 0,99 г/м<sup>2</sup> за добу при НР<sub>05</sub> 0,20 г/м<sup>2</sup> за добу [28]. Дослідження впливу гербіциду Тітус 25 на формування показника ЧПФ показало, що найбільш активно фотосинтетичні процеси серед варіантів досліду із внесенням гербіциду відбувалися за дії 50 г/га препарату, де показник ЧПФ був більшим за контроль I на 18,1 % та на 1,2 % – за контроль II [29].

**Метою дослідження** було визначення впливу норм гербіциду Стеллар, в.р. на динаміку вмісту суми хлорофілів ( $a+b$ ) та формування показника чистої продуктивності фотосинтезу.

**Матеріал і методика досліджень.** Досліди виконували в польових і лабораторних умовах кафедри мікробіології, біохімії і фізіології рослин Уманського національного університету садівництва в посівах кукурудзи гібрида Порумбень 359 МВ впродовж 2016–2017 рр. Гербіцид Стеллар, в.р. (виробник – фірма Basf AG, Німеччина; діюча речовина – дикамба, 160 л/г та топрамезон, 50 г/л) у нормах 1,0; 1,1; 1,2 і 1,3 л/га вносили у фазі розвитку кукурудзи 3–5 листків обприскувачем ОГН–600 з витратою робочого розчину 200 л/га. Повторність досліду триразова. Грунт – чорнозем опідзолений важкосуглинковий, вміст гумусу в орному шарі 3,2–3,3 %. Ступінь насиченості профілю ґрунту основами в межах 89,8–92,5 %, реакція ґрунтового розчину середньокисла (рНксл 5,5), гідролітична кислотність – 1,93–2,26 смоль/кг ґрунту, вміст рухомих сполук фосфору та калію (за методом Чирикова) – 120–132 мг/кг ґрунту, азоту лужногідролізованих сполук (за методом Корнфілда) – 103 мг/кг ґрунту.

Листкову поверхню визначали лінійним методом за параметрами листкової пластинки з використанням поправочного коефіцієнта:

$$S = k \times l \times n,$$

де  $S$  – площа листка, см<sup>2</sup>;

$k$  – поправочний коефіцієнт (0,75);

$l$  – довжина листка, см;

$n$  – ширина листка у найширшому місці, см [30].

Фотосинтетичний потенціал посіву розраховували за формулою:

$$\Phi_{\text{ПП}} = \frac{(L_1 + L_2) \times n_1 + (L_2 + L_3) \times n_2 + (L_{n-1} + L_n) \times n_n}{2},$$

де  $\Phi_{\text{ПП}}$  – фотосинтетичний потенціал посіву, м<sup>2</sup>×діб;

$L_1, L_2, L_3, \dots, L_n$  – площа листкової поверхні на 1 га посіву у відповідні фази, м<sup>2</sup>/га;

$n_1, n_2, n_3, \dots, n_n$  – період між двома суміжними визначеннями листкової поверхні, діб [30].

Вміст суми хлорофілів ( $a+b$ ) розраховували за формулою:

$$C_{\text{хл.а+хл.б}} = 6,10D_{665} + 20,04D_{649},$$

де  $C_{\text{хл.а}}$  +  $C_{\text{хл.б}}$  – концентрації суми хлорофілів ( $a+b$ ), мг/г сирової речовини;

$D$  – експериментально отримані величини оптичної щільності витяжки пігментів за відповідних довжинах хвиль ФЕК [30].

Чисту продуктивність фотосинтезу визначали відповідно до формули:

$$\text{ЧПФ} = \frac{B_2 - B_1}{0,5 \times (L_1 + L_2) \times T},$$

де ЧПФ – чиста продуктивність фотосинтезу, г/м<sup>2</sup> за добу;

$(B_2 - B_1)$  – приріст маси сухої речовини за  $n$  днів, г;

$0,5 \times (L_1 + L_2)$  – середня робоча площа листової поверхні за обліковий період, м<sup>2</sup>;

$n$  – період між двома спостереженнями, діб [30].

**Основні результати досліджень.** Визначення площі фотосинтетичної поверхні посіву кукурудзи виявило, що у різних варіантах досліду цей показник був різним і залежав від частки усунення рудерального компонента агрофітоценозу кукурудзи при застосуванні ручних прополовань та гербіциду. Так, зокрема, при визначенні листової поверхні у 2016 році встановлено, що у разі використання 1,0 л/га гербіциду у фазу викидання волоті площа фотосинтетичної поверхні зросла проти контролю I на 2,8 тис. м<sup>2</sup>/га, тоді як при застосуванні 1,1 та 1,2 л/га – відповідно на 5,4 та 7,2 тис. м<sup>2</sup>/га при НІР<sub>05</sub> 5,3 тис. м<sup>2</sup>/га. Подальше підвищення норми внесення препарату також сприяло збільшенню розмірів листової поверхні, хоча і дещо меншою мірою у порівнянні з попередніми варіантами досліду. Найбільшу листову поверхню (46,6 тис. м<sup>2</sup>/га) відмічено у разі проведення ручних прополовань, де бур'яновий компонент посіву кукурудзи було усунено повністю (табл. 1).

Таблиця 1 – Фотосинтетична поверхня та потенціал кукурудзи залежно від дії різних норм гербіциду Стеллар, в.р.

Варіант досліду	Площа листків кукурудзи у фазу викидання волоті, тис. м <sup>2</sup> /га		Фотосинтетичний потенціал посіву, тис. м <sup>2</sup> ×діб	
	2016 р.	2017 р.	2016 р.	2017 р.
Без гербіциду (контроль I)	38,3	37,6	1910,3	1889,3
Без гербіциду + ручні прополовання (контроль II)	46,6	46,1	2198,1	2099,1
Стеллар, в.р., 1,0 л/га	41,1	40,5	1990,8	1963,2
Стеллар, в.р., 1,1 л/га	43,7	32,3	2100,5	2040,1
Стеллар, в.р., 1,2 л/га	45,5	45,1	2141,1	2073,2
Стеллар, в.р., 1,3 л/га	42,3	41,8	2004,1	1981,3
<b>НІР<sub>05</sub></b>	<b>5,3</b>	<b>5,1</b>	<b>179,9</b>	<b>162,3</b>

У 2017 році через меншу кількість опадів площа листків кукурудзи була дещо меншою, ніж у 2016 році, однак залежність її формування від умов, що склалися у варіантах досліду при усуненні бур'янів залишалася такою ж. Найбільші розміри фотосинтетичної поверхні серед варіантів досліду із застосуванням гербіциду було відмічено за внесення 1,2 л/га препарату – на 7,5 тис. м<sup>2</sup>/га більше за контроль I при НІР<sub>05</sub> 5,1 тис. м<sup>2</sup>/га.

Також одним із основних показників фотосинтетичної діяльності рослин є фотосинтетичний потенціал посіву, що ілюструє продуктивність функціонування асиміляційного апарату протягом вегетації. Нами встановлено, що ФПП, як і листову поверхню, мали найбільше значення за проведення ручних прополовань та внесенні 1,2 л/га гербіциду. Так, у 2016 році показник ФПП у цих варіантах досліду становив відповідно 2198,1 та 2141,1 тис. м<sup>2</sup>×діб за НІР<sub>05</sub> 179,9 тис. м<sup>2</sup>×діб, а у більш сухішому 2017 році – відповідно 2099,1 та 2073,1 тис. м<sup>2</sup>×діб за НІР<sub>05</sub> 162,3 тис. м<sup>2</sup>×діб (табл. 1).

Збільшення розмірів листової поверхні і, як результат, фотосинтетичного потенціалу посіву, очевидно, обумовлено повним усуненням сегетального компоненту з посівів кукурудзи або переважної його частини. За рахунок цього рослинам культури почало більше надходити елементів живлення та вологи, які вже не перехоплювалися бур'янами.

За визначення вмісту суми хлорофілів ( $a+b$ ) у листках кукурудзи у фазу 8–10 листків культури у 2016 році нами встановлено, що за внесення 1,0 л/га гербіциду він зріс проти контролю I

на 0,15 мг/г сирової речовини, а за 1,1 та 1,2 л/га – відповідно на 0,19 та 0,28 мг/г сирової речовини за НР<sub>05</sub> 0,07 мг/г сирової речовини. За дії найвищої норми препарату вміст пігментів хоча і перевищував контроль I на 0,07 мг/г сирової речовини, однак знижувався проти норми у 1,2 л/га, що, очевидно, зумовлено деякою фітотоксичністю високих норм препарату (табл. 2).

Таблиця 2 – Вміст суми хлорофілів ( $a+b$ ) у листках рослин кукурудзи залежно від дії різних норм гербіциду Стеллар, в.р.

Варіант досліджу	Вміст суми хлорофілів ( $a+b$ ), мг/г сирової речовини	
	2016 р.	2017 р.
Без гербіциду (контроль I)	<u>1,63*</u> 3,28	<u>1,51</u> 3,11
Без гербіциду + ручні прополювання (контроль II)	<u>1,96</u> 3,70	<u>1,78</u> 3,52
Стеллар, в.р., 1,0 л/га	<u>1,78</u> 3,37	<u>1,60</u> 3,12
Стеллар, в.р., 1,1 л/га	<u>1,82</u> 3,46	<u>1,65</u> 3,38
Стеллар, в.р., 1,2 л/га	<u>1,91</u> 3,63	<u>1,72</u> 3,46
Стеллар, в.р., 1,3 л/га	<u>1,70</u> 3,50	<u>1,57</u> 3,40
НР <sub>05</sub>	<u>0,07</u> 0,13	<u>0,06</u> 0,10

**Примітка.** \* Над рискою – вміст суми хлорофілів ( $a+b$ ) у фазу 8–10 листків, під рискою – вміст суми хлорофілів ( $a+b$ ) у фазу викидання волоті.

У фазу викидання волоті абсолютні показники вмісту фотосинтетичних пігментів перевищували значення попереднього обліку, однак залежність між нормою внесення гербіциду та зміною вмісту хлорофілів лишалася такою ж. Найвищим він був у разі ручних прополювань – на 0,42 мг/г сирової речовини більше за контроль I, а серед варіантів досліджу із внесенням гербіциду – за норми препарату у 1,2 л/га – на 0,65 мг/г сирової речовини більше за контроль I за НР<sub>05</sub> 0,13 мг/г сирової речовини.

За визначення вмісту хлорофілів у 2017 році встановлено, що їх загальний вміст був дещо нижчим, ніж у 2016 році, що пояснюється більш спекотною погодою, однак він так само залежав від норми внесення гербіциду. Так, зокрема, як і у попередньому році, найвищі показники серед варіантів досліджу із внесенням лише гербіциду відмічено за норми 1,2 л/га – на 0,21 та 0,35 мг/г сирової речовини більше за контроль I відповідно у фазу 8–10 листків та викидання волоті за НР<sub>05</sub> відповідно 0,06 і 0,10 мг/г сирової речовини.

Визначення величини показника чистої продуктивності фотосинтезу (ЧПФ) показало, що він змінювався у прямій залежності від розмірів листової поверхні, ФПП і вмісту хлорофілів у листках кукурудзи та залежав від норми застосування гербіциду.

Так, у фазу викидання волоті у 2016 році за внесення 1,0 л/га препарату показник ЧПФ зріс проти контролю I на 5 %, а за дії 1,1 л/га – на 12 %. Найвищим серед варіантів досліджу із внесенням різних норм гербіциду показник ЧПФ був у разі застосування 1,2 л/га – на 17 % більше за контроль I. Подальше зростання норми внесення препарату до 1,3 л/га також сприяло деякому зростанню фотосинтетичної продуктивності рослин кукурудзи, хоча і меншою мірою, ніж норма у 1,2 л/га. Тут показник ЧПФ перевищував контроль I на 14 % (табл. 3).

Визначення показника ЧПФ у 2017 році показало, що він також залежав від норми застосування гербіциду. Так, у разі внесення 1,0 і 1,2 л/га гербіциду фотосинтетична продуктивність рослин кукурудзи також перевищувала контроль I відповідно на 0,5 і 1,2 %. Найвищою вона була, як і у попередньому році, за внесення 1,2 л/га препарату – на 20 % більше за контроль I. Зростання норми внесення Стеллару, в.р. до 1,3 л/га дещо пригнічувало фотосинтетичну продуктивність рослин кукурудзи, хоча вона і перевищувала контроль I на 13 %.

Таблиця 3 – Чиста продуктивність фотосинтезу рослин кукурудзи у фазу викидання волоті при застосуванні гербіциду Стеллар, в.р.

Варіант досліду	2016 р.		2017 р.	
	г/м <sup>2</sup> за добу	% до конт-ролю I	г/м <sup>2</sup> за добу	% до контролю I
Без гербіциду (контроль I)	4,83	100	4,74	100
Без гербіциду + ручні прополювання (контроль II)	5,80	120	5,75	121
Стеллар, в.р., 1,0 л/га	5,07	105	4,98	105
Стеллар, в.р., 1,1 л/га	5,39	112	5,33	112
Стеллар, в.р., 1,2 л/га	5,63	117	5,70	120
Стеллар, в.р., 1,3 л/га	5,50	114	5,37	113
<i>HIP<sub>05</sub></i>	<i>0,11</i>	–	<i>0,16</i>	–

**Висновки.** Виконані дослідження з вивчення впливу норм гербіциду Стеллар, в.р. на основні фізіологічні процеси рослин кукурудзи показали, що застосування препарату за рахунок усунення конкуренції з боку бур'янів стосовно рослин кукурудзи за поживні елементи та вологу сприяє наростанню листової поверхні рослин кукурудзи у порівнянні з контролем I, де сегетальна рослинність продовжувала вільно розвиватися. Прямопропорційно наростанню розмірів фотосинтетичної поверхні рослин підвищувався також фотосинтетичний потенціал посіву кукурудзи, вміст фотосинтетичних пігментів і, як результат, чиста продуктивність фотосинтезу. Серед варіантів досліду із внесенням різних норм гербіциду найбільш дієвою виявилася норма у 1,2 л/га. У цьому варіанті листові поверхні рослин кукурудзи збільшилися на 7,2–7,5 тис. м<sup>2</sup>/га, відповідно до цього також зріс і показник ФПП – на 230,8–183,8 тис. м<sup>2</sup>хдіб. Збільшення вмісту суми хлорофілів коливалося від 0,28 до 0,35 мг/г сирової речовини у порівнянні з контролем I, що мало безпосередній вплив на зростання показника чистої продуктивності фотосинтезу у порівнянні з контрольним варіантом на 17–20 % залежно від фази розвитку культури та року виконання досліджень.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Стасик О.О., Киризий Д.А., Прядкина Г.А. Фотосинтез и продуктивность сельскохозяйственных растений. Физиология растений и генетика. 2016. Т. 48, № 3. С. 232–251.
2. Моргунов В.В., Прядкина Г.А. Эффективность фотосинтеза и перспективы повышения продуктивности озимой пшеницы. Физиология растений и генетика. 2014. 46, № 4. С. 279–301.
3. Hawkesford M.J., Araus J.-L., Park R. Prospect of doubling global wheat yields. Food Energy Security. 2013.vol. 2, No 1. P. 34–48.
4. Миколенко І.Г. Сучасний стан і перспективи розвитку ринку зерна. Сільські вісті. 2007. № 129. С. 28–30.
5. Зинченко С. Стратегический план 2020. Агро Перспектива. 2013. №10 (161). С. 14–15.
6. Грабовський М.Б. Вплив заходів контролювання чисельності бур'янів на ріст та розвиток кукурудзи. Агробіологія. 2017. №2. С. 46–55.
7. Мовчан І.В. Підвищення ефективності хімічного методу контролю бур'янів у посівах кукурудзи Правобережного Лісо-stepу України. Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2014. №2/10 (68). С. 45–49.
8. Зуза В.С., Гутянский Р.А. Эффективность гербицидов у посівах кукурудзи на зерно за коренепаростково-злаковооднорічного типу забур'яненості. Вісник Центру наукового забезпечення агропромислового виробництва Харківської області. 2016. №20. URL: – [http://www.agromage.com/stat\\_id.php?id=1102](http://www.agromage.com/stat_id.php?id=1102)
9. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Faostat. 2013. URL: – <http://faostat.fao.org/site/424/DesktopDefault.aspx?PageID=424#ancor>
10. Задорожний В.С., Мовчан І.В. Бур'яни у посівах кукурудзи на зерно. Захист рослин. 2012. № 2. С. 9–11.
11. Mahmoudi, G., Ghanbari A., Hossainpanahi F. Physiological indices of weed species effects at different density on corn (*Zea mays* L.) growth: Proc.16th EWRS Symposium. Samsun, 2013. 36 p.
12. Uremis I., Uludag A., Ulger A. C. Determination of critical period weed control in the second crop corn under Mediterranean conditions. Afr J Biotech. 2009. No 8. P. 4475–4480.
13. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Faostat. 2013. URL: – : <http://www.faostat.fao.org/site/339/default.aspx>
14. Ziska, L. H. The impact of elevated CO<sub>2</sub> on yield loss from a C<sub>3</sub> and C<sub>4</sub> weed in field-grown soybean. J Global Change Biology. 2000. No. 8. P. 899–905.
15. Анішин Л. Урожай кукурудзи залежатиме від рівня догляду за посівами. Пропозиція. 2012. № 6. URL: – <http://www.propozitsiya.com/?page=149&itemid=2685&number=87>
16. Das S. Role of micronutrient in rice cultivation and management strategy in organic agriculture – a reappraisal. Agricultural Sciences. 2014. No 5. P. 765–769.
17. Zare M., Zadehbagheri M., Azarpanah A. Influence of potassium and boron on some traits in wheat (*Triticum aestivum* cv. Darab 2). The International Journal of Biotechnology. 2013. No 2(8). P. 141–153.

18. Baric K., Ostojic Z., Scepanovic M.. The influence of adjuvants on *Amaranthus retroflexus* L. control with topremazone: Proc. 16th EWRS Symposium. Samsun, 2013. 239 p.
19. Sobiech L., Skrzypczak G.A. Efficacy and surface tension of tritosulfuron modified by adjuvants: Proc. 16th EWRS Symposium. Samsun, 2013. 219 p.
20. Idziak R., Woznica Z., Sobiech L. Effect of oil and mineral adjuvants on efficacy and physico-chemical properties of foramsulfuron and iodosulfuron spray mixture. Pak. J. Agri. Sci. 2013. No 50 (4). P. 671–676.
21. Han S.-K., Wagner D. Role of chromatin in water stress responses in plant. J. Exp. Botany. 2014. No 65(10). P. 2785–2799.
22. Гуральчук Ж.З., Мордерер Є.Ю. Резистентність рослин до ауксиноподібних гербіцидів у зв'язку з особливостями механізму їх фітотоксичної дії. Физиология растений и генетика. 2017. Т. 49, № 1. С. 3–14.
23. Mithila J., Godar A.S. Understanding genetics of herbicide resistance in weeds: Implications for weed management. Adv. Crop Sci. Tech. 2013. 1, No 4. 115 p.
24. Yu Q., Powles S. Metabolism-based herbicide resistance and cross-resistance in crop weeds: a threat to herbicide sustainability and global crop production. Plant Physiol. 2014. Vol. 166, No 3. P. 1106–1118.
25. Delye C., Jasieniuk M., Le Corre V. Deciphering the evolution of herbicide resistance in weeds. Trends Genet. 2013. No. 29. P. 649–658.
26. Golovko T., Tabalenkova G. Pigments and productivity of the crop plants. Photosynthetic pigments: chemical structure, biological function and ecology. Syktyvkar, 2014. P. 207–220.
27. Saglam A., Saruhan N., Terzi R., Kadroglu A. The relations between antioxidant enzymes and chlorophyll fluorescence parameters in common bean cultivars differing in sensitivity to drought stress. Физиология растений. 2011. Т. 58. №1. С. 58–66.
28. Заболотний О. І. Вплив гербіциду Трофі 90 на чисту продуктивність фотосинтезу та врожайність кукурудзи. Вісник аграрної науки Причорномор'я. Миколаїв, 2013. Вип. 1. С. 134–140.
29. Грицаєнко З.М., Заболотний О.І. Вплив гербіциду Тітус 25 і регулятора росту Зеастимулін при різних способах застосування на фотосинтетичні процеси кукурудзи: зб. наук. пр. Уманського НУС. Умань, 2011. Вип. 75. С. 62–65.
30. Грицаєнко З.М., Грицаєнко А.О., Карпенко В.П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. К.: ЗАТ “НІЧЛАВА”, 2003. 320 с.

#### REFERENCES

1. Stasik, O.O., Kirizij, D.A., Prjadkina, G.A. Fotosintez i produktivnost' sel'skohozjajstvennyh rastenij [Photosynthesis and productivity of agricultural plants]. Fiziologija rastenij i genetika [Plant physiology and genetics], 2016, vol. 48, no. 3, pp. 232–251.
2. Morgun, V.V., Prjadkina, G.A. Jeftektivnost' fotosinteza i perspektivy povyshenija produktivnosti ozimoj pshenicy [Effectiveness of photosynthesis and prospects for increasing the productivity of winter wheat]. Fiziologija rastenij i genetika [Plant physiology and genetics], 2014, vol. 46, no. 4, pp. 279–301.
3. Hawkesford, M.J., Araus, J.-L., Park, R. Prospect of doubling global wheat yields. Food Energy Security, 2013, vol. 2, no. 1, pp. 34–48.
4. Mikolenko, I.G. Suchasnij stan i perspektivi rozvitku rinku zerna [Current state and prospects of grain market development]. Sil'ski visti [Village news], 2007, no. 129, pp. 28–30.
5. Zinchenko, S. Strategicheskij plan 2020 [Strategic Plan 2020]. Agro Perspektiva [Agro Perspective], 2013, no. 10 (161), pp.14–15.
6. Grabovskij, M.B. Vpliv zahodiv kontroljuvannja chisel'nosti bur'janiv na rist ta rozvitok kukurudzi [Influence of measures to control the number of weeds on the growth and development of corn]. Agrobiologija [Agrobiology], 2017, no. 2, pp. 46–55.
7. Movchan, I.V. Pidvishennja efektivnosti himichnogo metodu kontrolju bur'janiv u posivah kukurudzi Pravoberezhnogo Lisostepu Ukraїni [Improving the effectiveness of the chemical control method for weeds in corn crops of the Right-Banc Forest-Steppe Zone of Ukraine]. Vostochno-Evropejskij zhurnal peredovyh tehnologij [Eastern European Journal of Advanced Technology], 2014, no. 2/10 (68), pp. 45–49.
8. Zuza, V.S., Gutjanskij, R.A. Efektivnist' gerbicidiv u posivah kukurudzi na zerno za koreneparostkovozlakovooodnorichnogo tipu zabur'janenosti [Effectiveness of herbicides in crops of corn on grain at rootforming-annual cereals type of contamination]. Visnik Centru naukovogo zabezpechennja agropromislovogo virobництва Harkivs'koї oblasti [The Bulletin of the Center of scientific ensuring agro-industrial production of Harkov area]. Retrieved from: [http://www.agromage.com/stat\\_id.php?id=1102](http://www.agromage.com/stat_id.php?id=1102)
9. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Faostat, 2013. Retrieved from: <http://faostat.fao.org/site/424/DesktopDefault.aspx?PageID=424#ancor>
10. Zadorozhnyj, V.S., Movchan, I.V. Bur'jani u posivah kukurudzi na zerno [Weeds in the crops corn for grain]. Zahist roslin [Plant protection], 2012, no. 2, pp. 9–11.
11. Mahmoudi, G., Ghanbari A., Hossainpanahi F. Physiological indices of weed species effects at different density on corn (*Zea mays* L.) growth: Proc.16th EWRS Symposium. Samsun, 2013, 36 p.
12. Uremis, I., Uludag, A., Ulger, A.C., Kakir, B. Determination of critical period weed control in the second crop corn under Mediterranean conditions. Afr J Biotech, 2009, no. 8, pp. 4475–4480.
13. Food and Agriculture Organization of the United Nations [Electronic resource]. Faostat, 2013. Retrieved from: <http://www.faostat.fao.org/site/339/default.aspx>
14. Ziska, L. H. The impact of elevated CO<sub>2</sub> on yield loss from a C<sub>3</sub> and C<sub>4</sub> weed in field-grown soybean. Global Change Biology, 2000, no. 8, pp. 899–905.
15. Anishin, L. Urozhaj kukurudzi zalezhatime vid rivnja dogljadu za posivami [The yield of corn will depend on the level of care for the crops]. Propozicija [Proposal], 2012, no. 6, Retrieved from: <http://www.propozitsiya.com/?page=149&itemid=2685&number=87>

16. Das, S. Role of micronutrient in rice cultivation and management strategy in organic agriculture – a reappraisal. *Agricultural Sciences*, 2014, no. 5, pp. 765–769.
17. Zare, M., Zadehbagheri, M., Azarpanah, A. Influence of potassium and boron on some traits in wheat (*Triticum aestivum* cv. Darab 2). *The International Journal of Biotechnology*, 2013, no. 2(8), pp. 141–153.
18. Baric, K., Ostojic, Z., Scepanovic, M.. The influence of adjuvants on *Amaranthus retroflexus* L. control with topremazone: Proc. 16th EWRS Symposium. Samsun, 2013, no. 5, 239 p.
19. Sobiech, L., Skrzypczak, G.A. Efficacy and surface tension of tritosulfuron modified by adjuvants: Proc. 16th EWRS Symposium. Samsun, 2013, no. 4, 219 p.
20. Idziak, R., Woznica, Z., Sobiech, L. Effect of oil and mineral adjuvants on efficacy and physico-chemical properties of foramsulfuron and iodosulfuron spray mixture. *Pak. J. Agri. Sci*, 2013, no. 50 (4), pp. 671–676.
21. Han, S.–K., Wagner, D. Role of chromatin in water stress responses in plant. *J. Exp. Botany*, 2014, no. 65(10), pp. 2785–2799.
22. Gural'chuk, Zh.Z., Morderer, Je.Ju. Rezistentnist' roslin do auksinopodobnih gerbicidiv u zv'jazku z osoblivostjami mehanizmu i'h fitotoksichnoi' dii' [Resistance of plants to auxin-like herbicides in connection with peculiarities of their phytotoxic mechanism]. *Fiziologija rastenij i genetika* [Plant physiology and genetics], 2017, vol. 49, no. 1, pp. 3–14.
23. Mithila J., Godar A.S. Understanding genetics of herbicide resistance in weeds: Implications for weed management. *Adv. Crop Sci. Tech*, 2013, vol.1, no. 4, 115 p.
24. Yu, Q., Powles, S. Metabolism-based herbicide resistance and cross-resistance in crop weeds: a threat to herbicide sustainability and global crop production. *Plant Physiol*, 2014, vol. 166, no. 3, pp. 1106–1118.
25. Delye, C., Jasieniuk, M., Le Corre, V. Deciphering the evolution of herbicide resistance in weeds. *Thends Genet*, 2013, no. 29, pp. 649–658.
26. Golovko, T., Tabalenkova, G. Pigments and productivity of the crop plants. *Photosynthetic pigments: chemical structure, biological function and ecology*. Syktyvkar, 2014, pp. 207–220.
27. Saglam, A., Saruhan, N., Terzi, R., Kadroglu, A. The relations between antioxidant enzymes and chlorophyll fluorescence parameters in common bean cultivars differing in sensitivity to drought stress. *Plant Physiol*, 2011, vol. 58, no. 1, pp. 58–66.
28. Zabolotnij O. I. Vpliv gerbicidu Trofi 90 na chistu produktivnist' fotosintezu ta vrozhajnist' kukurudzi [The influence of herbicide Trophy 90 on the net productivity of photosynthesis and corn yield]. *Visnik agrarnoi' nauki Prichornomor'ja* [Bulletin of agrarian science in Black Sea region], 2013, no. 1, pp. 134–140.
29. Gricajenko Z.M., Zabolotnij O.I. Vpliv gerbicidu Titus 25 i regulatora rostu Zeastimulin pri riznih sposobah zastosuvannja na fotosintetichni procesi kukurudzi [Influence of herbicide Titus 25 and the regulator of growth Zeastimulin at different methods of application on photosynthetic processes of corn]. *Zbirnik naukovih prac' Umans'kogo NUS* [Collection of scientific works of Uman national university of horticulture]. 2011, Issue 75, pp. 62–65.
30. Gricajenko, Z.M., Gricajenko, A.O., Karpenko, V.P. (2003). *Metodi biologichnih ta agrohimichnih doslidzen' roslin i gruntiv* [Methods of biological and agrochemical researches of plants and soil]. Kyiv, CJSC «NICHJAVA», 320 p.

#### **Основные физиологические процессы в растениях кукурузы при внесении гербицида Стеллар, в.р.**

**О.И. Заболотный, А.В. Заболотная, И.Б. Леонтьук, Л.В. Розборская, О.В. Голодрига**

Основной задачей современных технологий выращивания кукурузы является получение максимальных урожаев, что невозможно без эффективного контроля сорняков. Вследствие засоренности потери урожая могут достигать 80 % и более. Основным элементом в решении проблемы засоренности агрофитоценозов кукурузы является разработка эффективных мер по регулированию присутствия сорного компонента. Учитывая недостаточную эффективность механических средств защиты от сорняков, большинство производителей аграрной продукции применяют гербициды. Использование гербицидов в посевах сельскохозяйственных культур способствует резкому уменьшению засоренности посевов и повышению урожайности зерна, уменьшению его засоренности семенами сорняков. Кроме того, гербициды на 40,4–62,2 % уменьшают поступление семян сорняков в почву. Также применение гербицидов способствует улучшению минерального питания растений, поскольку устраняется конкуренция со стороны сорняков за это фактор жизни. Это, в свою очередь, способствует улучшению роста и развития полевых культур и увеличению их производительности. В связи с приведенным, нашей задачей было исследовать влияние гербицида Стеллар, в.р. на формирование площади листьев, фотосинтетического потенциала, динамику накопления хлорофиллов и чистую продуктивность фотосинтеза. Приведены результаты исследований по изучению эффективности применения различных норм (1,0; 1,1; 1,2 и 1,3 л/га) гербицида. Установлено, что его внесение благодаря устранению сорняков в посевах кукурузы содействует активизации главных физиологических процессов, от которых зависит продуктивность растений. Наиболее эффективным среди вариантов с внесением гербицида оказалось применение 1,2 л/га Стеллар, в.е. В этом варианте опыта произошло увеличение площади листьев, показателя ФПП, повышение содержания суммы хлорофиллов ( $a+b$ ) и показателя чистой продуктивности фотосинтеза до 20 % в зависимости от фазы развития и года исследования.

**Ключевые слова:** кукуруза, гербицид, Стеллар, в.р., площадь листьев, фотосинтетический потенциал посева, сумма хлорофиллов ( $a+b$ ), чистая продуктивность фотосинтеза, эффективность.

#### **Main physiological processes in corn plants under application of herbicide Stellar, c.e.**

**O. Zabolotniy, A. Zabolotna, I. Leontyuk, L. Rozborska, O. Golodriha**

Corn is one of the high-yielding cereal crops of the universal purpose which dominates many crops by the yield level with sufficient water supply. It has a number of fodder and food properties and is used in various branches of agriculture and processing industry. Corn is a crop which drastically reduces its productivity under inappropriate care.

As a result of weediness, crop losses can reach 80 % or more. The losses caused by weeds exceed losses from pests and diseases. The main element in solving the problem of weediness of corn agrophytocenoses is the development of effective measures to regulate the presence of the weed component.

In view of the lack of effectiveness of mechanical means of weeds control, most highly developed foreign countries, including the United States, Spain and France started using soil and insurance herbicides – their cost is recovered with the yields increased by up to ten times.

Experiments were carried out in field and laboratory conditions of Department of microbiology, biochemistry and plant physiology at Uman National University of Horticulture in corn crops of Porumben 359 MV hybrid in 2016–2017. Herbicide Stellar, c.e. in norms 1.0; 1.1; 1.2 and 1.3 l/ha were applied in the phase of 3–5 leaves. The number of replications is 3.

Herbicide was applied by SHH–600 sprayer using working solution 200 l/ha. Chlorophyll amount content ( $a+b$ ) and formation of pure photosynthesis productivity were determined according to generally accepted techniques.

While determining chlorophyll amount content ( $a+b$ ) in corn leaves in the phase of 8–10 leaves in 2016 it was found out that applying 1.0 liters per hectare of herbicide it increased by 0.15 mg/g of raw matter compared to the control variant and after applying 1.1 and 1.2 l/ha it increased by 0.19 and 0.28 mg/g of raw matter, respectively, with  $SSD_{05}$  0.07 mg/g of raw matter. At the highest dose of this drug the content of pigments exceeded the check variant by 0.07 mg/g of raw matter. However, it declined compared to the norm by 1.2 l/ha which, apparently, was caused by some phytotoxicity of high doses of the drug.

During ear emergence absolute indicators of photosynthetic pigment content exceeded the value of previous records. However, the dependence between the application rate of the herbicide and change in chlorophyll content was the same. In case of weeding out it was the highest (by 0.42 mg/g of raw matter more than the check variant I). In other variants applying herbicide at the rate of 1.2 l/ha it was by 0.65 mg/g of raw matter more than the check variant I at  $SSD_{05}$  0.13 mg/g of raw matter.

Determining the chlorophyll content in 2017, it was found that their total content was slightly lower than in 2016 which is explained by hotter weather. However, it also depended on the application rate of the herbicide. Thus, in particular, as in the previous year, the highest rates among the experimental variants with the application of only herbicide were noted at the rate of 1.2 l/ha (by 0.21 and 0.35 mg/g of raw matter more than the check variant I in the phase of 8–10 leaves and ear emergence, respectively, at  $SSD_{05}$  0.06 and 0.10 mg/g of raw matter).

Determination of the value of the indicator of net productivity of photosynthesis (PNP) showed that it varied in direct dependence on the content of chlorophylls in corn leaves and depended on the rate of herbicide application.

Thus, during ear emergence in 2016, applying 1.0 liter per hectare of the herbicide the indicator of photosynthesis net productivity increased by 5 % and applying 1.1 l/ha it increased by 12 %. The indicator of photosynthesis net productivity was the highest among experimental variants, applying 1.2 l/ha of the herbicide (by 17 % more than the check variant I). Further increase in the application rate of the herbicide to 1.3 l/ha also contributed to some increase in the photosynthetic yield of corn plants, although to lesser extent than the norm at 1.2 l/ha. In this case, PNP indicator exceeded the check variant by 14 %.

Determining PNP indicator in 2017 showed that it also depended on the application rate of the herbicide. So, applying 1.0 and 1.2 l/ha of the herbicide, the photosynthetic yield of corn plants also exceeded the check variant by 0.5 and 1.2 %, respectively. As in the previous year, it was the highest applying 1.2 l/ha of the herbicide (20 % more than the check variant I). Increase in Stellar, c.e. application rate to 1.3 l/ha somewhat depressed photosynthetic productivity of corn plants, although it exceeded the check variant by 13 %.

The research on the influence of Stellar, c.e. herbicide application rates on the basic physiological processes of corn plants showed that application of this herbicide contributes to the growth of photosynthetic pigment content in corn leaves and photosynthetic productivity of the crop by reducing competition with weeds for nutrients and moisture. The rate of 1.2 liters per hectare was the most effective applying different rates of the herbicide in experimental variants. Increase in chlorophyll content ranged from 0.28 to 0.35 mg/g of raw matter compared to the check variant I. PNP indicator exceeded the check variant by 17–20% depending on the phase of crop development and the research year.

**Key words:** corn, herbicide, stellar, c.e., the sum of chlorophylls ( $a+b$ ), the net productivity of photosynthesis, efficiency.

*Надійшло 10.04.2018 р.*

**УДК 632.95.02:634.11**

**КРИКУНОВ І. В., АДАМЕНКО Д. М., СУХОМУД О. Г.,**

**КРАВЕЦЬ І. С.,** кандидати с.-г. наук

**СУХАНОВ С. В.,** канд. біол. наук

*Уманський національний університет садівництва*

*kiv1000@ukr.net*

### **БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ І ШКІДЛИВІСТЬ ЗЕЛЕНОЇ ЯБЛУНЕВОЇ ПОПЕЛИЦІ (*APHIS POMI DEG*) В УМОВАХ ПРОМИСЛОВИХ НАСАДЖЕНЬ ЯБЛУНІ НВВ УМАНСЬКОГО НУС**

Дослідженнями, проведеними впродовж 2016–2017 рр. встановлено, що розвиток яєць зеленої яблуневої попелиці, що перезимували починається в першій-другій декаді березня за середньодобової температури +5 °С. Яйця, які перезимували мають більш темніший колір на відміну від яєць які вимерзли. Початок виходу личинок з яєць припадає на другу декаду квітня, коли сума ефективних температур вище +5 °С становить 37,5–39,3 °С. Тривалість виходу личинок із зимуючих яєць коливалась від 12 до 14 днів.

© Крикунов І. В., Адаменко Д. М., Сухомуд О. Г., Кравець І. С., Суханов С. В., 2018.

Поява самок-засновниць спостерігалась у першій декаді травня, сума ефективних температур на цей час становила 125,7–141,1 °С. Встановлено, що за своє життя самка-засновниця відроджує 43–55 личинок, з яких через 11–18 днів розвиваються безкрилі і крилаті самки – розселювачки.

Поява зимуючих яєць відмічена у другій декаді вересня за суми ефективних температур 2124,5 – 2251,7 °С.

Шкідливість зеленої яблуневої попелиці проявляється:

– у зменшенні площі листової пластинки, найбільша площа листової пластинки була відмічена на контрольному варіанті – 28,9 см<sup>2</sup>. Із появою та ущільненням колоній попелиці на пагонах площа листка зменшувалась. Так за чисельності 20 колоній на 100 пагонів асиміляційна поверхня листка зменшилась на 15,9 %, 30 колоній – на 21,1 % і найменша площа – 18,6 см<sup>2</sup> або 35,6% до контролю була отримана у варіанті з найбільшою у досліді чисельністю колоній на 100 пагонів – 50 шт.;

– у зменшенні середньої маси плоду, найбільша середня маса плоду сорту Айдаред на підщепі М 26 була отримана на контролі і становила 153,5 г. у 2016 році і 164,3 г. у 2017 році, що в середньому становило 158,9 г. Максимальне зниження ваги плоду – 22,8 % до контролю спостерігалось за чисельності 50 колоній попелиці на 100 пагонів.

**Ключові слова:** зелена яблунева попелиця, біологія розвитку, сума ефективних температур, шкідливість, промислові насадження яблуні.

**Постановка проблеми.** Яблуня – найпоширеніша в Україні плодова культура. Завдяки сортовій різноманітності вона має велику мінливість і пристосовується до різних ґрунтово-кліматичних умов. Промислові насадження яблуні вирощуються в усіх зонах України з питомою вагою від 70 до 90 % серед усіх плодкових культур [1, 2].

Але в останні роки намітилась тенденція до зниження врожайності та валових зборів плодів і ягід. Якщо у 1981-1985 рр. рівень виробництва плодів і ягід у господарствах усіх категорій становив 3,2 млн то починаючи з 90-х років валові збори плодів і ягід знижуються, так у 2013 році в Україні було зібрано 2050 тис. тонн плодів та ягід за середньої урожайності 8,9 т/га [3]. Водночас з цим у 4-5 разів збільшились імпорتنі поставки [4], тому можна констатувати розширення експансії зарубіжних ринків плодоягідної продукції на внутрішньому ринку. Таким чином, без радикальних заходів з боку держави й галузевих структур щодо відродження та активізації поступу промислового садівництва Україна через 7-8 років може втратити промислове садівництво й поставити свій внутрішній ринок плодів і ягід у повну залежність від імпорту [5].

Зменшення масштабів виробництва плодоягідної продукції сільськогосподарськими підприємствами відбувається не лише через скорочення площ плодоносних насаджень, а й зниження їх урожайності. Основними причинами цього є відсутність належного матеріально-технічного забезпечення і недосконалість захисних заходів [6].

У всіх регіонах вирощування яблуня щорічно пошкоджується комахами, внаслідок чого за відсутності ефективних заходів утрати врожаю сягають 30–70 %. Комплекс шкідників цієї культури нараховує близько 300 видів, серед яких значне місце займають шкідники з колюче сисним ротовим апаратом. Найбільш шкідливим серед останніх є зелена яблунева попелиця [7].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Серед ентомокомплексу плодкових культур особливе місце посідають сисні шкідники – попелиці. Багато вчених відмічають, що з-поміж численних видів комах найшкодочиннішими виявилися саме представники родини попелиць *Aphididae* [8, 9]. Посилена увага до попелиць обумовлена не тільки своєрідністю біології, їхнім значенням у біоценозах [10, 11], але й тими економічними збитками, яких завдають представники цієї групи комах унаслідок живлення важливими сільськогосподарськими культурами [12], а також перенесенням численних фітопатогенних вірусів [13].

На території колишнього СРСР було відомо близько 800 видів попелиць [14], а усього на планеті їх нараховується близько трьох тисяч [15]. За даними В.В. Журавльова [16], видовий склад дендрофільних попелиць України охоплює 314 видів та підвидів з 111 родів та 11 родин. Більшість з них є шкідниками плодкових культур, ягідників та розсадників декоративних рослин. Зелена яблунева попелиця (*Aphis pomi* Deg.) є одним з найбільш поширених шкідників плодкових садів, парків та лісових розсадників [17].

Попелиця зелена яблунева – *Aphis pomi* Deg належить до родини афіди – *Aphididae*, ряду рівнокрилих – *Homoptera* класу комах – *Insecta*. Шкідник широко поширений в районах вирощування яблуні як в Європі, так і Америці, Азії, Австралії [18, 19, 20].

Як стверджують Яновський Ю. П. [21], Хоменко І. І. [22] серед значної за обсягом групи шкідників, зелена яблунева попелиця зустрічається найбільш частіше в садах і розсадниках. Сядриста О. В. [23] за даними своїх досліджень стверджує, що від шкідливості попелиць поте-

рпають передусім занедбані промислові сади та присадибні, колективні сади, які не захищені хімічними засобами захисту.

Цей шкідник харчується на всіх органах плодового дерева, завдяки великій кількості поколінь (8–15) і порівняно високій плодючості. За сприятливих агрокліматичних умов він має здатність накопичуватися у великій кількості [24, 25].

Шкода від зеленої яблуневої попелиці полягає в тому, що, заселяючи численними колоніями насадження дерев, вони виділяють велику кількість медвяної роси, яка суцільним шаром вкриває листя, пагони та гілки дерев. На цих виділеннях поселяються сажкові гриби роду *Capnodium*, через що значно знижується фотосинтетична діяльність листків – утруднюється дихання, фотосинтез, затримується транспірація. Це спричинює значне ослаблення насаджень, знижується приріст пагонів, інколи дерева гинуть, особливо уражені молоді насадження за спекотної погоди. Крім того, до липких частин, вкритих медвяною россою, прилипає пил і бруд, у рослин порушується обмін речовин, суттєво погіршується товарна якість плодів [26, 27].

Зелена яблунева попелиця є самим небезпечним і поширеним шкідником плодового розсадника [28]. Харчуючись клітинним соком листків і молодих пагонів, комахи зумовлюють їх деформацію, затримку росту, а за сильного заселення і зупинку його, знижуючи товарну якість садивного матеріалу. За даними Ю. П. Яновського [7], на необроблюваних від зеленої яблуневої попелиці ділянках, у саджанців яблуні 2-го року вирощування вміст загальних цукрів знижується на 0,13-0,41 %, хлорофілу – на 0,11-0,45 %. Висота саджанців знижувалась на 21,0-31,3 %, діаметр штамба – на 43-61 %, вихід стандартних саджанців – на 30,5-45,7 %. Найбільшою шкоди фітофаг завдає саджанцям літньо-осіннього строків дозрівання.

Також попелиці є переносниками вірусних інфекцій. За даними В. Г. Новокшонова [13], у вересні 1991 року в Андіжані відбулась конференція по екології попелиці, на ній було зроблено 35 доповідей. Досліди показали, що кількісний і якісний склад попелиць-переносників має не лише теоретичне, але й практичне значення для розробки сучасної стратегії і тактики захисту сільськогосподарських рослин від вірусної інфекції. Із цієї проблеми основну доповідь зробив К. Б. Д'яконов „Познание экологии тлей как элемент изучения фитовирусологической ситуации в регионе”.

**Метою дослідження** було уточнити біоекологічні особливості розвитку і шкідливість зеленої яблуневої попелиці в яблуневих насадженнях НВВ Уманського НУС. Для досягнення поставленої мети потрібно було вирішувати такі завдання:

- вивчити регіональні особливості зеленої яблуневої попелиці;
- вивчити шкідливість зеленої яблуневої попелиці в зоні досліджень.

**Матеріал і методика дослідження.** Дослідження проводили у 2016-2017 рр. в умовах багаторічних насаджень яблуні сорту Айдаред закладених у 1985 році. Схема посадки 5x2 м. Підщепа М-26. Розмір дослідної ділянки 0,01 га, на кожній дослідній ділянці 10 облікових дерев, повторність досліду трикратна. Дослід розміщений рендомізованим методом.

З метою уточнення біоекологічних особливостей зеленої яблуневої попелиці здійснювали спостереження за відродженням личинок з яєць, тривалістю розвитку личинок, появою безкрилих і крилатих партеногенетичних самок, появою зимуючих яєць.

Зелену яблуневу попелицю враховували шляхом огляду 100 розеток листків облікових дерев в кожному з варіантів.

Зимуючі яйця попелиць обліковували оглядом на 4-ох гілочках довжиною до 20 см.

Для вивчення динаміки і шкідливості попелиці проводили обліки її чисельності, за період вегетації. В насадженнях яблуні сорту Айдаред було відібрано по 10 дерев в трикратній повторності. На кожному модельному дереві, у фазу розпукування бруньок – до цвітіння – після цвітіння садів обліковували чисельність і заселеність насаджень за 4-бальною шкалою:

- 0 – бутони, розетки листків чи пагони не заселені;
- 1 – наявні поодинокі особини шкідника;
- 2 – наявні невеликі колонії, що займають менше 50 % поверхні листків;
- 3 – колоніями шкідника зайнято більше половини листків та пагонів [29].

**Основні результати дослідження.** Зимують у зеленої яблуневої попелиці запліднені яйця, які відкладають самки амфігонного покоління на корі гілок, біля основи плодкових і ростових бруньок самого молодого приросту і жировиків.

Розвиток яєць, що перезимували починається в першій–другій декаді березня за середньодобової температури +5 °С. Яйця, які перезимували мають більш темніший колір на відміну від яєць які вимерзли.

Початок виходу личинок з яєць припадає на другу декаду квітня, коли сума ефективних температур вище +5 °С становить 37,5-39,3 °С.

Найперша поява личинок із зимуючих яєць за роки досліджень була відмічена 12 квітня 2016 року за суми ефективних температур 39,3 °С, 2017 році – 14 квітня за суми ефективних температур 37,5 °С (табл. 1).

Таблиця 1 – Динаміка виходу личинок зеленої яблуневої попелиці із зимуючих яєць

Рік	Початок виходу личинок з яєць		Кінець виходу личинок з яєць		Тривалість виходу, дні
	дата	сума еф. температур, °С	дата	сума еф. температур, °С	
2016	12.04	39,3	23.04	78,1	12
2017	14.04	37,5	28.04	87,2	14

Тривалість виходу личинок із зимуючих яєць коливалась від 12 до 14 днів. Закінчення виходу личинок з яєць припадало у 2017 році на 28 квітня, в 2016 році на 23 квітня, сума ефективних температур на цей час становила відповідно 87,2 і 78,1 °С. Довшу тривалість виходу личинок у 2017 році можна пояснити тим, що у березні і першій половині квітня цього року середньомісячна температура була дещо нижча у порівнянні з 2016 роком.

Поява самок-засновниць спостерігалась 3 травня у 2016 році і 1 травня 2017 року, сума ефективних температур на цей час становила відповідно 141,1 і 125,7 °С. Тривалість життя самок засновниць залежала від середньодобової температури і коливалась за роки досліджень від 24 днів у 2017 році до 27 днів у 2016 році (табл. 2).

Встановлено, що за своє життя самка-засновниця відроджує 43-55 личинок, з яких через 11-18 днів розвиваються безкрилі і крилаті самки-розселювачки.

За даними Яновського Ю.П. [7] найбільш плодючими є перші три покоління шкідника (37–94 личинки попелиць на одну живородну самку).

Таблиця 2 – Біологічні особливості розвитку самок засновниць зеленої яблуневої попелиці

Рік	Поява самок-засновниць		Тривалість життя самок-засновниць, дні	Плодючість самок засновниць, личинок (екз.)
	дата	сума еф. температур, °С		
2016	3.05	125,7	27	55
2017	1.05	141,1	24	43

Початок появи крилатих самок-розселювачок зеленої яблуневої попелиці припадає на другу-третю декаду травня за суми ефективних температур 161,3-175,3 °С (табл. 3). Найраніше появу крилатих самок спостерігали 17 травня у 2017 році за суми ефективних температур 161,3 °С. У 2016 році появу крилатих самок спостерігали на п'ять днів пізніше ніж у 2017 році – 22 травня, сума ефективних температур на час появи становила 175,3 °С.

Таблиця 3 – Поява самок-розселювачок і зимуючих яєць

Рік	Поява крилатих самок-розселювачок		Плодючість крилатих самок-розселювачок, личинок (екз.)	Поява зимуючих яєць	
	дата	СЕТ, °С		дата	СЕТ, °С
2016	22.05	175,3	41	18.09	2124,5
2017	17.05	161,3	34	13.09	2251,7

У вересні–жовтні з'являються крилаті форми попелиць, які заселяють дерева яблуні. Ці попелиці-статовоноски відроджують личинок, що перетворюються на безкрилих амфігонних (яйцекладних) самок і самців. Після спарювання самки відкладають яйця, що зимують.

Поява перших зимуючих яєць відмічена 13 вересня у 2017 році і 18 вересня 2016 року за суми ефективних температур відповідно 2124,5 і 2251,7 °С.

Аналіз динаміки заселення дерев яблуні зеленою яблуневою попелицею показав, що чисельність попелиці в агроценозі не є постійною, а суттєво змінюється впродовж вегетаційного періоду, досягаючи максимуму в серпні.

Найбільша заселеність пагонів попелицею за роки досліджень відмічалась у 2016 році в серпні – 42 колонії і вересні – 38 колоній на 100 пагонів. У 2017 році ці показники були менші і становили відповідно 36 і 31 колонія (табл. 4).

Таблиця 4 – Динаміка заселення яблуні зеленою яблуневою попелицею

Рік	Заселеність зеленою яблуневою попелицею, колоній на 100 пагонів					
	квітень	травень	червень	липень	серпень	вересень
2016	5	10	23	32	42	38
2017	3	6	17	27	36	31

Площа листків плодкових дерев є одним із критеріїв забезпечення високого врожаю в поточному році та закладання плодкових бруньок на наступний рік. У високопродуктивних насадженнях яблуні площа листового покриву характеризує фотосинтетичний потенціал дерев. Вона має сягати розмірів 40–50 тис. м<sup>2</sup>/га і більше та підтримуватися на цьому рівні протягом всього продуктивного періоду [30].

Встановлено, що за наявності колоній попелиці площа листової пластинки а відповідно і площа асиміляційної поверхні дерева зменшується.

У середньому найбільша площа листової пластинки була відмічена на контрольному варіанті – 28,9 см<sup>2</sup>. Із появою та ущільненням колоній попелиці на пагонах площа листка зменшувалась. Так за чисельності 20 колоній на 100 пагонів асиміляційна поверхня листка зменшилась на 15,9 %, 30 колоній – на 21,1 % і найменша площа – 18,6 см<sup>2</sup> або 35,6 % до контролю була отримана у варіанті з найбільшою у досліді чисельністю колоній на 100 пагонів – 50 шт. (табл. 5).

Таблиця 5 – Площа листків яблуні сорту Айдаред на однорічних пагонах залежно від ступеня заселення зеленою яблуневою попелицею

Ступінь заселення, колоній/100 пагонів*	Площа 1 листка, см <sup>2</sup>			
	2016 р.	2017 р.	Середнє за роки	До контролю, % - +
0 (контроль)	28,0	29,7	28,9	-
10	25,7	28,2	27,0	- 6,6
20	23,2	25,3	24,3	- 15,9
30	22,4	23,1	22,8	- 21,1
40	19,4	20,9	20,2	- 30,1
50	18,6	18,6	18,6	-35,6
<i>НІР<sub>095</sub></i>	<i>1,6</i>	<i>1,7</i>	-	-

\*- штучне заселення

Маса плоду є одним з показників якості врожаю і залежить від навантаження дерева врожаем, від погодних умов, під час яких відбувалося досягання, та рівня пошкоженості листя.

Результати досліджень (табл. 6) показують, що середня маса плодів сорту Айдаред протягом двох років досліджень змінювалась як по роках так і за рівнями заселення попелицею. В усіх випадках плоди з контрольного варіанта, на якому були відсутні попелиці, були крупніші порівняно з варіантами з різним рівнем заселення зеленою яблуневою попелицею.

Найбільша середня маса плоду сорту Айдаред на підщепі М 26 була отримана на контролі і становила 153,5 г. у 2016 році і 164,3 г. у 2017 році, що в середньому становило 158,9 г. Максимальне зниження ваги плоду – 22,8 % до контролю спостерігалось за чисельності 50 колоній попелиці на 100 пагонів.

Таблиця 6 – Середня маса плоду яблуні сорту Айдаред залежно від ступеня заселення зеленою яблуневою попелицею

Ступінь заселення, колоній/100 пагонів*	Середня маса плоду, г.			
	2016 р.	2017 р.	середнє за роки	до контролю, % - +
0 (контроль)	153,5	164,3	158,9	-
10	150,6	160,7	155,7	-2,0
20	143,5	154,3	148,9	-6,3
30	135,3	145,6	140,5	-11,6
40	123,1	140,1	131,6	-17,2
50	111,7	133,4	122,6	-22,8
<i>НІР<sub>095</sub></i>	<i>6,6</i>	<i>6,9</i>	-	-

\*- штучне заселення

**Висновки.** 1. Розвиток яєць, що перезимували починається в першій-другій декаді березня за середньодобової температури +5 °С. Початок виходу личинок з яєць припадає на другу декаду квітня, коли сума ефективних температур вище +5 °С становить 37,5-39,3 °С.

2. Початок появи крилатих самок-розселювачок зеленої яблуневої попелиці припадає на другу-третю декаду травня за суми ефективних температур 161,3-175,3 °С.

3. Поява зимуючих яєць відмічена у другій декаді вересня за суми ефективних температур 2124,5 і 2251,7 °С.

4. Із появою та ущільненням колоній попелиці на пагонах площа листка зменшувалась. Так за чисельності 20 колоній на 100 пагонів асиміляційна поверхня листка зменшилась на 15,9 %, 30 колоній – на 21,1 % і найменша площа – 18,6 см<sup>2</sup> або 35,6 % до контролю була отримана у варіанті з найбільшою у досліді чисельністю колоній на 100 пагонів – 50 шт.

5. Середня маса плодів сорту Айдаред протягом двох років досліджень змінювалась як по роках так і за рівнями заселення попелицею. В усіх випадках плоди з контрольного варіанта, на якому були відсутні попелиці, були крупніші (158,9 г.) порівняно з варіантами з різним рівнем заселення зеленою яблуневою попелицею (155,7–122,6 г.).

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Самойленко О. Інтенсивний сад в умовах України. Пропозиція. 2013. №2. С. 34–37.
2. Мельник О. В. Тенденція виробництва яблук у Європі і світі. Новини садівництва. 2016. №4. С. 17–27.
3. Інтегрований захист плодових культур : навч. посіб. / Ю.П. Яновський та ін. Київ: Фенікс, 2015. 648 с.
4. Економічна ефективність вирощування яблук в Україні. Новини садівництва. 2013. №4. С. 22–23.
5. Якою є нині і якою бачиться наша садівнича галузь до 2025 року. 2017. № 3. С. 25–26. URL: <http://sadvino-gradvino.org.ua/>.
6. Бурляй О. Л., Коваленко О. С., Підпригора О. В. Конкуреноспроможність продукції садівництва України в умовах поглиблення євроінтеграційних процесів. Збірник наукових праць Уманського НУС. Умань, 2016. Вип. 89. Частина 2. С. 73–92.
7. Яновський Ю.П. Основні шкідники зерняткових культур і захист рослин від них у лісостепу України: монографія. Корсунь-Шевченківський : ПП «Ірена», 2002. 299 с.
8. Swirski E. Amitai S. Annotated list of aphids (Aphidoidea) in Israel. *Israel Journal of Entomology*. 1999. Vol. 33. P. 1-120.
9. Лаба Ю. Попелиці кісточкових – не все так просто!. Пропозиція. 2014. №10. С. 23–24.
10. Identification, distribution, and molecular characterization of the apple aphids *Aphis pomi* and *Aphis spiraecola* (Hemiptera: Aphididae: Aphidinae) / Footitt R.G. et al. *Canadian Entomologist*. 2009. Vol. 141. P. 478–495.
11. Lagos D.M., Voegtlin D.J., Coeur d'acier A. & Giordano R. *Aphis* (Hemiptera: Aphididae) species groups found in the Midwestern United States and their contribution to the phylogenetic knowledge of the genus. *Insect Sci.* 2014. Vol. 21. P. 374–391.
12. Бандура Л. П., Маслікова К. П., Німенко С.О. Захист промислового яблуневого саду від зеленої яблуневої попелиці в умовах Степу України. Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України. 2015. № 9. С. 81–85.
13. Новокшонова В. Г., Жукова М. И. Конференція по екології тлей. Защита растений. 1992. №6. С. 62–63.
14. Бей-Бієнко Г.Я. Общая энтомология : учеб. пособ. 3-е изд. перераб. и доп. М. : Изд-во "Высш. шк.", 1980. 416 с.
15. Броун І.В. Зелена яблунева попелиця (*Aphis pomi* deg.) та її вплив на фізіолого-біохімічні показники кормових рослин. Науковий вісник НЛТУ України, 2013. Вип. 23. С. 260–263.
16. Журавльов В.В. Попелиці (Homoptera, Aphidoidea) деревно-чагарникової рослинності України : автореф. дис. ... канд. біол. наук : 03.00.24. К. : Вид-во "Логос", 2005. 24 с.
17. Федоренко В. П., Броун І. В. Біологічний захист від зеленої яблуневої попелиці. Карантин і захист рослин, 2012. № 1. С. 24–25.
18. Dunbar H. E. Wilson A. C., Ferguson N. R., Moran N.A. Aphid thermal tolerance is governed by a point mutation in bacterial symbionts. *PLoS Biol.* 2007. No 5. 96 p.
19. Rakauskas R., Rupais A. Biology of the green apple aphid in Lithuania. *Act. Entomol. Litu.* 1983. Vol. 2, No 1. P. 20–30.
20. Манько О. В. Власова О. Г., Гродський В. А. Багаторічний моніторинг видового складу і чисельності комарів та кліщів на яблуні в степовій зоні країни. Захист рослин. 2002. № 6. С. 10–11.
21. Яновський Ю. Захист насаджень зерняткових культур. Пропозиція. 2011. № 4. С. 36–37.
22. Хоменко І. І. Захист зерняткових садів у Центральному Лісостепу України. Київ: Фенікс, 1996. 239 с.
23. Сядриста О.В., Бойко Л.А. Сисні шкідники саду. Новини захисту рослин. 1999. № 7–8. С. 20–21.
24. Рак С. В. Біологічні особливості розвитку зеленої яблуневої попелиці: зб. наук. пр. Уманського НУС / упоряд. та відп. ред. Непочатенко О. О. Умань, 2015. С. 187–188.
25. Броун І. В. Інсектициди і зелена яблунева попелиця. Карантин і захист рослин. 2011. № 10. С. 21–22.
26. Carrol D.P., Hoyt S.C. Developmental rate, weight and ovarian parameters of apple aphid, *Aphis pomi* reared at one or two constant temperatures, with evidence of residual effects. *Environ. Entomol.* 1986. Vol. 15. P. 607–613.
27. Градченко С. Захист саду після цвітіння. Пропозиція, 2017. № 5. С. 130–132.
28. Яновський Ю. П. Фауна розсадників зерняткових культур у Центральному Лісостепу. Захист рослин, 2001. № 12. С. 18–19.
29. Методи випробування і застосування пестицидів / С. О. Трибель та ін. ; за заг. ред. проф. С. О. Трибеля. Київ : Світ, 2001. 448 с.
30. Куян В. Г., Положенець В. М., Пелехатий В. М. Селекція плодових культур : навч. посіб. Житомир : Вид-во «Житомирський національний агроекологічний університет», 2013. 92 с.

## REFERENCES

1. Samojlenko, O. Intensivnij sad v umovah Ukraini [An intensive garden in the conditions of Ukraine]. Propozicija. [Proposal], 2013, no. 2, pp. 34–37.
2. Mel'nik, O. V. Tendencija virobництва jabluk u Jevropi i sviti [Tendency of apple production in Europe and in the world]. Novyny sadivnytstva [Gardening News], 2016, no. 4, pp. 17–27.
3. Janovskij, Ju. P. (2015). Integrovanij zahist plodovih kul'tur [Integrated protection of fruit crops]. Kyiv, Fenix, 648 p.
4. Ekonomichna efektyvnist' viroshhuvannja jabluk v Ukraini [The economic efficiency of growing apples in Ukraine]. Novini sadivnytstva [Gardening News], 2013, no 4, pp. 22–23.
5. Jakoju je nyni i jakoju bachyt'sja nasha sadivnycha galuz' do 2025 roku [Present and future development of our gardening industry by 2025]. Sajt zhurnalu "Sad, vynograd i vyno Ukrainy" [Web-site of the magazine "Garden, Grape and Wine of Ukraine"], 2017, no. 3, pp. 25–26. Retrieved from: <http://sadinogradvino.org.ua/>.
6. Burljaj, O. L., Kovalenko, O. S., Pidoprigora, O. V. (2016). Konkurentospromozhnist' produkcii' sadivnytstva Ukraini v umovah pogliblennja jevrintegracijnih procesiv [Competitiveness of gardening products of Ukraine in conditions of deepening the European integration processes]. Zbirnik naukovih prac' Umanskogo NUS [Collection of scientific works of Uman NUH]. Uman, Issue 89, part 2, pp. 73–92.
7. Janovskij, Ju.P. (2002). Osnovni shkidniki zernjatkovih kul'tur i zahist roslin vid nih u lisostepu Ukraini [Main grain pests and plant protection of plants in the Forest-Steppe of Ukraine]. Korsun-Shevchenkivskiy, PE "Irena", 299 p.
8. Swirski, E. and Amitai, S. 1999. Annotated list of aphids (Aphidoidea) in Israel. Israel Journal of Entomology, no. 33, pp. 1–120.
9. Laba, Ju. Popelici kistochkovih – ne vse tak prosto! [Stone fruit aphids – it's not so simple!]. Propozicija [Proposal], 2014, no. 10, pp. 23–24.
10. Footitt, R.G. (2009). Identification, distribution, and molecular characterization of the apple aphids *Aphis pomi* and *Aphis spiraeicola* (Hemiptera: Aphididae: Aphidinae). Canadian Entomologist. 2009, no. 141, pp. 478–495.
11. Lagos, D.M., Voegtlin, D.J., Coeur d'acier, A., Giordano, R. *Aphis* (Hemiptera: Aphididae) species groups found in the Midwestern United States and their contribution to the phylogenetic knowledge of the genus. Insect Sci. 2014, no. 21, pp. 374–391.
12. Bandura, L.P., Maslikova, K.P., Nimenko, S.O. (2015). Zahist promislavogo jablunevogo sadu vid zelenoi' jablunevoy popelici v umovah Stepu Ukraini [Protection of industrial apple orchard from green apple aphid in conditions of the Steppe of Ukraine]. Bjuletin' Institutu sil'skogo gospodarstva stepovoi' zoni NAAN Ukraini [Bulletin of the Institute of Agriculture of the steppe zone of the National Academy of Sciences of Ukraine], no. 9, pp. 81–85.
13. Novokshonova, V. G., Zhukova, M. I. Konferencija po jekologii' tlej [Conference on the ecology of aphids]. Zashhita rostenij [Plant protection], 1992, no. 6, pp. 62–63.
14. Bej-Bienko, G.Ja. (1980). Obshhaja jentomologija [General entomology]. Moscow, Publishing house "High school", 416 p.
15. Broun, I.V. (2013). Zelena jabluneva popelicia (*Aphis pomi* deg.) ta i'i' vpliv na fiziologo-biohimichni pokazniki kormovih roslin [Green apple aphid (*Afispomideg.*) and its influence on physiological and biochemical parameters of forage plants]. Naukovij visnik NLTU Ukraini [Scientific Bulletin of the NLTU of Ukraine], no. 23, pp. 260–263.
16. Zhurav'ov, V.V. (2005) Popelici (Homoptera, Aphidoidea) derevno-chagarnikovoi' roslinnosti Ukraini. avtoref. dis. kand. biol. nauk [Aphids (Homoptera, Aphidoidea) of woody shrub vegetation of Ukraine: author's abstract. dis. candidate of biological sciences]. Kyiv, Publishing house "Logos", 24 p.
17. Fedorenko, V.P., Broun, I.V. Biologichnij zahist vid zelenoi' jablunevoi' popelici [Biological protection from green apple aphid]. Karantin i zahist roslin [Quarantine and Plant Protection], 2012, no. 1, pp. 24–25.
18. Dunbar, H. E. Wilson, A. C., Ferguson, N. R., Moran, N.A. Aphid thermal tolerance is governed by a point mutation in bacterial symbionts. PLoS Biol. 2007, no. 5, 96 p.
19. Rakauskas, R., Rupais, A. Biology of the green apple aphid in Lithuania. Act. Entomol. Litu. 1983, Vol. 2, no. 1, pp. 20–30.
20. Man'ko, O. V. Vlasova, O. G., Grodskij, V. A. Bagatorichnij monitoring vidovogo skladu i chisel'nosti komah ta klishhiv na jabluni v stepovij zoni kra'i'ni [Long-term monitoring of species composition and number of insects and mites on apple trees in the steppe zone of the country]. Zahist roslin [Plant protection], 2002, no. 6, pp. 10–11.
21. Janovskij, Ju. Zahist nasadzhen' zernjatkovih kul'tur [Protection of pomaceous fruit planting]. Propozicija [Proposal], 2011, no. 4, pp. 36–37.
22. Homenko, I. I. (1996). Zahist zernjatkovih sadiv u Central'nomu Lisostepu Ukraini [Protection of grain gardens in the Central Forest-steppe of Ukraine]. Kyiv, Feniks, 239 p.
23. Sjadrysta, O.V., Bojko, L.A. Sisni shkidniki sadu [Natural pests in the garden]. Novini zahistu roslin [News of Plant protection], 1999, no. 7–8, pp. 20–21.
24. Rak, S.V. (2015). Biologichni osoblivosti rozvitku zelenoi' jablunevoi' popelici [Biological features of green apple aphid]. Zb. nauk. pr. Umanskogo NUS [Collection of scientific papers of Uman NUH]. Uman, pp. 187–188.
25. Broun, I.V. Insekticidi i zelena jabluneva popelicia [Insecticides and green apple aphid.]. Karantin i zahist roslin [Quarantine and plant protection], 2011, no. 10, pp. 21–22.
26. Carrol, D.P., Hoyt, S.C. Developmental rate, weight and ovarian parameters of apple aphid, *Aphis pomi* reared at one or two constant temperatures, with evidence of residual effects. Environ. Entomol. 1986, Vol. 15, pp. 607–613.
27. Gradchenko, S. Zahist sadu pislja cvitinnja [Protection of the garden after blossom]. Propozicija [Proposal], 2017, no. 5, pp. 130–132.
28. Janovskij, Ju. P. Fauna rozsadnikov zernjatkovih kul'tur u Central'nomu Lisostepu [The fauna of seedlings of pomaceous crops in the Central Forest-Steppe]. Zahist roslin [Plant protection], 2001, no. 12, pp. 18–19.
29. Tribel, S.O. (2001). Metodiki viprobuvannja i zastosuvannja pesticidiv [Methods of testing and application of pesticides]. Kyiv, World, 448 p.
30. Kujan, V.G., Polozhenec', V.M., Pelehatij, V.M. (2013). Selekcija plodovih kul'tur [Selection of fruit crops]. Zhytomyr, Ed. "Zhytomyr National Agroecological University", 92 p.

**Биологические особенности развития и вредоносность зеленой яблоневой тли (*Aphis pomi* deg) в условиях промышленных насаждений яблони УПО Уманского НУС**

**И. В. Крикунов, Д. М. Адаменко, О. Г. Сухомуд, И. С. Кравець, С. В. Суханов**

Исследованиями, проведенными в течение 2016–2017 гг. установлено, что развитие перезимовавших яиц зеленой яблонной тли начинается в первой-второй декаде марта при среднесуточной температуре + 5 °С. Яйца, которые перезимовали имеют более темный цвет в отличие от яиц которые вымерзли. Начало выхода личинок из яиц приходится на вторую декаду апреля, когда сумма эффективных температур выше + 5 °С составляет 37,5–39,3 °С. Продолжительность выхода личинок из перезимовавших яиц колебалась от 12 до 14 дней.

Появление самок-основательниц наблюдалась в первой декаде мая, сумма эффективных температур на это время составляла 125,7–141,1 °С. Установлено, что за свою жизнь самка-основательница рождает 43–55 личинок, из которых через 11–18 дней развиваются бескрылые и крылатые самки-разселительницы.

Появление зимующих яиц отмечена во второй декаде сентября при сумме эффективных температур 2124,5 – 2251,7 °С.

Вред зеленой яблонной тли проявляется:

- в уменьшении площади листовой пластинки, самая большая площадь листовой пластинки была отмечена на контрольном варианте – 28,9 см<sup>2</sup>. С появлением и увеличением численности колоний тли на побегах площадь листа уменьшалась. Так при численности 20 колоний на 100 побегов ассимиляционная поверхность листа уменьшилась на 15,9 %, 30 колоний – на 21,1 % и наименьшая площадь – 18,6 см<sup>2</sup> или 35,6 % к контролю была получена в варианте с наибольшей в опыте численности колоний на 100 побегов – 50 шт.;

- в уменьшении средней массы плода, наибольшая средняя масса плода сорта Айдаред на подвое М 26 была получена на контроле и составила в среднем 158,9 г. Максимальное снижение веса плода – 22,8 % к контролю наблюдалось при численности 50 колоний тли на 100 побегов.

**Ключевые слова:** зеленая яблоневая тля, биология развития, сума эффективных температур, вредоносность, промышленные посадки яблони.

**Biological peculiarities of development and harmfulness of green apple aphid (*Aphis pomi* deg) in the conditions of commercial apple tree planting of the scientific and production department of Uman National University of Horticulture**

**I. Krukynov, D. Adamenko, O. Sykhomud, I. Kravets, S. Sykhanov**

The studies carried out during 2016–2017 found that the development of eggs of the overwintered green apple aphid, began in the first-second decade of March at an average daily temperature of + 50 °C. The overwintered eggs have a darker color, unlike eggs that have frozen out. The beginning of the exit of larvae from eggs begins in the second decade of April, when the sum of effective temperatures above + 5 °C is 37,5–39,3 °C. The duration of the exit of larvae from the wintering eggs ranged from 12 to 14 days. The end of the larvae exit in 2017 took place on April 28 and in 2016 – on April 23, the sum of effective temperatures at that time was 87,2 and 78,1 °C respectively. The longer larvae exit in 2017 can be explained by the fact that in March and the first half of April the average monthly temperature was somewhat lower than in 2016. The appearance of stem mothers was observed in the first decade of May, the sum of effective temperatures at that time was 125,7–141,1 °C. Life duration of stem mothers depended on the average daily temperature and varied over the research years from 24 days in 2017 to 27 days in 2016. It was established that during its life the stem mother regenerate 43–55 larvae, from which after 11–18 days wingless and winged female settlers develop.

The beginning of the appearance of winged female settlers of green apple aphid falls on the second to third decade of May and the sum of effective temperatures is 161,3–175,3 °C. The earliest appearance of winged females was observed on May 17, 2017, at a sum of effective temperatures of 161,3 °C. In 2016 the appearance of winged females was observed five days later than in 2017, namely on May 22, the sum of effective temperatures at that time was 175,3 °C.

In September–October winged forms of aphids appear, which inhabit the apple trees. These aphids regenerate larvae, which turn to amphigonous (oviposition) females and males. After pairing, the females lay their wintering eggs.

The emergence of wintering eggs was observed in the second decade of September at the sum of effective temperatures 2124,5 and 2251,7 °C respectively.

The analysis of the dynamics of apple tree population with green apple aphid showed that the number of aphids in agroecosis is not constant, but changes significantly during the growing season, reaching its maximum in August.

The largest population of shoots with aphid during the years of research was observed in 2016 in August – 42 colonies and in September – 38 colonies per 100 shoots. In 2017 these figures were smaller and constituted 36 and 31 colonies respectively.

The harmfulness of the green apple apple is manifested:

- in reducing the leaf area, the largest leaf area was observed in the check variant – 28,9 cm<sup>2</sup>. With the appearance and compacting of aphid colonies on shoots, the leaf area was reduced. Thus, with the number of 20 colonies per 100 shoots, the assimilation surface of the leaf decreased by 15,9 %, with 30 colonies by 21,1 % and the smallest area was 18,6 cm<sup>2</sup> or 35,6 % before control was obtained in the variant with the largest number of colonies per 100 shoots in the experiment, namely – 50 pcs.;

- in reducing the average weight of fruit, the highest average weight of the fruit of the *Idared* species on the rootstock M 26 was obtained under control and amounted to 153,5 gr. in 2016 and 164,3 gr. in 2017, which averaged 158,9 gr. The maximum fruit weight reduction – 22,8 % before the control was observed at the number of 50 apple colonies per 100 shoots.

**Key words:** green apple aphid, developmental biology, sum of effective temperatures, harmfulness, commercial apple tree planting.

Надійшла 10.04.2018 р.

УДК 631.811.4 : 631.811.4

ГОСПОДАРЕНКО Г. М., д-р с.-г. наук

ПРОКОПЧУК І. В., канд. с.-г. наук

*Уманський національний університет садівництва*  
pivotbi@ukr.net**ТРАНСФОРМАЦІЯ КИСЛОТНО-ОСНОВНИХ  
ПОКАЗНИКІВ ҐРУНТУ ТА БАЛАНС КАЛЬЦІЮ  
ЗА РІЗНОГО УДОБРЕННЯ І ВАПНУВАННЯ**

Розглянуто питання впливу мінеральних добрив і сумісного їх застосування з дефекатом на зміну кислотно-основних показників чорнозему опідзоленого важкосуглинкового. Показано, що внесення одних лише мінеральних добрив сприяє підкисленню чорнозему опідзоленого, зменшенню вмісту кальцію та магнію, суми увібраних основ та зниженню ступеня насичення ґрунту на основи. Обмінна кислотність варіантів без застосування дефекату, лише на фоні мінеральних добрив становить від 5,1 до 5,3 од рН, гідролітична кислотність 3,25–3,68 смоль/кг, вміст обмінного кальцію та магнію зменшився до 19,3–20,9 і 2,20–2,36 смоль/кг відповідно, сума увібраних основ знизилась до 22,3–24,3 смоль/кг, а ступінь насичення ґрунту на основи до 86–88 %. Внесення дефекату сумісно з різними дозами мінеральних добрив значно покращувало кислотно-основні показники ґрунту, відбувалось усунення надлишкової кислотності, відповідно  $pH_{\text{сол}}$  5,3–6,2 од рН, вміст обмінного кальцію на четвертий рік дії дефекату збільшився до 22,1–24,7 мг/кг залежно від варіанта удобрення одночасно зросли показники суми увібраних основ до 25,5–28,3 смоль/кг. Розрахунки балансу кальцію в короткоротаційній польовій сівозміні за умови внесення мінеральних добрив на тлі дії різних доз дефекату від 4,5 до 13,5 т/га показали, що у варіантах досліду з внесенням лише мінеральних добрив складається різко від'ємний баланс кальцію. Внесення різних доз мінеральних добрив на тлі дії від половинної до півтори дози дефекату сприяє тому, що баланс кальцію формується додатним. Встановлено, що внесений кальцій з дозою дефекату 4 т/га у поєднанні з високими дозами мінеральних добрив за чотири роки більше ніж на половину витрачається, тоді як за одинарної дози його внесення (9 т/га) запасів кальцію може вистачити ще на одну ротацію чотириріпільної сівозміни.

**Ключові слова:** чорнозем опідзолений, мінеральні добрива, дефекат, вапнування, кислотно-основні показники, баланс кальцію.

**Постановка проблеми.** Нині посилюється фізико-хімічна деградація ґрунтів Лісостепової зони, яка здебільшого проявляється в підкисленні навіть нейтральних за своєю природою чорноземів. Це пояснюється зміною функціонування сільського господарства, значно скоротились роботи з проведення вапнування, а в більшості господарств за відсутності коштів внесення вапнувальних матеріалів зовсім не проводиться. Все це призводить до зростання кислотності ґрунтів, зменшення вмісту кальцію та магнію і, як наслідок, від'ємного їх балансу. Тому одержання об'єктивних даних щодо функціонування агроєкосистем, їх агроєкологічного стану, а також моделювання процесу поліпшення родючості ґрунту можливе за умови наявності всебічної інформації, включаючи і характеристики кислотно-основних властивостей, особливо в умовах стаціонарного польового досліду.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Тривале застосування фізіологічно кислих мінеральних добрив, особливо в підвищених дозах, зумовлює зростання кислотності ґрунту, а також вилуження з верхніх його горизонтів кальцію та магнію які формують родючість [1–7]. Водночас на кислих ґрунтах різко знижується ефективність мінеральних добрив, якість сільськогосподарської продукції, а також коефіцієнти використання азоту добрив [8–11]. Вапнування кислих ґрунтів є одним з основних агрономічних заходів спрямованих на покращення його родючості, який сприяє створенню сприятливих агрохімічних і біологічних умов для росту та розвитку рослин [12–18]. Кальцій, внесений у ґрунт, завдяки коагуляції колоїдів значно покращує структуру ґрунту, підвищує при цьому його водопроникність [19, 20]. У ґрунтах які мають низький вміст кальцію, гумус не утримується мінеральною частиною і досить легко вимивається за межі кореневмісного шару [21–23].

**Мета дослідження** – встановити вплив мінеральних добрив і сумісного їх внесення з дефекатом на зміну основних показників кислотно-основного стану чорнозему опідзоленого важкосуглинкового та розрахувати баланс кальцію в польовій сівозміні.

**Матеріал і методика дослідження.** Дослідження проведено в умовах стаціонарного польового досліду (атестат УААН № 86), закладеному у 2012 році на дослідному полі Уманського НУС розміщеному в Маньківському природно-сільськогосподарському районі Середньо-Дніпровсько-Бузького округу Лісостепової Правобережної провінції з географічними координатами за Гринвічем 48° 46' північної широти і 30° 14' східної довготи. Повну дозу внесення дефекату розраховано з

врахуванням рівня обмінної кислотності на час закладання дослідів. В інших варіантах дослідів вносили половину (0,5) або півтори дози дефекату (1,5 CaCO<sub>3</sub>). Дефекат мав вміст: CaCO<sub>3</sub> – 60 %, азоту – 0,7 %, фосфору – 0,8 %, калію – 0,7 %, цукру – 2,0 %, пектинових речовин – 1,7 %, безазотистих органічних речовин – 9,5 %, азотистих органічних речовин – 5,9 %, солі різних кислот – 2,8 %, інші мінеральні речовини – 3,9 %. Розрахунок балансу кальцію в ґрунті проводили з врахуванням надходження його з мінеральними добривами, а саме з суперфосфатом гранульованим, вміст кальцію в якому становить 12 % [24], надходження кальцію з розрахунковою дозою дефекату, а також з на-сінневим матеріалом і з атмосферними опадами, вміст кальцію в яких становив 7,4 мг/л [25]. У витратній частині враховували кількість кальцію, що вилучається з основною та нетоварною частинами врожаю культур сівозміни та безпосередньо залежить від його величини і вмісту кальцію в продукції. Найбільш суттєвою статтею витрат кальцію з ґрунту є вилуження, кількість цих витрат може сягати 60–85 % від загальних витрат [26].

Розміщення варіантів у досліді послідовне. Дослід одночасно розгорнутий на трьох полях, що дає змогу щорічно отримувати дані трьох культур чотиріпільної польової сівозміни (горох, пшениця озима, буряк цукровий, кукурудза) і виявляти вплив агрометеорологічних чинників на їх продуктивність та ефективність добрив. Повторення дослідів триразове. Загальна площа дослідної ділянки 36 м<sup>2</sup>, облікова – 30 м<sup>2</sup>. На тлі вапнування під культури сівозміни мінеральні добрива вносили у вигляді аміачної селітри, суперфосфату гранульованого та калію хлористого.

**Основні результати дослідження.** Встановлено, що вапнування завдяки насиченню ґрун-тово-вбирного комплексу кальцієм суттєво зменшує кислотність ґрунту. Так, на четвертий рік дії дози дефекату 4,5 т/га показник обмінної кислотності становив від рН<sub>сол</sub> 5,3 до 5,5, за вне-сення 9 т/га – 5,5–5,7, у варіантах де було внесено 13,5 т/га дефекату показники обмінної кисло-тності були найменшими і відповідно становили 5,8–6,1 од. рН залежно від варіанта удобрення (табл. 1). Разом зі зменшенням показників обмінної кислотності, на тлі внесення дефекату, зме-ншується і показник гідролітичної кислотності. Так, у варіантах дослідів без внесення дефекату показник гідролітичної кислотності становить від 3,25 до 3,68 смоль/кг, тобто за такого його рівня спостерігається першочергова потреба у вапнуванні для ґрунтів Лісостепу [24].

Таблиця 1 – Зміна кислотно-основних показників чорнозему опідзоленого під впливом мінеральних добрив і дефекату

Варіант дослідів	рН <sub>сол</sub>	Вміст у ґрунті, смоль/кг				V, %
		Hg	Ca	Mg	S	
Без добрив (контроль)	5,3	3,25	20,9	2,36	24,3	88
N <sub>97</sub> P <sub>75</sub>	5,3	3,48	20,4	2,29	23,6	87
N <sub>97</sub> P <sub>75</sub> K <sub>75</sub>	5,2	3,58	19,9	2,25	23,0	87
N <sub>130</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	5,1	3,68	19,3	2,20	22,3	86
0,5 CaCO <sub>3</sub>	5,5	2,47	23,1	2,49	26,5	91
0,5 CaCO <sub>3</sub> + N <sub>97</sub> P <sub>75</sub>	5,3	2,54	22,7	2,47	26,2	91
0,5 CaCO <sub>3</sub> + N <sub>97</sub> P <sub>75</sub> K <sub>75</sub>	5,3	2,61	22,4	2,44	25,9	91
0,5 CaCO <sub>3</sub> + N <sub>130</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	5,3	2,68	22,1	2,37	25,5	90
1,0 CaCO <sub>3</sub>	5,7	2,30	23,8	2,53	27,3	92
1,0 CaCO <sub>3</sub> + N <sub>97</sub> P <sub>75</sub>	5,6	2,35	23,5	2,44	27,0	92
1,0 CaCO <sub>3</sub> + N <sub>97</sub> P <sub>75</sub> K <sub>75</sub>	5,5	2,42	23,2	2,39	26,7	92
1,0 CaCO <sub>3</sub> + N <sub>130</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	5,5	2,46	23,0	2,33	26,5	91
1,5 CaCO <sub>3</sub>	6,1	2,05	24,7	2,59	28,3	93
1,5 CaCO <sub>3</sub> + N <sub>97</sub> P <sub>75</sub>	6,0	2,18	24,1	2,55	27,8	93
1,5 CaCO <sub>3</sub> + N <sub>97</sub> P <sub>75</sub> K <sub>75</sub>	5,9	2,24	24,0	2,45	27,6	92
1,5 CaCO <sub>3</sub> + N <sub>130</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	5,8	2,30	23,7	2,40	27,2	92
НІР <sub>05</sub>	0,1	0,11	1,14	0,12		

За половинної дози внесення дефекату її величина зменшується до 2,47–2,68 смоль/кг, за повної дози – до 2,30–2,46 смоль/кг і за півтори дози внесення дефекату до 2,05–2,30 смоль/кг.

Одним із важливих показників, що впливає на стабілізацію та накопичення гумусу в ґрунті є вміст у ньому обмінних основ кальцію та магнію. Дослідженнями встановлено, що за полови-нної дози внесення дефекату (4,5 т/га) вміст обмінного кальцію на четвертий рік його дії ста-новить 22,1–23,1 мг/кг, а за одинарної дози збільшився до 23,0–23,8 мг/кг залежно від варіанта удобрення. Тобто вапнування ґрунту створює оптимальні умови ґрунтового стану і живлення рослин, оскільки вміст кальцію становить понад 60 % ємності катіонного обміну ґрунту.

За внесення в ґрунт дефекату відбуваються зміни у структурі обмінних катіонів у бік збільшення частки кальцію та магнію, в той час як на тлі внесення одних лише мінеральних добрив і особливо зростаючих їх доз кількість обмінного кальцію та магнію зменшується, що зумовлено підкислювальною дією мінеральних добрив. Ученими [27–28] встановлено пряму залежність між дозою внесення мінеральних добрив і втратами кальцію.

Дослідженнями встановлено, що поєднання мінеральних добрив з дефекатом сприяє уповільненню процесів підкислення ґрунту та зменшення втрат кальцію, про що свідчать дані суми увібраних основ та ступеня насичення ґрунту на основі. Так, під впливом внесеного в ґрунт дефекату показник суми увібраних основ за поєднання мінеральних добрив і половинної дози дефекату зріс до 25,5–26,5 смоль/кг, і до 27,2–28,3 смоль/кг за поєднання внесення мінеральних добрив на тлі післядії 13,5 т/га дефекату проти 22,3–24,3 смоль/кг у контрольному варіанті без застосування мінеральних добрив і дефекату.

Баланс кальцію в ґрунті польової сівозміни є важливим показником ефективності заходів з нейтралізації підвищеної кислотності ґрунтів і об'єктивно показує причину їх підкислення [29, 30]. Розрахунки балансу кальцію показали, що надходження його у варіантах досліду без внесення дефекату становило 47–104 кг/га залежно від доз добрив, тобто мінеральні добрива сприяли незначному надходженню кальцію в ґрунт. У варіантах досліду з внесенням дефекату надходження кальцію у ґрунт за чотири роки становило 272–781 кг/га залежно від варіанта досліду (табл. 2).

Таблиця 2 – Баланс кальцію у ґрунті в середньому за першу ротацію 4-пільної польової сівозміни залежно від вапнування та удобрення, кг/га за рік

Варіант досліду	Надходження	Вилучення			Баланс, ±
		з продукцією	вимивання	всього	
Без добрив (контроль)	47	$\frac{4}{29}$	152	$\frac{156}{181}$	$\frac{-109}{-134}$
N <sub>97</sub> P <sub>75</sub>	92	$\frac{5}{39}$	177	$\frac{182}{216}$	$\frac{-90}{-124}$
N <sub>97</sub> P <sub>75</sub> K <sub>75</sub>	92	$\frac{5}{41}$	188	$\frac{193}{229}$	$\frac{-101}{-137}$
N <sub>130</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	104	$\frac{6}{44}$	205	$\frac{210}{249}$	$\frac{-106}{-145}$
0,5 CaCO <sub>3</sub>	272	$\frac{4}{31}$	163	$\frac{167}{194}$	$\frac{105}{78}$
0,5 CaCO <sub>3</sub> + N <sub>97</sub> P <sub>75</sub>	317	$\frac{5}{41}$	195	$\frac{200}{236}$	$\frac{117}{81}$
0,5 CaCO <sub>3</sub> + N <sub>97</sub> P <sub>75</sub> K <sub>75</sub>	317	$\frac{6}{44}$	212	$\frac{218}{256}$	$\frac{99}{61}$
0,5 CaCO <sub>3</sub> + N <sub>130</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	332	$\frac{6}{48}$	220	$\frac{226}{268}$	$\frac{106}{64}$
1,0 CaCO <sub>3</sub>	496	$\frac{4}{32}$	177	$\frac{181}{209}$	$\frac{315}{287}$
1,0 CaCO <sub>3</sub> + N <sub>97</sub> P <sub>75</sub>	541	$\frac{5}{43}$	191	$\frac{196}{234}$	$\frac{345}{307}$
1,0 CaCO <sub>3</sub> + N <sub>97</sub> P <sub>75</sub> K <sub>75</sub>	541	$\frac{6}{46}$	214	$\frac{220}{260}$	$\frac{321}{281}$
1,0 CaCO <sub>3</sub> + N <sub>130</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	556	$\frac{6}{49}$	225	$\frac{231}{274}$	$\frac{325}{282}$
1,5 CaCO <sub>3</sub>	721	$\frac{4}{33}$	188	$\frac{192}{221}$	$\frac{529}{500}$
1,5 CaCO <sub>3</sub> + N <sub>97</sub> P <sub>75</sub>	766	$\frac{6}{44}$	205	$\frac{211}{249}$	$\frac{555}{517}$
1,5 CaCO <sub>3</sub> + N <sub>97</sub> P <sub>75</sub> K <sub>75</sub>	766	$\frac{6}{47}$	228	$\frac{234}{275}$	$\frac{532}{491}$
1,5 CaCO <sub>3</sub> + N <sub>130</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	781	$\frac{6}{50}$	231	$\frac{237}{281}$	$\frac{544}{500}$

**Примітка.** Над рискою – при залишенні нетоварної частини урожаю на полі, під рискою – за видалення нетоварної частини врожаю.

Розрахунки витрат кальцію показали, що за умови коли нетоварна частина врожаю буде залишена на полі, величина його вилучення буде становити від 4 до 6 кг/га, оскільки у різних

частинах і органах рослин містяться різні кількості кальцію: в листках і стеблах його значно більше, ніж в основній продукції (зерно, коренеплоди) в якій вміст кальцію незначний.

За умови видалення нетоварної частини врожаю втрати кальцію значно зростають і становлять 29–50 кг/га залежно від варіанта дослідів. Підвищення дози внесення дефекату сприяло зростанню втрат кальцію. Так, у результаті вимивання у варіантах з внесенням дефекату втрати становили 163–231 кг/га і зростали зі зростанням дози його внесення. Отже, застосування високих доз дефекату сприяє зростанню втрат кальцію, а тому при розрахунках підтримувальної дози його внесення цю особливість слід враховувати.

У варіантах дослідів з внесенням лише мінеральних добрив складається різко від'ємний баланс кальцію. У контрольному варіанті дослідів без застосування мінеральних добрив і дефекату втрати кальцію становили 109 кг/га за умови, що нетоварна частина врожаю буде залишена на полі і 134 кг/га за її видалення. У варіантах дослідів з внесенням мінеральних добрив ця величина становить відповідно 90–104 кг/га і 124–142 кг/га. В досліді у варіантах на тлі дії половинної дози дефекату баланс кальцію формувався додатним (+99–117 кг/га) при залишенні нетоварної частини врожаю на полі. Також за умови її видалення у варіантах з високими дозами внесення мінеральних добрив баланс кальцію складався додатним, хоча величина його була значно нижча (+61–81 кг/га). Отже, половинна доза дефекату за умови внесення невисоких доз мінеральних добрив ще буде діяти і на п'ятий рік, однак якщо вносяться підвищені та високі їх дози, то термін дії дефекату зменшується. За одинарної дози внесення дефекату величина балансу кальцію становила 315–345 кг/га за умови залишення всього нетоварного врожаю на полі і зменшувалась до 281–307 кг/га за його видалення. Отже, навіть за умови видалення нетоварної частини врожаю на тлі одинарної дози внесення дефекату впродовж наступних чотирьох років забезпечується бездефіцитний баланс кальцію. Півтори дози дефекату значно збільшують післядію вапнування.

**Висновки.** 1. Застосування вапнувальних матеріалів є одним із засобів попередження деградації і декальцинації ґрунтів, в тому числі і найбільш родючих чорноземів. При цьому за внесення підвищених доз мінеральних добрив слід застосовувати повну дозу дефекату, розраховану за показниками обмінної кислотності. Половинну дозу дефекату доцільно застосовувати за умови повторного вапнування через 4–5 років.

2. Поєднання мінеральних добрив та дефекату значно поліпшує кислотно-основні властивості чорнозему опідзоленого важкосуглинкового за рахунок зменшення обмінної і гідролітичної кислотності та підвищення суми увібраних основ і ступеня насичення ними ґрунту.

3. Розрахунок балансу кальцію в польовій сівозміні показав, що внесений кальцій з дозою дефекату 4 т/га у поєднанні з високими дозами мінеральних добрив за чотири роки більше ніж наполовину витрачається, тоді як за одинарної дози його внесення (9 т/га) запасів кальцію може вистачити ще на одну ротацію чотиріпільної сівозміни. За перевищення розрахункової дози дефекату відбуваються значні непродуктивні втрати кальцію.

4. Для підтримання оптимальних кислотно-основних показників чорнозему опідзоленого важкосуглинкового необхідно поєднувати внесення мінеральних добрив з вапнувальними матеріалами. При цьому слід врахувати, що половинна доза їх внесення може бути розрахована на чотири роки дії, а потім слід проводити періодично підтримувальне вапнування.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Господаренко Г. М., Прокопчук І. В. Трансформація кислотно-основних властивостей ґрунту за тривалого застосування добрив у польовій сівозміні. Вісник Уманського національного університету садівництва. 2014. №1. С. 8–12.
2. Прокопчук І. В., Надточій П. П. Вплив вапнування на фоні тривалого застосування добрив на азотний режим чорнозему опідзоленого в ланках польової сівозміни: збірник наукових праць Уманського державного аграрного університету. 2003. Вип. 57. С. 97–102.
3. Господаренко Г. М. Система застосування добрив. Київ: ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА», 2018. 332 с.
4. Сортовая реакция яровой пшеницы на известкование при различных уровнях азотного питания / Литвинович А. В. и др. Агрехимия. 2017. №5. С. 78–85.
5. Лукманов А. А., Миннуллин Р. М. Известкование кислых почв в Республике Татарстан местными известковыми удобрениями. Агрехимический Вестник. 2017. № 5. Т. 5. С. 37–41.
6. Мазур Г. А., Ткаченко М. А., Шкляр В. М. Вплив вапнування за різних систем удобрення в сівозміні на баланс гумусу в сірому лісовому ґрунті. Вісник аграрної науки. 2016. № 10. С. 5–11.
7. Сипко А. О., Стрілець О. П., Зацкровка Н. С., Косташук М. В. Оптимізація фізико-хімічних властивостей чорнозему типового вилугованого слабкокислого при застосуванні дефекату, отриманого за новою технологією. Цукрові буряки. 2017. №1. С. 11–13.
8. Биккинина Л. М.-Х., Ломако Е. И., Алиев Ш. А., Ильясов М. М. Эффективность местной доломитовой муки различного гранулометрического состава в условиях ресурсосберегающих технологий. Достижения науки и техники АПК. 2014. №3. С. 20–22.

9. Long-term effect of lime application on the chemical composition of soil organic carbon in acid soils varying in texture and liming history / Wang X. et al. *Biology and Fertility of Soils*. 2016. Vol. 52. P. 295–306.
10. Baldock J. A., Hawke B., Sanderman J., Macdonald L.M. Predicting contents of carbon and its component fractions in Australian soils from diffuse reflectance mid-infrared spectra. *Soil Res* 2013. no. 51. P. 577–595.
11. Factors affecting the measurement of soil pH buffer capacity: approaches to optimize the methods / Wang X. et al. *Eur J Soil Sci*. 2015. no. 66. P. 53–64.
12. Прокопчук І. В. Ефективність вапнування чорнозему опідзоленого Правобережного Лісостепу України за тривалого застосування добрив у польовій сівозміні : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.04. Харків, 2003. 20 с.
13. Nang Seng Aye, Peter W. G. Sale, Caixian Tang. The impact of long-term liming on soil organic carbon and aggregate stability in low-input acid soils. *Biology and Fertility of Soils*. 2016. Vol. 52. P. 697–709.
14. Paradelo R., Virto I., Chenu C. Net effect of liming on soil organic carbon stocks: a review. *Agric Ecosyst Environ*. 2015. no. 202. P. 98–107.
15. Organic anion-to-acid ratio influences pH change of soils differing in initial pH / Rukshana F. et al. *J Soils Sediments*. 2014. no. 14. P. 407–414.
16. Haddad S. A., Tabatabai M. A., Loynachan T. E. Effects of liming and selected heavy metals on ammonium release in waterlogged agricultural soils. *Biology and Fertility of Soils* 2017. Vol. 53. Issue 2. P. 153–158.
17. Pools and solubility of soil phosphorus as affected by liming in long-term agricultural field experiments / Simonsson M. et al. *Geoderma*. 2018. Vol. 315. P. 208–219.
18. Ломако Е. И., Алиев Ш. А. Известкование почв Республики Татарстан. Казань, 2004. 271 с.
19. Мазур Г. А. Відтворення і регулювання родючості легких ґрунтів: монографія. Київ: Аграрна наука, 2008. 308 с.
20. Господаренко Г. М., Трус О. М., Прокопчук І. В. Умови збереження вмісту гумусу в ґрунті польової сівозміни. *Біологічні системи*. 2012. Т. 4, Вип. 1. С. 31–34.
21. Господаренко Г. Н., Прокопчук І. В. Содержание гумуса в черноземе оподзоленном после длительного применения удобрений в полевом севообороте. *Почвоведение и агрохимия*. 2015. № 2 (55). С. 102–107.
22. Трус О. М., Господаренко Г. М., Прокопчук І. В. Гумус чорнозему опідзоленого та його відтворення. Умань : ВПЦ «Візаві», 2016. 228 с.
23. Господаренко Г. М. Агрохімія. Київ : ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА», 2018. 570 с.
24. Прокопчук І. В. Хімічний склад сучасних атмосферних опадів. Матеріали Всеукраїнської наукової конференції молодих вчених присвяченої 110-річчю з дня народження М. М. Шкварука. Умань, 2008. С. 50–51.
25. Прокопчук І. В. Балас кальцію в чорноземі опідзоленому після тривалого застосування добрив у польовій сівозміні: збірник наукових праць Уманської державної аграрної академії. 2002. Вип. 54. С. 41–48.
26. Огороков В. В. Вынос двухвалентных катионов при сельскохозяйственном использовании кислых почв. Сборник докладов Всероссийского научно-практической конференции «Адаптивно-ландшафтные системы земледелия – основа оптимизации агроландшафтов». Курск, 14–16 сентября 2016. С. 205–213.
27. Потери обменных катионов и подкисление почв при длительном применении удобрений. В сб.: Научные основы предотвращения деградации почв (земель) сельскохозяйственных угодий России и формирования систем воспроизводства их плодородия в адаптивно-ландшафтном земледелии / Шильников И. А. и др. Москва, 2013. С. 351–386.
28. Long-Term Effects of Forest Liming on Soil, Soil Leachate, and Foliage Chemistry in Northern Pennsylvania / Long R. P. et al. *Soil Science Society of America Journal Abstract – Forest, Range & Wildland Soils*. 2015. Vol. 79. №4. P. 1223–1236.
29. Paradelo R., Virto I., Chenu C. Net effect of liming on soil organic carbon stocks: A review. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2015. Vol. 202. P. 98–107.

#### REFERENCES

1. Господаренко, Г. М., Прокопчук, І. В. Трансформація кислотно-основних властивостей ґрунту за тривалого застосування добрив у польовій сівозміні [Transformation of acid-base properties of soil for long-term application of fertilizers in field crop rotation]. *Visnyk Umans'kogo nacional'nogo universytetu sadivnytstva*. [Bulletin of the Uman National University of Horticulture], 2014, no. 1, pp. 8–12.
2. Прокопчук, І. В., Надточий, П. П. Вплив вапнування на фоні тривалого застосування добрив на азотний режим чорнозему опідзоленого в ланках польової сівозміни [Influence of liming on the background of prolonged use of fertilizers on the nitrogen regime of chernozem podzoleny in the parts of field crop rotation]. *Zbimyky naukovykh prac' Umans'kogo derzhavnogo agrarnogo universytetu* [Collection of scientific works of Uman State Agrarian University], 2003, Issue 57, pp. 97–102.
3. Господаренко, Г. М. Система застосування добрив [Fertilizer application system]. Kyiv, TOV «SİK GRUP UKRAYINA», 2018. 332 p.
4. Litvinovich, A. V., Kovleva, A. O., Homiyakov, Yu. V., Pavlova, O.Yu., Lavrishev, A.V. Sortovaya reaktsiya yarovoy pshenitsyi na izvestkovanie pri razlichnykh urovnyakh azotnogo pitaniya. [Varietal reaction of spring wheat to liming at different levels of nitrogen nutrition]. *Agrokhimiya*. [Agrochemistry], 2017, no. 5, pp. 78–85.
5. Lukmanov, A. A., Minnullin, R. M. Izvestkovanie kislykh pochv v Respublike Tatarstan mestnyimi izvestkovyimi udobreniyami [Liming of acidic soils in the Republic of Tatarstan with local calcareous fertilizers]. *Agrohimicheskiy Vestnik* [Agrochemical Herald], 2017, no. 5, Vol. 5, pp. 37–41.
6. Mazur, G. A., Tkachenko, M. A., Shklyar, V. M. Vplyv vapnuvannya za riznih sistem udobrennya v sivozmini na balans gumusu v siromu lisovomu ґрунті [Influence of liming on different fertilizer systems in crop rotation on humus balance in gray forest soil]. *Visnik agrarnoyi nauki* [Bulletin of Agrarian Science], 2016, no. 10, pp. 5–11.
7. Sipko, A. O., Strilets, O. P., Zatskrkovna, N. S., Kostaschuk, M. V. Optimizatsiya fiziko-himichnih vlastivostey chornozemu tipovogo vilugovanogo slabokislogo pri zastosuvanni defekatu, otrimanogo za novoyu tehnologiyeu [Optimization of physical and chemical properties of chernozem of a typical exhaust weak acid in the application of defecate obtained by the new technology]. *Tsukrovi buryaki* [Sugar beets], 2017, no. 1, pp. 11–13.
8. Bikkinina, L. M.-H., Lomako, E. I., Aliev, Sh. A., Il'jasov, M. M. Jefferktivnost' mestnoj dolomitovoj muki razlichnogo granulometricheskogo sostava v usloviyah resursoberegajushhih tehnologij [Efficiency of local dolomite flour of

various granulometric composition in conditions of resource-saving technologies]. Dostizheniya nauki i tehniki APK [Achievements of science and technology of agroindustrial complex], 2014, no. 3, pp. 20–22.

9. Wang, X., Tang, C., Baldock, J. A., Butterly, C. R., Gazy C. Long-term effect of lime application on the chemical composition of soil organic carbon in acid soils varying in texture and liming history. *Biology and Fertility of Soils*. 2016, Vol. 52, pp. 295–306.

10. Baldock, J. A., Hawke, B., Sanderman, J., Macdonald, L.M. Predicting contents of carbon and its component fractions in Australian soils from diffuse reflectance mid-infrared spectra. *Soil Res*. 2013, no. 51, pp. 577–595.

11. Wang, X., Tang, C., Mahony, S., Baldock, J.A., Butterly, C.R. Factors affecting the measurement of soil pH buffer capacity: approaches to optimize the methods. *Eur J Soil Sci*. 2015, no. 66, pp. 53–64.

12. Prokopchuk, I.V. (2003). Efektyvnist' vapnuvannja chornozemu opodzolenogo Pravoberezhnogo Lisostepu Ukrai'ny za tryvalogo zastosuvannja dobryv u pol'ovij sivozmini : avtoref. dys. ... kand. s.-g. nauk : 06.01.04 [Efficiency of liming of chernozem of podzolenogo Pravoberezhnogo Forest-steppe of Ukraine for the long-term application of fertilizers in field crop rotation: avtoref. dis. ... kand. s.-g. nauk. 06.01.04]. Kharkiv, 20 p.

13. Nang Seng, Aye, Peter, W. G. Sale, Caixian, Tang. The impact of long-term liming on soil organic carbon and aggregate stability in low-input acid soils. *Biology and Fertility of Soils*. 2016, Vol. 52, pp. 697–709.

14. Paradelo, R., Virto, I., Chenu, C. Net effect of liming on soil organic carbon stocks: a review. *Agric Ecosyst Environ*. 2015, no. 202, pp. 98–107.

15. Rukshana, F., Butterly, C.R., Xu, J-M, Baldock, J.A., Tang, C. Organic anion-to-acid ratio influences pH change of soils differing in initial pH. *J Soils Sediments*. 2014, no. 14, pp. 407–414.

17. Haddad, S. A., Tabatabai, M. A., Loynachan, T. E. Effects of liming and selected heavy metals on ammonium release in waterlogged agricultural soils. *Biology and Fertility of Soils* 2017. Vol. 53, Issue 2, pp. 153–158.

18. Simonsson, M., Östlund, A., Renfjäll, L., Sigtryggsson, C., Börjesson, G., Kätterer, T. Pools and solubility of soil phosphorus as affected by liming in long-term agricultural field experiments. *Geoderma*. 2018, Vol. 315, pp. 208–219.

19. Lomako, E. I., Aliev, Sh. A. (2004). Izvestkovanie pochv Respubliki Tatarstan. [Liming of soils of the Republic of Tatarstan]. Kazan', 271 p.

20. Mazur, G.A. (2008). Vidtvorennya i reguljuvannja rodjuchosti legkih gruntiv. [Reproduction and regulation of the fertility of light soils]. Kyiv, Agrarian science, 308 p.

21. Gospodarenko, G.M., Trus, O.M., Prokopchuk, I.V. Umovi zberezhennja vmistu gumusu v grunti pol'ovoi' sivozmini [Conditions for maintaining humus content in the field of field crop rotation]. *Biologichni sistemi [Biological systems]*, 2012, Vol. 4, Issue 1, pp. 31–34.

22. Gospodarenko, G.N., Prokopchuk, I. V. Coderzhanie gumusa v chernozeme opodzolenomom posle dlitel'nogo primenenija udobrenij v polevom sevooborote [Content of humus in chernozem podzolized after long-term application of fertilizers in field crop rotation]. *Pochvovedenie i agrohimiya [Soil science and agrochemicals]*, 2015, no. 2 (55), pp. 102–107.

23. Trus, O. M., Gospodarenko, G. M., Prokopchuk, I. V. (2016). Gumus chornozemu opodzolenogo ta jogo vidtvorennya [Humus chernozem podzolenogo and its reproduction]. Uman', VPC «Vizavi», 228 p.

24. Gospodarenko, G. M. (2018). Agroximiya [Agrochemicals], Kyiv, TOV «SIK GRUP UKRAYINA», 570 p.

25. Prokopchuk, I.V. (2008). Himichnij sklad suchasnih atmosfernih opadiv [The chemical composition of modern atmospheric precipitation]. *Materiali Vseukrai'ns'koi' naukovoï konferencii' molodih vchenih prisvjachenoi' 110-richchju z dnja narodzhennja M.M. Shkvaruka [Proceedings of the All-Ukrainian scientific conference of young scientists dedicated to the 110-th anniversary of MM Shkvaruka]*. Uman', 2008, pp. 50–51.

26. Prokopchuk, I.V. (2002). Balans kal'ciju v chornozemi opodzolenomu pislja trivalogo zastosuvannja dobryv u pol'ovij sivozmini [Balance of calcium in chernozem podzolenom after prolonged use of fertilizers in the field crop rotation]. *Zbirnik naukovih prac' Umans'koi' derzhavnoi' agrarnoi' akademii'*. [Collection of scientific works of the Uman State Agrarian Academy], Vol. 54, pp. 41–48.

27. Okorokov, V. V. (2016). Vyinos dvuhvalentnykh kationov pri selskohozyaystvennom ispolzovanii kislykh pochv [Removal of divalent cations during agricultural use of acidic soils]. *Sborik dokladov Vserossiyskogo nauchno-prakticheskoy konferentsii «Adaptivno-landshaftnyie sistemy zemledeliya – osnova optimizatsii agrolandshaftov» [Collection of reports of the All-Russian scientific-practical conference "Adaptive landscape systems of agriculture – the basis for optimizing agrolandscapes"]*. Kursk, pp. 205–213.

28. Shilnikov, I. A., Akanova, N. I., Marenkova, M. G., Okorkov, V. V., Okorkova, L.A., Fenova, O.A. (2013). Poteri obmenniy kationov i podkislennie pochv pri dlitelnom primenenii udobrenij [Removal of divalent cations during agricultural use of acidic soils]. *Nauchnyie osnovy predotvrascheniya degradatsii pochv (zemel) selskohozyaystvennykh ugodiy Rossii i formirovaniya sistem vosproizvodstva ih plodorodiya v adaptivno – landsaftnom zemledelii [Scientific basis to prevent degradation of the soils of agricultural lands of Russia and the formation of systems of reproduction of fertility in adaptive – landscape farming]*. Moscow, pp. 351–386.

29. Long, R. P., Baileyb, S. W., Horsley, S. B., Halld, T. J., Swistocke, B. R., DeWallef, D. (2015). Long-Term Effects of Forest Liming on Soil, Soil Leachate, and Foliage Chemistry in Northern Pennsylvania. *Soil Science Society of America Journal Abstract – Forest, Range & Wildland Soils*. Vol. 79, no. 4, pp. 1223–1236.

30. Paradelo, R., Virto, I., Chenu, C. Net effect of liming on soil organic carbon stocks: A review. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2015, Vol. 202, pp. 98–107.

#### **Трансформация кислотно-основных показателей почвы и баланс кальция при различном удобрении и известковании**

**Г. Н. Господаренко, И. В. Прокопчук**

Рассмотрены вопросы влияния минеральных удобрений и совместного их применения с дефекатом на смену кислотно-основных показателей чернозема оподзоленного тяжелосуглинистого. Показано, что внесение одних только минеральных удобрений способствует подкислению чернозема оподзоленного, уменьшению содержания кальция и магния, суммы поглощенных оснований и снижению степени насыщенности почвы на основания. Обменная кислотность вариантов без

применения дефеката, только на фоне минеральных удобрений составляет от 5,1 до 5,3 от рН, гидролитическая кислотность 3,25–3,68 смоль/кг, содержание обменного кальция и магния уменьшилось до 17,9–19,6 и 2,20–2,36 смоль/кг соответственно, сумма поглощенных оснований снизилась до 26,1–27,5 смоль/кг, а степень насыщения почвы на основы до 88–89 %. Внесение дефеката совместно с различными дозами минеральных удобрений значительно улучшало кислотные показатели почвы, происходило устранения избыточной кислотности, соответственно рН<sub>сол</sub> 5,3–6,2 от рН, содержание обменного кальция на четвертый год действия дефеката увеличился до 19,1–20,6 мг/кг в зависимости от варианта удобрения одновременно выросли показатели суммы поглощенных оснований – 28,1–30,3 смоль/кг. Расчеты баланса кальция в короткоротационном полевом севообороте при условии внесения минеральных удобрений на фоне действия различных доз дефеката от 4,5 до 13,5 т/га показали, что в вариантах опыта с внесением только минеральных удобрений формируется резко отрицательный баланс кальция. Внесение различных доз минеральных удобрений на фоне действия от половинной до полутора дозы дефеката способствует тому, что баланс кальция формируется положительным. Установлено, что внесенный кальций с дозой дефеката 4 т/га в сочетании с высокими дозами минеральных удобрений за четыре года более чем на половину расходуется, тогда как за одинарной дозы его внесения (9 т/га) запасов кальция может хватить еще на одну ротацию четырехпольного севооборота.

**Ключевые слова:** чернозем оподзоленный, минеральные удобрения, дефекат, известкование, кислотные показатели, баланс кальция.

#### **Transformation of acid-base soil indices and calcium balance for different fertilizers and liming**

**H. Hospodarenko, I. Prokopchuk**

The article deals with the issues of the influence of mineral fertilizers and their combined use with defecate on change the acid-basic parameters of podzolized loamchernozem. It is proved that the application of mineral fertilizers alone contributes to the acidification of podzolized chernozem, the reduction of calcium and magnesium content, the amount of absorbed bases and the decrease of the degree of soil saturation on the base. Thus, the exchange acidity of the soil of the experimental variants without the defecate introducing had pH of 5.2–5.3.

In variants with the combined application of mineral fertilizers and different doses of defecate for the fourth year of its action is 5.3–5.5 pH under introducing the half dose, 5.7–5.7 pH of the single dose and pH 5.8–6.1 under introducing one and half dose of defecate. Hydrolytic acidity variation ranged from 3.25–3.68 mole/kg in the variants without defecate to 2.05–2.68 mole/kg in the variants with different doses of it with the simultaneous increase in the content of calcium and magnesium soils. The amount of absorbed bases in the variants with various doses of mineral fertilizers was – 26.1–27.5 mole/kg and gradually increased with the increase in the dose of defecate to 28.1–29.0 mole/kg at the half dose, to 28.8–29.6 for a single and up to 29.4–30.3 mole/kg for one and a half dose.

It was established that liming contributed to an increase in the degree of soil saturation on the base to 92–94 % versus 88–89 % in non-liming variants. Consequently, the introduction of defecate with different doses of mineral fertilizers significantly improved the acid-basic characteristics of podzolized loam chernozem. The balance of calcium in short-rotational field crop rotation is calculated, provided that the defecate is applied in the amount of 4.5–13.5 t/ha. Calculations have shown that calcium balance is sharply negative – from – 359 to – 868 kg/ha in the variants where calcium-containing compounds are not added. In our opinion, this is due to its large loss caused by erosion. Introducing a half dose of defecate was only sufficient for four years of agricultural use of the soil, while for a single dose as well as one and a half doses of its introduction, the balance is positive even in the variants with higher doses of mineral fertilizers.

Consequently, the use of defecate is one of the agrotechnological methods for preventing acidification and decalcification of podzolized loam chernozem in the field crop rotation. It was also found out that when applying higher doses of mineral fertilizers, the dose of defecate should be not less than a single one in terms of exchange acidity, since the effect of the half dose of the defecate can be calculated for no more than four years.

**Key words:** podzolized chernozem, mineral fertilizers, defecate, liming, acid-base indicators, calcium balance.

*Надійшла 10.04.2018 р.*

## **УДК 631.417.2**

**СЕНЧУК М.М.**, канд. техн. наук

*Білоцерківський національний аграрний університет*

### **ОБҐРУНТУВАННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА БІОГУМУСУ**

На сьогодні розвиток теорії і практики біоконверсії органічних речовин з застосуванням технології вермикомпостування є одним з важливих напрямків забезпечення сільського господарства вискоєфективними добривами – біогумусом, а також цінним білком у вигляді біомаси дощових черв'яків. Впровадження таких технологій в господарствах дає можливість відновлювати і підтримувати на високому рівні родючість ґрунтів, підвищити урожайність сільськогосподарських культур, проводити рекультивування непридатних для сільськогосподарського використання земель, одержувати екологічно чисту рослинницьку продукцію, а також вискобілкову біомасу дощових черв'яків. Біогумус зручний для механізованого локального внесення в ґрунт, для виробництва органо-мінеральних сумішей та біостимуляторів, для використання за вирощування кімнатних рослин, розсади, ведення тепличного господарства.

З огляду на зазначене вище було вивчено та об'грунтовано енергоефективні технології виробництва біогумусу.

На підставі отриманих результатів встановлено, що енергоефективними технологіями виробництва товарного біогумусу є: виробництво біогумусу за технологічною схемою рис.1б, 2б, 3в – енергоемність біогумусу 2,040 МДж/кг, за технологічною схемою рис.1б, 2а, 3в – енергоемність біогумусу 2,070 МДж/кг, за технологічною схемою рис.1а, 2а, 3в – енергоемність біогумусу 2,106 МДж/кг.

На підставі отриманих досліджень ці технології можна рекомендувати для впровадження.

**Ключові слова:** енергоефективна технологія, вермикомпост, дощові черв'яки, біогумус, енергоемність біогумусу.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень і публікацій. Відходи у вигляді гною тваринницьких ферм, побутового сміття, відстою стічної води є основними компонентами, з яких за переробки вермикомпостуванням одержують цінне добриво – біогумус і біомасу дощових черв'яків.

Наукові дослідження академіка Городнього М.М. [1, 2], Мельника І.П. [3-5], Слободяна В.А. [6-7], та інших вчених [8-19] свідчать про те, що ці відходи є цінним джерелом поживних речовин. В процесі переробки відходів вермикомпостуванням вони акумулюються в легкодоступних для засвоєння їх рослинами формах в біогумусі, а також в біомасі дощових черв'яків, яка є ефективним джерелом поповнення білка в кормовиробництві. З цих відходів готується субстрат – корм для черв'яків. Іноді використовуються субстрати на основі відходів деревини, торфу та сапропелю.

На сьогодні розвиток теорії і практики біоконверсії органічних речовин із застосуванням технології вермикомпостування є одним з важливих напрямів забезпечення сільського господарства високоефективними добривами – біогумусом, а також цінним білком у вигляді біомаси дощових черв'яків. Впровадження таких технологій в господарствах дає можливість відновлювати і підтримувати на високому рівні родючість ґрунтів, підвищити урожайність сільськогосподарських культур, проводити рекультивування непридатних для сільськогосподарського використання земель, одержувати екологічно чисту рослинницьку продукцію, а також високобілкову біомасу дощових черв'яків. Біогумус зручний для механізованого локального внесення в ґрунт, для виробництва органо-мінеральних сумішей та біостимуляторів, для використання за вирощування кімнатних рослин, розсади, ведення тепличного господарства.

Враховуючи наведене вище, актуальним питанням є вивчення та об'грунтування енергоефективної технології виробництва біогумусу.

**Метою** дослідження є енергетична оцінка та визначення енергоефективної технології виробництва біогумусу та енергоемності біогумусу.

**Методика досліджень.** Енергетичний аналіз проводили для оцінки ефективності використання техніки та пошуку ефективних схем виробництва біогумусу.

Вихідними даними для проведення аналізу були вимоги на технології і технічні засоби виробництва біогумусу, а також довідкові матеріали енергоемностей сільськогосподарських машин, трудових ресурсів, енергетичних ресурсів, добрив, сільськогосподарських культур [20, 21].

Енергетичний аналіз технології виробництва товарного біогумусу проводили в три етапи:

- енергетичний аналіз процесу підготовки субстрату (компостування) і визначення енергоемності 1 кг субстрату (компосту);
- енергетичний аналіз вермикомпостування і визначення енергоемності 1 кг вермикомпосту;
- енергетичний аналіз технологічного процесу переробки вермикомпосту в товарний біогумус і визначення його питомої енергоемності.

Енергетичний аналіз проводили згідно з [20, 21] з використанням технологічних схем (рис. 1, 2, 3). Енергоемності технічних засобів, трудових та енергоресурсів, а також вихідні розрахункові дані для проведення енергетичного аналізу подані в таблиці 1.

Використовуючи результати розрахунків, а також технологічні схеми (рис.1 а, б) розрахунок енергоемності 1 кг субстрату (компосту) проводили, виходячи з умови, що витрати води для поливання буртів в розрахунку на 1 т гною складають 0,1 т, а вихід ферментованої маси становить 85 % від початкової маси гною.

Для визначення енергоемності виробництва 1 кг вермикомпосту розрахунок проводили за технологічними схемами рис. 2 а, б. Використовуючи вихідні дані таблиці 1, розрахунок проводили з умови:

- вихід вермикомпосту без черв'яків складає 70 %;
- вихід вермикомпосту з черв'яками – 73,5 %;
- на 1 м<sup>2</sup> майданчика переробляється 1 т субстрату в рік (два цикли переробки по 0,5 т);
- маса субстрату за формування нових лож – 0,15 т/м<sup>2</sup>;

- маса субстрату при заселенні черв'яками – 0,05 т/м<sup>2</sup>;
- витрати води на зволоження субстрату – 100 л/т;
- потреба в соломі для утеплення бургтів – 0,05 т /м.

Таблиця 1 – Енергоємність технічних засобів, трудових та енергоресурсів

Найменування технічних засобів енергоресурсів, матеріалів, професії	Маса, кг	Енергетичний еквівалент на 1 кг маси, 1 год, або за 1 люд.-год [1, 2]		За 1 годину експлуатаційної роботи	
		МДж	ккал	МДж	ккал
1. Трактор ЮМЗ-6Л [20]	3147	0,0243	5,804	76,5	18264,2
2. Причіп 2ПТС-4М [20]	1530	0,0261	6,281	40,2	9610,4
3. Змішувач-буртоутворювач [22]	5000	0,058	13,852	290	69260
4. Аератор бургтів [23]	3000	0,071	16,957	213	50871
5. Трактор Т-150К [20]	7535	0,0243	5,804	183,1	43730,9
6. Цистерна тракторна РЖТ-8 [20]	3640	0,032	7,643	116,5	27819,4
7. Буртоутворювач субстрату [24]	2500	0,0243	5,804	60,75	14510
8. Аератор вермикомпосту [23]	2100	0,0243	5,804	51,03	12188,4
9. Відділювач черв'яків з субстратом [25]	1200	0,194	46,334	232,8	55600,0
10. Обладнання для попередньої переробки і видалення твердих предметів [26]	7500	0,194	46,334	1455	347505
11. Установка для відділення черв'яків від субстрату [27]	4000	0,148	35,348	592	141392
12. Установка для відділення черв'яків від компосту і сушіння біогумусу [28]	5500	0,148	35,348	814	194414
13. Сушарка біогумусу [29]	5500	0,148	35,348	814	194414
14. Трактор Т-16 [20]	1600	0,243	5,804	38,9	9285
15. Подрібнювач біогумусу [30]	2200	0,071	16,957	156,2	37305,4
16. Обладнання для фракціонування і затарювання біогумусу [31]	2200	0,148	35,348	325,6	77765,6
17. Навантажувач ПЭ-0, 8Б [20]	2400	0,048	11,464	115,2	27513,8
18. Завантажувач ЗПС-100 [20]	1250	0,211	50,394	263,8	62992,5
19. Причіп 2ПТС-4-886-Б [20]	1880	0,0263	6,281	49,4	11808,8
20.Фуражир-навантажувач соломи ФН -1,4 [139]	1350	0,177	42,274	239	57069,5
21. Трактористи-машиністи (т). [20]	-	60,8	14521,1	-	-
22. Оператори (о). [20]	-	61,2	14616,2	-	-
23. Робітники (р), [20]	-	33,3	7953,2	-	-
24. Гній (80 % вологості) [20]	-	0,42	100,3	-	-
25. Дизельне пальне [20]	-	52,8	12600	-	-
26. Електроенергія 1 кВт год. [20]	-	12	2860	-	-

Переробку вермикомпосту в товарний біогумус проводили за технологічними схемами згідно з рис. 3 а, б, в, г.

Для визначення енергоємності 1 кг товарного біогумусу прийнято такі умови:

- вміст черв'яків в субстраті – до 23 %;
- вміст черв'яків у вермикомпості – 23 %;
- вихід біогумусу після сушіння – 60 %;
- ступінь відділення черв'яків – 95 %;
- вихід субстрату з черв'яками – 30 %;
- вихід вермикомпосту після попередньої переробки –85 %;
- вихід товарного біогумусу – 45 %.

Враховуючи прийняті умови, енерговитрати на переробку 1 т гною в субстрат, 1 т субстрату у вермикомпост, 1 т вермикомпосту в біогумус визначали за формулою (1):

$$g_j = \sum_{i=1}^n g_i, \quad (1)$$

де  $g_j$  – енерговитрати на переробку 1 т гною, субстрату, вермикомпосту, МДж/т;

$g_i$  – енерговитрати на виконання  $i$  – тої технологічної операції в розрахунку на переробку 1 т гною, субстрату, вермикомпосту, МДж/т.

Енергоємність 1 кг субстрату, вермикомпосту, біогумусу (МДж/кг) визначали за формулою (2):

$$\hat{g} = \frac{0,001 \cdot 1,3}{z} \cdot \sum_{j=1}^k g_j, \quad (2)$$

де  $z$  – вихід субстрату, вермикомпосту, біогумусу, відн. од;

1,3 – коефіцієнт додаткових енерговитрат енергетичних ресурсів, добрив, сільськогосподарських культур.

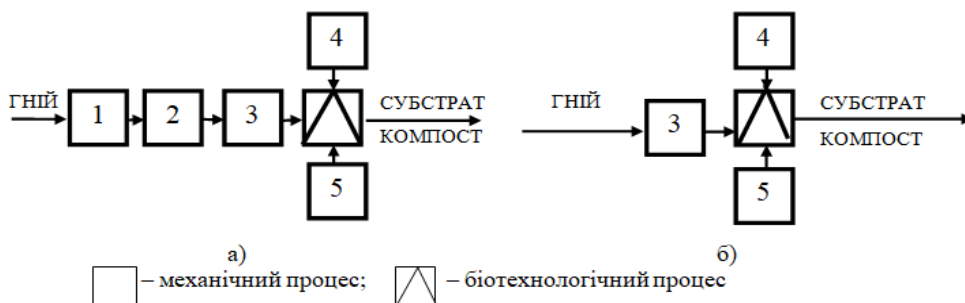


Рис. 1. Технологічні схеми процесу підготовки субстрату (компостування):  
1 – навантажування гною; 2 – перевезення гною; 3 – навантажування, змішування і формування бургтів; 4 – поливання бургтів водою; 5 – аерування бургтів.

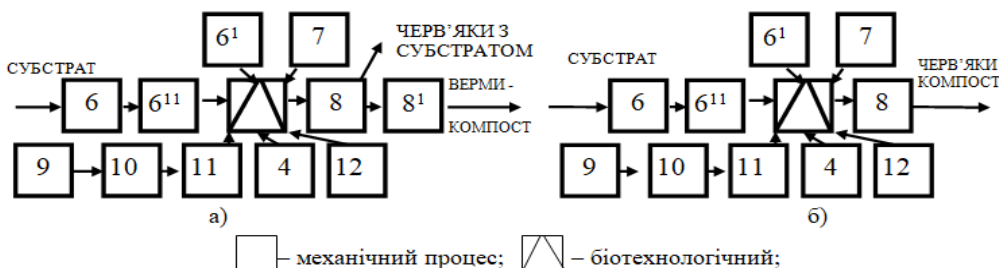


Рис. 2. Технологічні схеми процесу вермикультивування: 6 – закладання бургтів; 6<sup>11</sup> – заселення черв'яками; 6<sup>1</sup> – підкормка черв'яків; 7 – аерування; 8 – відділення черв'яків з субстратом; 8<sup>1</sup> – виборка вермикомпосту; 9 – навантажування соломи; 10 – перевезення соломи; 11 – розкладання соломи; 12 – збирання соломи.

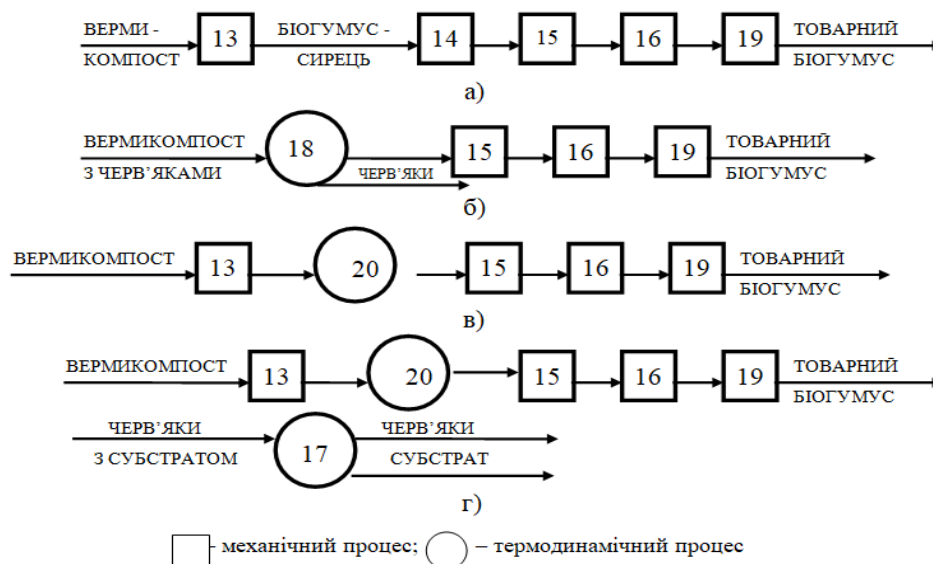


Рис. 3. Схеми технологічного процесу переробки вермикомпосту:  
13 – попередня переробка; 14 – сушіння біогумусу; 15 – подрібнення біогумусу;  
16 – фракціонування біогумусу; 17 – відділення черв'яків від субстрату;  
18 – відділення черв'яків від компосту і сушіння біогумусу; 19 – перевезення біогумусу в склад; 20 – сушіння біогумусу в природних умовах.

**Основні результати дослідження.** Результати розрахунків подані в таблиці 2.

Аналіз показав (див. табл. 2), що від технологічної схеми вермикомпостування залежить енергоємність 1 кг субстрату, вермикомпосту та товарного біогумусу. Тому за основну технологічну схему вермикомпостування і виробництва товарного біогумусу приймається така технологія, за якою енергоємність одержання продукції буде мінімальна.

Таблиця 2 – Енергоємність гною, субстрату, вермикомпосту, товарного біогумусу

Технологічна схема за рисунками	Енергоємність, МДж/кг		
	субстрату	вермикомпосту	біогумусу
рис.1а	0,686	-	-
рис.1б	0,638	-	-
рис.1а, 2а	-	0,987	-
рис.1а, 2в	-	0,957	-
рис.1б, 2а	-	0,939	-
рис.1б, 2б	-	0,909	-
рис.1а, 2а, 3а	-	-	36,023
рис.1а, 2а, 3в	-	-	2,106
рис.1а, 2а, 3г	-	-	10,880
рис.1а, 2б, 3б	-	-	61,770
рис.1б, 2а, 3а	-	-	35,970
рис.1б, 2а, 3в	-	-	2,070
рис.1б, 2а, 3г	-	-	10,860
рис.1б, 2б, 3б	-	-	61,740

**Висновок.** В результаті отриманих результатів встановлено, що енергоефективними технологіями виробництва товарного біогумусу є: виробництво біогумусу за технологічною схемою рис.1б, 2б, 3в – енергоємність біогумусу 2,040 МДж/кг, за технологічною схемою рис.1б, 2а, 3в – енергоємність біогумусу 2,070 МДж/кг, за технологічною схемою рис.1а, 2а, 3в – енергоємність біогумусу 2,106 МДж/кг.

На підставі отриманих досліджень ці технології можна рекомендувати для впровадження.

**СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ**

1. Городний М.М., Мельник І.А. Биоконверсия органических отходов в биодинамическом хозяйстве. Киев: Урожай, 1990. 285 с.
2. Городний М.М., Шеремет О.П. Влияние вермикомпоста на урожай и качество капусты белокачанной. Тезисы докладов 2 Международного конгресса „Биоконверсия органических отходов народного хозяйства и охрана окружающей среды”. Ивано-Франковск: Ассоциация "Биоконверсия". 1992. С. 35-36.
3. Мельник І.А. Методические указания по промышленному разведению дождевых червей и получению органического удобрения «Биогумус». Ивано-Франковск: МТЦИНТИ, 1989. 46 с.
4. Мельник І.А. Дождевые черви на службе сельского хозяйства. Достижение науки и техники АПК. 1990. №8. 18 с.
5. Мельник І.А., Гуцуляк В.Д. Биогумус и урожай овощей. Химия в сельском хозяйстве. 1994. №15. С. 15-16.
6. Слободян В.А., Слободян Н.С. Влияние биогумуса на микробиологические процессы в почве. Химия в сельском хозяйстве. 1994. №4. С. 8-9.
7. Слободян В.А. Продуктивність дощових черв'яків при утилізації курячого посліду. Тези доповідей 4 Міжнародного конгресу „Біоконверсія органічних відходів і охорона навколишнього середовища”. Київ: Асоціація "Біоконверсія", 1996. С. 12-13.
6. Flack F.M., Hatrenstein R. Growth of the earthworm *Eisenia foetida* on mic-roorganism and cellulose. *Joil Biology and Biochemistri*. 1984. Vol.16. №5. P. 491-495.
7. Tomati U., Grappelli A. Fertilisers from vermiculture a.s an option organic wastes recoveri. *Agrochemica*. 1984. Vol. 27. №2/3. P. 244-251.
8. Hand P., Frankland I.C., Satchell I. E. Vermicomposting of cow clurry. "*Pedobiologia*". 1978. Vol. 31. № 3-4. P. 199-209.
9. Chan Paul L.S., Griffiths D.A. The vermicomposting of pretreated pig manure. "*Biol Westes*". 1988. Vol. 24. № 1. P. 57-69.
10. Allievi L. Qitterio B., Ferrari A. Vermicomposting of rabbit manure: modifications of microflora. *Compst: Prod. Qual. and Use: Proc. Symp. Udine*, 17-19 Apr. 1986. London: New-Jork, 1987. P. 115-126.
11. Fayolle L. Valeur des ordures menageres. Comme milieu d'elevage popour *Eisenia foetida*. *Revue d'ecologie et de biologie du sol*. 1985. Vol. 22. № 3. P. 353-365.
12. Penpinck R., Verdoncr O. Earthworm compost versus classic compost in horticultural substrates. *Connost Prod. Qual. And Use: Proc., Symp., Udine*, 17-19 Apr. 1986, London, 1987. P. 814-817.
13. Hennuy B., Gaspar C. Le traitement des dechets par les lombricilns. "*Bull rech. Agron. Gembloux*". 1986. Vol. 21. № 3. P. 359-367.
14. Haimi J., Huhta V. Comparison of composts produced identical wastes by "Vermistabilization" and contional compostind. "*Pedobiologia*". 1987. Vol. 30. №2. P. 137-144.

15. Zandrierts Fleddermann A. Komposte als humus. – wahrstoff – und wir-kstoffertrager: Eine untersuchung zur erstellung von qualitatkriterien unter besonderer berucksichtigung von Wurmkomposten: Diss Dokt., – Hoh . Zandwirts. Fak. Rhein. Friedrich – Wilhelms – Univ, Bonn. – 1990. 160 p.
16. Buch W. Der Regenwurm im garten. Verlag Eugen Ulmer. 1987. 121 p.
17. Jasienieckij W. A, Targonja W. C, Klimenko W. P. Sienczuk N. N. Kompleksowa biotechnologia utylizacji odchodow na fermach Bidla i otrzymywanie nawo-zow organicznych dla rolnictwa alternatywnego. Ukrainski Centralny Instytut Techniczny w Kiyowie, Materialy na Konferencje Nowoczesne technologie chowu bydla i trzody chlewney zuwzczednieniem wimogan ochroni srodowiska. Warszawa, 18 wrzeinia 1996. P. 67-68.
18. Genevini P.L. Vermicomposte. Caratterizzazione chimica e valore ferti-lizzante. Informatore agricolo. 1983. Vol. 39. №44. P. 109-115.
19. Reinecke A.Y., Venter J.M. Moisture preferences, growth and reproduction of the compost worm *Eisenia fetida* (*Oligochaeta*). *Bio. Biol., Fertil., Soils*. 1987. Vol. 3. №1. P. 135-141.
20. Медведовський О.К., Іваненко І.П. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. Київ: Урожай, 1988. С. 192-205.
21. КНД 46.16. 02.11-95. Техніка сільськогосподарська. Випробування. Методи визначення біоенергетичної ефективності машин для рослинництва. Введ. 01.04.96. Дослідницьке: УкрНДПТВТ, 1995. 24 с.
22. Сенчук М.М. Вт. 46.16.20.28.96. Вихідні вимоги на комплект обладнання для приготування субстрату / корму для черв'яків /. Київ: Мінсільгосспрод України, 1996. 6 с.
23. Сенчук М.М. Вт. 46.16.20.26.96. Вихідні умови на обладнання для аерування вермикомпосту. Київ: Мінсільгосспрод України, 1996. 5 с.
24. Сенчук М.М. Вт. 46.16.20.25.96. Вихідні вимоги на буртоутворювач субстрату. Київ: Мінсільгосспрод України, 1996. 5 с.
25. Сенчук М.М. Вт. 46.16.20.30-97. Вихідні вимоги на відділювач черв'яків з субстратом. Київ: Мінсільгосспрод України, 1997. 6 с.
26. Сенчук М.М. Вт. 46.16.20.12-94. Вихідні вимоги на обладнання для попередньої переробки червокомпосту і видалення твердих включень. Київ: Мінсільгосспрод України, 1994. 5 с.
27. Сенчук М.М. Вт. 46.16.20.12-93. Вихідні вимоги на установку для відділення черв'яків від субстрату. Київ: Мінсільгосспрод України, 1993. 6 с.
28. Сенчук М.М. Вт. 46.16.20.13-94. Вихідні вимоги на установку для відділення черв'яків від компосту і сушіння біогумусу. Київ: Мінсільгосспрод України, 1994. 6 с.
29. Сенчук М.М. Вт. 46.16.20.14-94. Вихідні вимоги на обладнання для сушіння біогумусу. Київ: Мінсільгосспрод України, 1994. 5 с.
30. Сенчук М.М. Вт. 46.16.20.15.94. Вихідні вимоги на обладнання для подрібнення біогумусу. Київ: Мінсільгосспрод України, 1994. 5 с.
31. Сенчук М.М. Вт. 46.16.20.16.94. Вихідні вимоги на обладнання для фракціонування біогумусу. Київ: Мінсільгосспрод України, 1994. 5 с.

#### REFERENCES

1. Gorodnij, M.M., Mel'nik, I.A. (1990). Biokonversija organicheskikh othodov v biodinamicheskom hozjajstve [Bioconversion of organic waste in a biodynamic farm]. Kyiv, Crop, 285 p.
2. Gorodnij, M.M., Sheremet, O.P. Vlijanie vermikomposta na urozhaj i kachestvo kapusty belokachannoj [Influence of vermicompost on crop and quality of cabbage]. Tezisy dokladov 2 Mezhdunarodnogo kongressa „Biokonversija organicheskikh othodov narodnogo hozjajstva i ohrana okruzha-jushhej sredy” [Abstracts of the 2nd International Congress "Bioconversion of Organic Waste of the National Economy and Environmental Protection"]. Ivano-Frankovsk, Association "Bioconversion", 1992, pp. 35-36.
3. Mel'nik, I.A. Metodicheskie ukazanija po promyshlennomu razvedeniju dozhdevykh chervej i polucheniju organicheskogo udobrenija «Biogumus» [Methodical instructions for the industrial wormwood breeding and organic fertilizer "Biohumus"]. Ivano-Frankovsk, MTCINTI, 1989, 46 p.
4. Mel'nik, I.A. Dozhdevye chervi na sluzhbe sel'skogo hozjajstva [Rainworms in the service of agriculture]. Dostizhenie nauki i tehniki APK [Achievement of science and technology of agroindustrial complex], 1990, no. 8, 18 p.
5. Mel'nik, I.A., Guculjak, V.D. Biogumus i urozhaj ovoshhej [Biohumus and vegetable harvest]. Himija v sel'skom hozjajstve [Chemistry in agriculture], 1994, no. 15, pp. 15-16.
6. Slobodjan, V.A., Slobodjan, N.S. Vlijanie biogumusa na mikrobiologicheskie processy v pochve [Influence of biohumus on microbiological processes in soil]. Himija v sel'skom hozjajstve [Chemistry in agriculture], 1994, no. 4, pp. 8-9.
7. Slobodjan, V.A. Produktivnist' doshhovih cherv'jakiv pri utilizacii' kurjachogo poslidu [Productivity of rainworms in the utilization of chicken litter]. Tezi dopovidej 4 Mizhnarodnogo kongressu „Biokonversija organichnih vidhodiv i ohorona navkolishn'ogo seredovishha” [Abstracts of the 4th International Congress "Bioconversion of Organic Waste and Environmental Protection"]. Kyiv, Association "Bioconversion", 1996, pp. 12-13.
6. Flack, F.M., Hatrenstein, R. Growth of the earthworm *Eisenia foetida* on mic-roorganism and cellulose. *Joil Biology and Biochemistri*. 1984, Vol. 16, no. 5, pp. 491-495.
7. Tomati, U., Grappelli, A. Fertilisers from vermiculture a.s an option organic wastes recoveri. *Agrochemica*. 1984, Vol. 27, no. 2/3, pp. 244-251.
8. Hand, P., Frankland, I.C, Satchell, I. E. Vermicomposting of cow clurry. "Pedobiologia". 1978, Vol. 31, no. 3-4, pp. 199-209.
9. Chan Paul, L.S., Griffiths, D.A. The vermicomposting of pretreated pig manure. "Biol Westes". 1988, Vol. 24, no. 1, pp. 57-69.
10. Allievi, L. Qitterio, V., Ferrari, A. Vermicomposting of rabbit manure: modifications of microflora. *Compst: Prod. Qual. and Use: Proc. Symp, Undine*, 17-19 Apr. 1986. London, New-Jork. 1987, pp. 115-126.

11. Fayolle, L. Valeur des ordures menageres. Comme milieu d'elevage pour Eisenia foetida. Revue d'ecologie et de biologie du sol. 1985, Vol. 22, no. 3, pp. 353-365.
12. Penpinck, R., Verdonc, O. Earthworm compost versus classic compost in horticultural substrates. Connost Prod. Qual. And Use: Proc., Symp., Udine, 17-19 Apr. 1986, London, 1987, pp. 814-817.
13. Hennuy, V., Gaspar, C. Le traitement des dechets par les lombriciens. "Bull rech. Agron. Gembloux". 1986, Vol. 21, no. 3, pp. 359-367.
14. Haimi, J., Huhta, V. Comparison of composts produced identical wastes by "Vermistabilization" and contional compostind. "Pedobiologia". 1987, Vol. 30, no. 2, pp. 137-144.
15. Zandrirts, Fleddermann A. Komposte als humus. – wahrstoff – und wir-kstofftrager: Eine untersuchung zur erstellung von qualitatskriterien unter besonderer berucksichtigung von Wurmkomposten: Diss Dokt., – Hoh . Zandwirts. Fak. Rhein. Friedrich – Wilhelms – Vniv, Bonn. 1990, 160 p.
16. Buch, W. Der Regenwurm im garten. Verlag Eugen Ulmer. 1987, 121 p.
17. Jasienieckij, W.A, Targonia, W.C, Klimenko, W.P. Sienczuk, N. N. Kompleksowa biotesnologia u tylyzacyi odchodow na fermach Bidla i otrzymywanie nawo-zow organicznych dla rolnictwa alternatywnego. Ukrainski Centralny Instytut Tech-niczny w Kiyowie, Materialy na Konferencje Nowoczesne technologie chowu bydla i trzody chlewnej zuwzeczdeniem wimogan ochroni srodowiska. Warszawa, 18 wrzeinia 1996, pp. 67-68.
18. Genevini, P.L. Vermicomposte. Caratterizzazione chimica e valore ferti-lizzante. Informatore agricolo. 1983, Vol. 39, no. 44, pp. 109-115.
19. Reinecke, A.Y., Venter, J. M. Moisture preferences, growth and reproduction of the compost worm Eisenia fetida (Oligo-chaeta). Bio. Biol., Fertil., Soils. 1987, Vol. 3, no. 1, pp. 135-141.
20. Medvedovs'kyj, O.K., Ivanenko, I.P. Energetychnyj analiz intensyvyh tehnologij v sil'skogospodars'komu vyrobnyctvi [Energy analysis of intensive technologies in agricultural production]. Kyiv, Crop, 1988, pp. 192-205.
21. KND 46.16. 02.11-95. Tehnika sil'skogospodars'ka. Vyprobuvannja. Metody vyznachennja bioenergetychnoi' efektyvnosti mashyn dlja roslynnyctva. Vved. 01.04.96 [Agricultural machinery. Trial. Methods of determining the bioenergy efficiency of machines for plant growing. Introduction April 01, 1996]. Research, UkrNDPTPTT, 1995, 24 p.
22. Senchuk, M.M. Vt. 46.16.20.28.96. Vyhidni vymogy na komplet obladnannja dlja prygotuvannja substratu / kormu dlja cherv'jakiv / [Tue. 46.16.20.28.96. Output requirements for the wort / feed substrate /]. Kyiv, Ministry of Agriculture and Food of Ukraine, 1996, 6 p.
23. Senchuk, M.M. Vt. 46.16.20.26.96. Vyhidni umovy na obladnannja dlja aeruvannja vermykompostu [Tue. 46.16.20.26.96. Output conditions for equipment for the vermicompost to be used]. Kyiv, Ministry of Agriculture and Food of Ukraine, 1996, 5 p.
24. Senchuk, M.M. Vt. 46.16.20.25.96. Vyhidni vymogy na burtoutvorjuvach substratu [Tue. 46.16.20.25.96. Initial requirements for the substrate bortoformer]. Kyiv, Ministry of Agriculture and Food of Ukraine, 1996, 5 p.
25. Senchuk, M.M. Vt. 46.16.20.30-97. Vyhidni vymogy na viddiljuvach cherv'jakiv z substratum [Tue. 46.16.20.30-97. Output requirements for worm separator with substrate]. Kyiv, Ministry of Agriculture and Food of Ukraine, 1997, 6 p.
26. Senchuk, M.M. Vt. 46.16.20.12-94. Vyhidni vymogy na obladnannja dlja poperedn'oi' pererobky chervokompostu i vydalennja tverdyh vkljuchen' [Tue. 46.16.20.12-94. Initial requirements for equipment for the preliminary processing of recurrants and removal of solid inclusions]. Kyi'v, Ministry of Agriculture and Food of Ukraine, 1994, 5 p.
27. Senchuk, M.M. Vt. 46.16.20.12-93. Vyhidni vymogy na ustanovku dlja viddilennja cherv'jakiv vid substratu [Tue .46.16.20.12-93. Output requirements for the separation of worms from the substrate]. Kyiv, Ministry of Agriculture and Food of Ukraine, 1993, 6 p.
28. Senchuk, M.M. Vt. 46.16.20.13-94. Vyhidni vymogy na ustanovku dlja viddilennja cherv'ja-kiv vid kompostu i sushinnja biogumusu [46.16.20.13-94. Output requirements for the separation of worms from compost and drying of biohumus]. Kyiv, Ministry of Agriculture and Food of Ukraine, 1994, 6 p.
29. Senchuk, M.M. Vt. 46.16.20.14-94. Vyhidni vymogy na obladnannja dlja sushinnja biogumusu [Tue. 46.16.20.14-94. Output requirements for equipment for drying of biohumus]. Kyiv, Ministry of Agriculture and Food of Ukraine, 1994, 5 p.
30. Senchuk, M.M. Vt. 46.16.20.15.94. Vyhidni vymogy na obladnannja dlja podribnennja biogumusu [Tue. 46.16.20.15.94. Initial requirements for equipment for shredding biohumus]. Kyiv, Ministry of Agriculture and Food of Ukraine, 1994, 5 p.
31. Senchuk, M.M. Vt. 46.16.20.16.94. Vyhidni vymogy na obladnannja dlja frakcionuvannja biogumusu [Tue. 46.16.20.16.94. Output Requirements for Equipment for Biohumus fractionation]. Kyiv, Ministry of Agriculture and Food of Ukraine, 1994, 5 p.

#### **Обоснование энергоэффективной технологии производства биогумуса**

**Н.Н. Сенчук**

На сегодня развитие теории и практики технологии биоконверсии органических веществ вермикомпостированием является одним из важных направлений обеспечения сельского хозяйства высокоэффективными удобрениями биогумусом, а также ценным белком из биомассы дождевых червей. Внедрение таких технологий в хозяйствах дает возможность восстанавливать и поддерживать на высоком уровне плодородность почв, повышения урожайности сельскохозяйственных культур, осуществлять рекультивацию непригодных для сельскохозяйственного использования земель, получать экологически чистую растеноводческую продукцию, а также биомассу червей. Биогумус подходит для механизированного местного применения в почву для производства органико-минеральных смесей и биостимуляторов, для использования при выращивании комнатных растений, саженцев, тепличного хозяйства.

Основываясь на вышесказанное было изучено и обосновано энергоэффективные технологии производства биогумуса. В итоге полученных результатов определено, что энергоэффективные технологии производства биогумуса: производство биогумуса за технологической схемой рис. 1 б, 2 б, 3 в – энергоёмкость биогумуса 2,040 МДж/кг, за технологической схе-

мой рис. 1б, 2а, 3в – енергоємність біогумуса 2,070 МДж/кг, за технологічної схемою рис. 1а, 2а, 3в – енергоємність біогумуса 2.106 МДж/кг. На основі отриманих досліджень ці технології можуть бути рекомендовані для впровадження.

**Ключевые слова:** энергоэффективная технология, вермикомпост, дождевые черви, биогумус, энергоёмность биогумуса.

**Substantiation of energy efficient technology of biohumus manufacturing**

**M. Senchuk**

To assess the effectiveness of the usage of technology and the search for effective biohumus production schemes the energy analysis has been done.

The source data for the analysis were requirements for the technology and technical means of production of biohumus (Fig. 1, 2, 3), and reference dates of energy volumes of agricultural machines, labor resources, energy resources, fertilizers, agricultural crops.

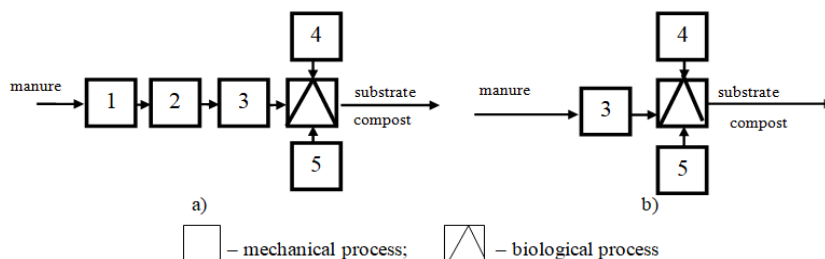


Figure 1. **Technological schemes of the process of preparation of the substrate (composting):**

1 – manure loading; 2 – manure transporting; 3 – loading, mixing and hilling; 4 – watering of hills; 5 – airing of hills.

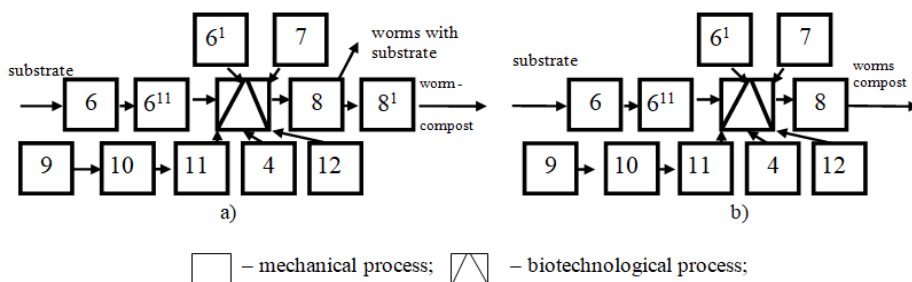


Figure 2. **Technological schemes of worm cultivation:** 6 – hill formation; 6<sup>11</sup> – worm adding; 6<sup>1</sup> – worm feeding;

7 – airing; 8 – separating of worms with substrate; 8<sup>1</sup> – unloading of worm compost; 9 – loading of straw; 10 – transporting of straw; 11 – smoothing of straw; 12 – unloading of straw.

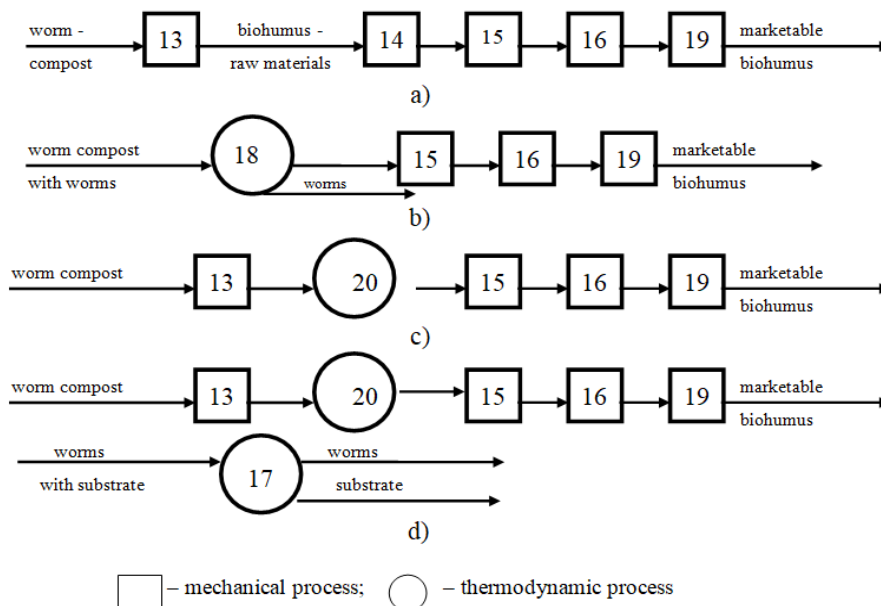


Figure 3. **Technological schemes of worm compost processing:** 13 – first processing; 14 – biohumus

drying; 15 – biohumus grinding; 16 – separation into fractions of biohumus; 17 – separating of worms from substrate; 18 – separating of worm from biphumus and biohumus drying; 19 – transporting of biohumus for storage; 20 – drying of biohumus on open air.

Table 1 – Results of calculations of energy intensity of substrate, worm compost and biohumus

Technological scheme from figures	Energy intensity, MJ/kg		
	Substrate	Worm compost	Biohumus
Fig.1a	0,686	-	-
Fig.1б	0,638	-	-
Fig.1a, 2a	-	0,987	-
Fig.1a, 2в	-	0,957	-
Fig.1б, 2a	-	0,939	-
Fig.1б, 2б	-	0,909	-
Fig.1a, 2a, 3a	-	-	36,023
Fig.1a, 2a, 3в	-	-	2,106
Fig.1a, 2a, 3г	-	-	10,880
Fig.1a, 2б, 3б	-	-	61,770
Fig.1б, 2a, 3a	-	-	35,970
Fig.1б, 2a,3в	-	-	2,070
Fig.1б, 2a, 3г	-	-	10,860
Fig.1б, 2б, 3б	-	-	61,740
Fig. 1б, 2б, 3в	-	-	2,040

Energy effective technologies of production of marketable biohumus are the following:

biohumus production according scheme Fig.1a, 2a, 3в – Energy intensity of biohumus 2,106 MJ/kg;

biohumus production according scheme Fig.1б, 2a, 3в – Energy intensity of biohumus 2,070 MJ/kg;

biohumus production according scheme Fig.1б, 2б, 3в – Energy intensity of biohumus 2.040 MJ/kg.

**Key words:** energy efficient technology, worms compost, worms, biohumus, energy intensity biohumus.

*Надійшла 10.04.2018 р.*

УДК 635.621:631.5:504.7(477.7)

ЛИМАР А.О., д-р с.-г. наук

ЄВТУШЕНКО О.Т., канд. с.-г. наук

ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет»

semen\_olga@ukr.net

## АГРОЕКОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРИЙОМІВ ВИРОЩУВАННЯ ГАРБУЗА МУСКАТНОГО НА ПІВДНІ УКРАЇНИ

Представлено результати з оптимізації технології вирощування гарбуза мускатного у незрошуваних умовах шляхом регулювання впливу агроєкологічних факторів для підвищення його продуктивності. Польові дослідні провали на полях дослідного господарства Південної державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту водних проблем і меліорації НААН України, що розташоване у Голопристанському районі Херсонської області. Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем південний осолоділий мало-гумусний. Схема досліді включала такі варіанти – сорт (фактор А): Яніна (ранньостиглий), Гілея (середньостиглий); площа живлення рослин (фактор В): 2 м<sup>2</sup>; 3 м<sup>2</sup>; 4 м<sup>2</sup> та 5 м<sup>2</sup>; дози та способи внесення добрив (фактор С): без добрив (контроль); рекомендована доза добрив N<sub>60</sub>P<sub>90</sub>K<sub>60</sub> урозкид; ½ рекомендованої (N<sub>30</sub>P<sub>45</sub>K<sub>30</sub>) локально; ⅓ рекомендованої (N<sub>20</sub>P<sub>30</sub>K<sub>20</sub>) локально; ¼ рекомендованої (N<sub>15</sub>P<sub>23</sub>K<sub>15</sub>) локально. Найбільш адаптованим до посушливих умов півдня України визначено ранньостиглий сорт Яніна, що відрізнявся інтенсивністю проходження фаз розвитку, і, маючи більш короткий період вегетації, формував вищу на 2,5 т/га, або 17 %, урожайність плодів порівняно з середньостиглим сортом Гілея. За умови внесення N<sub>30</sub>P<sub>45</sub>K<sub>30</sub> локально і N<sub>60</sub>P<sub>90</sub>K<sub>60</sub> урозкид і розміщення рослин на площі 5 м<sup>2</sup> формувалися статистично однакові найвищі рівні врожайності плодів: сорту Яніна – 20,6-20,7 т/га та сорту Гілея – 17,8-18,0 т/га. З погляду харчової цінності найбільш якісним виявився м'якуш сорту Яніна, а вирощування культури за внесення N<sub>60</sub>P<sub>90</sub>K<sub>60</sub> урозкид і N<sub>30</sub>P<sub>45</sub>K<sub>30</sub> локально та розміщення однієї рослини на площі живлення 5 м<sup>2</sup> дозволяє отримати максимальний вихід каротину – 33,0-36,1 кг/га та високий вміст сухої речовини, цукрів, аскорбінової кислоти і пектину у його плодах.

**Ключові слова:** гарбуз мускатний, площа живлення, добрива, сорт, урожайність плодів.

**Постановка проблеми.** Головним напрямом землеробства є одержання стабільних і прогнозованих урожаїв сільськогосподарських культур шляхом наукового, економічного, екологічного обґрунтування та впровадження сучасних технологій вирощування. Особливістю ґрунтово-кліматичної підзони Південного Степу України є недостатня кількість атмосферних опадів зі значним потенціалом сонячної енергії. Унаслідок таких природних особливостей практично кожен рік спостерігається гострий дефіцит ґрунтової вологи, який перешкоджає отриманню запланованого

рівня врожайності. Такі умови, а також неминуче глобальне потепління змушує науковців шукати більш пристосовані до умов аридизації види й різновиди рослин, серед яких баштанні культури, зокрема, гарбуз мускатний, і є саме такою рослиною. Вимоги до тепла у гарбуза мускатного завищені. Насіння його починає проростати за температури 12-14 °С, у період росту і розвитку рослин йому необхідна досить висока температура повітря 25-30 °С. Для нормального проходження процесу росту і розвитку культури сума активних температур має сягати 2200-2500 °С. Біологічні особливості цієї культури цілком відповідають посушливим умовам півдня України.

Майже 70 % площ, зайнятих в Україні під баштанними рослинами, містяться на півдні, найкращі гарбузи вирощують в Україні – в Херсонській області. Розширення сортименту і попит на цей овоч пояснюється, насамперед, високими смаковими і дієтичними якостями і властивостями його плодів, адже саме тут поєднуються найсприятливіші ґрунтові та кліматичні умови для вирощування плодів гарбуза мускатного найвищої якості. Площі вирощування гарбуза мускатного на цій території необхідно збільшувати. Але для цього необхідно ґрунтовно вивчити культуру і розробити для неї ресурсозберігаючу економічно вигідну технологію вирощування, адаптовану до ґрунтово-кліматичних умов південного степу України.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Наразі у Реєстр сортів рослин України включено лише дев'ять сортів гарбуза мускатного: Дюківський, Бальзам, Матільда, Полянин, Олешківський, Доля, Гілея, Родзинка, Яніна. Також у країні ще й досі вирощують старі урожайні сорти із високою якістю плодів, наприклад Вітамінний, Арабатський та ін. [1, 2]. Але в умовах Південного Степу ці сорти часто страждають від нестачі вологи (ґрунтової і повітряної посухи), суховіїв, високих температур у критичні періоди вегетації, що неодмінно впливає на рівень їх продуктивності [3].

Не зважаючи на те, що асортимент сортів гарбуза мускатного на сьогодні в Україні невеликий, є всі можливості для створення нових сортів, над цим питанням працюють відчизняні науково-дослідні установи. Для умов Південного Степу необхідно використовувати сорти степового екологічного типу, засухоустійкі і жаростійкі, які найбільш узгоджено реагують на умови вирощування [4, 5, 6].

Серед агротехнічних прийомів вирощування гарбуза важлива роль відведена площі його живлення. У посушливих умовах баштанні культури формують високі врожаї за порівняно великих площ живлення. Таким чином, очевидно, що розробити будь-який рецепт площі живлення неможливо: вона має визначатися з урахуванням конкретних екологічних і виробничих умов для кожного сорту [7, 8].

Гарбуз вибагливий і до поживного режиму. Зокрема, за врожайності гарбуза 500 ц/га винос азоту, фосфору і калію з урожаєм та інтенсивність споживання NPK (кг/добу) складає: N – 100 кг/га, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 110, K<sub>2</sub>O – 200 кг/га та 3,41 кг/добу. Від інших овочевих культур його відрізняє високий темп споживання поживних речовин і велика чутливість до підвищеної концентрації ґрунтового розчину [9, 10]. До цього варто додати і те, що основна маса кореневої системи культури знаходиться в орному шарі і слабо використовує поживні речовини з нижніх шарів ґрунту [11].

А.О. Лимар [12] стверджує, що рослини гарбуза є досить чутливими не тільки до внесення азотних, фосфорних і калійних добрив, а також до мікроелементів: бору, міді, молібдену, цинку та реагують на внесення органічних добрив.

Південна сільськогосподарська дослідна станція ІВПіМ НААН України для незрошуваних умов півдня України рекомендує дозу N<sub>60</sub>P<sub>90</sub>K<sub>60</sub> [13]. Причому за локального способу внесення добрив їх кількість зменшують у 2-4 рази від рекомендованої. Вносять добрива восени, під оранку або ранньовесняну культивуацію [14].

Таким чином, практично відсутня інформація про оптимальну площу та фон живлення за вирощування нових сортів гарбуза мускатного. Для найбільш точної оцінки сортів необхідне детальне вивчення елементів агротехніки їх вирощування у різні за погодними умовами роки. Внаслідок недостатньої вивченості питання такі дослідження представляють значний інтерес.

Мета дослідження – підбір найбільш пристосованих сортів гарбуза мускатного в умовах глобального потепління з метою одержання стабільного врожаю плодів, а також оцінка відповідності їх біологічних особливостей і абіотичних факторів навколишнього середовища в умовах Південного Степу України.

**Матеріал та методика дослідження.** Для виконання мети у 2011-2013 рр. був проведений багатифакторний польовий дослід. Об'єктом досліджень слугували сорти гарбуза мускатного Яніна та Гілея (фактор А). Окрім сорту, як агроекологічного фактору підвищення продуктивності рослин,

вимоги до агротехніки вирощування гарбуза також стосувалися обґрунтування розширення площ живлення (для регулювання водного та світлового режиму ґрунту у незрошуваних умовах) із градацією 2, 3, 4 та 5 м<sup>2</sup> на одну рослину (фактор В). Існує поширена думка про доцільність зменшення площі живлення рослин при збільшенні дози внесення добрив, проте й досі це питання залишається дискусійним. Тому вкрай необхідним було встановити дози мінеральних добрив за вирощування гарбуза мускатного (фактор С). Зокрема, вивчалися неудообрений варіант та доза удобрення – N<sub>60</sub>P<sub>90</sub>K<sub>60</sub> врозкид як рекомендована на півдні України, а також локально вносили ½, ⅓, ¼ частини від рекомендованої дози (або N<sub>30</sub>P<sub>45</sub>K<sub>30</sub>, N<sub>20</sub>P<sub>30</sub>K<sub>20</sub> та N<sub>15</sub>P<sub>23</sub>K<sub>20</sub> відповідно).

Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем південний осолоділий малогумусний, що характеризується високим вмістом калію, підвищеним – фосфору та недостатньо забезпечений азотом. Характерною особливістю даних ґрунтів є значна потужність гумусового профілю за незначного в ньому вмісту гумусу – 1,2-1,5 %. Розміщення дослідних ділянок – систематичне, площа облікової ділянки – 11,8 м<sup>2</sup>, повторність чотириразова. Для проведення обліків та спостережень використовували загальноприйняті методики.

Метеорологічні умови в роки проведення досліджень склалися контрастно, але в цілому вони досить повно відобразили кліматичні умови Південного Степу України.

**Основні результати дослідження.** У проведених дослідженнях встановлено високий вплив застосування досліджуваних елементів технології на варіабельність продуктивності посівів гарбуза мускатного. Правильний вибір сорту – одна з вирішальних умов одержання максимального врожаю, один із найбільш доступних виробництву агрозаходів зниження негативного впливу лімітуючих факторів зовнішнього середовища на рівень урожайності рослин, що найбільшою мірою забезпечує пластичність культури в умовах глобального потепління. Тому, зважаючи на зазначене, сорти гарбуза мускатного для незрошуваних умов півдня України повинні мати високу посухостійкість, пластичність, добре реагування на добрива, здатність до швидкого та ефективного використання вологозапасів [15].

Технологія вирощування гарбуза мускатного має базуватися на найбільш пристосованих до конкретних ґрунтово-кліматичних умов зони, районуваних і перспективних сортах місцевої селекції. Наші дослідження показали, що сорти гарбуза розрізнялися за врожайністю плодів. Так, у середньому по досліді найвищий її рівень був отриманий у ранньостиглого сорту Яніна – 17,2 т/га, що на 2,5 т/га або 17 % більше порівняно із середньостиглим сортом Гілея.

Серед регульованих агротехнічних факторів одне з головних місць займають раціональна схема сівби і площа живлення рослин. Площа живлення контролює вихідну кількість насіння на одиницю площі і, тим самим, впливає на формування густоти рослин. Зниження продуктивності зріджених посівів баштанних культур може бути зумовлене неефективним використанням площі живлення рослинами і підвищеною забур'яненістю посівів. А в надмірно загущених посівах продуктивність рослин знижується за рахунок нерівномірного використання сонячної енергії, поживних речовин та вологи з ґрунту. Результати наших досліджень показали, що цей агрозахід впливає позитивно на рівень урожайності плодів гарбуза мускатного (табл. 1).

Таблиця 1 – Вплив площ живлення та мінеральних добрив на врожайність сортів гарбуза мускатного, т/га

Фон живлення, фактор С	Площа живлення, м <sup>2</sup> , фактор В			
	2	3	4	5
<i>сорт Яніна, фактор А</i>				
Без добрив	12,6	12,7	12,6	12,6
N <sub>60</sub> P <sub>90</sub> K <sub>60</sub>	18,1	18,9	19,9	20,7
N <sub>30</sub> P <sub>45</sub> K <sub>30</sub>	17,9	18,7	19,8	20,6
N <sub>20</sub> P <sub>30</sub> K <sub>20</sub>	16,6	17,4	18,4	18,5
N <sub>15</sub> P <sub>23</sub> K <sub>15</sub>	15,7	16,1	17,5	17,5
<i>сорт Гілея, фактор А</i>				
Без добрив	11,0	11,1	11,2	11,2
N <sub>60</sub> P <sub>90</sub> K <sub>60</sub>	15,9	15,7	16,9	18,0
N <sub>30</sub> P <sub>45</sub> K <sub>30</sub>	15,7	15,8	16,9	17,8
N <sub>20</sub> P <sub>30</sub> K <sub>20</sub>	14,0	14,5	15,6	16,0
N <sub>15</sub> P <sub>23</sub> K <sub>15</sub>	12,7	13,5	14,5	15,1

НР<sub>05</sub>, т/га : А – 0,06-0,07; В – 0,04-0,05; С – 0,09;  
АС – 0,10-0,11; ВС – 0,13-0,15; АВС – 0,19-0,21.

Так, у середньому по обох сортах максимальну урожайність плодів (16,8 т/га) було отримано у варіанті із площею живлення гарбуза 5 м<sup>2</sup> (середнє по фонах живлення). Приріст урожайності при цьому складав від 2,0 до 12,6 % у порівнянні з іншими варіантами. Висока врожайність плодів гарбуза у даному варіанті характеризується, насамперед, біологічними особливостями кореневої системи, фізіологічно активна частина якої розташована, в основному, на коренях другого і третього порядків, довжина яких досягає від 1,5 до 2,5 м.

У зв'язку з цим розширення міжрядь забезпечує більш повне живлення рослин гарбуза, не зумовлюючи при цьому конкуренції. Із загущенням рослин урожайність культури знижувалася на 0,3-1,8 т/га. Найнижчу врожайність було отримано за вирощування рослин гарбуза мускатного із площею живлення 2 м<sup>2</sup> – 15,0 т/га у середньому по сортах і фонах живлення, тобто за найбільш щільного розташування рослин у рядках. Отже, зміною густоти рослин можна регулювати величину урожайності плодів гарбуза.

Максимальну продуктивність баштанних культур забезпечує, поряд з іншими важливими агротехнічними заходами, внесення органічних і мінеральних добрив. Нашими дослідженнями встановлено, що у незрошуваних умовах півдня України внесення мінеральних добрив підвищує врожай плодів гарбуза мускатного на 3,4-6,1 т/га порівняно з неудобреним контролем. У середньому рекомендована доза добрива (N<sub>60</sub>P<sub>90</sub>K<sub>60</sub>) сприяла формуванню найвищої врожайності культури – 19,4 т/га по сорту Яніна та 16,6 т/га по сорту Гілея, що на 54 та 50 % вище за її рівень у неудобреному варіанті.

Причому доза добрив N<sub>60</sub>P<sub>90</sub>K<sub>60</sub>, що була внесена врозкид, за ефективністю була близькою до N<sub>30</sub>P<sub>45</sub>K<sub>30</sub>, внесеною локально – адже за зменшення рекомендованої дози добрив удвічі був отриманий високий врожай плодів – 19,3 т/га по сорту Яніна та 16,5 т/га по сорту Гілея. Саме у цих двох варіантах удобрення за розміщення рослин на площі 5 м<sup>2</sup> формувалися найвищі рівні врожаю: по сорту Яніна – 20,6-20,7 т/га та по сорту Гілея – 17,8-18,0 т/га. Як бачимо, величини врожайності плодів гарбуза у вказаних варіантах удобрення були достовірно однакові між собою. Отже, при забезпеченні більш оптимального поживного режиму між рослинами на збільшених площах живлення конкуренція за поживні речовини послаблюється.

Інша особливість використання елементів живлення полягає в тому, що необхідно враховувати й сортову специфічність культури гарбуза, яка в богарних умовах степу України вивчена недостатньо. Сорт Яніна був більш сприйнятливим на внесення мінеральних добрив, адже прирости його врожаю від застосування останніх були у межах 4,1-6,8 т/га, тоді як у сорту Гілея дані показники були у 1,2-1,4 рази меншими або становили 2,9-5,5 т/га.

Велике значення має також участь досліджуваних факторів у формуванні продуктивності гарбуза мускатного. Найбільшою мірою на урожайність плодів гарбуза впливали режими живлення (68 %), частка участі сорту у формуванні врожаю плодів становила 22 %, площі живлення – 6 %, а взаємодії факторів – від 1 до 2 %. Виходячи з отриманих даних, можна стверджувати, що сорт є одним з провідних факторів підвищення врожайності гарбуза мускатного, на частку якого припадає понад 20 % його приросту (рис. 1).

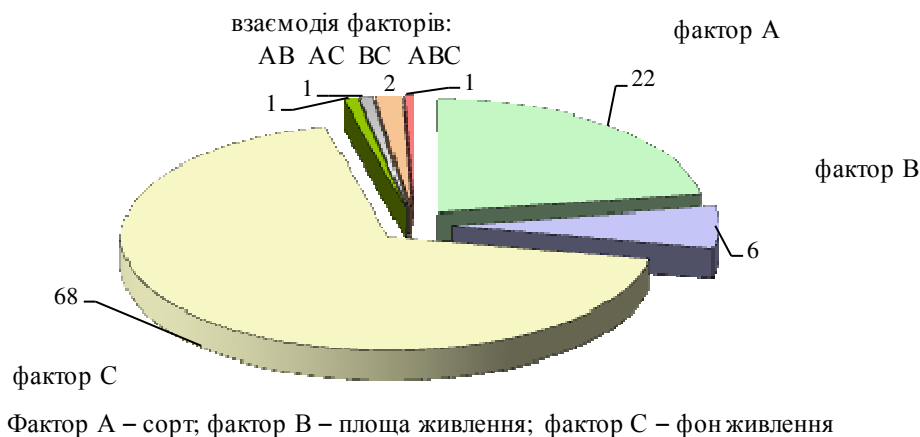


Рис. 1. Частка впливу досліджуваних факторів на врожайність плодів гарбуза мускатного, %.

У проведеному досліді встановлено високу (порівняно з іншими факторами) ефективність взаємодії площі живлення та фону живлення на зміну врожайності плодів гарбуза мускатного, що свідчить про зростання ефективності фактора фон живлення за умови оптимізації розміщення рослин за площею живлення і навпаки – ефективність площі живлення значною мірою зростає за умови оптимізації поживного режиму рослин.

Фактор сорту також впливав не лише на рівень урожайності плодів гарбуза, а й на їх біохімічний склад. З точки зору харчової цінності найбільш якісним виявився м'якуш сорту Яніна, а вирощування культури за внесення  $N_{60}P_{90}K_{60}$  врозкид і  $N_{30}P_{45}K_{30}$  локально та розміщенні однієї рослини на площі живлення  $5\text{ м}^2$  дозволяє отримати максимальний вихід каротину – 33,0-36,1 кг/га та високий вміст сухої речовини, цукрів, аскорбінової кислоти та пектину у його плодах.

Таким чином, удосконалення елементів технології вирощування гарбуза мускатного для незрошуваних умов півдня України, що забезпечує отримання плодів на рівні 20 т/га, полягає в агроекологічному обґрунтуванні доцільності вирощування більш адаптованих сортів та застосування добрив у поєднанні з оптимальною площею живлення для рослин.

**Висновки.** Для одержання високого і стабільного врожаю плодів гарбуза мускатного вирішальне значення має застосування пристосованих до посушливих умов півдня України сортів та оптимальних доз мінеральних добрив. Конфігурація і розмір площі живлення також впливають на темпи розвитку рослин, адже від цього залежить обсяг надходження вологи, елементів живлення, сонячної інсоляції. Максимальною урожайністю плодів формувалася у сорту Яніна за внесення  $N_{60}P_{90}K_{60}$  та  $N_{30}P_{45}K_{30}$  і розміщення однієї рослини на площі живлення  $5\text{ м}^2$ .

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Діденко В.П., Діденко Т.В. Селекція кавунів і гарбузів на високий вміст в плодах біологічно-активних речовин. Овочівництво і баштанництво. Харків, 2005. Вип. 50. С. 98-104.
2. Брытик О. Сорта и гибриды бахчевых культур. Овощеводство. 2010. № 8 (68). С. 67-69.
3. Семен О.Т. Екологічна та економічна ефективність вирощування гарбуза мускатного в умовах півдня України. Вісник Житомирського національного агроекологічного університету. Житомир, 2014. №2 (42). Т.1. С. 253-258.
4. Кокойко В.В. Продуктивність і якість плодів різних сортів гарбуза в умовах органічного овочівництва. Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2015. № 1. URL: [http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Nd\\_2015\\_1\\_8.pdf](http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Nd_2015_1_8.pdf).
5. Семен О.Т. Тенденции и перспективы выращивания тыквы мускатной в Украине и в южном регионе: материалы VII международной научной конференции «Актуальные вопросы современной науки» (24-25 октября 2013 г.). С.-Петербург: Изд-во «Айсинг», 2013. С. 86-89.
6. Шабля О., Мельник С., Книш В. Гарбузовий бізнес. Пропозиція. 2011. № 1. С. 58-62.
7. Хареба В.В., Кокойко В.В. Ріст, розвиток та урожайність і якість плодів гарбуза мускатного залежно від схем розміщення рослин. Селекція і насінництво. 2016. Вип. 109. С.147-152.
8. Лимар А.О. Баштанництво: навч. посіб. Київ: Вища школа, 2005. 166 с.
9. Leghari M.H., Mugheri A.A., Sheikh S.A., Wahocho N.A. Response of nitrogen levels on the growth and yield of bottle gourd varieties. International Journal of Agronomy and Agricultural Research. 2014. Vol. 5 (6). P. 86-92.
10. Prasad G., Nandi A., Swain P.K. Soil amendment and integrated nutrient management on growth, yield, soil health, and economics of bottle gourd. International Journal of Vegetable Science. 2016. Vol. 22 (1). P. 3-13.
11. Семен О.Т. Динаміка основних елементів живлення в ґрунті при вирощуванні гарбуза мускатного в умовах півдня України. Вісник аграрної науки Причорномор'я. Миколаїв, 2014. №3 (79). Т.1. С. 159-168.
12. Лимар А.О., Кашеев А.Я., Діденко В.П. Бахчевые культуры. Київ: Аграрна наука, 2000. 330 с.
13. Семен О.Т. Оцінка технології вирощування екологічно безпечної продукції гарбуза мускатного: матеріали Міжнародної конференції «Молодь у вирішенні екологічних та соціально-економічних проблем сьогодення» (15-20 жовтня 2012 р.). Кам'янець-Подільський, 2012. С. 127-128.
14. Лимар А.О., Дишлюк В.С., Подпрядов В.О. Удосконалена технологія вирощування гарбуза мускатного. Аграрна наука. 2014. № 1. С. 14.
15. Фролов В.В. Генетичні ресурси баштаних культур та їх використання в селекції нових сортів і гібридів. Таврійський науковий вісник. Херсон: Айлант, 2010. Вип. 70. С. 79-83.

#### REFERENCES

1. Didenko, V.P., Didenko, T.V. Selekcija kavuniv i garbuziv na visokij vmist v plodah biologichno-aktivnih rečovyn [Selection watermelons and pumpkins on a high fruit content of biologically active substances]. Ovochivnyctvo i bashtanynctvo [Vegetable and melon growing], 2005, Issue 50, pp. 98-104.
2. Brytyk, O. Sorta i gibridy bahchevyh kul'tur [Varieties and hybrids of mahogany cultures]. Ovoshhevodstvo [Vegetable growing], 2010, no. 8 (68), pp. 67-69.
3. Semen, O.T. Ekologichna ta ekonomichna efektyvnist' viroshhuvannja garbuza muskatnogo v umovah pivdnja Ukraini [Ecological and economic efficiency of growing muscat pumpkin in the south of Ukraine]. Visnyk Zhytomys'kogo nacional'noho agroekologichnogo universytetu [Bulletin of Zhytomyr National Agroecological University], 2014, no. 2 (42), pp. 253-258.
4. Kokoiko, V.V. Produktivnist' i jakist' plodiv riznih sortiv garbuza v umovah organichnogo ovochivnyctva [Performance and quality of fruits of different varieties of pumpkins in terms of organic vegetable]. Naukovi dopovidi

Nacional'nogo universitetu bioresursiv i prirodokoristuvannja Ukrainy [Scientific reports of the National University of Bioresources and Natural Resources of Ukraine], 2015, vol. 1. Retrieved from: [http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Nd\\_2015\\_1\\_8.pdf](http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Nd_2015_1_8.pdf).

5. Semen, O.T. (2013). Tendencii i perspektivy vyrashhivannja tykvy muskatnoj v Ukraine i v juzhnom regione [Trends and prospects for the cultivation of pumpkin squash in Ukraine and in the southern region]. Materialy VII mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii «Aktual'nye voprosy sovremennoj nauki» [Information from scientific-training conference “Actual problems of modern science”]. S.-Peterburg, pp. 86-89.

6. Shablja, O., Mel'nyk, S., Knysh, V. Garbuzovij biznes [Pumpkin business]. Propozycja [Proposition], 2011. no. 1, pp. 58-62.

7. Hareba V.V., Kokojko V.V. Rist, rozvitok ta urozhajnist' i jakist' plodiv garbuza muskatnogo zalezno vid shem rozmishhennja roslin [Growth, development and yield and quality of muscat pumpkin fruits depending on plant placement schemes]. Selekcija i nasinnictvo [Breeding and Seed-Growing], 2016, Vol. 109, pp.147-152.

8. Lumar, A.O. (2005). Bashtannictvo [Melon-growing]. Kyiv, High school, 166 p.

9. Leghari, M.H. Response of nitrogen levels on the growth and yield of bottle guard varieties. International Journal of Agronomy and Agricultural Research. 2014, no. 5 (6), pp. 86-92.

10. Prasad, G. Soil amendment and integrated nutrient management on growth, yield, soil health, and economics of bottle gourd. International Journal of Vegetable Science. 2016, no. 22 (1), pp. 3-13.

11. Semen, O.T. Dinamika osnovnih elementiv zhivlennja v runti pri viroshhuvanni garbuza muskatnogo v umovah pivdnja Ukrainy [Dynamics of main nutrients in the soil for growing Cucurbita moschata in Southern Ukraine]. Journal of Agricultural Science of Black Sea [Ukrainian Black Sea region agrarian science], 2014, no. 3 (79), pp. 159-168.

12. Lumar, A.O., Kashheev, A.Ja., Didenko, V.P. Bahchevyje kul'tury [Melon cultures][Agrarian science]. 2000, 330 p.

13. Semen, O.T. (2012). Ocinka tehnologii' viroshhuvannja ekologichno bezpechnoi' produkcii' garbuza muskatnogo [Evaluation growing technology environmentally safe products Cucurbita moschata]. Materiali Mizhnarodnoi' konferencii' «Molod' u virishenni ekologichnih ta social'no-ekonomichnih problem s'ogodennja» [Information from scientific-training conference “Youth in solving ecological and socio-economic problems of the present”]. Kam'janec'-Podil'skij, pp. 127-128.

14. Lumar, A.O. Dishljuk, V.Je., Podprjadov, V.O. Udoskonalena tehnologija viroshhuvannja garbuza muskatnogo [Advanced Technology of Cucurbita moschata]. Agrarna nauka [Agrarian science], 2014, no. 1, pp. 14.

15. Frolov, V.V. Genetichni resursi bashtannih kul'tur ta i'h vikoristannja v selekcii' novih sortiv i gibridiv [Genetic resources melons and their use in breeding new varieties and hybrids]. Tavrijs'kyj naukovyj visnyk [Tavria Scientific Bulletin], 2010, Vol. 70, pp. 79-83.

#### **Агроэкологическое обоснование приемов выращивания тыквы мускатной на юге Украины**

**А.О. Лымарь, О.Т. Евтушенко**

Представлены результаты по оптимизации технологии выращивания тыквы мускатной в неорошаемых условиях путем регулирования агроэкологических факторов для повышения ее продуктивности. Полевые опыты проводили на полях опытного хозяйства Южной государственной сельскохозяйственной опытной станции Института водных проблем и мелиорации НААН Украины, расположенного в Голопристанском районе Херсонской области. Почва опытного участка – чернозем южный осолоделый малогумусный. Схема опыта включала следующие варианты – сорт (фактор А): Янина (раннеспелый), Гилея (среднеспелый); площадь питания растений (фактор В): 2 м<sup>2</sup>; 3 м<sup>2</sup>; 4 м<sup>2</sup> и 5 м<sup>2</sup>; дозы и способы внесения удобрений (фактор С): без удобрений (контроль); рекомендуемая доза удобрений N<sub>60</sub>P<sub>90</sub>K<sub>60</sub> вразброс; ½ рекомендованной (N<sub>30</sub>P<sub>45</sub>K<sub>30</sub>) локально; ¼ рекомендованной (N<sub>20</sub>P<sub>30</sub>K<sub>20</sub>) локально; ¼ рекомендованной (N<sub>15</sub>P<sub>23</sub>K<sub>15</sub>) локально. Наиболее адаптированным к засушливым условиям юга Украины оказался раннеспелый сорт Янина, отличавшийся интенсивностью прохождения фаз развития, и, имея более короткий период вегетации, формировал урожайность плодов выше на 2,5 т/га, или 17 % по сравнению со среднеспелым сортом Гилея. При условии внесения N<sub>30</sub>P<sub>45</sub>K<sub>30</sub> локально и N<sub>60</sub>P<sub>90</sub>K<sub>60</sub> вразброс и размещении растений на площади 5 м<sup>2</sup> формировались статистически одинаково высокие уровни урожайности плодов: по сорту Янина – 20,6-20,7 т/га и по сорту Гилея – 17,8-18,0 т/га. С точки зрения питательной ценности наиболее качественным оказалась мякоть плодов сорта Янина, а выращивание культуры при внесении N<sub>60</sub>P<sub>90</sub>K<sub>60</sub> вразброс и N<sub>30</sub>P<sub>45</sub>K<sub>30</sub> локально при размещении одного растения на площади питания 5 м<sup>2</sup> позволило получить максимальный выход каротина – 33,0-36,1 кг/га при высоком содержании сухого вещества, сахаров, аскорбиновой кислоты и пектина в ее плодах.

**Ключевые слова:** тыква мускатная, площадь питания, удобрения, сорт, урожайность плодов.

#### **The agroecological substantiation of growing technology of Muscat pumpkin in the south of Ukraine under conditions of global warming**

**A. Lumar, O. Yevtushenko**

The results of optimization of the technology of growing Muscat pumpkin in non-irrigated conditions through adjusting agroecological factors to increase its productivity are presented in the article. Field experiments have been conducted on the fields of the experimental farm of the Southern State Agricultural Experimental Station of the Institute of Water Problems and Melioration of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, located in the Hola Prystan district of the Kherson region. The soil of the experimental site is black soil of the South solodized, slightly humus. The scheme of the experiment included the following variants - variety (factor A): Yanina (early-ripened), Gilea (middle-ripened); the area of plant nutrition (factor B): 2 m<sup>2</sup>; 3 m<sup>2</sup>; 4 m<sup>2</sup> and 5m<sup>2</sup>; doses and fertilization methods (factor C): no fertilizers (control); recommended fertilizer dose N<sub>60</sub>P<sub>90</sub>K<sub>60</sub> in the spread; ½ recommended (N<sub>30</sub>P<sub>45</sub>K<sub>30</sub>) locally; ¼ recommended (N<sub>20</sub>P<sub>30</sub>K<sub>20</sub>) locally; ¼ recommended (N<sub>15</sub>P<sub>23</sub>K<sub>15</sub>) locally. In particular, for the farms of the Southern Steppe of Ukraine, the Muscat pumpkin growing technology has been worked out, the yield reached 20 t/ha, the feasibility of using a reduced dose of mineral fertilizers in conjunction with optimal plant nutrition has been substantiated. The most adapted to arid conditions in the south of Ukraine was an early-ripened variety Yanina, which differed in the intensity of the development phases, and had a shorter period of vegetation, formed the highest yield of 2.5 t/ha or 17 %, compared with the middle-ripened variety of Gilea. Statistically equal fruit yields were formed under introduction of N<sub>30</sub>P<sub>45</sub>K<sub>30</sub> locally and N<sub>60</sub>P<sub>90</sub>K<sub>60</sub> in the spread and the

placement of plants on the area of 5 m<sup>2</sup>: the Yanina variety yield was 20.6-20.7 t/ha and the Gilea variety yields was 17.8-18.0 t/ha. The meteorological conditions during the research years were contrasting, but in general, the weather conditions during the research years sufficiently reflected the climatic conditions of the Southern steppe of Ukraine.

In the conducted researches the high influence of application of the investigated elements of technology on the variability of Muscat pumpkin crop productivity was established. The right choice of the variety was one of the crucial conditions for obtaining the maximum yield, one of the most affordable agricultural production measures to reduce the negative impact of limiting environmental factors on the level of plant productivity, which provided plasticity of culture under conditions of the global warming. Therefore, in the view of the mentioned above, the varieties of Muscat pumpkin for unirrigated conditions in the south of Ukraine should have high drought tolerance, ductility, good reputation for fertilizers, and the ability to quickly and efficiently use of moisture stores.

The technology of Muscat pumpkin growing should be based on the most adapted to the specific soil-climatic conditions of the zone, zoned and perspective varieties of local selection. Our studies have shown that pumpkin varieties differ in the fruit yields. Thus, on average for the experiment, its highest level was obtained in the early-ripened variety of Yanina – 17,2 t/ha, which is 2.5 t/ha or 17 % more compared with the middle-ripened variety Gilea. Introducing N<sub>30</sub>P<sub>45</sub>K<sub>30</sub> locally and N<sub>60</sub>P<sub>90</sub>K<sub>60</sub> separately, and placing plants on the area of 5 m<sup>2</sup>, the highest levels of fruit yield were fixed: for Yanina variety – 20.6-20.7 t/ha and for Gilea variety – 17.8-18.0 t/ha.

Thus, the improvement of the Muscat pumpkin cultivation technology elements for the unobstructed conditions of the south Ukraine, which ensured the fruits yield of 20 t/ha, comprises agroecological justification of the expediency of growing better adapted varieties and the use of fertilizers in combination with optimal plant nutrition. The yields of the pumpkin fruit were mostly influenced by nutrition regimes (68 %), the share of the participation in the fruit harvest formation was 22 %, the feeding area – 6 %, and the interaction of the factors ranged from 1 to 2 %. Based on the data obtained, it could be argued that the variety has been one of the leading factors in the Muscat pumpkin yield increasing, which accounted for more than 20 % of its growth.

In the conducted experiment, high (in comparison with other factors) efficiency of the feeding area and the nutrition background interaction on the variability of the Muscat pumpkin yield, which proves that the efficiency of the "power supply" factor increases under optimization of the crops placement in terms of feed area and vice versa – the efficiency of the power supply area was greatly increased with the optimization of the nutrient regime of the crops.

The variety factor influenced not only the pumpkin yield, but its biochemical composition as well. From the point of view of the nutritional value, the best quality was noted in the soft fruit of the Yanina variety while cultivating the crop under introduction of N<sub>60</sub>P<sub>90</sub>K<sub>60</sub> in the spread and N<sub>30</sub>P<sub>45</sub>K<sub>30</sub> locally as well as placing one plant in a feeding area of 5 m<sup>2</sup> allowed a maximum yield of carotene – 33.0-36.1 kg/ha and high content of dry matter, sugars, ascorbic acid and pectin in its fruit.

**Key words:** Muscat pumpkin, area of nutrition, fertilizers, cultivar.

*Надійшла 10.04.2018 р.*

**УДК 632.7/477.7**

**ЛЮБИЧ В. В.**, канд. с.-г. наук

lyubichv@gmail.com

**ЖЕЛЄЗНА В. В.**, канд. с.-г. наук

valierii.voziiian07@gmail.com

**УЛЯНИЧ І.Ф.**, канд. техн. наук

*Уманський національний університет садівництва*

## **ГЕОМЕТРИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЗЕРНА ТРИТИКАЛЕ ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТУ**

Наведено результати вивчення впливу сорту на лінійні розміри зернівки тритикале, об'єм зернівки, площу зовнішньої поверхні, питому поверхню зернівки, об'єм поверхневих шарів та сферичність.

У результаті проведених досліджень встановлено, що довжина зернівок тритикале істотно змінюється залежно від сорту. Так, найдовшими були зернівки сортів Раритет та Етель – 8,8 мм із мінливістю від 8,2 до 9,1 мм ( $V = 5\%$ ). Довжина зернівок тритикале решти сортів змінювалась від 7,3 до 8,7 мм, проте коефіцієнт варіювання був незначним ( $V = 1-3\%$ ).

Ширина зернівок зерна тритикале змінювалась від 2,4 до 3,5 мм. Найбільшу ширину мали зернівки сорту Валентин 90 та АД 52 3,5 мм з коефіцієнтом варіювання 5 %.

Встановлено, що найбільша товщина у сорту Валентин 90 (стандарт) – 4,6 мм із мінливістю від 4,2 до 4,8 мм ( $V = 6\%$ ). Товщина зернівок у решти сортів зерна тритикале була істотно меншою порівняно зі стандартом ( $HIP_{05} = 0,2$ ) – 3,4–4,2 мм.

Об'єм зернівки тритикале змінювався від 31,1 до 70,8 мм<sup>3</sup> залежно від сорту. Найбільшим цей показник був у сорту Валентин 90 (контроль) – 70,8 мм<sup>3</sup>, а найменшим – Полус 90.

За результатами наших досліджень встановлено, що площа зовнішньої поверхні змінювалась залежно від сорту і становила 86,8–146,7 мм<sup>2</sup>.

Питома поверхня зернівки тритикале змінювалась у межах 2,1–2,8. Всі сорти перевищували стандарт, у якого цей показник становив 2,1.

Найменший об'єм поверхневих шарів мали зернівки тритикале сорту Полюс 90 – 5,6 мм<sup>3</sup>. У зернівок решти сортів цей показник становив 6,2–8,6 мм<sup>3</sup>.

Встановлено, що сферичність зерна тритикале змінювалась не істотно і становила 0,54–0,58 залежно від сорту.

У зерні тритикале між площею зовнішньої поверхні та об'ємом зернівки встановлено прямий сильний кореляційний зв'язок ( $r = 0,97 \pm 0,02$ ).

**Ключові слова:** тритикале, сорт, довжина, ширина, товщина, об'єм, площа, сферичність.

**Постановка проблеми.** Актуальною проблемою в нашій країні є розвиток високотехнологічного виробництва переробки рослинної сировини, метою якого є отримання продуктів харчування з підвищеним фітохімічним потенціалом, функціональних продуктів і лікувально-профілактичного призначення.

Такі традиційні злакові культури як пшениця, жито, ячмінь, овес, кукурудза утворилися в результаті еволюційного відбору тисячоліття тому. Тритикале ж існує всього декілька десятиліть; воно створене людиною шляхом об'єднання хромосом пшениці (*Triticum*) і жита (*Secale*), звідси і з'явилася назва *Triticale* [3, 8, 11, 17, 21, 26].

Тритикале – культура, яка знайшла своє застосування в багатьох галузях: зернофуражної, кормової і продовольчої. Згідно зі статистичними даними організації FAO, посіви тритикале в світі з 1975 до 2016 рр. зросли із 467 до 3926078 га, що підтверджує підвищення інтересу з боку сільськогосподарського виробництва до цієї культури. У Європі воно обробляється в 18-ти країнах, причому половина посівних площ знаходиться в Польщі, істотні кількості зерна тритикале вирощуються у Франції, Німеччині, а також Угорщині, Австрії, країнах Балтії, Чехії, Данії, Швеції, Італії, Великобританії тощо [1, 6, 9, 16, 25, 29].

Проте, відсутність наукових досліджень, державних стандартів на борошно, отриманого із зерна тритикале, не дає повною мірою реалізувати його як сировину для виробництва хлібобулочних і борошняних кондитерських виробів у великих масштабах [5, 18, 24].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Тритикале відрізняється серед зернових культур крупним зерном, унікальним поєднанням кращих господарсько-біологічних властивостей пшениці та жита.

Істотний вплив на вибір технологічних операцій і режимів (зберігання, підготовка, переробка, транспортування) мають лінійні розміри, форма і об'єм зерна. У тритикале розмір зернівки подібний пшениці, але через свою складчасту поверхню і видовжену форму зернівка тритикале при зволоженні поглинає більше вологи. Цей параметр важливий під час очищення зерна, підготовки його до помелу і водотеплового оброблення [2, 7, 14, 20, 27, 30].

За даними літературних джерел [4, 10, 12, 15] відомо, що за формою зернівка тритикале видовжена, тонша та широка, а лінійні розміри становлять: ширина – 3,1–3,9 мм, товщина – 2,3–2,9, довжина – 6,7–8,3 мм.

У великому зерні відносний вміст ендосперму більший, отже, з такого зерна може бути забезпечено вищий вихід готового продукту. Сферичність зернівки (збільшення розмірів по ширині і товщині) також визначає вміст ендосперму – чим більша сферичність, тим вищий вміст ендосперму. Тритикале поступається за сферичністю пшениці, має меншу об'ємну масу, проте, обсяг зернівки цієї культури більший приблизно в 1,4 раза [2, 13, 19, 23, 28].

**Метою дослідження** було вивчення геометричних характеристик зерна тритикале залежно від сорту для врахування їх під час перероблення.

**Матеріал і методика дослідження.** Експериментальну частину роботи проводили в умовах науково-дослідної лабораторії «Оцінювання якості зерна та зернопродуктів» кафедри технології зберігання і переробки зерна Уманського національного університету садівництва. Для дослідження взято зерно тритикале сортів Раритет, Етель, Папсуєвська, АД 52, АД 42, Благодарний, Карлик, Мир, Полюс 90, що вирощувалися в умовах Правобережного Лісостепу України упродовж 2014–2015 рр. Контроль (стандарт) – сорт тритикале Валентин 90. Повторність триразова.

Лінійні розміри в зерні тритикале визначали за методикою описаною Г. А. Єгоровим [31].

Об'єм зернівки ( $V$ ) та площу зовнішньої поверхні ( $F$ ) обчислювали розрахунковим методом за формулами:

$$V = k \cdot a \cdot b \cdot l;$$

$$F = 1,12a^2 + 3,7b^2 + 0,88l^2 - 10,$$

де  $a$  – товщина зернівки,  $b$  – ширина зернівки,  $l$  – довжина зернівки,  $k$  – коефіцієнт форми зернівки (для пшениці 0,52).

Питому поверхню зернівки встановлювали за відношенням  $F/V$ .

Об'єм поверхневих шарів визначали за формулою:

$$V_1 = F \cdot G,$$

де  $G$  – товщина тканини (для зерна пшениці 0,065 мкм).

Сферичність зерна визначали за формулою:

$$\varphi = F_{\text{ш}} / F$$

де  $F_{\text{ш}}$  – площа зовнішньої поверхні шара,  $F_{\text{ш}} = 4\pi r^2$

$$r = \sqrt{3V + 4\pi}.$$

Математичну та статистичну обробку даних проводили методом дисперсійного аналізу, використовуючи сучасні комп'ютерні технології (Statistica, MS Office Excel).

**Основні результати дослідження.** В результаті проведених досліджень встановлено, що довжина зернівок тритикале істотно змінюється залежно від сорту (табл. 1). Так, найдовшими були зернівки сортів Раритет та Етель – 8,8 мм із мінливістю від 8,2 до 9,1 мм ( $V = 7,1-7,4\%$ ), що істотно більше порівняно зі стандартом ( $HIP_{05} = 0,4$ ). Довжина зернівок тритикале решти сортів змінювалась від 7,3 до 8,7 мм, проте коефіцієнт варіювання був незначним ( $V = 3,9-5,6\%$ ).

Таблиця 1 – Довжина зернівок зерна тритикале (2014–2015 рр.), мм

Сорт	Елементи варіаційної мінливості			
	$\bar{x} \pm S_x$	lim	$S^2$	$V, \%$
Валентин 90 (стандарт)	8,5±0,72	8,1–8,8	0,29	6,3
Раритет	8,8±0,91	8,3–9,2	0,39	7,1
Етель	8,8±0,93	8,2–9,1	0,42	7,4
Папсуєвська	8,7±0,52	8,5–9,0	0,24	5,6
АД 52	8,6±0,44	8,4–8,8	0,20	5,2
АД 42	8,5±0,61	8,3–8,9	0,26	6,0
Благодарний	7,8±0,35	7,6–7,9	0,12	4,4
Карлик	7,7±0,32	7,5–7,8	0,15	5,0
Мир	7,6±0,27	7,5–7,7	0,09	3,9
Полос 90	7,3±0,33	7,2–7,5	0,12	4,7
$HIP_{05}$	0,4	–	–	–

Відомо, що дуже довгим вважається зерно, що має довжину  $\geq 9$  мм, довге – 8–9, середнє – 6–8, коротке – 5–6 і дуже коротке –  $\leq 5$  мм. Нами встановлено, що довгі зернівки формувалися у сортів Валентин 90 (стандарт), АД 42, АД 52, Папсуєвська, Раритет, Етель (8,5–8,8 мм), а в решти досліджуваних сортів довжина зернівки була середньою (7,3–7,8 мм).

Ширина зернівок зерна тритикале змінювалась від 2,4 до 3,5 мм. Найбільшу ширину мали зернівки сорту Валентин 90 та АД 52 3,5 мм з коефіцієнтом варіювання 5 % (табл. 2). Найменшу ширину зернівок мав сорт Полос 90 2,4 мм з мінливістю 2,3–2,5 мм ( $V = 12,5\%$ ). У решти сортів зерна тритикале ширина зернівки була істотно меншою порівняно зі стандартом ( $HIP_{05} = 0,1$ ) – 2,5–3,2 мм.

Таблиця 2 – Ширина зернівок зерна тритикале (2014–2015 рр.), мм

Сорт	Елементи варіаційної мінливості			
	$\bar{x} \pm S_x$	lim	$S^2$	$V, \%$
Валентин 90 (стандарт)	3,5±0,44	3,3–3,7	0,18	12,1
Раритет	3,2±0,51	3,0–3,5	0,22	14,7
Етель	3,1±0,43	2,9–3,3	0,18	13,7
Папсуєвська	2,9±0,42	2,8–3,2	0,19	15,0
АД 52	3,5±0,45	3,3–3,7	0,18	12,1
АД 42	3,1±0,43	2,9–3,3	0,17	13,3
Благодарний	2,7±0,32	2,5–2,8	0,14	13,9
Карлик	2,5±0,42	2,3–2,7	0,18	17,0
Мир	3,1±0,41	2,9–3,3	0,18	13,7
Полос 90	2,4±0,24	2,3–2,5	0,09	12,5
$HIP_{05}$	0,1	–	–	–

Відомо, що до дуже широких відносять зернівки, що мають ширину  $> 2$  мм, середніх – 1,2–2,0, вузьких –  $< 1,2$  мм. За цим показником зернівки всіх сортів зерна тритикале були дуже широкими.

Дослідження інших вчених [8–10] свідчать про велику мінливість лінійних розмірів зернівок тритикале: довжина змінювалась від 7,4 до 8,6 мм, товщина – від 2,8 до 3,4, товщина – від 2,9 до 3,4 мм залежно від сорту.

Встановлено, що найбільша товщина у сорту Валентин 90 (стандарт) – 4,6 мм із мінливістю від 4,2 до 4,8 мм ( $V = 11,1 \%$ ) (табл. 3). Товщина зернівок у решти сортів зерна тритикале була істотно меншою порівняно зі стандартом ( $НІР_{05} = 0,2$ ) – 3,4–4,2 мм. Найменша товщина зернівок була у сорту Полюс 90 – 3,4 мм із мінливістю від 3,3 до 3,5 мм ( $V = 8,8 \%$ ).

Таблиця 3 – Товщина зернівок зерна тритикале (2014–2015 рр.), мм

Сорт	Елементи варіаційної мінливості			
	$\bar{x} \pm S_x$	lim	$S^2$	V, %
Валентин 90 (стандарт)	4,6±0,61	4,2–4,8	0,26	11,1
Раритет	4,1±0,33	3,9–4,2	0,14	9,1
Етель	4,2±0,31	4,1–4,4	0,13	8,6
Папсуєвська	4,0±0,42	3,8–4,2	0,18	10,6
АД 52	4,2±0,44	4,0–4,4	0,19	10,4
АД 42	3,8±0,40	3,6–4,0	0,17	10,9
Благодарний	3,5±0,51	3,3–3,8	0,22	13,4
Карлик	3,5±0,43	3,3–3,7	0,18	12,1
Мир	4,2±0,34	4,0–4,3	0,14	8,9
Полюс 90	3,4±0,25	3,3–3,5	0,09	8,8
$НІР_{05}$	0,2	–	–	–

Об'єм зернівки тритикале змінювався від 31,1 до 70,8 мм<sup>3</sup> залежно від сорту (табл. 4). Найбільшим цей показник був у сорту Валентин 90 (контроль) – 70,8 мм<sup>3</sup>, а найменшим – Полюс 90. У решти сортів цей показник менший стандарту на 15–50 %.

За даними досліджень [10, 14, 15, 22] площа зовнішньої поверхні зерна тритикале може змінюватись від 72,0 до 148,5 мм<sup>2</sup> залежно від генотипу.

За результатами наших досліджень встановлено, що площа зовнішньої поверхні змінювалась залежно від сорту і становила 86,8–146,7 мм<sup>2</sup>. Найбільшим цей показник був у сортів Раритет, АД 52, Етель та Валентин 90 (132,8–146,7 мм<sup>2</sup>), а найменшим – Полюс 90, Карлик, Благодарний (86,8–97,6 мм<sup>2</sup>).

Таблиця 4 – Геометрична характеристика зернівок різних сортів тритикале, 2014–2015 рр.

Сорт	Об'єм зернівки, (V), мм <sup>3</sup>	Площа зовнішньої поверхні, (F), мм <sup>2</sup>	Питома поверхня зернівки, (F/V)	Об'єм поверхневих шарів, (V <sub>1</sub> ), мм <sup>3</sup>	Сферичність, (φ)
Валентин 90 (стандарт)	70,8	146,7	2,1	9,5	0,56
Раритет	60,0	132,8	2,2	8,6	0,56
Етель	59,6	135,2	2,3	8,8	0,54
Папсуєвська	52,5	126,2	2,4	8,2	0,54
АД 52	65,7	135,1	2,1	8,8	0,58
АД 42	52,1	118,6	2,3	7,7	0,57
Благодарний	38,3	97,6	2,5	6,4	0,56
Карлик	35,0	95,2	2,7	6,2	0,54
Мир	51,5	117,9	2,3	7,7	0,57
Полюс 90	31,1	86,8	2,8	5,6	0,55
$НІР_{05}$	2,6	5,9	0,1	0,4	0,03

Питома поверхня зернівки тритикале змінювалась у межах 2,1–2,8. Всі сорти перевищували стандарт, у якого цей показник становив 2,1. Так, найбільший цей показник у сорту Полюс 90 – 2,8, що перевищує стандарт на 33 %. У решти сортів питома поверхня зернівки тритикале становила 2,2–2,7.

Результатами досліджень встановлено, що найменший об'єм поверхневих шарів мали зернівки тритикале сорту Полюс 90 – 5,6 мм<sup>3</sup>. У зернівок решти сортів цей показник становив 6,2–8,6 мм<sup>3</sup>, стандарт був на рівні 9,5 мм<sup>3</sup>.

За даними джерел літератури для зерна пшениці характерна сферичність 0,82–0,85, жита – 0,45–0,75.

Встановлено, що сферичність зерна тритикале змінювалась неістотно і становила 0,54–0,58 залежно від сорту.

У зерні тритикале між площею зовнішньої поверхні та об'ємом зернівки встановлено прямий сильний кореляційний зв'язок ( $r = 0,97 \pm 0,02$ ), що описується рівнянням регресії:  $y = 1,49x + 42,15$ , де  $y$  – об'єм зернівки, %;  $x$  – площа зовнішньої поверхні, % (рис. 1).

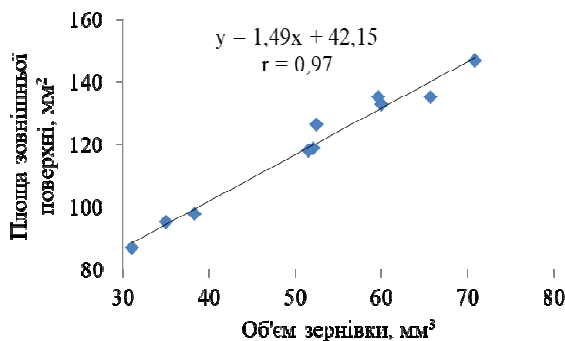


Рис. 1. Кореляційна залежність між площею зовнішньої поверхні та об'ємом зернівки.

**Висновки.** Довжина зерна тритикале змінюється в межах 7,3–8,8 мм, ширина – 2,4–3,5, товщина – 3,4–4,6 мм залежно від сорту. Найбільшими лінійними розмірами характеризуються зернівки сорту Валентин 90, АД 52, Папсуєвська, Етель, Раритет.

Встановлено, що залежно від сорту тритикале, відбуваються істотні зміни у об'ємі зернівки – від 31,1 до 70,8 мм<sup>3</sup>, площі зовнішньої поверхні – від 86,8 до 146,7 мм<sup>2</sup>, питомій поверхні – від 2,1 до 2,8, об'ємі поверхневих шарів зернівки – від 5,6 до 9,5 мм<sup>3</sup>, сферичності – від 0,54 до 0,58. Збільшення лінійних розмірів зерна зумовлює збільшення площі зовнішньої поверхні, об'єму поверхневих шарів та об'єму зернівки.

У зерні тритикале між площею зовнішньої поверхні та об'ємом зернівки встановлено прямий сильний кореляційний зв'язок ( $r = 0,97 \pm 0,02$ ).

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Айрих Е. В. Распространение и перспективы использования тритикале. Вестник мясного скотоводства. 2013. Т. 3. № 81. С. 106–109.
2. Васильев С. В. Народногосподарське значення тритикале та перспективи його використання для розширення сировинної бази харчових виробництв. Зернові продукти і комбікорми. 2016. Том 62. № 2. С. 13–18.
3. Діордієва І. П. Виробництво та використання тритикале. Підвищення ефективності ресурсозберігаючих технологій на зернопереробних підприємствах: матеріали Всеукр. конф. Умань, 2013. С. 36–38.
4. Дмитрук С. А., Любич В. В., Новіков В. В. Фракційний склад та деякі фізичні характеристики нерухомого шару зерна тритикале. Наукові праці НУХТ. 2015. №6. С. 232–236.
5. Кобелев К. В. Свойства тритикале и перспективы ее использования. Хранение и переработка сельхозсырья. 2013. № 5. С. 51–53.
6. Крючкова Т. Е. Физико-химические свойства зерна тритикале. Научный журнал КубГАУ. 2012. № 82. С. 36–39.
7. Лисицын А. Б., Чернуха И. М., Горбунова Н. А. Научное обеспечение инновационных технологий при производстве продуктов здорового питания. Хранение и переработка сельхозсырья. 2012. № 10. С. 8–14.
8. Любич В. В., Новіков В. В. Порівняльна характеристика технологічних властивостей зерна тритикале озимого та пшениці озимої. Зернові продукти і комбікорми. 2015. № 4. С. 14–18.
9. Любич В. В., Новіков В. В. Фракционный состав зерна тритикале озимого и его технологические характеристики. Вестник Прикаспия. Астрахань, 2014. № 4. С. 21–24.
10. Любич В. В., Полянецька І. О., Новіков В. В. Фізичні властивості зерна тритикале озимого залежно від його розмірів. Наукові праці ОНАХТ. Одеса, 2014. Вип. 46. Т. 2. С. 23–26.
11. Майсак Г. П., Волошин В. А. Урожайность озимой тритикале при разных сроках посева. Достижение науки и техники АПК. 2013. № 5. С. 25–27.
12. Оценка качества зерна тритикале / Мелешкина Е. П. и др. Хлебопродукты. 2015. №2. С. 48–49.
13. Москалец В. В., Писаренко В. П. Тритикале як «альтернативний матеріал» для харчової промисловості. Екотрофологія. Прогрес, проблеми перспективи екологічно безпечного виробництва: мат. IV Міжн. наук.-практ. конф., присв. 10-річчю кафедри етнографії БНАУ. Біла Церква, 2013. С. 97–99.
14. Новіков В. В. Удосконалення технології виробництва круп'яних продуктів із зерна тритикале: автореф. дис... канд. техн. наук: 05.18.02. Київ, 2016. 20 с.
15. Осокіна Н. М., Костецька К. В. Технологічна оцінка зерна пшениці та тритикале для круп'яного виробництва. Вісник Уманського НУС. 2015. № 2. С. 28–33.
16. Осокіна Н. М., Костецька К. В., Герасимчук О. П. Порівняльна оцінка круп'яних властивостей зерна озимої пшениці та ярих тритикале і ячменю: збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. 2012. №77. С. 127–133.

17. Погонец Е. В., Леонова С. А. Управление технологическими свойствами тритикале на этапах возделывания и формирования помольных партий. Вестник БГАУ. 2012. № 2. С. 76–78.
18. Рожков А. О., Пузик В. К., Каленська С. М. Формування продуктивності тритикале ярого в Лівобережному Лісостепу України: монографія. Харків: Майдан, 2015. 354 с.
19. Смирнов С. О., Урубков С. А. Перспективные технологические решения для производства крупы из зерна тритикале. Хлебопродукты. 2014. № 2. С. 52–54.
20. Урубков С. А. Перспективы глубокой переработки зерна тритикале. Научный вклад молодых ученых в развитие пищевой и перерабатывающей промышленности АПК: сборник научных трудов VII конференции молодых ученых и специалистов НИИ Отделения хранения и переработки с.-х. продукции Россельхозакадемии. Москва, 2013. С. 449–452.
21. Arseniuk E. Triticale abiotic stresses—An overview. In Eudes F (ed) Triticale. Springer. New York, 2015. P. 69–81.
22. Dr. Hella Lühe, Dr. Gerhard Hartman. Tipps zur Intensität in Triticale. Die landwirtschaftliche Zeitschrift. 2013. Vol. 3. P. 62–67.
23. Hanzalova A., Bartos P. Resistance of Triticale to Wheat Leaf Rust (*Puccinia triticina*). Czech. Genet. Plant Breed. 2013. V. 47. № 1. P. 10–16.
24. Khaliefeie N., Mohammadi Nejad G. Evaluation of salt tolerance of new Tritiporum lines, Triticale and Iranian wheat lines. Advances in Natural and Applied Sciences. 2012. Vol. 6(2). P. 206–212.
25. Lonbani M., Arzani A. Morpho-physiological traits associated with terminal drought-stress tolerance in triticale and wheat. Agronomy Research. 2011. Vol. 9. P. 315–329.
26. The assessment of technological properties of grain depending on winter wheat variety / Martyniuk A.T. et al. Вестник Прикаспия. Астрахань, 2014. № 4. С. 24–28.
27. Machczyńska J., Zimny J., Bednarek P.T. Tissue culture-induced genetic and epigenetic variation in triticale (*Triticosecale* spp. Wittmack ex A. Camus 1927) regenerants. Plant Mol Biol. 2015. Vol. 89. P. 279–292.
28. BRS Harmonia – triticale cultivar / Nascimento Junior A. et al. Crop Breeding and Applied Biotechnology. 2015. Vol. 15. P. 40–42.
29. Triticale / Salmon D. F. et al. Alberta Agriculture, Food and Rural Development Agdex. 2012. Vol. 118. P. 67.
30. Troch V., Audenaert K., Vanheule A. Evaluation of resistance to powdery mildew in triticale seedlings and adult plants. Plant Dis. 2013. Vol. 97. P. 410–417.
31. Егоров Г. А. Технология муки. Технология крупы: науч. пос. Москва, 2005. 296 с.

#### REFERENCES

1. Ajrih, E. V. Rasprostranenie i perspektivy ispol'zovaniya triticale [Distribution and prospects for the use of triticale]. Vestnik mjasnogo skotovodstva [Bulletin of beef cattle breeding], 2013, no. 81, pp. 106–109.
2. Vasil'ev, S. V. Narodnogospodars'ke znachennja tritikale ta perspektivi jogo vikoristannja dlja rozshirennya sirovinnoi' bazi harchovih virobnictv [The economic significance of triticale and the prospects for its use to expand the raw material base of food production]. Zernovi produkti i kombikormi [Cereal products and feed], 2016, Vol. 2, pp. 13–18.
3. Diordijeva, I. P. (2013). Virobnictvo ta vikoristannja triticale [Production and use of triticale]. Pidvishhennja efektyvnosti resursozberigajuchih tehnologij na zernopererobnih pidpriemstvah: materiali Vseukr. konf. [Increasing the efficiency of resource-saving technologies at grain processing enterprises]. Uman', pp. 36–38.
4. Dmitruk, E. A., Ljubich, V. V., Novikov, V. V. (2015). Frakcijnij sklad ta dejaki fizichni charakteristiki neruhomogo шарu zerna triticale [The fractional composition and some physical characteristics of a real layer of grain are triticale]. Naukovi pracj NUHT [Scientific works of NUKHT], no. 6, pp. 232–236.
5. Kobelev, K. V. Svojstva tritikale i perspektivy ee ispol'zovaniya [Properties of triticale and prospects for its use]. Hranenie i pererabotka sel'hozsy'r'ja [Storage and processing of agricultural raw materials], 2013, no. 5, pp. 51–53.
6. Krjuchkova, T. E. Fiziko-himicheskie svojstva zerna triticale [Physicochemical properties of triticale grain]. Nauchnyj zhurnal KubGAU [Scientific journal of KubSAU], 2012, no. 82, pp. 36–39.
7. Lisicyn, A. B., Chernuha, I. M., Gorbunova, N. A. Nauchnoe obespechenie innovacionnyh tehnologij pri proizvodstve produktov zdorovogo pitaniya [Scientific provision of innovative technologies in the production of healthy foods]. Hranenie i pererabotka sel'hozsy'r'ja [Storage and processing of agricultural raw materials], 2012, no. 10, pp. 8–14.
8. Ljubich, V. V., Novikov, V. V. Porivnjal'na charakteristika tehnologichnih vlastivostej zerna tritikale ozimogo ta pshenici ozimoi [Comparative characteristic of technological properties of grain triticale of winter and winter wheat]. Zernovi produkti i kombikormi [Cereal products and feed], 2015, no. 4, pp. 14–18.
9. Ljubich, V. V., Novikov, V. V. Frakcionnyj sostav zerna tritikale ozimogo i ego tehnologicheskie charakteristiki [Fractional composition of winter triticale grain and its technological characteristics]. Vestnik Prikaspija [Bulletin of the Caspian], 2014, no. 4, pp. 21–24.
10. Ljubich, V. V., Poljanec'ka, I. O., Novikov, V. V. (2014). Fizichni vlastivosti zerna tritikale ozimogo zalezno vid jogo rozmiriv [Physical properties of grain triticale of winter depending on its sizes]. Naukovi pracj ONAHT [Scientific works of NUKHT], Issue 46, pp. 23–26.
11. Majsak, G. P., Voloshin, V. A. Urozhajnost' ozimoj tritikale pri raznyh srokah poseva [Yield of winter triticale at different planting times]. Dostizhenie nauki i tehniki APK [Achievement of science and technology of agroindustrial complex], 2013, no. 5, pp. 25–27.
12. Meleshkina, E. P., Pankrat'eva, I. A., Polituha, O. V. Ocenka kachestva zerna triticale [Grain quality assessment of triticale]. Hleboprodukty [Bread products], 2015, no. 2 pp. 48–49.
13. Moskalec', V. V., Pisarenko, V. P. (2013). Tritikale jak «alternativnij material» dlja harchovoi promislovosti [Triticale as an "alternative material" for the food industry]. Ekotrofologija. Progres, problemi perspektivi ekologichno bezpechnogo virobnictva: mat. IV Mizhn. nauk.-prakt. konf., privs. 10-richchju kafedri etnografii' BNAU [Ecotrophology. Progress, problems of the prospect of environmentally safe production: mat. IV International science-practice conf., assignment 10th Anniversary of the Chair of Ethnography of BNAU], pp. 97–99.

14. Novikov, V. V. (2016) Udoskonalennja tehnologii virobництва krup'janih produktiv iz zerna tritikale: avtoref. dis....kand. tehn. nauk [Improvement of the technology of production of grain cereal products from triticale: author's abstract. dis Cand. tech sciences]. Kyiv, 20 p.
15. Osokina, N. M., Kostec'ka, K. V. Tehnologichna ocinka zerna pshenici ta tritikale dlja krup'janogo virobництва [Technological assessment of wheat grain and triticale for cereal production]. Visnik Umans'kogo NUS [Bulletin of the Uman NOS], 2015, no. 2, pp. 28–33.
16. Osokina, N. M., Kostec'ka, K. V., Gerasimchuk O. P. (2012). Porivnjal'na ocinka krup'janih vlastivostej zerna ozimoi' pshenici ta jarih tritikale i jachmenju [Comparative estimation of grain properties of winter wheat and spring triticale and barley]. Zbirnik naukovih prac' Umans'kogo nacional'nogo universitetu sadivnictva [Collection of scientific works of Uman National University of Horticulture], no. 77, pp. 127–133.
17. Pogonec, E. V., Leonova, S. A. Upravlennje tehnologicheskimi svojstvami tritikale na jetapah vzdelyvanija i formirovanija pomol'nyh partij [Management of technological properties of triticale at the stages of cultivation and formation of grinding batches]. Vestnik BGAU [Bulletin of BSAU], 2012, no. 2, pp. 76–78.
18. Rozhkov, A. O., Puzik, V. K., Kalens'ka, S. M. (2015). Formuvannja produktivnosti tritikale jarogo v Livoberezhnomu Lisostepu Ukraїni [Formation of triticale productivity in Left-bank forest-steppe of Ukraine]. Kharkiv, Majdan, 354 p.
19. Smirnov, S. O., Urubkov, S. A. Perspektivnye tehnologicheskie reshenija dlja proizvodstva krupy iz zerna tritikale [Promising technological solutions for the production of cereals from grain triticale]. Hleboprodukty [Bread products], 2014, no. 2, pp. 52–54.
20. Urubkov, S. A. (2013). Perspektivy glubokoj pererabotki zerna tritikale. Nauchnyj vklad molodyh uchenyh v razvitje pishhevoj i pererabatyvajushhej promyshlennosti APK [Perspectives of deep processing of triticale grain. Scientific contribution of young scientists to the development of the food and processing industry of the agroindustrial complex]. Sbornik nauchnyh trudov VII konferencii molodyh uchenyh i specialistov NII Otdelenija hranenija i pererabotki s.-h. produkcii Rossel'hozokademii [Collection of proceedings of the VII Conference of Young Scientists and Specialists of the Research Institute of the Department of Storage and Processing of Agricultural Products. products of the Russian Academy of Agricultural Sciences]. Moscow, pp. 449–452.
21. Arseniuk, E. Triticale abiotic stresses—An overview. In Eudes F (ed) Triticale. Springer, 2015, pp. 69–81.
22. Lühe, Hella, Hartman, Gerhard. Tipps zur Intensität in Triticale. Die landwirtschaftliche Zeitschrift, 2013, Vol. 3, pp. 62–67.
23. Hanzalova, A., Bartos, P. Resistance of Triticale to Wheat Leaf Rust (*Puccinia triticina*). Czech. Genet. Plant Breed, 2013, Vol. 47(1), pp. 10–16.
24. Khaliefeie, N, Mohammadi, Nejad G. Evaluation of salt tolerance of new Tritiporum lines, Triticale and Iranian wheat lines. Advances in Natural and Applied Sciences, 2012, Vol. 6(2), pp. 206–212.
25. Lonbani, M., Arzani, A. Morpho-physiological traits associated with terminal drought-streets tolerance in triticale and wheat. Agronomy Research, 2011, Vol. 9, pp. 315–329.
26. Martyniuk, A. T., Rudenko, L. D., Sukhomud. O. G. The assessment of technological properties of grain depending on winter wheat variety. Vestnik Prikaspija, 2014, no. 4, pp. 24–28.
27. Machczyńska, J, Zimny, J, Bednarek, PT Tissue culture-induced genetic and epigenetic variation in triticale (*Triticosecale* spp. Wittmack ex A. Camus 1927) regenerants. Plant Mol Biol., 2015, Vol. 89, pp. 279–292.
28. Nascimento, Junior A., Bassoi, M.C., Silva, M.S. at all. BRS Harmonia – triticale cultivar. Crop Breeding and Applied Biotechnology, 2015, Vol. 15, pp. 40–42.
29. Salmon, D. F., Hartman, M., Schoff, T. et all. Triticale. Alberta Agriculture. Food and Rural Development Agdex, 2012, Vol. 118, pp. 67.
30. Troch, V., Audenaert, K., Vanheule, A. Evaluation of resistance to powdery mildew in triticale seedlings and adult plants. Plant Dis, 2013, Vol. 97, pp. 410–417.
31. Egorov, G. A. (2005). Tehnologiya muki. Tehnologiya krupy [Technology of flour. Technology of cereals]. Moscow, 296 p.

#### Геометрическая характеристика зерна тритикале в зависимости от сорта

**В. В. Любич, В. В. Железная, И.Ф. Улянич**

Приведены результаты изучения влияния сорта на линейные размеры зерновки тритикале, объем зерновки, площадь внешней поверхности, удельную поверхность зерновки, объем поверхностных слоев и сферичность.

В результате проведенных исследований установлено, что длина зерновок тритикале существенно меняется в зависимости от сорта. Так, самыми длинными были зерновки сортов Раритет и Этель – 8,8 мм с изменчивостью от 8,2 до 9,1 мм ( $V = 5\%$ ). Длина зерновок тритикале остальных сортов изменялась от 7,3 до 8,7 мм, однако коэффициент варьирования был незначительным ( $V = 1-3\%$ ).

Ширина зерновок зерна тритикале изменялась от 2,4 до 3,5 мм. Наибольшую ширину имели зерновки сорта Валентин 90 и АД 52 3,5 мм с коэффициентом варьирования 5%.

Установлено, что наибольшая толщина у сорта Валентин 90 (стандарт) – 4,6 мм с изменчивостью от 4,2 до 4,8 мм ( $V = 6\%$ ). Толщина зерновок у остальных сортов зерна тритикале была существенно меньше по сравнению со стандартом ( $HCP_{05} = 0,2$ ) – 3,4–4,2 мм.

Объем зерновки тритикале менялся от 31,1 до 70,8 мм<sup>3</sup> в зависимости от сорта. Наибольшим этот показатель был у сорта Валентин 90 (контроль) – 70,8 мм<sup>3</sup>, а наименьшим – Полюс 90.

По результатам наших исследований установлено, что площадь внешней поверхности изменялась в зависимости от сорта и составила 86,8–146,7 мм<sup>2</sup>.

Удельная поверхность зерновки тритикале изменялась в пределах 2,1–2,8. Все сорта превышали стандарт, у которого этот показатель составлял 2,1.

Наименьший объем поверхностных слоев имели зерновки тритикале сорта Полюс 90 – 5,6 мм<sup>3</sup>. В зерновок остальных сортов этот показатель составлял 6,2–8,6 мм<sup>3</sup>.

Установлено, що сферичність зерна тритикале змінювалась несуттєво і склала 0,54–0,58 в залежності від сорту.

В зерні тритикале між площею зовнішньої поверхності і об'ємом зерновки встановлена пряма сильна кореляційна зв'язь ( $r = 0,97 \pm 0,02$ ).

**Ключевые слова:** тритикале, сорт, довжина, ширина, товщина, об'єм, площа, сферичність.

#### **Geometric characteristics of triticale grain depending on a variety**

**V. Liubych, V. Zhelyezna, I. Ulianych**

An urgent problem in our country is the development of highly technological production of processing plant raw materials. Its purpose is to obtain food products with increased phytochemical potential, functional products and products for therapeutic and prophylactic purposes.

The article presents the results of the study on the influence of the variety on the linear size of triticale grain, caryopsis volume, external surface area, caryopsis specific surface, coating surface volume and sphericity.

As a result of the studies, it is found that the length of triticale grain varies significantly depending on the variety. Thus, caryopsides of Rarytet and Etel varieties were the longest (8,8 mm with variability from 8,2 to 9,1 mm ( $V = 5\%$ )) which is significantly higher than the check variant ( $HIP_{05} = 0,4$ ). The length of triticale grain of other varieties varied from 7,3 to 8,7 mm but the variation coefficient was insignificant ( $V = 1-3\%$ ).

It is known that grain is very long having the length  $\geq 9$  mm; it is long of the length of 8–9 mm; it is average if the length is 6–8 mm; it is short if it is 5–6 mm and grain is very short  $\leq 5$  mm. We found that long caryopsides were formed in Valentine 90 (check variant), АД 42, АД 52, Papsuevska, Rarytet and Etel varieties (8,5–8,8 mm) and the grain length of other studied varieties was average (7,3–7,8 mm).

The caryopsis width of triticale grain varied from 2,4 to 3,5 mm. Caryopsides of Valentine 90 and АД 52 varieties had the largest width of 3,5 mm with a variation coefficient of 5%.

Polius 90 variety had the smallest grain width (2,4 mm with a variation of 2,3–2,5 mm ( $V = 5\%$ )). Grain width was significantly less than the check variant ( $HIP_{05} = 0,1$ ) (2,5–3,2 mm) in other varieties of triticale grain.

It is known that caryopsides are wide having the width of  $> 2$  mm; they are average if it is 1,2–2,0 mm and they are narrow if it is 1,2 mm. According to this indicator, caryopsides of all varieties of triticale grain were very wide.

It is found that the largest thickness of Valentine 90 (check variant) variety is 4,6 mm with a variation from 4,2 to 4,8 mm ( $V = 6\%$ ). The grain thickness of other varieties of triticale grain was significantly less than the check variant ( $HIP_{05} = 0,2$ ) (3,4–4,2 mm). The smallest thickness was in Polius 90 variety (3,4 mm with variability from 3,3 to 3,5 mm) ( $V = 3\%$ ).

Caryopsis volume varied from 31,1 to 70,8 mm<sup>3</sup> depending on the variety. This indicator was the highest in Valentine 90 variety (check variant) (70,8 mm<sup>3</sup>) and the smallest one was in Polius 90 variety. This indicator was lower than the check variant by 15–50% in other varieties.

According to the results of our studies, it is found that external surface area varied depending on the variety and was 86,8–146,7 mm<sup>2</sup>. The highest indicator was in Rarytet, АД 52, Etel and Valentine 90 (132,8–146,7 mm<sup>2</sup>) and the lowest one was in Polius 90, Karlyk and Blagodarny (86,8–97,6 mm<sup>2</sup>).

Caryopsis specific surface varied within the range of 2,1–2,8. All varieties exceeded the check variant which indicator was 2,1. Thus, the highest figure was in Polius 90 variety (2,8) which exceeds the check variant by 33%. Caryopsis specific surface of other varieties was 2,2–2,7.

The results of studies showed that the least volume of coating surface was in triticale grain of Polius 90 variety (5,6 mm<sup>3</sup>). This indicator of other varieties was 6,2–8,6 mm<sup>3</sup> and coating surface volume of the check variant was 9,5 mm<sup>3</sup>.

According to references, sphericity of 0,82–0,85 is characteristic for wheat grain and for rye it is 0,45–0,75.

It is found that triticale grain sphericity did not change significantly and was 0,54–0,58 depending on the variety.

In triticale grain, there is a direct strong correlation between external surface area and caryopsis volume ( $r = 0,97 \pm 0,02$ ) which is shown by the regression equation:  $y = 1,49x + 42,15$ , in which  $y$ —caryopsis volume, %;  $x$ —external surface area, %.

**Key words:** triticale, variety, length, width, thickness, volume, area, sphericity.

*Надійшла 10.04.2018 р.*

**УДК 631.86:633.11**

**БУНЧАК О.М.**, канд. с.-г. наук

*Подільський державний аграрно-технічний університет*

vermos2011@ukr.net

### **ВПЛИВ ОРГАНІЧНИХ ДОБРИВ, ВИГОТОВЛЕНИХ ЗА НОВІТНІМИ ТЕХНОЛОГІЯМИ, НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ФОТОСИНТЕЗУ ПШЕНИЦІ ЯРОЇ В УМОВАХ ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ**

*Представлено теоретичний підхід до вивчення впливу органічних добрив, виготовлених за новітніми технологіями, на фотосинтетичну діяльність рослин пшениці ярої сорту Чадо в умовах Західного Лісостепу.*

Встановлено, що внесення органічних добрив, виготовлених за новітніми технологіями, сприяло збільшенню площі листової поверхні пшениці ярої, порівняно з варіантами без їх внесення. У середньому за 2013–2016 рр. най-

потужніший листковий апарат формували рослини у варіанті внесення добрива Біопроферм (10 т/га) із збалансованим умістом тривалентного хрому та обприскування рослин у фазу кушіння-початок виходу у трубку рідким органічним добривом Біохром (5 л/га). У цьому варіанті площа листкової поверхні рослин у фазу кушіння була на 10,8 тис. м<sup>2</sup>/га більшою порівняно до контролю, у фазу початок виходу в трубку – на 8,1 тис. м<sup>2</sup>/га, у фазу колосіння – на 10,4 тис. м<sup>2</sup>/га. Тут відбувалось, відповідно, і найінтенсивніше нагромадження рослинами сухої маси.

Аналіз величини фотосинтетичного потенціалу рослин пшениці ярої показав, що максимальний показник ФП отримано у варіанті з внесенням під основний обробіток ґрунту 10 т/га органічного добрива Біопроферм, виготовленого методом пришвидшеної біологічної ферментації з умістом тривалентного хрому (540 мг/кг) та обприскування рослин під час вегетації рідким органічним добривом Біохром у дозі 5 л/га, виготовленого методом кавітації, – 3,2 млн м<sup>2</sup>/га діб, що на 1,3 млн м<sup>2</sup>/га діб більше порівняно до контролю і на 1,0 млн м<sup>2</sup>/га діб більше порівняно до варіанта з внесенням N<sub>120</sub>P<sub>80</sub>K<sub>80</sub>.

Нашими дослідженнями встановлено, що внесення органічних добрив суттєво впливало на формування чистої продуктивності фотосинтезу рослин пшениці твердої ярої. Так, у середньому за чотири роки дослідження, у фазу кушіння-вихід у трубку даний показник варіював від 2,6 г/м<sup>2</sup> за добу (на варіанті без застосування добрив) до 4,9 г/м<sup>2</sup> за добу (на варіанті внесення Біопроферму – 10 т/га + Біохром – 5 л/га).

**Ключові слова:** пшениця яра, новітні технології, Біоактив, Біопроферм, тривалентний хром, продуктивність фотосинтезу.

**Постановка проблеми.** Врожайність рослин, передусім, визначається розмірами та продуктивністю фотосинтетичного апарату, який у процесі росту й розвитку рослин має якомога швидше досягати оптимального показника. Одним із факторів, що регулює величину площі асиміляційної поверхні, є режим живлення рослин. Тому в період вегетації культури необхідно створювати найсприятливіші умови живлення для формування рослинами оптимальної площі листкового апарату та ефективної фотосинтетичної діяльності, тобто однією з можливостей збільшення продуктивності пшениці ярої є удосконалення агротехнологічних заходів, зокрема, умов живлення [1, 2]. Тому дослідження проблеми збільшення продуктивності фотосинтезу агроценозу пшениці ярої сорту Чадо на основі застосування органічних добрив, виготовлених за новітніми технологіями, в умовах Західного Лісостепу є актуальним.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Відомо, що агротехнічні прийоми вирощування сільськогосподарської культур, в тому числі і пшениці ярої, створюючи певні умови зовнішнього середовища, значно впливають на продуктивність фотосинтезу культури [3, 4, 5].

Серед прийомів агротехніки виняткове значення мають агрозаходи, які спрямовані на фотосинтетичну діяльність рослин. Такими агрозаходами, крім строків сівби і норми висіву, є застосування в системі удобрення органічних добрив, виготовлених за новітніми технологіями. Вказані прийоми в подальшому визначають весь технологічний комплекс робіт. На це вказують багато дослідників [4, 5, 6].

Обсяг інформації про участь хрому в метаболізмі рослин, який визначає вплив цього мікроелемента на продуктивність і якість сільськогосподарських культур, дуже обмежений як у вітчизняній, так і зарубіжній літературі [7, 8, 9, 10, 11].

Згідно з літературними даними, хром відіграє роль стабілізатора молекул нуклеїнових кислот в їх просторовій конфігурації і включається через групи нуклеотидів в склад протеїнів [12, 12, 14]. Відома участь хрому в активізації окиснювально-відновних ферментів [15, 16, 17]. Він бере участь в процесах дихання і фотосинтезу, стимулює утворення і окислення аскорбінової кислоти. Багато дослідників [18, 19] вважають, що з'єднання шестивалентного хрому токсичні через високу окиснювальну здатність в порівнянні з тривалентними з'єднаннями цього елемента. Тоді як тривалентний хром позитивно впливає на ультраструктуру хлоропластів [20].

Існують дані про участь хрому в процесах засвоєння молекулярного азоту і вуглецю. Збільшення вмісту азоту в зерні гороху відбувалося за рахунок зростання азотофіксації інокульованих рослин за внесення хрому до ґрунту. В цих дослідженнях спостерігалось прискорення розкладання органічної речовини і збільшення швидкості процесу нітрифікації в ґрунті за внесення хрому в дозі 5 мг/кг ґрунту [21, 22, 28]. Активізуючи ряд реакцій основного обміну, хром може сприяти збільшенню біомаси рослин [23, 24]. Так, було встановлено, що хром в низьких концентраціях позитивно впливає на ріст рослин в досліді з картоплею, вівсом, апельсиновим деревом [20, 21]. Цей мікроелемент, внесений в ґрунт у вигляді таких з'єднань як хроміт, оксид або фосфат хрому, приводив до збільшення урожаю, хоча внесення його у вигляді найбільш розчинних солей, таких як хромати і біхромати, стимулювало ріст рослин лише за низьких концентрацій і пригнічувало за високих [23]. У досліді з кукурудзою низькі концентрації тривалент-

ного хрому в умовах недостатнього забезпечення залізом позитивно впливали на рослини завдяки зростанню доступності активного заліза [24, 25].

Деякі учені вважають, що слід враховувати ріст кореня. Коріння в першу чергу взаємодіє з хромом і зазвичай нагромаджує його більше, ніж надземні частини рослин. Хром у високих концентраціях справляє вплив не лише на довжину коріння, але й на структуру кореневої системи в цілому. У ряді дослідів він стимулював її розвиток за латеральним типом, сприяв утворенню компактного коріння, але щільність кореневих волосків скорочувалася [26].

У дослідях зарубіжних вчених [27, 28] з використанням невеликої кількості  $\text{CrO}_3$  в умовах кислої реакції середовища відбувалося збільшення загальної сухої маси коріння та рослин в порівнянні з фоновим варіантом.

У США, в країнах Західної Європи, а в останні роки й в Україні значної уваги надають дослідженням із застосуванням в адаптивно-ландшафтних технологіях вирощування сільськогосподарських культур тривалентного хрому. Його вважають одним із життєво необхідних елементів для повноцінного росту й розвитку рослин, харчування людей і годівлі тварин [6, 29].

Для досягнення цієї мети необхідно, щоб організм людини збагачувався продуктами харчування рослинного походження, вирощеними на ґрунтах з умістом необхідної кількості  $\text{Cr}^{+3}$ , а раціон годівлі був забезпечений цим мікроелементом [6, 29].

Вчені і фахівці асоціації «Біоконверсія» (м. Івано-Франківськ) розробили технологію пришвидшеної біологічної ферментації відходів тваринницьких комплексів і птахофабрик, яка ґрунтується на комплексних дослідженнях щодо удосконалення відомих технологій біологічної ферментації у США, Західній Європі, Росії та інших країнах [6].

Відомо, що підприємства з виробництва шкіри отримують значну кількість відходів – міздри – підшкірного жиру та відходів первинного оброблення шкіри, а також осаду очисних споруд. Ці відходи після належного перероблення можна ефективно застосовувати для поліпшення родючості ґрунтів і збільшення врожайності сільськогосподарських культур. Зокрема, такі органічні добрива багаті на органічні речовини і такий життєво важливий елемент як тривалентний хром.

Врахувавши кліматичні та екологічні умови місця розташування ТЗОВ „Світ шкіри” (м. Болехів) і впроваджені асоціацією «Біоконверсія» технології перероблення відходів тваринництва та птахофабрик, нами спільно розроблено, запатентовано та впроваджено у виробництво технологію перероблення відходів шкіряного виробництва і осаду очисних споруд методом пришвидшеної біологічної ферментації (патент №33611).

Оскільки наукових досліджень з виробництва і застосування органічних добрив з умістом тривалентного хрому у технологіях вирощування сільськогосподарських культур в Україні вкрай мало, а у Західному Лісостепу практично ніхто не виконував, нами було розроблено технологію виробництва органічних добрив з відходів шкіряного виробництва та осаду очисних споруд методом біологічної ферментації із збалансованим вмістом мікроелементу  $\text{Cr}^{3+}$  і технологію виробництва рідкого органічного добрива Біохром методом кавітації [29].

Найвищі врожаї сільськогосподарських культур з високими якісними показниками можна отримати у посівах з оптимальною площею листків, оптимальним процесом її формування і структурою. Інтенсивність росту листкової поверхні та формування високого фотосинтетичного потенціалу листкової поверхні, нагромадження сухих речовин рослинами, значною мірою залежать від обґрунтованості технологій вирощування, які забезпечують тривалішу роботу листкового апарату [3, 4, 5].

Однак, досліджень з вивчення впливу органічних добрив, виготовлених за новітніми технологіями, на фотосинтетичну діяльність агроценозу пшениці ярої в Україні не виконували.

**Мета дослідження** – вивчити вплив органічних добрив, виготовлених за новітніми технологіями, на фотосинтетичну діяльність рослин пшениці ярої сорту Чадо в умовах Західного Лісостепу.

**Матеріал і методика дослідження.** Польові і лабораторні дослідження виконано упродовж 2013-2016 рр. на дослідному полі Подільського державного аграрно-технічного університету. Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем типовий важкосуглинкового гранулометричного складу, характеризується такими агрохімічними показниками: рН – 6,5-6,8, уміст гумусу (за Тюрнімом) – 4,12-4,34 %, забезпечення азоту що легко гідролізується (за Корифільдом) – 116-124 мг/кг рухомого фосфору (за Чиріковим) – 86-91 мг/кг, обмінного калію (за Чиріковим) – 127-168 мг/кг

грунту. Загальна площа ділянки 60 м<sup>2</sup>, облікова 45 м<sup>2</sup>. Розміщення ділянок систематичне за чотириразового повторення.

У досліді вивчали вплив органічного добрива Біопроферм (уміст Cr<sup>+3</sup> 540 мг/кг) та регулятора росту рослин Біохром (уміст Cr<sup>+3</sup> 5,4 мг/л), отриманих за розробленою і запатентованою нами технологією [28], на продуктивність фотосинтезу пшениці ярої сорту Чадо. Органічні добрива Біопроферм і Біоактив та мінеральні добрива у формі N<sub>120</sub>P<sub>80</sub>K<sub>80</sub>, вносили під основний обробіток ґрунту, Біохром – під час вегетації пшениці ярої сорту Чадо.

Погодні умови в роки дослідження відрізнялись між собою, що дало змогу оцінити вплив регуляторів росту на ріст й розвиток рослин пшениці ярої.

Агротехніка вирощування пшениці ярої – загальноприйнята для умов Західного Лісостепу України. Супутні дослідження і спостереження виконано за загальноприйнятими методиками [30, 31, 32].

**Основні результати дослідження.** Формування врожаю пшениці ярої – складний процес, який залежить від факторів навколишнього природного середовища та біологічних особливостей росту й розвитку рослин.

Чільне місце при цьому належить процесам формування площі листової поверхні. Про залежність врожайності зерна від величини асимілюючої поверхні зазначають ряд дослідників [2, 4].

Позитивна роль тривалентного хрому (на відміну від шестивалентного) у біохімічних процесах функціонування рослин висвітлена в працях багатьох зарубіжних авторів [7, 8, 9]. Зокрема, у працях А. Хенінга (1976) відзначено важливу роль тривалентного хрому в покращенні фотосинтезу рослин льону, пшениці, рису, вівса, кукурудзи, квасолі і збільшенні їх врожайності. Ці дані підтверджено і нашими дослідженнями.

Нами встановлено, що на формування площі листової поверхні пшениці ярої сорту Чадо значно впливали органічні добрива, виготовлені за новітніми технологіями (табл. 1).

Таблиця 1 – Площа листової поверхні пшениці ярої сорту Чадо залежно від удобрення органічними добривами, виготовленими за новітніми технологіями (2013-2016 рр.), тис. м<sup>2</sup>/га

Варіант досліджу	Фаза росту й розвитку рослин			
	кущіння	початок виходу у трубку	колосіння	молочно-воскова стиглість
Без добрив – контроль	8,9	16,8	28,1	14,9
Внесення N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>80</sub>	9,7	18,6	37,4	16,5
Внесення N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>80</sub> + Біохром – 5 л/га	12,6	19,7	39,2	17,4
Внесення Біоактив – 10 т/га	16,7	22,8	44,7	18,9
Внесення Біоактив – 10 т/га + Біохром – 5 л/га	18,8	23,1	46,2	19,0
Внесення Біопроферм – 10 т/га	19,2	24,5	46,8	19,2
Внесення Біопроферм – 10 т/га + Біохром – 5 л/га	19,7	24,9	47,5	19,8
НР <sub>05</sub>	0,87	1,24	2,26	1,72

В середньому за роки дослідження найпотужніший листовий апарат формували рослини у варіанті, де вносили добриво Біопроферм (10 т/га) із збалансованим умістом тривалентного хрому та обприскували рослини у фазу кущіння–початок виходу у трубку рідким органічним добривом Біохром у дозі 5 л/га. У фазу кущіння культури площа листової поверхні рослин була на 10,8 тис.м<sup>2</sup>/га більшою порівняно до контролю, у фазу початок виходу у трубку відповідно – на 8,1 тис.м<sup>2</sup>/га у фазу колосіння – на 10,4 тис.м<sup>2</sup>/га більшою. Отже, серед варіантів досліджу найважливішими факторами, що впливають на формування асиміляційної поверхні пшениці ярої, є поживний режим ґрунту, який значно поліпшували органічні добрива із збалансованим умістом тривалентного хрому. На період фази колосіння культури оптимальна площа листової поверхні становила 47,5 тис. м<sup>2</sup>/га.

Важливим показником асиміляційної діяльності в посівах є також чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ), що характеризує інтенсивність нагромадження сухих речовин врожаєм упродовж доби з розрахунку на 1 м<sup>2</sup> листової поверхні рослин [1].

Спільно з величиною фотосинтетичного потенціалу (ФП) у формуванні високопродуктивних агробіоценозів пшениці важливу роль відіграє продуктивність фотосинтезу. Одним із показників, який характеризує роботу фотосинтезуючого апарату, є чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) [2, 3].

Нами встановлено, що за період активної вегетації пшениці ярої сорту Чадо фотосинтетичний потенціал пшениці ярої та чиста продуктивність фотосинтезу рослин змінювалися залежно від внесення органічних добрив, виготовлених за новітніми технологіями (табл. 2).

Таблиця 2 – Вплив органічних добрив із збалансованим умістом тривалентного хрому на продуктивність фотосинтезу рослин пшениці ярої сорту Чадо (2013-2016 рр.)

Варіант досліджу	Фотосинтетичний потенціал посівів, млн м <sup>2</sup> /га/діб	Чиста продуктивність фотосинтезу рослин, г/м <sup>2</sup> за добу	
		кущіння – вихід в трубку	вихід в трубку
Без добрив – контроль	1,9	3,1	1,2
Внесення N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>80</sub>	2,2	3,5	1,4
Внесення N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>80</sub> + Біохром – 5 л/га	2,4	3,9	1,6
Внесення Біоактив – 10 т/га	2,8	4,5	1,7
Внесення Біоактив – 10 т/га + Біохром – 5 л/га	3,0	4,7	1,8
Внесення Біопроферм – 10 т/га	2,9	4,6	1,8
Внесення Біопроферм – 10 т/га + Біохром – 5 л/га	3,2	4,9	1,9
НІР <sub>05</sub>	0,16	0,24	0,09

Аналіз величини фотосинтетичного потенціалу рослин пшениці ярої показав, що максимальний показник ФП отримано у варіанті з внесенням під основний обробіток ґрунту 10 т/га органічного добрива Біопроферм з умістом тривалентного хрому (540 мг/кг) та обприскування рослин під час вегетації рідким органічним добривом «Біохром» у дозі 5 л/га, – 3,2 млн м<sup>2</sup>/га діб, що на 1,3 млн м<sup>2</sup>/га діб більше порівняно до контролю і на 1,0 млн м<sup>2</sup>/га діб більше порівняно до варіанта з внесенням N<sub>120</sub>P<sub>80</sub>K<sub>80</sub>.

Нашими дослідженнями встановлено, що внесення органічних добрив суттєво впливало на формування чистої продуктивності фотосинтезу рослин пшениці твердої ярої. Так, у середньому за чотири роки дослідження, у фазу кущіння-вихід у трубку цей показник варіював від 2,6 г/м<sup>2</sup> за добу (на варіанті без застосування добрив) до 4,9 г/м<sup>2</sup> за добу (на варіанті внесення Біопроферму – 10 т/га + Біохром – 5 л/га).

У фазу трубкування–початок колосіння виявлено зменшення показника ЧПФ до 1,2 г/м<sup>2</sup> за добу на контролі і до 1,4-1,9 г/м<sup>2</sup> за добу в усіх варіантах застосування добрив, що, можливо, пов'язано з активним ростом рослин пшениці твердої ярої у цей період.

**Висновки.** Застосування органічного добрива Біопроферм, виготовленого методом біологічної ферментації, із збалансованим умістом тривалентного хрому під основний обробіток ґрунту у дозі 10 т/га та рідкого органічного добрива Біохром, виготовленого методом кавітації, у дозі 5 л/га під час вегетації рослин пшениці ярої забезпечило приріст площі листової поверхні рослин. У фазу кущіння вона була на 10,8 тис. м<sup>2</sup>/га більшою порівняно до контролю, у фазу початок виходу у трубку була більшою відповідно на 8,1 тис. м<sup>2</sup>/га, у фазу колосіння – на 10,4 тис. м<sup>2</sup>/га. Показник фотосинтетичного потенціалу досяг у цьому варіанті 3,2 млн м<sup>2</sup>/га діб, що сприяло найінтенсивнішому нагромадженню сухих речовин порівняно з контролем. Нами будуть продовжені дослідження з вивчення післядії внесених органічних добрив на урожайність наступних культур в сівозміні.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Куперман Ф.М., Андриенко С.С. Физиология кукурузы. М.: изд-во Московского университета, 1959. 186 с.
2. Ничипорович А.А., Строганова Л.Е., Власова М.П. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах. Ленинград: Изд-во АН СССР, 1986. 68 с.
3. Ничипорович А.А. Фотосинтез и вопросы интенсификации сельского хозяйства. Москва, 1965. 47 с.
4. Базалій В.В. Формування продуктивності зерна ярої м'якої і твердої пшениці, за різних строків сівби в умовах півдня України: в зб. Міжнародної конференції (10-11.06.2016 р.) «Онтогенез – стан проблеми та перспектива вивчення рослин в культурних та природних ценозах». Херсон, 2016. С. 73-75.
5. Усов О.С., Манько К.М. Особливості формування врожайності пшениці твердої ярої залежно від попередника та основного обробітку ґрунту. Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків, 2015. Вип. 23. С. 70–75.
6. Виробництво та використання органічних добрив / за ред. І.А. Шувара. Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2015. 596 с.
7. Хенинг А. Минеральные вещества, витамины, биостимуляторы в кормление сельскохозяйственных животных. Москва: Колос, 1976. 360 с.
8. Іскра Р.Я., Влізло В.В., Федорук Р.С. Хром у живленні тварин: монографія. Київ: Аграр. наука, 2014. 312 с.

9. Anderson R.A. Nutritional factors influencing the glucose/insulin system: Chromium. *Journal of American College Nutrition*, 1997. V. 16. P. 404-410.
10. Іскра Р.Я., Влізло В.В. Особливості функціонування системи антиоксидантного захисту в еритроїдних клітинах і тканинах свиней за дії хром хлориду. *Український біохімічний журнал*, 2013. Т. 85. № 3. С. 96-102.
11. An evaluation of the protective role of  $\alpha$ -tocopherol on free radical induced hepatotoxicity and nephrotoxicity due to chromium in rats / Balakrishnan R. et al. *Indian J Pharmacol*, 2013. Vol. 45. N 5. P. 490-495.
12. Anti-diabetic activity of chromium picolinate and biotin in rats with type 2 diabetes induced by high-fat diet and streptozotocin / Sahin K. et al. *Br. J. Nutr*, 2013. Vol. 110. N 2. P. 197-205.
13. Chromium oxide nanoparticle-induced genotoxicity and p53-dependent apoptosis in human lung alveolar cells / Senapati V.A. et al. *J. Appl. Toxicol*, 2015. Vol. 35. N 10. P. 1179-1188.
14. García-Niño W.R., Zazueta C., Tapia E., Pedraza-Chaverri J. Curcumin attenuates Cr(VI)-induced ascites and changes in the activity of aconitase and F(1)F(0) ATPase and the ATP content in rat liver mitochondria. *J. Biochem. Mol. Toxicol*, 2014. Vol. 28. N 11. P. 522-527.
15. Nigam A., Priya S., Bajpai P., Kumar Cytogenomics S. of hexavalent chromium (Cr 6+) exposed cells: a comprehensive review. *Indian J. Med. Res*, 2014. Vol. 139, N 3. P. 349-370.
16. Genotoxicity of tri and hexavalent chromium compounds in vivo and their modes of action on DNA damage in vitro / Fang Z. et al. *PLoS One*, 2014. Vol. 9. N 8. P. 103-114.
17. Groundwater contaminated with hexavalent chromium [Cr (VI)]: a health survey and clinical examination of community inhabitants (Kanpur, India) / Sharma P. et al. *PLoS One*, 2012. Vol. 7. N 10. P. 47-57.
18. Karthik K. Sharavanan S., Arivalagan V. Effects of hexavalent chromium exposures and control measures through phytoremediation. *IJRSTP*, 2014. Vol. 1. N 2. P. 111-115.
19. Karthikeyan S. Studying the effect of heavy metals on tissue protein of an edible fish *Cirrhinus mrigala* under the influence of pH and water hardness / P. Mani *Biofizika*, 2014. Vol. 59. N 2. P. 392-398.
20. Kumari K., Khare A., Dange S. The applicability of oxidative stress biomarkers in assessing chromium induced toxicity in the fish *Labeo rohita*. *Biomed. Res. Int*, 2014. Vol. 2014. P. 1-11.
21. Muscle atrophy and metal-on-metal hip implants / Berber R. et al. *Acta Orthop*, 2015. Vol. 86. N 3. P. 351-357.
22. Niki E. Evidence for beneficial effects of vitamin E / *Korean J. Intern. Med*, 2015. Vol. 30, N 5. P. 571-579.
23. Martínez-Trujillo M., Carreón-Abud Y. Effect of mineral nutrients on the uptake of Cr(VI) by maize plants. *N Biotechnol*. 2015, No 32(3), P. 396-402.
24. Model for evaluation of the phytoavailability of chromium (Cr) to rice (*Oryza sativa* L.) in representative Chinese soils / Xiao W. et al. *J Agric Food Chem*. 2013, No 61(12), 2925 p.
25. Removal of Chromium from Soils Cultivated with Maize (*Zea Mays*) After the Addition of Natural Minerals as Soil Amendments / Molla A. et al. *Bull Environ Contam Toxicol*. 2017, No 98(3), P. 347-352.
26. Cr(VI) reduction and Cr(III) immobilization by resting cells of *Pseudomonas aeruginosa* CCTCC AB93066: spectroscopic, microscopic, and mass balance analysis / Kang C. et al. *Environ Sci Pollut Res Int*. 2017, No 24(6), P. 5949-5963.
27. Кабата-Пендиас А., Пенди Х. Микроэлементы в почвах и растениях. М.: Мир, 1989. 439 с.
28. Бунчак О. М., Мельник І. П., Колісник Н. М., Гнидюк В. С. Патент на корисну модель № 85187 „Спосіб отримання органічних добрив нового покоління із збалансованим вмістом тривалентного хрому”. *Бюл. №21*, 2013.
29. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва: Колос, 1980. 207 с.
30. Дослідна справа в агрономії: навч. посіб. / Рожков О.А. та ін. Харків: Майдан, 2016. Книга 1. 300 с.
31. Дослідна справа в агрономії: статистична обробка результатів агрономічних досліджень: навч. посіб. / Рожков О.А. та ін. Харків, 2016. Книга 2. 298 с.

#### REFERENCES

1. Kuperman, F.M., Andryenko, S.S. (1959). *Fyzyolohyya kukuruzy [Physiology of corn]*. Moscow, Edition of the Moscow University, 186 p.
2. Nychporovych, A.A., Strohanova, L.E., Vlasova, M.P. (1986). *Fotosyntetycheskaya deyatelnost' rastenyy v posevakh [Photosynthetic activity of plants in crops]*. Leningrad, Edition of ANSSSR, 68 p.
3. Nychporovych, A.A. (1965). *Fotosintez u voprosy yntensyfykatsyy sel'skokhozyaystva [Photosynthesis and issues of intensification of agriculture]*. Moscow, 47 p.
4. Bazaliy, V.V. (2016). Formuvannya produktyvnosti zerna yaroyi m'yahkoyi i tverdoyi pshenytsi, za riznykh strokiv sivy v umovakh pivdnyaya Ukrainy [Formation of grain yield of spring wheat and hard wheat for different periods of sowing in the conditions of southern Ukraine]. «Ontohonez-stan problemy ta perspektyva vyvchennya roslyn v kul'turnykh ta pryrodnykh tsenozakh» [Ontogenesis is the state of the problem and the prospect of studying plants in cultural and natural coenoses]. Kherson, pp. 73-75.
5. Usov, O.S., Man'ko, K.M. (2015). Osoblyvosti formuvannya vrozhaynosti pshenytsi tverdoyi yaroyi zalezchno vid poperednyka ta osnovnoho obrobitku igrunt [Peculiarities of the formation of yield of wheat of hard yarrow depending on predecessor and basic cultivation of soil] *Naukovi pratsi Instytutu bioenerhetychnykh kul'tur i tsukrovnykh buryakiv [Scientific works of the Institute of Bioenergetic Cultures and Sugar Beet]*, Issue 23, pp. 70-75.
6. Shuvara, I.A. (2015). Vyrobnictvo ta vykorystannya organichnykh dobryv [Production and use of organic fertilizers]. *Ivano-Frankivsk, Symfoniya forte*, 596 p.
7. Khenynh, A. (1976). Myneral'nye veshchestva, vytamyny, byostymulyatory v kormlenye sel'skokhozyaystvennykh zhyvotnykh [Mineral substances, vitamins, biostimulants for feeding farm animals]. Moscow, Kolos, 360 p.
8. Iskra, R.Ya., Vlizlo, V.V., Fedoruk, R.S., Antonyak, H.L. (2014). *Khrom u zhyvlenni tvaryn: monohrafiya [Chromium in animal nutrition: monograph]*. Kyiv, Agrarian science, 312 p.
9. Anderson, R.A. Nutritional factors influencing the glucose/insulin system: Chromium. *Journal of American College Nutrition*. 1997, Vol. 16, pp. 404-410.

10. Iskra, R. Ya., Vlizlo, V. V., Fedoruk, R. S. (2013). Osoblyvosti funktsionuvannya systemy antyoksydantnoho zakhystu v erytroidnykh klitynakh i tkanynakh svynezy za diyi khromu khloroydu [Peculiarities of the functioning of the antioxidant defense system in erythroid cells and swine tissues under the action of chrome chloride]. *Ukrayins'kyi biokhimichnyy zhurnal [Ukrainian Biochemical Journal]*, Vol. 85, no. 3, pp. 96-102.
11. Balakrishnan, R., Satish Kumar, C.S., Rani, M.U., Srikanth, M.K., Boobalan, G., Reddy, A.G. An evaluation of the protective role of  $\alpha$ -tocopherol on free radical induced hepatotoxicity and nephrotoxicity due to chromium in rats. *Indian J Pharmacol.* 2013, Vol. 45, no. 5, pp. 490-495.
12. Sahin, K., Tuzcu, M., Orhan, C., Sahin, N., Kucuk, O., Ozercan, I.H., Juturu, V., Komorowski, J.R. Anti-diabetic activity of chromium picolinate and biotin in rats with type 2 diabetes induced by high-fat diet and streptozotocin. *Br. J. Nutr.* 2013, Vol. 110, no. 2, pp. 197-205.
13. Senapati, V.A., Jain, A.K., Gupta, G.S., Pandey, A.K., Dhawan, A. Chromium oxide nanoparticle-induced genotoxicity and p53-dependent apoptosis in human lung alveolar cells. *J. Appl. Toxicol.* 2015, Vol. 35, no. 10, pp. 1179-1188.
14. García-Niño, W.R., Zazueta, C., Tapia, E., Pedraza-Chaverri, J. Curcumin attenuates Cr(VI)-induced ascites and changes in the activity of aconitase and F(1)F(0) ATPase and the ATP content in rat liver mitochondria. *J. Biochem. Mol. Toxicol.* 2014, Vol. 28, no. 11, pp. 522-527.
15. Nigam, A., Priya, S., Bajpai, P., Kumar, S. Cytogenomics S. of hexavalent chromium (Cr 6+) exposed cells: a comprehensive review. *Indian J. Med. Res.* 2014, Vol. 139, no. 3, pp. 349-370.
16. Fang, Z., Zhao, M., Zhen, H., Chen, L., Shi, P., Huang, Z. Genotoxicity of tri and hexavalent chromium compounds in vivo and their modes of action on DNA damage in vitro. *PLoS One.* 2014, Vol. 9, no. 8, pp. 103-114.
17. Sharma, P., Bihari, V., Agarwal, S.K., Verma, V., Kesavachandran, C.N., Pangtey, B.S., Mathur, N., Singh, K.P., Srivastava, M., Goel, S.K. Groundwater contaminated with hexavalent chromium [Cr (VI)]: a health survey and clinical examination of community inhabitants (Kanpur, India). *PLoS One.* 2012, Vol. 7, no. 10, pp. 47-57.
18. Karthik, K., Sharavanan, S., Arivalagan, V. Effects of hexavalent chromium exposures and control measures through phytoremediation. *IJRSTP.* 2014, Vol. 1, no. 2, pp. 111-115.
19. Karthikeyan, S. Studying the effect of heavy metals on tissue protein of an edible fish *Cirrhinus mrigala* under the influence of pH and water hardness. *P. Mani Biofizika.* 2014, Vol. 59, no. 2, pp. 392-398.
20. Kumari, K., Khare, A., Dange, S. The applicability of oxidative stress biomarkers in assessing chromium induced toxicity in the fish *Labeo rohita*. *Biomed. Res. Int.* 2014, Vol. 2014, pp. 1-11.
21. Berber, R., Khoo, M., Cook, E., Guppy, A., Hua, J., Miles, J., Carrington, R., Skinner, J., Hart, A. Muscle atrophy and metal-on-metal hip implants. *Acta Orthop.* 2015, Vol. 86, no. 3, pp. 351-357.
22. Niki, E. Evidence for beneficial effects of vitamin E. *Korean J. Intern. Med.* 2015, Vol. 30, no. 5, pp. 571-579.
23. Martínez-Trujillo, M., Carreón-Abud, Y. Effect of mineral nutrients on the uptake of Cr(VI) by maize plants. *N Biotechnol.* 2015, Vol. 32(3), pp. 396-402.
24. Xiao, W., Yang, X., He, Z., Rafiq, M.T., Hou, D., Li T. Model for evaluation of the phytoavailability of chromium (Cr) to rice (*Oryza sativa* L.) in representative Chinese soils. *J Agric Food Chem.* 2013, Vol. 61(12), pp. 2925-32.
25. Molla, A., Ioannou, Z., Mollas, S., Skoufogianni, E., Dimirkou, A. (2017). Removal of Chromium from Soils Cultivated with Maize (*Zea Mays*) After the Addition of Natural Minerals as Soil Amendments. *Bull Environ Contam Toxicol.* Vol. 98(3), pp. 347-352.
26. Kang, C., Wu, P., Li, L., Yu, L., Ruan, B., Gong, B., Zhu, N. Cr(VI) reduction and Cr(III) immobilization by resting cells of *Pseudomonas aeruginosa* CCTCC AB93066: spectroscopic, microscopic, and mass balance analysis. *Environ Sci Pollut Res Int.* 2017, Vol. 24(6), pp. 5949-5963.
27. Kabata-Pendyas, A., Pendy, Kh. (1989). *Mykroelementy v pochvakh y raste-nyyakh [Microelements in soils and plants]*. Moscow, Myr. 439 p.
28. Bunchak, O.M., Mel'nyk, I.P., Kolisnyk, N. M., Gnydjuk, V. S. (2013). Sposib otrymannya orhanichnykh dobryv novoho pokolinnya iz zbalansovanyim vmistom tryvalentnoho khromu" ["A method for obtaining organic fertilizers of a new generation with a balanced content of trivalent chromium"]. Patent, no. 85187.
29. Dospekhov, B.A. (1985). *Metodyka polevoho oputa [Methodology of field experience]*. Moscow, Ahropromyzzdat, 315 p.
30. Rozhkov, O.A., Puzik, V.K., Kalens'ka, S.M., Puzik, L.M., Popov, S.I., Muzafarov, N.M., Bukhalo, V.Ya., Kryshchop, Ye.A. (2016). *Doslidna sprava v ahronomiyi [Experimental case in agronomy]*. Kharkiv, Maydan, Book 1, 300 p.
31. Rozhkov, A.O., Kalens'ka, S.M., Puzik, L.M., Muzafarov, N.M., Bukhalo, V.Ya. (2016). *Doslidna sprava v ahronomiyi knyha druha: Statystychna obrobka rezul'tativ ahronomichnykh doslidzhen' [A Case Study in Agronomy, A Friend's Book: Statistical Processing of the Results of Agronomic Studies]*. Kharkiv, Book 2, 298 p.

### **Влияние органических удобрений, изготовленных по новейшим технологиям, на продуктивность фотосинтеза пшеницы яровой в условиях Западной Лесостепи**

**А.М. Бунчак**

Представлен теоретический подход к изучению влияния органических удобрений, изготовленных по новейшим технологиям, на фотосинтетическую деятельность растений пшеницы яровой сорта Чадо в условиях Западной Лесостепи.

Установлено, что внесение органических удобрений, изготовленных по новейшим технологиям, способствовало увеличению площади листовой поверхности пшеницы яровой сравнению с вариантами без их внесения. В среднем за 2013-2016 гг. мощный листовой аппарат формировали растения в варианте внесения удобрения Биопроферм (10 т/г) со сбалансированным содержанием трехвалентного хрома и опрыскивание растений в фазе кушения-начало выхода в трубку жидким органическим удобрением Биохром (5 л/г). В этом варианте площадь листовой поверхности растений в фазе кушения была на 10,8 тыс. м<sup>2</sup>/г больше по сравнению с контролем, в фазе начало выхода в трубку – на 8,1 тыс. м<sup>2</sup>/г, в фазу колошения – на 10,4 тыс. м<sup>2</sup>/г. Здесь происходило, соответственно, и более интенсивное накопление растениями сухой массы.

Анализ величины фотосинтетического потенциала растений пшеницы яровой показал, что максимальный показатель ФП получен в варианте с внесением под основную обработку почвы 10 т/г органического удобрения Биопроферм, изготовленного методом ускоренной биологической ферментации с содержанием трехвалентного хрома (540 мг/кг) и опрыскивание растений в период вегетации жидким органическим удобрением Биохром в дозе 5 л/г, изготовленного методом кавитации, – 3,2 млн м<sup>2</sup>/г суток, что на 1,3 млн м<sup>2</sup>/г суток больше по сравнению с контролем и на 1,0 млн м<sup>2</sup>/г суток больше по сравнению с вариантом внесения N<sub>120</sub>P<sub>80</sub>K<sub>80</sub>.

Нашими исследованиями установлено, что внесение органических удобрений существенно влияло на формирование чистой продуктивности фотосинтеза растений пшеницы твердой яровой. Так, в среднем за четыре года исследования, в фазе кущения-выхода в трубку данный показатель вариировал от 2,6 г/м<sup>2</sup> в сутки (в варианте без применения удобрений) до 4,9 г/м<sup>2</sup> в сутки (в варианте внесения Биопроферма – 10 т/г + Биохром – 5 л/г).

**Ключевые слова:** пшеница яровая, новейшие технологии, Биоактив, Биопроферм, трехвалентный хром, продуктивность фотосинтеза.

### **The effect of organic fertilizers produced on the latest technologies, on spring wheat photosynthesis productivity under conditions of the Western Forest-Steppe**

**O. Buncak**

The yield of plants is determined primarily by the size and performance of the photosynthesis, which must quickly achieve the optimal rate during plants growth and development. One of the factors determining the size of assimilation surface area is the mode of plants nutrition.

It is well known that one of the possibilities of spring wheat productivity increasing is the improvement of genetic potential of varieties which is closely related to technological measures, in particular, nutrition conditions.

Thus, the problem of increasing the productivity of photosynthesis of agroecosystem of Chado spring wheat variety on the basis of application of organic fertilizers, manufactured on the latest technologies, in conditions of Western forest-Steppe are topical nowadays.

In the USA, Western Europe, and in recent years in Ukraine the considerable attention is paid to studies on the use of trivalent chromium in the adaptive landscape technologies of crops growing.

Trivalent chromium is considered one of the essential elements for plants proper growth and development, human nutrition and animal feeding. To achieve this goal it is necessary to provide the human body with plant foods grown on the soil containing the required number of Cr<sup>+3</sup>, and animal feeding should be provided with these micronutrients.

Since scientific research on the production and use of organic fertilizers with a content of trivalent chromium in the technologies of cultivation of agricultural crops in Ukraine is insufficient, and they have not been conducted in the Western Forest-Steppe, we developed a technology of production of organic fertilizers from wastes of tannery sludge and sewage by biological fermentation method with a balanced content of Cr<sup>3+</sup> trace elements and the technology of production of liquid organic fertilizer "Biochrome" by cavitation method and studied their efficiency in cultivation technologies of agricultural crops.

The purpose of the study was to study the effect of organic fertilizers produced on the latest technologies, on photosynthetic activity of plants of spring wheat varieties Chado in terms of Western forest-Steppe.

Field and laboratory studies were performed during 2013-2016 in the experimental field of Podilskyi state agrarian-technical University.

The experimental plot soil was chernozem typical of heavy-grained granulometric composition which characterized by the following agrochemical parameters: pH 6.5-6.8, the content of humus – 4.12-4.34 %, easily hydrolyzed nitrogen provision – 116-124 mg/kg of mobile phosphorus – 86-91 mg/kg, exchange potassium – 127-168 mg/kg of soil. In the experiment we studied the effect of organic fertilizer "Bioproferm" (Cr<sup>+3</sup> content 540 mg/kg) and plant growth regulator "Biochrome" (Cr<sup>+3</sup> content 5.4 mg/l) obtained by the developed and patented technology on the productivity of photosynthesis of Chado spring wheat varieties.

Organic fertilizer "Bioproferm" and "Bioactive" and mineral fertilizer in the form of N<sub>120</sub>P<sub>80</sub>K<sub>80</sub>, were introduced with the fall plowing of the soil, "Biochrome" – during the vegetation of Chado spring wheat variety. In researches were applied the technology of spring wheat cultivation conventional to the conditions of Western Forest-Steppe of Ukraine. Researches and observations were performed according to standard techniques.

Introduction of organic fertilizers, manufactured on the latest technologies, contributed to the increase in leaf area of spring wheat compared to the options without application. On average for 2013-2016 the crops formed the best leaf area in the variant of "Bioproferm" fertilization (10 t/ha) with a balanced content of trivalent chromium and spraying plants in the phase of tillering – early booting stage liquid organic fertilizer "Biochrome" (5 l/ha). In this variant, the leaf area of plants at the tillering stage was 10.8 thousand m<sup>2</sup>/ha more compared to the control, in the phase of stem elongation beginning – 8.1 thousand m<sup>2</sup>/ha in the phase of earing – by 10.4 thousand m<sup>2</sup>/ha. An intensive accumulation of plant dry weight was observed accordingly.

The analysis of the photosynthetic potential of spring wheat plants showed that the maximum rate of photosynthetic productivity was obtained in the variant with basic soil treatment with 10 t/ha "Bioproferm" organic fertilizer produced by the method of the accelerated biological fermentation, with a content of trivalent chromium (540 mg/kg) and spraying the plants during vegetation with liquid organic fertilizer "Biochrome" in a dose of 5 l/ha, produced by cavitations, and 3.2 million m<sup>2</sup>/ha days 1.3 million m<sup>2</sup>/ha days longer compared to the control and 1.0 million m<sup>2</sup>/ha days more compared to the variant with the introducing N<sub>120</sub>P<sub>80</sub>K<sub>80</sub>.

Studies have found that organic fertilizers significantly influenced the formation of net productivity of durum spring wheat photosynthesis. Thus, on average for four years of the study, in the phase of tillering – booting, this figure ranged from 2.6 g/m<sup>2</sup> per day (in the variant without fertilizer application) to 4.9 g/m<sup>2</sup> per day (in the variant of application of "Bioproferm" – 10 t/ha and "Biochrome" – 5 l/ha).

**Key words:** spring wheat, modern technology, "Bioactive", "Bioproferm", "Biochrome", trivalent chromium, photosynthesis productivity.

*Надійшла 10.04.2018 р.*

УДК 598.112

КНЯЗЮК О.В., канд. с.-г. наук

КОСТРЕЦЬ І.В., КОВАЛЕНКО О.А., магістрант

Вінницький державний педагогічний університет

**РІСТ, РОЗВИТОК ТА НАСІННЄВА ПРОДУКТИВНІСТЬ АНІСУ ЗВИЧАЙНОГО ЗАЛЕЖНО ВІД СТРОКІВ СІВБИ**

Досліджено вплив строків сівби анісу звичайного на схожість та виживання рослин; тривалість фенологічних фаз вегетації та біометричні показники рослин; формування маси, структури урожаю. Встановлена ефективність ранньої сівби анісу в зв'язку з максимальними показниками схожості насіння та виживання рослин. Ранні строки сівби анісу в досліді сприяли підвищенню плодоутворення та насінневої продуктивності, а також прискорення росту і розвитку. Інтенсивність росту анісу особливо збільшується від фази бутонізації до цвітіння. Найбільша висота рослин анісу відмічена за строку сівби 5 квітня – 55,1 см.

Ріст і розвиток анісу характеризується накопиченням маси рослин та окремих частин надземних органів. Стебла, листки, суцвіття, плоди в процесі вегетації змінюють своє співвідношення. Найбільша частка листків анісу (94 %) від загальної маси рослини – у фазу бутонізації і у фазу плодоношення (47 %) за сівби 15.04. Протилежна тенденція спостерігалась в зміні приросту маси стебел, які несуть генеративні органи, у фазу бутонізації їх маса була найбільшою (65 %) за строку сівби анісу 25.04, під час плодоутворення – за ранньої сівби (44 %).

Найбільш сприятливі умови для формування насінневої продуктивності даної культури створюються за строку сівби 5.04.

**Ключові слова:** аніс, строки сівби, ріст і розвиток, фенологічні фази, продуктивність.

**Постановка проблеми.** Аніс звичайний (*Anisum vulgare* L.) – ефіроолійна рослина з родини Селерових (Ariaceae). Яйцеподібні плоди містять 2-4 % ефірної олії, яка використовується в медицині, парфумерії, лікєро-горілчаному виробництві та харчовій промисловості. Плоди ще містять 16-22 % жирної олії [2].

В сучасних умовах потреба споживача та промисловості в продукції олійних культур не задоволена. Пропонується до використання не завжди якісна ефірна олія, часто її синтетичні замінники [5]. Зростає потреба використання споживачами натуральної олії отриманої з насіння анісу, власне як і інших ефіроолійних культур [1]. Тому існує необхідність розробити технологію вирощування ефіроолійних і пряних рослин коріандру, кропу, анісу та ін. для отримання високого врожаю насіння в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах [3]. Важливим елементом технології вирощування як лікарських, так і ефіроолійних рослин є строки сівби [4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Посівна площа під анісом в Україні становить 90-110 тис./га. В культурі ця рослина була ще відома з Стародавнього Єгипту, а батьківщина – Мала Азія. Головні виробники анісу – Індія, Мексика, Іспанія, Італія, Турція [6]. Важливою є селекційна робота зі створення сортів цієї культури, високоврожайних і відповідних екологічним умовам довкілля.

Формування продуктивності анісу в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах потребує оптимальних строків сівби, оскільки від цього залежить дружність сходів, енергія проростання насіння та виживання рослин. Необхідність проведення досліджень обумовлено тривалим періодом проростання насіння і повільним ростом рослин анісу на початку вегетації, що впливає на тривалість фенофаз онтогенезу, дозрівання насіння.

**Мета досліджень** – вивчення впливу строків сівби анісу звичайного на схожість рослин, тривалість вегетаційного періоду, біометричні показники рослин та насінневу продуктивність.

**Матеріал і методика дослідження.** Дослідження проводили в 2016-2017 рр. на навчально-дослідних ділянках Новоушицького технікуму Подільського державного аграрно-технічного університету.

Ґрунт ділянки – чорнозем опідзолений середньосуглинковий. Об'єкт досліджень – сорт анісу звичайного Артек. Норма висіву становила 22 кг/га. Строки сівби – 5, 15, 25 квітня. Повторність досліді – чотириразова. Облікова площа ділянки – 1 м<sup>2</sup>, загальна – 5 м<sup>2</sup>. Фенологічні спостереження проводили в основні фази росту і розвитку рослин згідно з «Методикою державного сортовипробування сільськогосподарських культур». Відмічали терміни настання фенологічних фаз (появу сходів, стеблеутворення, бутонізації, цвітіння). Біометричні вимірювання здійснювали на десяти рослинах кожної ділянки досліді. Визначали динаміку наростання зеленої маси анісу, окремих її частин та насінневу продуктивність.

**Основні результати дослідження.** Погодні умови в роки досліджень характеризувались нестабільним температурним режимом весняного періоду, що призвело до тривалого проростання насіння (13-18 днів) та нерівномірності сходів. Тому, є важливим визначити оптимальні строки його сівби спрямовані на зростання енергії проростання і дружності сходів.

Результати досліджень свідчать про вплив строків сівби на схожість насіння анісу, яка була найвища за сівби 25 квітня – 92,6 % (табл. 1). Зазначений прийом технології сприяв кращому виживанню рослин анісу звичайного (94,6 %).

Таблиця 1 – Схожість та виживання рослин анісу звичайного, % (середнє за 2016-2017 рр.)

Строк сівби, дата	Енергія проростання	Схожість	Вживання
5.04	82,3	79,2	86,7
15.04	91,6	90,1	92,4
25.04	92,9	92,6	94,6

За раннього строку сівби (5 квітня) відмічений найдовший період появи сходів анісу (15-20 днів). Наступні строки сівби (15 та 25 квітня) відзначались прискореною появою сходів на 2-3 доби (табл. 2). В подальшому, також, визначали строк наростання фенофаз анісу звичайного.

Таблиця 2 – Вплив строків сівби на проходження фенофаз анісу звичайного (середнє за 2016-2017 рр.)

Строк сівби, дата	Строк настання фенофаз (днів від сівби)			
	початок сходів	повні сходи	бутонізація	цвітіння
5.04	20	24	64	73
15.04	18	21	55	68
25.04	15	18	60	63

Повні сходи анісу за ранньої сівби відмічені через 24 доби. Наступні строки сівби обумовили прискорену появу нових сходів. Така ж закономірність спостерігається (18-21 день) і за настання бутонізації та цвітіння.

Інтенсивність росту рослин анісу до періоду стеблоутворення повільна (2-3 см за декаду), але збільшується до фази бутонізації (6-8 см) і до цвітіння (8-10 см) (табл. 3).

Таблиця 3 – Лінійний ріст анісу звичайного залежно від фази вегетації та способу сівби, см (середнє за 2016-2017 рр.)

Строк сівби, дата	Строк настання фенофаз (днів від сівби)		
	стеблоутворення	бутонізація	цвітіння
5.04	24,3±1,2	32,7±2,1	55,1±2,8
15.04	18,5±0,7	27,4±1,6	52,6±2,5
25.04	16,8±0,5	21,3±1,2	47,2±1,4

Як і інші ефіроолійні культури після фази цвітіння аніс сповільнює ріст. Цей процес необхідний для перерозподілу поживних речовин, з вегетативної частини рослини до генеративної. Найбільша висота рослин анісу відмічена за строку сівби 5 квітня – 55,1 см.

Ріст і розвиток анісу характеризується накопиченням маси рослин та окремих частин надземних органів. Стебла, листки, суцвіття, плоди в процесі вегетації змінюють своє співвідношення. Найбільша частка листків анісу (94 %) від загальної маси рослини – у фазу бутонізації і у фазу плодоношення (47 %) за сівби 15.04 (табл. 4). Протилежна тенденція спостерігалась в зміні приросту маси стебел, які несуть генеративні органи, у фазу бутонізації їх маса була найбільшою (65 %) за строку сівби анісу 25.04, під час плодоутворення – за ранньої сівби (44 %).

Загальна маса однієї рослини анісу зростала до фази плодоутворення і частка плодів була найбільшою за ранньої сівби – 17 %.

Насіннева продуктивність є основний показник оптимальної дії технологічних прийомів вирощування анісу. Найбільш сприятливі умови для формування насінневої продуктивності даної культури створюються за строку сівби 5.04 – 10,7 ц/га (табл. 5).

Таблиця 4 – **Наростання наземної маси анісу та співвідношення її частин залежно від строків сівби** (середнє за 2016-2017 рр.)

Частина надземної маси	Строк сівби					
	5.04		15.04		25.04	
	г	%	г	%	г	%
Фаза бутонізації						
Загальна маса рослини	7,8±0,5	100	7,2±0,4	100	6,7±0,2	100
Надземна частина	6,5±0,3	82	6,3±0,3	94	5,5±0,1	67
у т.ч. листки	3,3±0,1	49	2,5±0,6	37	1,6±0,1	38
Стебла	3,2±0,2	51	3,8±0,2	63	3,4±0,2	65
Фаза цвітіння						
Загальна маса рослини	9,4±0,5	100	9,0±0,4	100	8,4±0,3	100
Надземна частина	8,4±0,3	84	6,7±0,3	69	5,7±0,2	81
у т.ч. листки	4,1±0,1	50	3,1±0,1	51	2,8±0,1	46
Стебла	3,2±0,1	39	2,6±0,1	39	2,1±0,1	48
Суцвіття	1,1±0,05	11	1,0 ±0,07	10	0,8±0,05	6
Фаза плодоутворення						
Загальна маса рослини	19,0±0,7	100	19,6±1,5	100	18,6±1,0	100
Надземна частина	13,1±0,4	65	13,9±0,8	67	13,9±0,4	63
у т.ч. листки	5,0±0,3	39	6,4±0,3	47	5,7±0,2	31
Стебла	5,5±0,5	43	5,3±0,1	39	5,0±0,07	29
Суцвіття	2,6±0,05	17	2,2±0,08	14	3,2±0,03	16

Таблиця 5 – **Насіннева продуктивність анісу звичайного залежно від строків сівби** (середнє за 2016-2017 рр.)

Строк сівби, дата	Урожайність насіння, ц/га
5.04	10,7±3,2
15.04	9,4±2,9
25.04	8,8±2,7

**Висновки.** За раннього строку сівби анісу (5.04) відмічено найдовший період появи сходів (18-20 днів). Під час строків сівби 15 та 25.04 поява сходів була більш прискорена (на 2-3 доби), а в процесі росту і розвитку рослин – прискорене настання фаз бутонізації та цвітіння.

Найбільш інтенсивний лінійний ріст анісу відмічений в міжфазний період бутонізація-цвітіння. Найбільша висота рослин визначена за строку сівби 5.04-55,1 см.

Загальна маса рослин особливо зростала у фазу плодоутворення, частка плодів рослини анісу була найбільшою за ранньої сівби – 17 %. Для формування високої насінневої продуктивності анісу звичайного найбільш сприятливі умови складаються за ранньої сівби (5.04) – 10,7 ц/га.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бойко Е.Ф. *Origanum vulgare* L. и *origanum tyttanthum* gontsch. как лекарственные, эфиромасличные, пряно-ароматические и декоративные растения. Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия «Биология, химия». 2009. Том 22 (61). № 2. С. 9-15.
2. Бахмат М.І., Ковальчук О.В., Хоміна В.Я., Загородний М.В. Ефіроолійні рослини. Кам'янець-Подільський: «Медобори, 2006», 2012. 312 с.
3. Жовтун М.В. Сортові особливості формування продуктивності коріандру посівного залежно від норм висіву та мінерального живлення в Правобережному Лісостепу України: автореф. дис. канд. с.-г. наук: 06.01.09. Нац. ун-т біоресурсів і природокористування України. Київ, 2016.
4. Ільченко, Н.В. Готуємося до літніх застуд: лікувальні властивості спецій та прянощів. Безпека життєдіяльності. 2015. № 10. С. 5-6.
5. Калина В. С. Технологія комплексної переробки жирної коріандрової олії: автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.06. Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". Харків, 2016. 21 с.
6. Князюк О.В., Крешун Р.А. Вплив строків сівби та ширини міжрядь на формування продуктивності рослин ромашки лікарської (*Matricaria chamomilla* L.). Агробіологія: зб. наук. праць. Біла Церква, 2016. № 2. С. 107-111.
7. Князюк О.В., Орлюк Л.Л. Особливості росту та розвитку, формування продуктивності цибулі-ріпки залежно від способу вирощування. Акт. пит. географ., біолог. і хім. наук: зб. наукових праць ВДПУ. Вінниця, 2013. Вип. 10. С. 137-138.
8. Князюк О.В., Козак В.В. Влияние сроков сева на биометрические показатели растений и урожайность лука репчатого. Земледелие и защита растений. №4. 2017. С. 46-48.
9. Князюк О.В., Шевчук О.А. Вплив прийомів вирощування на врожайність сортів часнику: тези доповіді наук-практ. конф. Технологічні аспекти вирощування часнику. Умань, 2017. С. 34-35.
10. Князюк О.В., Орлюк Л.Л. Вплив строків сівби на продуктивність різностиглих сортів цибулі ріпчастої. Агробіологія. Біла Церква, 2013. Вип.11. С. 89-91.

11. Князюк О.В., Козак В.В. Вплив строків сівби та ширини міжрядь на формування продуктивності кропу за пашного. Агробіологія: зб. наук. праць. Біла Церква. № 2. 2017. С. 98-101.
12. Коваленко О.А., Князюк О.В., Шевчук О.А. Формування продуктивності базилика залежно від прийомів вирощування: матеріали XIV міжнародної научно-практичної конференції. Настоящие исследования и развитие – 2018. София: БялГрад ОДД, 2018. С. 25-27.
13. Князюк О.В., Козак В.В. Формування продуктивності кропу в залежності від прийомів вирощування. Матеріали за XIII міжнародна научна практична конференція, «Ключові впроєкти в сучасній науці – 2017», 15-22 април 2017 г. Vol. 10. София: «Бял ГРАД-БГ» ООД, 2017. С. 48-49.
14. Козелець Г.М. Агротехнологічні заходи підвищення продуктивності коріандру за підзимового та ранньовесняного строків сівби в Північному Степу України: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.09. Нац. акад. аграр. наук України, Держ. установа "Ін-т сіл. госп-ва степової зони". Днепропетровск, 2013. 20 с.
15. Костреть І.В., Князюк О.В. Біометричні показники та продуктивність коріандру посівного залежно від строків сівби. Актуальні питання географічних, біологічних і хімічних наук: зб. наук. праць ВДПУ. Вінниця, 2018. Вип. 15. С. 44-45.
16. Котюк Л.А. Вміст аскорбінової кислоти і каротину у сировині пряно-ароматичних рослин родини *Lamiaceae* Lindl. Біологічні Студії. 2013. Том 7. №2. С. 83–90.
17. Котюк Л. А. Якісний і кількісний склад ефірної олії змієголовника молдавського (*DRACOCERPHALUM MOLDAVICA* L.) залежно від фенологічних особливостей та фаз розвитку. Физиология растений и генетика. 2014. Т. 46. № 6. С. 541-548.
18. Ламан Н.А., Копылова Н.А. Исследование биохимического состава некоторых зеленых культур семейства зонтичных как потенциальных источников биологически активных соединений. Интродукция, сохранение и использование биологического разнообразия мировой флоры: матер. Междунар. науч. конф. (Минск 19–22 июня 2012 г.). Минск, 2012. №2. С. 108–111.
19. Олія коріандра. Технічні умови. Чинний від 2015-05-01. Київ : УкрНДНЦ, 2016. III. 5 с.
20. Прянощі. Коріандр. Технічні умови. Чинний від 2017-01-01. Київ : УкрНДНЦ, 2016. III. 8 с. : табл. (Національний стандарт України). Бібліогр.: с. 8.
21. Рудік Г. О. Морфоструктура суцвіть *Agastache breviflora* (A. Gray) Epling, *A. rugosa* (Fisch. & C.A. Mey.) Kuntze та *A. rupestris* (Greene) Standl. (родина *Lamiaceae*) ex situ. Modern Phytomorphology. 2016. №10. С. 81–86.
22. Najja H., Arfa A.B., Máthé Á., Neffati M. Aromatic and Medicinal Plants of Tunisian Arid and Desert Zone Used in Traditional Medicine, for Drug Discovery and Biotechnological Application. Medicinal and Aromatic Plants of the World – Africa. 2017. Vol. 3. P. 157-230. URL: DOI:10.1007/978-94-024-1120-1\_8
23. Zrira S. Some Important Aromatic and Medicinal Plants of Morocco. Medicinal and Aromatic Plants of the World. Africa. 2017. Vol. 3. P. 91-125. URL: DOI: 10.1007/978-94-024-1120-1\_5
24. Sharangi A.B., Acharya S.K. Spices in India and Beyond: The Origin, History, Tradition and Culture. Indian Spices. Springer. 2018. P. 1-11. URL: DOI: 10.1007/978-3-319-75016-3\_1
25. Fajinmi O.O., Olarewaju O.O., Van Staden J. Traditional Use of Medicinal and Aromatic Plants in Africa. Medicinal and Aromatic Plants of the World – Africa. Vol. 3. 2017. P. 61-76. URL: DOI: 10.1007/978-94-024-1120-1\_3
26. Essential oils of *Lavandula* genus: a systematic review of their chemistry / Aprotosoaie, A.C. et al. Phytochemistry Reviews. 2017. Vol. 16. Issue 4. P. 761–799. URL: DOI: 10.1007/s11101-017-9517-1
27. Zachariah T.J., Leela N.K. Spices: Secondary Metabolites and Medicinal Properties. Indian Spices. 2018. P. 277-316. URL: DOI: org/10.1007/978-3-319-75016-3\_10
28. Xie Z., Finley J.W. Herbs and Spices. Principles of Food Chemistry. 2018. P. 457-481. URL: DOI: 10.1007/978-3-319-63607-8\_12
29. Charles D.J. Cinnamon. Antioxidant Properties of Spices, Herbs and Other Sources. Springer, New York. 2012. P. 231-243. URL: DOI: 10.1007/978-1-4614-4310-0\_19
30. Cock I.E., Cheesman M.J. Oceania: Antidepressant Medicinal Plants. Herbal Medicine in Depression. 2016. P. 483-527. URL: DOI: 10.1007/978-3-319-14021-6\_10
31. Mangalassary S. Indian Cuisine – The Cultural Connection. Indigenous Culture, Education and Globalization. 2016. P. 119-134. URL: DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-662-48159-2\_7
32. *In vitro* flowering, glandular trichomes ultrastructure, and essential oil accumulation in micropropagated *Ocimum basilicum* L. / Manan A.A. et al. In Vitro Cellular & Developmental Biology – Plant. 2016. Vol. 52. Issue 3. P. 303–314. URL: DOI: 1007/s11627-016-9755-8

## REFERENCES

1. Bojko, E.F. Origanum vulgare L. i origanum tyttanthum gontsch. kak lekarstvennye, jefiromaslichnye, prjano-aromaticheskie i dekorativnye rastenija [Origanum vulgare L. and origanum tyttanthum gontsch. like medicinal, aromatic, spicy, aromatic and decorative plants]. Uchenye zapiski Tavricheskogo nacional'nogo universiteta im. V. I. Vernadskogo Serija «Biologija, himija» [Scientists note the Taurian National University. V.I. Vernadsky Series Biology, Chemistry]. 2009, Vol. 22 (61), no. 2, pp. 9-15.
2. Bakhmat, M.I., Kovalchuk, O.V., Khomin, V.Ya., Zagorodnij, M.V. (2012). Efiroolijni roslini [Ethereal plants]. Kamianets-Podilskyi, "Medobory, 2006", 312 p.
3. Zhovtun, M.V. (2016). Sortovi osoblivosti formuvannja produktivnosti koriandru posivnogo zalezno vid norm visivu ta mineral'nogo zhivlennja v Pravoberezhnomu Lisostepu Ukraїni: avtoref. dis. kand. s.-g. nauk: 06.01.09. [Varietal characteristics forming performance coriander seed depending on seeding and mineral nutrition of the Right steppes of Ukraine [Text]: Author. dis ... Candidate s.-g. Sciences: 06.01.09]. Nac. un-t bioresursiv i pryrodokorystuvannja Ukraїny [National Unities of biological resources and natural resources of Ukraine]. Kyiv.
4. Ilchenko, N.V. Gotujemosja do litnih zastud: likual'ni vlastyvoosti specij ta prjanoshhiv [Preparing for summer colds: likualni properties spices], 2015, no. 10, pp. 5-6.

5. Kalina, V. S. (2016). Tehnologija kompleksnoi' pererobky zhyrnoi' koriandrovoi' olii': avtoref. dys. ... kand. tehn. nauk : 05.18.06. [Technology of complex processing of fatty coriander oil : author's abstract. dis ... Candidate tech Sciences: 05.18.06]. Nac. tehn. un-t "Harkiv. politehn. in-t" [National tech Unt. Kharkiv Polytechnic Institute]. Kharkiv, 21 p.
6. Knyazyuk, O.V., Kreshun, R.A. Vplyv strokiv sivby ta shyrny mizhrjad' na formuvannya produktyvnosti roslin romashky likars'koi' (*Matricaria chamomilla* L.) [Influence of sowing rows and row spacings on the production of chamomile plants (*Matricaria chamomilla* L.)]. *Agrobiologija: Zb. nauk. prac'* [Agrobiology: Assoc. sciences works]. Bila Tserkva, 2016, no. 2, pp. 107-111.
7. Knyazyuk, O.V., Orlyuk, L.L. Osoblyvosti rostu ta rozvytku, formuvannya produktyvnosti cybuli – ripky zalezno vid sposobu vyroshhuvannya. Akt. pyt. geograf., biolog. i him.. nauk. [Features of growth and development, formation of productivity of onions – rivers depending on the method of cultivation. Act. pit geographer., biologist. and chemical .. sciences]. *Zb. naukovykh prac' VDPU* [Collection of scientific works of the VDPU]. Vinnytsya, 2013, Issue 10, pp. 137-138.
8. Knjazjuk, O.V., Kozak, V.V. Vlihanie srokov seva na biometricheskie pokazateli rastenij i urozhajnost' luka repchatogo [Influence of sowing terms on biometric indices of plants and yield of onions of rectum]. *Zemledelie i zashhita rastenij* [Farming and plant protection], no. 4, 2017, pp. 46-48.
9. Knyazyuk, O.V., Shevchuk, O.A. Vplyv pryjomiv vyroshhuvannya na vrozhajnist' sortiv chasnyku [Influence of growing methods on yield of garlic varieties]. *Tezy dopovidi nauk – prakt. konf. Tehnologichni aspekty vyroshhuvannya chasnyku* [Abstracts of scientific reports – practical. conf. Technological aspects of garlic cultivation]. Uman, 2017, pp. 34-35.
10. Knyazyuk, O.V., Orlyuk, L.L. Vplyv strokiv sivby na produktyvnist' riznostyglyh sortiv cybuli ripchastoi' [Influence of sowing dates on the productivity of different varieties of onion onion]. *Agrobiologija. Zb. nauk. prac'* [Agrobiology. Collected works]. Bila Tserkva, 2013, Issue11, pp. 89-91.
11. Knjazjuk, O.V., Kozak, V.V. Vplyv strokiv sivby na produktyvnist' riznostyglyh sortiv cybuli ripchastoi' [Influence of sowing rows and row spacings on the production of fragrant dill]. *Agrobiologija* [Agrobiology]. Bila Tserkva, no. 2, 2017, pp. 98-101.
12. Kovalenko, O.A., Knyazyuk, O.V., Shevchuk, O.A. Formuvannya produktyvnosti bazyliku zalezno vid pryjomiv vyroshhuvannya [Formation of Basil Productivity Depending on the Methods of Growing]. *Materyaly XIV mezhdunarodna nauchna praktychna konferencyja. Nastojashhy yzsedvanyja y razvytye – 2018* [Materials XIV International Scientific Practical Conference. Real searches and development – 2018]. Sofia, ByalGrad ODD, 2018, pp. 25-27.
13. Kozak, V.V., Knjazjuk, O.V. Formuvannya produktyvnosti kropu v zalezhnosti vid pryjomiv vyroshhuvannya [Formation of dill productivity, depending on the methods of cultivation]. *Materialy za XIII mezhdunarodna nauchna praktychna konferencyja, «Kljuchovyje voprosy v sovremenmata nauka – 2017», 15-22 apryl 2017* [Materials for XIII The scientific practical conference of International "Klyuchovyje sovremenmata question in science – 2017" 15-22 apryl], 2017, Vol. 10 Sofia "Byal GRAD-BG" OOD, 2017, pp. 48-49.
14. Kozelec, G.M. (2013). Agrotehnologichni zahody pidvyshhennja produktyvnosti koriandru za pidzymovogo ta rann'ovesnjanogo strokiv sivby v Pivnichnomu Stepu Ukrainy: avtoref. dys. ... kand. s.-g. nauk : 06.01.09. [Agrotechnological measures for increasing productivity coriander podzimnego and early spring sowing in the northern steppes of Ukraine [Text]: Author. dis Candidate s.-g. Sciences: 06.01.09]. *Nac. akad. agrar. nauk Ukrainy, Derzh. ustanova "In-t sil. gosp-va stepovoi' zony"* [National acad. agrar Sciences of Ukraine, State. Institution "Institute of villages of the village of the steppe zone"]. Dnipropetrovsk, 20 p.
15. Kostrets, I.V., Knyazyuk, O.V. Biometrychni pokaznyky ta produktyvnist' koriandru posivnogo zalezno vid strokiv sivby [Biometric indices and productivity of sowing coriander depending on sowing dates]. *Aktual'ni pytannja geografichnyh, biologichnyh i himichnyh nauk: Zb. nauk. prac' VDPU* [Topical Issues in Geographical, Biological and Chemical Sciences: Coll. sciences works of the VDPU]. Vinnytsya, 2018, Issue 15, pp. 44-45.
16. Kotyuk, L.A. Vmist askorbinovoi' kysloty u karotynu u syrovyni prjano-aromatychnyh roslin rodny Lamiaceae Lindl. [The content of ascorbic acid in carotene in the raw materials of spices and aromatic plants of the family Lamiaceae Lindl]. *Biologichni Studii'* [Biological Studios], 2013, Vol. 7, no. 2, pp. 83–90.
17. Kotyuk, L.A. Jakisnyj i kil'kisnyj sklad efirnoi' olii' zmijegolovnyka moldavs'kogo (*DRACOCEPHALUM MOLDAVICA* L.) zalezno vid fenologichnyh osoblyvostej ta faz rozvytku. [Qualitative and quantitative composition of essential oil *Dracocephalum Moldovan (DRACOCEPHALUM MOLDAVICA L.)* depending on the characteristics and phenological phases of development]. *Fyzyologija rastenij y genetyka* [Physiology and genetics of plants], 2014, Vol. 46, no. 6, pp. 541-548.
18. Laman, N.A., Kopylova, N.A. Issledovanie biohimicheskogo sostava nekotoryh zelenyh kul'tur semejstva zontichnyh kak potencial'nyh istochnikov biologicheski aktivnyh soedinenij. Introdukcija, sohranenie i ispol'zovanie biologicheskogo raznobrazija mirovoj flory [Investigation of the biochemical composition of some green cultures of the umbrella family as potential sources of biologically active compounds. Introduction, preservation and use of biological diversity of world flora]. *Mater. Mezhdunar. nauch. konf. (Minsk 19–22 ijunja 2012 g.)* [Materials of the International scientific conf. (Minsk, June 19-22, 2012)]. Minsk, 2012, no. 2, pp. 108–111.
19. Coriander oil. Specifications. Effective from 05/05/2015. Kyiv, UkrNDNC, 2016, III, 5 p.
20. Spice Coriander. Specifications. Effective from 01/01/2012. Kyiv, UkrNDNC, 2016, III, 8 p, tabl. (National Standard of Ukraine). The bibliographer: 8 p.
21. Rudik, G. O. Morfostruktura sucvit' *Agastache breviflora* (A. Gray) Epling, *A. rugosa* (Fisch. & C.A. Mey.) Kuntze ta *A. rupestris* (Greene) Standl. (rodyna Lamiaceae) ex situ [Morphostructure inflorescences *Agastache breviflora* (A. Gray) Epling, *A. rugosa* (Fisch. & C.A. Mey.) Kuntze and *A. rupestris* (Greene) Standl. (family Lamiaceae) ex situ]. *Modern Phytomorphology*. 2016, no.10, pp. 81–86.
22. Najjaa, H., Arfa, A.B., Máthé, Á., Neffati, M. Aromatic and Medicinal Plants of Tunisian Arid and Desert Zone Used in Traditional Medicine, for Drug Discovery andBiotechnological Application. *Medicinal and Aromatic Plants of the World – Africa*. 2017, Vol. 3, pp. 157-230. Retrieved from: DOI.:10.1007/978-94-024-1120-1\_8

23. Zrira, S. Some Important Aromatic and Medicinal Plants of Morocco. *Medicinal and Aromatic Plants of the World. Africa*. 2017, Vol. 3, pp. 91-125. Retrieved from: DOI.: 10.1007/978-94-024-1120-1\_5
24. Sharangi, A.B., Acharya, S.K. Spices in India and Beyond: The Origin, History, Tradition and Culture. *Indian Spices*. Springer. 2018, pp. 1-11. Retrieved from: DOI.: 10.1007/978-3-319-75016-3\_1
25. Fajinmi O.O., Olarewaju O.O., Van Staden J. Traditional Use of Medicinal and Aromatic Plants in Africa. *Medicinal and Aromatic Plants of the World – Africa*, Vol. 3, 2017, pp. 61-76. Retrieved from: DOI.: 10.1007/978-94-024-1120-1\_3
26. Aprotosoie, A.C., Gille, E., Trifan, A. Essential oils of *Lavandula* genus: a systematic review of their chemistry. *Phytochemistry Reviews*. 2017, Vol. 16, Issue 4, pp. 761–799. Retrieved from: DOI.: 10.1007/s11101-017-9517-1
27. Zachariah, T.J., Leela, N.K. Spices: Secondary Metabolites and Medicinal Properties. *Indian Spices*. 2018, pp. 277-316. Retrieved from: DOI.: org/10.1007/978-3-319-75016-3\_10
28. Xie, Z., Finley, J.W. Herbs and Spices. *Principles of Food Chemistry*. 2018, pp. 457-481. Retrieved from: DOI.: 10.1007/978-3-319-63607-8\_12
29. Charles, D.J. Cinnamon. *Antioxidant Properties of Spices, Herbs and Other Sources*. Springer, New York. 2012, pp. 231-243. Retrieved from: DOI.: 10.1007/978-1-4614-4310-0\_19
30. Cock, I.E., Cheesman, M.J. Oceania: Antidepressant Medicinal Plants. *Herbal Medicine in Depression*. 2016, pp. 483-527. Retrieved from: DOI.: 10.1007/978-3-319-14021-6\_10
31. Mangalassary, S. Indian Cuisine – The Cultural Connection. *Indigenous Culture, Education and Globalization*. 2016, pp. 119-134. Retrieved from: DOI.: [https://doi.org/10.1007/978-3-662-48159-2\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-662-48159-2_7)
32. *In vitro* flowering, glandular trichomes ultrastructure, and essential oil accumulation in micropropagated *Ocimum basilicum* L. / Manan A.A. et al. *In Vitro Cellular & Developmental Biology – Plant*. 2016, Vol. 52, Issue 3, pp. 303–314. Retrieved from: DOI.: 1007/s11627-016-9755-8

### **Рост, развитие и семенная продуктивность аниса обыкновенного в зависимости от сроков сева**

**О.В. Князюк, И.В. Костреть, О.А. Коваленко**

Исследовано влияние сроков сева аниса обыкновенного на всхожесть и выживание растений; продолжительность фенологических фаз вегетации и биометрические показатели растений; формирование массы, структуры урожая. Установлена эффективность раннего сева аниса в связи с максимальными показателями всхожести семян и выживаемости растений. Ранние сроки посева аниса в опыте способствовали повышению плодообразования и семенной продуктивности, а также ускорению роста и развития. Интенсивность роста аниса особенно увеличивается от фазы бутонизации до цветения.

Полные всходы аниса за раннего сева отмечены через 24 суток. Последующие сроки сева предопределили ускоренное появление новых всходов. Такая же закономерность наблюдается (18-21 день) и при наступлении бутонизации и цветения.

Наибольшая высота растений аниса отмечена при сроке сева 5 апреля – 55,1 см.

Рост и развитие аниса характеризуется накоплением массы растений и отдельных частей надземных органов. Стебли, листья, соцветия, плоды в процессе вегетации меняют свое соотношение. Наибольшая доля листьев аниса (94 %) от общей массы растения – в фазе бутонизации и в фазе плодоношения (47 %) при посеве 15.04. Противоположная тенденция наблюдалась в изменении прироста массы стеблей, которые несут генеративные органы, в фазе бутонизации их масса была самой большой (65 %) при сроке сева аниса 25.04, при плодообразовании – по раннему севу (44 %).

Общая масса одного растения аниса возрастала до фазы плодообразования и доля плодов была самой большой по раннему севу. Наиболее благоприятные условия для формирования семенной продуктивности данной культуры создаются при сроке сева 5.04.

**Ключевые слова:** анис, сроки сева, рост и развитие, фенологические фазы, производительность.

### **Influence of sowing time on growth, development and seed productivity of anise**

**O. Kniazyuk, I. Kostrets, O. Kovalenko**

The results of study indicate that sowing time had an influence on the energy of germination and germinability of anise. These figures were the highest in sowing time – 25.04., where this technique has improved the plant's survival.

Weather conditions in the research years were characterized by an unstable temperature regime in the spring period causing low germination of seeds. The optimal sowing time provided increase in the energy of germination and germinability.

The longest period of germinability was noted in the early sowing-time. Accelerated germinability for 2-3 days was observed in the later sowing-time (April 15 and 25). Also, anise phenophases period increase was determined.

Complete anise germinability was observed in 24 days under early sowing time. The following sowing time (15-25.04) contributed to the accelerated germinability of new stairs (18-21 day). The same correlation was observed at the budding and flowering phases.

The intensity of plant growth until the period of stalk formation was slow (2-3 cm per decade), but it increased by the budding phase (6-8 cm) and flowering (8-10 cm).

Like other essential oils plants, anise growth slows down after flowering phase. This process is necessary for the redistribution of nutrition elements from the vegetative part of plant to generative one. The largest height of anise plants is noted in the sowing time of 5.04.

The growth and development of anise are characterized by the accumulation of plant weight and individual parts of the surface organs. Stems, leaves, inflorescences and fruit change their proportions in the process of vegetation. The largest part of leaf (94 %) per total plant weight is in the phase of budding and (47 %) in the fruiting phase under of sowing time of April 15. The opposite tendency was observed in the change of weight of stems bearing generative organs. In the phase of budding,

their weight was the largest (65 %) under the sowing time of April 25 and in the phase of fruit formation – under the early sowing (44 %).

Total weight of one anise plant increased until the phase of fruit formation and the proportion of fruits was the largest in the early sowing – 17%.

Seeds productivity is the main indicator of the optimal effect of growing technological methods of this crop. It has been established that the sowing time of April 5.04 provided seedling productivity of 107 g/m<sup>2</sup>.

Early sowing time contributed not only seedling growth and development, but increased fecundity and seedling productivity of anise as well.

**Key words:** anise, sowing time, growth and development, phenological phases, productivity.

*Надійшла 10.04.2018 р.*

**УДК 632.954:631.811.98:633.11**

**РОЗБОРСЬКА Л.В., ГОЛОДРИГА О.В., ЗАБОЛОТНИЙ О.І.,**

**ЛЕОНТЮК І.Б.,** кандидати с.-г. наук

*Уманський національний університет садівництва*

[lor1970a@gmail.com](mailto:lor1970a@gmail.com)

### **ПРОДУКТИВНІСТЬ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ НА ТЛІ ЗАСТОСУВАННЯ ГЕРБИЦИДУ ТРИАТЛОН ТА РЕГУЛЯТОРА РОСТУ ЕМІСТИМ С**

Сучасне рослинництво неможливе без використання добрив, регуляторів росту, засобів контролю чисельності бур'янів. Водночас, не завжди виправданим і науково обґрунтованим є інтенсивне застосування в рослинництві пестицидів та агрохімікатів, оскільки це супроводжується забрудненням довкілля та зниженням родючості ґрунтів. Тому, актуальною проблемою сучасного сільськогосподарського виробництва є розробка технологій, які сприяють підвищенню урожайності культур і водночас є екологічно безпечними для навколишнього середовища та здоров'я людини. Головна мета за вирощування пшениці озимої як основної зернової продовольчої культури – одержання доброго врожаю з високим вмістом у ньому білка і клейковини. Наведено результати трирічних досліджень сумісної дії різних норм гербициду Триатлон від 30 до 50 г/га з регулятором росту рослин Емістим С у нормі 20 мл/га на урожайність та якість пшениці озимої сорту Місія Одеська в умовах Правобережного Лісостепу України. Встановлено позитивний вплив сумісного застосування гербициду Триатлон в оптимальній нормі (40 г/га) і регулятора росту Емістим С (20 мл/га) на підвищення продуктивності пшениці озимої в порівнянні з іншими варіантами дослідів. Така бакова суміш сприяла отриманню найвищої урожайності, яка була більша контролю на 17 %, та покращенню якості зерна пшениці озимої. Вміст білка та клейковини в зерні порівняно з контролем відповідно зріс на 22,4 і 25,6 %.

**Ключові слова:** продуктивність, урожайність, якість, гербицид, Триатлон, регулятор росту рослин, Емістим С, вміст білка в зерні, вміст клейковини в зерні, пшениця озима, сорт Місія Одеська.

**Постановка проблеми.** Якість продукції, сільськогосподарські роботи, та їх виконання, стандартизація, і сертифікація є проблемою сьогодення, якій не приділяється достатньо уваги, що суттєво впливає на соціально-економічний розвиток України. Натомість, розвиток ринкових відносин, вступ нашої держави у Світову організацію торгівлі, а також розширення експорту на європейський ринок вимагає високоякісної, конкурентоспроможної продукції, що відповідає міжнародним стандартам. Вирішити ці питання можливо лише застосовуючи новітні технології і знання висококваліфікованих спеціалістів, що допоможе вивести нашу країну на світовий рівень економічних відносин [1, 2].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Упродовж останніх 20 років середня врожайність пшениці озимої продовжує зростати. Зокрема, у виробничому сезоні 2015–2016 рр. середня врожайність озимини перевищила 3,0 т/га. Проте цей показник значно нижчий, порівняно з урожайністю в Європейському Союзі, де в провідних державах-експортерах, наприклад Франції, середня врожайність пшениці становила понад 7,0 т/га. Цілком зрозуміло, що така величезна різниця в продуктивності зернових культур зумовлена не біднішими ґрунтами нашої країни, а недотриманням технології вирощування культури [3]. Сучасне рослинництво неможливе без використання добрив, регуляторів росту, засобів контролю чисельності бур'янів. Водночас, не завжди виправданим і науково обґрунтованим є інтенсивне застосування в рослинництві пестицидів та агрохімікатів, оскільки це супроводжується забрудненням довкілля та зниженням родючості ґрунтів [4]. Тому, актуальною проблемою сучасного сільськогосподарського вироб-

ництва є розробка технологій, які сприяють підвищенню урожайності культур і водночас є екологічно безпечними для навколишнього середовища та здоров'я людини [5].

Серед багатьох факторів, які визначають продуктивність сільськогосподарських культур, є гербіциди та регулятори росту рослин. При цьому ефективність цих засобів різко зростає під час комплексного їх застосування, коли кожний окремий компонент посилює дію іншого, сприяє кращому росту і розвитку рослин, а в підсумку – отриманню більш високого врожаю [6, 7, 8].

Інтенсивні технології отримання високих урожаїв якісного зерна пшениці озимої вимагають дотримання багатьох умов [9, 10]. Забур'яненість посівів залишається однією з найбільших проблем в аграрному виробництві. Тому потрібно враховувати біологію розвитку і життєздатність бур'янів, особливості їх плодоношення і поширення, характер взаємовідносин з культурними рослинами в різних умовах вирощування. Існує багато способів контролю над бур'янами і зниження їх кількості [11]. Без належного контролю бур'янів неможливо реалізувати у виробничих умовах генетичний потенціал гібридів і сортів культурних рослин, досягти ефективності застосування органічних та мінеральних добрив й використання природних ресурсів, найбільш повно реалізувати можливості сучасних сільськогосподарських машин й отримати максимальну віддачу від капіталовкладень у аграрний сектор країни [12, 13, 14]. Одним із перспективних напрямів екологізації рослинництва є використання препаратів [15], які покращують живлення рослин, а також сприяють синтезу біологічно активних речовин, які можуть спричиняти позитивний вплив на функціонування агроєкосистеми [16]. Аналіз даних урожайності пшениці озимої показав, що застосування гербіциду як окремо, так і сумісно із регулятором росту дає можливість одержати значні прироби урожаю [17, 18]. Тому, велика роль у підвищенні продуктивності сільськогосподарських культур належить регуляторам росту рослин [19]. Їх застосування дає можливість спрямовано регулювати найважливіші процеси в рослинному організмі, найповніше реалізувати потенційні можливості культури, закладені в геномі природою та селекцією. Важливим аспектом дії регуляторів росту є підвищення стійкості рослин до несприятливих факторів середовища. Цим вони спроможні не лише підвищувати врожайність, покращувати якість вирощеної продукції, а й активізувати стійкість рослин до захворювань та стресових факторів, зменшувати норми використання пестицидів. Тому створення ефективних екологічно безпечних рідрегуляторів і розробка технологій їх застосування є одним із пріоритетних напрямів у науковому забезпеченні агропромислового комплексу [20, 21], тому що зростає інтерес до органічного сільськогосподарського виробництва в усьому світі. Завдяки багатьом перевагам цієї системи споживачі можуть мати продукти, вільні від шкідливих хімічних речовин, які збільшують біорізноманіття харчування і мають економічні переваги на територіях, придатній для органічного виробництва, при цьому зберігаючи навколишнє середовище. Отже, важливими є культури, які природно адаптовані для зростання в екосистемах і мають високу екологічну цінність. Однією з них є пшениця, як альтернативна культура, придатна для органічного землеробства [22, 23].

Отже, комплексне дослідження даного питання у відповідній галузі є необхідним та актуальним, адже це дозволить запропонувати шляхи удосконалення вирощування екологічно чистої продукції в рослинництві та підвищення продуктивності пшениці озимої.

**Мета дослідження.** У польових і лабораторних дослідах протягом 2015–2017 рр. вивчали дію гербіциду Триатлон сумісно з регулятором росту рослин Емістим С з метою отримання екологічно безпечної продукції, покращення живлення рослин та їх захисту. Застосування цих препаратів дозволяє направлено регулювати продуктивність пшениці озимої, поліпшити забезпечення рослин поживними і рядом біологічно активних речовин. За рахунок цього відбувається підвищення урожайності і якості продукції [24, 25]. Щоб досягти цієї мети необхідно створити оптимальні умови всіх керованих факторів зовнішнього середовища для максимальної реалізації потенціалу продуктивності пшениці озимої, що закладені в її генотипі [26].

Проведені дослідження передбачали: показати вплив сумішок комплексної дії на розвиток і урожайність рослин, визначити біологічно активні сполуки, що обумовлюють їх позитивну дію та виявити зміни у ценозі при застосуванні препаратів в агроєкосистемі. Оскільки в умовах інтенсифікації сільського виробництва виникає необхідність вирощування сільськогосподарських культур з оптимізацією норм гербіцидів. Отже, завданням досліджень було вивчення ефективності сумісного застосування різних норм гербіциду Триатлон із регулятором росту Емістим С в посівах пшениці озимої на її продуктивність [ 27].

**Матеріал і методика досліджень.** У дослідях, які виконували в умовах кафедри мікробіології, біохімії і фізіології рослин Уманського НУС, вивчали дію гербіциду Триатлон в нормах 30, 40, 50 г/га сумісно з регулятором росту рослин Емістим С в нормі 20 мл/га. Закладання дослідів виконували методом рендомізованих повторень. Повторність дослідів – триразова. Площа дослідних ділянок 100 м<sup>2</sup>, облікових – 80 м<sup>2</sup>. Обприскування рослин гербіцидом проводили у фазу повного куцїння пшениці озимої до виходу в трубку. Витрата робочого розчину – 300 л/га. Облік врожаю здійснювали шляхом суцільного збирання зерна у варіанті дослідів з подальшим його зважуванням. При оцінці якості насіння визначали: вміст білка в зерні пшениці озимої методом Барнштейна згідно з ДСТУ 4117, ГОСТ 10846 (арбітражний); вміст клейковини в зерні пшениці озимої – відмиванням тіста водою згідно з ДСТУ 4117, ДСТУ ISO 21415-1, ГОСТ 13586.1 (арбітражний) [28, 29].

**Основні результати дослідження.** Перспективним напрямком сучасного рослинництва є застосування гербіцидів із біологічно активними речовинами, що мають здатність інтегрувати фізіологічно функціонально пов'язані процеси метаболізму і тим самим визначати формування, морфогенез, розвиток і продуктивність рослин [30]. Результати сумісного застосування гербіцидів та регуляторів росту рослин у дослідях є цінним матеріалом для прогнозних, перспективних розрахунків за впливом на показники господарської діяльності сільськогосподарських підприємств. Це свідчить про потенційну можливість цього фактору у підвищенні продуктивності та валових зборів сільськогосподарських культур. Тому, одним із головних показників ефективності дії гербіцидів є їх вплив на формування урожайності і якості зерна, адже досліджувані препарати по-різному впливають на продуктивність вирощуваної культури.

У наших дослідях гербіцид Триатлон показав високу ефективність у захисті від бур'янів, що сприяло формуванню високого врожаю культури. Однак, урожай зерна пшениці озимої залежав від норми внесення препарату та сумісного застосування його з регулятором росту, а також від погодних умов, які склались в роки досліджень (табл. 1).

Таблиця 1 – Урожайність зерна пшениці озимої на тлі застосування гербіциду Триатлон та регулятора росту рослин, т/га

Варіант дослідів	2015 р.	2016 р.	2017 р.	Середнє	Прибавка врожаю, т/га
Контроль (без препаратів)	4,54	4,80	4,34	4,56	–
Емістим С 20 мл/га	4,74	5,00	4,64	4,80	0,24
Триатлон 30 г/га	4,59	4,83	4,50	4,64	0,08
Триатлон 40 г/га	4,78	5,05	4,70	4,84	0,28
Триатлон 50 г/га	4,64	4,90	4,55	4,70	0,14
Триатлон 30 г/га + Емістим С 20 мл/га	5,18	5,30	4,90	5,13	0,57
Триатлон 40 г/га + Емістим С 20 мл/га	5,35	5,56	5,12	5,34	0,78
Триатлон 50 г/га + Емістим С 20 мл/га	4,99	5,20	4,80	5,00	0,44
НІР <sub>05</sub>	0,72	0,65	0,69		

У загальному урожай зерна пшениці озимої у варіантах дослідів із застосуванням препаратів перевищував показники контролю без препаратів, та був вищим за урожайність у варіанті із застосуванням лише Емістиму С.

Необхідно відмітити, що із збільшенням норми внесення Триатлону до 50 г/га урожайність зерна озимої пшениці зменшувалась, як за внесення лише гербіциду, так і в баковій суміші з Емістимом С. Так, в середньому за роки досліджень за сумісного внесення Триатлону в нормі 30 г/га урожай становив 4,64, а з регулятором росту – 5,13 т/га, за норми внесення препарату 40 г/га відповідно – 4,84 і 5,34 т/га, тоді як за норми 50 г/га – 4,70 і 5,00 т/га. Зменшення урожайності зерна пшениці озимої при збільшенні норми внесення препарату можна пов'язати з пригнічуючою його дією на культуру, особливо в початковий період після внесення.

Залежно від норм внесення Триатлону у варіантах дослідів формувался різний приріст врожаю. Так за внесення в посівах пшениці озимої гербіциду Триатлон у нормах від 30 до 50 г/га приріст врожаю зерна до контролю складав відповідно від 0,08 до 0,28 т/га. При застосуванні лише регулятора росту Емістим С приріст врожаю складав 0,24 т/га, а за використання

бакової суміші – від 0,44 до 0,78 т/га. Як видно із даних таблиці 1, найбільшу прибавку врожаю було одержано за внесення 40 г/га Триатлону сумісно з регулятором росту Емістим С (20 мл/га). Аналізуючи дані урожайності озимої пшениці можна відмітити, що застосування гербіциду разом з Емістимом С дало можливість одержати більшу прибавку врожаю у розмірі 0,78 т/га, тоді як за внесення тільки Триатлону – 0,28 т/га.

Отже, найвищий урожай зерна пшениці озимої, в середньому за роки досліджень, було одержано у варіантах із застосуванням Триатлону у нормі 40 г/га, внесеного разом із Емістимом С, що складало 5,34 т/га, порівняно з контролем – 4,56 т/га. Отримані результати свідчать про високу ефективність бакової суміші в посівах пшениці озимої, та про позитивну дію цих препаратів на ростові процеси.

Головна мета за вирощування пшениці озимої як основної зернової продовольчої культури – одержання високого врожаю з високим вмістом у ньому білка і клейковини. Цінним є зерно, яке дає великий вихід борошна високої якості. З підвищенням вмісту якісних показників у зерні пшениці озимої поліпшується якість хліба. Хлібопекарська і висока харчова цінність зерна пшениці озимої залежить переважно від вмісту в ньому клейковини та її якості, яка утворює в тісті сітку (білковий каркас), у який уміщуються всі інші речовини, що входять до складу борошна [26]. Тому, поряд з урожайністю, важливе значення має якість зерна пшениці озимої. Нашими дослідженнями встановлено, що як і урожайність, вміст білка та клейковини в зерні залежав не лише від застосування різних норм гербіциду, рівня родючості, але й від погодних умов у період росту та розвитку рослин пшениці озимої (табл. 2, 3).

Загалом ми дійшли висновку, що досліджувані препарати позитивно впливають на показники якості зерна, зокрема, на вміст білка й клейковини. У роки проведення досліджень вміст білка в зерні пшениці озимої в досліді коливався в межах 12,6–14,2 %, а вміст клейковини – 23,8–28,0 %.

Таблиця 2 – Вміст білка в зерні пшениці озимої на тлі застосування гербіциду Триатлон та регулятора росту рослин, %

Варіант досліджу	2015 р.	2016 р.	2017 р.	Середнє	% до контролю
Контроль (без препаратів)	11,5	12,0	11,2	11,6	100,0
Емістим С 20 мл/га	12,6	12,9	12,2	12,6	108,6
Триатлон 30 г/га	13,3	13,6	13,0	13,3	114,7
Триатлон 40 г/га	13,8	14,0	13,4	13,7	118,1
Триатлон 50 г/га	13,0	13,4	12,8	13,1	112,9
Триатлон 30 г/га + Емістим С 20 мл/га	13,4	13,8	13,2	13,5	116,4
Триатлон 40 г/га + Емістим С 20 мл/га	14,1	14,5	13,9	14,2	122,4
Триатлон 50 г/га + Емістим С 20 мл/га	13,2	13,5	13,0	13,2	113,8
НІР <sub>05</sub>	1,7	1,4	1,5		

Якість зерна пшениці озимої значною мірою залежала від використаних препаратів. В середньому, за роки досліджень, у контрольному варіанті вміст білка пшениці озимої знаходився на рівні 11,6 %, тоді як за використання лише Емістиму С він підвищувався до 12,6 %, а у варіантах з Триатлоном він коливався від 13,1 до 13,7 %. Найвищий вміст білка в зерні пшениці озимої спостерігався за сумісного внесення Триатлону з Емістимом С і був у межах 13,2–14,2 %. Проте із збільшенням норми внесення гербіциду до 50 г/га, як окремо, так і разом, вміст білка зменшувався до 13,1 і 13,2 % відповідно, що, очевидно, пов'язано із пригніченням фізіологічних процесів в період наливу зерна.

Отже, високі показники вмісту білка (14,2 %) у посівах пшениці озимої спостерігались за внесення бакової суміші гербіциду (40 г/га) та регулятора росту (20 мл/га), що було більше контролю на 22,4 %.

Визначені закономірності у зміні вмісту клейковини в зерні пшениці озимої повторюють зміни вмісту білка (табл. 3).

Вміст клейковини у контрольному варіанті був на рівні 22,3 %, а залежно від норм внесеного гербіциду, як сумісно із регулятором росту, так і окремо коливався від 26,8 до 28,0 % і від 24 до 26,7 % відповідно. У варіанті, де застосовували лише регулятор росту цей показник складав 23,8 %.

Найвищий вміст клейковини в зерні пшениці озимої спостерігався за норми 40 г/га, внесеного сумісно з Емістимом С і складав відповідно 28,0 %, що було більше контролю на 25,6 %.

Таблиця 3 – Вміст клейковини в зерні пшениці озимої на тлі застосування гербіциду Триатлон та регулятора росту рослин, %

Варіант досліджу	2015 р.	2016 р.	2017 р.	Середнє	% до контролю
Контроль (без препаратів)	22,2	23,1	21,6	22,3	100,0
Емістим С 20 мл/га	23,8	24,7	22,9	23,8	106,7
Триатлон 30 г/га	25,7	26,6	25,1	25,8	115,7
Триатлон 40 г/га	26,6	27,5	26,0	26,7	119,7
Триатлон 50 г/га	24,2	25,3	23,4	24,3	109,0
Триатлон 30 г/га + Емістим С 20 мл/га	26,9	28,2	26,4	27,2	122,0
Триатлон 40 г/га + Емістим С 20 мл/га	28,0	29,0	27,0	28,0	125,6
Триатлон 50 г/га + Емістим С 20 мл/га	26,8	27,7	26,0	26,8	120,2
НІР <sub>05</sub>	2,8	2,5	2,4		

Отже, продуктивність озимої пшениці в досліді значною мірою залежала від застосування різних норм Триатлону внесеного як окремо, так і разом з Емістимом С. Найефективнішим було сумісне внесення Триатлону в нормі 40 г/га та Емістиму С (20 мл/га).

**Висновки.** Нашими дослідженнями встановлено, що як і урожайність, вміст білка та клейковини в зерні залежав не лише від застосування різних норм гербіциду, рівня родючості, але й від погодних умов у період росту та розвитку рослин пшениці озимої. А, отже, гербіциди, як фізіологічно активні речовини, здатні значно впливати на ростові процеси, що в свою чергу позначається на накопиченні біомаси рослинами пшениці озимої та формуванні урожайності і якості зерна. Однак, ступінь цих змін залежить від норм внесення препарату та сумісної його дії з рістрегулюючою речовиною. Позитивний вплив на підвищення продуктивності пшениці озимої справило внесення гербіциду Триатлон в оптимальній нормі (40 г/га) і регулятора росту Емістим С (20 мл/га) в порівнянні з іншими варіантами досліджу. Дані норми сумісного застосування гербіциду та регулятора росту сприяють зменшенню норми Триатлону. Бакова суміш Триатлону (40 г/га) і Емістиму С (20 мл/га) сприяла найвищій урожайності, яка була більша контролю на 17 %, та складала, в середньому за три роки – 5,34 т/га і також покращувала якісні показники зерна. Тому, вміст білка та клейковини в зерні пшениці озимої, в даній нормі, порівняно з контролем були більшими, в середньому, на 22,4 і 25,6 %, відповідно, та становили 14,2 і 28,0 %, а це сприяє зменшенню пестицидного навантаження на навколишнє середовище, і тим самим, біологізації вирощування пшениці озимої.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Цюцюра С. В., Цюцюра В. Д. Метрологія, основи вимірювань, стандартизація та сертифікація: навч. посібник. Київ: Знання, 2006. 242 с.
2. Afolabi O. E. Consumers' Inclination to Utilize Online Marketing Portals for Agricultural Purchases in Lagos, Nigeria. *Journal of Agricultural & Food Information*. 2016. Vol. 17(4), P. 290-299.
3. Ходаніцький В., Ходаніцька О. Формування продуктивності колоса в зернових. *Пропозиція*. 2017. № 4. С. 78-80.
4. Петюх Г. П., Патица В. П. Сучасні агротехнології в Україні: проблеми та перспективи. *Агроекологічний журнал*. 2005. № 1. С. 3–7.
5. Бондарчук А. Пріма надійно захищає посіви озимої пшениці. *Пропозиція*. 2002. № 4. С. 67.
6. Господаренко Г.М. Вплив гербіциду гродил на ефективність підживлення посівів азотними добривами. *Захист рослин*. 2000. № 6. С. 4.
7. Liubych V.V., Hospodarenko H.M., Poltoretskyi S.P. Quality features of spelt wheat grain. Saarbrücken, Germany LAP LAMBERT Academic Publishing. 2017. P. 108.
8. Івашенко О., Ермантраут Е., Бондарчук А. Гранстар на посівах пшениці озимої. *Пропозиція*. 2003. № 2. С.52–53.
9. Зубенко В., Бондарчук А. Ларен – відмінний помічник землероба. *Пропозиція*. 2003. № 2. С.54–55.
10. Ковалишина Г. Запорука доброго врожаю. *Захист рослин*. 2002. № 5. С. 6–7.
11. Лисенко А. Як зменшити забур'яненість посівів пшениці озимої за допомогою сучасних гербіцидів? *Пропозиція*. 2002. № 4. С. 59.
12. Abdel-Samie F.S. Integrate weed management in wheat. *Minufiya. J.Agric. Res*. 2001. Vol. 26(3). P. 619– 633.
13. Andrew H.C. Reade. *Herbicides and Plant Physiology*. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication. 2010. P. 277.
14. Hala Kandil, Ibrahim S.A. Influence of some selective herbicides on growth, yield and nutrients content of wheat (*Triticum astivum L.*) plants. *J. Basic. Appl.Sci.Res*. 2011. Vol. 1 (1). P. 201–207.

15. Doran J, Zeiss M. Soil health and sustainability managing the biotic component of soil quality. *Applied Soil Ecology*. 2000. Vol. 18. P. 479–487.
16. Arshad M., Frankenberger W. T. Jr. Microbiol production of plant growth regulators. *Soil Microbial Ecol. New York*, 1992. P. 307–347.
17. Розборська Л.В., Леонтюк І.Б., Голодрига О.В., Заболотний О.І. Продуктивність та економічна ефективність вирощування пшениці озимої залежно від застосування різних норм гербіциду в поєднанні з регулятором росту рослин: збірник наукових праць Уманського НУС. Умань: УНУС. 2016. Вип. 88. С. 67–76.
18. Розборська Л.В., Грицаєнко З.М., Голодрига О.В. Зміни біолого-фізіологічних показників у рослин пшениці озимої залежно від впливу гербіциду Лонтрім та регулятора росту. Збірник наукових праць Уманського НУС. Вип. 84. Умань, 2014. С. 77–83.
19. Lohrmann J., Harter K. Plant Two-Component Signalling Systems and the Role of Response Regulators. *Plant Physiol*. 2002. Vol. 128. P. 363-369.
20. Пономаренко С.П. Регулятори росту рослин на основі N-оксидів похідних піридину. Київ: Техніка, 1999. 272 с.
21. Шевченко А.О., Анішин Л.Д. Біостимулятори росту: новий крок. *Захист рослин*. 1997. №10. С. 20–21.
22. Lacko-Bartosova M., Redlova M. The significance of spelt wheat cultivated in ecological farming in the Slovak Republic. *Proceeding of conference Organic farming, Praha*, 2007. P. 79-81.
23. Lacko-Bartosova M., Otepka P. Evaluation of choosen yield components of spelt wheat cultivars. *J. Central Eur. Agric*. 2001. Vol. 2. P. 279-284.
24. Біологічний азот / Патики В. П. та ін. за ред. В. П. Патики. Київ: СВІТ, 2003. 422 с.
25. Биопрепараты азотфиксирующих бактерий: проблемы и перспективы применения / Шерстобоева Е. В. и др. *Мікробіол. журн*. 1997. Т.59, №4. С. 109–116.
26. Наукові доповіді НУБіП. Доступність інформації у сучасному світі. 2010. №4 (20). URL: <http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2010-4/10mmvccs.pdf>
27. Циганкова В.А., Пономаренко С.П., Блюм Я.Б. Молекулярно-генетичні механізми дії регуляторів росту рослин з біозахисними властивостями. *Вісник українського товариства генетиків і селекціонерів*. 2012. Т. 10. №1. С. 86-94.
28. Грицаєнко З.М., Грицаєнко А.О., Карпенко В.П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів: навч. пос. Київ: Нічлава, 2003. 320 с.
29. ДСТУ 3767-2010. Національний стандарт України. Пшениця. Технічні умови. Видання офіційне. Київ: Держспоживстандарт України, 2010. 14 с.
30. Ткаченко М.А. Ефективність агрохімічних факторів відтворення родючості елювіальних ґрунтів Лісостепу. *Матеріали Міжн. наук.-практ. конф.* Київ. 2014. С. 30-39.

#### REFERENCES

1. Tsyutsyupa, S. V., Tsyutsyupa, V. D., (2006). *Metrolohiya, osnovy vymiryuvan', standartyzatsiya ta sertyfikatsiya*. [Metrology, measurement bases, standardization and certification]. Kyiv, Knowledge, 242 p.
2. Afolabi, O. E. Consumers' Inclination to Utilize Online Marketing Portals for Agricultural Purchases in Lagos, Nigeria. *Journal of Agricultural & Food Information*. 2016, Vol. 17(4), pp. 290-299.
3. Khodanits'kiy, V., Khodanits'ka, O. Formuvannya produktivnosti kolosa v zernovikh [Formation of the inductivity of the shell in the grain]. *Propozytsiya [Proposal]*, 2017, no. 4, pp. 78-80.
4. Petyukh, H. P., Patyka, V. P. Suchasni ahrotekhnolohiyi v Ukrayini: problemy ta perspektyvy [Modern agrotechnologies in Ukraine: ppoblemi and prospectuses]. *Ahroekolohichnyy zhurnal [Agpioecological journal]*, 2005, no. 1, pp. 3–7.
5. Bondapchuk, A. Prima nadiyno zakhyschaye posivy ozymoyi pshenytsi [Ppima reliably protects crops of winter wheat]. *Propozytsiya [Proposal]*, 2002, no. 4, 67 p.
6. Hospodapenko, H.M. Vplyv hepbitsydu hpodyl na efektyvnist' pidzhyvlennya posiviv azotnymy dobryvamy [Influence of hepbicide gpodil on the efficiency of fertilization of crops by nitrogen dopives ]. *Zakhyst roslyn [Protection of plants]*, 2000, no. 6, 4 p.
7. Liubych, V.V., Hospodarenko, H.M., Poltoretskyi, S.P. Quality features of spelt wheat grain. Saarbrücken. Germany LAP LAMBERT Academic Publishing. 2017, 108 p.
8. Ivashchenko, O., Ermantpaut, E., Bondapchuk, A. Hpanstap na posivakh pshenytsi ozymoyi [Granstar on the seeds of winter wheat]. *Propozytsiya [Proposal]*, 2003, no. 2, pp. 52–53.
9. Zubenko, V., Bondapchuk, A. Lapen – vidminnyy pomichnyk zemleroba [Lauren – an excellent assistant to the Earthpot]. *Propozytsiya [Proposal]*, 2003, no. 2, pp. 54–55.
10. Kovalyshyna, H. Zaporuka dobroho vpozhayu [The key to a good harvest]. *Zakhyst roslyn [Protection of plants]*, 2002, no. 5, pp. 6–7.
11. Lysenko, A. Yak zmenshyty zaburyaneniist' posiviv pshenytsi ozymoyi za dopomohoyu suchasnykh hepbitsydiv? [How to reduce the overestimation of winter wheat crops using modern hepbysides?]. *Propozytsiya [Proposal]*, 2002, no. 4, 59 p.
12. Abdel-Samie F.S. Integrate weed man-agement in wheat. *Minufiya, J.Agric. Res*, 2001, 26(3), pp. 619–633.
13. Andrew, H.C. John, P.H. Reade. *Herbicides and Plant Physiology*. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication, 2010, 277 p.
14. Hala, Kandil, Ibrahim, S.A. Influence of some selective herbicides on growth, yield and nutrients content of wheat (*Triticum astivum L.*) plants. *J. Basic. Appl.Sci.Res*, 2011, Vol. 1 (1), pp. 201–207.
15. Doran, J., Zeiss, M., Soil health and sustainability managing the biotic component of soil quality. *Applied Soil Ecology*. 2000, Vol. 18, pp. 479–487.
16. Arshad, M., Jr. Frankenberger W. T. Microbiol production of plant growth regulators. *Soil Microbial Ecol. New York*. 1992, pp. 307–347.
17. Rozbors'ka, L.V., Leontyuk, Í.B., Golodriga, O.V., Zabolotniy, O.Í. Produktivnist' ta ekonomichna efektyvnist' vyroshhuvannja pshenytsi ozymoi' zalezno vid zastosuvannja riznyh norm gerbicydu v pojednanni z reguljatorom росту

roslyn [Productivity and economic efficiency of growing winter wheat depending on application of different norms of herbicide in combination with plant growth regulator]. *Sbornik nauchnykh trudov Umans'kogo NUS*. Uman', UNUS [Collection of scientific works of Uman Nursing. Uman, UNUS], 2016, Vol. 88, pp. 67-76.

18. Rozborska, L.V., Gritsaenko, Z.M., Golodryga, O.V. Zminy biologo-fiziologichnykh pokaznykiv u roslyn psheynicy ozymoi' zalezno vid vplyvu gerbicydu Lontrim ta reguljatora rostu [Changes in bio-physiological parameters in winter wheat plants, depending on the effect of Lontrim herbicide and growth regulator]. *Sbornik nauchnykh trudov Umans'kogo NUS*. Uman' [Collection of scientific works of Uman Nursing. Uman, UNUS], 2014, Vol. 84, pp. 77-83.

19. Lohrmann J., Harter K. Plant Two-Component Signalling Systems and the Role of Response Regulators. *Plant Physiol*, 2002, Vol. 128, pp. 363-369.

20. Ponomapenko, S.P., (1999). Reguljatory rostu roslyn na osnovi N-oksydiv pohidnyh pyrydynu [Regulators on the basis of N-oxides derivatives of pyridine]. Kyiv, Technique, 272 p.

21. Shevchenko, A.O. Anishyn, L.D. Biostymulatory postu: novyy krok [Biostimulators of growth: a new step]. *Zakhyst roslyn* [Protection of plants], 1997, no. 10, pp. 20-21.

22. Lacko-Bartosova, M., Redlova, M. The significance of spelt wheat cultivated in ecological farming in the Slovak Republic. *Proceeding of conference Organic farming, Praha, 2007*, pp. 79-81.

23. Lacko-Bartosova M., Otepka P. Evaluation of choosen yield components of spelt wheat cultivars. *J. Central Eur. Agric*, 2001, Vol. 2, pp. 279-284.

24. Patyka, V. P. (2003). *Biologichnyy azot* [Biological nitrogen]. Kyiv, SVIT, 422 p.

25. Sherstoboeva, E. V. Biopreparaty azotfiksirujushhih bakterij: problemy i perspektivy primenenija [Biopreparats of nitrogen-fixing bacteria: problems and prospects of application]. *Mykrobiol. zhurn.* [Mikrobiol. magazine], 1997, Vol. 59, no. 4, pp. 109-116.

26. Naukovi dopovidi NUBiP. Dostupnist' informatsiyi u suchasnomu sviti [Scientific reports of NULES. Availability of information in the modern world], 2010, no. 4(20). Retrieved from: <http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2010-4/10mmvccs.pdf>

27. Tsigankova, V.A., Ponomapenko, S.P., Blyum, YA.B. Molekulyarno-genetichni mekhanizmi dii reguljatoriv rostu roslyn z biozakhisnimi vlastivostyami [Molecular genetic mechanisms of action of regulators of plant growth with bio-protective properties]. *Visnik ukraïns'kogo tovařtva genetiki i selektsioneriv* [Bulletin of the Ukrainian Society of Genetics and Breeders], 2012, Vol. 10, no. 1, pp. 86-94.

28. Gritsaenko, Z.M., Gritsaenko, A.O., Karpenko, V.P. (2003). *Metodi biologichnikh ta agrokhimichnikh doslidzen' roslyn i gruntiv* [Methods of biological and agrochemical research of plants and soil]. Kyiv, Níchlava, 320 p.

29. DSTU 3767-2010. Natsional'nyy standart Ukrayiny. Pshenytsya. Tekhnichni umovy [National standard of Ukraine. Wheat. Specifications]. Kyiv, 2010, 14 p.

30. Tkachenko, M.A. Efektyvnist' ahrokhimichnykh faktoriv vidtvorennya rodyuchosti elyuvial'nykh gruntiv Lisostepu [Efficiency of agrochemical factors of fertility reproduction of eluvial grasslands of the Forest-steppe]. *Matepialy Mizhn. nauk.-ppakt. konf.* [Materials of the International Scientific and Practical Conference], Kyiv, 2014, pp. 30-39.

#### **Продуктивность пшеницы озимой на фоне применения гербицида Триатлон и регулятора роста Емистим С Л.В. Розборская, О.В. Голодрига, А.И. Заболотный, И.Б. Леонтьук**

Современное растениеводство невозможно без использования удобрений, регуляторов роста, средств контролирующей численность сорняков. В то же время, не всегда оправданным и научно обоснованным есть интенсивное применение в растениеводстве пестицидов и агрохимикатов, поскольку это сопровождается загрязнением окружающей среды и снижением плодородия почв. Поэтому, актуальной проблемой современного сельскохозяйственного производства есть разработка технологий, которые повышают урожайность культур и в то же время являются экологически безопасными для окружающей среды и здоровья человека. Главная цель выращивания пшеницы озимой, как основной зерновой продовольственной культуры – получение высокого урожая с высоким содержанием в нем белка и клейковины. Приведены результаты трехлетних исследований совместного действия различных норм гербицида Триатлон от 30 до 50 г/га с Емистимом С в норме 20 мл/га на урожайность и качество зерна пшеницы озимой сорта Миссия Одесская в условиях Правобережной Лесостепи Украины. Установлено позитивное влияние совместного применения гербицида Триатлон в оптимальной норме (40 г/га) и регулятора роста Емистим С (20 мл/га) на повышение продуктивности пшеницы озимой. Баковая смесь обеспечила наивысшую урожайность, которая была больше контроля на 17 %, и улучшение качества зерна пшеницы озимой. Содержание белка и клейковины в зернах, в сравнении с контролем, были больше, соответственно, на 22,4 и 25,6 %.

**Ключевые слова:** продуктивность, урожайность, качество, гербицид, Триатлон, регулятор роста растений, Емистим С, содержание белка в зернах, содержание клейковины в зернах, пшеница озимая, сорт Миссия Одесская.

#### **Productivity of winter wheat after application of “Tryatlon” herbicide and “Emistym C” growth regulator L. Rozborska, O. Holodryha, O. Zabolotnyi, I. Leontiuk**

Unfortunately, no sufficient attention is paid to the problem of production quality, implementation of agricultural works, standardization, metrology and certification, and this, in its own right, has a significant impact on social-and-economic results of the development of Ukraine. Modern plant growing can not be carried out without using fertilizers, growth regulators, weed control preparations. At the same time, intensive application of pesticides and agrochemicals in plant growing is not always justifiable and scientifically proved since it is accompanied by environmental pollution and soil fertility decrease. Therefore, the development of technologies increasing yielding capacity of crops which are environmentally friendly for the environment and human health is a current problem of modern agricultural production.

Therefore, it updates the need for a comprehensive study of this issue in the relevant branch which will allow suggesting the ways for improving environmentally friendly products growing in crop production and increase of winter wheat productivity.

The effect of "Tryatlon" herbicide in the rate of 30, 40, 50 g/ha together with "Emistym C" plant growth regulator in the rate of 20 ml/ha for the purpose of formation of ecologically balanced production, improvement of plant nutrition and their protection was studied in the field and laboratorial researches during 2015-2017.

In our experiments, studied preparation showed a high efficiency in weed control which contributed to the formation of high crop yield. However, winter wheat yield depended on the rate of preparation application and its combined use with the growth regulator, as well as the weather conditions occurred during the years of research.

It should be noted that yielding capacity of winter wheat decreased along with increasing the rate of "Tryatlon" up to 50 g/ha both under applying the herbicide alone, and in a tank mixture with "Emistym C". It can be concluded that the use of herbicide together with "Emistym C" gave the opportunity to receive a greater increase in yield up to 7.8 cwt/ha than applying only "Tryatlon" (up to 2.8 cwt/ha) while analyzing data on yielding capacity of winter wheat.

Thus, in average for the research years, the highest yield of winter wheat was received in variants with the use of "Tryatlon" with rate of 40 g/ha applied together with "Emistym C" which was 53.4 cwt/ha in comparison with the control variant – 45.6 cwt/ha which indicated about a high efficiency of a tank mixture in winter wheat crops and about a positive effect on growing processes.

The main purpose for winter wheat growing as the main grain food crop is to get a good yield with a high content of protein and gluten in it. Therefore, the grain quality of winter wheat has a great importance equally with yielding capacity.

In general, we can conclude that the variants had a positive effect on the grain quality, in particular, on the content of protein and gluten in the process of studying all the variants used in the experiments. During the research period, protein content of winter wheat ranged within 12.6-14.2 % and the content of gluten was 23.8-28.0 %.

The quality of winter wheat significantly depended on used preparation which consisted of various variants and rates of "Tryatlon" herbicide. In average, during the researches, protein content of winter wheat was 11.6 % in the control variant, while it increased up to 12.6 % with using only "Emistym C", and it was 13.1-13.7 % in the variants with "Tryatlon". The highest protein content in winter wheat was observed with combined application of "Tryatlon" with "Emistym C" and it was within 13.2-14.2 %. However, content of protein decreased to 13.1 and 13.2 % respectively while increasing the rate of applied herbicide to 50 g/ha separately and together, which was obviously due to the suppression of physiological processes in the period of grain ripen.

The regularities determined in gluten content change in winter wheat grain repeated the changes in protein content.

Thus, content of gluten in the control variant was 22.3 %, it varied from 26.8 to 28.0 % and from 24 to 26.7 % respectively depending on the amount of applied herbicide, both together with plant growth regulator and separately. This figure was 23.8 % in the variant where only growth regulator was used. The highest content of gluten in winter wheat grain was observed at the rate of 40 g/ha used together with "Emistym C" and it was 28.0 % which was greater than the control variant by 25.6 %

Consequently, positive influence on the increase in productivity of winter wheat was made by application of "Tryatlon" herbicide in the optimum rate (40 g/ha) and "Emistym C" growth regulator (20 ml/ha) in comparison with other variants of the experiment. The tank mixture of "Tryatlon" (40g/ha) and "Emistym C" (20 ml/ha) facilitated to the highest yield which was greater than the control variant by 17 % and was 53.4 ctw/ha on average for three years and improved the quality of grain. Content of protein and gluten in winter wheat grain was higher on average by 22.4 and 25.6 % that was 14.2 and 28.0 % respectively in comparison with the control variant.

**Key words:** productivity, yielding capacity, quality, herbicide, "Tryatlon", plant growth regulator, "Emistym C", content of protein in grain, content of gluten in grain, winter wheat, "Misia Odeska" sort.

*Надійшла 10.04.2018 р.*

## УДК 631.17:631.81

**СЕНДЕЦЬКИЙ В. М.**, канд. с.-г. наук

*Подільський державний аграрно-технічний університет*

vermos2011@ukr.net

### **ВПЛИВ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ НА ФОТОСИНТЕТИЧНУ І НАСІННЄВУ ПРОДУКТИВНІСТЬ ПОСІВІВ СОНЯШНИКУ**

Висвітлено результати досліджень впливу регуляторів росту «Вермимаг» і «Вермийодіс» за передпосівної обробки насіння та обприскування посівів соняшнику гібридів НК Брію і НК Роккі на фотосинтетичну та насіннєву продуктивність посівів.

Дослідження виконано впродовж 2013-2016 років. Ґрунт на дослідній ділянці дерновий, опідзолений середньо-суглинковий. Висівали насіння нормою 70 тис./га схожих насінин. Загальна площа ділянки 70 м<sup>2</sup>, облікова – 50 м<sup>2</sup>. Розміщення ділянок систематичне за чотириразового повторення. Дослідження виконано відповідно до існуючих загальноприйнятих методик.

Встановлено, що регулятори росту Вермимаг і Вермийодіс впливали на величину листкової поверхні і фотосинтетичну активність агроценозу соняшнику досліджуваних гібридів і продуктивність культури. Найвищі темпи приросту листкової поверхні 54,8 тис. м<sup>2</sup>/га, або на 14,7 тис. м<sup>2</sup>/га більше контролю, у фазу цвітіння встановлено за передпосівної обробки насіння гібрида НК Брію регулятором росту Вермийодіс у дозі 4 л/т та обприскування рослин

під час вегетації цим же препаратом дворазово по 4 л/га. На цьому варіанті спостерігалось найбільше нагромадження сухих речовин – 8,98 т/га, що на 1,54 т/га більше контролю і фотосинтетичний потенціал посівів становив 2,840 млн м<sup>2</sup>/га діб, або на 0,662 млн м<sup>2</sup>/га діб більше порівняно з контролем.

Дослідженнями встановлено, що в середньому за 4 роки кращі результати спостерігались у соняшнику гібрида НК Бріо: на варіантах за сумісного застосування передпосівної обробки насіння та одноразового обприскування регулятором росту Вермийодіс врожайність на 9,7-12,6 %, за дворазового обприскування на 14,2-16,4 % була вищою порівняно до контролю.

**Ключові слова:** соняшник, гібриди, регулятори росту Вермимаг, Вермийодіс, фотосинтез, урожайність.

**Постановка проблеми.** Соняшник належить до трійки найбільш вирощуваних у світі олійних культур. Україна займає третину світового ринку і зібравши в 2016 році 13,8 млн тонн цієї культури суттєво випередила найближчих конкурентів – Росію (10,9 млн тонн), Аргентину (3,4 млн тонн), Китай (2,8 млн тонн) [1].

Не зважаючи на значне розширення посівних площ і високий рівень рентабельності спостерігається зменшення врожайності соняшнику до 1,9-2,3 т/га, водночас сучасні сорти і гібриди соняшнику, які занесені до Державного реєстру рослин мають потенційну врожайність 3,5-5,5 т/га, тобто можливості цієї культури використовуються лише на 30-50 % [2, 3].

Серед ефективних і малозатратних заходів збільшення продуктивності соняшнику є застосування в технології його вирощування регуляторів росту. Однак, стримуючим фактором підвищення врожайності є недостатнє вивчення особливостей впливу регуляторів росту на формування фотосинтетичної і насінневої продуктивності соняшнику під час вирощування. Наукове і практичне значення має дослідження впливу таких технологічних прийомів, як застосування регуляторів росту рослин на площу листової поверхні й показники фотосинтетичної діяльності посівів. Регулювання елементів технології дасть змогу рослинам більш повно використовувати енергію сонця, що сприятиме підвищенню рівня продуктивності [4, 5, 6].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** В економічно розвинутих країнах розширюються обсяги впровадження в сільськогосподарське виробництво регуляторів росту різного походження [7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14]. Аналогічно розвивається цей напрям і в Україні [15, 16, 17, 18].

Ефективність регуляторів росту рослин за різних способів застосування на ріст, розвиток і урожайність сільськогосподарських культур висвітлено в працях І.П. Мельника, С.П. Пономаренка, О.А. Єременка, І.І. Клименка, Ю.С. Огурцова, Ю.І. Буряка та ін.

Пономаренко С.П. вважає, що вплив біостимуляторів на зростання продуктивності посівів пов'язаний з тим, що вони інтенсифікують життєдіяльність клітин рослинних організмів, підвищують проникність міжклітинних мембран та прискорюють в них біохімічні процеси, що приводить до посилення процесів живлення, дихання та фотосинтезу. Завдяки цим препаратам, підвищується стійкість посівів до несприятливих погодних умов та до ураження їх шкідниками і хворобами. В цілому, під впливом біостимуляторів повніше реалізується генетичний потенціал рослин створений природою та селекційною роботою [19].

Огурцов Ю.С. стверджує, що дослідженнями більш ніж 30-ти науково-дослідних установ виявлено широку позитивну дію регуляторів росту рослин. Нові регулятори росту вітчизняного виробництва за своєю ефективністю відповідають кращим світовим препаратам, а за технологічними показниками і рівнем вартості мають значні переваги. Позитивний спектр дії регуляторів росту рослин дуже широкий, насамперед це регуляція ростових і репродуктивних процесів рослин на різних етапах онтогенезу, підвищення урожайності, покращення якості зерна, посилення стійкості рослин до несприятливих факторів середовища, нівелювання пестицидного навантаження. Так, створивши захисну оболонку насіння шляхом передпосівної обробки регуляторами росту рослин, забезпечуються більш сприятливі умови для початкового росту рослини – підвищення енергії проростання і польової схожості, сили початкового росту, ефективний захист від шкочинних факторів. Не менш важливим є вплив рістрегулюючих препаратів і протягом вегетації рослин – в період формування листового апарату та репродуктивних органів. Вчасне застосування визначених заходів дозволяє підвищити кількість і якість одержаної продукції [20].

Клименко І. І. дослідив, що використання регуляторів росту рослин та мікродобрив в насінництві гібридного соняшнику є економічно виправдане і вигідне, оскільки вартість одержаних надбавок насіння батьківських ліній та гібридів соняшнику набагато перевищує вартість препаратів і витрати на обробки, особливо коли регулятори росту застосовують одночасно з протру-

юванням насіння або обприскуванням рослин гербіцидами, та має стати важливим елементом сучасних технологій вирощування високоякісного насіння соняшнику [21].

Буряк Ю.І. підтверджує, що підвищення продуктивності насіння ліній соняшнику, за рахунок використання регуляторів росту рослин та мікродобрив, є набагато вигіднішим, порівняно з вирощуванням товарного насіння, через високу його вартість і, як результат, дозволяє отримати набагато більший додатковий прибуток. Крім цього, підвищення урожайності насіння ліній соняшнику дозволяє прискорити впровадження у виробництво нових гібридів соняшнику [22].

На сьогодні в «Державному реєстрі пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні» зареєстровано понад 50 регуляторів і рідких органічних добрив із рістстимулюючими речовинами, виготовленими на гуміновій основі [23]. Серед них – комплексні гумінові біопрепарати Вермимаг і Вермийодіс виробництва ПП «Біоконверсія» [24]. Однак, в умовах Лісостепу Західного дослідження із вивчення впливу регуляторів росту рослин Вермимаг і Вермийодіс на фотосинтетичну та насінневу продуктивність посіву соняшнику виконано недостатньо. Тому вивчення впливу цих препаратів на фотосинтетичну та насінневу продуктивність соняшнику за передпосівного оброблення насіння та обприскування рослин під час вегетації є актуальним.

**Мета дослідження** – вивчити вплив передпосівної обробки насіння та одно- і дворазового обприскування посівів соняшнику регуляторами росту Вермимаг і Вермийодіс на фотосинтетичну і насінневу продуктивність соняшнику в умовах Західного Лісостепу.

**Методика дослідження.** Дослідження виконано впродовж 2013-2016 років на дослідному полі філіалу кафедри рослинництва, селекції та насінництва Подільського державного аграрно-технічного університету в ПФ «Богдан і К» Снятинського району Івано-Франківської області, яке знаходиться в західній частині Лісостепу. Ґрунт на дослідній ділянці дерновий, опідзолений середньосуглинковий. Орний шар характеризується такими агрохімічними показниками: уміст лужногідролізованого азоту – 67-76 мг/кг (за Корнфілдом); рухомого фосфору – 118-124 мг/кг; обмінного калію – 108-113 мг/кг (за Чиріковим); рН сол. – 4,54-5,20 (потенціометричним методом); вміст гумусу – 3,05-3,39 % (за Тюрнімом). Погодні умови в роки дослідження відрізнялись між собою, що дало змогу оцінити вплив регуляторів росту на ріст й розвиток рослин соняшнику.

У досліді вивчали вплив передпосівної обробки насіння та одно-дворазового (перший раз у фазу 3-5 листочків, другий раз у фазу 7-12 листочків) обприскування рослин під час вегетації регуляторами росту Вермимаг і Вермийодіс на величину листової поверхні і продуктивність рослин соняшнику гібридів НК Бріо (середньостиглий, оригінатор – Syngenta (Франція) та НК Роккі (ранньостиглий, оригінатор – Syngenta (Франція)).

Показники продуктивності посівів визначали за методиками А. А. Ничипоровича:

1. Площу листків визначали шляхом вимірювання довжини і ширини листків та множення на коефіцієнт 0,74.

2. Чисту продуктивність фотосинтезу визначали за формулою:

$$\text{ЧПФ} = \frac{V_n - V_1}{(L_1 + L_2 + L_n : n) \times T},$$

де  $V_1$  та  $V_n$  – суха маса рослин на  $1 \text{ м}^2$  на початку та в кінці періоду, г;

$L_1, L_2$  – показники площі листя ( $\text{м}^2$ ) за відбору проб і в кінці ( $L_n$ ) періоду;

$n$  – кількість разів відбору проб;

$T$  – кількість діб між першим і останнім відбором проб.

Висівали насіння гібридів НК Бріо і НК Роккі нормою 70 тис./га схожих насінин. Загальна площа ділянки  $70 \text{ м}^2$ , облікова –  $50 \text{ м}^2$ . Розміщення ділянок систематичне за чотириразового повторення.

Для визначення насінневої продуктивності врожай збирали у фазу повної стиглості соняшнику комбайном «Samro-500». Насіння по кожній ділянці підсушували до стандартної вологості, зважували, відбирали з нього проби на чистоту, вологість та для визначення якісних показників. Урожайність насіння розраховували на 12 % вологість та 100 % чистоту; масу 1000 насінин визначали за ДСТУ 2240-93, вологість насіння – за ДСТУ 4811:2007.

Агротехніка вирощування культури загальноприйнята для умов Лісостепу Західного. Дослідження виконано відповідно до існуючих загальноприйнятих методик [25, 26, 27, 28].

**Основні результати дослідження.** Для формування високого врожаю сільськогосподарських рослин необхідна висока інтенсивність накопичення сухої речовини, яка залежить від величини листової поверхні. Потужність асиміляційного апарату і тривалість його роботи є ви-

рішальним фактором продуктивності фотосинтезу, який відображає кількісні та якісні показники врожаю. Фотосинтез – це найважливіший біохімічний процес життєдіяльності рослин, в результаті якого вони засвоюють енергію сонячної радіації і з її допомогою з неорганічних речовин синтезують органічні речовини.

Мінеральне та водне живлення рослин необхідні та ефективні в тій мірі, в якій вони забезпечують фотосинтез і використання його продуктів в процесі росту, розвитку, органотворення, накопичення пластичних речовин, формування врожаїв, а тому, аналізуючи сучасні публікації, можна зробити висновок, що регулятори росту мають безпосередній вплив на інтенсивність фотосинтезу, створюючи тим самим передумови для прискорення росту, розвитку та збільшення врожаю [29, 30].

На основі чотирирічного дослідження нами встановлено, що регулятори росту рослин Вермимаг, Вермийодіс впливали на величину листової поверхні і фотосинтетичну активність агроценозу соняшнику і продуктивність культури.

Регулятори росту Вермимаг та Вермийодіс за застосування передпосівної обробки насіння та обприскування рослин соняшнику гібридів НК Бріо та НК Роккі значно впливали на зростання листової площі рослин (табл. 1).

За результатами досліджень встановлено, що сумісне застосування регуляторів росту Вермимаг та Вермийодіс за передпосівної обробки насіння соняшнику гібридів НК Бріо та НК Роккі за одноразового та дворазового обприскування рослин під час вегетації забезпечило у фазу цвітіння приріст листової поверхні рослин на 12,1-14,7 тис. м<sup>2</sup>/га у гібрида НК Бріо і на 11,5-13,7 тис. м<sup>2</sup>/га у гібрида НК Роккі.

Найвищі показники листової поверхні рослин соняшнику гібрида НК Бріо (51,8 тис. м<sup>2</sup>/га) у фазу цвітіння були у варіанті передпосівної обробки насіння регулятором росту Вермийодіс (4 л/т) та дворазового обприскування рослин під час вегетації регулятором росту Вермийодіс в дозі по 4 л/га.

Таблиця 1 – Площа листової поверхні рослин соняшнику гібрида НК Бріо та НК Роккі за сумісного застосування передпосівної обробки насіння та обприскування рослин під час вегетації регуляторами росту (сер. 2013-2016 рр.) тис. м<sup>2</sup>/га

Варіант	Фаза росту		
	формування кошиків	цвітіння	дозрівання
НК Бріо			
Контроль	26,3	40,1	21,2
Вермимаг 6 л/т + одноразово Вермимаг 5 л/га	28,4	52,2	23,4
Вермимаг 6 л/т + одноразово Вермимаг 6 л/га	28,8	52,6	23,8
Вермийодіс 4 л/т + одноразово Вермийодіс 3 л/га	29,1	52,8	24,1
Вермийодіс 4 л/т + одноразово Вермийодіс 4 л/га	29,3	53,0	24,3
Вермимаг 6 л/т + дворазово Вермимаг 5 л/га	29,7	54,1	24,8
Вермимаг 6 л/т + дворазово Вермимаг 6 л/га	29,3	54,8	24,4
Вермийодіс 4 л/т + дворазово Вермийодіс 3 л/га	29,1	54,0	24,2
Вермийодіс 4 л/т + дворазово Вермийодіс 4 л/га	29,8	54,8	24,9
НІР <sub>05</sub>	1,4	2,5	1,2
НК Роккі			
Контроль	24,6	38,7	19,8
Вермимаг 6 л/т + одноразово Вермимаг 5 л/га	27,5	50,2	22,6
Вермимаг 6 л/т + одноразово Вермимаг 6 л/га	27,8	50,6	22,9
Вермийодіс 4 л/т + одноразово Вермийодіс 3 л/га	28,2	51,2	23,1
Вермийодіс 4 л/т + одноразово Вермийодіс 4 л/га	28,5	51,8	23,4
Вермимаг 6 л/т + дворазово Вермимаг 5 л/га	28,9	52,4	23,8
Вермимаг 6 л/т + дворазово Вермимаг 6 л/га	29,1	52,8	24,0
Вермийодіс 4 л/т + дворазово Вермийодіс 3 л/га	29,4	53,1	24,3
Вермийодіс 4 л/т + дворазово Вермийодіс 4 л/га	29,7	53,7	24,6
НІР <sub>05</sub>	1,3	2,4	1,1

У фазу дозрівання насіння соняшнику площа листової поверхні, як однієї рослини, так і посіву, зменшилась внаслідок підсихання листків у нижніх ярусах. Так, в середньому, у досліджуваних гібридів соняшнику площа листової поверхні посіву, порівняно з фазою цвітіння, зменшилась на 13,1-19,0 %.

Необхідно зазначити, що зменшення площі асиміляційної поверхні на варіантах, де проводили застосування регуляторів росту, порівняно з контролем, було значно менше, що свідчить про тривалішу активну фотосинтетичну діяльність листкового апарату і збільшення коефіцієнта фотосинтетичної активної радіації, що головним чином визначає величину врожаю.

Проаналізувавши динаміку формування площі асиміляційної поверхні гібридів сояшнику НК Бріо та НК Роккі, можна зробити висновок, що формування асиміляційного апарату у перший період вегетації відбувається повільно: протягом першого місяця після появи сходів утворюється лише 6-9 % листкової поверхні до максимальної. Надалі цей процес прискорюється і протягом наступних 30 днів утворюється близько 80 % листкової поверхні. Максимальна площа листків формується на 70-80-й день після появи сходів (на час фази цвітіння). Після цього спостерігається поступове зменшення площі листкової поверхні.

Проведеними дослідженнями встановлено, що регулятори росту рослин, за передпосівної обробки насіння сояшнику досліджуваних гібридів, як за одноразового так і дворазового обприскування рослин сояшнику під час вегетації, впливали на формування фотосинтетичного потенціалу та чистої продуктивності фотосинтезу посівів сояшнику. Аналіз результатів досліджень з вивчення впливу регуляторів росту Вермимаг та Вермийодіс за сумісного застосування передпосівної обробки насіння та одно- і дворазового обприскування рослин сояшнику гібридів НК Бріо та НК Роккі на показники продуктивності фотосинтезу наведені в таблиці 2.

Таблиця 2 – Показники продуктивності фотосинтезу посівів сояшнику гібридів НК Бріо та НК Роккі за сумісного застосування передпосівної обробки насіння та обприскування рослин під час вегетації регуляторами росту Вермимаг та Вермийодіс (2013-2016 рр.)

Варіант	Фотосинтетичний потенціал посівів у фазу сходи–воскова стиглість, млн м <sup>2</sup> /га діб	Чиста продуктивність фотосинтезу у фазу цвітіння, г/м <sup>2</sup> за добу
НК Бріо		
Контроль	2,196	6,6
Вермимаг 6 л/т + одноразово Вермимаг 5 л/га	2,585	7,8
Вермимаг 6 л/т + одноразово Вермимаг 6 л/га	2,672	8,2
Вермийодіс 4 л/т + одноразово Вермийодіс 3 л/га	2,613	7,9
Вермийодіс 4 л/т + одноразово Вермийодіс 4 л/га	2,687	8,3
Вермимаг 6 л/т + дворазово Вермимаг 5 л/га	2,705	8,4
Вермимаг 6 л/т + дворазово Вермимаг 6 л/га	2,838	8,5
Вермийодіс 4 л/т + дворазово Вермийодіс 3 л/га	2,712	8,4
Вермийодіс 4 л/т + дворазово Вермийодіс 4 л/га	2,874	8,6
НК Роккі		
Контроль	2,103	6,4
Вермимаг 6 л/т + одноразово Вермимаг 5 л/га	2,576	7,9
Вермимаг 6 л/т + одноразово Вермимаг 6 л/га	2,605	8,0
Вермийодіс 4 л/т + одноразово Вермийодіс 3 л/га	2,588	7,9
Вермийодіс 4 л/т + одноразово Вермийодіс 4 л/га	2,613	8,0
Вермимаг 6 л/т + дворазово Вермимаг 5 л/га	2,738	8,1
Вермимаг 6 л/т + дворазово Вермимаг 6 л/га	2,792	8,4
Вермийодіс 4 л/т + дворазово Вермийодіс 3 л/га	2,746	8,2
Вермийодіс 4 л/т + дворазово Вермийодіс 4 л/га	2,820	8,5

Результати досліджень показали, що за сумісного застосування передпосівної обробки насіння та одно- і дворазового обприскування рослин досліджуваних гібридів сояшнику регуляторами росту і розвитку рослин збільшувався приріст фотосинтетичного потенціалу посівів сояшнику гібрида НК Бріо у фазу сходи–воскова стиглість 0,389-0,678 млн м<sup>2</sup>/га діб, у гібрида НК Роккі – 0,473-0,717 млн м<sup>2</sup>/га діб порівняно з контролем.

На цих варіантах чиста продуктивність зростає у фазу цвітіння у гібрида НК Бріо на 1,2-2,0 г/м<sup>2</sup> за добу, у гібрида НК Роккі – на 1,5-2,1 г/м<sup>2</sup> за добу порівняно з контролем.

Найкращі ці показники були на варіанті, де проводили передпосівну обробку насіння сояшнику гібрида НК Бріо регулятором росту Вермийодіс у дозі 4 л/т та дворазове обприскування регулятором росту цим же препаратом по 4 л/га.

Отже, проведенними дослідженнями встановлено, що регулятори росту рослин Вермимаг та Вермийодіс, при застосуванні передпосівної обробки насіння сояшнику досліджуваних гібри-

дів, як за одноразового так і дворазового обприскування рослин сояшнику під час вегетації, впливали на формування фотосинтетичного потенціалу та чистої продуктивності фотосинтезу посівів сояшнику.

Накопичення сухої речовини рослиною є також важливим показником формування продуктивності посівів, оскільки трансформація її складових в період дозрівання формує кількість і якість зерна сояшнику, тому визначення кількості утворення сухої речовини викликає інтерес з погляду оцінки формування урожайності впродовж періоду вегетації.

Досліджено, що сумісне застосування регуляторів росту Вермиаг, Вермийодіс за передпосівної обробки насіння та одно- і дворазового обприскування рослин досліджуваних гібридів сояшнику сприяло нагромадженню сухих речовин у всіх варіантах досліду. Так, за передпосівної обробки насіння регулятором росту Вермийодіс (4 л/т) та дворазового обприскування рослин під час вегетації регулятором росту Вермийодіс по 4 л/га у фазу цвітіння рослин сояшнику гібрида НК Бріо приріст нагромадження сухих речовин був на 1,53 т/га більшим до контролю, у фазу дозрівання – на 1,19 т/га, у гібрида НК Роккі відповідно – на 1,17 та 0,90 т/га більше порівняно з контролем.

Результатами дослідження встановлено, що в середньому за 2013-2016 роки у варіантах при застосуванні передпосівної обробки насіння і одноразового обприскування рослин сояшнику гібрида НР Бріо регуляторами росту Вермиаг та Вермийодіс врожайність була на 9,7-12,6 %, за дворазового обприскування – відповідно, на 14,2-16,4 % вищою порівняно до контролю (табл. 3).

Таблиця 3 – Врожайність сояшнику гібрида НК Бріо за сумісного застосування передпосівної обробки насіння та обприскування рослин під час вегетації регуляторами росту (2013-2016 рр.) т/га

Варіант	Роки				Середнє	± до контролю	%
	2013	2014	2015	2016			
Контроль	3,28	2,98	3,09	3,37	3,18	-	-
Вермиаг 6 л/т + одноразово Вермиаг 5 л/га	3,55	3,24	3,41	3,76	3,49	0,31	9,7
Вермиаг 6 л/т + одноразово Вермиаг 6 л/га	3,63	3,28	3,51	3,82	3,56	0,38	11,9
Вермийодіс 4 л/т + одноразово Вермийодіс 3 л/га	3,59	3,26	3,43	3,80	3,52	0,34	10,6
Вермийодіс 4 л/т + одноразово Вермийодіс 4 л/га	3,68	3,30	3,50	3,84	3,58	0,40	12,6
Вермиаг 6 л/т + дворазово Вермиаг 5 л/га	3,74	3,34	3,54	3,90	3,63	0,45	14,2
Вермиаг 6 л/т + дворазово Вермиаг 6 л/га	3,82	3,38	3,56	3,92	3,67	0,49	15,4
Вермийодіс 4 л/т + дворазово Вермийодіс 3 л/га	3,78	3,36	3,51	3,95	3,65	0,47	14,8
Вермийодіс 4 л/т + дворазово Вермийодіс 4 л/га	3,85	3,40	3,53	4,02	3,70	0,52	16,4
НР <sub>05</sub>	0,22	0,19	0,24	0,25	0,22		

Так, у варіанті, де насіння обробляли препаратом Вермийодіс – 4 л/т та двічі обприскували ним рослини сояшнику у дозі по 4 л/га: перший раз у фазу 3-5 листочків, другий раз у фазу 7-12 листочків у середньому за роки дослідження врожайність становила 3,7 т/га, що на 0,52 т/га більше порівняно до контролю і на 38 % більше порівняно з варіантом з одноразовим обприскуванням.

Найбільшу врожайність отримано 2016 року – 4,02 т/га, або на 0,65 т/га більше порівняно до контролю, а найменшу – у середньому 3,53-3,40 т/га у менш сприятливі за кліматичними умовами 2014-2015 роки (табл. 4).

Таблиця 4 – Врожайність сояшнику гібрида НК Роккі за сумісного застосування передпосівної обробки насіння та обприскування рослин під час вегетації регуляторами росту (2013-2016 рр.) т/га

Варіант	Роки				Середнє	± до контролю	%
	2013	2014	2015	2016			
Контроль	3,12	2,92	3,04	3,30	3,10	-	-
Вермиаг 6 л/т + одноразово Вермиаг 5 л/га	3,41	3,14	3,32	3,68	3,39	0,29	9,4
Вермиаг 6 л/т + одноразово Вермиаг 6 л/га	3,45	3,25	3,36	3,77	3,46	0,36	11,6
Вермийодіс 4 л/т + одноразово Вермийодіс 3 л/га	3,43	3,21	3,30	3,70	3,41	0,31	10,0
Вермийодіс 4 л/т + одноразово Вермийодіс 4 л/га	3,48	3,26	3,37	3,79	3,48	0,38	12,3
Вермиаг 6 л/т + дворазово Вермиаг 5 л/га	3,59	3,30	3,42	3,85	3,54	0,44	14,2
Вермиаг 6 л/т + дворазово Вермиаг 6 л/га	3,65	3,35	3,44	3,90	3,59	0,49	15,8
Вермийодіс 4 л/т + дворазово Вермийодіс 3 л/га	3,60	3,32	3,40	3,86	3,55	0,45	14,5
Вермийодіс 4 л/т + дворазово Вермийодіс 4 л/га	3,67	3,36	3,44	3,93	3,60	0,50	16,1
НР <sub>05</sub>	0,18	0,16	0,17	0,19	0,18		

Встановлено, що застосування передпосівної обробки насіння регуляторами росту Вермимаг та Вермийодіс сумісно з дворазовим обприскуванням рослин соняшнику під час вегетації значно впливало на ріст і розвиток рослин протягом вегетації, що сприяло формуванню врожайності соняшнику гібрида НК Роккі.

Так, у варіанті, де насіння обробляли Вермийодісом – 4 л/т та двічі обприскували рослини соняшнику регулятором росту Вермийодіс у дозі по 4 л/га: перший раз у фазу 3-5 листочків, другий раз у фазу 7-12 листочків у середньому за роки дослідження врожайність становила 3,6 т/га, що на 0,50 т/га більше порівняно до контролю і на 0,19 т/га більше порівняно з варіантом де проводили одноразове обприскування.

**Висновки.** Досліджено, що регулятори росту Вермимаг і Вермийодіс позитивно впливали на ріст і розвиток рослин культури протягом усього періоду вегетації, зокрема на величину листкової поверхні і фотосинтетичну активність агроценозу соняшнику досліджуваних гібридів і продуктивність культури.

Найвищі темпи приросту листкової поверхні 54,8 тис. м<sup>2</sup>/га, або на 14,7 тис. м<sup>2</sup>/га більше контролю, у фазу цвітіння відмічені при застосуванні передпосівної обробки насіння гібрида НК Бріо регулятором росту Вермийодіс в дозі 4 л/т та дворазового обприскування рослин під час вегетації регулятором росту Вермийодіс 4 л/га. На цьому варіанті спостерігалось найбільше нагромадження сухих речовин – 8,98 т/га, що на 1,54 т/га більше контролю і фотосинтетичний потенціал посівів становив 2,840 млн м<sup>2</sup>/га діб, або на 0,662 млн м<sup>2</sup>/га діб більше порівняно з контролем.

Результатами досліджень встановлено, що в середньому за 4 роки у варіантах за сумісного застосування передпосівної обробки насіння та одноразового обприскування рослин соняшнику гібрида НК Бріо регулятором росту Вермийодіс врожайність була на 9,7-12,6 %, за дворазового обприскування на 14,2-16,4 % вищою порівняно до контролю. Так у варіанті, де насіння обробляли препаратом Вермийодіс 4 л/т та двічі ним обприскували рослини під час вегетації в дозі по 4 л/га, в середньому за роки досліджень врожайність соняшнику гібрида НК Бріо становила 3,7 т/га, що на 0,52 т/га більше відносно контролю. Найбільшу врожайність отримано в 2016 році – 4,02 т/га, або на 0,65 т/га більше відносно контролю, а найменшу 3,53-3,40 т/га у менш сприятливі за кліматичними умовами 2014-2015 роки.

Отже, в умовах Лісостепу Західного високих показників урожайності соняшнику гібридів НК Бріо і НК Роккі – 3,54-3,70 т/га можна отримати за рахунок передпосівної обробки насіння та обприскування рослин під час вегетації регуляторами росту Вермимаг або Вермийодіс.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Масляк О., Ільченко О. Економіка вирощування та збуту соняшнику. Агробізнес сьогодні. № 3. Київ, 2017. С. 8-14.
2. Скидан В. За накопичення олії у соняшнику відповідає листя. Агробізнес сьогодні. 2017. № 7. С. 4-6.
3. Єременко О. А. Калитка В. В. Вплив PPP на ріст, розвиток та формування врожаю соняшнику в умовах Південного Степу України. НУБіП – наукові доповіді (електронне видання). 2016. №1(58). 11 с. URL: [http://nd.nubip.edu.ua/2016\\_1/13.pdf](http://nd.nubip.edu.ua/2016_1/13.pdf).
4. Анішин Л. Регулятори росту рослин: сумніви і факти. Пропозиція. 2002. № 5. С. 64-65
5. Покопцева Л. Регулятори росту для соняшнику. The ukrainian Farmer. Київ: ТОВ "АГП Медіа", 2011. № 2. С. 28–29.
6. Лухменев В. П. Влияние удобрений, фунгицидов и регуляторов роста на продуктивность подсолнечника. Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 1(51). С. 41-46.
7. Ernst D. Effect of two different plant growth regulators on production traits of sunflower. Journal of Central European Agriculture, 2016. Vol. 17(4). P. 998-1012.
8. Tahsin N., Kolev T. Investigation on The Effect of Some Plant Growth Regulators on Sunflower ( Helianthus Annuus L.) Journal of Tekirdag Agricultural Faculty. 2006. №3(2). P. 229-232.
9. Seed setting and productivity enhancement in sunflower (Helianthus annuus L.) by manipulating source and sink ratio using plant growth regulators, varying plant densities and nitrogen levels / Nagarathna T. et al. International Conference on Plant Physiology & Pathology. June 09-10, 2016. Dallas, USA. P. 71-74.
10. Sunflower seed treatment with growth inhibitor: Crop development aspects and yield / Domingos da Costa Ferreira Júnior et al. African Journal of Agricultural Research. Vol. 11(34), 25 August, 2016. P. 3182-3187.
11. Koutroubas S., George Vassiliou, Sideris Fotiadis and Christos Alexoudis. Response of sunflower to plant growth regulators. Democritus University of Thrace, 5<sup>th</sup> International Crop Science Congress. April 13-18 2008, Jeju, Korea. URL: <http://www.cropscience.org.au/>
12. Korschens M., Kubat J. Soil organic matter-climate change-carbon sequestration? The importance of long-term field experiments. 60th Anniversary of long-term field experiments in the Czech Republic. Prague: VURV, 2015. P. 43–50.
13. Panda H. Manufacture of Biofertilizer and Organic Farming. India: Asia Pacific Business Press Inc., 2017. 336 p.
14. Panwar J.D.S., Amit Jain. Organic farming and biofertilizers: scope and uses of biofertilizers. India, New Delhi: New India Publishing Agency New Delhi, 2016. 576 p.

15. Єременко О.А. Продуктивність соняшнику залежно від мінерального живлення та передпосівної обробки насіння за умов недостатнього зволоження. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2017. № 3. С. 25-30.
16. Тоцький В. М. Вплив системи удобрення та основного обробітку ґрунту на формування продуктивності соняшнику. Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. 2014. № 20. С. 204-209.
17. Yeremenko O., Kalitka V. Productivity of sunflower hybrids (*Helianthus annuus* L.) under the effect of AKM plant growth regulator in the conditions of low moisture of southern Steppe of Ukraine. IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science (IOSR-JAVS). 2016. Vol. 9, Issue 9 Ver. 1. P. 59–64.
18. Біостимулятори (регулятори росту) рослин. Рекомендації по застосуванню. МНТЦ. Агробіотех. НАН та МОН України, Київ. 2013. 21 с.
19. Покопцева Л.А. Єременко О.А., Булгаков Д.В. Використання регуляторів росту рослин для передпосівної обробки насіння соняшнику гібриду Армада. Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2015. Вип. 4. С. 127-135.
20. Пономаренко С.П. Регулятори росту рослин. Київ, 2014. 32 с.
21. Огурцов Ю.Є., Барановський О.В., Капустін А.С. Роль сучасних регуляторів росту рослин в технологіях вирощування просапних культур. URL: [http://www.dolina.ua/files/8/6\\_faxovi.pdf](http://www.dolina.ua/files/8/6_faxovi.pdf) (дата звернення 12.10.2017).
22. Клименко І. І. Вплив регуляторів росту рослин і мікродобрива на урожайність насіння ліній та гібридів соняшнику. Селекція і насінництво. 2015. Вип. 107. С. 183-188.
23. Буряк Ю. І., Огурцов Ю. Є., Чернобаб О. В., Клименко І. І. Ефективність застосування регуляторів росту рослин та мікродобрива в насінництві соняшнику. Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області. 2014. Вип. 16. С. 20-25.
24. Перелік пестицидів та агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. К.: Юнівест Медіа, 2016. 832 с.
25. Сендецький В.М., Колісник Н.М., Мельник І.П. Спосіб одержання біологічного стимулятора росту рослин «Вермийодіс». Патент України № 55998, бюл. № 24 від 27.12.2010.
26. Методика полевих опытов по изучению агротехнических приемов возделывания подсолнечника: методические рекомендации. Институт масличных культур. Запорожье, 2005. 16 с.
27. Дослідна справа в агрономії: навч. посіб. / Рожков О. та ін. Харків: Майдан, 2016. Книга 1. 300 с.
28. Дослідна справа в агрономії. Статистична обробка результатів агрономічних досліджень: навч. посіб. / Рожков А. О. та ін. Харків: Майдан, 2016. Книга 2. 298 с.
29. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.
30. Ничипорович А.А. Фотосинтез и вопросы интенсификации сельского хозяйства. М., 1965. 47 с.
31. Рябчун Н. Фотосинтез та врожайність зернових культур. Пропозиція. 2013. № 3. С. 1-4.

#### REFERENCES

1. Maslyak, O., Il'chenko, O. (2017). *Ekonomika vyroshchuvannya ta zbutu sonyashnyku* [The economy of growing and marketing sunflower]. *Ahrobiznes s'ohodni* [Agribusiness today], no. 3, Kyiv, pp. 8-14.
2. Skydan, V. (2017). *Za nakopychennya oliyi u sonyashnyku vidpovidaye lystya* [The accumulation of sunflower oil corresponds to leaves]. *Ahrobiznes s'ohodni* [Agribusiness today], no. 7, pp. 4-6.
3. Yeremenko, O.A., V.V. Kalytka, (2016). *Vplyv RRR na rist, rozvytok ta formuvannya vrozhayu sonyashnyku v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrayiny* [Influence of PPP on the growth, development and formation of a sunflower crop in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine]. *NUBiP – naukovi dopovidi (elektronne vydannya)* [NUBiP – scientific reports (electronic edition).], no 1(58), 11 p. Retrieved from: [http://nd.nubip.edu.ua/2016\\_1/13.pdf](http://nd.nubip.edu.ua/2016_1/13.pdf).
4. Anishin, L. (2002). *Regulatory rostu roslyn: sumnivy i fakty* [The plant growth regulators: doubts and facts]. *Propozitsiya* [Proposal], no. 5, pp. 64–65.
5. Pokoptseva, L. (2011). *Regulatory rostu dlja sonjashnyku* [Growth regulators for sunflower]. *The ukrainian Farmer*. Kyiv LLC "AGP Media", no. 2, pp. 28–29.
6. Lukhmenov, V. P. (2015). *Vlyyanye udobrenny, funghitsydov y rehulyatorov rosta na produktyvnost' podsolnechnyka* [Influence of fertilizers, fungicides and growth regulators on sunflower productivity]. *Yzvestyya Orenburshkoho hosudarstvennoho ahrarnoho unyversyteta* [Proceedings of the Orenburg State Agrarian University], no. 1(51), pp. 41–46.
7. Ernst, D. Effect of two different plant growth regulators on production traits of sunflower. *Journal of Central European Agriculture*. 2016. Vol. 17(4), pp. 998-1012.
8. Tahsin N., Kolev T. Investigation on The Effect of Some Plant Growth Regulators on Sunflower (*Helianthus Annuus* L.). *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*. 2006, no. 3(2), pp. 229-232.
9. Nagarathna T., Gayithri M., Shadakshari Y., Murali K., Puttarangaswamy K. and Punith H. Seed setting and productivity enhancement in sunflower (*Helianthus annuus* L.) by manipulating source and sink ratio using plant growth regulators, varying plant densities and nitrogen levels. *International Conference on Plant Physiology & Pathology*. June 09-10, 2016 Dallas, USA, pp. 71-74.
10. Domingos da Costa, Ferreira Júnior, Jorge Luiz Gonçalves, Machado, Polianna Alves, Silva, Monique Ferreira, de Souza, Reginaldo, de Camargo. Sunflower seed treatment with growth inhibitor: Crop development aspects and yield. *African Journal of Agricultural Research*. 2016, Vol. 11(34), 25 August, pp. 3182-3187.
11. Koutroubas, S., George, Vassiliou, Sideris, Fotiadis and Christos, Alexoudis. Response of sunflower to plant growth regulators. *Democritus University of Thrace, 5th International Crop Science Congress*. April 13-18 2008, Jeju, Korea. URL: <http://www.crops-science.org.au/>
12. Korschens, M., Kubat, J. Soil organic matter-climate change-carbon sequestration? The importance of long-term field experiments. 60th Anniversary of long-term field experiments in the Czech Republic. Prague, VURV, 2015, pp. 43–50.
13. Panda, H. *Manufacture of Biofertilizer and Organic Farming*. India: Asia Pacific Business Press Inc. 2017, 336 p.
14. Panwar, J.D.S. *Organic farming and biofertilizers: scope and uses of biofertilizers*. Amit Jain. India, New Delhi, New India Publishing Agency New Delhi, 2016. 576 p.
15. Yeremenko, O.A. (2017). *Produktyvnist' sonyashnyku zalezno vid mineral'noho zhyvlennya ta przedposivnoyi obrobky nasinya za umov nedostat'oho zvolozhennya* [Productivity of sunflower depending on mineral nutrition and pre-

sowing seed treatment under conditions of insufficient humidification]. VISNYK Poltavsk'koyi derzhavnoyi ahrarnoyi akademiyi [Journal of Poltava State Agrarian Academy], no. 3, pp. 25-30.

16. Tots'kyy, V.M. (2014). Vplyv systemy udobrennya ta osnovnoho obrobitku gruntu na formuvannya produktyvnosti sonyashnyku [The influence of fertilizer system and basic soil cultivation on the formation of sunflower productivity]. Naukovo-tekhnichnyy byuletyn' Instytutu oliynykh kul'tur NAAN [Scientific and Technical Bulletin of the Institute of Oilseeds of the National Academy of Sciences of Ukraine], no. 20, pp. 204–209.

17. Yeremenko, O., Kalitka, V. Productivity of sunflower hybrids (*Helianthus annuus* L.) under the effect of AKM plant growth regulator in the conditions low moisture of southern Steppe of Ukraine. IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science (IOSR-JAVS). 2016, Vol. 9, Issue 9, Ver. 1, pp. 59–64.

18. Biostymulyatory (rehulyatory rostu) roslyn. [Biostimulants (growth regulators) of plants]. Rekomendatsiyi po zastosuvannu. Kyiv, MNTT. Ahrobiotekh NAN ta MON Ukrayiny, 2013, 21 p.

19. Pokoptseva, L.A. Yeremenko, O.A., Bulhakov, D.V. (2015). Vykorystannya rehulyatoriv rostu roslyn dlya peredposivnoyi obrobky nasinya sonyashnyku hibrydu Armada [Use of plant growth regulators for pre-sowing seed treatment of sunflower hybrid Armada]. Visnyk ahrarnoyi nauky Prychornomor'ya [Bulletin of the Agrarian Science of the Black Sea Region], Issue 4, pp. 127-135.

20. Ponomarenko, S.P. (2014). Rehulyatory rostu roslyn [Plant growth regulators]. Kyiv, 32 p.

21. Ogurcov, Ju.Je., Baranovs'kyj, O.V., Kapustin, A.S. Rol' suchasnyh reguljatoriv rostu roslyn v tehnologijah vyroshhuvannya prosapnykh kul'tur [The role of modern plant growth regulators in cultivating cultivating crops]. Retrieved from: [http://www.dolina.ua/fi\\_les/8/6\\_faxovi.pdf](http://www.dolina.ua/fi_les/8/6_faxovi.pdf) (data zvernennja 12.10.2017).

22. Klymenko, I.I. (2015). Vplyv rehulyatoriv rostu roslyn i mikrodoberyva na urozhaynist' nasinya liniy ta hibrydiv sonyashnyku [Influence of plant growth regulators and micronutrient fertilizer on seed yield of sunflower lines and hybrids]. Seleksiya i nasinnytstvo [Selection and seed production], Issue 107, pp. 183-188.

23. Burjak, Ju. I., Ogurcov, Ju. Je., Chernobab, O. V., Klymenko, I. I. (2014). Efektyvnist' zastosuvannya reguljatoriv rostu roslyn ta mikrodoberyva v nasinnyctvi sonjashnyku [Efficiency of application of plant growth regulators and microfertilizers in sunflower seeds]. Visnyk CNZ APV Harkivs'koi' oblasti [Bulletin of the Central Scientific Research Center of the Kharkiv region], Issue 16, pp. 20-25.

24. Perelik pestytsydiv ta ahrokhimikativ, dozvolennykh do vykorystannya v Ukrayini [List of pesticides and agrochemicals authorized for use in Ukraine]. Kyiv, Yunivest Media, 2016, 832 p.

25. Sendets'kyy, V.M., Kolisnyk, N.M., Mel'nyk, I.P. (2010). Sposib oderzhannya biolohichnoho stymulyatora rostu roslyn «Vermiyodis». Patent Ukrayiny 55998, byul. 24 vid 27.12.2010 [A method for obtaining a biological stimulator of plant growth "Vermiyodex". Patent № 55998, bul. No. 24 dated 27.12.2010].

26. Metodyka polevykh opytov po yzuchennyu ahrotekhnicheskyykh pryemov vzdelyvannya podsolnechnyka: metodycheskye rekomendatsyy [Methods of field experiments on the study of agronomical methods of cultivation of sunflower: methodical recommendations] Ynstitut maslychnykh kul'tur [Institute of Oil Cultures]. Zaporozhye, 2005, 16 p.

27. Rozhkov, O.A., Puzik, V.K., Kalens'ka, S.M., Puzik, L.M., Popov, S.I., Muzafarov, N.M., Bukhalo, V.Ya., Kryshchop, Ye.A. (2016). Doslidna sprava v ahronomiyi [Experimental case in agronomy]. Kharkiv, Maydan, Part 1, 300 p.

28. Rozhkov, A.O., Kalens'ka, S.M., Puzik, L.M., Muzafarov, N.M., Bukhalo, V.Ya. (2016). Doslidna sprava v ahronomiyi knyha druha: Statystychna obrobka rezul'tativ ahronomichnykh doslidzhen' [A Case Study in Agronomy, A Friend's Book: Statistical Processing of the Results of Agronomic Studies]. Kharkiv, Maydan, Part 2, 298 p.

29. Dospokhov, B.A. (1985). Metodyka polevoho opyta [Methodology of field experience]. Moscow, Ahropromydat, 315 p.

30. Nychyporovych, A.A. (1965). Fotosyntezy y voprosy yntensyfykatsyy sel's'kokhozyaystva [Photosynthesis and issues of intensification of agriculture]. Moscow, 47 p.

31. Ryabchun, N. (2013). Fotosyntezy ta vrozhaynist' zernovykh kul'tur [Photosynthesis and yield of grain crops]. Propozytsiya [Proposal], no. 3, pp. 1-4.

#### **Влияние элементов технологии выращивания на фотосинтетическую и семенную продуктивность посевов подсолнечника**

**В. Н. Сендецкий**

Представлены результаты исследований влияния регуляторов роста Вермиаг и Вермиодис за предпосевной обработки семян и опрыскивания посевов подсолнечника гибридов НК Брио и НК Рокки на фотосинтетическую и семенную продуктивность посевов.

Исследование выполнено в течение 2013-2016 годов. Грунт на опытном участке дерново-оподзоленный средне-суглинистый. Высевали семена нормой 70 тыс./г всхожих семян. Общая площадь участка 70 м<sup>2</sup>, учетная – 50 м<sup>2</sup>. Размещение участков систематическое за четырехкратного повторения. Исследование выполнено в соответствии с существующими общепринятыми методиками.

Установлено, что регуляторы роста Вермиаг и Вермиодис влияли на величину листовой поверхности и фотосинтетическую активность агроценоза подсолнечника исследуемых гибридов и производительность культуры. Самые высокие темпы прироста листовой поверхности 54,8 тыс. м<sup>2</sup>/г, или на 14,7 тыс. м<sup>2</sup>/г больше контроля, в фазе цветения установлено за предпосевной обработки семян гибрида НК Брио регулятором роста Вермиодис в дозе 4 л/г и опрыскивание растений в период вегетации этим же препаратом двукратно по 4 л/га. На этом варианте наблюдалось наибольшее накопление сухих веществ – 8,98 т/г, что на 1,54 т/г больше чем на контроле и фотосинтетический потенциал посевов составил 2,840 млн м<sup>2</sup>/г суток, или на 0,662 млн м<sup>2</sup>/г суток больше по сравнению с контролем.

Исследованиями установлено, что в среднем за 4 года лучшие результаты наблюдались у подсолнечника гибрида НК Брио: на вариантах совместного применения предпосевной обработки семян и однократного опрыскивания регулятором роста Вермиодис урожайность на 9,7-12,6 %, за двукратного опрыскивания на 14,2-16,4 % превысила контроль.

**Ключевые слова:** подсолнечник, гибриды, Вермиаг, Вермиодис, фотосинтез, урожайность.

### **Influence of cultivation technology elements on sunflower crops photosynthetic and seed productivity**

**V. Sendetsky**

The aim of the research is to explore the effect of presowing seed processing as well as single and double spraying sunflower crops with "Vermimag" and "Vermiodis" growth regulator on sunflower photosynthetic and seed productivity in the conditions of the Western forest-steppe.

The study was performed in the 2013-2016 in the experimental field of the branch of the Department of crop production, breeding and seed production of Podilskyi state agrarian-technical University and in the fields of PF "Bogdan" located in Snyatyn district of Ivano-Frankivsk region, the Western part of the Forest-Steppe. The soil on the experimental plot is turf, podzolized medium-sandy.

The seeds of hybrids NK Brio, NK Rocki were sown at the rate of 70 thousand/ha of germinated seeds. The total area of plot is 70 m<sup>2</sup>, accounting area – 50 m<sup>2</sup>. The plots location is systematical, fourfold repetition. The studies were performed according to current standard techniques. The agricultural cultivation of the crop is common for the conditions of the Western Forest-Steppe.

The application of "Vermimag" and "Vermiodis" growth regulators for seeds presowing treatment as well as single and double spraying NK Brio, NK Rocki hybrids of sunflower crops had a positive impact on the growth and development of plants during the vegetation period.

We found out that application of "Vermimag" and "Vermiodis" growth regulators for presowing treatment of NK Brio, NK Rocki hybrids of sunflower seeds provided the increase of the seeds energy of germination by 2.6 and 4.2 %, laboratory germination – by 2.2 and 3.6 % relative to the control.

Germination of the NK Brio hybrid was 2.6-4.9 % higher, and the survival rate was 1.5-3.0 % higher than in the control; for NK Rocki hybrid these figure were, respectively, by 3.3-3.6 % and 2.3- 5.7 % higher than in the control.

It is established that "Vermimag" and "Vermiodis" growth regulators " affects the size of leaf surface and photosynthetic activity of agrocenosis of the studied sunflower hybrids and the crop productivity.

The highest leaf surface growth rate of 54.8 thousand m<sup>2</sup>/ha, or 14.7 thousand m<sup>2</sup>/ha higher than in the control were noted in the flowering stage under presowing treatment of hybrid NK Brio seeds with "Vermiodis" growth regulator in a dose of 4 l/t and under double spraying of crops during vegetation with 4 l/ha of "Vermiodis" growth regulator.

This variant has the highest accumulation of dry substances of 8.98 t/ha, which is 1,54 t/ha more compared with the control and photosynthetic capacity of crops reached 840 million m<sup>2</sup>/ha days, or 0,662 million m<sup>2</sup>/ha days compared to the control.

The results show that, on average, for 4 years in the variants with the combined seeds pre-treatment and hybrid NK Brio sunflower crops single spraying with "Vermiodis" growth regulator the yield was 9.7-12.6 %, and 14,2-16,4 % higher under double spraying compared to the control.

In the variant, where the seeds were treated with growth regulator "Vermiodis" (4 l/t) and were sprayed twice at a dose of 4 l/ha, the average for the study years, the yield of sunflower hybrid NK Brio was 3.7 t/ha, 0.52 t/ha more than in the control.

The highest yield was obtained in 2016 – 4.02 t/ha, or 0.65 t/ha more than in the control, and the smallest of 3.53-3.40 t/ha under less favorable climatic conditions in 2014-2015.

Consequently, high yields of NK Brio and NK Rocky sunflower hybrids – 3.54-3.70 t/ha can be obtained in the Western Forest-Steppe under pre-sowing seed treatment and the crops single and double spraying with "Vermimag" or "Vermiodis" growth regulators during vegetation.

**Key words:** sunflower, hybrids, "Vermimag", "Vermiodis", photosynthesis, yield.

*Надійшла 10.04.2018 р.*

**УДК 630\*228:633.872(477.44)**

**ВАСИЛЕВСЬКИЙ О.Г.**, канд. с.-г. наук

**ЄЛІСАВЕНКО Ю.А.**, наук. співробітник

**ЗЛЕНКО О.П.**, мол. наук. співробітник

*ДП «Вінницька лісова науково-дослідна станція» УкрНДІЛГА*

**МОНАРХ В.В.**, канд. с.-г. наук

*Вінницький національний аграрний університет*

### **ЛІСОВІДНОВНІ ПРОЦЕСИ У ПРИРОДНИХ ДУБОВИХ ЛІСОСТАНАХ ДП «ВІННИЦЬКЕ ЛГ»**

В умовах Східного Поділля збереження природних дібров є важливим етапом переходу до збалансованого розвитку регіону. Сьогодні в умовах Східного Поділля є актуальним питання запровадження наближеного до природного лісівництва. Методологічною основою цього процесу є детальне вивчення динаміки природного поновлення дуба звичайного як в природних лісах так і на місцях зрубів.

Основною метою статті є дослідження стану та динаміки природного поновлення дуба звичайного в природних дубових лісостанах Вінницької області. Вивчення цього процесу дасть можливість визначити особливості формування природних дубових лісів в регіоні. Результати таких досліджень дадуть відповідь на питання щодо можливості застосування природного поновлення для лісовідновлення в регіоні.

Наведено характеристику сучасного стану природного поновлення дуба звичайного в природних лісостанах ДП «Вінницьке ЛГ» Вінницького обласного управління лісового і мисливського господарства на основі повидільної бази даних лісовпорядкування. В результаті обстежень визначено основні таксаційні показники природних дубових деревостанів та їх природного поновлення.

Встановлено, що основною причиною зменшення частки природних дубових лісів є ведення рубок головного користування та створення на їх місці лісових культур. Низький рівень використання природного поновлення дуба звичайного через відсутність років інтенсивного плодоношення та незадовільний стан і збереження природного поновлення не сприяють інтенсивному формуванню природних різновікових лісів.

**Ключові слова:** природні ліси, дуб звичайний, природне поновлення, стан.

**Постановка проблеми.** Природні ліси є джерелом збереження ландшафтного та біологічного (у тому числі генетичного) різноманіття. Незважаючи на це, інтенсивне лісокористування призводить до значного скорочення площі лісів природного походження. Відсутність надійного природного поновлення, особливо лісів рівнинної частини України призвело до значного скорочення лісів природного походження за рахунок штучно створених.

Незначне плодоношення, відсутність природного насінневого поновлення та незадовільний його ріст є основною причиною переривання генезису лісостанів. Особливо незадовільним природним відтворенням характеризуються природні дубові ліси, які є основними формаціями у регіоні.

**Аналіз останніх публікацій.** Слабкий розвиток лісокультурної справи в дореволюційний період передбачав основним способом відновлення вирубок застосовувати природний. Проте недостатня увага до збереження самосіву і догляду за ним призвели до того, що за будь-якого способу рубок більшість лісосік відновлювалось переважно порослевим шляхом або відбувалася зміна корінних деревостанів на малоцінні похідні. В цей період почалося випробування різних способів сприяння природному насінневному відновленню, на підставі чого Г.Ф. Морозов [11] зробив висновок, що успішність природного відновлення визначається наявністю самосіву та заходами по збереженню і догляду за ним. Г.А. Корнаковський обґрунтував можливість насінневого природного відновлення дібров при суцільних рубках за рахунок самосіву дуба та ясена, які завжди є під наметом стиглих лісостанів [6]. Висновки Г.А. Корнаковського підтверджені дослідженнями А.А. Хітрова, Г.Ф. Морозова, А.Б. Жукова, П.С. Погребняка, В.Е. Шмідта, С.С. П'ятницького [2-11, 13-21].

А.Б. Жуков вважає, що у лісах України можна розраховувати на природне відновлення дібров у Західному і Центральному Поліссі, Лівобережному Лісостепу у свіжих і вологих дібровах [7]. До аналогічних висновків прийшли і багато інших учених: М.А. Кохно, С.С. Пятницький, П.П. Ізюмський та інші [6, 15, 17, 18-22].

Найбільш ранні та обширні свідчення про особливості природного відновлення є в роботах П. Шевченка [22], який з метою вивчення цього питання в Шпиківському лісництві Вінницької області в 1929 році заклав близько 100 пробних площ в стиглих і пристигаючих насадженнях на вирубках і лісосіках поступових рубок. Він встановив вплив повноти деревостану на склад підросту різних порід під пологом насаджень, а також дослідив вплив існуючих систем рубок на лісовідновлення та запропонував господарські заходи для відновлення корінних типів лісу.

В умовах Правобережного Лісостепу в тому числі й Вінниччини питанню природного поновлення дубових лісів присвячені парці О.Г. Василевського, С.Є. Сендоніна, В.В. Левченка, Г.П. Іщука та ін. [2-4, 9, 13, 18].

У зарубіжних європейських публікаціях питанням існування лісів з домінуванням дуба і сукцесії в них, а також про стан природного поновлення в них приділяється велика увага. У Атлантичних дубових лісах Шотландії розглядали вплив щільності копитних на відновлення дуба та інших деревних порід. Розвиток підросту дуба був пригнічений навіть на тих ділянках, де копитних не було зовсім, що автори пояснюють негативним впливом деревного намету [25-28].

Дослідження дубових лісів Чехії та Південної Швеції показало, що без втручання людини в них поширюється ясен, а згодом ільм і клен гостролистий. Цей процес є природним, пов'язаним з певною сукцесійною стадією популяції [23, 25].

Для широколистяних лісів Північної Америки проблема відновлення видів р. *Quercus* також актуальна. Йому перешкоджає як наявність зімкнутого деревного пологу, так і розвиток більш конкурентоспроможних інших видів, наприклад червоного клена та ін. [23-24, 29-30].

**Метою дослідження** було вивчення сучасного стану природного поновлення дуба звичайного, особливостей його формування та можливості його застосування для формування природних різновікових лісів (на прикладі ДП «Вінницьке ЛГ» Вінницького ОУЛМГ).

**Матеріали і методи.** Дослідження проводили у природних дубових лісостанах ДП «Вінницьке ЛГ» різного віку, складу, бонітету в умовах свіжої грабової діброви та судіброви.

Пробні площі (ПП) закладали відповідно до загальноприйнятих методик [1, 6] згідно із СОУ 02.02-37-476:2006 «Площі пробні лісовпорядні. Метод закладання» [16].

Розподіл площ дубових деревостанів за лісівничо-таксаційними показниками вивчали на основі матеріалів повидільної бази даних ВО «Укрдержліспроект» (станом на 01.01.2011) і обробляли на комп'ютері за допомогою пакету *Microsoft Excel*.

**Основні результати дослідження.** Нами проведено аналіз лісовідновних процесів у дубових лісах природного походження. Першочергова оцінка була проведена за матеріалами лісовпорядкування. За таксаційними описами нами проведено оцінювання наявності природного поновлення основних *вох* вершинн порід та підібрано насадження за наявності підросту дуба. Враховували такі характеристики природного поновлення: склад за часткою основних та супутніх порід, вік та густина підросту. Дані щодо наявності підросту наведені у таблиці 1.

Таблиця 1 – Характеристика ділянок дубових лісів природного походження із наявним підростом дуба та супутніх порід

Кв/вид	Площа, га	Склад насадження	Вік, років	Висота, м	Діаметр, см	Бонітет	Повнота	Запас на 1 га	ТЛУ	Підріст		
										склад	вік	густина, тис. т/га
Гніванське												
53/5	3,0	9ДЗ1ГЗ	131	28	44	2	0,7	340	С2ГДС	10ДЗ	15	3,0
Медвідське												
81/1	2,9	10ДЗ БП	120	28	40	2	0,7	330	С2ГД	5ДЗ2ЛПД1ЧШ1БП1КЛГ	5	5,0
Чорноліське												
70/2	1,0	6ДЗЗБП1ВЛЧ+ОС	60	21	24	2	0,7	220	СЗГДС	8ВЛЧ2ДЗ	10	3,0

Ділянки із підростом дуба в умовах ДП «Вінницьке ЛГ» нами виявлено у Гніванському, Медвідському та Чорноліському лісництвах. У основному це ділянки свіжих та вологих грабових судібров.

Частка дуба у складі насаджень становить від 6 до 10 одиниць. Це насадження віком від 60 до 130 років 2-го бонітету повнотою 0,7. Запас цих деревостанів становить від 220 м<sup>3</sup> (у 60-річному насадженні) до 340 м<sup>3</sup> (у 130-річному насадженні). У складі підросту частка дуба становить від 2 до 10-ти одиниць. Найбільша частка дуба у підрості старовікового лісостану (віком 130 років). Вік підросту – від 5 до 15 років. Середня густина підросту становить 3-5 тис. шт/га.

Детальне дослідження підросту проведено у дубових насадженнях природного походження шляхом закладання ділянок.

Нами обстежена ділянка із наявним природним поновленням дуба у кв.70 вид. 2 Чорноліського лісництва.

За результатами польових досліджень встановлено що ділянка представлена дубом насіннево-порослевого походження за участю осики. Тип лісу – волога грабова судіброва. Деревостан одноярусний, без сформованого другого ярусу із супутніх порід. У першому ярусі домішка осики.

Підлісок – рідкий. Окремі дерева дуба характеризуються незначним рівнем плодоношення. Розподіл дерев дуба за діаметром наведено на рисунку 1.

За даними рисунка 1 дерева дуба характеризуються значним діапазоном щодо розподілу за діаметрами. Відмічається наявність значної частки дерев діаметром 16 см. Водночас зберігається достатньо висока частка дерев 48-го ступеня товщини. За характером розподілу дерев за діаметром насадження наближається до двоярусного різновікового деревостану, що вказує на наявність *вох* вершинної кривої.

Такі тенденції розподілу характеризують перебіг природних процесів щодо формування природного поновлення та його успішного росу і розвитку. Поряд із цим, при аналізі природного поновлення виявлено недостатню його кількість.

Підріст дуба майже відсутній та поодинокі зустрічається на межах ділянки. Підріст дуба незадовільного стану віком близько 10-ти років.

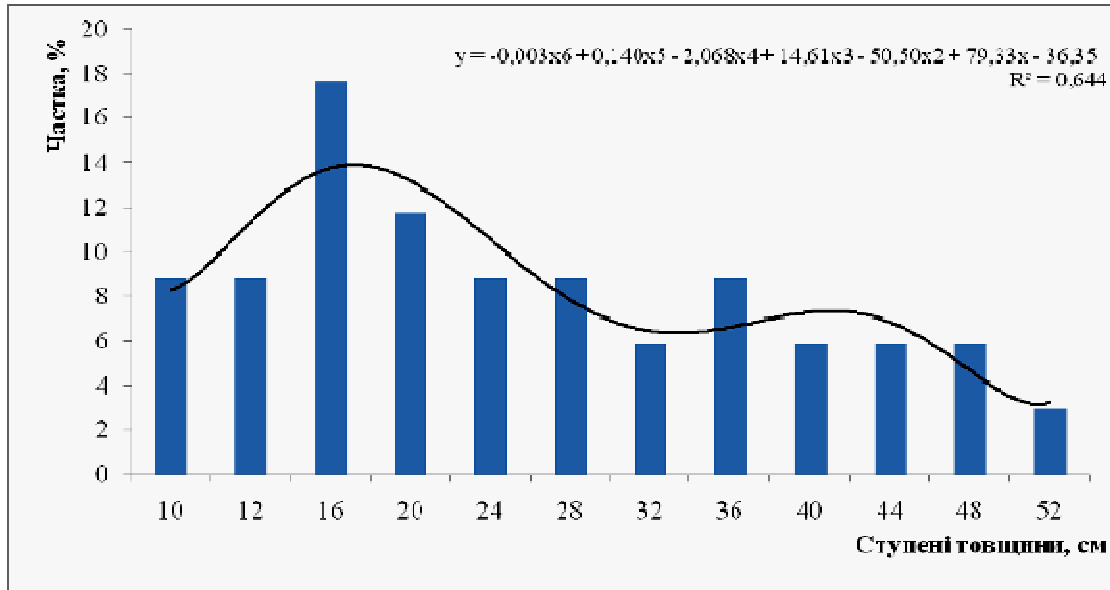


Рис. 1. Розподіл дерев дуба за діаметром (Чорноліське лісництво, кв. 70, вид. 2).

За проведеним обстеженням дана ділянка не є перспективною для запровадження подальших заходів щодо природного відтворення насадження шляхом запровадження поступових рубок головного користування.

Ділянка із наявним підростом дуба виявлена в умовах свіжої грабової судіброви Іванівського лісництва (кв.66 вид. 15). Шляхом проведення попереднього польового обстеження нами встановлені куртини надійного підросту у вікнах деревостану. Загальний вигляд ділянки показано на рисунку 2.

На обстеженій ділянці розподіл дерев дуба звичайного природного походження за товщиною показано на рисунку 3.



Рис. 2. Загальний вигляд деревостану та куртини підросту дуба у вікнах станом на жовтень, 2017 року (Іванівське лісництво, кв. 66 вид. 15).

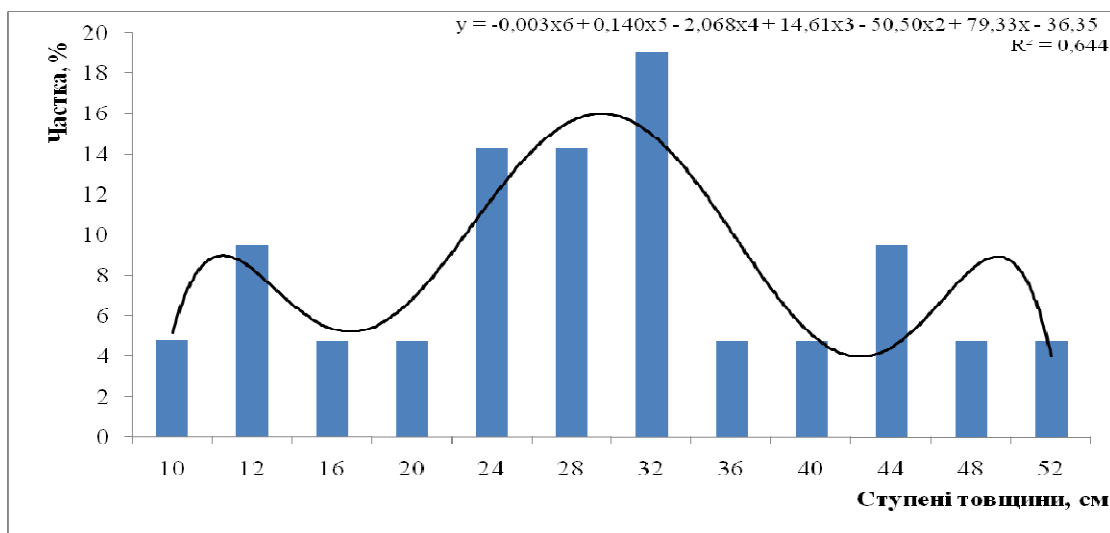


Рис. 3. Розподіл дерев дуба звичайного природного походження за товщиною (Іванівське лісництво, кв. 66 вид. 15).

За даними рисунка 3 відмічається наближений до рівномірного розподіл дерев дуба за діаметром у насадженні. Найвища частка дерев сконцентрована у центральних ступенях товщини (28-32 см). Поряд із цим спостерігається наявність дерев 12-го ступеня товщини, частка яких становить близько 10 %. Наявність дерев низьких ступенів вказує на позитивні процеси щодо природного відтворення лісостанів та формування багаторусної структури. Про переформування даного лісостану у різновіковий говорить також помітне накопичення дерев вищих ступенів товщини – 44, 52 см. Важливим етапом розвитку цього деревостану є наявність природного поновлення. Нами проведено обліки природного поновлення на закладених ділянках.

Дані щодо характеристики природного поновлення дуба наведено у таблиці 2.

Таблиця 2 – Характеристика природного поновлення у дубових лісостанах природного походження станом на 2017 р.

Ділянка/ вікно	Характеристика підросту/самосіву дуба								Всього,	
	1-річний		2-річний		3-річний		5-річний		на площі	на га тис.шт.
	Н, м	N, шт.	Н, м	N, шт.	Н, м	N, шт.	Н, м	N, шт.		
1	0,25	5	0,50	4	0,90	7	1,8	3	19	6,3
2	0,30	3	0,35	4	0,75	6	1,5	2	15	5,1
3	0,20	4	0,30	3	0,70	5	1,4	3	15	5,2
4	0,25	6	0,40	6	0,80	4	1,6	3	19	6,4
5	0,30	2	0,35	5	0,85	7	1,6	4	18	6,0
6	0,30	4	0,40	3	0,90	6	1,7	2	15	5,0
7	0,25	5	0,50	4	0,85	6	1,4	3	18	6,0
Всього на пп	-	29	-	29	-	41	-	20	119	-
Середнє	0,25	4	0,40	4	0,80	6	1,6	2,9	19	5,7

За даними таблиці середня кількість підросту дуба коливалася у межах 5,0-6,3 тис. шт/га. Загальна кількість підросту та його розподіл за віковим діапазоном вказує на добре та задовільне поновлення згідно зі шкалою успішності підросту. Середня кількість підросту становить 5,7 тис. шт/га. Графічний розподіл підросту за віковими групами та висотою наведено на рисунку 4.

За даними рисунка 4 на більшості ділянок переважає 3-річний підріст, частка якого складає від 25 до 40 %. Найнижча частка 5-річного підросту – 12-22 %, окрім ділянки 5 де є нижчою частка 1-річного підросту.

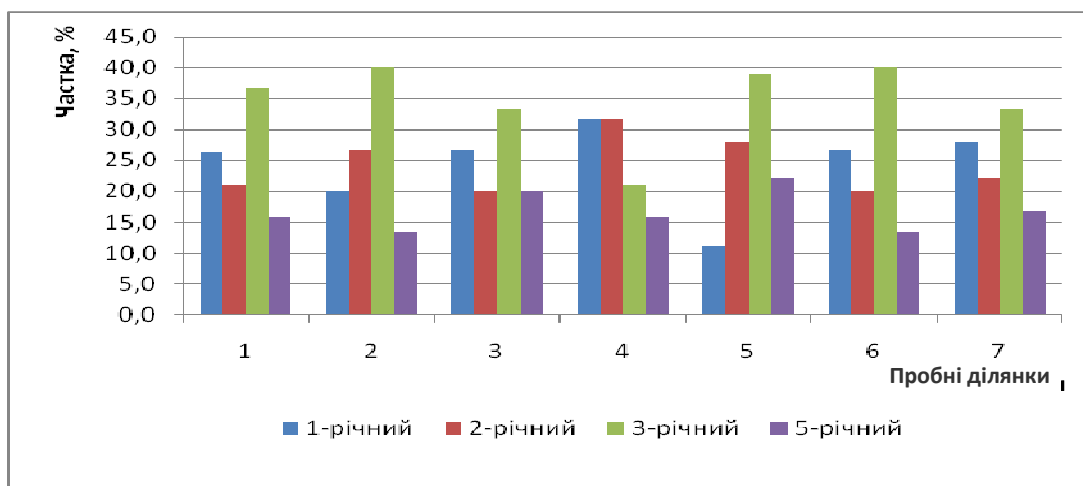


Рис. 4. Розподіл підросту дуба під наметом деревостану у віках на ділянках (1-7) (ДП «Вінницьке ЛГ, Іванівське лісництво», 2017 р).

**Висновки.** За аналізом матеріалів лісовпорядкування нами виявлено 3 ділянки дубових лісостанів із природним поновленням дуба під наметом. У основному це ділянки свіжої грабової судіброви за відсутністю граба у складі деревостанів. У складі підросту частка дуба становить від 2 до 10-ти одиниць, середній вік 5-15 років. Середня густина 3-5 тис. шт/га.

За проведеними дослідженнями стану та структури підросту під наметом дубових деревостанів нами виявлено куртини в умовах ДП «Вінницьке ЛГ». Деревостан приурочений до свіжої грабової судіброви за переважання дуба та незначної частки (2 одиниці) граба у складі. Деревостан має структуру різновікового лісу із куртинами природного поновлення.

Природне поновлення дуба під наметом деревостану свіжої грабової судіброви в умовах ДП «Вінницьке ЛГ» характеризується густрою 5,0-6,3 тис. шт/га, віком 1-5 років та висотою 0,25-1,6 м. На більшості ділянок переважає 3-річний підріст, частка якого складає від 25 до 40 %. Найнижча частка 5-річного підросту 12-22 %.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Анучин Н.П. Лесная таксация. Москва: Лесн. пром-сть, 1982. 552 с.
2. Василевський О.Г. Оцінювання стану природного поновлення дубово-ялинових деревостанів після проведення рубань формування та оздоровлення лісів. Науковий вісник НЛТУ України. Львів, 2011. Вип. 21.1. С. 81–86.
3. Оптимізація процесу формування породного складу та товарної структури дубових деревостанів шляхом проведення доглядових рубань в умовах Вінниччини / Василевський О.Г. та ін. Науковий вісник НЛТУ України. Львів, 2014. Вип. 1. С. 25–29.
4. Василевський О.Г., Єлісавенко Ю.А., Нейко І.С., Монарх В.В. Сучасний стан природних дубових лісостанів ДП «Вінницьке ЛГ»: збірник наукових праць ВНАУ. Сільське господарство та лісівництво. Вінниця, 2017. №7. Том 1. С. 130–140.
5. Ведмідь М.М., Жежкун А.М., Познякова С.І., Лук'янець В.А. Попереднє поновлення в лісостанах свіжих дібров Лівобережної України. Лісівництво і агролісомеліорація. Харків, 2008. Вип. 112. С. 48–56.
6. Высоцкий Г.Н. Учение о влиянии леса на изменение среды его произрастания на окружающее пространство: учение о лесной пертиненции. Москва: Гослесбумиздат, 1950. 104 с.
7. Жуков А.Б. Дубравы УРСР и способы их восстановления. Москва: ГЛБИ, 1949. 400 с.
8. Діденко М.М. Стан природного поновлення дуба звичайного під наметом материнських деревостанів. Лісівництво і агролісомеліорація. Харків: УкрНДЛГА, 2008. Вип. 113. С. 186–190.
9. Левченко В.В. Природне насіннєве лісопоновлення у свіжих дібровах північної частини Правобережного Лісостепу: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: 06.03.03. Київ, 2006. 19 с.
10. Лустюк Т.В. Лісівничі властивості природного насіннєвого поновлення дуба звичайного (*Quercus robur* L.) суборевого еко типу в умовах Західного Полісся. Науковий вісник НЛТУ України, 2015. Вип. 25.8. С. 112–117.
11. Морозов Г.Ф. Рубки возобновления и ухода. Москва, 1927. 88 с.
12. Нормативно-справочные материалы для таксации лесов Украины и Молдавии. Киев: Урожай, 1987. 560 с.
13. Ішук Г.П. Природне поновлення дуба і граба під наметом насаджень та на зрубках на ДП «Корсунь-Шевченківське лісове господарство». Науковий вісник НЛТУ України. Львів, 2017. Т. 27. № 1. С. 15–18.
14. Изюмский П.П., Молотков П.И., Ромашов Н.В. Лиственные леса УССР. Харьков: Вища школа, 1978. 184 с.
15. Погребняк П.С. Общее лесоводство. Москва: изд-во с.-х. лит., 1963. 399 с.
16. СОУ 02.02-37-476:2006. Площі пробні лісовпорядні. Метод закладання (Стандарт організації України) [Чинний від 2007-05-01]. Вид. офіц. Київ: Мінагрополітики України, 2006. 32 с.

17. Пятницький С.С., Изюмський П.П. Леса Української ССР. Леса ССР. Москва: Наука, 1966. Т.33. 232 с.
18. Особливості формування і відтворення природних лісостанів дуба звичайного Лівобережного Лісостепу України / Румянцев М.Г. та ін. Лісівництво і агролісомеліорація. Харків: УкрНДЛГА, 2016. Вип. 128. С. 63–73.
19. Сендонін С.Є. Динаміка природного насінневого поновлення дуба звичайного (*Quercus robur* L.) у свіжих дібрових південної частини Правобережного Лісостепу залежно від комплексу абіотичних факторів: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: 06.03.03. Київ, 2009. 20 с.
20. Скляр В.Г. Природне поновлення провідних лісоутворювальних видів Новгород-Сіверського Полісся: реалізовані екологічні ніші та їхня динаміка. Український ботанічний журнал. 2014. Т. 71. № 1. С. 8–16.
21. Ткач В.П. Сучасний стан природних лісостанів дуба звичайного Лівобережного Лісостепу України. Лісівництво і агролісомеліорація. Харків: УкрНДЛГА, 2009. Вип. 116. С. 79–84.
22. Шевченко П.І. Природне (насінневе) поновлення в грабнях Поділля. Укр. лісовод, 1970. № 10. С. 39–48.
23. Galbraith-Kent S.L., Handel S.N. Invasive *Acer platanoides* inhibits native sapling growth in forest understory communities. *Journal of Ecology*. № 96. 2008. P. 293–302.
24. Holladay C.-A., Kwit C., Collins B. Woody regeneration in and around aging southern bottomland hardwood forest gaps: Effects of herbivory and gap size. *Condition of forest landscapes*. Elsevier. *Forest Ecology and Management*. 2006. №223. P. 218–225.
25. Kubner R. Mortality patterns of *Quercus*, *Tilia* and *Fraxinus* germinants in a floodplain forest on the river Elbe, Germany. *Mortality patterns of Quercus, Tilia and Fraxinus germinants in a floodplain forest*. Elsevier. *Forest Ecology and Management*. 2003. № 173. P. 37–48.
26. López-Barrera F., Manson R.H., González-Espinosa M., Newton A.C. Effects of the type of montane forest edge on oak seedling establishment along forest–edge–exterior gradients. *Oak seedling establishment*. Elsevier. *Forest Ecology and Management*. 2006. № 225(1–3). P. 234–244.
27. A 350-year tree-ring fire record from Białowieża Primeval Forest, Poland: implications for Central European lowland fire history. *Fire history wood forests* / Niklasson M. et al. *Ecology*. 2010. № 98. P. 1319–1329.
28. Signell S.A., Abrams M.D., Hovis J.C., W. Henry Sh. Impact of multiple fires on stand structure and tree regeneration in central Appalachian oak forests. *Forest Ecology and Management*. 2005. № 218. P. 146–158.
29. Taylor S.O., Lorimer C.G. Loss of oak dominance in dry-mesic deciduous forests predicted by gap capture methods. *Plant ecology*. № 167. 2003. P. 71–88.
30. Twedt D. J., Wilson. R. R. Development of oak plantations established for wildlife. *Forest Ecology and Management*. 2002. №162. P. 287–298.

#### REFERENCES

1. Anuchyn, N.P. (1982). *Lesnaia taksatsyia* [Forest taxation]. Moscow, Forestry industry, 552 p.
2. Vasylevskyi, O.H. Otsiniuvannia stanu pryrodnoho ponovlennia dubovo-ialynovykh derevostaniv pislia provedennia ruban formuvannia ta ozdorovlennia lisiv [Evaluation of the state of natural regeneration of oak and spruce stands after the chopped development and improvement of forests]. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy* [Scientific Journal NLTU Ukraine]. Lviv, 2011, Issue 21.1, pp. 81–86.
3. Vasylevskyi, O.H., Neiko, I.S., Samoilo, N.O., Smashniuk, L.V., Yelisavenko, Yu.A. Optyimizatsiia protsesu formuvannia porodnoho skladu ta tovarnoi struktury dubovykh derevostaniv shliakhom provedennia dohliadovykh ruban v umovakh Vinnychchyny [Optimization of the process of formation of the rock composition and commodity structure of oak woodlands by conducting maintenance shafts in the conditions of Vinnytsya]. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy* [Scientific Journal NLTU Ukraine]. Lviv, 2014, Issue 1, pp. 25–29.
4. Vasylevskyi, O.H., Yelisavenko, Yu.A., Neiko, I.S., Monarkh, V.V. Suchasnyi stan pryrodnykh dubovykh lisostaniv DP «Vinnytske LH» [The current state of natural oak forests of the state enterprise "Vinnitsa LH"]. *Zbirnyk naukovykh prats VNAU. Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo* [Collection of scientific works of VNAU. Agriculture and forestry]. Vinnytsia, 2017. №7, Vol 1, pp. 130–140.
5. Vedmid, M.M., Zhezhkun, A.M., Pozniakova, S.I., Lukianets, V.A. Poperednie ponovlennia v lisostanakh svizhykh dibrov Livoberezhnoi Ukrainy [Preliminary renewal in fresh-forest plantations of the Left Bank of Ukraine]. *Lisivnytstvo i ahrolisomelioratsiia* [Arboriculture and agroforestry]. Kharkiv, 2008, Issue 112, pp. 48–56.
6. Vysotskyi, H.N. (1950). *Uchenye o vliyaniy lesa na yzmenenye sredy eho proyzrastaniya na okruzhaiushchee prostranstvo: uchenye o lesnoi pertynentsy* [The doctrine of the influence of forests on the change in the environment of its growth on the surrounding space: the doctrine of forest pertinence]. Moscow, Hoslesbumyzdat, 104 p.
7. Zhukov, A.B. (1949). *Dubravy URSSR y sposoby ykh vosstanovleniya* [Dubravy URSSSR and ways of their restoration]. Moscow, HLBY, 400 p.
8. Didenko, M.M. Stan pryrodnoho ponovlennia dуба zvychainoho pid nametom materynskykh derevostaniv [The state of the natural renewal of oak is under the tent of the parent trees]. *Lisivnytstvo i ahrolisomelioratsiia* [Arboriculture and agroforestry]. Kharkiv, UkrNDILHA, 2008, Issue 113, pp. 186–190.
9. Levchenko, V.V. (2006). *Pryrodne nasinnieve lisoponovlennia u svizhykh dibrovakh pivnichnoi chastyny Pravoberezhnoho Lisostepu: avtoref. dys. ... kand. s.-h. nauk: 06.03.03* [Natural seed lisoponovlennia in fresh oak northern forest steppe Right-Bank: Author. dis ... Candidate s.-g. Sciences: 06.03.03]. Kyiv, 19 p.
10. Lustiuk, T.V. Lisivnychi vlastyvoli pryrodnoho nasinnievoho ponovlennia dуба zvychainoho (*Quercus robur* L.) suborevoho ekotyпу v umovakh Zakhidnoho Polissia [Branch properties of natural seed oak (*Quercus robur* L.) of subboreen ecotype in the conditions of Western Polissya]. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy* [Scientific Journal NLTU Ukraine], 2015. Issue 25.8, pp. 112–117.
11. Morozov, H.F. (1927). *Rubky vozobnovleniya y ukhoda* [Renewal and care of logging]. Moscow, 88 p.
12. *Normatyvno-spravochnye materyaly dlia taksatsyy lesov Ukrainy y Moldavy* [Regulatory and reference materials for the forest inventory in Ukraine and Moldova]. Kyiv, Urozhai, 1987, 560 p.

13. Ishchuk, H.P. Pryrodne ponovlennia duba i hraba pid nametom nasadzhen ta na zrubakh na DP «Korsun-Shevchenkivske lisove hospodarstvo» [A natural renewal of oak and hornbeam is marked by a hitching on the logs at the DP "Korsun-Shevchenkivske Lissov Gospodarstvo"]. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy* [Scientific Journal NLTU Ukraine]. Lviv, 2017, Vol. 27, no. 1. pp. 15–18.
14. Yziumskiy, P.P., Molotkov, P.Y., Romashov, N.V. (1978). *Lystvennye lesa USSR* [Deciduous forests of the USSR]. Kharkov, High school, 184 p.
15. Pohrebniak P.S. (1963). *Obshchee lesovodstvo* [General forestry]. Moscow, 399 p.
16. SOU 02.02-37-476:2006. *Ploshchi probni lisovporiadni. Metod zakladannia* (Standart orhanizatsii Ukrainy) [Chynnyi vid 2007-05-01]. Vyd. ofits. Kyiv: Minahropolityky Ukrainy [Square trial forest management. Method of laying (Standard of organization of Ukraine) [Effective from 2007-05-01]. Kyiv, Ministry of Agrarian Policy of Ukraine, 2006. 32 p.
17. Piatnytskyi, S.S., Yziumskiy, P.P. (1966). *Lesy Ukrainy SSSR. Lesy SSSR* [Forests of the Ukrainian SSR. Forests of the USSR]. Moscow, Science, Vol. 33, 232 p.
18. Rumiantsev, M.H., Solodovnyk, V.A., Chyhyrnyts, V.P., Lunachevskiy, L.S., Kobets, O.V. *Osoblyvosti formuvannia i vidtvorennia pryrodnykh lisostaniv duba zvychainoho Livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy* [Features of formation and reproduction of natural forests of oak ordinary Left-bank forest-steppe of Ukraine]. *Lisivnytstvo i ahrolisomeliioratsiia* [Arboriculture and agroforestry]. Kharkiv, UkrNDILHA, 2016, Issue 128, pp. 63–73.
19. Sendonin, S.Ye. (2009). *Dynamika pryrodnoho nasinnievoho ponovlennia duba zvychainoho (Quercus robur L.) u svizhykh dibrovakh pivdennoi chastyny Pravoberezhnoho Lisostepu zalezjno vid kompleksu abiotychnykh faktoriv: avtoref. dys. ...kand. s.-h. nauk: 06.03.03* [Dynamics of natural seed renovation oak (Quercus robur L.) in fresh woods of southern forest steppe Right-Bank complex depending on abiotic factors: Author. dis ... Candidate s.-g. Sciences: 06.03.03]. Kyiv, 20 p.
20. Skliar, V.H. *Pryrodne ponovlennia providnykh lisoutvoriuvalnykh vydiv Novhorod-Siverskoho Polissia: realizovani ekolohichni nishi ta yikhnia dynamika* [Natural renewal of the leading forest-forming species of Novgorod-Siversky Polissya: implemented ecological niches and their dynamics]. *Ukrainskyi botanichnyi zhurnal* [Ukrainian Botanical Journal], 2014, Vol. 71, no. 1, pp. 8–16.
21. Tkach, V.P. *Suchasnyi stan pryrodnykh lisostaniv duba zvychainoho Livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy* [The current state of the natural forests of the oak forest of the ordinary Left-Bank Forest-steppe of Ukraine]. *Lisivnytstvo i ahrolisomeliioratsiia* [Arboriculture and agroforestry]. Kharkiv, UkrNDILHA, 2009, Issue 116, pp. 79–84.
22. Shevchenko, P.I. *Pryrodne (nasinnieve) ponovlennia v hrabniakakh Podillia* [Natural (seed) renewal in the grabbodies of Podillya]. *Ukr. Lisovod* [Ukrainian forestry], 1970, no. 10, pp. 39–48.
23. Galbraith-Kent, S.L., Handel, S.N. *Invasive Acer platanoides inhibits native sapling growth in forest understory communities. Acer platanoides inhibits native sapling growth*. *Journal of Ecology*. № 96, 2008, pp. 293–302.
24. Holladay, C.-A., Kwit, C., Collins, B. *Woody regeneration in and around aging southern bottomland hardwood forest gaps: Effects of herbivory and gap size. Condition of forest landscapes*. Elsevier. *Forest Ecology and Management*. №223, 2006, pp. 218–225.
25. Kubner, R. *Mortality patterns of Quercus, Tilia and Fraxinus germinants in a floodplain forest on the river Elbe, Germany. Mortality patterns of Quercus*. Elsevier. *Forest Ecology and Management*. 2003, no. 173, pp. 37–48.
26. López-Barrera, F., Manson, R.H., González-Espinosa, M., Newton, A.C. *Effects of the type of montane forest edge on oak seedling establishment along forest–edge–exterior gradients Oak seedling establishment*. Elsevier. *Forest Ecology and Management*. 2006, № 225(1–3), pp. 234–244.
27. Niklasson M., Zin E., Zielonka T., Feijen M., Korczyk A.F., Churski M., Samojlik T., Jędrzejewska B., Gutowski J.M., Brzeziecki B. *A 350-year tree-ring fire record from Białowieża Primeval Forest, Poland: implications for Central European lowland fire history. Fire history wood forests*. *Ecology*. 2010, no. 98, pp. 1319–1329.
28. Signell S.A., Abrams M.D., Hovis J.C., W. Henry Sh. *Impact of multiple fires on stand structure and tree regeneration in central Appalachian oak forests*. *Forest Ecology and Management*. 2005, no. 218, pp. 146–158.
29. Taylor S.O., Lorimer C.G. *Loss of oak dominance in dry-mesic deciduous forests predicted by gap capture methods*. *Plant ecology*. 2003, no. 167, pp. 71–88.
30. Twedt D. J., Wilson. R. R. *Development of oak plantations established for wildlife*. *Forest Ecology and Management*. 2002, no. 162, pp. 287–298.

#### **Лесовосстановительные процессы в природных дубовых древостоях ГП «Винницкое ЛХ»**

**О.Г. Василевский, Ю.А. Елисаветко, О.П. Зленко, В.В. Монарх**

В условиях Восточного Подолья сохранения природных дубрав является важным этапом перехода к устойчивому развитию региона. Сегодня в условиях Восточного Подолья актуален вопрос введения приближенного к естественному лесоводства. Методологической основой этого процесса является детальное изучение динамики естественного возобновления дуба обыкновенного как в естественных лесах и на местах срубов.

Основной целью статьи является исследование состояния и динамики естественного возобновления дуба обыкновенного в природных дубовых древостоях Винницкой области. Изучение этого процесса позволит определить особенности формирования природных дубовых лесов в регионе. Результаты таких исследований дадут ответ на вопрос о возможности применения естественного возобновления для лесовосстановления в регионе.

Приведена характеристика современного состояния естественного возобновления дуба обыкновенного в естественных древостоях ГП «Винницкое ЛХ» Винницкого областного управления лесного и охотничьего хозяйства на основе повидильной базы данных лесоустройства. В результате обследований определены основные таксационные показатели природных дубовых древостоев и их естественного возобновления.

Установлено, что основной причиной уменьшения доли природных дубовых лесов является ведение рубок главного пользования и создание на их месте лесных культур. Низкий уровень использования естественного возобновления дуба обыкновенного из-за отсутствия лет интенсивного плодоношения и неудовлетворительное состояние и

сохранность естественного возобновления не способствуют интенсивному формированию природных разновозрастных лесов.

**Ключевые слова:** естественные леса, дуб обыкновенный, естественное возобновление, состояние.

### **Characteristics of forest-provided processes in native forests of state enterprise Vinnytsia forestry**

**O. Vasylevs'kyj, Ju. Jelisavenko, O. Zlenko, V. Monarh**

Natural forests are a source of conservation of landscape and biological (including genetic) diversity. Despite this, intensive forest exploitation results in the significant decrease in the area of natural forests. Lack of reliable natural regeneration, especially forests in the plain part of Ukraine, has led to a significant reduction in the natural forests due to artificially created ones.

Unsuccessful fruiting, lack of natural seed restoration and unsatisfactory growth are the main reason for the interruption of the genesis of forest stands. Natural oak forests, which are the main formations in the region, are characterized by the particularly unsatisfactory natural reproduction.

In conditions of Eastern Podillya, preservation of natural habitats is an important stage in the transition to a balanced development of the region. Today, in the conditions of the Eastern Podillya, the issue of introduction of natural forestry is approaching. The methodological basis of this process is a detailed study of the dynamics of natural regeneration of oak as it is in natural forests and in the field of logs.

The main objective of the article is to study the state and dynamics of the natural renewal of oak natural dumble forests in the Vinnytsia region. Studying this process will enable to study the peculiarities of the formation of natural oak forests in the region. The results of such studies will answer the question of the possibility of applying a natural regeneration for reforestation in the region.

According to data analysis on forest management, we have discovered 3 plots of oak forest stands with natural regeneration of oak under the shade. Basically, these are sites of fresh hornbeam of the sudubrava under the absence of hornbeam in the composition of the forest stands. The share of oak in the undergrowth is from 2 to 10 trees, the average age is 5-15 years. Average density is 3-5 thousand trees per ha.

According to the researches on the condition and structure of the undergrowth of oak forests under the shade, we have identified curtains in the conditions of the state enterprise "Vinnytske FE". The forest stand is confined to a fresh hornbeam sudibrova under the predominance of oaks and a small share (2 units) of hornbeams in the composition. The stand has structure of all-aged forest trees with curtains of the natural renewal.

Natural oak renewal under the shed of the hornbeam forest stand in the conditions of the state enterprise "Vinnytske FE" is characterized by the density of 5.0-6.3 thousand plants per ha, 1-5-year age and the height of 0.25-1.6 meters. On most plots a 3-year undergrowth prevails, and its share ranges within 25-40 %. The lowest proportion of a 5-year undergrowth is 12-22 %.

The characteristic of the current state of the natural regeneration of oak in natural forests of the state enterprise "Vinnytsia Forestry" of the Vinnytsia Regional Forestry and Hunting Management Department is based on a separate database of forest management data. As a result of the surveys, the basic taxonomic indicators of natural oak forests and their natural renewal were determined.

It was established that the main reason for the reduction of the proportion of natural oak forests is the main harvesting and the creation of forest crops in their place. The low utilization of the natural oak conventional renewal due to the lack of years of intense fruiting and unsatisfactory condition and the preservation of natural regeneration does not contribute to the intensive formation of natural divergences.

**Key words:** natural forests, oak, natural regeneration, condition.

*Надійшла 10.04.2018 р.*

**УДК 634.713:581.442**

**ТЕЛЕПЕНЬКО Ю.Ю.,** мол. наук. співробітник

*Інститут садівництва НААН*

juli23@meta.ua

### **ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ ПАГОНІВ ОЖИНИ (RUBUS L.) В УМОВАХ ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ**

Висвітлено результати вивчення динаміки росту пагонів 25 сортів ожини (Adriene, Apache, Asterina, Black Butte, Black Diamond, Black Magic, Black Pearl, Brzezina, Čačanska Bestrna, Chester, Chief Joseph, Heaven Can Wait, Jumbo, Karaka Black, Kiowa, Loch Tay, Natches, Navaho, Orkan, Ouachita, Reuben, Tornfree, Triple Crown, Насолода (контроль) та Садове чудо) за умов Західного Лісостепу України. На початку дослідження було визначено морфологічну структуру кущів кожного із сортів, які вивчалися. За архітектонікою їх розділили на три групи, а саме: зі сланкими, напівпряморослими та пряморослими пагонами. На основі проведених досліджень встановлено, що сорти зі сланким типом пагонів мають досить тривалий період інтенсивного росту пагонів – до середини серпня; напівпряморослі сорти інтенсивно нарощують довжину пагонів до початку серпня, а пряморослі – до кінця липня. Початок періоду інтенсивного росту у сланких сортів припадає на кінець травня – початок червня; пряморослих – середину травня; напівпряморослих – кінець травня. Загалом період росту пагонів ожини сланких та напівпрямо-

рослих сортів триває до початку жовтня і обмежується настанням середньодобової температури нижче 10 °С. Сорти із пряморослим типом пагонів закінчують ріст на 10-15 днів раніше. Рослини досліджуваних сортів ожини входять в зиму майже не скидаючи листя. На підставі проведених власних досліджень встановлено, що сорти зі сланкими пагонами зазнавали більших ушкоджень низькими температурами у зимовий період, порівняно із більш пряморослими сортами.

**Ключові слова:** ожина, сорт, пагін, інтенсивний ріст, сума активних температур, листопад.

**Постановка проблеми.** З кожним роком культура ожини стає все більш відомою та популярною, як серед виробників, так і серед споживачів. Ягоди ожини мають ряд цінних характеристик, що забезпечує їй хорошу конкурентоспроможність серед ягідних культур [1, 2]. Висока врожайність, гарний смак та товарність ягід, їх цінний біохімічний склад (високий вміст антоціанів, аскорбінової кислоти, мікро- та макроелементів), придатність до різних видів переробки, висока транспортабельність, відносно пізнє цвітіння, яке забезпечує захист від пізніх весняних заморозків та висока стійкість сучасних сортів до різних хвороб, що дає можливість забезпечити екологічну чистоту отриманої продукції є головними перевагами цієї культури [3, 4, 5]. Оскільки більшість інтродукованих сортів мають низький рівень морозостійкості [1, 3, 5], наразі постає актуальне питання про добір сортименту ожини з високими адаптивними властивостями до ґрунтово-кліматичних умов Західного Лісостепу України.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Після створення низки безшипих сортів, що дало змогу позбутися серйозної негативної ознаки для широкого поширення ожини, єдиним недоліком цієї рослини у культурі залишається невисока морозостійкість надземної частини, яка не дозволяє культивувати ожину в регіонах, де зимові температури опускаються нижче мінус 25 °С. Для багатьох сортів критичними є і температури мінус 10–15 °С, оскільки вони мають затяжний ріст і не скидають листя навіть взимку, що зумовлює сильне підмерзання однорічних пагонів [1, 3, 5, 7]. Внаслідок різного географічного та генетичного походження сортів та видів ожини тривалість періодів їх вегетації та спокою різна, як у зв'язку з цим, і характер та тривалість росту однорічних пагонів [6, 8]. Сорти ожини класифікують за особливостями росту пагонів на три групи: пряморослі, напівпряморослі та сланкі. Пряморослі сорти ожини характеризуються стеблами, які більшою мірою себе підтримують, та досить коротким періодом активного росту пагонів; сланкі сорти формують пагони, які лежать на поверхні ґрунту та мають тривалий період росту; напівпряморослі сорти характеризуються проміжним, між вказаними групами, характером росту [1, 4, 9]. Дослідження індивідуальних особливостей росту пагонів, встановлення строків початку періоду спокою та впливу на ріст рослин кліматичних умов дасть змогу оцінити адаптивний потенціал інтродукованих сортів до певних ґрунтово-кліматичних умов.

**Мета дослідження** – удосконалення сортименту ожини на підставі вивчення морфологічних особливостей нових сортів та їх адаптивності в ґрунтово-кліматичних умовах Західного Лісостепу України для подальшого сортовивчення та впровадження у селекційні програми.

**Матеріал та методика дослідження.** Об'єктами досліджень були 25 сортів ожини, а саме: Adriene, Apache, Asterina, Black Butte, Black Diamond, Black Magic, Black Pearl, Brzezina, Čačanska Bestrna, Chester, Chief Joseph, Heaven Can Wait, Jumbo, Karaka Black, Kiowa, Loch Tay, Natches, Navaho, Orkan, Ouachita, Reuben, Tornfree, Triple Crown, Насолода (контроль) та Садове чудо. Рослини висаджені за методикою колекційного сортовивчення [10, 11] восени 2014 р. Схема садіння рослин 3,00×1,25 м. Агротехнічні заходи проводили згідно із загальноприйнятою технологією вирощування ягідних культур.

Обліки та спостереження проводили згідно із загальноприйнятою методикою сортовивчення [10, 11] у колекційному насадженні ожини в Інституті садівництва НААН протягом 2015–2016 рр.

**Основні результати дослідження.** На початку дослідження було визначено морфологічну структуру кущів кожного із сортів, які вивчалися. За архітектонікою їх розділили на три групи, а саме: зі сланкими, напівсланкими та пряморослими пагонами.

Вивчення динаміки росту пагонів поточного року починали із фіксації їх появи над рівнем ґрунту. Після того як збільшилась кількість та довжина молодих пагонів, маркували облікові, на яких щодаки фіксували динаміку приросту. Виміри проводили допоки протягом двох декад не спостерігали наявності приросту.

Сума активних температур (10 °С і вище) за роки досліджень складала 3160,2 °С у 2015 р. та 3151,1 °С у 2016 р. З рисунка 1 видно, що сума накопичених активних температур у 2016 році була дещо вищою, ніж у 2015 р., але на кінець вегетаційного періоду вони майже зрівнялись.

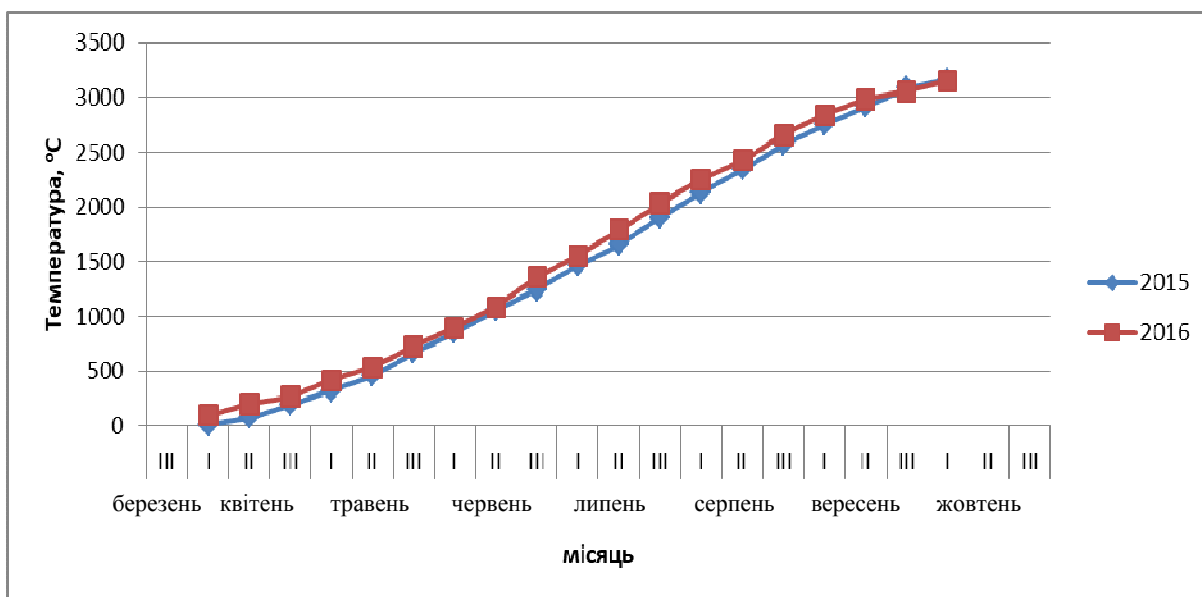


Рис. 1. Накопичення суми активних температур за вегетаційні періоди 2015–2016 рр.

Період активного росту пагонів сланких сортів (рис. 2) Black Pearl, Black Diamond та Karaka Black припадає на третю декаду травня, коли сума активних температур становить понад 700 °С. Пагони сорту Black Butte розпочинають активний ріст у першій декаді червня за сум активних температур близько 900 °С. Загалом, у сортів зі сланким типом пагонів інтенсивний ріст припадає на кінець травня – середину серпня, далі інтенсивність дещо знижується та продовжується до початку жовтня. Закінчення росту пагонів сланких сортів співпадає із переходом середньодобової температури менше 10 °С.

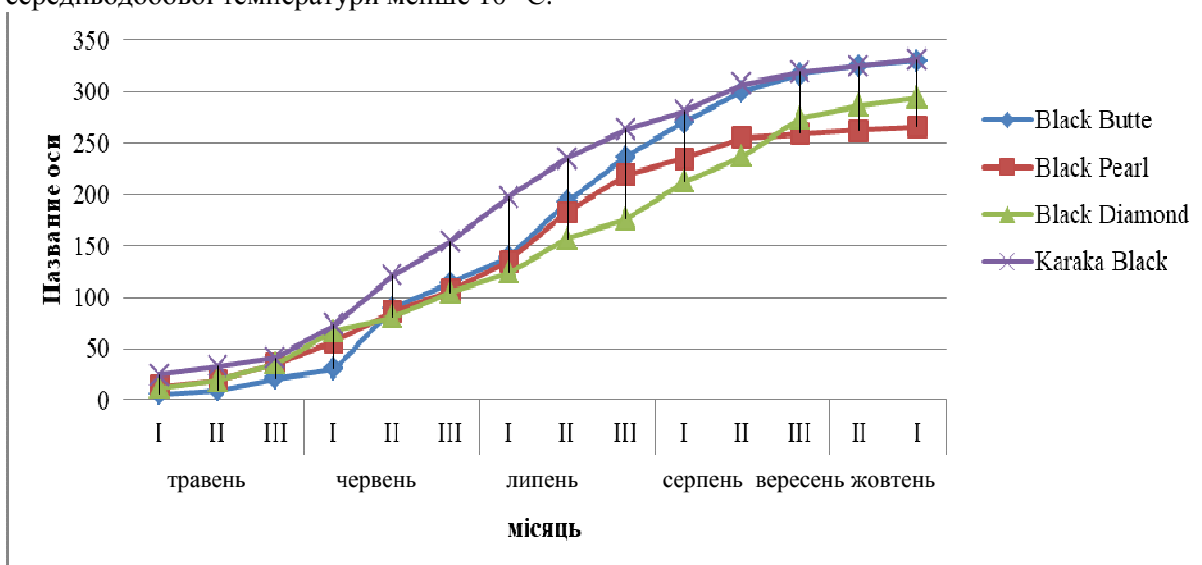


Рис.2. Динаміка росту пагонів сланких сортів ожини, середнє 2015-2016 рр.

Інтенсивний ріст пагонів пряморослих сортів (рис. 3) розпочинається у другій–третій декаді травня (сума активних температур сягає понад 500 °С) і триває до кінця липня (сума активних температур – 1900–2000 °С). Потім спостерігається плавна динаміка приросту пагонів. Закінчення росту пагонів пряморослих сортів припадає на кінець вересня –початок жовтня.

У сортів ремонтантного типу плодоношення (Black Magic та Reuben) найбільш інтенсивний ріст спостерігається протягом червня. Із середини липня ріст пагонів цих сортів плавний і закінчується наприкінці вересня.

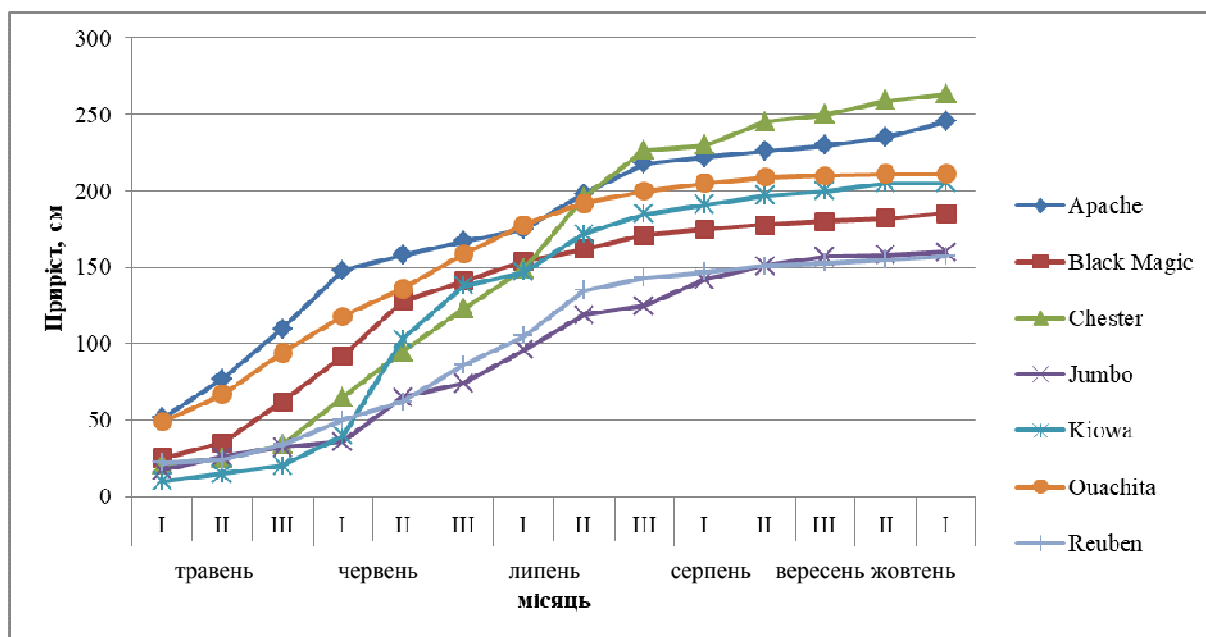


Рис.3. Динаміка росту пагонів пряморослих сортів, середнє 2015 – 2016 рр.

За даними рисунків 4, 5 можна зазначити, що у напівпряморослих сортів активний ріст пагонів відбувається по-різному. Так, у сортів Adriene, Asterina, Orkan, Brzezina та Садове чудо відмічено досить плавну динаміку росту пагонів протягом вегетаційного періоду. У решти сортів проходження періоду найактивнішого росту пагонів припадало на: червень, коли сума накопичених активних температур становила близько 900 °С (Tornfree, Navaho, Loch Tay); липень, за суми активних температур понад 1500 °С (Natches, Chief Joseph); та протягом червня – серпня (Насолода, Triple Crown, Сацанска Bestrna, Heaven Can Wait). Загалом, у більшості напівпряморослих сортів початок інтенсивного росту пагонів припадає на третю декаду травня і триває до кінця липня – початку серпня. Далі має меншу інтенсивність і закінчується на початку жовтня, як і у сортів зі сланким типом пагонів.

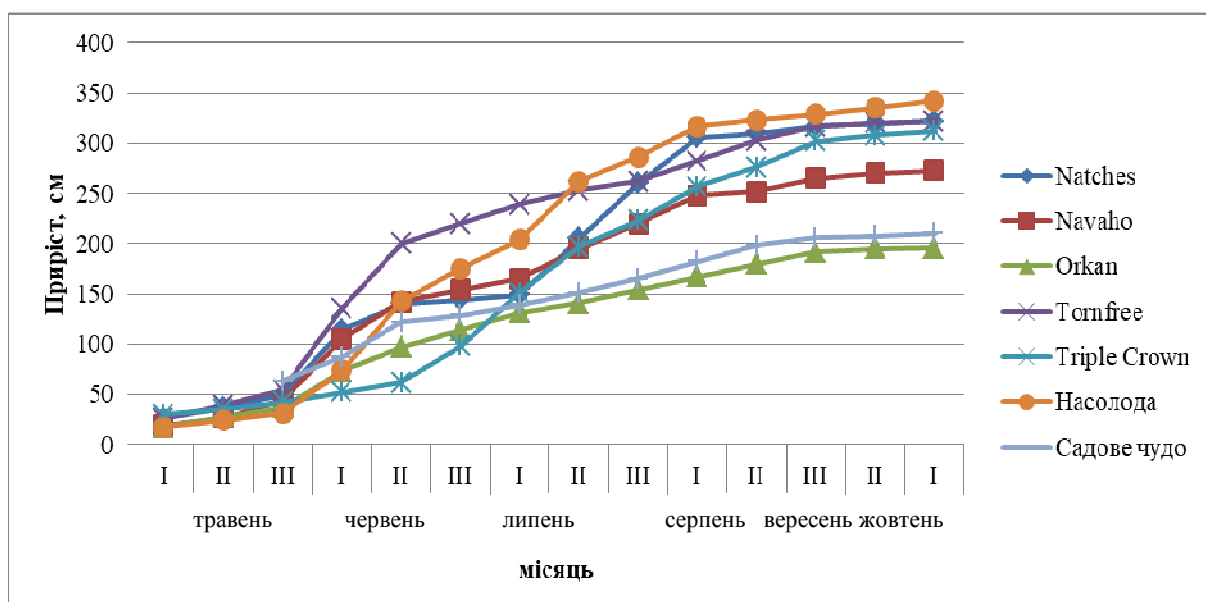


Рис. 4. Динаміка росту пагонів напівпряморослих сортів, середнє 2015 – 2016 рр.

У всіх досліджуваних сортів листопад починався наприкінці жовтня – початку листопада, проте всі вони ввійшли в зиму з листям (опадання листя зафіксовано лише у нижній частині

кущів). Це безсумнівно призводить до зниження зимостійкості рослин ожини, внаслідок великої транспіраційної поверхні листків та недостатнього визрівання пагонів [6, 7].

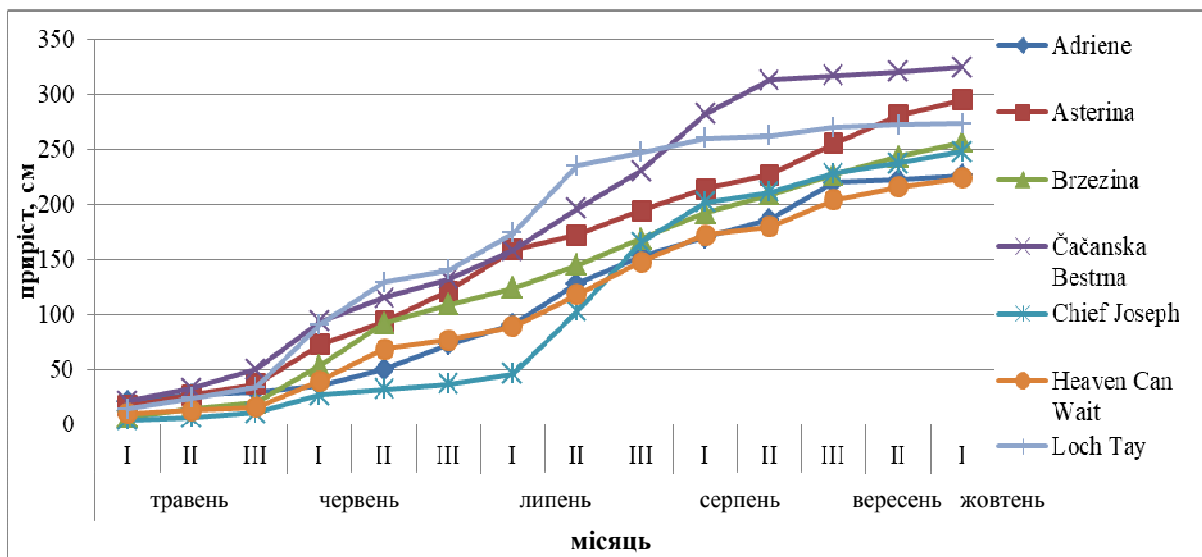


Рис. 5. Динаміка росту пагонів напівпряморослих сортів, середнє 2015 – 2016 рр.

На підставі проведених власних досліджень [12] та Л.А. Грюнер [13, 14] встановлено, що сорти зі сланкими пагонами зазнавали більших ушкоджень низькими температурами у зимовий період, порівняно із більш пряморослими сортами.

**Висновки.** Загалом кліматичні умови вегетаційного періоду Західного Лісостепу України є цілком придатними для культивування ожини. Проте, у розрізі сортів тривалість інтенсивного їх росту різниться залежно від типу пагонів. Так, сланкі сорти характеризуються довшим періодом інтенсивного росту пагонів, який триває до середини серпня; напівпряморослі – інтенсивно нарощують довжину пагонів до початку серпня, а пряморослі – до кінця липня. Також, від архітектури рослин ожини залежить настання початку інтенсивного росту. Відмічено, що сорти зі сланким типом пагонів починають інтенсивний ріст у кінці травня – на початку червня; із напівпряморослим – наприкінці травня, а із пряморослим – у середині травня. Загалом ріст пагонів у рослин ожини продовжується до жовтня місяця та обмежується настанням середньодобової температури нижче 10 °С. Встановлено, що пряморослі сорти закінчують ріст на 10–15 днів раніше. За результатами проведених досліджень встановлено, що більш тривалий період росту пагонів сланких та напівпряморослих сортів знижує рівень їх морозостійкості у порівнянні із пряморослими сортами.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Шеренговий П.З., Сіленко В.О., Андрусик Ю.Ю., Сердюк О.В. Сучасні технології вирощування ожини та малино-ожинових гібридів., та ін. К.: Нілан : ЛТД, 2013. 132 с.
2. Телепенко Ю.Ю. Продуктивність ежевики (*Rubus subg. Eubatus* Focke) в умовах Лесостепу України. *Știința agricolă*. 2017. № 2. С. 67 – 70.
3. Сіленко В. А., Сердюк О. В. Проблеми і перспективи вирощування ежевики в Лесостепу України. *Плодоводство и ягодоводство России: сб. науч. работ ГНУ ВСТИСП. М., 2009. Т. XXII, ч. 2. С. 286 – 291.*
4. Nesbitt M., Kamas J., Stein L. Blackberries. URL: <https://aggie-horticulture.tamu.edu/fruitnut/files/2010/10/blackberries.pdf>.
5. Грюнер Л.А., Кулешова О.В. Направления исследований и перспективы выращивания ежевики в условиях Орловской области. *Современное садоводство. Ел. Журнал*. 2015. № 3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/napravleniya-issledovaniy-i-perspektivy-vyraschivaniya-ezheviki-v-usloviyah-orlovskoy-oblasti>.
6. Грюнер Л.А., Кулешова О.В. Продолжительность вегетации и динамика роста побегов ежевики в условиях Орловской области. *Современное садоводство. Ел. Журнал*. 2014. № 4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/prodolzhitelnost-vegetatsii-i-dinamika-rosta-pobegov-ezheviki-v-usloviyah-orlovskoy-oblasti>
7. Сердюк О.В., Скрыга В.А., Грохольський В.В., Китаев О.І. Адаптація та перспективи вирощування ожини в Лісостепу України. Проблеми адаптації та перспективи розвитку ягідництва: тези доповідей і виступів на Всеукраїнській науковій конференції молодих вчених і спеціалістів. Київ, 2008. С. 28 – 31.
8. Кулешова О.В. Грюнер Л.А. Влияние ретарданта ГУР (ССС) на интенсивность и продолжительность роста побегов ежевики в условиях Орловской области. *Современное садоводство. Ел. Журнал*. 2014. № 4. URL:

<https://cyberleninka.ru/article/v/vliyanie-retardanta-tur-sss-na-intensivnost-i-prodolzhitelnost-rosta-pobegov-ezheviki-v-usloviyah-orlovskoy-oblasti>

9. Finn C. E., Strick B. C. Blackberry cultivars for Oregon. Growing small fruits. URL: <https://catalog.extension.oregonstate.edu/ec1617/html>
10. Седов Е.Н. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Под общ. ред. Е.Н. Седова, Т.П. Огольцовой. Орел : ВНИИСПК, 1999. 608 с.
11. Андрієнко М. В. Методика вивчення сортів і форм ожини. Київ, 1992. 21 с.
12. Телепенько Ю.Ю. Дослідження зимостійкості рослин сортів ожини (*Rubus* subg. *Eubatus* Focke) за допомогою вимірювання електропровідності пагонів. Садівництво. 2017. Вип. 72. С. 202 – 209.
13. Грюнер Л.А., Кулешова О.В. Результаты перезимовки ежевики в условиях Орловской области при зимнем укрытии материалом Агротекс. Современное садоводство. Ел. Журнал. 2014. № 4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/rezultaty-perezimovki-ezheviki-v-usloviyah-orlovskoy-oblasti-pri-zimnem-ukrytii-materialom-agroteks>.
14. Грюнер Л.А., Кулешова О.В. Зимостойкость ежевики в условиях Орловской области при использовании зимнего укрытия и ретарданта ТУР. Современное садоводство. Ел. Журнал. 2014. № 4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/zimostoykost-ezheviki-v-usloviyah-orlovskoy-oblasti-pri-ispolzovanii-zimnego-ukrytiya-i-retardanta-tur>

#### REFERENCES

1. Sherenhovyi, P.Z. (2013). Suchasni tekhnolohii vyroshchuvannia ozhyny ta malyno-ozhynovykh hibrydiv [ Modern technologies for growing blackberries and raspberry and blackberry hybrids]. Kyiv, Nilan LTD, 132 p.
2. Telepen'ko, Ju.Ju. (2017). Produktivnost' ezheviki (*Rubus* subg. *Eubatus* Focke) v usloviyah Lesostepi Ukrainy [Blackberry productivity (*Rubus* subg. *Eubatus* Focke) in the conditions of the Ukraine's Western Lisosteppe]. Štiinā agricolā, no. 2, pp. 67-70.
3. Silenko, V. A., Serdjuk, O. V. (2009). Problemy i perspektivy vyrashhivaniya ezheviki v Lesostepi Ukrainy [Problems and prospects of Blackberry growing in the conditions of the Ukraine's Lisosteppe]. Plodovodstvo i jagodovodstvo Rossii: sb. nauch. rabot GNU VSTISP ["Pomiculture and small fruits culture in Russia" is a collection of scientific works GNU VSTISP]. Moscow, Vol. XXII, part 2, pp. 286-291.
4. Nesbitt, M., Kamas, J., Stein, L. Blackberries. Retrieved from: <https://aggie-horticulture.tamu.edu/fruit-nut/files/2010/10/blackberries.pdf>
5. Grjuner, L.A., Kuleshova, O.V. Napravlenija issledovaniy i perspektivy vyrashhivaniya ezheviki v usloviyah Orlovskoj oblasti [Research directions and prospects of blackberry cultivation in conditions of Orel region]. Sovremennoe sadovodstvo [Contemporary Horticulture], 2015, no. 3. Retrieved from: <https://cyberleninka.ru/article/v/napravleniya-issledovaniy-i-perspektivy-vyrashchivaniya-ezheviki-v-usloviyah-orlovskoy-oblasti>
6. Grjuner, L.A., Kuleshova, O.V. Prodolzhitel'nost' vegetacii i dinamika rosta pobegov ezheviki v usloviyah Orlovskoj oblasti [Vegetation length and dynamics of blackberry shoot growth in conditions of Orel region]. Sovremennoe sadovodstvo [Contemporary Horticulture], 2014, no. 4. Retrieved from: <https://cyberleninka.ru/article/v/prodolzhitelnost-vegetatsii-i-dinamika-rosta-pobegov-ezheviki-v-usloviyah-orlovskoy-oblasti>
7. Serdjuk, O.V., Skrjaga, V.A., Grohol's'kij, V.V., Kytajev, O.I. (2008). Adaptacija ta perspektivy vyroshhuvannja ozhyny v Lisostepi Ukraїny [Adaptation and prospects of growing blackberries in the conditions of the Ukraine's Lisosteppe]. Tezy dopovidej i vystupiv na Vseukrai'ns'kij naukovij konferencii' molodyh vchenyh i specialistiv «Problemy adaptacii' ta perspektivy rozvytku jagidnyctva» [Problems and prospects of development of adaptation berry, abstracts and presentations at the National Conference of Young Scientists and Specialists]. Kyiv, pp. 28-31.
8. Kuleshova, O.V., Grjuner, L.A. Vlyjanye retardanta TUR (SSS) na yntensyvnost' y prodolzhytel'nost' rosta pobegov ezheviki v usloviyah Orlovskoj oblasti [The effect of TUR (CCC) retardants on the intensity and duration of blackberry cane growth in conditions of Orel region]. Sovremennoe sadovodstvo [Contemporary horticulture], 2014, no. 4. Retrieved from: <https://cyberleninka.ru/article/v/vliyanie-retardanta-tur-sss-na-intensivnost-i-prodolzhitelnost-rosta-pobegov-ezheviki-v-usloviyah-orlovskoy-oblasti>
9. Retrieved from: <https://cyberleninka.ru/article/v/vliyanie-retardanta-tur-sss-na-intensivnost-i-prodolzhitelnost-rosta-pobegov-ezheviki-v-usloviyah-orlovskoy-oblasti>
10. Finn, C. E., Strick, B. C. Blackberry cultivars for Oregon. Growing small fruits. 2008. Retrieved from: <https://catalog.extension.oregonstate.edu/ec1617/html>
11. Sedov, E.N., Ogol'tsova, T.P. (1999). Programma i metodika sortoizucheniya plodovykh, yagodnykh i orekhoplodnykh kul'tur [Program and methods of variety studing of fruit, small-fruit and nut crops]. Orel, VNIISPK, 608 p.
12. Andriienko, M. V. (1992). Metodyka vyvchennia sortiv i form ozhyny [Methods of studying the blackberry varieties and forms]. Kyiv, 21 p.
13. Telepen'ko, Ju.Ju. (2017). Doslidzhennja zymostijkosti roslyn sortiv ozhyny (*Rubus* subg. *Eubatus* Focke) za dopomogoj vyvirjuvannja elektroprovodnosti pagoniv [Research of the blackberry (*Rubus* subg. *Eubatus* Focke) plants cultivars winter-hardiness applying the shoots electrical conductance calculation]. Sadivnyctvo [Horticultural], no. 72, pp. 202–209.
14. Grjuner, L.A., Kuleshova, O.V. Rezul'taty perezimovky ezheviki v usloviyah Orlovskoj oblasti pry zimnem ukrytyy materialom Agroteks [The results of the Blackberry wintering in conditions of Orel region under winter covering with Agrotex material]. Sovremennoe sadovodstvo [Contemporary horticulture], 2014, no. 4. Retrieved from: <https://cyberleninka.ru/article/v/rezultaty-perezimovki-ezheviki-v-usloviyah-orlovskoy-oblasti-pri-zimnem-ukrytii-materialom-agroteks>
15. Grjuner, L.A., Kuleshova, O.V. Zimostojkost' ezheviki v usloviyah Orlovskoj oblasti pri ispol'zovanii zimnego ukrytija i retardanta TUR [Blackberry winter hardiness with using winter covering and TUR retardant in conditions of Orel region]. Sovremennoe sadovodstvo [Contemporary horticulture], 2014, no. 4.

**Особенности роста побегов ежевики (*Rubus L.*) в условиях Западной Лесостепи Украины****Ю.Ю. Телепенько**

Изложены результаты изучения особенностей роста 25 сортов ежевики (Adriene, Apache, Asterina, Black Butte, Black Diamond, Black Magic, Black Pearl, Brzezina, Čačanska Bestrna, Chester, Chief Joseph, Heaven can Wait, Jumbo, Karaka Black, Kiowa, Loch Tay, Natches, Navaho, Orkan, Ouachita, Reuben, Tornfree, Triple Crown, Насолода (контроль) и Садовэ чудо) в условиях Западной Лесостепи Украины. В начале исследования было определено морфологическую структуру кустов изучаемых сортов. По архитектонике их разделили на три группы, а именно: со стелющимися, полупряморослыми и пряморослыми побегами. На основе проведенных исследований установлено, что сорта со стелющимся типом побегов имеют достаточно длительный период интенсивного роста побегов, который продолжается до середины августа; полупряморослые сорта интенсивно наращивают длину побегов до начала августа, а пряморослые – до конца июля. Начало периода интенсивного роста у стелющихся сортов приходится на конец мая – начало июня; пряморослых – середину мая; полупряморослых – конец мая. В общем период роста побегов ежевики стелющихся и полупряморослых сортов длится до начала октября месяца и ограничивается наступлением среднесуточной температуры менее 10 °С. Сорта с пряморослым типом побегов заканчивают рост на 10–15 дней раньше. Растения исследуемых сортов ежевики входят в зиму почти не сбрасывая листья. На основании проведенных собственных исследований установлено, что сорта со стелющимися побегами имели большие повреждения низкими температурами в зимний период, по сравнению с более пряморослыми сортами.

**Ключевые слова:** ежевика, побег, сорт, интенсивный рост, сумма активных температур, листопад.

**Features of blackberry (*Rubus L.*) shoots growth in the conditions of the Ukraine's Western Lisosteppe****Yu. Telepenko**

The purpose of the researches is to improve the blackberry assortment on the basis of studying morphological peculiarities of the new cultivars and their adaptivity in the soil and climatical conditions of the Ukraine's Western Lisosteppe for the further strain investigation and introduction into the breeding programmes. The study of the individual peculiarities of the shoots growth, the establishment terms of the beginning of the rest period and effect climatic conditions to the plants growth will allow to assess the adaptive potential of introduced cultivars to certain soil and climatic conditions.

The experiments were conducted in the Western Lisosteppe on the basis of the Institute of Horticulture NAAS of Ukraine (Kyiv) during 2015–2016. The object were 25 blackberry cultivars, namely Adriene, Apache, Asterina, Black Butte, Black Diamond, Black Magic, Black Pearl, Brzezina, Čačanska Bestrna, Chester, Chief Joseph, Heaven Can Wait, Jumbo, Karaka Black, Kiowa, Loch Tay, Natches, Navaho, Orkan, Ouachita, Reuben, Tornfree, Triple Crown, Nasoloda and Sadove chudo. The plants had been planted according to the methods of the collectional strain investigation in the autumn of 2014. The planting plan was 3.00x1.25 m. The agrotechnical measures were carried out in conformity with the accepted technology of the small fruit crops cultivation.

Researching the dynamic of blackberry shoots growth of the current year began after their appearing above the soil. After increasing the number and length of young shoots, the records were marked, and then their length was measured once a decade. Measurements were made until the two decades did not observe the presence of growth.

The morphological structure of the bushes each cultivars of the studied was determined at the beginning of the study. Blackberry cultivars are divided by their growth habit into three types, namely: with trailing shoots, semi-erect shoots and erect shoots.

As a result it was determined that cultivars with trailing shoots have a rather long period of the most intensive growth, which lasts in middle August; semi-erect cultivars intensively increase the length of the shoots in early August, and erect cultivars – late July. The beginning of the period of intensive growth of the trailing cultivars was observed in May till early June; erect – middle May; semi-erect cultivars – late May. In general, the period of shoots growth trailing and semi-erect cultivars continued until the early October and limited to a daily average temperature below 10 °C. Erect cultivars finish the shoots growth 10-15 days earlier. Plants of the studied varieties of blackberries come in the winter almost without leaves fall. Based on our own research, it was found that cultivars with trailing shoots underwent more damage from low temperatures in the winter, as compared to the cultivars with more erect shoots.

**Key words:** blackberry, shoot, cultivar, intensive growth, average temperature, leaves fall.

*Надійшла 10.04.2018 р.*

**УДК 633.32:633.084**

**СТОЦЬКА С.В.**, канд. с.-г. наук

**МОЙСІЄНКО В.В.**, д-р с.-г. наук

**ПАНЧИШИН В.З.**, канд. с.-г. наук

*Житомирський національний агроекологічний університет*

**ВПЛИВ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ  
КОНЮШИНИ ЛУЧНОЇ НА ПОЖИВНІСТЬ ЛИСТОСТЕБЛОВОЇ МАСИ**

Представлено результати наукових досліджень щодо кормової оцінки листостеблової маси конюшини лучної на зеленому кормі та ячменю ярого (зерно + солома) залежно від норм висіву покривної культури, обробітку ґрунту та удобрення. Встановлено, що максимальний вихід кормових одиниць у перший рік життя конюшини лучної з урахуванням урожайності ячменю + соломи забезпечив варіант плоскорізного обробітку ґрунту з удобренням 6,23 т/га за норми висіву покривної

© Стоцька С.В., Мойсієнко В.В., Панчишин В.З., 2018.

культури 3,8 млн шт./га. За виходом кормових одиниць і перетравного протеїну в середньому за три роки життя конюшини лучної перевагу мали удобрені варіанти (без покриття) за плоскорізного обробітку ґрунту. На другому році життя ці варіанти у сумі за два укоси забезпечили вихід 12,1 т/га кормових одиниць та 1,72 т/га перетравного протеїну. Найменший вихід перетравного протеїну 0,52–0,59 т/га забезпечив травостій третього року життя конюшини лучної на варіантах без добрив за норми висіву покривної культури 5 млн шт./га. Якість травостою конюшини лучної першого та другого років використання залежала, у першу чергу, від удобрення та норми висіву покривної культури. Так, у перший рік використання (другий рік життя) вміст перетравного протеїну у кормовій одиниці конюшини лучної на удобрених ділянках становив за обох способів обробітку ґрунту 137,3–141,4 г, що на 7,2–8,5 г більше порівняно з варіантом без добрив. Поживність травостою другого року використання (третій рік життя) була найкращою і знаходилася в межах від 147,5 (без добрив) до 160,0 г ( $N_{60}P_{60}K_{60}$ ) перетравного протеїну.

**Ключові слова:** конюшина лучна, ячмінь ярий, норми висіву, обробітки ґрунту, удобрення, укоси, кормові одиниці, перетравний протеїн.

**Постановка проблеми.** Серед багаторічних бобових трав особливої уваги у польовому кормовиробництві заслуговує конюшина лучна, як найбільш адаптована високобілкова культура Полісся. Високі кормові якості та агротехнічне значення конюшини лучної в землеробстві дають підстави для широкого використання її в кормових і польових сівозмінах як в одновидових посівах, так і сумішках [16, 17, 33]. Листостеблова маса її характеризується високою перетравністю, значним вмістом вітамінів, особливо каротину і мінеральних речовин. Охоче поїдається худобою і добре відростає після скошування та випасу. Прямий і безпосередній вплив на вихід кормових одиниць посівів мають різні фази росту і розвитку, удобрення травостоїв та сортові особливості конюшини [6, 11, 13, 25, 27, 29, 30, 31].

Важливим при цьому є удосконалення технологічних прийомів з метою підвищення врожайності культури і якості вирощеного корму та розробка на цій основі зональних технологій її вирощування. Визначальними елементами такої технології є спосіб створення травостою – безпокровний чи підпокровний, підбір покривних культур, встановлення оптимальних норм висіву покривних культур і конюшини, які б більш повно сприяли реалізації її потенційних можливостей за продуктивністю та довговічністю посіву [1, 2, 7, 8, 12, 18, 19, 32].

Слід відмітити, що в умовах Полісся ще недостатньою мірою вивчені питання формування кормової продуктивності конюшини лучної залежно від норм висіву покривної культури (ячменю ярого), удобрення та способів обробітку ґрунту. З підвищенням культури землеробства стали зростати вимоги до самої покривної культури з метою підвищення продуктивності ланки сівозміни покривна культура + конюшина лучна. Вивчення цього питання показало, що різні покривні культури мають свої переваги і недоліки. Важливо і те, що у зв'язку з біологізацією землеробства і переходом до адаптивних технологій вирощування сільськогосподарських культур питання вибору кращої покривної культури, норм і способів посіву конюшини лучної залишаються актуальними. Таким чином, покривні посіви конюшини лучної були і залишаються головним агротехнічним прийомом і умовою збору стабільно високих врожаїв зерна покривних культур і кормів із зеленої маси конюшини лучної.

У всіх зонах найкращими покривними культурами для конюшини лучної є ті, які збираються на зелений корм, сінаж і монокорм. Деякі дослідники стверджують, що найкращою покривною культурою є ячмінь. Це пов'язано з тим, що ячмінь раніше, ніж інші ярі, закінчує вегетацію і його раніше збирають. Він мало затінює рослини конюшини під покривом.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Нині у більшості сільськогосподарських підприємств зведено нанівець виробництво багаторічних трав, морально застаріла матеріально-технічна база для проведення основних технологічних операцій: сівби, зрошення, збирання та зберігання їх продукції. Майже не приділяється увага інноваційним розробкам у цій галузі, набуттю досвіду щодо застосування енергоощадних технологій. На думку ряду науковців основна частина земель орендується і потребує поліпшення родючості ґрунтів. Використовуючи зарубіжний досвід, доцільно було б запровадити державні дотації тим господарствам, які поєднують кормовиробництво з тваринництвом [15, 21, 22, 23, 24].

У зоні Полісся багаторічні трави висівають під покрив ярих і озимих зернових культур як на сіння, так і на зелений корм. Оскільки озима пшениця за врожайності понад 30 ц/га надто пригнічує конюшину лучну і навіть спричиняє її загибель. Тому конюшину рекомендують висівати під ярий ячмінь, де вона зберігається на 25–45 % краще, ніж під іншими ярими культурами, оскільки ростки ячменю краще забезпечені вологою і у 3–4 рази краще освітлені. За дотримання технологічних вимог у цій зоні за суцільного способу сівби доцільно висівати 3 млн/га (5–6 кг/га) схожих насінин конюшини лучної. Важливим технологічним прийомом у рік посіву конюшини лучної є своєчасне

збирання покривної культури, що забезпечує добре відростання конюшини. Після звільнення від покриву конюшина нарощує 120–140 ц/га зеленого корму, рослини при цьому досягають цвітіння. Вчені стверджують, що в суху та жарку погоду раннє збирання покривних культур призводить до загибелі конюшини або до сильного зріджування її [3, 20].

Дідківський М. П. вважає, що за дією на урожай багаторічних трав неудообрені покривні культури можна розмістити наступним чином: жито > овес > ячмінь, у тому числі: за перезволожених погодних умов – жито > овес = ячмінь; вологих – жито > овес > ячмінь; слабопосушливих – овес = ячмінь = жито; дуже посушливих – ячмінь > овес >> жито. Покривні культури, удообрені органо-мінеральними добривами, – ячмінь = овес > жито, з них: за перезволожених погодних умов – овес = ячмінь = жито; вологих – ячмінь > жито > овес; слабопосушливих – овес > ячмінь = жито; дуже посушливих – овес > ячмінь = жито [9].

Багаторічні дослідження в нашій країні та за кордоном показали, що кращим способом посіву за вирощування конюшини лучної є безпокривний. Ця культура у рік сівби може дати як урожай зеленої маси, так і насіння [4, 5].

За безпокривного посіву конюшина лучна здатна пройти всі стадії розвитку, при цьому вона стає більш стійкою до несприятливих умов і дає вищий урожай корму. До того ж, існує потреба додаткових витрат на захист від бур'янів і хвороб під час збирання [14, 20].

Мало ще досліджень та обмежений їх об'єм з питань, пов'язаних з особливостями росту і розвитку підпокривних посівів конюшини лучної за різної густоти покривних і підсівної культур. Правильний вибір покривної культури, норми її висіву та норми висіву підсівної конюшини – важливі технологічні прийоми запобігання надмірному затіненню підсівної культури. При цьому потрібно враховувати, що багаторічні бобові трави є світлолюбними культурами, особливо чутливі до затінення в перші 20–30 днів після появи сходів. Для утворення найбільш сприятливих умов розвитку підпокривної конюшини норму висіву покривної культури зменшують. Такий захід потрібний на родючих і удообрених полях, коли покривна культура сильно розвивається і формує високий врожай – понад 20 ц/га зерна. При цьому зниження врожайності конюшини лучної складає від 15 до 30 %. Норму висіву покривних культур на 1/3 зменшують у Польщі, Чехії, Німеччині. У Канаді норму висіву покривного вівса пропонують знижувати наполовину. У районах, прилеглих до південного кордону конюшиносіяння, гарними покривними культурами є хліба другої групи. Ці культури сіють пізніше хлібів першої групи, у теплий ґрунт. Неодноразовим передпосівним обробітком знищується велика кількість сходів бур'янів і посіви бувають чистими [26].

У Поліссі України конюшина лучна дає високі врожаї зеленої маси. Так, п'ятнадцятирічні дослідження, проведені в Інституті землеробства УААН та Інституті сільського господарства Полісся УААН, показали, що кращим способом посіву конюшини лучної є літній безпокривний посів.

За підпокривного посіву перевагу має підсів багаторічних трав під покрив вівса з нормою висіву 2 млн насіння. За такого посіву трави в перший рік життя заміняють однорічні бобові в сумісних посівах на зелений корм, які до осені можуть сформувавши повноцінний укіс зеленої маси [20].

На сучасному рівні розвитку землеробства і кормовиробництва переваги ярих покривних культур над озимими не викликають сумніву.

Вимоги до покривної культури залишаються однаковими у всіх зонах конюшиносіяння. Гарною покривною культурою буде та, яка порівняно з іншими сільськогосподарськими культурами створює кращі умови для росту і розвитку підпокривної конюшини, забезпечуючи її ґрунтовою вологою, світлом і поживними речовинами.

Наразі врожайність насіння конюшини лучної та інших її видів ще також залишається нестабільною за роками і часто низькою. Основна причина – недовговічність і пізньостиглість конюшини лучної, рідкі травостої, ураження хворобами, тому це питання досить актуальне і потребує подальшого вивчення [10, 13, 14, 34].

**Мета досліджень.** З огляду на зазначене вище, нами було поставлено за мету визначити кормову оцінку листостеблової маси конюшини лучної сорту Дарунок за норми висіву ячменю ярого, як покривної культури, способів обробітку ґрунту та удообрення в умовах Полісся центрального.

**Методика досліджень.** Польові досліді проводили на дослідному полі Житомирського національного агроєкологічного університету. Поживність корму визначали за результатами хімічних аналізів, які виконані в лабораторії зоотехнічної оцінки кормів та годівлі тварин Інституту кормів НААН України.

Схема досліджу:

*Фактор А – спосіб обробітку ґрунту:*

1. Обробіток плоскорізом КПП-250 на глибину 18–20 см;
2. Обробіток важкою дисковою бороною БДТ-3 на глибину 10–12 см.

*Фактор В – фон живлення:*

Без добрив – контроль.

N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>

*Фактор С – норма висіву покривної культури – ячменю ярого:*

Безпокривна конюшина лучна – контроль.

Норма висіву ячменю ярого, 1,25 млн насінин /га.

Норма висіву ячменю ярого, 2,5 млн насінин /га.

Норма висіву ячменю ярого, 3,8 млн насінин /га.

Норма висіву ячменю ярого, 5,0 млн насінин /га.

Площа дослідної ділянки 18 м<sup>2</sup>, облікової 12 м<sup>2</sup>.

**Основні результати дослідження.** Аналіз кормової оцінки урожаю ячменю (зерно + солома) показав, що найбільший вихід кормових одиниць забезпечили варіанти з нормами висіву 3,8 та 5 млн шт./га. Тому вихід кормових одиниць на цих варіантах становив 4,56–4,65 т/га (плоскорізний обробіток) проти 4,35–4,40 т/га на дисковому обробітку з удобренням N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>. Порівняно до варіанта без добрив ці показники були нижчими на 1,44–1,43 т/га за плоскорізно-го обробітку ґрунту та на 1,36–1,46 т/га за дискового обробітку ґрунту (табл. 1).

Таблиця 1 – Кормова оцінка урожаю ячменю ярого (зерно + солома) залежно від обробітку ґрунту, удобрення та норм висіву покривної культури, т/га

Варіант		Норма висіву покривної культури, млн шт./га				
обробіток ґрунту	удобрення	без покриву	1,25	2,5	3,8	5
вихід кормових одиниць, т/га						
Плоскорізний	без добрив	-	1,34	2,65	3,12	3,22
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	-	1,96	4,01	4,56	4,65
Дискування	без добрив	-	1,30	2,64	2,99	2,94
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	-	1,84	3,98	4,35	4,40
вихід перетравного протеїну, т/га						
Плоскорізний	без добрив	-	0,07	0,14	0,18	0,18
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	-	0,11	0,22	0,25	0,25
Дискування	без добрив	-	0,07	0,14	0,17	0,17
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	-	0,10	0,22	0,24	0,24

Вихід перетравного протеїну, певним чином, залежав від норм висіву покривної культури і знаходився в межах від 0,07 т/га на варіантах без добрив до 0,25 т/га на варіантах з фоном удобрення N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>.

У перший рік життя конюшини лучної з урахуванням урожайності ячменю + соломи вихід кормових одиниць був найвищим (табл. 2). На цей показник суттєво впливали удобрення.

Таблиця 2 – Кормова оцінка листостеблової маси в перший рік життя конюшини лучної з урахуванням урожайності ячменю ярого (зерно + солома) залежно від обробітку ґрунту, удобрення та норм висіву покривної культури, т/га

Варіант		Норма висіву покривної культури, млн шт./га				
обробіток ґрунту	удобрення	без покриву	1,25	2,5	3,8	5
вихід кормових одиниць, т/га						
Плоскорізний	без добрив	1,66	2,68	3,94	4,35	4,37
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	2,43	3,83	5,83	6,23	6,14
Дискування	без добрив	1,62	2,59	3,88	4,18	4,08
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	2,33	3,53	5,63	5,88	5,84
вихід перетравного протеїну, т/га						
Плоскорізний	без добрив	0,21	0,24	0,30	0,34	0,33
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	0,32	0,35	0,46	0,47	0,44
Дискування	без добрив	0,21	0,23	0,30	0,32	0,32
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	0,30	0,32	0,43	0,44	0,43

Таким чином, найвищий вихід кормових одиниць в перший рік життя конюшини лучної з урахуванням урожайності ячменю + соломи був на варіанті плоскорізного обробітку ґрунту з удобренням 6,23 т/га за норми висіву покривної культури 3,8 млн шт./га, тоді як на варіанті без добрив цей показник становив 4,35 т/га. На контрольному варіанті (без покриву) вихід кормових одиниць зменшився майже в 1,6 раза порівняно з варіантом, де норма висіву покривної культури складала 1,25 млн шт./га.

Найбільший вихід перетравного протеїну (0,47 т/га) забезпечив варіант з удобренням за норми висіву покривної культури 3,8 млн шт./га. На всіх інших варіантах досліджу вихід перетравного протеїну з 1 га був практично однаковим.

Для забезпечення найвищого виходу кормових одиниць кращим роком життя травостою конюшини лучної був другий рік (табл. 3).

Таблиця 3 – Вихід кормових одиниць за три роки вегетації конюшини лучної з урахуванням урожаю ячменю в I рік життя залежно від обробітку ґрунту, удобрення та норм висіву, т/га

Варіант				Покривна культура + конюшина	Конюшина			
обробіток ґрунту	удобрення	норма висіву ячменю ярого			другий рік життя		третій рік життя	
		млн шт./га	%		I укiс	II укiс	I укiс	II укiс
Плоскорізний	без добрив	без покриву		1,66	5,9	2,9	2,9	1,0
		1,25	25	2,68	6,0	2,6	2,8	1,1
		2,5	50	3,94	5,6	2,7	3,2	1,1
		3,8	75	4,35	5,1	3,1	2,8	1,1
		5,0	100	4,37	4,7	2,3	3,0	1,0
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	без покриву		2,43	8,1	4,0	3,4	1,3
		1,25	25	3,83	7,6	3,4	3,3	1,4
		2,5	50	5,83	7,5	3,1	3,4	1,4
		3,8	75	6,23	7,1	3,4	3,2	1,3
		5,0	100	6,14	6,3	3,6	3,0	1,2
		без покриву		2,33	7,8	3,1	3,3	1,2
		1,25	25	3,53	7,3	3,6	3,3	1,4
Дискування	без добрив	без покриву		1,62	5,5	2,8	2,9	1,0
		1,25	25	2,59	5,6	2,6	3,0	1,0
		2,5	50	3,88	4,8	2,8	2,9	1,2
		3,8	75	4,18	4,8	2,5	2,7	1,0
		5,0	100	4,08	4,7	2,3	2,5	0,9
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	без покриву		2,33	7,8	3,1	3,3	1,2
		1,25	25	3,53	7,3	3,6	3,3	1,4
		2,5	50	5,63	7,1	3,3	3,2	1,3
		3,8	75	5,88	7,1	3,1	3,0	1,2
		5,0	100	5,84	6,1	3,8	2,8	1,2
		без покриву		2,33	7,8	3,1	3,3	1,2
		1,25	25	3,53	7,3	3,6	3,3	1,4

У перший рік вегетації конюшини лучної з урахуванням урожаю ячменю найбільший вихід кормових одиниць (6,23 т/га) отримали за плоскорізного обробітку ґрунту на удобреному варіанті з нормою висіву покривної культури 3,8 млн шт./га. При посіві без покриву відмічено зниження кормових одиниць на 3,8 т/га.

У своїх дослідженнях Амонс С.Е. [2] встановив, що на сірому лісовому опідзоленому ґрунті Правобережного Лісостепу в умовах зрошення для одержання 98,0–113,8 ц/га кормових одиниць конюшину лучну слід підсівати під покрив ярого ячменю на зерно з нормою висіву конюшини 7,5 і ячменю 2,5 млн шт. схожих насінин на 1 га. За безпокривного вирощування конюшину лучну слід висівати з нормою 7,5 млн шт./га.

На другий рік життя рослин максимальний вихід кормових одиниць (8,1 т/га) у першому укосі забезпечив контрольний варіант (без покриву), тоді як на варіанті з нормою висіву 5 млн шт./га цей показник зменшився на 1,8 т/га. На нашу думку, негативний вплив на зменшення виходу кормових одиниць мало загущення посіву покривною культурою у перший рік життя конюшини лучної.

На відміну від першого укосу, вихід кормових одиниць у другому укосі зменшився у 2 рази. На удобрених ділянках другого укосу вихід кормових одиниць збільшився і становив 4,0–3,8 т/га.

Аналізуючи вихід кормових одиниць, слід відмітити, що на третій рік життя конюшини лучної він суттєво зменшився внаслідок старіння рослин і впливу інших факторів.

Показники у першому укосі становили 3,2–2,9 т/га на варіантах (без добрив) за плоскорізного обробітку ґрунту з мінімальними нормами висіву покривної культури. На 0,2 т/га кормових одиниць був більший вихід корму у варіанті з фоном удобрення  $N_{60}P_{60}K_{60}$ . Це пояснюється, очевидно, тим, що на третьому році життя конюшини лучної добрива не мали впливу на збільшення виходу поживних речовин корму.

Другий укіс забезпечував менший вихід кормових одиниць з одиниці площі. Порівняно до контролю без добрив першого укосу цей показник був нижчий на 1,8 т/га. У середньому за три роки життя конюшини лучної найбільший вихід перетравного протеїну (1,05–1,00 т/га) забезпечив на другий рік життя контрольний варіант (без покриву) з удобренням. Травостої першого року життя конюшини лучної забезпечили 0,47–0,44 т/га перетравного протеїну, що на 0,13–0,12 т/га більше, ніж варіанти без добрив (табл. 4). Показники виходу перетравного протеїну у перший рік життя конюшини лучної з урахуванням зерна ячменю ярого були майже на одному рівні – 0,21–0,32 т/га на варіанті без покриву.

Таблиця 4 – Вихід перетравного протеїну за три роки вегетації конюшини лучної з урахуванням урожаю ячменю в I рік життя залежно від обробітку ґрунту, удобрення та норм висіву, т/га

обробіток ґрунту	Варіант		Покривна культура + конюшина лучна	Конюшина				
	удобрення	Норма висіву ячменю ярого		другий рік життя		третій рік життя		
		млн шт./га		%	I укіс	II укіс	I укіс	II укіс
Плоскорізний	без добрив	без покриву		0,21	0,75	0,40	0,44	0,16
		1,25	25	0,24	0,76	0,37	0,43	0,18
		2,5	50	0,30	0,71	0,37	0,49	0,17
		3,8	75	0,34	0,65	0,44	0,43	0,18
		5,0	100	0,33	0,60	0,32	0,43	0,16
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	без покриву		0,32	1,05	0,67	0,53	0,22
		1,25	25	0,35	0,98	0,56	0,52	0,23
		2,5	50	0,46	0,97	0,52	0,53	0,23
		3,8	75	0,47	0,91	0,56	0,50	0,22
		5,0	100	0,44	0,81	0,59	0,46	0,20
Дискування	без добрив	без покриву		0,21	0,69	0,39	0,44	0,16
		1,25	25	0,23	0,71	0,36	0,46	0,16
		2,5	50	0,30	0,62	0,39	0,44	0,19
		3,8	75	0,32	0,61	0,35	0,40	0,16
		5,0	100	0,32	0,60	0,32	0,38	0,14
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	без покриву		0,30	1,00	0,50	0,52	0,20
		1,25	25	0,32	0,93	0,59	0,51	0,22
		2,5	50	0,43	0,91	0,53	0,49	0,21
		3,8	75	0,44	0,90	0,50	0,46	0,19
		5,0	100	0,43	0,78	0,62	0,43	0,20

Потрібно відмітити, що на другий і третій роки життя найбільший вихід перетравного протеїну був у першому укосі (0,76–0,46 т/га) на варіантах без добрив незалежно від обробітків ґрунту, за норми висіву покривної культури 1,25 млн шт./га. На контролі без покриву з удобренням вихід перетравного протеїну збільшився і становив 1,05–0,52 т/га незалежно від обробітків ґрунту.

Найбільший вихід перетравного протеїну відмічений у другому укосі (0,67 т/га) другого року життя конюшини лучної за плоскорізного обробітку ґрунту. А за дискового обробітку ґрунту на варіанті з удобренням вихід перетравного протеїну становив 0,62 т/га. Найменший вихід перетравного протеїну (0,14–0,16 т/га) забезпечив травостій у другому укосі третього року життя конюшини лучної.

У перший рік життя рослин якість кормової одиниці була високою на варіантах конюшини без покриву і становила незалежно від обробітку ґрунту та удобрення 126,5–131,7 г. За різних

норм висіву ячменю ярого, як покривної культури, забезпеченість кормової одиниці сумісного травостою перетравним протеїном коливалася в межах 71,7–91,4 г, що значно нижче норми.

Якість травостою конюшини лучної першого та другого років використання залежала, у першу чергу, від удобрення та норми висіву покривної культури. Так, у перший рік використання (другий рік життя) вміст перетравного протеїну у кормовій одиниці конюшини лучної на удобрених ділянках становив за обох способів обробітку ґрунту 137,3–141,4 г, що на 7,2–8,5 г більше порівняно з варіантом без добрив. Поживність травостою другого року використання (третій рік життя) була найкращою і знаходилася в межах від 147,5 (без добрив) до 160,0 г (N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>) перетравного протеїну.

Отже, із наведеного вище можна зробити висновок, що найбільший вихід перетравного протеїну в середньому за три роки життя конюшини лучної одержано у варіанті без покриву на другий рік життя. У сумі за два укоси він становив 1,72 т/га на удобрених варіантах за плоскорізного обробітку ґрунту.

**Висновки.** 1. Поживність урожаю ячменю ярого (зерно + солома) певною мірою залежала від елементів технології вирощування. Максимальний вихід кормових одиниць (4,56–4,65 т/га) і перетравного протеїну (0,25 т/га) забезпечили варіанти з нормами висіву 3,8 та 5 млн шт./га.

2. Найвищий вихід кормових одиниць у перший рік життя конюшини лучної з урахуванням урожайності ячменю + соломи був на варіанті плоскорізного обробітку ґрунту з удобренням 6,23 т/га за норми висіву покривної культури 3,8 млн шт./га.

3. За виходом кормових одиниць в середньому за три роки життя конюшини лучної перевагу мали удобрені варіанти (без покриву) за плоскорізного обробітку ґрунту. На другому році життя ці варіанти у сумі за два укоси забезпечили вихід 12,1 т/га кормових одиниць та 1,72 т/га перетравного протеїну при вмісті у кормовій одиниці 142 г перетравного протеїну.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Амонс С. Е. Вплив норм висіву покривного ячменю і конюшини лучної на продуктивність ланки сівозміни в умовах зрошення центрального Лісостепу України: зб. наук. пр. Вінницького держ. аграр. ун-ту. 2001. Вип. 9. С. 31–35.
2. Амонс С. Е. Продуктивність весняних підпокривних та безпокривних посівів конюшини лучної на корм за різних норм висіву насіння при зрошенні в умовах правобережного Лісостепу: дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.12 / УААН ; Інститут кормів. Вінниця, 2002. 163 с.
3. Бабич А. О., Леонтьев Р. П. Вплив норм висіву насіння та режимів скошування травостою на продуктивність конюшини олександрійської. Корми і кормовиробництво. 2013. Вип. 77. С. 27–31.
4. Багаторічні бобові трави як основа природної інтенсифікації кормовиробництва / Г. І. Демидась та ін.; за ред. Г. І. Демидася, Г. П. Квітка. Київ : Нілан-ЛТД, 2013. 322 с.
5. Борона В. П., Карасевич В. В., Трішин В. М. Конюшина лучна. Кормові культури. 2000. № 3. С. 15–16.
6. Косолапов В. М., Костенко С. И., Пилипко С. В. Адаптивные сорта кормовых трав для экстремальных условий России. Достижения науки и техники АПК. 2013. № 7. С. 71–73.
7. Гузь К. Ф. Продуктивність конюшини лучної залежно від елементів технології вирощування в Правобережному Лісостепу України. Наук. вісник Нац. університету біоресурсів і природокористування України. Сер. Агроніомія. 2012. Вип. 176. С. 126–129.
8. Гузь К. Ф., Тиха Н. В., Сень В. О., Шкорбот Т. М. Кормова продуктивність посівів конюшини лучної (*Trifolium pratense*) залежно від елементів технології вирощування в правобережному Лісостепу України. Корми і кормовиробництво. 2015. Вип. 80. С. 33–36.
9. Дідківський М. П. Вплив погодних умов та агротехніки вирощування на урожайність багаторічних трав. Збалансоване природокористування. 2016. № 4. С. 47–51.
10. Евдокимова Н. А. Особенности селекции клевера лугового в условиях Северо-западного региона. Ресурсосберегающие технологии в луговом кормопроизводстве : материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 120-летию И. В. Ларина / СПбГАУ. Санкт-Петербург, 2009. С. 107–116.
11. Забарна Т. А. Кормова продуктивність сортів конюшини лучної залежно від способу вирощування та удобрення в умовах Лісостепу правобережного : дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.12 / Вінницький нац. аграр. ун-т. Вінниця, 2012. 200 с.
12. Коваленко В. П. Оптимізація удобрення і його роль у формуванні продуктивності фітомаси сортів конюшини лучної. Наукові доп. Нац. ун-ту біоресурсів і природокористування України. 2017. № 1. С. 1–17.
13. Коник Г. С., Байструк-Глодан Л. З. Характеристика перспективного сорту конюшини повзучої Східничанка. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2012. Вип. 54, ч. II. С. 50–53.
14. Кулька Л. С., Грицевич Ю. С., Кулька В. П. Напрямки адаптивної селекції конюшини лучної в Західному Лісостепу України. Корми і кормовиробництво. 2003. Вип. 62. С. 24–30.
15. Кургак В. Г., Цимбал Я. С., Якименко Л. П. Вирощування кормових культур у системі зеленого конвеєра за органічного виробництва: зб. наук. пр. ННЦ «Інститут землеробства НААН». 2014. Вип. 1/2. С. 116–125.

16. Макаренко П. С., Деркач В. С. Вплив видового складу на продуктивність травосумішок за різних строків та способів використання. Корми і кормовиробництво. 2013. Вип. 76. С. 194–199.
17. Машак Я. І., Мізерник Д. І. Урожайність вироджених травостоїв залежно від всіяних видів і норм бобових трав. Вісн. аграр. науки. 2013. № 9. С. 16–19.
18. Петриченко В. Ф., Забарна Т. А. Агробіологічне обґрунтування вирощування конюшини лучної в умовах Лі-состепу правобережного. Корми і кормовиробництво. 2012. Вип. 72. С. 3–8.
19. Стоцька С. В. Формування кормової продуктивності конюшини лучної залежно від норм висіву покривної культури, обробітку ґрунту та удобрення. Вісник наук. пр. ВНАУ. 2011. Вип. 8 (48). С. 64–68.
20. Храпійчук П. П., Бобер А. Ф., Храпійчук І. П. Вирощування багаторічних бобових культур на насіння в зоні Полісся України. Вісн. ДАУ. 2003. № 1. С. 66–74.
21. Цуркан Н. В. Ретроспектива та сучасний стан виробництва зеленої маси багаторічних трав у сільськогосподарських формуваннях Півдня України. Таврійський наук. вісник. 2013. № 82. С. 340–345.
22. Цуркан Н. В. Розвиток виробництва сіна багаторічних трав на півдні України. Вісник ХНАУ. 2013. С. 187–193.
23. Цуркан Н. В. Актуальні проблеми виробництва продукції багаторічних трав на півдні України. Вісник аграр. науки Причорномор'я. 2014. Вип. 1. С. 80–85.
24. Червен І. І., Цуркан Н. В., Дорожинець В. О. Роль інновацій у вирощуванні багаторічних трав та підвищенні ефективності господарювання агропідприємств. Наук. пр. Південного філіалу Нац. ун-ту біоресурсів і природокористування України «Кримський агротехнологічний університет». Економічні науки. 2013. Вип. 152. С. 59–65.
25. Ali Koc. Effect of phosphorus doses and application time on the yield and quality of hay and botanical composition of clover dominant meadow in highlands of turkey. Turkish Journal of Field Crops. 2013. Vol. 18 (2). P. 205–210.
26. Bruzdiak M., Gospodarczyk F. Planowanie koniczyny czerwonej uprawianej na nasiona w trzech rejonach Dolnego Slaska. Acta Acad. agr. actech. olsteh. Agr. 1996. № 62. S. 87–95.
27. Carlier L., Waes C. Van, Vlahova M., Mihovsky Ts. Chemical composition and feeding value of grass and forage crops. Journal of Mountain Agriculture on the Balkans. 2011. Vol. 14, № 4. P. 753–779.
28. Improving resilience of northern field crop systems using inter-seeded red clover / Gaudin A. et al. Agronomy. 2013. Vol. 3. P. 148–180.
29. Goranova G., Chourkova B., Mihovski Ts. Study of introduced red clover (*Trifolium pratense* L.) Di- and Tetraploid varieties grown in Central North Bulgaria. Bulgarian Journal of Agricultural Sciences. 2003. Vol. 9. P. 167–171.
30. Mihovski Ts., Okumura K., Sabeva M., Naydenova G. Comparative study of four Japanese varieties of red clover under the conditions of RIMSA – Toyana, Bulgaria. Aktuální poznatky v pěstování, šlechtění, chraně rostlin a zpracování produktů. úroda 12/2014, ISSN 0139-6013, P. 223–229.
31. Mihovsky Ts., Naydenova G. Comparative study on czech cultivars of red clover (*Trifolium pratense* L.) in the conditions of the central northern Bulgaria. Bulg. J. Agric. Sci. 2017. Vol. 23, № 5. P. 739–742.
32. Productivity of clover green mass depending on the way of the main soil cultivation for the cover crop / Privalov F. I. et al. Мелиорация. 2015. № 1 (73). С. 85–90.
33. Vasileva V., Ilieva A. Some physiological parameters in mixtures of cocksfoot and tall fescue with subterranean clover. Bulgarian Journal of Agricultural Science. 2017. Vol. 23, № 1. P. 71–75.
34. Vasileva V., Vasilev E., Tzonev R. Subterranean clover (*Trifolium subterraneum* L.) as a promising forage species in Bulgaria. Bulgarian Journal of Agricultural Science. 2016. Vol. 22, № 2. P. 222–227.

#### REFERENCES

1. Amons, S. E. (2001). Vplyv norm vysivu pokryvnogo jachmenju i konjushyny luchnoi na produktyvnist lanky sivozminy v umovah zroshennja centralnogo Lisostepu Ukrainy [How the covering barley and red clover planting rates determine the crop rotation field productivity under irrigation in the climate of the central forest-steppe zone]. Zb. nauk. pr. Vinnyckogo derzh. agrar. un-tu [Collection of scientific works of Vinnytsia State Agrarian University], Issue 9, pp. 31–35.
2. Amons, S. E. (2002). Produktyvnist vesnjanyh pidpokryvnyh ta bezpokryvnyh posiviv konjushyny luchnoi na korm za riznyh norm vysivu nasinnja pry zroshenni v umovah pravoberezhnogo Lisostepu. Diss. kand. s.-g. nauk : 06.01.12 [How the seeding rate determines the forage winter covered and non-covered red clover carrying capacity under irrigation in the climate of the right-bank steppe zone]. Instytut kormiv [Institute of feed]. Vinnytsia, 163 p.
3. Babych, A. O., Leontjev, R. P. (2013). Vplyv norm vysivu nasinnja ta rezhymiv skoshuvannja travostoju na produktyvnist konjushyny oleksandrijskoi [How a seeding rate and hay making method determine the yielding capacity of the Egyptian clover]. Kormy i kormovyrobnyctvo [Feed and feed production], Issue 77, pp. 27–31.
4. Demydas, G. I., Kvitko, G. P., Tkachuk, O. P., Hetman N. H., Kovalenko V. P., Demtsiura Yu. V. (2013). Bagatorichni bobovi travy jak osnova pryrodnoi intensyfikacii kormovyrobnyctva [The perennial herbaceous fabaceae as a natural forage production intensifier]. Kyiv, 322 p.
5. Borona, V. P., Karasevych, V. V., Trishyn, V. M. (2000). Konjushyna luchna [The red clover – the fodder crop]. Kormovi kultury [Fodder crops], no. 3, pp. 15–16.
6. Kosolapov, V. M., Kostenko, S. I., Pilipko, S. V. Adaptivnye sorta kormovyh trav dlja jekstremal'nyh uslovij Rossii [The fodder crops adapted for the climatic extremes of Russia]. Dostizhenija nauki i tehniki APK [Achievements of science and technology of agroindustrial complex], 2013, no. 7, pp. 71–73.
7. Guz, K. F. (2012). Produktyvnist' konjushyny luchnoi' zalezno vid elementiv tehnologii' vyroshhuvannja v Pravoberezhnomu Lisostepu Ukrai'ny [How the growing techniques determine the red clover yielding capacities in Ukrainian right-bank forest-steppe]. Naukovyj visnyk Nacionalnogo universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannja Ukrainy. Ser. Agronomija [Science Bulletin of the National University of Bioresources and Natural Resources of Ukraine. Ser. Agronomy], no. 176, pp. 126–129.

8. Guz, K. F., Tyha, N. V., Sen, V. O., Shkorbot, T. M. (2015). Kormova produktyvnist posiviv konjushyny luchnoi (Trifolium pretense) zalezno vid elementiv tehnologii vyroshhuvannya v pravoberezhnomu Lisostepu Ukrainy [How the growing techniques determine the red clover (Trifolium pretense) carrying capacities in Ukrainian right-bank forest-steppe]. Kormy i kormovyrobnyctvo [Fodder and feed production], no. 80, pp. 33–36.
9. Didkivskiy, M. P. (2016). Vplyv pogodnyh umov ta agrotehniky vyroshhuvannya na urozhajnist' bagatorichnyh trav [Weather effects and farming practices in perennial herbs management]. Zbalansovane pryrodokorystuvannya [Balanced nature management], no. 4, pp. 47–51.
10. Evdokimova, N. A. (2009). Osobennosti selekcii klevera lugovogo v uslovijah Severo-zapadnogo regiona [Selection parameters for the red clover in the climate of North-west region]. Resursoberegajushhie tehnologii v lugovom kormoproizvodstve: materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvjashhennoj 120-letiju I. V. Larina. Sankt-Peterburg [Resource-saving technologies in meadow feed production: materials internationally. scientific practice. conf., devotional 120th anniversary of I.V. Larin], pp. 107–116.
11. Zabarna, T. A. (2012). Kormova produktyvnist sortiv konjushyny luchnoi zalezno vid sposobu vyroshhuvannya ta udobrennja v umovah Lisostepu pravoberezhnogo. Diss. kand. s.-g. nauk [How the growing and fertilization techniques determine the red clover forage capacity in the climate of Ukrainian right-bank forest-steppe]. Vinnyts'kyj nac. agrar. un-t [Vinnytsia National Agrarian University]. Vinnytsia, 200 p.
12. Kovalenko, V. P. (2017). Optyimizacija udobrennja i jogo rol u formuvanni produktyvnosti fitomasy sortiv konjushyny luchnoi [Optimizing fertilizers for better effect on the red clover net ecosystem production]. Naukovi dopovidi Nacionalnogo universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannya Ukrainy [Scientific reports of the National University of Bioresources and Natural Resources of Ukraine], no. 1, pp. 1–17.
13. Konyk, G. S., Bajstruk-Glodan L. Z. (2012). Harakterystyka perspektyvnogo sortu konjushyny povzuchoi' Shidnychanka [Specifications for the promising "Skhidnianska" white clover variety]. Peredgirne ta girs'ke zemlerobstvo i tvarynyctvo [Foothills and mountain farming and animal husbandry], Issue 54, part 2, pp. 50–53.
14. Kulka, L. S., Grycevyh, Ju. S., Kulka, V. P. (2003). Naprjamky adaptivnoi selekcii konjushyny luchnoi v Zahidnomu Lisostepu Ukrainy [Adaptive breeding techniques for the red clover in West forest-steppe]. Kormy i kormovyrobnyctvo [Feed and feed production], Issue 62, pp. 24–30.
15. Kurgak, V. G., Cymbal, Ja. S., Jakymenko, L. P. (2014). Vyroshhuvannya kormovyh kultur u systemi zelenogo konvejera za organichnogo vyrobnyctva [Growing fodder crops for the net ecosystem production]. Zbirnyk naukovykh prac Nacionalnogo naukovogo centru "Instytut zemlerobstva NAAN" [Collection of scientific works of NSC "Institute of Agriculture of NAAS"], Issue 1–2, pp. 116–125.
16. Makarenko, P. S., Derkach, V. S. (2013). Vplyv vydovogo skladu na produktyvnist travosumishok za riznyh strokiv ta sposobiv vykorystannya [How the species varieties determine the mixed stand forage capacity depending on the hay time and use]. Kormy i kormovyrobnyctvo [Feed and feed production], Issue 76, pp. 194–199.
17. Mashhak, Ja. I., Mizernyk, D. I. Urozhajnist vyrodzhenykh travostoiv zalezno vid vsijanyh vydiv i norm bobovyh trav [How the seeding rates and varieties determine the degenerated plant stand yielding capacity]. Visnyk agrarnoi nauky [Bulletin of Agrarian Science], 2013, no. 9, pp. 16–19.
18. Petrychenko, V. F., Zabarna, T. A. (2012). Agrobiologichne obgruntuvannya vyroshhuvannya konjushyny luchnoi' v umovah Lisostepu pravoberezhnogo [The agrobiological rationale for growing the red clover in the climate of Ukrainian right-bank forest-steppe]. Kormy i kormovyrobnyctvo [Feed and feed production], no. 72, pp. 3–8.
19. Stocka, S. V. (2011). Formuvannya kormovoi produktyvnosti konjushyny luchnoi zalezno vid norm vysivu pokryvnoi kultury, obrobittu g'runtu ta udobrennja [The red clover forage value management factoring the cover crop seeding rates, and cultivation and fertilization techniques]. Visnyk nauk. pr. VNAU [Visnyk of scientific works of VNAU], Issue 8 (48), pp. 64–68.
20. Hrapijchuk, P. P., Bober, A. F., Hrapijchuk, I. P. (2003). Vyroshhuvannya bagatorichnyh bobovyh kultur na nasinnja v zoni Polissja Ukrainy [Perennial fabaceae selective growing in the climate of Ukrainian Polesia]. Visnyk DAU [Bulletin of the State Agrarian University], no. 1, pp. 66–74.
21. Curkan, N. V. (2013). Retrospektyva ta suchasnyj stan vyrobnyctva zelenoi masy bagatorichnyh trav u silskogospodarskyh formuvannjah Pivdnja Ukrainy [Hindsight and insights into the perennial herbaceous plant net ecosystem production]. Tavrijskyj naukovyj visnyk [Taurian scientific bulletin], no. 82, pp. 340–345.
22. Curkan, N. V. (2013). Rozvytok vyrobnyctva sina bagatorichnyh trav na pivdni Ukrainy [Perennial herbs hay production growth in the south of Ukraine]. Visnyk HNAU [Bulletin of HNAU], no. 3, pp. 187–193.
23. Curkan N.V. (2014). Aktualni problemy vyrobnyctva produkcii bagatorichnyh trav na pivdni Ukraini [Perennial herbs hay production priorities on the south of Ukraine]. Visnyk agrarnoi nauky Prychornomorja [Bulletin of the Agrarian Science of the Black Sea Region], Issue 1, pp. 80–85.
24. Cherven, I. I., Curkan, N. V., Dorozhynec, V. O. (2013). Rol innovacij u vyroshhuvanni bagatorichnyh trav ta pidvyshhenni efektyvnosti gospodarjuvannya agropidpryjemstv [How innovations affect growing perennial herbs and increasing farming performance.]. Nauk. praci Pivd. filialu Nacionalnogo universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannya Ukrainy «Krymskyj agrotehnologichnyj universytet». Ekonomichni nauky [Scientific works of the Southern branch of the National University of Bioresources and Natural Resources of Ukraine "Crimean Agrotechnological University". Economic sciences], Issue 152, pp. 59–65.
25. Ali Koc. Effect of phosphorus doses and application time on the yield and quality of hay and botanical composition of clover dominant meadow in highlands of turkey Turkish. Journal of Field Crops. 2013, Vol. 18(2), pp. 205–210.
26. Bruzdziak, M., Gospodarczyk, F. Planowanie koniczyny czerwonej uprawianej na nasiona w trzech rejonach Dolnego Slaska. Acta Acad. agr. actech. olsteh. Agr. 1996, no. 62, pp. 87–95.
27. Carlier, L., Van Waes, C., Vlahova, M., Mihovsky, Ts. Chemical composition and feeding value of grass and forage crops. Journal of Mountain Agriculture on the Balkans. 2011, Vol. 14(4), pp. 753–779.

28. Gaudin, A., Westra, S., Loucks, C., Janovicek, K., Martin, R. & Deen, W. (2013). Improving resilience of northern field crop systems using inter-seeded red clover. *Agronomy*. 2013, Vol. 3, pp. 148–180.
29. Goranova, G., Chourkova, B. & Mihovski, Ts. (2003). Study of introduced red clover (*Trifolium pratense* L.) Di- and Tetraploid varieties grown in Central North Bulgaria. *Bulgarian Journal of Agricultural Sciences*. 2003, Vol. 9, pp. 167–171.
30. Mihovski Ts., Okumura K., Sabeva M., Naydenova G. Comparative study of four Japanese varieties of red clover under the conditions of RIMSA – Toyan, Bulgaria. *Aktuální poznatky v pěstování, šlechtění, ochraně rostlin a zpracování produktů*. Úroda, 12/2014, pp. 223–229.
31. Mihovsky, Ts., Naydenova, G. Comparative study on czech cultivars of red clover (*Trifolium pratense* L.) in the conditions of the central northern Bulgaria. *Bulg. J. Agric. Sci.* 2017, Vol. 23 (5), pp. 739–742.
32. Privalov, F. I., Bulavin, L. A., Nebyshinets, S. S., Simchenkov, D. G. Productivity of clover green mass depending on the way of the main soil cultivation for the cover crop. *Melioratsiya*. 2015, no. 1(73), pp. 85–90.
33. Vasileva, V., Ilieva, A. Some physiological parameters in mixtures of cocksfoot and tall fescue with subterranean clover. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2017, Vol. 23 (1), pp. 71–75.
34. Vasileva, V., Vasilev, E., Tzonev, R. Subterranean clover (*Trifolium subterraneum* L.) as a promising forage species in Bulgaria. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2016, Vol. 22 (2), pp. 222–227.

**Влияние элементов технологии выращивания клевера лугового на качество листостебельной массы**  
**С. В. Стоцкая, В. В. Мойсеенко, В. З. Панчишин**

Представлены результаты научных исследований по кормовой оценке листостебельной массы клевера лугового на зеленый корм и ячменя ярового (зерно + солома) в зависимости от норм высева покровной культуры, обработки почвы и удобрений. Установлено, что максимальный выход кормовых единиц в первый год жизни клевера лугового с учетом урожайности ячменя + соломы обеспечил вариант плоскорезной обработки почвы с удобрением 6,23 т/га при норме высева покровной культуры 3,8 млн шт./га. За выходом кормовых единиц и переваримого протеина в среднем за три года жизни клевера лугового преимущество было за удобренными вариантами (без покрова) при плоскорезной обработке почвы. На второй год жизни эти варианты в сумме за два укоса обеспечили выход 12,1 т/га кормовых единиц и 1,72 т/га переваримого протеина. Наименьший выход переваримого протеина 0,52–0,59 т/га был в травостое третьего года жизни клевера лугового на вариантах без удобрений при норме высева покровной культуры 5 млн шт./га. Качество травостоя клевера лугового первого и второго года пользования зависело, в первую очередь, от удобрений и нормы высева покровной культуры. Так, в первый год пользования (второй год жизни растений) содержание переваримого протеина в кормовой единице клевера лугового на удобренных делянках составило при обоих способах обработки почвы 137,3–141,4 г, что на 7,2–8,5 г больше по сравнению с вариантом без удобрений. Питательность травостоя второго года пользования (третий год жизни) была наилучшей и находилась в пределах от 147,5 (без удобрений) до 160,0 г (N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>) переваримого протеина.

**Ключевые слова:** клевер луговой, ячмень яровой, нормы высева, обработки почвы, удобрения, укосы, кормовые единицы, переваримый протеин.

**Impact of the red clover growing techniques on its forage value**

**S. Stotska, V. Moysiyenko, V. Panchyshyn**

These are the research findings for the forage value of the red clover (leaf and stalk) and barley (grain + straw) depending on the cover crop stand, cultivation and fertilization. We had a goal set to find the forage value of Darunok red clover cultivar depending on the techniques of growing it in Central Polesia zone. The experiments were conducted in 2007–2009 in the experimental field of the Zhytomyr National University for Agricultural and Environmental Studies. The nutritional analysis was made in the Forage Evaluation and Feeds Laboratory at the Institute of Forage NAAS Ukraine. As a result, the highest fodder contribution by the one-year-old red clover to reflect the yield of barley grain + raw was supplied when using a no-till drill and 6.23 t/ha of fertilizers with 3.8 mln/ha stand of cover crop. The number of fodder units was noticed to decrease by 3.8 t/ha in the no-cover scenario. The highest fodder and digestible protein contribution was supplied by the red clover for 3 growth years in the fertilized (without cover) drill-only scenario. Those two scenarios supplied in total 12.1 t/ha of fodder units and 1.72 t/ha of digestible protein in the second growth year with two harvests. The one-year-old stand supplied the highest digestible protein contribution (1.72 t/ha) when sown without cover and fertilized. The contribution of digestible protein by the one-year-old red clover was 0.21 t/ha (without fertilizers) and 0.32 t/ha N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>. It is to be noted that the two- and three-year-olds supplied the highest (1.54 and 0.75 t/ha) contribution in the no-fertilizer scenario regardless of the cultivation method with the cover crop stand of 1.25 mln plants per hectare. Under control (without cover), the digestible protein contribution increased to 1.50–1.75 t/ha when fertilized regardless of the cultivation method. The lowest digestible protein contribution (0.52–0.59 t/ha) was supplied by the three-year-old red clover in the no-fertilizer scenario with the cover crop stand of 5 mln plants per hectare.

In the first year of life of plants, the quality of the feed unit was high on varieties of uncovered red clover and made irrespective of the cultivation of soil and fertilizer 126.5–131.7 g. Under different norms of sowing barley, as a cover culture, the supply of a feed unit of a compatible herb with digestible protein ranged from 71.7 to 91.4 g, which is well below the norm. The quality of the red clover grass of the raucous first and second years of use depended, first of all, on the fertilization and seeding of the cover crop. Thus, in the first year of use (the second year of growth), the content of digestible protein in the fodder unit of the red clover in the fertilized areas was in both methods of soil cultivation of 137.3–141.4 g, which is 7.2–8.5 g more compared with option without fertilizer. Nutrition in the second year of use (the third year of life) was the best and was in the range of 147.5 (without fertilizers) to 160.0 g (N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>) digestible protein.

**Key words:** red clover, barley, crop stand, harvest, fodder unit, digestible protein.

Надійшла 10.04.2018 р.

УДК 378.4.147БНАУ:712

МАСАЛЬСЬКИЙ В.П., канд. біол. наук

ОЛЕШКО О.Г., канд. с.-г. наук

ЛЕВАНДОВСЬКА С.М., канд. біол. наук

Білоцерківський національний аграрний університет

### ОРГАНІЗАЦІЯ БАЗИ ПРАКТИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ САДОВО-ПАРКОВОГО ГОСПОДАРСТВА У БІЛОЦЕРКІВСЬКОМУ НАЦІОНАЛЬНОМУ АГРАРНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ

Проаналізовано підходи до організації бази практичної підготовки фахівців садово-паркового господарства у БНАУ в структурних підрозділах університету з відповідним кадровим, матеріальним і науково-технічним потенціалом. Досліджено особливості територіальної організації та наявну матеріальну базу біостанціону БНАУ, а також шляхи формування у студентів широкого кола практичних умінь в процесі проходження практик. Проведена інвентаризація колекційного фонду культурної дендрофлори і декоративних трав'янистих рослин. Формування практичних навичок вирощування, розмноження і використання декоративних рослин в садово-паркових композиціях здійснюється на базі колекції з 122 видів, 8 гібридів та 60 декоративних форм деревних рослин. Хвойні представлені родами: *Thuja* L., *Chamaecyparis* Spach., *Juniperus* L., *Platycladus* Spach., *Taxus* L., *Picea* Dietr., *Abies* Miller, *Pseudotsuga* Carr. Найбільше видове різноманіття має колекція родів покритонасінних деревних рослин *Cotoneaster* Medik., *Magnolia* L., *Spiraea* L., *Salix* L., *Populus* L. Практична підготовка із засвоєння асортименту квітничково-декоративних рослин і створення квітників здійснюється з використанням фонду декоративних трав'янистих рослин, який об'єднує 754 таксони. Найчисельнішою є колекція *Callistephus chinensis* (L.) Nees, яка включає 130 культурварів вітчизняної і зарубіжної селекції. Відзначено, що якісний зміст практичної підготовки на базі біостанціону забезпечується широким профілем його діяльності, функціональним зонуванням території, чисельним колекційним фондом культурної дендрофлори і декоративних трав'янистих рослин. Набуті практичні уміння майбутніх фахівців є визначальними для підготовки конкурентоспроможних фахівців галузі садово-паркового господарства.

**Ключові слова:** практична підготовка, садово-паркове господарство, біостанціонер, колекція, декоративні рослини.

**Постановка проблеми.** Сучасний розвиток вітчизняної галузі озеленення ставить перед системою вищої освіти серйозні завдання, вимагаючи від неї швидкої адаптації до постійних змін ситуації на ринку трудових ресурсів, а також зростання вимог роботодавців до якості підготовки майбутніх фахівців садово-паркового господарства.

Готовність студентів до трудової діяльності, їх професійна самостійність і мотивація до праці формуються, в першу чергу, в процесі практичної підготовки, яка дозволяє сформувати їх професійні компетенції, набути досвіду практичної діяльності відповідно до профілю навчання.

**Аналіз основних досліджень і публікацій.** На сучасному етапі вітчизняна галузь озеленення розвивається швидкими темпами, супроводжуючись поглибленням інтересу громадськості до проблем озеленення, усвідомлення ролі зелених насаджень у формуванні життєвого середовища [1]. Професійна підготовка фахівців садово-паркового господарства є відносно новою, але досить актуальною для розвитку матеріальної і духовної діяльності сучасного суспільства та потребує постійного вдосконалення, розширення кола питань, які має розв'язувати майбутній фахівець [2, 3]. Фахівці садово-паркового господарства, в процесі професійної діяльності використовують знання і результати наукових досліджень із різних галузей науки, тому забезпечення якісної структури підготовки залишається актуальним завданням для вищої освіти.

**Мета досліджень** полягає у аналізі підходів до організації бази практичної підготовки студентів спеціальності «Садово-паркове господарство» в структурному підрозділі Білоцерківського національного аграрного університету.

**Матеріал і методика досліджень.** Дослідження проводили протягом 2016–2018 рр. в умовах біостанціону БНАУ, територія якого розташована в зоні Центрального Лісостепу з помірно континентальним кліматом. Поширеними ґрунтами в цій зоні є чорноземи опідзолені, які мають досить глибокий (65–110 см) гумусовий горизонт. Ґрунтові води залягають на глибині 12–15 м. Місцевість придатна для вирощування декоративних і плодкових рослин.

Інвентаризацію насаджень здійснювали маршрутним методом, у ході якого визначали: вид, форму, культурвар; кількість екземплярів та їх місцезростання. Ідентифікували види з використанням «Дендрофлори України. Дикорослі та культивовані дерева й кущі» [4, 5, 6]. Уточнення

номенклатури таксонів та їх систематичного положення проводили за класичними джерелами [7, 8] і міжнародними базами даних The Plant List [9] і APG III [10].

Основні результати дослідження. Із 2007 р. у Білоцерківському національному аграрному університеті здійснюється підготовка фахівців садово-паркового господарства. Відповідно до освітніх програм підготовки фахівців спеціальності «Садово-паркове господарство» освітніх ступенів бакалавр і магістр протягом всього періоду навчання передбачено проведення навчальних і виробничих практик, які взаємодоповнюють одна одну, нарощуючи рівень професійних знань та практичних умінь і навичок. Така практична підготовка є складовою частиною цілісного освітнього процесу, спрямованого на формування фахівця садово-паркового господарства з внутрішньою потребою до постійного оновлення професійних знань та творчого підходу у практичній діяльності.

Значна роль у формуванні професійних компетентностей майбутнього спеціаліста належить проведенню практик в структурних підрозділах університету. Саме в період практики відбувається «глибоке занурення» студента в професійний простір освітньої установи. Проведення практик в університеті забезпечується наявністю бази, відповідним кадровим, матеріальним і науково-технічним потенціалом.

У 2007 р. з метою розвитку навчально-наукової бази університету було розпочато створення виробничого підрозділу – «Біостаніонар» на площі 2,4 га. Облаштування біостаніонару потребувало значних матеріальних та людських ресурсів, оскільки він закладався на ділянці, що заросла дикою деревно-чагарниковою рослинністю, на ній знаходилося будівельне сміття. За 11 років функціонування біостаніонар БНАУ став потужним структурним підрозділом та забезпечує формування, збереження колекцій декоративних рослин, що використовуються у навчальних, наукових, екологопросвітницьких цілях, а також є засобами створення високодекоративних ландшафтів як важливої складової для створення естетичного навчально-виховного середовища [11].

Під час створення біостаніонару забезпечено наявність найбільш важливих критеріїв для організації якісної практичної підготовки студентів:

- відповідність бази профілю спеціальності, за якою навчаються студенти;
- наявність умов для отримання практичних навичок з формування садово-паркових елементів та догляду за насадженням;
- забезпечення кваліфікованим керівництвом практикою, яка здійснюється науково-педагогічним персоналом кафедри садово-паркового господарства;
- оснащеність бази сучасним технічним обладнанням і колекціями декоративних рослин, найбільш поширених у сучасній системі озеленення;
- застосування сучасних педагогічних технологій;
- проведення в період практики екскурсій і теоретичних занять;
- можливість збору в період практики матеріалів для написання звітів, курсового і дипломного проектування.

З метою раціонального використання площі біостаніонару і забезпечення його діяльності як виробничої і наукової бази було виділено 7 функціональних зон, які наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Функціональне зонування території біостаніонару БНАУ

№ п/п	Назва функціональної зони	Площа, га
1	Виробнича	0,65
2	Господарська	0,25
3	Експозиційна	0,15
4	Зона відпочинку	0,02
5	Зона для проведення практичних занять зі створення елементів озеленення	0,20
6	Колекційна	0,80
7	Резервна площа (в розробці)	0,33
	Всього	2,40

Програми навчальних практик з дисциплін професійної підготовки: Основи фахової підготовки, Дендрологія, Квітникарство, Декоративне розсадництво і насінництво, Озеленення населених місць, Садово-паркове будівництво, Механізація садово-паркових робіт, Топіарне мистецтво, Гід-

ротехнічні споруди садово-паркових об'єктів та ін. передбачають виконання теоретичних та практичних завдань на колекційних, експозиційних і виробничих ділянках біостаціонару.

Не менш важливим питанням для навчально-наукового функціонування біостаціонару є формування колекцій рослин, що були створені методом родових комплексів. Частина колекційних видів біостаціонару представлена у вигляді моносадів («Сад Магнолій», «Сад Кизильників», «Коніферетум», «Калістефарій», «Іридарій», «Розарій», «Сад жоржин», «Сад хризантем», колекція родини *Salicaceae*). Створені колекції є динамічними в своєму розвитку, потребують постійного інтенсивного догляду й поповнення асортименту для відповідності вимогам сучасних досягнень в декоративному садівництві. Колекційні ділянки є потужною навчальною базою для засвоєння навичок зі способів розмноження, садіння, догляду за рослинами; вивчення видового, формового і сортового різноманіття представлених родів. Студенти здійснюють порівняльну характеристику видів у межах вищих таксонів; виділяють стійкі й високодекоративні в умовах урбанізованого середовища види і форми деревних рослин; вивчають їх біологічні та екологічні особливості, способи розмноження. За результатами спостережень студенти обґрунтовано підбирають асортимент стійких і декоративних видів під час виконання проектних завдань. Формування таких підходів у майбутніх фахівців є важливим для подальшого поліпшення загального стану і якості міських зелених насаджень.

Джерелами формування колекцій біостаціонару є наукові та навчальні установи, серед яких Національний ботанічний сад ім. М.М. Гришка НАН України, ботанічний сад ім. академіка О.В. Фоміна Київського національного університету ім. Тараса Шевченка, ботанічні сади Національного лісотехнічного університету України і Національного університету біоресурсів і природокористування України, Національний дендропарк «Софіївка» НАН України, дендропарк «Олександрія» НАН України, Інститут садівництва НААН, Кременецький ботанічний сад, біостаціонар Тернопільського національного педагогічного університету ім. Володимира Гнатюка; розсадники ПП «Лірис», «Сонце-сад», «Едем-флора», ДП «Білоцерківське лісове господарство».

Вагомий внесок у розвиток біостаціонару БНАУ зробили власники приватних колекцій. Колектив університету глибоко вдячний всім, хто долучився до створення колекційного фонду біостаціонару. Щороку він поповнюється десятками нових видів, сортів і декоративних форм рослин.

За результатами інвентаризації проведеної у 2017 р. колекційний фонд деревно-чагарникових рослин біостаціонару БНАУ нараховує 122 види, 18 гібридів і 60 форм (табл. 2).

У колекційному фонді *Pinophyta* нараховується 19 видів з 11 родів та 39 культиварів. Найчисельнішою є родина *Cupressaceae*, в якій рід *Thuja* L. має широке формове різноманіття представлене 20 культиварами, що ростуть на ділянці «Коніферетум»: *Th. occidentalis* 'Columna', 'Piramidalis', 'Albospicata', 'Aureospicata', 'Globosa', 'Ellwangeriana Aurea', 'Lutea', 'Filiformis', 'Lutescens', 'Smaragd', 'Hosseri', 'Teddi' та ін.; *Th. plicata* 'Zebrina', 'Aureo-variegata'. *Chamaecyparis lawsoniana* представлений культиварами 'Alumii', і 'Glauca'. Рід *Juniperus* L. репрезентують 6 видів і 7 форм, а саме: *J. communis* 'Hibernica'; *J. sabina* 'Variegata', 'Glauca'; *J. procumbens* 'Nana aurea'; *J. scopulorum* 'Blue heaven', *J. squamata* 'Blue carpet', *J. horizontalis* 'Glauca'. Оновлення асортименту хвойних на біостаціонарі здійснюється з урахуванням досягнень сучасної світової селекції і попиту у сфері озеленення.

Таблиця 2 – Систематичний аналіз деревних рослин біостаціонару БНАУ, 2017 р.

Відділ	Родина	Рід	Види
1	2	3	4
<i>Pinophyta</i>	<i>Cupressaceae</i> Neger.	<i>Chamaecyparis</i> Spach.	<i>Ch. lawsoniana</i> (A. Murr.) Parl., <i>Ch. pisifera</i> (Siebold et Zucc.) Endl., <i>Ch. nootkatensis</i> (Laub.) Spach.
		<i>Juniperus</i> L.	<i>J. chinensis</i> L. (A. Murr.) Pari., <i>J. x media</i> P.J. Melle, <i>J. sabina</i> L., <i>J. horizontalis</i> Moench., <i>J. squamata</i> Lamb., <i>J. communis</i> L.
		<i>Platycladus</i> Spach.	<i>P. orientalis</i> (L.) Franco
		<i>Thuja</i> L.	<i>T. occidentalis</i> L., <i>T. plicata</i> D. Don.
	<i>Taxaceae</i> S.F. Gray	<i>Taxus</i> L.	<i>T. baccata</i> L.
	<i>Pinaceae</i> Link	<i>Picea</i> Dietr.	<i>P. canadensis</i> Britt., <i>P. abies</i> (L.) Karst., <i>P. pungens</i> Engelm.
		<i>Pinus</i> L.	<i>P. sylvestris</i> L.
		<i>Abies</i> Miller	<i>alba</i> Mill., <i>A. balsamea</i> (L.) Mill.
		<i>Pseudotsuga</i> Carr.	<i>P. menziesii</i> (Mirb.) Franco

1	2	3	4
Magnoliophyta	Aceraceae Lindl.	Acer L.	<i>A. campestre</i> L., <i>A. negundo</i> L., <i>A. platanoides</i> L., <i>A. pseudoplatanus</i> L.
	Hippocastanaceae Torr et Gray	Aesculus L.	<i>A. hippocastanum</i> L.
	Betulaceae S.F. Gray	Betula L.	<i>B. pendula</i> Roth
		Carpinus L.	<i>C. betulus</i> L.
		Corylus L.	<i>C. avellana</i> L.
	Fagaceae Dumort.	Fagus L.	<i>F. sylvatica</i> L.
		Quercus L.	<i>Q. robur</i> L., <i>Q. rubra</i> L.
	Caesalpiniaceae R. Br.	Gleditsia L.	<i>G. triacanthos</i> L.
	Oleaceae Lindl.	Fraxinus L.	<i>F. excelsior</i> L.
		Forsythia Vahl.	<i>F. europaea</i> Deg. et Bald , <i>F. suspensa</i> Vahl.
		Ligustrum L.	<i>L. vulgare</i> L.
		Syringa L.	<i>S. vulgaris</i> L.
	Bignoniaceae Pers.	Catalpa Scop.	<i>C. speciosa</i> Warder ex Engelm.
	Tiliaceae Juss.	Tilia L.	<i>T. cordata</i> Mill., <i>T. platyphyllos</i> Scop.
	Salicaceae Mirb.	Salix L.	<i>S. alba</i> L., <i>S. matsudana</i> Koidz., <i>S. lanata</i> L., <i>S. purpurea</i> L., <i>S. triandra</i> L., <i>S. americana hort</i> , <i>S. viminalis</i> L.
		Populus L.	<i>P. trichocarpa</i> Torr. et Gray, <i>P. deltoides</i> Marsh., <i>P. pyramidalis</i> Rozier, <i>P. simonii</i> Carr.
	Magnoliaceae Juss.	Magnolia L.	<i>M. kobus</i> DC, <i>M. x loebneri</i> Kache, <i>M. obovata</i> Thunb, <i>M. x soulangiana</i> Soul. Bod., <i>M. sieboldi</i> K. Koch., <i>M. acuminata</i> L., <i>M. x kewensis</i> Pearce.
	Berberidaceae Juss.	Magonia Nutt.	<i>M. aquifolium</i> Nutt.
		Berberis L.	<i>B. thunbergii</i> DC., <i>B. vulgaris</i> L.
	Buxaceae Dumort.	Buxus L.	<i>B. sempervirens</i> L.
	Hydrangeaceae Dum.	Deutzia Thunb.	<i>D. scabra</i> Thunb., <i>Deutzia x lemoinei</i> Lemoine
		Philadelphus L.	<i>P. coronarius</i> L., <i>P. hirsutus</i> (Nutt)
	Celastraceae Lindl.	Euonymus L.	<i>E. nana</i> Bieb.
	Juglandaceae DC. ex. Perleb.	Juglans L.	<i>J. regia</i> L.
	Caprifoliaceae A.L. Jussien	Lonicera L.	<i>L. caprifolium</i> L., <i>L. pileata</i> Oliv., <i>L. japonica</i> Thunb.
		Weigela Thunb.	<i>W. floribunda</i> (Siebold et Zuce.) K.Koch
		Symphoricarpus Duham.	<i>S. albus</i> (L.) Blake
	Rosaceae Juss.	Padus Mill.	<i>P. avium</i> Mill.
		Aronia Med.	<i>A. melanocarpa</i> (Michx.) Elliot
		Rosa L.	<i>R. canina</i> L.
Sorbus L.		<i>S. aucuparia</i> L.	
Spiraea L.		<i>S. media</i> Franz Schmidt, <i>S. japonica</i> L., <i>S. x vanhouttei</i> (Briot) Zab., <i>S x cinerea</i> Zab., <i>S. x bumalda</i> Burv. та ін.	
Pyracanta Roem.		<i>P. coccinea</i> (L.)M. Roem.	
Cotoneaster B. Ehrh.		<i>C. acutifolius</i> Turcz, <i>C. adpressus</i> Boiss., <i>C. apiculatus</i> Rehd. et E.H. Wilson, <i>C. bullatus</i> Boiss., <i>C. dammeri</i> C.K.Schneid., <i>C. franchetii</i> Boiss., <i>C. horizontalis</i> Decne., <i>C. integerrimus</i> Medik., <i>C. melanocarpus</i> Fisch. ex Blytt, <i>C. multiflora</i> Bunge та ін.	
Physocarpus Maxim.		<i>Ph. opulifolius</i> (L.) Maxim.	
Viburnaceae Dumort.	Viburnum L.	<i>V. lantana</i> L.	
Sambucaceae Link.	Sambucus L.	<i>S. recemosa</i> L.	
Grossulariaceae A.P. de Candoll	Ribes L.	<i>R. nigrum</i> L.	
Vitaceae Juss.	Parthenocissus Planch.	<i>P. quinquefolia</i> (L.) Planch.	
Paeoniaceae Rudolphi	Paeonia L.	<i>P. suffruticosa</i> Andr.	
Schisandraceae Blume	Schisandra Michn.	<i>S. chinensis</i> (Turcz.) Baill.	
Cornaceae Dumort.	Cornus L.	<i>C. alba</i> L.	

Із відділу *Magnoliophyta* найбільш чисельною є колекція роду *Cotoneaster* Medik., яка нараховує 27 видів. Колекція закладена у 2007 р. під керівництвом проф. Г.Т. Гревцової. У переважній більшості це – інтродуценти. Видове різноманіття дозволяє проводити дослідження з питань інтродукції і введення кизильників в культуру [12]. Садивний матеріал кизильників використовується для озеленення територій біостанціону та університету в групах і живоплотах, а низькі сланкі види – в рокаріях і як ґрунтопокривні рослини.

У «Саду Магнолій» культивується 6 видів і 3 гібриди *Magnolia* L., перспективних в озелененні зони Лісостепу України, зокрема: *M. kobus*, *M. x loebneri*, *M. obovata*, *M. x soulangiana*, *M. sieboldi*, *M. acuminata*, *M. x kewensis* [13]. Із 2015 р. в умовах теплиці отримується насіннєве потомство *M. x soulangeana*. Студенти використовують колекцію для вивчення біологічних особливостей роду і розробки рекомендацій застосування магнолій для озеленення у міських парках, скверах, стилізованих садах та ландшафтних композиціях.

Колекція роду *Spiraea* L. включає 23 види, 3 гібриди і 8 форм, зокрема: *S. alba* Du Roi., *S. beauverdiana* C.K. Schneid., *S. salicifolia* L., *S. densiflora* Nutt. ex Rydb., *S. douglasii* Hook., *S. x billirdii* (Dipp.) Herincq, *S. x bumalda*, *S. cana* Waldst. et Kit., *S. x vanhouttei*, *S. nipponica* 'Nana' та ін. [14]. Високодекоративними є культивари *Spiraea japonica* – 'Little Princess', 'Golden Carpet', 'Макроphylla', 'Goldflame', які розрізняються забарвленням листя, розміром і формою куща, що дозволяє демонструвати їх у різних елементах ландшафтного оформлення біостанціону («Фрутицетумі», альпінарії, бордюрах, ландшафтних квітниках).

Колекцію родини *Salicaceae* представляють 19 видів *Salix* L. та 4 види *Populus* L.

Оскільки в озелененні населених пунктів важливим є квітникове оформлення, майбутнім фахівцям садово-паркового господарства в практичній підготовці створені умови для засвоєння асортименту квітково-декоративних рослин, вивчення особливостей сезонного розвитку, цвітіння і розмноження [15]. Формування практичних навичок роботи з квітково-декоративними рослинами забезпечить збереження та збагачення сортименту на садово-паркових об'єктах.

За результатами інвентаризації 2017 р. колекційний фонд декоративних трав'янистих рослин біостанціону складає 754 таксони. Багаторічники представлені видами і культиварами тюльпанів, нарцисів, азійських гібридних лілій, глідюлусів гібридних, канни індійської, жоржини культурної, лілійників, хости ланцетолистої, хризантем, дельфініумів гібридних та ін. Чисельним є сортове різноманіття ірисів: 'Mini Dinato', 'Strip Stitch', 'Stocknolr', 'Skip Stitch', 'Ritz', 'Calleon Gold', 'Seas' та ін. Колекція *Tagetes* L. включає 3 види і 66 сортів.

Найчисельнішою є колекція *Callistephus chinensis* (L.) Nees, яка представлена 130 культиварами вітчизняної і зарубіжної селекції [16]. Сортимент колекції належить до 17 сортотипів. Колекція є базою для проведення експериментальних комплексних інтродукційних досліджень нових сортів: розробки методів їх розмноження, агротехніки вирощування, принципів використання в оформленні садово-паркових об'єктів та фітодизайні.

Експозиційні ділянки сформовані відповідно до цільового призначення художнього оформлення території і включають: кам'янисту гірку, ділянки топіарного мистецтва, клумби, міні-сади з елементами ландшафтного оформлення (альпінарій, живоплоти, солітери, пейзажні групи, штучні водойми і т. д.). На експозиційних ділянках студенти на практиці ознайомлюються із загальними принципами проектування зелених насаджень і практичними аспектами використання аборигенних та інтродукованих видів декоративних рослин відповідно до сучасних вимог садово-паркового мистецтва і екологічних особливостей даної ґрунтово-кліматичної зони. Зазначені ділянки піддаються регулярній реконструкції у рамках практик з квітництва, озеленення населених місць, садово-паркового будівництва, що спонукає студентів як до активного пошуку, так і застосування оригінальних ідей, рішень з благоустрою території та створення стійких декоративних фітоценозів.

Експозиційна ділянка «Кам'яниста гірка» займає площу 625 м<sup>2</sup>, де зібраний асортимент низькорослих деревних і трав'янистих рослин – *Heuchera x hybrida hort.* 'Plum Pudding', 'Palace Purple', *Fhlox subulata* 'Rosea', *Thymus serpyllum* 'Variegata', *Laminum maculatum* L., *Cerastium biebersteinii* DC., *Cerastium tomentosum* L., *Armeria maritima* (Mill.) Willd., *Cotoneaster horizontalis*, *Juniperus sabina* 'Variegata', *Euonymus nana* та ін. Топіарна ділянка створена з використанням формованих живоплотів з *Ligustrum vulgare* 'Aurea variegatum' та топіаріїв з *Buxus sempervirens*, *Thuja occidentalis*. Основу центральної клумби в регулярному стилі площею 600 м<sup>2</sup> складають колекції ґрунтопокривних рослин родів *Sedum*, *Stachys*, *Portulaca* та однорічних квітково-декоративних культур.

Виробнича зона біостаніонару (декоративний розсадник) функціонує з метою забезпечення потреб університету в садивному матеріалі для озеленення. До виробничої зони входять парники, посівне і шкільне відділення (всього площа 0,65 м<sup>2</sup>). На базі виробничої зони вирощують садивний матеріал 12 хвойних та 14 листяних видів, проводять зі студентами практичні заняття з вегетативного розмноження деревних рослин.

Для студентів спеціальності «Садово-паркове господарство» створені умови для практичного засвоєння основних принципів вирощування плодово-ягідних рослин, що підсилить їх підготовку до майбутньої професійної діяльності в розсадниках, садових центрах. У процесі практичної підготовки студенти набувають знань з біології, агротехніки, екології, господарської значущості та захисту від шкідників і хвороб важливих для України плодово-ягідних культур. На ділянках розмноження проводиться розмноження карликових підщеп яблуні і сортів смородини, на виробничих ділянках вирощуються сорти суниці садової, винограду, ожини із застосуванням сучасних агротехнологій, студенти залучаються до висаджування рослин, виконання елементів догляду, збирання урожаю.

Належним чином створені умови для формування навичок і вмінь використовувати воду в садово-паркових ландшафтах, декоративному розсадництві; засвоєння необхідних елементів гідравліки та гідрології. Це забезпечується за рахунок створеної на біостаніонарі системи зрошення. Навчальна практика з дисципліни «Гідротехнічні споруди садово-паркових об'єктів» включає виконання практичних завдань з проектування та облаштування системи зрошення. Така система забезпечує водою 0,25 га біостаніонару на ділянках розмноження декоративних рослин і складається з магістрального трубопроводу та мережі по зонах поливу.

За умов подальшого розвитку концепції поєднання практичної і теоретичної підготовки студентів у межах навчального закладу нами враховано стрімкий розвиток вітчизняної індустрії по вирощуванню садивного матеріалу декоративних рослин. Ринок розвивається не тільки в столиці, але й у регіонах. Це вказує на те, що галузь з озеленення поступово відроджується та існує великий попит на вітчизняний садивний матеріал і на фахівців відповідного профілю. У зв'язку з цим, у 2016 р. в структурі біостаніонару БНАУ створено садовий центр «Магнолія» (0,18 га), на ділянках якого розмножують і вирощують 57 видів і культиварів деревних рослин, 89 видів і сортів квітково-декоративних рослин. Асортимент сформований відповідно до попиту на ринку декоративного садивного матеріалу, це: *Picea pungens* 'Argentea', 'Glauca', 'Viridis'; *Juniperus horizontalis*; *Thuja occidentalis* 'Pyramidalis', 'Ellwangeriana Aurea', 'Globosa'; *Pseudotsuga menziesii*; *Buddleja davidii*; *Physocarpus opulifolia*; *Salix matsudana*; *Deutzia scabra* та ін. Діяльність садового центру не тільки дозволяє отримувати садивний матеріал, але й долучати до виробничого процесу студентів, відпрацьовувати різні технології розмноження декоративних рослин і забезпечення товарної якості садивного матеріалу, проводити експериментальні дослідження.

Висновки. Таким чином, практична підготовка фахівців садово-паркового господарства у Білоцерківському національному аграрному університеті спрямована на якісне проведення навчальних і виробничих практик у структурних підрозділах університету. Це забезпечується наявністю бази – біостаніонару БНАУ, яка здатна формувати у студентів широке коло професійних компетенцій впродовж всього періоду навчання. Матеріальний і науковий потенціал біостаніонару як бази практики забезпечується широким профілем його діяльності із відповідним функціональним зонуванням. Сформований колекційний фонд культурної дендрофлори з 122 видів, 8 гібридів та 60 культиварів. Формування практичних навичок з квітково-декоративними рослинами забезпечується фондом декоративних трав'янистих рослин, який включає 754 таксонів. Це дозволяє проводити на високому рівні професійну підготовку фахівців садово-паркового господарства з організації виробничих процесів вирощування декоративних рослин, проектування, створення та утримання садово-паркових об'єктів.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Левон Ф.М. Створення зелених насаджень в умовах урбанізованого середовища: вимоги, лімітуючі чинники, шляхи оптимізації. Науковий вісник Українського державного лісотехнічного університету. 2003. №13 (5). С. 157–162.
2. Косенко І.С., Шлапак В.П. Садово-паркова освіта та проблеми підготовки фахівців. Матеріали XII з'їзду Українського ботанічного товариства. Одеса, 2006. С. 530–531.
3. Олешко О.Г. Біостаніонар БНАУ як навчальна, наукова і виробнича база з підготовки студентів напряму "Лісове і садово-паркове господарство". Агробіологія. 2012. № 8. С. 9–13.
4. Кохна М.А., Кузнецова С.І. Дендрофлора України. Дикорослі та культивовані дерева й кущі. Голонасінні: довідник. Київ: Вища школа, 2001. 207 с.

5. Кохна М.А. Дендрофлора України. Дикорослі та культивовані дерева й кущі. Покритонасінні. Частина I. Довідник. Київ: Фітосоціоцентр, 2002. 448 с.
6. Кохна М.А., Трофименко Н.М. Дендрофлора України. Дикорослі та культивовані дерева й кущі. Покритонасінні. Частина II. Довідник. Київ: Фітосоціоцентр, 2005. 716 с.
7. Доброчаева Д.Н., Котов М.И., Прокудин Ю.Н. Определитель высших растений Украины. Киев: Фитосоциоцентр, 1987. 548 с.
8. Тахтаджян А.Л. Система магнолиофитов. Ленинград: Наука, 1987. 439 с.
9. The Plant List, 2013, Version 1.1. International Code of Nomenclature for algae, fungi and plants (Melbourne Code) adopted by the Eighteenth International Botanical Congress Melbourne. Australia, 2012. 240 p. URL: <http://www.theplantlist.org>
10. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III / Bremer Birgitta, Bremer Kare, Chase Mark et al. Bot. J. Linn. Soc. 2009. Vol. 161, N 2. P. 105–121.
11. Кучерявий В.П., Дудин Р.Б., Ковальчук А.П. Деревя, чагарники, ліани в ландшафтній архітектурі: монографія. Львів: Світ, 2004. 137 с.
12. Гревцова А.Т., Казанская Н.А. Кизильники в Украине. Киев: Нива, 1997. 192 с.
13. Коршук Т.П., Палагеча Р.М. Магнолії (*Magnolia* L.): монографія. Київ: Видавничо-поліграфічний центр „Київський університет”, 2007. 207 с.
14. Черняк В.М., Левандовська С.М. Біостаніонар Білоцерківського національного аграрного університету: словник-довідник. Тернопіль: Тайп, 2018. 76 с.
15. Музичук Г.М. Концепція вдосконалення квітничкового оформлення населених місць України та практичні рекомендації щодо поліпшення вуличних ландшафтів. Роль ботанічних садів в зеленому будівництві міст, курортних та рекреаційних зон: матер. Міжн. наук. конф., присвяченої 35-річчю Ботанічному саду Одеського національного ун-ту ім. І.І. Мечнікова. Одеса: Вид-во ЛІАТСТАР, 2002. Ч. II. С. 46–51.
16. Левандовська С.М., Черняк В.М., Олешко О.Г. Підсумки інтродукції культиварів *Callistephus chinensis* (L.) Nees в Білоцерківському НАУ. Науковий вісник НЛТУ України. 2017. Вип. 27(4). С. 44–47.

#### REFERENCES

1. Levon, F.M. (2003). Stvorennja zelenih nasadzen' v umovah urbanizovanogo seredovishha: vimogi, limitujuchi chinniki, shljahi optimizacii' [Creating Green Plants in a Urban Environment: Requirements, Limiting Factors, Optimization Ways]. Naukovij visnik Ukrai'nskogo derzhavnogo lisotehnichnogo universitetu [Scientific Bulletin of the Ukrainian State Forestry University], no 13 (5), pp. 157–162.
2. Kosenko, I.S. Shlapak, V.P. (2006). Sadovo-parkova osvita ta problemi pidgotovki fahivciv [Garden-park education and training specialists]. Materiali III z'i'zdu Ukrai'nskogo botanichnogo tovaristva [Materials of the XII Congress of the Ukrainian Botanical Society]. Odesa, pp. 530–531.
3. Oleshko, O.G. Biostacionar BNAU jak navchal'na, naukova i virobniča baza z pidgotovki studentiv naprjamu "Lisove i sadovo-parkove gospodarstvo" [Biostationary BNAU as an educational, scientific and production base for students' training "Forest and landscape gardening"]. Agrobiologija [Agrobiology], 2012, no. 8, pp. 9-13.
4. Kokhno, M.A., Kuznetsov, S.I. (2001). Dendroflora Ukrai'ni. Dikorosli ta kul'tivovani dereva j kushhi. Golonasinni: Dovidnik [Dendroflora of Ukraine. Wild and cultivated trees and shrubs. The Gymnospermous. A manual]. Kiev, High school, 207 p.
5. Kokhno, M.A. (2002). Dendroflora Ukrai'ni. Dikorosli ta kul'tivovani dereva j kushhi. Pokritonasinni. Chastina I. Dovidnik [Dendroflora of Ukraine. Wild and cultivated trees and shrubs. The Angiospermous. Part I. A manual]. Kiev, Phytocenter, 448 p.
6. Kokhno, M.A., Trofimenko, N.M. (2005). Dendroflora Ukrai'ni. Dikorosli ta kul'tivovani dereva j kushhi. Pokritonasinni. Chastina II. Dovidnik [Dendroflora of Ukraine. Wild and cultivated trees and shrubs. The Angiospermous. Part II. A manual]. Kiev, Phytocenter, 716 p.
7. Dobrochaeva, D.N., Kotov, M.I., Prokudin, Ju.N. (1987). Opredelitel' vysshih rastenij Ukrainy [The determinant of higher plants of Ukraine]. Kiev, Phytocenter, 548 p.
8. Tahtadzhan, A.L. (1987). Sistema magnoliofitov [Magnoliofit system]. Leningrad, Science, 439 p.
9. The Plant List, 2013, Version 1.1. International Code of Nomenclature for algae, fungi and plants (Melbourne Code) adopted by the Eighteenth International Botanical Congress Melbourne. Australia, 2012, 240 p. Retrieved from: <http://www.theplantlist.org>
10. Bremer, Birgitta, Bremer, Kare, Chase, Mark. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III [ Bot. J. Linn. Soc.], 2009, Vol. 161, no. 2, pp. 105–121.
11. Kucherjavij, V.P. Dudin, R. B., Koval'chuk, A.P (2004). Dereva, chagarniki, liani v landshaftnij arhitekturi: monografija [Trees, shrubs, vines in landscape architecture: monograph]. L'viv, Svit, 137 p.
12. Grevcova, A.T., Kazanskaja, N.A. (1997). Kizil'niki v Ukraine [Cotonebers in Ukraine]. Kiev, Niva, 192 p.
13. Korshuk, T.P., Palagecha, R.M. (1997). Magnolii' (*Magnolia* L.): Monografija. [Magnolia (*Magnolia* L.): Monograph]. Kiev, Vidavnico-poligrafichnij centr „Kii'vs'kij universitet”, 207 p.
14. Chernjak, V.M., Levandov'ska, S.M. (2018). Biostacionar Biocerktiv'skogo nacional'nogo agrarnogo universitetu: slovník-dovidnik [Biostationary Bila Tserkva National Agrarian University: dictionary-reference]. Ternopol, Tajp, 76 p.
15. Muzichuk, G.M. (2002). Koncepcija vdoskonalennja kvitnichkovo goformlennja naselenih misc' Ukrai'ni ta praktichni rekomendacii' shhodo polipshennja vulichnih landshaftiv [The concept of improvement flower arrangement on populated places of Ukraine and practical recommendations for improvement of street landscapes]. Mater. Mizhn. nauk. konf., prisvjachenoj 35-richchju Botanicheskomu sadu Odes'skogo nacional'nogo un-tu im. I.I. Mechnikova "Rol' botanichnih sadiv v zelenomu budivnictvi mist, kurortnih ta rekreacijnih zon" [Materials Intern. sciences conf., devoted to the 35th anniversary of the Botanical Garden of the Odessa National Univ. I.I. Mechnikov "The role of botanical gardens in the green building of cities, resorts and recreation areas"]. Odesa, pp. 46-51.

16. Levandovs'ka, S.M., Chernjak, V.M., Oleshko, O.G. (2017). Pidsumki introdukcii' kul'tivariv *Callistephus chinensis* (L.) Nees v Bilocerkiivs'komu NAU [Results of the introduction of *Callistephus chinensis* (L.) Nees cultivars in the Bila Tserkva NAU]. Naukovij visnik NLTU Ukraїni [Scientific Bulletin of the Ukrainian State Forestry University], no. 27 (4), pp. 44–47.

#### **Организация базы практической подготовки специалистов садово-паркового хозяйства в Белоцерковском национальном аграрном университете**

**В.П. Масальский, Е.Г. Олешко, С.Н. Левандовская**

Произведен анализ подходов к организации практической подготовки специалистов садово-паркового хозяйства в структурном подразделении университета – биостационаре БНАУ. Исследованы особенности территориальной организации и назначение различных функциональных зон базы практики, а также способы формирования у студентов широкого круга умений в процессе прохождения практик. Изучен коллекционный фонд древесных растений, который используется для формирования практических навыков выращивания, размножения и использования декоративной дендрофлоры в садово-парковых композициях. По результатам инвентаризации на биостационаре культивируется 122 вида древесных растений. Хвойные виды, произрастающие в коллекции, относятся к родам *Thuja* L., *Chamaecyparis* Spach., *Juniperus* L., *Platycladus* Spach., *Taxus* L., *Picea* Dietr. *Abies* Miller, *Pseudotsuga* Carr. Наибольшим видовым разнообразием отличаются коллекции таких покрытосеменных древесных растений как *Cotoneaster* Medik., *Magnolia* L., *Spiraea* L., *Salix* L., *Populus* L. Освоение ассортимента цветочно-декоративных растений и агротехники создания осуществляется с использованием коллекции декоративных травянистых растений, которая включает 754 таксона. Наиболее многочисленной является коллекция *Callistephus chinensis* (L.) Nees, которая включает 130 культиваров отечественной и зарубежной селекции. Отмечено, что основная практическая подготовка студентов на базе биостационара БНАУ обеспечивается широким профилем его деятельности, соответствующим функциональным зонированием территории, многочисленным коллекционным фондом культурной дендрофлоры и декоративных травянистых растений. Приобретенные таким путем практические умения будущих специалистов являются определяющими для подготовки конкурентоспособных специалистов садово-паркового хозяйства.

**Ключевые слова:** практическая подготовка, садово-парковое хозяйство, биостационар, коллекция, декоративные растения.

#### **Organization of practical training facilities for landscape gardening specialists at Bila Tserkva National Agrarian University**

**V. Masalskiy, O. Oleshko, S. Levandovska**

Students professional training is formed primarily in the process of practical training. Landscape garden specialists professional training is relevant for the development of modern society and thus it requires continuous improvement in the field of higher education.

The article deals with the analysis of the organization of practical training facilities for specialists in landscape gardening in the structural unit of the Bila Tserkva National Agrarian University. 7 functional zones of the biostationary have been allocated, which ensures the rational use of the area and its scientific and educational activities. Among them, there are important zones: production, economical, exposition, collection, area for conducting practical classes on the creation of landscaping elements.

The training programs of the disciplines of professional training (Fundamentals of professional training, Dendrology, Floriculture, Planting of greenery of human settlements, Mechanization, Topiary art and others) provide the fulfillment of theoretical and practical tasks at the collection, exposition and production zones of the biostationary.

The collection fund of woody and herbaceous ornamental plants was investigated. According to the results of the inventory conducted in 2017, the tree-shrub vegetation fund of the BNAU biostationary comprises 122 species. The *Pinophyta* collection comprises 19 species and 39 decorative forms of *Thuja occidentalis*, *Juniperus communis*, *J. sabina*, *J. procumbens*, *J. squamata* with various decorative qualities. Among *Magnoliophyta* the most numerous are the collections of *Cotoneaster* Medik., *Magnolia* L., *Spiraea* L. The collection of ornamental herbaceous plants includes 754 varieties, of which 66 species of *Tagetes* and 130 of *Callistephus chinensis* (L.) Nees. Collection plots make a powerful practical base for reproduction agrotechnics mastering, planting, plants care, and studying the species, form and varietal diversity of the represented plants. It teaches students to reasonably choose an assortment of sustainable and decorative species to create their own landscaping projects. Decorative plants for the formation of collections of biostationary were given by scientific and educational institutions, among them the National Botanical Garden, Botanical Garden of Kiev National University, botanical gardens of Ukrainian National Forestry University and of National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kremenets Botanical Garden, National dendrological park "Softyivka" of the National Academy of Sciences of Ukraine, dendrological park "Oleksandriya", Institute of Horticulture of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine and others.

Exposition plots on the biostationary show elements of planting as well as using decorative plants according to the type of plantings – rock garden, hedges, solitaires, landscape groups, artificial reservoirs, areas of topiary art, flowerbeds. These plots are subject to regular renovation during floriculture practices, landscaping of populated areas, garden and park construction, which encourages students to actively search and apply original ideas.

The irrigation system created on the biostationary station forms students' ability to use water in landscape landscapes, ornamental plantings. 57 species and cultivars of tree plants and 89 species and varieties of flower and ornamental plants are reproduced and grown in the garden center of the biostationary. The assortment is formed in accordance with the demand on the market of decorative gardening material. The activity of the garden center allows to receive the planting material and to involve students in the production process, to work out various technologies of reproduction of ornamental plants and to ensure the commercial quality of the planting material as well as to conduct experimental research.

**Key words:** practical training, garden-park economy, biostationary, collection, ornamental plants.

Надійшло 10.04.2018 р.

УДК 633. 111 "324": 631. 524. 85 / 527

ЛОЗІНСЬКИЙ М.В., канд. с.-г. наук

*Білоцерківський національний аграрний університет***АДАПТИВНІСТЬ СЕЛЕКЦІЙНИХ НОМЕРІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ,  
ОТРИМАНИХ ВІД СХРЕЩУВАННЯ РІЗНИХ ЕКОТИПІВ,  
ЗА КІЛЬКІСТЮ КОЛОСКІВ В ГОЛОВНОМУ КОЛОСІ**

Висвітлено особливості формування кількості колосків в головному колосі у селекційних номерів пшениці м'якої озимої, отриманих від схрещування різних екотипів в контрастні за гідротермічними показниками роки досліджень. Досліджені кореляційні зв'язки між кількістю колосків з головного колосу і елементами структури врожайності. Між кількістю колосків з головного колоса і врожайністю зерна відмічена пряма кореляція на рівні значної ( $r=0,560$ ) у 2011 і 2012 рр. і слабкої ( $r=0,083$ ) у найбільш несприятливому 2013 р. Прямий кореляційний зв'язок на рівні значного встановлено між кількістю колосків з головного колоса і кількістю зерен ( $r=0,526 - r=0,648$ ); масою зерна з колосу ( $r=0,531 - r=0,580$ ) та масою головного колосу ( $r=0,523 - r=0,663$ ). Отримані дані вказують на важливе значення кількості колосків у формуванні продуктивності колосу пшениці м'якої озимої і врожайності зерна в умовах лісостепової зони України. Встановлено, що фактор генотип впливав на формування кількості колосків у колосі на рівні 55,05 %, а умови року на 33,81 %. Селекційні номери пшениці м'якої озимої значно різнилися нормою реакції на умови навколишнього середовища. Коефіцієнт варіації в середньому по досліді становив 7,9 %. Незначне варіювання ( $V=1,7-5,7$  %) спостерігалось у генотипів 29 КС, 26 КС, 54 КС, 22 КС. Селекційний номер 54 КС характеризується одним з найменших коефіцієнтів варіації ( $V=5,1$  %) мав найбільшу, в середньому за три роки, кількість колосків в головному колосі. В результаті оцінки досліджуваних селекційних номерів за кількістю колосків в головному колосі та показниками пластичності і стабільності перше місце в рейтингу адаптивності сортів посів селекційний номер 54 КС (лісостеповий екотип/лісостеповий екотип).

**Ключові слова:** пшениця м'яка озима, селекційні номери, екотип, кількість колосків в головному колосі, кореляційні зв'язки, параметри адаптивності, рейтинг адаптивності сорту.

**Постановка проблеми.** У підвищенні і стабілізації урожайності зерна пшениці м'якої озимої, основної зернової продовольчої культури України, вагоме місце належить селекційному вдосконаленню.

Дослідження особливостей реалізації потенціалу урожайності і виявлення механізмів формування компонентів продуктивності з найголовніших господарсько цінних ознак культурних рослин в мінливих умовах навколишнього середовища має важливе значення для встановлення норми реакції і добір найбільш стійких продуктивних генотипів та включення їх в селекційні програми [1].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Важливою кількісною ознакою пшеничної рослини є кількість колосків у колосі, формування якої відбувається впродовж третього-четвертого етапів органогенезу. Від кількості сформованих колосків у колосі залежить кількість розвинутих квіток, зерен і продуктивність колосу в цілому.

За свідченням Я. Леллі [2], кількість колосків у колосі контролюється хромосомами 6А, 7А, 1В, 4В, 2D, 3D. За іншими даними [3] хромосомами 1А, 1D, 3В, 3D, 4В, 5D і 6D.

Маючи генетичну детермінацію [4], кількість колосків у колосі значно піддається впливу умов вирощування, особливо за недостатньої кількості елементів живлення і вмісту доступної вологи в ґрунті. Таким чином, особливості прояву кількості колосків у колосі залежать від взаємодії генотипу з навколишнім середовищем [5, 6]. Період переходу від вегетативного росту до генеративного розвитку є одним з критичних у розвитку рослин пшениці [7].

**Метою** наших досліджень була оцінка селекційних номерів пшениці м'якої озимої за кількістю колосків головного колосу та встановлення норми їх реакції на зміну умов вирощування, а також визначення параметрів адаптивності і виявлення кореляційних зв'язків кількості колосків з головного колосу з елементами структури врожайності.

**Матеріал, методика та умови проведення досліджень.** У 2011-2013 рр. досліджували селекційні номери пшениці м'якої озимої конкурсного сортовипробування (КС), одержані на Білоцерківській дослідно-селекційній станції (БЦ ДСС) методом залучення до гібридизації батьківських форм різних екотипів. За схрещування сортів степового екотипу з лісостеповим одержано селекційні номери: 7 КС – Донецька 48/Веселка, 8 КС – Донецька 48/Білоцерківська інтенсивна, 42 КС – Повага/Перлина Лісостепу, 29 КС – Луганчанка/Білоцерківська 71/03, 26 КС – Роставиця/Дріада 1, Біло-

церківська 47 (скверхед)/Одеська 162 (24 КС); сортів лісостепового екотипу з лісостеповим: 12 КС – Елегія/Перлина Лісостепу, 44 КС – Київська 8/Роставиця, 54 КС – Веселка/Миронівська 65; 22 КС – сорту степового екотипу Донецька безоста з сортом Century (США); 17 КС – сорту лісостепового екотипу Напівкарлик 3 з Century (США). Як стандарти слугували сорти Білоцерківська напівкарликова (БЦ н/к), Перлина Лісостепу (Пер. ліс.) (БЦ ДСС) і Подолянка (Под.) (Мир. ПІ і ІФРІГ). Досліди закладали відповідно до методик Державного сортовипробування [8]. Попередник – горох, агротехніка загальноприйнята для зони Лісостепу.

Биометричні аналізи і ступінь кореляційних зв'язків між елементами структури урожайності визначали за середнім зразком 25 рослин у триразовій повторності, відібраних на початку повної стиглості пшениці. За встановлення сили зв'язку між ознаками використовували запропоновану Ю.Л. Гужовим із співробітниками [9] шкалу:  $r < 0,3$  – зв'язок між ознаками слабкий,  $0,3 < r < 0,5$  – помірний,  $0,5 < r < 0,7$  – значний,  $0,7 < r < 0,9$  – сильний,  $r > 0,9$  – дуже сильний, близький до функціонального.

Визначали середню арифметичну  $\bar{X}$ , розмах мінливості (min–max), дисперсію ( $S^2$ ) та коефіцієнт варіації  $V$ , % [10, 11]. Розрахунки параметрів адаптивності за кількістю колосків в головному колосі проводили за загальноприйнятими методиками. Коефіцієнт екологічної пластичності (bi) визначали за К. W. Finlay, G. N. Wilkinson [12], показник гомеостатичності (Hom) і селекційну цінність (Sc) за В. В. Хангільдіним, М. А. Литвиненком [13], загальну адаптивну здатність (ЗАЗ), варіансу специфічної адаптивної здатності ( $\sigma^2\text{САЗі}$ ), коефіцієнт нелінійності (Lgi), відносну стабільність генотипу (Sgi), селекційну цінність генотипу (СЦГі) та коефіцієнт компенсації-дестабілізації (Kgi) за А. В. Кільчевським, Л. В. Хотильовою [14]. Для узагальненої оцінки адаптивного потенціалу селекційних номерів застосували ранжування за Дж. У. Снедекором [15] та розрахунки рейтингу адаптивності сорту (РАС) за В. А. Влащенко [16]. Результати експериментальних даних обробляли за допомогою комп'ютерних програм Excel і Statistica 6.0.

Для комплексної оцінки умов зволоження користувалися гідротермічним коефіцієнтом (ГТК) – за Селяніновим [17], який враховує як надходження води у вигляді опадів, так і сумарну їх витрату на випаровування, яка визначається температурою повітря за цей же час і вираховується за формулою:

$$\text{ГТК} = \frac{\sum O}{0,1 * \sum t^{\circ}}$$

де  $\sum O$  – кількість опадів за період з температурами вище  $10^{\circ}\text{C}$ , мм;

$\sum t^{\circ}$  – сума температур вище  $10^{\circ}\text{C}$  за той же час зменшена у 10 разів.

Вважається, що за ГТК  $< 0,4$  – дуже сильна посуха, від 0,4 до 0,5 – сильна посуха, від 0,5 до 0,6 – середня посуха, від 0,7 до 0,9 – слабка посуха, від 1,0 до 1,5 – достатньо волого,  $> 1,5$  – надмірно волого.

**Основні результати дослідження.** Гідротермічні умови в роки проведення досліджень характеризувалися контрастними показниками, що значно вплинуло на формування кількості колосків в головному колосі (табл. 1).

Таблиця 1 – Метеорологічні умови у 2011-2013 рр.

Місяць	Декада	Опади, мм *				Температура повітря, $^{\circ}\text{C}$ **			
		2011р.	2012р.	2013р.	багаторічні дані	2011р.	2012р.	2013р.	багаторічні дані
Квітень	II	2,5	40,4	8,4	17	7,2	10,8	10,4	7,8
	III	2,3	6,2	0,0	16	13,8	17,5	15,9	10,4
Травень	I	33,9	5,8	0,0	16	11,2	19,5	18,0	13,5

\* Кількість опадів подана за даними лабораторії біоенергетичних культур БЦ ДСС.

\*\* Показники температури повітря подані за даними Білоцерківської метеостанції.

Період формування кількості колосків в головному колосі (III-IV етап органогенезу) у 2011 р. проходив за ГТК 1,20, хоча друга і третя декади квітня характеризувалися незначною кількістю опадів і підвищеними температурами повітря в останній декаді цього місяця.

Гідротермічний коефіцієнт в період диференціація осі суцвіття у 2012 р. становив 1,10. У третій декаді квітня і першій декаді травня фактична температура повітря перевищувала середньобагаторічні показники на 7,1 і 6,0 °С відповідно, а кількість опадів була значно менше норми, що значно прискорило проходження четвертого етапу органогенезу.

Метеорологічні умови 2013 р. в період формування кількості колосків в головному колосі характеризувалися порівняно з 2011-2012 рр. роками підвищеними температурними показниками і значно низькою кількістю опадів за гідротермічного коефіцієнта 0,19. Таким чином умови, що склалися у 2013 р. значно прискорили проходження періоду диференціації осі суцвіття пшениці.

Академік О.О. Жученко [18] відмічає, що виходячи з інтегральної природи адаптивних реакцій рослин в процесі росту і розвитку необхідно враховувати кореляційні взаємозв'язки між господарсько цінними ознаками.

Проведені нами дослідження свідчать, що між кількістю колосків з головного колоса і врожайністю зерна відмічена пряма кореляція на рівні значної ( $r=0,560$ ) – у 2011-2012 рр. і слабкої ( $r=0,083$ ) – у найбільш несприятливому 2013 р., що підтверджує важливість ознаки у формуванні врожайності пшениці м'якої озимої в умовах лісостепової зони України.

Кореляційний зв'язок на рівні прямого значного встановлено між кількістю колосків з головного колоса і кількістю зерен ( $r=0,526$  –  $r=0,648$ ); масою зерна з колосу ( $r=0,531$ ... $r=0,580$ ) та масою головного колосу ( $r=0,523$  –  $r=0,663$ ). Отримані дані вказують на важливе значення кількості колосків в колосі у формуванні продуктивності колосу пшениці.

Прямим значним у 2011 і 2013 рр. ( $r=0,603$  –  $0,695$ ) і помірним ( $r=0,493$ ) у 2012 р. характеризувався кореляційний зв'язок між кількістю колосків з колосу і масою стебла. З масою соломини існувала нестабільна пряма кореляція на рівні значної ( $r=0,653$ ) у 2011 р., слабкої ( $r=0,251$ ) у 2012 р. і сильної ( $r=0,709$ ) у 2013 р. Між кількістю колосків з колосу і щільністю колосу спостерігалась пряма кореляція, яка змінювалася від значної ( $r=0,555$ ) у 2011 р. до сильної ( $r=0,791$ ) у 2012 р. і слабкої ( $r=0,021$ ) у несприятливому 2013 р.

Нестабільним від прямого до зворотного характеризувався кореляційний зв'язок кількості колосків з головного колосу з кількістю зерен в колоску, масою колоса без зерна і масою 1000 зерен.

В умовах 2011 р. середнє значення кількості колосків з головного колосу було на рівні 18,2 шт., з min 14,8 у селекційного номера 17 КС і max – 20,7 у 24 КС. Достовірно більшу кількість колосків у колосі, ніж стандарт Подолянка, мали селекційні номери 24 КС і 54 КС (табл. 2).

Таблиця 2 – Кількість колосків в головному колосі у селекційних номерів, шт.

Селекційний номер	Кількість колосків $\bar{X}$ , шт.			$\bar{X}$	± до стандарту, шт.		
	2011 р.	2012 р.	2013 р.		Пер. ліс.	БЦ н/к	Под.
Степовий екотип/лісостеповий екотип							
7 КС	19,5	20,1	15,9	18,5	+1,5	+1,0	+0,2
8 КС	17,2	17,5	14,3	16,3	-0,7	-1,2	-2,0
42 КС	19,6	19,9	16,9	18,8	+1,8	+1,3	+0,5
29 КС	17,4	17,6	18,0	17,7	+0,7	+0,2	-0,6
26 КС	15,6	15,4	14,9	15,3	-1,7	-2,2	-3,0
24 КС	20,7	20,5	17,6	19,6	+2,6	+2,1	+1,3
Лісостеповий екотип/лісостеповий екотип							
12 КС	18,3	18,5	16,2	17,7	+0,7	+0,2	-0,6
44 КС	17,0	17,4	14,6	16,3	-0,7	-1,2	-2,0
54 КС	20,3	20,2	18,5	19,7	+2,7	+2,2	+1,4
Степовий екотип/США							
22 КС	18,2	18,3	16,5	17,7	+0,7	+0,2	-0,6
Лісостеповий екотип/США							
17 КС	14,8	16,3	14,1	15,1	-1,9	-2,4	-3,2
Пер. ліс. (St)	18,5	17,2	15,3	17,0	-	-	-
БЦ н/к (St)	18,3	18,8	15,5	17,5	-	-	-
Под. (St)	19,7	19,5	15,8	18,3	-	-	-
НІР <sub>05</sub>	0,35	0,30	0,19	-	-	-	-

У 2012 р. середня по досліді кількість колосків становила 18,4 шт. з варіюванням від 15,4 (26 КС) до 20,5 шт. (24 КС). Високі достовірні показники кількості колосків в колосі мали селекційні номери 24 КС, 54 КС, 7 КС і 42 КС.

Достовірно вищі за Подолянку показники кількості колосків з колосу, у найбільш несприятливо-му 2013 р., спостерігалися у семи селекційних номерів, серед яких виділили 54 КС, 29 КС і 24 КС.

У середньому за 2011-2013 рр. за показником кількості колосків з головного колоса Подолянку достовірно перевищили селекційні номери 54 КС, 24 КС і 42 КС.

Дисперсійним аналізом встановлено, що фактор генотип (55,05 %) мав найбільший вплив на формування кількості колосків з головного колосу. Умови року впливали на формування досліджуваної ознаки на рівні 33,81 %, а взаємодія досліджуваних факторів лише на 10,47 % (рис. 1).

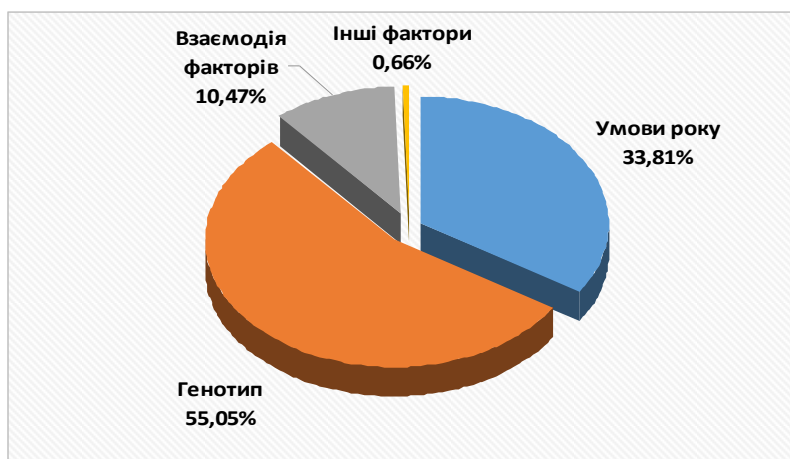


Рис. 1. Частка впливу факторів на формування кількості колосків в головному колосі на час повної стиглості зерна (2011-2013 рр.).

Дослідженнями встановлено, що селекційні номери пшениці м'якої озимої значно різнилися нормою реакції на умови навколишнього середовища. Про мінливість кількості колосків з головного колоса залежно від умов вирощування свідчить коефіцієнт варіації, який в середньому по досліді становив ( $V=7,9\%$ ). Незначне варіювання ( $V=1,7-5,7\%$ ) спостерігалось у генотипів 29 КС, 26 КС, 54 КС, 22 КС. Селекційний номер 54 КС характеризується одним з найменших коефіцієнтів варіації ( $V=5,1\%$ ) мав найбільшу, в середньому за три роки, кількість колосків в головному колосі. Послужували вищу, ніж стандарт кількість колосків у колосі та значно менший коефіцієнт варіації селекційні номери 24 КС і 42 КС (табл. 3).

Таблиця 3 – Статистичні параметри мінливості за кількістю колосків у головному колосі (середнє 2011-2013 рр.)

Селекційний номер	$\bar{x}$ , шт.	Lim (шт.)		R, шт.	$S^2$	V, %
		min	max			
Степовий екотип/лісостеповий екотип						
7 КС	18,5	15,9	20,1	4,2	5,16	12,3
8 КС	16,3	14,3	17,5	3,2	3,12	10,8
42 КС	18,8	16,9	19,9	3,0	2,73	8,8
29 КС	17,7	17,4	18,0	0,6	0,09	1,7
26 КС	15,3	14,9	15,6	0,7	0,13	2,2
24 КС	19,6	17,6	20,7	3,1	3,01	8,9
Лісостеповий екотип/лісостеповий екотип						
12 КС	17,7	16,2	18,5	2,3	1,62	7,2
44 КС	16,3	14,6	17,4	2,8	2,29	9,3
54 КС	19,7	18,5	20,3	1,8	1,02	5,1
Степовий екотип/США						
22 КС	17,7	16,5	18,3	1,8	1,02	5,7
Лісостеповий екотип/США						
17 СС	15,1	14,1	16,3	2,2	1,26	7,4
Пер. ліс. (St)	17,0	15,3	18,5	3,2	2,59	9,5
БЦ н/к (St)	17,5	15,5	18,8	3,3	3,16	10,2
Под. (St)	18,3	15,8	19,7	3,9	4,82	12,0

Значним розмахом мінливості кількості колосків в головному колосі (3,2–4,2 шт.) і середніми коефіцієнтами варіації ( $V=10,2-12,3\%$ ) характеризувалися селекційні номери 7 КС, 8 КС і сорти Білоцерківська напівкарликова та Подолянка.

Стабільний прояв у генотипів господарсько цінних ознак і урожайності в цілому обумовлені у часі й просторі генетичними механізмами гомеостазу, або формуються за рахунок власних регуляторних механізмів [19, 20].

Гомеостаз О. О. Жученко [21] називає універсальною системою, яка підтримує оптимальні умови розвитку організму і виконує еволюційну роль у стабілізації норми адаптивності.

Згідно із твердженням М. А. Пітіримової зі співавторами [22], онтогенетичну адаптацію генотипу у межах норми реакції визначає гомеостаз. Науковці П. П. Літун [23], В. В. Пильнев [24] і В. А. Кунах [25] розглядають гомеостаз як пристосованість кількісних ознак у мінливих умовах навколишнього середовища. За свідченням В. В. Хангільдіна і М. А. Литвиненка [13, 26] гомеостаз є здатністю генетичних механізмів зводити до мінімуму вплив стресових факторів зовнішнього середовища. На думку А. П. Орлюка [27] гомеостаз є стабільний процес, а не стабільний стан.

Гомеостатичність (Ном) свідчить про стабільність генотипу за випробування у різних умовах, а селекційна цінність (Sc) показує трансформовану за стабільністю величину досліджуваної кількісної ознаки. Показники гомеостатичності можуть бути як позитивними так і негативними, а їх мінливість залежно від генотипу в широкому діапазоні, що є свідченням значної інформативності [13].

Встановлено, що за гомеостатичністю Перлину лісостепу (Ном=179,58) перевищили вісім селекційних номерів (Ном=201,96–1021,62), серед яких виділилися 29 КС, 26 КС, 54 КС і 22 КС за середнього показника по досліді (Ном=301,95) (табл. 4).

Таблиця 4 – Гомеостатичність та адаптивність селекційних номерів пшениці м'якої озимої за кількістю колосків в головному колосі, 2011-2013 рр.

Селекційний номер	Кількість колосків, шт.	Параметри адаптивності			
		Ном	Sc	bi	$\sigma_{di}$
Степовий екотип/лісостеповий екотип					
7 КС	18,5	150,67	14,63	1,71	0,06
8 КС	16,3	150,95	13,35	1,33	0,00
42 КС	18,8	213,91	15,97	1,25	0,01
29 КС	17,7	1021,62	17,08	-0,21	0,03
26 КС	15,3	649,25	14,61	0,26	0,03
24 КС	19,6	221,43	16,66	1,30	0,08
Лісостеповий екотип/лісостеповий екотип					
12 КС	17,7	244,97	15,47	0,96	0,00
44 КС	16,3	176,16	13,70	1,14	0,03
54 КС	19,7	382,34	17,92	0,76	0,02
Степовий екотип/США					
22 КС	17,7	308,53	15,93	0,76	0,00
Лісостеповий екотип/США					
17 КС	15,1	201,96	13,03	0,66	0,98
Пер. ліс. (St)	17,0	179,58	14,06	1,08	1,07
БЦ н/к (St)	17,5	172,84	14,46	1,34	0,04
Под. (St)	18,3	153,04	14,70	1,65	0,10
$\bar{x}$	<b>17,5</b>	<b>301,95</b>	<b>15,11</b>	<b>1,00</b>	<b>0,18</b>
Min	15,1	150,67	13,03	-0,21	0,00
Max	19,7	1021,62	17,92	1,71	0,98

В наших дослідженнях вищу селекційну цінність за середній показник по досліді ( $Sc=15,11$ ) мали селекційні форми 54 КС, 29 КС, 24 КС, 42 КС, 22 КС і 12 КС.

За методикою К. W. Finlay, G. N. Wilkinson [12] проводили розрахунок коефіцієнта регресії (bi) на умови середовища, як показника адаптивності. Чим вище значення коефіцієнта (bi), тим більш чутливим є генотип до покращення умов вирощування, що з однієї сторони може бути свідченням його здатності максимально використовувати оптимальні умови зовнішнього середовища. З іншої сторони за погіршення умов вирощування – меншої стабільності. Показник

$b_i < 1,0$  може вказувати як на вищу стабільність генотипу, так і на його меншу здатність реагувати збільшенням кількісної ознаки на покращення умов вирощування. За наближення ( $b_i$ ) до 1,0 спостерігається відповідність зміни ознаки зміні умов вирощування. Таким чином кращими будуть генотипи, що мають високий середній показник досліджуваної ознаки та коефіцієнт ( $b_i$ ) наближений до 1,0.

Селекційний номер 7 КС (степовий екотип/лісостеповий екотип) мав вище середнього по досліді значення кількості колосків у колосі і характеризувався високою чутливістю до змін умов вирощування ( $b_i=1,71$ ). До цієї групи ( $b_i=1,65$ ) також належить сорт Подолянка. Коефіцієнт  $b_i$  в межах 1,25–1,34 мали селекційні номери 42 КС, 24 КС і 8 КС та сорт Білоцерківська напівкарликова. Близькі значення до 1,0 ( $b_i=0,96-1,14$ ) були у генотипів 12 КС, Перлина лісостепу, 44 КС. Селекційні номери 17 КС, 54 КС і 22 КС мали коефіцієнт  $b_i$  в межах 0,66–0,76. Низкопластичними були 29 КС ( $b_i=-0,21$ ) і 26 КС ( $b_i=0,26$ ), отримані від схрещування степового екотипу з лісостеповим.

Науковці S. A. Eberhart, W. A. Russell [28] вдосконалили метод оцінки адаптивності попередніх дослідників, доповнивши його показником середньоквадратичного відхилення фактичних значень ознаки від теоретично очікуваних ( $\sigma_{di}$ ), як показника стабільності. Більш стабільними є генотипи з меншим показником  $\sigma_{di}$ . Дана методика в українській науковій літературі відома в інтерпретації В. А. Зикина зі співавторами [29].

Встановлено, що менше значення  $\sigma_{di}^2$ , ніж Білоцерківська напівкарликова ( $\sigma_{di}^2=0,04$ ), мали 8 селекційних номерів, але лише 42 КС і 54 КС достовірно перевищував за кількістю колосків у колосі стандарт.

Під адаптивною здатністю розуміють властивість генотипу підтримувати характерну для нього величину фенотипового прояву ознаки [14]. Розрізняють загальну і специфічну адаптацію [30]. Загальна адаптивна здатність характеризує середнє значення ознаки за різних умов, а САЗ відхилення від ЗАЗ у конкретному навколишньому середовищі [14].

За показником кількість колосків у головному колосі вищі значення ЗАЗ, ніж в Подолянки (ЗАЗ=26,93) відмічені в селекційних номерів 24 КС, 54 КС, 42 КС і 7 КС (табл. 5).

Таблиця 5 – Параметри адаптивної здатності та стабільності за кількістю колосків в головному колосі (середнє 2011-2013 рр.)

Селекційний номер	Кількість колосків в головному колосі, шт.	ЗАЗ	$\sigma^2(G \times E)_{gi}$	$\sigma^2САЗi$	$\sigmaСАЗi$	Lgi	Sgi	СЦГi	Kgi
Степовий екотип/лісостеповий екотип									
7 КС	18,5	27,37	0,91	5,15	2,27	0,40	12,27	4,17	2,21
8 КС	16,3	21,93	0,19	3,12	1,77	0,11	10,81	5,19	1,34
42 КС	18,8	27,60	0,10	2,72	1,65	0,06	8,78	8,39	1,17
29 КС	17,7	23,47	2,59	0,09	0,29	8,82	1,66	15,82	0,04
26 КС	15,3	18,43	0,98	0,12	0,35	2,78	2,29	13,09	0,05
24 КС	19,6	29,53	0,19	3,00	1,73	0,11	8,84	8,66	1,29
12 КС	17,7	24,67	0,00	1,62	1,27	0,00	7,20	9,64	0,69
44 КС	16,3	21,73	0,04	2,29	1,51	0,03	9,26	6,79	0,98
54 КС	19,7	29,13	0,11	1,02	1,01	0,10	5,13	13,31	0,44
22 КС	17,7	24,47	0,09	1,02	1,01	0,09	5,71	11,31	0,44
17 КС	15,1	18,27	0,68	1,26	1,12	0,61	7,44	7,99	0,54
Пер.ліс.(St)	17,0	23,27	0,54	2,58	1,61	0,34	9,45	6,86	1,11
БЦ н/к. (St)	17,5	24,73	0,22	3,16	1,78	0,12	10,13	6,32	1,35
Под. (St)	18,3	26,93	0,78	4,82	2,19	0,36	11,97	4,48	2,06
$\bar{x}$	<b>17,5</b>	<b>24,40</b>	<b>0,53</b>	<b>2,28</b>	<b>1,40</b>	<b>1,00</b>	<b>7,92</b>	<b>8,72</b>	<b>0,98</b>
min	15,1	18,27	0,00	0,09	0,29	0,00	1,66	4,17	0,04
max	19,7	29,53	2,59	5,15	2,27	8,82	12,27	15,82	2,21

Згідно з методикою А. В. Кільчевського, Л. В. Хотильові [14] варіанса специфічної адаптивної здатності ( $\sigma^2САЗi$ ) є показником стабільності генотипу і більш інформативною у порівнянні з показником взаємодії «генотип-середовище» ( $\sigma^2(G \times E)_{gi}$ ), тому що враховує компенсційний ефект.

Меншим значенням варіанси САЗ ніж в сорту Перлина лісостепу ( $\sigma^2\text{CAZi}=2,58$ ) характеризувалися сім селекційних номерів ( $\sigma^2\text{CAZi}=0,09-2,29$ ), але лише чотири з них: 54 КС, 29 КС, 12 КС і 22 КС мали більшу ніж стандарт кількість колосків у колосі і меншу  $\sigma^2\text{CAZi}$  (0,09–1,62).

Нижчу відносну стабільність генотипу ( $S_{gi}$ ) та достовірно більшу кількість колосків в головному колосі в порівнянні з Подолянкою ( $S_{gi}=11,97$ ) поєднували селекційні номери 42 КС, 24 КС та 54 КС.

Селекційні номери, що перевищували стандарти за кількістю колосків з головного колосу мали лінійну реакцію на умови зовнішнього середовища ( $L_{gi}=0,06-0,40$ ). Варіювання коефіцієнта компенсації-дестабілізації ( $K_{gi}$ ) склало (0,04–2,21), що вказує як на компенсуючі так і дестабілізуючі ефекти. Компенсуючий ефект ( $K_{gi}<1,0$ ) серед селекційних номерів, які достовірно перевищували стандарти мав лише 54 КС, а в інших спостерігався дестабілізуючий ( $K_{gi}>1,0$ ) ефект.

За СЦГі кращий стандарт Перлину лісостепу (СЦГі=6,86) перевищили вісім селекційних номерів. Серед яких високі показники СЦГі відмічені у 29 КС, 54 КС, 26 КС, 22 КС і 12 КС.

Розраховані нами показники пластичності і стабільності кількості колосків в головному колосі визначають різні сторони складної властивості – адаптивний потенціал генотипу. Виходячи з цього науковці для узагальненої оцінки адаптивності конкретного генотипу пропонують визначення середньозваженого показника, який би як найповніше враховував значення різних параметрів. Для цього пропонують використовувати групування за допомогою параметричної статистики, яка дозволяє визначити ранги за окремими показниками і розрахувати середній ранг за їх сумою [15]. Однак, за свідченням В. А. Власенка [16], потенціал продуктивності в даному випадку буде врахований не повною мірою. Тому на його думку необхідно нормувати показник середнього значення суми рангів, розділивши на нього середній показник досліджуваної ознаки. Таким чином потенціал продуктивності стає визначальним в інтегрованому параметрі, який В. А. Власенко називає терміном «рейтинг адаптивності сорту» (РАС).

В результаті оцінки досліджуваних генотипів за кількістю колосків в головному колосі і показниками пластичності та стабільності перше місце в рейтингу адаптивності сортів посів селекційний номер 54 КС (лісостеповий екотип/лісостеповий екотип) (табл. 6).

Таблиця 6 – Ранги за кількістю колосків в головному колосі, пластичністю, стабільністю та рейтингом адаптивності селекційних номерів (середнє 2011-2013 рр.)

Селекційний номер	Ранги за кількістю колосків з колоса і параметри адаптивності											Середній ранг	****X/середній ранг	Рейтинг
	X*	min**	max***	ЗА3	$\sigma^2\text{CAZi}$	Sgi	СЦГі	Ном	Sc	bi	$\sigma_{di}$			
54 КС	1	1	2	2	3	3	2	3	1	4	5	3	7,88	1
24 КС	2	2	1	1	10	8	6	6	3	8	11	5	3,72	2
42 КС	3	4	4	3	9	7	7	7	4	6	4	5	3,57	3
12 КС	6	6	7	7	6	5	5	5	6	1	2	5	3,48	4
29 КС	7	3	10	9	1	1	1	1	2	14	7	5	3,48	5
22 КС	8	5	9	8	4	4	4	4	5	5	1	5	3,42	6
7 КС	4	7	3	4	14	14	14	14	8	7	10	9	2,06	7
Под. (St)	5	8	5	5	13	13	13	12	7	12	12	10	1,92	8
26 КС	13	11	14	13	2	2	3	2	9	13	8	8	1,87	9
Пер.ліс.(St)	10	10	8	10	8	10	9	9	11	2	14	9	1,85	10
БЦн/к.(St)	9	9	6	6	12	11	11	11	10	11	9	10	1,83	11
44 КС	12	12	12	12	7	9	10	10	12	3	6	10	1,71	12
8 КС	11	13	11	11	11	12	12	13	13	9	3	11	1,51	13
17 КС	14	14	13	14	5	6	8	8	14	10	13	11	1,40	14

**Примітка** X\* – середнє значення ознаки, min\*\* – мінімальнє значення ознаки, max\*\*\* – максимальнє значення ознаки, \*\*\*\*X/середній ранг – відношення середнього значення ознаки до середнього рангу за цією ознакою.

Місця з другого по шосте в РАС посіли селекційні номери 24 КС, 42 КС, 12 КС, 29 КС і 22 КС, які мали середній ранг на рівні 5 і оптимальні поєднання показників кількості колосків в головному колосі і параметрів адаптивності.

Характеристика за показниками пластичності і стабільності селекційних номерів, які за три роки перевищили стандарти, за кількістю колосків з головного колосу, дала нам можливість встановити їхню реакцію на зміну умов навколишнього середовища і виявити цінні в селекції на адаптивність для умов лісостепової зони України.

Висновки. 1. Кількість колосків з головного колосу відіграє важливе значення у формуванні продуктивності колосу і врожайності зерна пшениці м'якої озимої в умовах Лісостепу України, що підтверджується встановленими коефіцієнтами кореляції.

2. У середньому за 2011-2013 рр. за кількістю колосків з головного колосу стандарт Подільяку достовірно перевищили селекційні номери 54 КС (19,7 шт.), 24 КС (19,6 шт.) і 42 КС (18,8 шт.).

3. Найбільший вплив на формування кількості колосків з головного колосу мав фактор генотип – 55,05 %.

4. В результаті проведеної оцінки селекційних номерів за кількістю колосків в головному колосі і показниками пластичності та стабільності перше місце в рейтингу адаптивності посів селекційний номер 54 КС (лісостеповий екотип/лісостеповий екотип).

5. За розробки моделі сорту пшениці м'якої озимої для умов Лісостепової зони України кількість колосків в головному колосі відіграє важливе значення для підвищення продуктивності колосу і збільшення врожайності зерна.

Перспективою подальших досліджень є залучення в селекційний процес найбільш цінних генотипів пшениці м'якої озимої 54 КС (лісостеповий екотип/лісостеповий екотип), 24 КС, 42 КС (степовий екотип/лісостеповий екотип) з метою створення нового вихідного матеріалу і сортів з високим рівнем продуктивності й адаптивності до несприятливих умов довкілля Лісостепу України.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Дибиров М.Д., Анатов Д.М. Выявление адаптивного потенциала зерновых видов культурной флоры вдоль высотного градиента. Генетические ресурсы культурных растений. Проблемы эволюции и систематики / под общей ред. д-ра биол. наук, проф. Н. И. Дзюбенко. Санкт-Петербург, 8-11 декабря 2009 г. СПб., 2009. С. 57–60.
2. Лелли Я. Селекция пшеницы: теория и практика. М.: Колос, 1980. 384 с.
3. Хотылева Л.В., Шевелуха Т.Д., Деева В.П., Ермишин А.П. Генетический контроль морфофизиологических и физиолого-биохимических процессов у яровой пшеницы. Мн.: Наука и техника, 1984. 149 с.
4. Ауземус Э.Р., Мак-Нил Ф.Х., Шмидт Ю.У. Генетика и наследование. Пшеница и ее улучшение: пер. с англ. М.: Колос, 1970. С. 250–295.
5. Драгавцев В.А., Аверьянова А.Ф. Механизмы взаимодействия генотип-среда и гомеостаз количественных признаков растений. Генетика, 1983. Т. 19. № 11. С. 1806–1810.
6. Пухальский В.А. К разработке системного подхода в определении генов, детерминирующих количественные признаки. Сельскохозяйственная биология. 1992. № 1. С. 17–22.
7. Орлюк А.П. Генетика пшеницы з основами селекції: монографія. Херсон: Айлант, 2012. 436 с.
8. Волкодав В.В. Методика державного випробування сортів рослин на придатність до поширення в Україні: Охорона прав на сорти рослин: офіційний бюл. К.: Алефа, 2003. Вип.1, ч. 3. 106 с.
9. Гужов Ю. Л., Кесаварао П. С., Велланки Р. К. Тритикале – достижения и перспективы селекции на основе математического моделирования: монография. М.: Изд-во УДН, 1987. 232 с.
10. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
11. Рокицкий П. Ф. Биологическая статистика. Мн.: Вышэйшая школа, 1973. 320 с.
12. Finlay K.W. Wilkinson G.N. The analysis adaptation in a plant breeding programme. Aust. J. Agric. Res. 1963. V.14. P. 742–754.
13. Хангильдин В.В., Литвиненко Н.А. Гомеостатичность и адаптивность сортов озимой пшеницы. Науч.-техн. бюл. ВСГИ. 18-1981. Вып. 1 (39). С. 8–14.
14. Кильчевский А.В., Хотылева Л. В. Метод оценки адаптивной способности и стабильности генотипов, дифференцирующей способности среды. Сообщение I. Обоснование метода. Генетика. 1985. Т. XXI. №9. С. 1481–1489.
15. Снедекор Дж. У. Статистические методы в применении к исследованиям в сельском хозяйстве и биологии / пер. с англ. В. Н. Перегудова. М.: Сельхозиздат, 1961. 503 с.
16. Власенко В.І. Оцінка адаптивності сортів пшениця м'якої ярої. Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. К.: Алефа, 2006. С. 93–103.
17. Шульгин А.М. Агрометеорология и агроклиматология. Ленинград. Гидрометеоздат, 1978. 200 с.
18. Жученко А. А. Эколого-генетические основы адаптивной системы селекции растений. Селекция и семеноводство. 1999. № 4. С. 5–16.
19. Жученко А. А. Экологическая генетика культурных растений. Кишинев: Штиинца, 1980. 588 с.
20. Жученко А. А. Эколого-генетические основы адаптивной системы селекции растений. Сельскохозяйственная биология. 2000. № 1. С. 7–20.
21. Жученко А.А. Стратегия адаптивной интенсификации растениеводства. Сельскохозяйственная биология. 1989. № 1. С. 3–17.

22. Пителимова М.А. Ткачев М.В., Подошкина Л.Б. Норма реакции как мера адаптации генотипа к варьирующим условиям среды. Норма реакции растений и управление селекционным процессом. Л. : Агрофизический НИИ, 1982. С. 38–44.
23. Литун П.П. Взаимодействие генотип-среда в генетических и селекционных исследованиях и способы его изучения. Проблемы отбора и оценка селекционного материала. К.: Наукова думка, 1980. С. 63-92.
24. Пыльнев В.В. Адаптивность озимой пшеницы в процессе селекции на повышение зерновой продуктивности в условиях Степной зоны. Сельскохозяйственная биология. 1995. № 1. С. 41–50.
25. Кунах В.А. Мобільні генетичні елементи і пластичність геному рослин. К.: Логос, 2013. 288 с.
26. Хангильдин В.В. Генетико-селекционное обоснование моделей сортов яровой пшеницы и гороха для Поволжско-Уральского региона. Вопросы генетики и селекции на Урале и в Зауралье. Свердловск, 1979. 280 с.
27. Орлюк А.П. Теоретичні основи селекції рослин. Херсон: Айлант, 2008. 572 с.
28. Eberhart S.A., Russel W.A. Stability parameters for comparing varieties. Crop Science. 1966. V. 6. P. 36–40.
29. Зыкин В.А., Мешков В.В., Сапега В.А. Параметры экологической пластичности сельскохозяйственных растений, их расчет и анализ (методические рекомендации). Новосибирск, 1984. 22 с.
30. Жученко А. А. Адаптивный потенциал культурных растений. Кишинев.: Штиинца, 1988. 767 с.

#### REFERENCES

1. Dibirov, M.D., Anatov, D.M. Vyiavlenie adaptivnogo potentsiala zernovykh vidov kulturnoy flory vdol vyisotnogo gradienta [Identification of the adaptive potential of cereal species of a cultural flora along a high-altitude gradient]. Geneticheskie resursy kulturnykh rasteniy. Problemy evolyutsii i sistematiki [Genetic resources of cultivated plants. Problems of evolution and systematics]. Sankt-Peterburg, 2009, pp. 57-60.
2. Lelli, Ya. (1980). Seleksiya pshenitsyi: teoriya i praktika [Selection of wheat: theory and practice]. Moscow, Kolos, 384 p.
3. Hotyileva, L.V., Sheveluha, T.D., Deeva, V.P., Ermishin, A.P. (1984). Geneticheskiy kontrol morfofiziologicheskikh i fiziologo-biohimicheskikh protsessov u yarovoy pshenitsyi [Genetic control of morphophysiological and physiological-biochemical processes in spring wheat]. Minsk, Science and technology, 149 p.
4. Auzemus, E.R., Mak-Nil, F.X., Shmidt, Yu.U. Genetika i nasledovanie [Genetics and Inheritance]. Pshenitsa i ee uluchshenie [Wheat and its improvement]. Moscow, Kolos, 1970, pp. 250-295.
5. Dragavtsev, V.A., Averyanova, A.F. Mehanizmy vzaimodeystviya genotip-sreda i gomeostaz kolichestvennykh priznakov rasteniy [Mechanisms of genotype-environment interaction and homeostasis of quantitative plant characteristics]. Genetika [Genetics], 1983, Vol. 19, no. 11, pp. 1806-1810.
6. Puhalskiy, V.A. K razrabotke sistemnogo podhoda v opredelenii genov, determiniruyuschikh kolichestvennyye priznaki [To the development of a systematic approach in determining genes that determine quantitative characteristics]. Selskohozyaystvennaya biologiya [Agricultural Biology], 1992, no. 1, pp. 17-22.
7. Orliuk, A. P. (2012). Henetyka pshenitsi z osnovamy seleksii [Genetics of wheat with the basis of selection]. Khereson, Ailant, 436 p.
8. Volkodav, V.V. Metodyka derzhavnogo vyprobuvannya sortiv roslyn na prydatnist do poshyrennia v Ukraini [Method of state testing of plant varieties for suitability for distribution in Ukraine]. Okhorona prav na sorty roslyn [Protection of rights to plant varieties]. Kyiv, Alefa, 2003, Issue 1, part 3, 106 p.
9. Guzhov, Yu.L., Kesavarao, P.S., Vellanki, R.K. (1987). Tritikale – dostizheniya i perspektivy seleksii na osnove matematicheskogo modelirovaniya [Triticale – achievements and prospects of selection on the basis of mathematical modeling]. Moscow, UDN, 232 p.
10. Dospheov, B.A. (1985). Metodika polevogo opyita [Methodology of field experience]. Moscow, Agropromizdat, 351 p.
11. Rokitskiy, P.F. (1973). Biologicheskaya statistika [Biological statistics]. Minsk, High school, 320 p.
12. Finlay, K.W., Wilkinson, G.N. The analysis adaptation in a plant breeding programme. Aust. J. Agric. Res. 1963, Vol. 14, pp. 742-754.
13. Hangildin, V.V., Litvinenko, N.A. Gomeostatichnost i adaptivnost sortov ozimoy pshenitsyi [Homeostatic and adaptability of winter wheat varieties]. Nauch.-tehn. byul. VSGI [Scientific and technical bulletin of ESGG], no. 18-1981, Issue 1 (39), pp. 8-14.
14. Kilchevskiy, A.V., Hotyileva, L.V. Metod otsenki adaptivnoy sposobnosti i stabilnosti genotipov, differentsiruyushey sposobnosti sredy. Soobschenie I. Obosnovanie metoda [Method for assessing the adaptive ability and stability of genotypes, the differentiating abilities of the environment. Message I. Justification of the method]. Genetika [Genetics], 1985, T.HHI, no. 9, pp. 1481-1489.
15. Snedekor, Dzh.U. (1961). Statisticheskie metody v primenenii k issledovaniyam v selskom hozyaystve i biologii [Statistical methods applied to research in agriculture and biology]. Moscow, Selhozizdat, 503 p.
16. Vlasenko, V.I. Otsinka adaptivnosti sortiv pshenitsia miakoi yaroi [Assessment of the adaptability of soft wheat varieties]. Sortovyvchennia ta okhorona prav na sorty roslyn [Variety study and protection of rights to plant varieties]. Kyiv, Alefa, 2006, pp. 93-103.
17. Shulgin, A.M. (1978). Agrometeorologiya i agroklimatologiya [Agrometeorology and agro-climatology]. Leningrad, Gidrometeoizdat, 200 p.
18. Zhuchenko A.A. Ekologo-geneticheskie osnovy adaptivnoy sistemy seleksii rasteniy [Ecological and genetic basis of adaptive plant selection system]. Seleksiya i semenovodstvo [Selection and seed production], 1999, no. 4, pp. 5-16.
19. Zhuchenko, A.A. (1980). Ekologicheskaya genetika kulturnykh rasteniy [Ecological genetics of cultivated plants]. Kishinev, Shtiintsa, 588 p.
20. Zhuchenko, A. A. Ekologo-geneticheskie osnovy adaptivnoy sistemy seleksii rasteniy [Ecological and genetic basis of the adaptive plant breeding system]. Selskohozyaystvennaya biologiya [Agricultural Biology], 2000, no. 1, pp. 7-20.

21. Zhuchenko, A.A. Strategiya adaptivnoy intensivifikatsii rastenievodstva [Strategy of adaptive intensification of plant growing]. Selskohozyaystvennaya biologiya [Agricultural Biology], 1989, no. 1, pp. 3-17.
22. Pitirimova, M.A., Tkachev, M.V., Podoshkina, L.B. Norma reaktsii kak mera adaptatsii genotipa k variruyuschim usloviyam sredy [The reaction rate as a measure of adaptation of the genotype to varying environmental conditions]. Norma reaktsii rasteniy i upravlenie selektsionnyim protsessom [The rate of reaction of plants and management of the selection process]. Leningrad, Agrofizicheskii NII, 1982, pp. 38-44.
23. Litun, P.P. Vzaimodeystvie genotip-sereda v geneticheskikh i selektsionnykh issledovaniyakh i sposoby ego izucheniya [Interaction of genotype-sered in genetic and selection studies and ways to study it]. Problemy otbora i otsenka selektsionnogo materiala [Problems of selection and assessment of breeding material]. Kyiv, Scientific thought, 1980, pp. 63-92.
24. Pyilnev, V.V. Adaptivnost ozimoy pshenitsyi v protsesse selektsii na povyshenie zernovoy produktivnosti v usloviyakh Stepnoy zony [Adaptivity of winter wheat in the selection process for increasing grain productivity in the Steppe zone]. Selskohozyaystvennaya biologiya [Agricultural Biology], 1995, no. 1, pp. 41-50.
25. Kunakh, V.A. (2013). Mobilni henetychni elementy i plastychnist henomu roslyn [Mobile genetic elements and plasticity of the genome of plants]. Kyiv, Lohos, 288 p.
26. Hangildin, V.V. (1979). Genetiko-selektsionnoe obosnovanie modeley sortov yarovoy pshenitsyi i goroha dlya Povolzhsko-Uralskogo regiona [Genetic-selection substantiation of models of spring wheat and pea varieties for the Volga-Urals region]. Voprosy genetiki i selektsii na Urale i v Zaurale [Issues of genetics and selection in the Urals and the Trans-Urals]. Sverdlovsk, 280 p.
27. Orliuk, A.P. (2008). Teoreticheskiye osnovy selektsii Roslyn [Theoretical foundations of plant breeding]. Kherson, Ailant, 572 p.
28. Eberhart, S.A., Russel, W.A. Stability parameters for comparing varieties. Crop Science. – 1966, Vol. 6, pp. 36-40.
29. Zyikin, V.A., Meshkov, V.V., Sapega, V.A. Parametry ekologicheskoy plastichnosti selskohozyaystvennykh rasteniy, ih raschet i analiz (metodicheskie rekomendatsii) [Parameters of ecological plasticity of agricultural plants, their calculation and analysis (methodological recommendations)]. Novosibirsk, 1984, 22 p.
30. Zhuchenko, A. A. (1988). Adaptivnyy potentsial kulturnykh rasteniy [Adaptive potential of cultivated plants]. Kishinev, Shtiintsa, 767 p.

**Адаптивность селекционных номеров пшеницы озимой, полученных от гибридизации разных экотипов, за количеством колосков в главном колосе**

**Н.В. Лозинский**

Показано особенности формирования количества колосков в главном колосе в селекционных номерах пшеницы мягкой озимой, полученных от скрещивания разных экотипов в контрастные за гидротермическими показателями года испытания. Установлены корреляционные связи между количеством колосков в главном колосе и элементами структуры урожайности. Между количеством колосков в главном колосе и урожайностью зерна отмечена прямая корреляция на уровне значительной ( $r=0,560$ ) в 2011 и 2012 гг. и незначительной ( $r=0,083$ ) в более неблагоприятном 2013 г. Прямая корреляционная связь на уровне значительной установлена между количеством колосков в главном колосе и количеством зерен ( $r=0,526 - r=0,648$ ); массой зерен с колоса ( $r=0,531 - r=0,580$ ) и массой главного колоса ( $r=0,523 - r=0,663$ ). Полученные данные свидетельствуют о важном значении количества колосков в формировании продуктивности колоса пшеницы мягкой озимой и урожайности зерна в условиях лесостепной зоны Украины. Установлено, что фактор генотип влиял на формирование количества колосков в колосе на уровне 55,05 %, а условия года на 33,81 %. Селекционные номера пшеницы мягкой озимой значительно отличались нормой реакции на условия окружающей среды. Коэффициент вариации в среднем по опыту составил 7,9 %. Незначительное варьирование ( $V=1,7-5,7$  %) было отмечено у генотипов 29 КС, 26 КС, 54 КС, 22 КС. Селекционный номер 54 КС характеризуясь одним с незначительных коэффициентов вариации ( $V=5,1$  %) имел наибольшее, в среднем за три года, количество колосков в главном колосе. В результате оценки испытываемых селекционных номеров по количеству колосков в главном колосе и показателями пластичности и стабильности первое место в ранге адаптивности сортов занял селекционный номер 54 КС (лесостепной экотип/лесостепной экотип).

**Ключевые слова:** пшеница мягкая озимая, селекционные номера, экотип, количество колосков в главном колосе, корреляционные связи, параметры адаптивности, рейтинг адаптивности сорта.

**Adaptivity of selective numbers of spring wheat obtained in crossing different ecotypes according to the quantity of spikelets in the main ear**

**M. Lozinsky**

Breeding improvement takes a significant place in increasing and stabilizing the soft winter wheat yield, the main cereal crop in Ukraine.

The study of the peculiarities of the implementation of the productivity potential and the identification of mechanisms for the formation of components of productivity of the most important economic values of crops plants in a changing environment is important for establishing the reaction norm and the selection of the most resistant productive genotypes and their inclusion into breeding programs.

The peculiarities of the formation of spikelets number in the main ear in the selection numbers of soft winter wheat, obtained from crossing different ecotypes in contrast to the hydrothermal indices of the research years are revealed.

The calculated indicators of plasticity and stability of the number of spikelets in the main ear determine different sides of the complex property – the adaptive potential of the genotype. Proceeding from this, scientists suggest the definition of the average index for a generalized assessment of the adaptability of a specific genotype, which would most fully take into account the values of various parameters. For this purpose, it is suggested to use grouping using parametric statistics, which allows to determine the ranks of individual indicators and to calculate the average rank by their total number.

The correlation in the number of spikelets and the elements of the yield structure are studied. A direct correlation between the number of spikelets in the main ear and the grain yields at a significant level ( $r = 0.560$ ) in 2011 and 2012 and weak one ( $r = 0.083$ ) in the most unfavorable year of 2013. The direct correlation at the significant level is established between the amount of spikelets in the main ear and the grains number ( $r = 0.526 - r = 0.648$ ), the weight of the grain from the an ear ( $r = 0.531 - r = 0.580$ ) and the weight of the the ear ( $r = 0.523 - r = 0.663$ ) is revealed. The data obtained indicate the importance of the number of spikelets in the formation of the productivity of the soft winter wheat ear and grain yield in conditions of the Forest-Steppe zone of Ukraine.

It was established that the genotype factor influenced the formation of the spikelets number in the ear at a level of 55.05 %, and the conditions of the year influenced it a level of 33.81 %. The breeding numbers of soft winter wheat differed significantly in the norm of the reaction to environmental conditions. The coefficient of variation was 7.9 % on the average for the experiment. A slight variation ( $V = 1.7-5.7$  %) was observed in the genotypes of 29 KC, 26 KC, 54 KC, 22 KC. One of the smallest coefficients of variation ( $V = 5.1$  %) was noted in the selection number 54 KC and had the largest number of spikelets in the main ear, in average, for three years.

The selection number 54 KC (forest-steppe ecotype / forest-steppe ecotype) ranged the first place in the rating of adaptive varieties by the result of evaluation of the studied breeding numbers in the number of spikelets in the main ear and the plasticity and stability parameters.

The number of spikelets in the main ear plays an important role in increasing the productivity of the ear and increasing the grain yield which should be considered when developing a soft winter wheat variety model for the conditions of the Forest-Steppe Zone of Ukraine.

**Key words:** soft winter wheat, breeding numbers, ecotype, number of spikelets in the main ear, correlation, adaptability parameters, variety adaptability rating.

*Надійшла 10.04.2018 р.*

ЗМІСТ

<b>Korkhova M., Kovalenko O., Khonenko L., Markova N.</b> Productivity of soft winter wheat sort depending on terms length of sowing and weather in spring-summer period.....	5
<b>Petrenko S., Slyusarenko V.</b> The influence of soil background optimization and foliar top dressing on physiological and biochemical processes in pear trees of tavriska variety.....	11
<b>Примак І. Д., Войтовик М. В., Панченко О.Б., Карпенко В. Г., Левандовська С. М., Панченко І. А.</b> Еволюція теоретичних і практичних основ переходу від полицевого до безполицевого і поверхневого обробітку ґрунту в Україні до середини першої половини 20 ст.....	17
<b>Разанов С.Ф., Ткачук О.П.</b> Якість та екологічна безпека зерна озимої пшениці вирощеної після бобових попередників .....	27
<b>Карпук Л.М., Присяжнюк О.І., Стасієв Г., Поліщук В.В., Миколайко В.П.</b> Застосування методів системного аналізу як інструменту математичного моделювання в буряківництві.....	35
<b>Карпенко В.П., Івасюк Ю.І., Притуляк Р.М., Чернега А.О.</b> Формування листової поверхні рослин сої і суми хлорофілів за інтегрованої дії гербіциду та біологічних препаратів .....	43
<b>Сторожик Л.І., Войтовська В.І.</b> Створення та збереження колекції вівса за використання біотехнологічного методу .....	50
<b>Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О., Новіков В. В.</b> Борошномельні властивості зерна пшениці спелти залежно від сорту та лінії .....	59
<b>Грабовський М.Б.</b> Обґрунтування строків сівби кукурудзи в сумісних посівах з сорго цукровим..	67
<b>Колесніков м.о., пашенко ю.п.</b> Дія кремнієво-калійного добрива <i>Agroglass Stimul</i> на проростання пшениці озимої в умовах водного дефіциту .....	76
<b>Кур'ята В.Г., Шаталюк Г.С.</b> Дія фолікуру на листовий апарат, вміст вуглеводів та елементів живлення в листках агрусу в зв'язку з продуктивністю культури .....	83
<b>Паламарчук В.Д.</b> Вплив позакореневих підживлень на висоту кріплення качанів у гібридів кукурудзи .....	89
<b>Господаренко Г. М., Любич В. В.</b> Хлібопекарські властивості зерна пшениці озимої залежно від удобрення, попередника та тривалості зберігання .....	98
<b>Трус О. М.</b> Біологічна активність чорнозему опідзоленого після тривалого застосування добрив у польовій сівозміні .....	106
<b>Маслікова К. П.</b> Просторово-часова динаміка фітоіндикаційних оцінок кислотності та сольового режиму техноземів Нікопольського марганцеворудного басейну .....	115
<b>Заболотний О.І., Заболотна А.В., Леонтюк І.Б., Розборська Л.В., Голодрига О.В.</b> Основні фізіологічні процеси у рослинах кукурудзи за внесення гербіциду Стеллар, в.р. ....	128
<b>Крикунов І. В., Адаменко Д. М., Сухомуд О. Г., Кравець І. С., Суханов С. В.</b> Біологічні особливості розвитку і шкідливість зеленої яблуневої попелиці ( <i>aphis pomi deg</i> ) в умовах промислових насаджень яблуні НВВ Уманського НУС .....	136
<b>Господаренко Г. М., Прокопчук І. В.</b> Трансформація кислотно-основних показників ґрунту та баланс кальцію за різного удобрення і вапнування .....	144
<b>Сенчук М.М.</b> Обґрунтування енергоефективної технології виробництва біогумусу .....	150
<b>Лимар А.О., Євтушенко О.Т.</b> Агроекологічне обґрунтування прийомів вирощування гарбуза мускатного на півдні України.....	158
<b>Любич В. В., Желєзна В. В., Улянич І.Ф.</b> Геометрична характеристика зерна тритикале залежно від сорту.....	164
<b>Бунчак О.М.</b> Вплив органічних добрив, виготовлених за новітніми технологіями, на продуктивність фотосинтезу пшениці ярої в умовах західного Лісостепу .....	171
<b>Князюк О.В., Кострець І.В., Коваленко О.А.</b> Ріст, розвиток та насіннева продуктивність анісу звичайного залежно від строків сівби .....	179
<b>Розборська Л.В., Голодрига О.В., Заболотний О.І., Леонтюк І.Б.</b> Продуктивність пшениці озимої на тлі застосування гербіциду Триатлон та регулятора росту Емістим С.....	185
<b>Сендецький В. М.</b> Вплив елементів технології вирощування на фотосинтетичну і насінневу продуктивність посівів соняшнику .....	192

<b>Василевський О.Г., Єлісавенко Ю.А., Зленко О.П. Монарх В.В.</b> Лісовідновні процеси у природних дубових лісостанах ДП «Вінницьке ЛГ» .....	201
<b>Теленюк Ю.Ю.</b> Особливості росту пагонів ожини ( <i>rubus l.</i> ) в умовах західного Лісостепу України .....	209
<b>Стоцька С.В., Мойсієнко В.В., Панчишин В.З.</b> Вплив елементів технології вирощування конюшини лучної на поживність листостеблової маси .....	215
<b>Масальський В.П., Олешко О.Г., Левандовська С.М.</b> Організація бази практичної підготовки фахівців садово-паркового господарства у Білоцерківському національному аграрному університеті.....	225
<b>Лозінський М.В.</b> Адаптивність селекційних номерів пшениці озимої, отриманих від схрещування різних екотипів, за кількістю колосків в головному колосі .....	233

*Наукове видання*

**Агробіологія**

(<http://agrobiologiya.net.ua/>)

*Збірник наукових праць*

**№ 1 (138) 2018**

*Редактор* О.О. Грушко

*Комп'ютерне верстання:* С.І. Сидоренко

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації

**КВ № 15168-3740Р** від 03.03.2009 р.

Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Ум. др. арк. 28,6. Зам. . Тираж 300.

Підписано до друку .2018.

Видавець і виготовлювач:

Білоцерківський національний аграрний університет,  
09117, Біла Церква, Соборна площа, 8/1, тел. 33-11-01,  
e-mail: redakciaviddil@ukr.net

Свідоцтво внесення суб'єкта видавничої справи до державного реєстру  
видавців, виготовників і розповсюджувачів видавничої продукції

№ 3984 ДК від 17.02.2011 р.