

# **АГРОБІОЛОГІЯ**

*Збірник наукових праць*

**№ 2 (161) 2020**

УДК 631/635(062.552):378.4(477.41)БНАУ  
А 26

Агробіологія = Agrobiology: збірник наукових праць. № 2 (161) 2020. Білоцерківський національний аграрний університет. Біла Церква: БНАУ, 2020. 192 с. DOI 10.33245

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

Збірник розглянуто і затверджено до друку рішенням Вченої ради БНАУ  
(Протокол № 10 від 24.11.2020 р.)

«Агробіологія» («Agrobiology») – збірник наукових праць є фаховим виданням, який включено до Переліку наукових фахових видань України категорії «Б» (Наказ Міністерства освіти і науки України № 1643 від 28.12.2019 р.), і є продовженням «Вісника Білоцерківського державного аграрного університету», започаткованого 1992 року. Збірник представлено на порталі Національної бібліотеки України ім. В.І. Вернадського, включено до міжнародних наукометричних баз Index Copernicus, Google Scholar, Crossref, РІНЦ.

#### *Редакційна колегія:*

Головний редактор – **Карпук Л.М.**, д-р с.-г. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна  
Заступник головного редактора – **Єзерковська Л.В.**, канд. с.-г. наук, доц., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна

#### *Члени редакційної колегії:*

**Базиль П.**, гол. інженер, Французька асоціація географічної інформації (AFIGEO), Сен-Манде, Франція  
**Белік П.**, д-р габіл., проф., Словацький сільськогосподарський університет, Нітра, Словацька Республіка  
**Броун Р.**, д-р наук, Університетський коледж Writtle, Ессекс, Великобританія  
**Вахній С.П.**, д-р с.-г. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна  
**Демидась Г.І.**, д-р с.-г. наук, проф., Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ, Україна  
**Іващенко О.О.**, д-р с.-г. наук, проф., академік НААН, Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, Київ, Україна  
**Лавров В.В.**, д-р с.-г. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна  
**Литвиненко М.А.**, д-р с.-г. наук, проф., академік НААН, Селекційно-генетичний інститут Національного центру насіннезнавства та сортовивчення, Одеса, Україна  
**Лобачова С.В.**, ст. викладач, Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна  
**Ніколсон С.**, д-р філософії, ст. викладач, Університетський коледж Writtle, Ессекс, Великобританія  
**Примак І.Д.**, д-р с.-г. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна  
**Сич З.Д.**, д-р с.-г. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна  
**Стасєв Г.**, д-р наук, проф., Державний аграрний університет, Кишинів, Молдова  
**Террі С.**, д-р філософії, Університетський коледж Writtle, Ессекс, Великобританія  
**Ткаченко Н.**, д-р філософії, Університет Варвіка, Ковентрі, Великобританія  
**Хахула В.С.**, канд. с.-г. наук, доц., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна  
**Шароглазова Г.О.**, канд. техн. наук, доц., Полоцький державний університет, Полоцьк, Білорусь  
**Шмідке К.**, д-р наук, проф., Дрезденський університет прикладних наук, Дрезден, Німеччина

#### *Editorial board:*

Editor-in-Chief – **Karpuk L.M.**, D.Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine  
Deputy Editor-in-Chief – **Ezerkovska L.V.**, PhD, Assistant Professor, Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

#### *Members of editorial board:*

**Bazile P.**, Chief Engineer, French Association for Geographic Information (AFIGEO), Saint-Mandé, France  
**Bielik P.**, D. habil., Prof., Slovak University of Agriculture, Nitra, Slovak Republic  
**Browne R.**, PhD, Writtle University College, Essex, United Kingdom  
**Demydas' G.I.**, D.Sc., Prof., National University of Life and Environmental Sciences, Kyiv, Ukraine

**Ivashchenko O.O.**, D.Sc., Prof., Academician of NAAS, Institute of bioenergy crops and sugar beet NAAS, Kyiv, Ukraine

**Khakhula V.S.**, PhD, Ass. Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

**Lavrov V.V.**, D.Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

**Lytvynenko M.A.**, D.Sc., Prof., Academician of NAAS, Breeding and Genetic Institute of the National Center for Seed Science and Variety Research, Odessa, Ukraine

**Lobachova S.V.**, Senior Lecturer, Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

**Nicholson S.**, PhD, Senior Lecturer, Writtle University College, Essex, United Kingdom

**Prymak I.D.**, D.Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

**Schmidtke K.**, D.Sc., Prof., University of Applied Sciences, Dresden, Germany

**Sharoglazova G.O.**, PhD, Ass. Prof., Polotsk State University, Polotsk, Belarus

**Stasyev G.**, D.Sc., Prof., National Agricultural University of Moldova, Kyshyniv, Moldova

**Sych Z.D.**, D.Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

**Terry S.**, PhD, Writtle University College, Essex, United Kingdom

**Tkachenko N.**, PhD, University of Warwick, Coventry, United Kingdom

**Vakhniy S.P.**, D.Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

#### **Редакционная коллегия:**

Главный редактор – **Карпук Л.М.**, д-р с.-х. наук, проф., Белоцерковский НАУ, Белая Церковь, Украина  
Заместитель главного редактора – **Езерковская Л.В.**, канд. с.-х. наук, доц., Белоцерковский НАУ, Белая Церковь, Украина

#### **Члены редакционной коллегии:**

**Базиль П.**, глав. инженер, Французская ассоциация географической информации (AFIGEO), Сен-Манде, Франция

**Белик П.**, д-р габил., проф., Словацкий сельскохозяйственный университет, Нитра, Словацкая Республика

**Броун Р.**, д-р наук, Университетский колледж Writtle, Эссекс, Великобритания

**Вахний С.П.**, д-р с.-х. наук, проф., Белоцерковский НАУ, Белая Церковь, Украина

**Демьдась Г.И.**, д-р с.-х. наук, проф., Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, Киев, Украина

**Иващенко А.А.**, д-р с.-х. наук, проф., академик НААН, Институт биоэнергетических культур и сахарной свеклы НААН, Киев, Украина

**Лавров В.В.**, д-р с.-х. наук, проф., Белоцерковский НАУ, Белая Церковь, Украина

**Литвиненко Н.А.**, д-р с.-х. наук, проф., академик НААН, Селекционно-генетический институт Национального центра семеноводства и сортоизучения, Одесса, Украина

**Лобачова С.В.**, ст. преподаватель, Белоцерковский НАУ, Белая Церковь, Украина

**Николсон С.**, д-р философии, ст. преподаватель, Университетский колледж Writtle, Эссекс, Великобритания

**Прымак И.Д.**, д-р с.-х. наук, проф., Белоцерковский НАУ, Белая Церковь, Украина

**Стасев Г.**, д-р наук, проф., Государственный аграрный университет, Кишинев, Молдавия

**Сыч З.Д.**, д-р с.-х. наук, проф., Белоцерковский НАУ, Белая Церковь, Украина

**Терри С.**, д-р философии, Университетский колледж Writtle, Эссекс, Великобритания

**Ткаченко Н.**, д-р философии, Университет Варвика, Ковентри, Великобритания

**Хахула В.С.**, канд. с.-х. наук, доц., Белоцерковский НАУ, Белая Церковь, Украина

**Шароглазова Г.А.**, канд. техн. наук, доц., Полоцкий государственный университет, Полоцк, Беларусь

**Шмидке К.**, д-р наук, проф., Дрезденский университет прикладных наук, Дрезден, Германия

Адреса редакції: Білоцерківський національний аграрний університет, Соборна площа, 8/1, м. Біла Церква, 09117, Україна, e-mail: redakciavidil@ukr.net.

## ЗМІСТ

### АГРОНОМІЯ

<b>Білявська Л.Г., Рибальченко А.М.</b> Класифікація сортів сої за господарськими ознаками з допомогою кластерного аналізу.....	7
<b>Борис Н.Є., Красюк Л.М.</b> Поживний режим сірого лісового ґрунту за різного антропогенного навантаження.....	16
<b>Василишина О.В.</b> Оцінювання якості плодів вишні за попередньої обробки полісахаридними композиціями впродовж зберігання методом Харрінгтона.....	27
<b>Голик Л.М., Кузьменко Л.А.</b> Мінливість урожайності та стійкості до ураження хворобами сортів пшениці м'якої озимої залежно від року випробування .....	36
<b>Дубчак О.В.</b> Створення самофертильних ЗС і ЧС ліній цукрових буряків та добір кращих за селекційно і господарсько цінними ознаками.....	47
<b>Дубчак О.В., Андреева Л.С., Паламарчук Л.Ю.</b> Оцінка нових ліній багатонасінних запилювачів цукрових буряків верхняцької селекції та їх гібридів.....	56
<b>Куманська Ю.О., Шубенко Л.А.</b> Оцінка мінливості господарсько цінних ознак у лінії мутантного походження ріпаку ярого .....	63
<b>Лозінський М.В., Устинова Г.Л.</b> Успадкування в F <sub>1</sub> і трансгресивна мінливість в F <sub>2</sub> довжини головного колосу за схрещування різних за скоростиглістю сортів пшениці м'якої озимої.....	70
<b>Любич В.В., Лещенко І.А., Сторожик Л.І., Войтовська В.І.</b> Вихід і якість подрібненої крупи із зерна пшениці полби .....	79
<b>Малинка Л.В., Шишкіна К.І., Дідур І.М., Єзерковська Л.В., Караульна В.М., Карпук Л.М., Павліченко А.А., Козак Л.А.</b> Стан та виробництво органічної продукції в Україні. Вирощування гречки за застосування біопрепаратів.....	90
<b>Марченко А.Б., Крупа Н.М., Масальський В.П., Олешко О.Г., Роговський С.В., Жихарева К.В.</b> Біоекологічні особливості формування патогенної мікобіоти квітничково-декоративних рослин (на прикладі <i>Callistephus chinensis</i> (L.) Nees) у структурі озеленення урбоекосистем .....	98
<b>Минкін М.В., Минкіна Г.О.</b> Ефективність технологічних прийомів контролю присутності осоту рожевого та сивого серед промислових насаджень винограду.....	107
<b>Піньковський Г.В., Танчик С.П.</b> Продуктивність та економічна ефективність вирощування соняшнику залежно від строків сівби та густоти стояння рослин у Правобережному Степу України.....	115
<b>Пірич А.В., Юрченко Т.В., Коляденко С.С.</b> Морозостійкість пшениці м'якої озимої та її зв'язок з морфологічними особливостями.....	124
<b>Поляков В.І.</b> Особливості формування якісних показників зерна кукурудзи залежно від комплексу елементів технології вирощування.....	132
<b>Правдива Л.А.</b> Особливості росту і розвитку рослин сорго зернового в умовах Правобережного Лісостепу України.....	139
<b>Примак І.Д., Войтовик М.В., Панченко О.Б., Присяжнюк Н.М., Ображій С.В., Панченко І.А., Філіпова Л.М.</b> Вплив систем удобрення на зміну агрохімічних властивостей чорнозему типового за використання побічної продукції просапних культур сівозміни упродовж ротації як органічного добрива.....	147
<b>Разанов С.Ф., Ткачук О.П., Разанова А.М.</b> Інтенсивність накопичення важких металів листовою масою розторопші плямистої за її удобрення новітніми добривами.....	160
<b>Третьякова С.О., Войтовська В.І., Євчук Я.В., Кононенко Л.М.</b> Порівняльна оцінка хімічного складу цільнозернового борошна сорго зернового ( <i>Sorghum bicolor</i> ) і чіа ( <i>Salvia hispanica</i> ).....	168
<b>Федорук І.В.</b> Вплив мікроелементів та інокуляції посівного матеріалу в технології вирощування сої.....	178
<b>Шох С.С., Сич З.Д., Карпук Л.М.</b> Визначення ефективного способу стерилізації рослинних експлантів лайма <i>Citrus aurantifolia</i> та сортів лимона <i>Citrus lemon</i> для введення в культуру in vitro.....	185

## CONTENT AGRONOMY

<b>Bilyavska L., Rybalchenko A.</b> Cluster analysis in soybean varieties classification by economic characteristics .....	7
<b>Borys N., Krasjuk L.</b> Nutritional regime of gray forest soil at different anthropogenic loads.....	16
<b>Vasylyshyna O.</b> Assessment of cherry fruits quality under pre-processing with polyccharidic compositions during storage by the Harrington method .....	27
<b>Holyk L., Kuzmenko L.</b> Variability of yield and resistance to disease of soft winter wheat varieties depending on the year of testing .....	36
<b>Dubchak O.</b> Breeding self-fertile SM and MS of sugar beet lines and selecting best ones for breeding and economic valuable attributes.....	47
<b>Dubchak O., Andryeyeva L., Palamarchuk L.</b> Estimation of new lines of multigerm pollinators of Verhnyatska selection sugar beets and their hybrids.....	56
<b>Kumanska Yu., Shubenko L.</b> Assessment of the variability of economically valuable traits in spring rape lines of mutant origin .....	63
<b>Lozinsky M., Ustinova H.</b> Inheritance in $F_1$ and transgressive variability in $F_2$ of the main ear length by crossing wheat varieties with different maturity.....	70
<b>Liubych V., Leshchenko I., Storozhyk L., Voitovska V.</b> The yield and the quality of crushed cereals from the polba wheat grain.....	79
<b>Malinka L., Shyshkina K., Didur I., Ezerkovska L., Karaulna V., Karpuk L., Pavlichenko A., Kozak L.</b> Organic products condition and production in Ukraine. Growing buckwheat with the use of biopreparations.....	90
<b>Marchenko A., Krupa N., Masalsky V., Oleshko O., Rohovsky S., Zhykharieva K.</b> Bioecological features of pathogenic mycobiota formation in flower and decorative plants (on the example of <i>Callistephus chinensis</i> (L.) Nees) urban ecosystems greenization.....	98
<b>Mynkin M., Mynkina G.</b> The effectiveness of technological methods of controlling the presence of pink and gray thistle among industrial grape plantations.....	107
<b>Pinkovskiy H., Tanchyk S.</b> Productivity and economic efficiency of growing sunflower depending on the sowing time and plant density in the Right-Bank Steppe of Ukraine.....	115
<b>Pirysh A., Yurchenko T., Koliadenko S.</b> Freezing tolerance of bread winter wheat and its relation with morphological features.....	124
<b>Polyakov V.</b> Features of quality indicators of corn grain formation depending on the complex of elements of growing technology.....	132
<b>Pravdyva L.</b> Features of growth and development of grain sorghum plants in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine .....	139
<b>Prymak I., Voitovyk M., Panchenko A., Prysyzhnyuk N., Obrazhiy S., Panchenko I., Filipova L.</b> Effect of fertilizing systems on changing the agrochemical properties of black soil typical under using tilled crops rotation by-products as an organic fertilizer during the crop rotation...147	147
<b>Razanov S., Tkachuk O., Razanova A.</b> The intensity of heavy metals accumulation by the milk thistle leaf mass under its fertilization with the latest fertilizers.....	160
<b>Tretiakova S., Voitovska V., Yevchuk Y., Kononenko L.</b> Comparative evaluation of the chemical composition of whole grains grain sorghum flour ( <i>Sorghum bicolor</i> ) and chia ( <i>Salvia hispanica</i> ) .....	168
<b>Fedoruk I.</b> Influence of microelements and seeding inoculation in soybean growing technology...178	178
<b>Shokh S., Sych Z., Karpuk L.</b> Determination of an effective method of <i>Citrus aurantifolia</i> lime and <i>Citrus lemon</i> varieties plant explants sterilization for in vitro introduction into the culture.....	185

СОДЕРЖАНИЕ  
АГРОНОМИЯ

<b>Белявская Л.Г., Рыбальченко А.М.</b> Классификация сортов сои по хозяйственным признакам с помощью кластерного анализа.....	7
<b>Борис Н.Е., Красюк Л.М.</b> Питательный режим серой лесной почвы в зависимости от антропогенной нагрузки.....	16
<b>Василишина Е.В.</b> Оценивание качества плодов вишни при предварительной обработке полисахаридными композициями при хранении методом Харрингтона.....	27
<b>Голик Л.Н., Кузьменко Л.А.</b> Изменчивость урожайности и устойчивости к поражению болезнями сортов пшеницы мягкой озимой в зависимости от года испытания .....	36
<b>Дубчак О.В.</b> Создание новых самофертильных ЗС и МС линий сахарной свеклы и отбор лучших по селекционно и хозяйственно ценным признакам.....	47
<b>Дубчак О.В., Андреева Л.С., Паламарчук Л.Ю.</b> Оценка новых линий многосемянных опылителей сахарной свеклы верхнячской селекции и их гибридов.....	56
<b>Куманская Ю.А., Шубенко Л.А.</b> Оценка изменчивости хозяйственно ценных признаков у линий мутантного происхождения рапса ярового.....	63
<b>Лозинский Н.В., Устинова Г.Л.</b> Наследование в $F_1$ и трансгрессивная изменчивость в $F_2$ длины главного колоса при скрещивании разных по скороспелости сортов пшеницы мягкой озимой.....	70
<b>Любич В.В., Лещенко И.А., Сторожик Л.И., Войтовская В.И.</b> Выход и качество дробленых круп из зерна пшеницы полбы.....	79
<b>Малинка Л.В., Шишкина К.И., Дидур И.М., Езерковская Л.В., Караульная В.М., Карпук Л.М., Павличенко А.А., Козак Л.А.</b> Состояние и производство органической продукции в Украине. Выращивание гречихи при применении биопрепаратов.....	90
<b>Марченко А.Б., Крупа Н.Н., Масальский В.П., Олешко А.Г., Роговский С.В., Жихарева К.В.</b> Биоэкологические особенности формирования патогенной микобиоты цветочно-декоративных растений (на примере <i>Callistephus chinensis</i> (L.) Nees) в структуре озеленения урбоэкосистем.....	98
<b>Мынкин Н.В., Мынкина А.А.</b> Эффективность технологических приемов контроля присутствия осота розового и седого среди промышленных насаждений винограда.....	107
<b>Пиньковский Г.В., Танчик С.П.</b> Продуктивность и экономическая эффективность выращивания подсолнечника в зависимости от сроков сева и густоты стояния растений в Правобережной Степи Украины.....	115
<b>Пирыч А.В., Юрченко Т.В., Коляденко С.С.</b> Морозоустойчивость пшеницы мягкой озимой и ее связь с морфологическими особенностями.....	124
<b>Поляков В.И.</b> Особенности формирования качественных показателей зерна кукурузы в зависимости от комплекса элементов технологии выращивания.....	132
<b>Правдивая Л.А.</b> Особенности роста и развития растений сорго зернового в условиях Правобережной Лесостепи Украины.....	139
<b>Примак И.Д., Войтовик М.В., Панченко А.Б., Присяжнюк Н.М., Ображий С.В., Панченко И.А., Филипова Л.Н.</b> Влияние систем удобрения на изменение агрохимических свойств чернозема типичного при использовании побочной продукции пропашных культур севооборота на протяжении ротации как органического удобрения.....	147
<b>Разанов С.Ф., Ткачук А.П., Разанова А.М.</b> Интенсивность накопления тяжелых металлов листковой массой расторопши пятнистой при ее удобрении новейшими удобрениями.....	160
<b>Третьякова С.А., Войтовская В.И., Евчук Я.В., Кононенко Л.М.</b> Сравнительная оценка химического состава цельнозерновой муки сорго зернового ( <i>Sorghum bicolor</i> ) и чиа ( <i>Salvia hispanica</i> ) .....	168
<b>Федорук И.В.</b> Влияние микроэлементов и инокуляции посевного материала в технологии выращивания сои.....	178
<b>Шох С.С., Сыч З.Д., Карпук Л.М.</b> Определение эффективного способа стерилизации растительных эксплантов лайма <i>Citrus aurantifolia</i> и сортов лимона <i>Citrus lemon</i> для введения в культуру in vitro.....	185

УДК: 633.34:631.527.5

## Класифікація сортів сої за господарськими ознаками з допомогою кластерного аналізу

Білявська Л.Г. , Рибальченко А.М. 

Полтавська державна аграрна академія

 stryzhak.am@gmail.com

Білявська Л.Г., Рибальченко А.М. Класифікація сортів сої за господарськими ознаками з допомогою кластерного аналізу. Збірник наукових праць «Агробіологія», 2020. № 2. С. 7–15.

Biljavs'ka L.G., Rybal'chenko A.M. Klasyfikacija sortiv soi' za gospodar's'kymy oznakamy z dopomogoj klasterного analizu. Zbirnyk naukovyh prac' «Agrobiologija», 2020. no. 2, pp. 7–15.

Рукопис отримано: 30.09.2020 р.

Прийнято: 15.10.2020 р.

Затверджено до друку: 24.11.2020 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2020-161-2-7-15

Метою дослідження було удосконалити метод оцінювання колекційного матеріалу сої з метою підбору пар для схрещування за допомогою кластерного аналізу, провести кластеризацію зразків за тривалістю вегетаційного періоду, висотою рослин, висотою прикріплення нижнього бобу, товщиною стебла в нижній частині, кількістю гілок на рослині, кількістю продуктивних вузлів на рослині, кількістю бобів на рослині, кількістю насіння з рослини, кількістю насінин в бобі, масою насіння з рослини, урожайністю (г/м<sup>2</sup>), стійкістю до вилягання, стійкістю до розтріскування бобів. На основі проведеного кластерного аналізу сто сорока п'яти колекційних зразків сої за визначеними ознаками встановили, що колекційний матеріал розподілюється в межах п'яти кластерів. Було виділено генотипи сої як носії високого рівня кількісних ознак, особливо ознак потенціалу врожайності, які можна використовувати як перспективний селекційний матеріал.

В окремих кластерах об'єднано зразки з аналогічним набором ознак всередині кластера і достовірною відмінністю з іншими.

Зразки першого кластера відзначаються середніми і близькими до середніх у колекції значеннями всіх досліджуваних ознак. Зразки другого кластера відзначаються високими значеннями кількості гілок на рослині, кількості продуктивних вузлів на рослині та кількості бобів на рослині. Третій кластер складався із зразків з високими значеннями кількості насінин в бобі. Однак за іншими ознаками зразки цієї групи мають низькі значення. Зразки четвертого кластера більш пізньостиглі, ніж перших трьох. Вони виділяються за більшою висотою рослини і висотою прикріплення нижнього бобу. П'ятий кластер зразків відзначається найтривалішим вегетаційним періодом та високими значеннями більшості ознак, крім кількості насінин в бобі, стійкості до вилягання і стійкості до розтріскування бобів. Батьківські форми розмістилися у чотирьох кластерах із п'яти.

Проведений кластерний аналіз допоміг здійснити підбір батьківських пар для проведення гібридизації та створення нового вихідного матеріалу сої. Перевага кластерного аналізу полягає в тому, що він дає змогу ідентифікувати колекційні зразки збалансовано за комплексом цінних господарських ознак, а не виділити генотипи за окремими кількісними ознаками.

**Ключові слова:** соя, селекція, колекція, зразок, кластер, кластерний аналіз, вихідний матеріал.

**Постановка проблеми.** Успіх селекції переважно визначається підбором матеріалу, з яким буде проводитися робота, точніше підбором батьківських пар для схрещування, оскільки гібридизація – це основний спосіб отримання нових сортів. Якщо не підібрані відповідні батьки, гени яких мають бути рекомбіновані у новому

сорті, незважаючи на створену модель і бажаний тип сорту, значного успіху досягти неможливо. Під час створення нових сортів селекціонер має закласти в них якомога більше корисних ознак. Проблема полягає у відсутності надійного способу підбору батьківських пар за комплексом великої кількості різномірних ознак [12].

Для всебічного оцінювання селекційного матеріалу за комплексом ознак ряд учених застосовують методи багатовимірної статистики, а саме факторний кластерний аналіз. Універсальність кластерного аналізу, як методу, дає змогу застосовувати його для різних культур і в поєднанні з іншими статистичними процедурами [1, 2].

**Аналіз останніх досліджень.** Кластерний аналіз був створений для розбиття багатьох дослідних об'єктів та ознак на однорідні, певною мірою, групи, або кластери. Особливістю та перевагою цього аналізу є те, що в ньому виключається вибірка, що дає змогу робити розбиття (сортування) об'єктів не за одним параметром, а за рядом ознак [3, 4].

Кластерний аналіз (*англ. Data clustering*) – це задача розподілу заданої вибірки об'єктів (ситуацій) на підмножини, які називаються кластерами, так, щоб кожен кластер складався зі схожих об'єктів, а об'єкти різних кластерів істотно відрізнялися [13]. Кластерний аналіз – це багатовимірний статистичний метод, що виконує збір даних, які містять інформацію про вибірку об'єктів, і потім впорядковує об'єкти в порівняно однорідні групи (кластери). Кластер – група елементів, які характеризуються загальною властивістю, головна мета кластерного аналізу – знаходження груп схожих об'єктів у вибірці [9].

На відміну від традиційної статистичної обробки результатів одномірними методами, багатомірний системний аналіз за своєю природою є гнучкою технологією математичного аналізу. Алгоритм системного аналізу в кожному випадку залежить від мети селекціонера щодо оцінювання специфічності відмінності вихідного і селекційного матеріалу за системними властивостями, яке необхідне для вирішення конкретної задачі на цьому етапі селекції [11].

Кластерний аналіз, як різновид системного, дає змогу формально проводити багатомірну класифікацію, а змістовність цієї класифікації і цінність у вирішенні конкретних селекційних задач визначається обсягом взятих в аналіз ознак. Використання цього методу в селекції – розгрупувати селекційний матеріал на відмінні типи (кластери). Цей метод класифікації є засобом кількісного представлення робочих гіпотез щодо відмінності селекційного матеріалу за певною стороною проявлення макроскопічної мінливості [10].

Генетична різноманітність є джерелом варіацій для селекції, зумовлюючи створення нових форм господарсько цінних рослин з поліпшеними властивостями. Вузька генетична основа знижує ефективність селекції, оскільки

не дає змоги подолати вразливість до несприятливих чинників і обмежує можливості комбінаторики спадкового матеріалу під час гібридизації. У зв'язку з цим важливого значення набуває збереження генетичних ресурсів і оцінювання їх різноманітності для подальшого використання в практичних цілях [6, 20].

Під час роботи селекціонер часто стикається з великим обсягом матеріалу з цілого набору різних за своєю природою ознак, який необхідно якимось чином систематизувати, щоб виділити кращі форми за комплексом господарсько цінних ознак [14, 15].

Однією з проблем для дослідника під час вивчення різноманітності генетичних колекцій рослин є аналіз великого масиву даних. Зазвичай основним статистичним методом класифікації даних є кластерний аналіз, що дає змогу структурувати колекційні зразки [19]. Кластерний аналіз у дослідженнях застосовується під час вивчення ступеня генетичної спорідненості [16, 18].

Ідентифікація зразків у кластерному аналізі дає змогу виділити генотипи з мінімальною евклідовою відстанню між кількісними ознаками, що підтверджує високий рівень збалансованості основних генеративних, вегетативних ознак та урожайності цих генотипів. Використання кластерного аналізу для ідентифікації генотипів наближає до створення теоретичної і практичної моделі сорту, в якого сприятливе співвідношення кількісних та якісних ознак дає змогу протистояти негативним впливам навколишнього середовища та формувати високу продуктивність [21].

На відміну від багатьох інших статистичних процедур, кластерний аналіз використовують тоді, коли дослідник не має яких-небудь апріорних гіпотез, і полягає у визначенні серед вихідної множини оптимального значення цільової функції. Більшість алгоритмів класифікації побудовано на використанні методу К-середніх або алгоритму побудови деревоподібної графіки (ієрархічне дерево) під час формування кластерів відмінності або відстані між об'єктами. Ці відстані можуть визначатися в одномірному або багатомірному просторах. Найпростіше відстані між об'єктами в одномірному або багатомірному просторах можна обчислити через евклідові відстані [17].

Використання багатовимірних методів аналізу в селекційному процесі допомагає скоротити його тривалість через більш повне і комплексне оцінювання чинників, що впливають на реалізацію генетичного потенціалу рослин.

**Метою дослідження** передбачено адаптувати метод оцінювання колекційного матеріалу сої

для підбору батьківських форм для схрещування за допомогою кластерного аналізу. Завданням дослідження було провести кластеризацію колекційних зразків сої за господарсько цінними ознаками: тривалістю вегетаційного періоду, висотою рослин, висотою прикріплення нижнього бобу, товщиною стебла в нижній частині, кількістю гілок на рослині, кількістю продуктивних вузлів на рослині, кількістю бобів на рослині, кількістю насіння з рослини, кількістю насіння в бобі, масою насіння з рослини, урожайністю ( $\text{г/м}^2$ ), стійкістю до вилягання, стійкістю до розтріскування бобів.

**Матеріал і методи дослідження.** Польові дослідження проводили в 2013–2015 рр. на дослідному полі Полтавської державної аграрної академії, що за зональним розподілом належить до центральної підзони Лісостепу України. Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем опідзолений на лесі, вміст гумусу в орному шарі 0–20 см – 3,95–4,36 %. Кількість гідролізованого азоту в орному шарі становить 5,96 мг, доступного для рослин фосфору – 9,5 мг, калію – 14,2 мг на 100 г ґрунту. Агротехніка вирощування сої – загальноприйнята для зони.

Об'єктом дослідження була колекція сої, яка налічувала 145 зразків різного еколого-географічного походження. Вивчали колекційні зразки, які походили з 14 країн світу: України, Росії, США, Канади, Китаю, Японії, Польщі, Франції, Чехії, Білорусі, Казахстану, Австрії, Молдови, Сербії. У період вегетації проводили фенологічні спостереження відповідно до загальноприйнятої методики [5, 8]. Біометричні

виміри та структурний аналіз урожаю проводили згідно з Широким уніфікованим класифікатором роду *Glycine max* (L.) Merr [7].

Для врахування одночасної дії головних елементів клімату – температури та опадів, застосовували інтегральний показник – гідротермічний коефіцієнт (ГТК) Г.Т. Селянинова. Метеорологічні умови періоду вегетації сої у роки досліджень відрізнялись (табл. 1).

Для статистичної обробки даних колекційних зразків сої кластерного аналізу застосовували комп'ютерну програму «Statistica 6.0» версії STATSOFT.

**Результати дослідження та обговорення.** Багатовимірна статистика дає змогу селекціонерів об'єктивно оцінити вихідний матеріал за набором ознак. Використання кластерного аналізу за найбільш важливими господарсько цінними ознаками дало змогу розбити зразки вивченої колекції на групи з різномірною селекційною значимістю (дендрограма кластеризації). Колекційні зразки сої методом кластерного аналізу було розподілено на 5 кластерів за комплексом досліджуваних ознак. Під час застосування кластерного аналізу (методом К-середніх) колекційні зразки сої було розділено на кластери за співвідношенням подібних ознак, у яких батьківські форми розмістилися у чотирьох кластерах із п'яти.

Найефективніше проводити оцінювання колекційного матеріалу на основі проведення кластерного аналізу з метою підбору батьківських форм для схрещування, які належать до різних кластерів.

Таблиця 1 – Метеорологічні дані за період травень–вересень (за даними Полтавської метеорологічної станції) за 2013–2015 рр. та середня багаторічна норма

Рік	Місяць	Середньомісячна температура повітря, °С	Відхилення від багаторічної (+,-), °С	Сума опадів, мм	Відхилення від багаторічної (+,-), мм	ГТК
2013	травень	20,1	+ 4,7	56,6	+ 5,6	0,90
	червень	21,5	+ 2,8	86,3	+ 26,3	1,42
	липень	21,0	+ 0,2	67,7	- 3,3	1,02
	серпень	20,9	+ 1,3	40,5	- 5,5	0,70
	вересень	12,5	- 1,9	103,9	+ 59,9	2,89
2014	травень	18,5	+ 3,4	58,4	+ 7,4	0,98
	червень	18,4	- 0,3	134,3	+ 74,3	2,42
	липень	22,0	+ 1,2	45,8	- 25,2	0,67
	серпень	22,5	+ 2,9	30,4	- 15,6	0,55
	вересень	15,4	+ 1,0	71,3	+ 27,3	2,10
2015	травень	16,3	+ 0,9	65,3	+ 14,3	1,33
	червень	20,5	+ 1,8	120,0	+ 60,0	1,98
	липень	21,1	+ 0,3	39,9	31,1	0,67
	серпень	21,7	+ 2,1	8,5	- 37,5	0,13
	вересень	18,7	+ 4,3	4,4	- 39,6	0,10

У межах колекції виділено п'ять типів колекційних зразків з різним проявом кількісних ознак (рис. 1).

Здебільшого належність колекційного зразка до кластера обумовлювалася ознаками «кількість гілок на рослині», «кількість продуктивних вузлів на рослині» і «кількість бобів на рослині».

Зразки першого кластера відзначаються середніми і близькими до середніх у колекції значеннями всіх досліджуваних ознак. Зразки другого кластера відзначаються високими значеннями кількості гілок на рослині, кількості продуктивних вузлів на рослині та кількості бобів на рослині. Третій кластер складався із зразків з високими значеннями кількості насіння у бобі. Однак за іншими ознаками зразки цієї групи мають низькі значення. Зразки четвертого кластера більш пізньостиглі, ніж

перших трьох. Вони виділяються за більшою висотою рослини і висотою прикріплення нижнього бобу. П'ятий кластер зразків відзначається найтривалішим вегетаційним періодом та високими значеннями більшості ознак: висотою рослин, висотою прикріплення нижнього бобу, товщиною стебла в нижній частині, кількістю гілок на рослині, кількістю продуктивних вузлів на рослині, кількістю бобів на рослині, кількістю насіння з рослини, кількістю насінин в бобі, масою насіння з рослини, урожайністю ( $\text{г}/\text{м}^2$ ), крім кількості насінин в бобі, стійкості до вилягання і стійкості до розтріскування бобів. Найбільш урожайні зразки потрапили до п'ятого типу, найменш урожайні – до третього.

Найбільше – 33 зразки – розмістилися в першому кластері: Аннушка, Gaillard, Березиня, Єлена, АС Bravo, Краса Поділля, Аме-

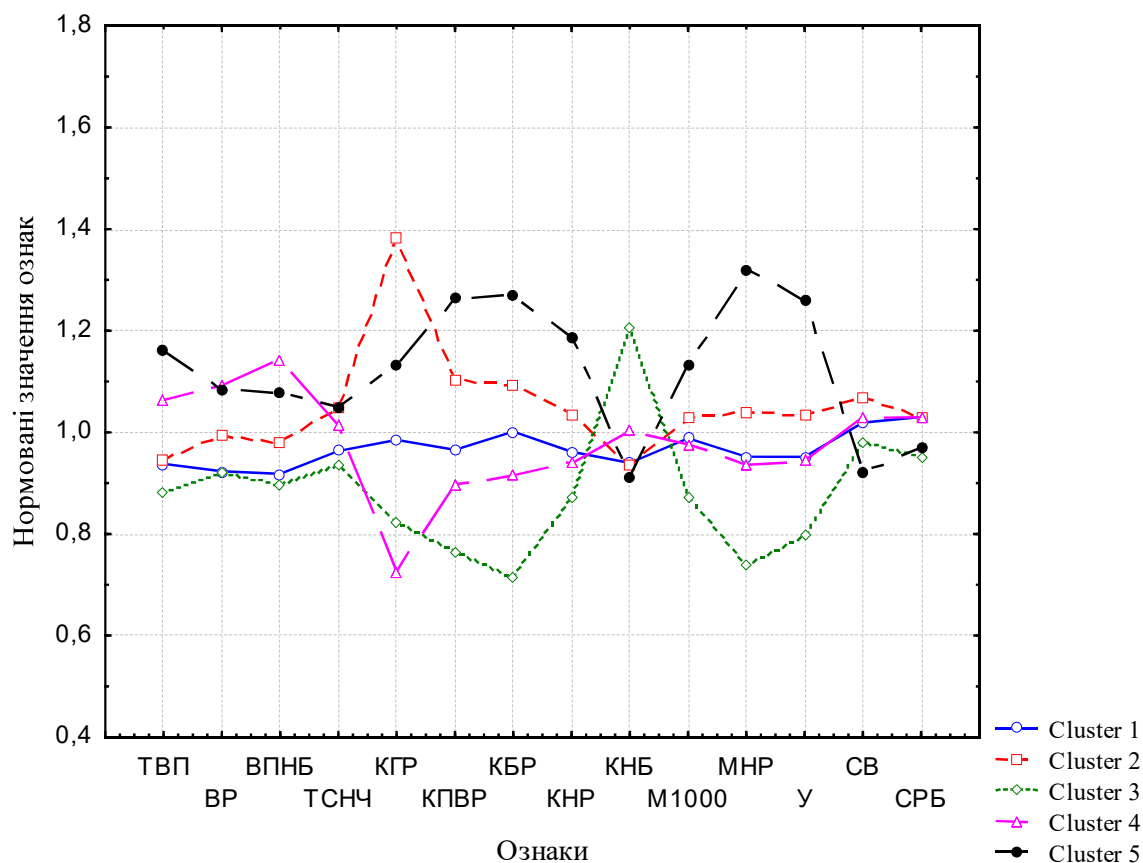


Рис. 1. Розподіл колекційних зразків сої на кластери за методом К-середніх, 2013–2015 рр.

**Примітка:** ТВП – тривалість періоду вегетації, ВР – висота рослини, ВПНБ – висота прикріплення нижнього бобу, ТСНЧ – товщина стебла в нижній частині, КГР – кількість гілок на рослині, КПВР – кількість продуктивних вузлів на рослині, КБР – кількість бобів на рослині, КНР – кількість насіння з рослини, КНБ – кількість насінин в бобі, М 1000 – маса 1000 насінин, МНР – маса насіння з рослини, У – урожайність ( $\text{г}/\text{м}^2$ ), СВ – стійкість до вилягання, СРБ – стійкість до розтріскування бобів.

тист, Медея, Хуторяночка, Антрацит, Ятрань, Роксолана, Особлива, Хорол, Glacier, Ювілейна, Анжеліка, Мальвіна, Подяка, Лара, Прикарпатська 96, Подільська 416, Омега вінницька, Срібна Рута, Стратегія, Аркадія одеська, Дені, Офелія, Княжна, Святкова, Артеміда, Феміда, Чернівецька 9. До другого кластера увійшли 23 зразки сої: ОАС Vision, LF-8, СН 32-15, Armour, Селекта 101, Лика, Атланта, Знахідка, Фаєтон, Merlin, Устя, Байка, Оріана, Л-101, Вільшанка, Скеля, Мрія, Юг-40, Поема, Фортуна, Чернівецька 8, Смуглянка, Анатоліївка.

У третьому кластері зосереджено 30 зразків: Анастасія, Легенда, Лада, Білявка, Танаїс, Білосніжка, Діона, Золотиста, Галі, Кобза, Юг-30, Злата, Сузір'я, Karikachi, Optimus, Toshi day, Nattawa, Либідь, Ксеня, Естафета, Київська-27, Ствига, Norpro, Dunajka, Харківська 80, Спринт, Говерла, Горлиця, Ніна, Sacura. Четвертий кластер налічує 27 зразків: Васильківська, Київська-98, Мавка, Сильвія, ВНИИОЗ-76, Смолянка, Валюта, Фея, MN 0901, Лариса, Деймос, Вінничанка, HeiNong 44, Корсак, Галина, Селекта 201, Монада, Донька, Kent, Марината, Ірина, Подільська 1, Антошка, L 94-1110, Таврія, Іна, Селекта 302. П'ятий

кластер об'єднав 32 зразки: Адамос, Алмаз, Хвиля, КиВін, Альба, Маша, Агат, Подолян-ка, Фарватер, Срібна, Чара, Славія, Ельдорадо, Іванка, KG-70, Blackjack 21, Hejiao 87-94-3, Sui 76-5191, Георгіна, Harosoy e1E2e3, L 71-920, Wayne L 72-1401, L 63-3117, L 65-540, Connor, KG-30, HeiNong 10, Вілана, Даная, Алмати, Дельта, Седмиця.

Групуванням господарських ознак колекційних зразків за абсолютними значеннями сої встановлено чіткий їх розподіл на два віддалених кластери, один з яких поєднував тривалість періоду вегетації, кількість насіння з рослини, висоту рослини, масу 1000 насінин, урожайність г/м<sup>2</sup> (рис. 2).

Другий кластер складався з блоку підкластерів, пов'язаних з елементами продуктивності (маса насіння з рослини, кількість бобів на рослині, кількість продуктивних вузлів на рослині) та морфо-біологічними ознаками (товщина стебла в нижній частині, висота прикріплення нижнього бобу).

В ультраскоростиглій та скоростиглій групах стиглості більшість колекційних зразків сої розподілилася в межах з першого до третього кластерів. У середньостиглій та пізньостиглій – з четвертого до п'ятого (табл. 2).

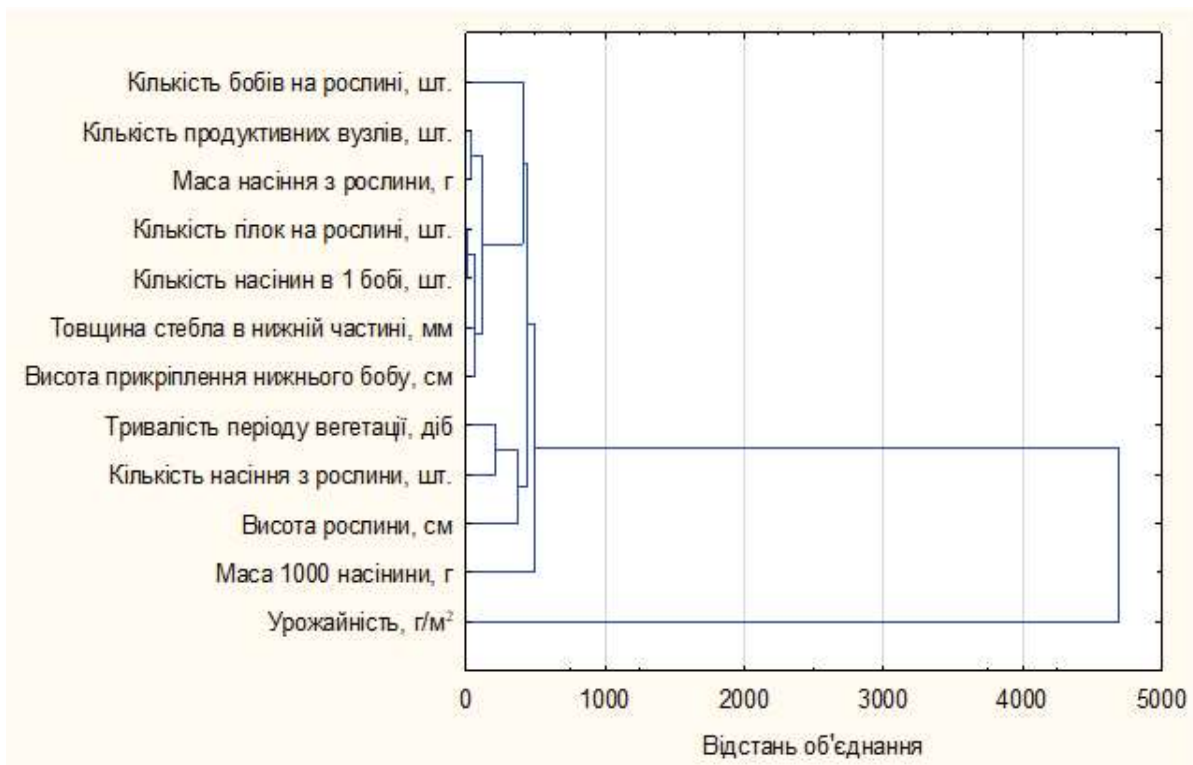


Рис. 2. Угрупування господарських ознак сої за абсолютними значеннями, 2013–2015 рр.

Таблиця 2 – Розподіл колекційних зразків сої за типами залежності між мінливістю вегетаційного періоду та належністю до кластера, 2013–2015 рр.

Група стиглості	Кількість зразків	Кластер	Кількість зразків	
			шт.	%
Ультраскоростиглі	16	1	2	12,5
		2	2	12,5
		3	12	75,0
		4	-	-
		5	-	-
Скоростиглі	80	1	29	36,2
		2	18	22,5
		3	17	21,3
		4	12	15,0
		5	4	5,0
Середньостиглі	27	1	2	7,4
		2	3	11,1
		3	1	3,7
		4	11	40,7
		5	10	37,1
Пізньостиглі	22	1	-	-
		2	-	-
		3	-	-
		4	4	18,2
		5	18	81,8

Формування п'яти кластерів у колекційних зразків сої свідчить про їх віддаленість один від одного. Дані досліджень та аналіз інформації, висвітленої у наукових літературних джерелах щодо кластеризації цінних господарських ознак сої доводять, що для добору батьківських форм для проведення гібридизації краще залучати зразки різних кластерів. Вивчення мінливості цінних господарських ознак сої забезпечує результативне ведення селекції. Значною перевагою кластерного аналізу є то, що він дає змогу ідентифікувати колекційні зразки збалансовано за комплексом цінних господарських ознак, а не виділити генотипи за окремими кількісними ознаками.

**Висновки.** У результаті кластерного аналізу колекційні зразки сої розподілено на п'ять кластерів за господарсько цінними ознаками: тривалістю вегетаційного періоду, висотою рослин, висотою прикріплення нижнього бобу, товщиною стебла в нижній частині, кількістю гілок на рослині, кількістю продуктивних вузлів на рослині, кількістю бобів на рослині, кількістю насіння з рослини, кількістю насіння в бобі, масою насіння з рослини, урожайністю (г/м<sup>2</sup>), стійкістю до вилягання, стійкістю до розтріскування бобів. Зразки в межах одного кластера подібні за співвідношенням ознак. В окремий кластер об'єднано зразки з аналогічним набором ознак всередині кластера і достовірною відмінністю з іншими. Батьківські

форми, виділені за комплексом цінних господарських ознак, для проведення гібридизації розмістилися у чотирьох кластерах із п'яти: Злата, Адамос, ОАС Vision, Gaillard, СН 32-15, Алмаз, Устя, Славія, LF-8, КиВін, Лада, Мрія, Хвиля, Ельдорадо, Поема, Фарватер. Отже, на основі детального вивчення результатів кластерного аналізу кількісних ознак у сої можливо більш ефективно проводити селекційну роботу зі створення нового вихідного матеріалу.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Абуґалиєва А.И., Дидоренко С.В. Генетическое разнообразие сортов сои различных групп спелости по признакам продуктивности и качества. Вавиловский журнал генетики и селекции. 2016. Т. 20. № 3. С. 303–310. DOI: <https://doi.org/10.18699/VJ16.168>.
2. Белявская Л.Г., Рыбальченко А.М. Скрининг коллекции сои по скороспелости и продуктивности в условиях Левобережной Лесостепи Украины. Зернобобовые и крупяные культуры. 2019. № 1 (29). С. 63–69. DOI: <https://doi.org/10.24411/2309-348X-2019-11074>.
3. Кластерний аналіз в селекції гречки / Вільчинська Л.А. та ін. Вісник Українського товариства генетиків і селекціонерів. 2017. Том 15. № 2. С. 145–149.
4. Губа І.І., Стариченко В.М. Кластеризація колекційних зразків жита озимого за кількістю квіток та іншими господарськоцінними ознаками. Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. 2018. Вип. 26. С. 113–119.
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.

6. Отбор перспективных образцов для селекции фасоли с использованием кластерного анализа в условиях южной лесостепи Западной Сибири / Казыдуб Н.Г. и др. Вестник Омского государственного аграрного университета. 2014. № 4 (16). С. 8–14.

7. Широкий уніфікований класифікатор роду *Glycine max.* (L). Merr. / Кобизева Л.Н. та ін. Ін-т рослинництва ім. В.Я. Юр'єва. Х., 2004. 37 с.

8. Методические указания по изучению коллекции зерновых бобовых культур / Корсаков Н.И. и др. Л.: ВИР, 1975. 59 с.

9. Кластерний аналіз у селекції зернобобових культур / Коханюк Н. В. та ін. Корми і кормовиробництво. 2019. Вип. 87. С. 9–19. DOI: <https://doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo201987-02>.

10. Литун П.П. Идентификация генотипов в селекционных популяциях. Селекция и семеноводство. 1980. № 46. С. 27–34.

11. Системний аналіз в селекції польових культур: навч. посіб. / Літун П.П. та ін. Харків, 2009. 354 с.

12. Майданюк В.О., Холодняк О.Г. Метод підбору батьківських пар при створенні нових адаптивних сортів кабачка для відкритого ґрунту півдня України. Зрошуване землеробство. 2014. Вип. 61. С. 137–139.

13. Мандель И.Д. Кластерный анализ. М.: Финансы и статистика. 1988. 176 с.

14. Маракаева Т.В. Кластерный анализ в селекции чечевицы. Успехи современного естествознания. 2018. № 12. Ч. 1. С. 75–80.

15. Мартынов С.П. Кластерный анализ саратовских сортов яровой пшеницы по коэффициентам родства. Цитология и генетика. Т. 23. № 4. 1989. С. 37–43.

16. Мельник А.В. Використання кластерного аналізу за підбору сортів і гібридів ріпаку ярого для вирощування в Лівобережному Степу України. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2013. № 4. С. 6–11.

17. Оцінка сортів гороху за комплексом господарсько цінних ознак / Присяжнюк О.І. та ін. Цукрові буряки. 2013. № 5. С. 16–17.

18. Стариченко В.М. Використання кластерного аналізу для оцінки F2 популяції сої. Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН». 2012. Вип. 3–4. С. 124–134.

19. Систематизація сортів та селекційних ліній пшениці озимої за кількісними ознаками в умовах контрольованого середовища з використанням кластерного аналізу / Тищенко В.М. та ін. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2018. № 3. С. 56–65. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2018.03.09>

20. Тищенко В.Н., Чекалин Н.М., Зюков М.Е. Использование кластерного анализа для идентификации и отбора высокопродуктивных генотипов озимой пшеницы на ранних этапах селекции. Факторы экспериментальной эволюции организмов. 2004. Т. 2. С. 270–278.

21. Использование кластерного анализа как метода индивидуального отбора у проса (*Panicum miliaceum* L.) / Чекалин Н.М. та ін. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2009. № 2. С. 10–17.

## REFERENCES

1. Abugalieva, A.I., Didorenko S.V. (2016). Geneticheskoe raznoobrazie sortov soi razlichnykh grupp spelosti po priznakam produktivnosti i kachestva [Genetic diversity of soybean cultivars belonging to different ripeness groups with regard to performance and quality]. Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii [Vavilov journal of Genetics and Breeding]. Vol. 20, no. 3, pp. 303–310. Available at: <https://doi.org/10.18699/VJ16.168>.

2. Belyavskaya, L.G., Rybalchenko, A.M. (2019). Skrining kolekcii soi po skorospelosti i produktivnosti v usloviyah Levoberezhnoj Lesostepi Ukrainy [Screening soya collection as to early maturing and productivity in the conditions of the left bank Forrest-steppe of Ukraine]. Zernobobovye i krupyanye kultury [Legumes and groat crops], no. 1 (29), pp. 63–69. Available at: <https://doi.org/10.24411/2309-348X-2019-11074>.

3. Vilchinska, L.A., Gorodinska, O.P., Diyanchuk, M.V., Kaminna O.O. (2017). Klasternij analiz v selekciji grechki [Cluster analysis in the selection of buckwheat]. Visnyk Ukrayinskogo tovarystva genetykiv i selekcioneriv [The Bulletin of Ukrainian Society of Geneticists and Breeders]. Vol. 15, no. 2, pp. 145–149.

4. Guba, I.I., Starichenko, V.M. (2018). Klasterizaciya kolekcijnih zrazkiv zhita ozimogo za kilkisty kvitok ta inshimi gospodarskocinnimi oznakami [Clustering of winter rye collections on the number of flowers and other economically valuable traits]. Naukovi praci Institutu bioenergetichnih kultur i cukrovih buryakiv [Scientific Papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet], no. 26, pp. 113–119.

5. Dospekhov, B.A. (1985). Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniy) [Methods of field experiment (with fundamentals of statistical processing of research results)]. Moscow, Agropromizdat, 351 p.

6. Kazydub, N.G., Marakaeva, T.V., Korobejnikova, M.M., Epanchinev M.V. (2014). Otbor perspektivnykh obrazcov dlya selekcii fasoli s ispolzovaniem klasternogo analiza v usloviyah yuzhnoj lesostepi Zapadnoj Sibiri [Selection of perspective standards for selection of kidney bean with the use of cluster analysis in the conditions of south forest-steppe of Western Siberia]. Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Bulletin of Omsk State Agrarian University], no. 4 (16), pp. 8–14.

7. Kobizeva, L.N., Ryabchun, V.K., Bezugla, O.M. (2004). Shirokiy unifikovaniy klasifikator rodu *Glycine max.* (L). Merr [Great unified classifier kind of *Glycine max.* (L). Merr]. Kharkiv, Institute of Plant Breeding names of V.Y. Yur'yev, 37 p.

8. Korsakov, N.I., Adamova, O.A., Budakova, V.I. (1975). Metodicheskiye ukazaniya po izucheniyu kolekcii zernovykh bobovykh kultur [Methodical instructions to studies of leguminous and cereal crops collections]. Leningrad, VIR, 59 p.

9. Kohanyuk, N.V., Temchenko, I.V., Shtuc, T.M., Lehman, A.A., Barvinchenko, S.V. (2019). Klasternij analiz u selekciji zernobobovih kultur [Cluster analysis in the breeding of leguminous crops]. Kormy i kormovyrobnytstvo [Feeds and Feed Production], no. 87, pp. 9–19. Available at: <https://doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo201987-02>.

10. Litun, P.P. (1980). Identifikaciya genotipov v selekcionnyh populyacijah [Identification of genotypes in breeding populations]. *Selekciya i semenovodstvo* [Breeding and Seed Production], no. 46, pp. 27–34.

11. Litun, P.P., Kirichenko, V.V., Petrenkova, V.P., Kolomacka, V.P. (2009). Sistemnij analiz v selekciyi polovih kultur: navch. posib. [System analysis in field crop selection]. Kharkiv, 354 p.

12. Majdanyuk, V.O., Holodnyak, O.G. (2014). Metod pidboru batkivskih par pri stvorenni novih adaptivnih sortiv kabachka dlya vidkritogo gruntu pivdnya Ukrainy [Method of selection of parental pairs when creating new adaptive varieties of zucchini for open ground of the Southern Ukraine]. *Zroshuvane zemlerobstvo* [Irrigated agriculture], no. 61, pp. 137–139.

13. Mandel, I.D. (1988). Klasternyj analiz [Cluster analysis]. Moscow, Finance and statistics, 176 p.

14. Marakaeva, T.V. (2018). Klasternyj analiz v selekci chechevicy [Cluster analysis in lentil breeding]. *Uspehi sovremenogo estestvoznaniya* [Advances in current in natural sciences], no. 12, Part 1, pp. 75–80.

15. Martynov, S.P. (1989). Klasternyj analiz saratovski h sortov yarovoj pshenicy po koefficientam rodstva [Cluster analysis of Saratov spring wheat varieties by kinship coefficients]. *Citologiya i genetika* [Cytology and genetics]. Vol. 23, no. 4, pp. 37–43.

16. Melnik, A.V. (2013). Viktoristannya klasternogo analizu za pidboru sortiv i gibridiv ripaku yarogo dlya viroshuvannya v livoberezhnomu stepu Ukrainy [Use of cluster analysis in the selection of varieties and hybrids of spring rape for cultivation in the Left-Bank Forest-Steppe Ukraine]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi agrarnoi akademii* [News of Poltava State Agrarian Academy], no. 4, pp. 6–11.

17. Prisyazhnyuk, O.I., Kalyuzhna, E.A., Ukrainec, V.V., Shevchenko, O.P. (2013). Ocinka sortiv gorohu za kompleksom gospodarsko-cinnih oznak [Evaluation of pea varieties on a set of economically valuable features]. *Cukrovi buryaki* [Sugar Beet], no. 5, pp. 16–17.

18. Starichenko, V.M. (2012). Viktoristannya klasternogo analizu dlya ocinki F2 populyaciyi soyi [Using the cluster analysis for an estimation F2 population of soybean]. *Zbirnyk naukovykh prac NNC «Instytut zemlerobstva NAAN* [Collection of scientific papers of NSC “Institute of agriculture of NAAS”], no. 3–4, pp. 124–134.

19. Tishenko, V.M., Gusenkova, O.V., Dubenec, M.V., Kolisnik, A.V. (2018). Sistemizaciya sortiv ta selekciynih liniy pshenicy ozimoyi za kilkisnimi oznakami v umovah kontrolovanogo seredovisha z vikoristannyam klasternogo analizu [Systemization of sort and selection lines of wheat lines by numbers in conditions of controlled environment with using cluster analysis]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi agrarnoi akademii* [Bulletin of Poltava State Agrarian Academy], no. 3, pp. 56–65. Available at: <https://doi.org/10.31210/visnyk2018.03.09>.

20. Tishenko, V.N., Chekalin, N.M., Zyukov, M.E. (2004). Ispolzovanie klasternogo analizu dlya identifikacii i otbora vysokoproduktivnyh genotipov ozimoi pshenicy na rannih etapah selekci [The use of cluster analysis for the identification and selection of highly productive winter wheat genotypes at the early stages of breeding]. *Faktery eksperimentalnoi evolyucii organizmiv* [Factors in experimental evolution of organisms]. Vol. 2, pp. 270–278.

21. Chekalin, N.M., Tishenko, V.N., Panchenko, P.M., Sidorenko, V.S. (2009). Ispolzovanie klasternogo analizu kak metoda individualnogo otbora u prosa (*Panicum miliaceum* L.) [Use cluster analysis as method of millet individual selection *Panicum miliaceum* L.]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi agrarnoi akademii* [News of Poltava State Agrarian Academy], no. 2, pp. 10–17.

### **Классификация сортов сои по хозяйственным признакам с помощью кластерного анализа**

**Белявская Л.Г., Рыбальченко А.М.**

Целью исследования было усовершенствовать метод оценивания коллекционного материала сои с целью подбора пар для скрещивания с помощью кластерного анализа, провести кластеризацию образцов по продолжительности вегетационного периода, высоте растений, высоте прикрепления нижнего боба, толщине стебля в нижней части, количеству ветвей на растении, количеству продуктивных узлов на растении, количеству бобов на растении, количеству семян с растения, количеству семян в бобе, массе семян с растения, урожайности ( $г/м^2$ ), устойчивости к полеганию, стойкости к растрескиванию бобов. На основе проведенного кластерного анализа сто сорока пяти коллекционных образцов сои по определенным признакам установили, что коллекционный материал распределился в пределах пяти кластеров. Были выделены генотипы сои как носители высокого уровня количественных признаков, особенно признаков потенциала урожайности, которые можно использовать как перспективный селекционный материал.

В отдельный кластер объединены образцы с аналогичным набором признаков внутри кластера и достоверным отличием с другими.

Образцы первого кластера отмечаются средними и близкими к средним по коллекции значениями всех исследуемых признаков. Образцы второго кластера обладают высокими значениями количества ветвей на растении, количества продуктивных узлов на растении и количества бобов на растении. Третий кластер состоял из образцов с высокими значениями количества семян в бобе. Однако по другим признакам образцы этой группы имеют низкие значения. Образцы четвертого кластера более позднеспелые, чем первых трех. Они выделяются большей высотой растения и высотой прикрепления нижнего боба. Пятый кластер образцов отмечается самым продолжительным вегетационным периодом и высокими значениями большинства признаков, кроме количества семян в бобе, устойчивости к полеганию и устойчивости к растрескиванию бобов. Родительские формы разместились в четырех кластерах из пяти.

Проведенный кластерный анализ помог осуществить подбор родительских пар для проведения гибридизации и создания нового исходного материала сои. Преимущество кластерного анализа заключается в том, что он позволяет идентифицировать коллекционные образцы сбалансировано по комплексу ценных хозяйственных признаков, а не выделить генотипы по отдельным количественным признакам.

**Ключевые слова:** соя, селекция, коллекция, образец, кластер, кластерный анализ, исходный материал.

### Cluster analysis in soybean varieties classification by economic characteristics

Bilyavska L., Rybalchenko A.

The aim of the study was to improve the method of soybean collection material assessment with the purpose of choosing pairs for hybridization using cluster analysis, to cluster samples according to the duration of growing period, plant height, the height of lower pod attachment, stem thickness in the lower part, the number of branches and productive joints on a plant, the number of pods and seeds per plant, the number of seeds in a pod, seed weight per plant, yield (g/m<sup>2</sup>), and the resistance to lodging and bean cracking. Based on the conducted cluster analysis of one hundred and forty-five soybean collection samples concerning the determined signs, it has been established that the collection material was distributed within five clusters. Soybean genotypes have been singled out as carriers of a high level of quantitative characteristics, especially the signs of yield potential which can be used as a promising selection material.

The samples having analogous set of signs in the cluster and reliable distinction from others have been united in a separate cluster.

The samples of the first cluster in the collection are characterized by average and close to average values of all the studied characteristics. The samples of the second cluster are characterized by high values as to the number of branches and productive joints on a plant and also the number of beans per plant. The third cluster consisted of samples having high values of the number of seeds in a bean. However, as to other signs, the samples of this group have low values. The samples of the fourth cluster are later-maturing, than those in the first three groups. They are characterized by larger plant height and the height of lower bean attachment. The fifth sample cluster is distinguished by the longest growing period and high values of the majority of signs except the number of seeds in a bean and also resistance to lodging and bean splitting. The parent forms were in four clusters out of five ones.

The cluster analysis helped to conduct the choosing of parent pairs for hybridization and creation of soybean new initial material. The advantage of cluster analysis consists in being able to identify collection samples in balance according to the complex of valuable economic characteristics, rather than single out genotypes according to separate quantitative signs.

**Key words:** soybean, selection, collection, sample, cluster, cluster analysis, initial material.



Copyright: Білявська Л.Г., Рибальченко А.М. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



Білявська Л.Г.  
Рибальченко А.М.


ID: <https://orcid.org/0000-0003-3856-7718>  
ID: <https://orcid.org/0000-0002-2308-7853>

УДК 631.51:631.811

## Поживний режим сірого лісового ґрунту за різного антропогенного навантаження

Борис Н.Є. , Красюк Л.М. 

ННЦ «Інститут землеробства НААН»

 Борис Н.Є. E-mail: nataliaborys2020@gmail.com



Борис Н.Є., Красюк Л.М. Поживний режим сірого лісового ґрунту за різного антропогенного навантаження. Збірник наукових праць «Агробіологія», 2020. № 2. С. 16–26.

Borys N.Je., Krasjuk L.M. Pozhyvnyj rezhym sirogo lisovogo g'runtu za riznogo antropogennogo navantazhennja. Zbirnyk naukovyh prac' «Агробіологія», 2020. № 2. pp. 16–26.

Рукопис отримано: 21.09.2020 р.

Прийнято: 05.10.2020 р.

Затверджено до друку: 24.11.2020 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2020-161-2-16-26

Метою роботи було встановлення особливостей формування поживного режиму сірого лісового ґрунту за різних систем основного обробітку, удобрення та заорювання побічної продукції культур у короткоротаційній 4-пільній зерновій сівозміні – пшениця озима–кукурудза на зерно–ячмінь ярий–соя. Оцінювання кількісного надходження біомаси, участь її у формуванні поживного режиму сірого лісового ґрунту, та встановлення особливостей диференціації 0–40 см шару ґрунту за розподілом біогенних елементів залежно від системи удобрення та основного обробітку ґрунту. Встановлення особливостей впливу попередника кукурудзи і системи основного обробітку ґрунту на формування поживного режиму в полі ячменю, післядію розподілу біомаси у 0–40 см шарі ґрунту. Дослідження проводили в тривалому стаціонарному досліді відділу обробітку ґрунту і боротьби з бур'янами ННЦ «Інститут землеробства НААН». Порівняльний аналіз агрохімічних показників сірого лісового ґрунту, особливості формування поживного режиму впродовж вегетації культур у шарі 0–40 см ґрунту проводили впродовж ротації 4-пільної короткоротаційної зернової сівозміни. Система удобрення складалася з внесення мінеральних добрив  $N_{65}P_{58}K_{68}$  кг/га д.р. на 1 га сівозмінної площі. Як органічне добриво залучали побічну продукцію культур сівозміни, де впродовж 2009–2013 рр. надходило в середньому 5,17–5,50 т/га і 2014–2017 рр. – 6,65–7,76 т/га сівозмінної площі. Сформована урожайність основної продукції істотно впливала саме на об'єм нетоварної частини, із зростанням основної прямо пропорційно відбувалось і зростання побічної продукції. Винос азоту становив 105 кг/га, а з біомасою поверталось в середньому 55,4 кг/га д.р. азоту за повного циклу мінералізації, що відповідає приблизно 45–47 % від частки витрат. Загалом повернення фосфору з побічною продукцією за ротацію 5-пільної сівозміни надходило в середньому 12–16,7 кг/га та 4-пільної – 19,5–22,0 кг/га, що становило 35–40 % від загального його виносу врожаєм. У ґрунт надходило в рази більше калію з біомасою культур, ніж частина витрат основною продукцією, завдяки залученню листо-стеблової маси кукурудзи, з якою в ґрунт надходить у середньому 177–253 кг/га, а за ротації – 61,4–95,4 кг/га сівозмінної площі.

**Ключові слова:** сірий лісовий ґрунт, поживний режим ґрунту, рециркуляція біогенних елементів, основна і побічна продукція культур.

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** Україна є однією з найбільш освоєних із сільськогосподарського погляду держав світу. Майже 70 % угідь розорано і зайнято природноантропогенними ландшафтами, структура яких екологічно незбалансована. Характеризуючи ґрунти України слід відзначи-

ти, що 12,1 млн га еродовані, 19,1 – дефляційно небезпечні, і більш як 10,5 млн га є кислими [17, 18]. Під впливом тривалого сільськогосподарського використання, інтенсивного ведення культури землеробства, ряду техногенних навантажень відбувається трансформація властивостей ґрунтів, і сірих лісових особливо, адже

вони є менш стійкими до навантаження, мають нижчий рівень природної родючості, незначне насичення основами [3, 5, 11]. Для встановлення зміни еволюційної спрямованості ґрунтових процесів, їх контролювання та регулювання необхідно здійснювати ряд моніторингових спостережень, що відображатиме якісні зміни властивостей ґрунту.

Застосування підвищених доз фізіологічно кислих азотних добрив, зменшення оптимального співвідношення між біогенними елементами в сторону азоту, дефіцит органічних добрив негативно впливають на фізико-хімічні властивості, зниження родючості та вмісту органічної речовини в ґрунті, незбалансоване живлення культур і загалом це спричиняє зниження продуктивності сільськогосподарських культур [2, 16, 18, 19]. На думку вчених, основним і не використаним сповна джерелом надходження поживних елементів залишається застосування побічної продукції сільськогосподарських культур [4, 6, 8, 10], яку можна застосовувати в інтенсивному та органічному землеробстві. Наприклад, надходження поживних речовин з листо-стебловою масою кукурудзи може забезпечувати приблизно 70,3–76,7 кг/га азоту, 35,2–38,4 фосфору і 146–160 кг/га калію, а заорювання 5,0 т/га забезпечує до 750 кг/га гумусу. Не менш потужною культурою, потенційним джерелом надходження біомаси з високим вмістом поживних речовин і калію є соя. Так, з 1 т основної продукції надходить 2,5 т/га побічної продукції, з якою в ґрунт, за умов заорювання, надходить N – 22, P – 8 та K – 109 кг [9, 21]. Надходження калію після сояшнику близьке за значенням у таких культур як соя (4,36 кг з 100 кг стебл), просо (2,59 кг з 100 кг стебл) та кукурудза (1,42 кг з 100 кг стебл) [1, 12]. Для повного циклу гуміфікації рослинної біомаси слід враховувати ґрунтово-кліматичні умови зони вирощування – температура повітря і ґрунту після заробляння нетоварною частини урожаю, кількість опадів у теплий період та коефіцієнти гуміфікації рослинної маси [15, 20].

Дослідження щодо особливостей застосування нетоварної частини урожаю як органічного добрива, оптимізація фізико-хімічних властивостей, регулювання поживного режиму, збереження та відтворення родючості ґрунту відбувається в разі залучення біопрепаратів для прискореного розкладання рослинних решток. Проаналізувавши особливості колообігу біогенних елементів з основною та побічною продукцією сільськогосподарських культур, слід відмітити, що у зоні Полісся надходження азоту і калію більшою мірою може реалізовуватися з

нетоварною частиною пшениці і кукурудзи, сояшнику та сої, а щодо фосфору, то з рослинною масою пшениці та сояшнику (табл. 1).

Основний винос поживних речовин відбувається в разі формування основної продукції таких культур як пшениця, кукурудза та сояшник, саме після таких попередників наступна культура буде відчувати дефіцит поживних речовин у ґрунті, та доступність для засвоєння впродовж вегетації елементів живлення буде незначною [9, 12]. Це обумовлено високим вмістом біогенних елементів у рослинній продукції і загальним обсягом посівних площ цих культур. Якщо біомасу культур розглядати як потенційне джерело повернення поживних речовин, структура витрати азоту є в рази вищою, ніж відбувається його повернення, а надходження фосфору – майже на рівні витрат. Щодо калію, то надходження його є в рази вищим, ніж витрати після залучення до колообігу біомаси кукурудзи та сояшнику, однак мінералізація біомаси може тривати впродовж 2-х років, а в разі несприятливих ґрунтово-кліматичних умов значно довше.

**Метою дослідження** є встановлення особливостей формування поживного режиму сірого лісового ґрунту за різних систем основного обробітку, системи удобрення та заорювання побічної продукції культур у короткочасній 4-пільній зерновій сівозміні – пшениця озима–кукурудза на зерно–ячмінь ярий–соя. Оцінювання кількісного надходження біомаси, участь її у формуванні поживного режиму сірого лісового ґрунту, та встановлення особливостей диференціації 0–40 см шару ґрунту за розподілом біогенних елементів залежно від системи удобрення та основного обробітку ґрунту. Встановлення особливостей впливу попередника кукурудзи на зерно і системи основного обробітку ґрунту на формування поживного режиму в полі ячменю ярого, післядію розподілу біомаси кукурудзи у 0–40 см шарі ґрунту.

**Матеріал і методи дослідження.** Дослідження проводили в тривалому стаціонарному досліді відділу обробітку ґрунту і боротьби з бур'янами ННЦ «Інститут землеробства НААН». У досліді вивчали ефективність беззмінного застосування таких систем обробітку ґрунту: різноглибинна полицева на глибину 10–30 см, плоскорізна на 10–30 см, диференційована на глибину 10–45 см з диференціюванням глибини та способу основного обробітку ґрунту під культуру сівозміни (дискування на 10–12 см під пшеницю та ячмінь, оранка на 24–24 см під сою та глибоке чизельне розпушування на 43–45 см під кукурудзу) та одноглибинна дискова на 10–12 см (табл. 2).

Таблиця 1 – Колообіг біогенних елементів з основною і побічною продукцією сільськогосподарських культур, 2019 р.

Культура	Надходження елементів з побічною продукцією, млн т				Винос елементів з основною продукцією, млн т			
	N	P	K	NPK	N	P	K	NPK
Полісся								
Пшениця озима і яра	25,0	7,85	48,6	27,2	76,9	27,5	18,2	40,9
Ячмінь ярий	6,77	2,36	14,3	7,8	15,3	6,33	4,41	8,69
Кукурудза на зерно	28,7	8,72	59,0	32,1	36,1	13,9	9,92	20,0
Жито озиме	3,65	1,44	7,18	4,09	5,24	2,26	1,63	3,04
Соя	9,83	3,50	49,3	20,9	37,1	9,32	14,4	20,3
Горох	1,47	0,34	2,00	1,27	3,32	0,84	1,29	1,82
Соняшник	22,4	7,99	112	47,6	24,4	10,7	8,65	14,6
Ріпак озимий	11,4	4,06	16,2	10,6	14,5	6,36	5,14	8,66
Середнє по зоні, кг/га	13,7	4,53	39	18,9	26,6	9,7	7,96	14,7
Лісостеп								
Пшениця озима і яра	69,3	21,8	135	75,2	213	76,3	50,5	113
Ячмінь ярий	23,8	8,28	50,0	27,4	53,9	22,3	15,5	30,5
Кукурудза на зерно	223	67,8	458	250	281	108	77,1	155
Жито озиме	1,20	0,47	2,35	1,34	1,71	0,74	0,53	0,99
Соя	22,3	7,93	112	47,3	83,8	21,1	32,6	45,8
Горох	6,45	1,48	8,77	5,57	14,6	3,56	5,68	7,94
Соняшник	124	44,2	621	263	135	59,2	47,8	80,6
Ріпак озимий	17,4	6,21	24,8	16,1	23,6	10,3	8,36	14,1
Середнє по зоні, кг/га	60,9	19,76	176	85,7	101	37,7	29,76	56,1
Степ								
Пшениця озима і яра	76,3	23,9	148,0	82,7	234	83,7	55,4	124
Ячмінь ярий	29,1	10,1	61,2	33,5	65,8	27,2	18,9	37,3
Кукурудза на зерно	60,8	18,5	125,1	68,2	76,7	29,6	21,0	42,4
Жито озиме	0,31	0,12	0,60	0,34	0,44	0,19	0,1	0,3
Соя	4,15	1,48	20,8	8,81	15,6	3,92	6,1	8,5
Горох	4,57	1,05	6,21	3,94	10,3	2,60	3,8	5,6
Соняшник	152	54,1	761	322	166	72,7	58,7	99,1
Ріпак озимий	16,5	5,88	23,5	15,3	22,3	9,78	7,90	13,3
Середнє по зоні, кг/га	42,9	14,4	143	66,9	73,9	28,7	21,5	41,4
Середнє, кг/га	39,2	12,9	119,5	57,2	67,1	25,4	19,7	37,4

**Примітка:** \*надходження біогенних елементів з поверхневими і корневими рештками відповідно до методики [1] на основі урожайності с.-г. культур згідно зі статистичними даними [7].

Ґрунт – сірий лісовий крупнопилувато-легкосуглинковий на карбонатному лесовидному суглинку (Haplic Greyzems GRh).

Порівняльний аналіз поживного режиму сірого лісового ґрунту за різного антропогенного навантаження проведено за дві ротації сівозміни в період з 2009 до 2017 рр. Впродовж 2009–2013 рр. сівозміна складалась на 40 % з бобових і на 60 % з зернових культур з таким їх чергуванням: горох–пшениця озима–кукурудза на зерно–соя–ячмінь ярий. У 2013 р. проведено часткову реконструкцію у сівозміні, частка зернових культур зросла до 75 %, а зернобобових зменшилась до 25 %. Сівозміна короткоротаційна чотирипільна, яка змінюється в часі та просторі: соя–пшениця озима–кукурудза на зерно–ячмінь ярий. Система удобрення складалась з внесення мінеральних добрив  $N_{65}P_{58}K_{68}$

кг д.р. на 1 га сівозмінної площі та доз добрив під культури: пшениця озима  $N_{80}P_{60}K_{80}$ , кукурудза на зерно  $N_{100}P_{80}K_{80}$ , ячмінь ярий  $N_{50}P_{40}K_{50}$ , соя  $N_{30}P_{50}K_{60}$ . Як органічне добриво заорювали побічну продукцію культур сівозміни, де впродовж 2009–2013 рр. надходило в середньому 5,17–5,50 т/га і 2014–2017 рр. – 6,17–7,21 т/га.

Розрахунок маси поверхневих і корневих решток культур ланки сівозміни проводили за рівняннями регресії [1]; вміст елементів у основній та побічній продукції визначали: азот – методом К'ельдаля за ДСТУ ISO 5983:1997, фосфор – спектрометричним методом ДСТУ ISO 6491:1998 та калій – з використанням полуменевої-емісійної спектрометрії ДСТУ ISO 7485:2000; вміст у ґрунті азоту лужногідролізованого – за методом Корнфілда (ЦНАО, 1985), вміст фосфору і калію – за Кірсановим

Таблиця 2 – Схема тривалого стаціонарного дослідження

Система основного обробітку ґрунту	Культура сівозміни та система удобрення			
	соя N <sub>30</sub> P <sub>50</sub> K <sub>60</sub> + п. п.	пшениця озима, N <sub>80</sub> P <sub>60</sub> K <sub>80</sub> + п. п.	кукурудза на зерно, N <sub>100</sub> P <sub>80</sub> K <sub>80</sub> + п. п.	ячмінь ярий, N <sub>50</sub> P <sub>40</sub> K <sub>50</sub> + п. п.
Різноглибинна полицева (контроль)	оранка на 22–24 см	оранка на 16–18 см	оранка на 28–30 см	мілка оранка на 10–12 см
Різноглибинна плоскорізна	плоскорізне розпушування на 22–24 см	плоскорізне розпушування на 16–18 см	плоскорізне розпушування на 28–30 см	плоскорізне розпушування на 10–12 см
Диференційована	оранка на 22–24 см	дисковий обробіток на 10–12 см	чизельне розпушування на 43–45 см	дисковий обробіток на 10–12 см
Одноглибинна дискова	дисковий обробіток на 10–12 см	дисковий обробіток на 10–12 см	дисковий обробіток на 10–12 см	дисковий обробіток на 10–12 см

**Примітка:** оранку та мілку оранку проводили лемішним плугом ПЛН–3-35; плоскорізне розпушування – ПЩН–2,5 дискування – БДВ–2,6; чизельне розпушування – плугом чизельним ПЧ–2,5; п.п. – побічна продукція.

згідно з ДСТУ 4405:2005. Облік урожаю проводили згідно з «Методикою державного сортовипробування сільськогосподарських культур» (2001). Математико-статистичний аналіз експериментальних даних проводили методом дисперсійного аналізу за Б.О. Доспеховим з використанням програми Excel 2010. Розмір ділянки варіанта – 200 м<sup>2</sup>, розмір облікової ділянки – 120 м<sup>2</sup>, повторність дослідження триразова. Розміщення варіантів у дослідженні послідовне.

**Результати дослідження та їх обговорення.** Встановлено, що за ротацію п'ятипільної зернової сівозміни з насиченням на 40 % зерновими бобовими та 60 % зерновими в ґрунт за різноглибинної полицевої системи обробітку надходило 8,80 т на 1 га біомаси, що на 18,8 % менш як біомаса, сформована в 4-пільній зерновій сівозміні. За різноглибинної плоскорізної та одноглибинної дискової системи надходження біомаси було на 3–4,3 та 6–10,3 % менш як за полицевої. Частка біомаси, яка надходила в ґрунт, була найбільшою після кукурудзи – 35,4–37,1 %. Менший обсяг побічної продукції надходив із зерновими колосовими I групи, після яких залишалося відповідно 5,39–5,70 т/га, що в середньому становило 42 % від обсягу біомаси у сівозміні. Внесок бобових культур становив 3,02 т, або 11 % від загальної маси. Слід зауважити, що за диференційованої системи обробітку в ґрунт надходило найбільше органічної маси як за 5-ти, так і 4-пільної сівозміни – 8,94–11,3 т/га, тимчасом за одноглибинної дискової її було на 0,68–1,53 т/га, або 7,5–13,5 % менше. Листо-стеблова маса кукурудзи становила 48 %, пшениці – 24, ячменю – 17, а сої – 11 % від загального обсягу, сформованого за сівозміну (табл. 3).

Інтенсивність регулювання поживного режиму ґрунту переважно відбувається в разі застосування мінеральних добрив, а також завдяки залученню в систему удобрення біомаси культур як органічного добрива [14, 16]. Надходження елементів з біомасою культур буде досить різним і залежатиме саме від вмісту елементів у біомасі – процес мінералізації, кількість і просторовий розподіл в ґрунті – заорювання чи перемішування у верхньому 0–10 см шарі, що відбувається за дискування, а також від об'єму, що надходить у ґрунт.

Надходження азоту за ротацію 5-пільної сівозміни (2009–2013 рр.) з біомасою культур становило, в середньому 45,1 кг/га, що на 10,3 кг менш як за ротацію 4-пільної сівозміни. Сформована урожайність основної продукції істотно впливала саме на об'єм нетоварної частини. Винос зерном культур становив 105 кг/га азоту, а біомасою поверталось, в середньому 55,4 кг/га д.р. азоту, що становить приблизно 45–47 %. Повернення фосфору з побічною продукцією за ротацію 5-ти та 4-пільної сівозміни становило 12–16,7 та 19,5–22,0 кг/га відповідно, що становило 35–40 % від загального його виносу врожаєм. Повернення калію є в разі більшим завдяки залученню листо-стеблової маси кукурудзи, з якою в ґрунт надходить у середньому 22,6–43,2 кг/га, а за ротації сівозмін – 17,2–18,0 кг/га сівозмінної площі (табл. 4).

Залучення побічної продукції зернових колосових, зернобобових, соняшнику та кукурудзи може бути альтернативним джерелом органічних добрив та доповнювати мінеральну систему удобрення [2, 8]. Для якісного процесу мінералізації біомаси слід враховувати спів-

Таблиця 3 – Вплив системи обробітку ґрунту і насичення культурами сівозміни на колообіг біомаси, т/га

Система основного обробітку	Культура	Надходження маси рослинних решток					
		2009–2013 рр.			2014–2017 рр.		
		п.п.	к.р.	всього	п. п.	к. р.	всього
Різноглибинна полицева на 10–30 см (контроль)	горох	4,39	1,96	6,34	–		
	пшениця озима	6,80	4,66	11,46	6,86	3,69	10,6
	кукурудза зерно	10,08	5,48	15,56	12,9	6,95	19,8
	ячмінь ярий	4,39	2,86	7,25	4,88	3,07	7,96
	соя	1,86	1,55	3,40	3,07	1,97	5,04
	на 1 га сівозміни	5,50	3,30	8,80	6,92	3,92	10,85
Різноглибинна плоскорізна на 10–30 см	горох	4,22	1,92	6,13	–		
	пшениця озима	6,50	4,50	11,01	6,27	3,37	9,6
	кукурудза зерно	10,18	5,53	15,71	12,4	6,69	19,0
	ячмінь ярий	4,08	2,72	6,81	4,79	3,04	7,83
	соя	1,70	1,49	3,18	3,03	1,96	4,99
	на 1 га сівозміни	5,34	3,23	8,57	6,61	3,76	10,38
	± до контролю, т/га	-0,17	-0,07	-0,24	-0,31	-0,16	-0,47
Диференційована на 10–45 см	горох	4,39	1,96	6,35	–		
	пшениця озима	6,67	4,59	11,25	7,15	3,85	11,0
	кукурудза зерно	10,75	5,53	16,28	13,2	7,08	20,2
	ячмінь ярий	4,37	2,85	7,22	5,28	3,25	8,53
	соя	1,99	1,59	3,58	3,25	2,04	5,29
	на 1 га сівозміни	5,63	3,30	8,94	7,21	4,05	11,27
	± до контролю, т/га	0,13	0,00	0,13	0,29	0,13	0,42
Одноглибинна дискова на 10–12 см	горох	3,94	1,85	5,78	–		
	пшениця озима	6,36	4,04	10,40	5,94	3,20	9,14
	кукурудза зерно	9,93	5,40	15,33	11,67	6,36	18,0
	ячмінь ярий	3,93	2,66	6,59	4,39	2,86	7,25
	соя	1,70	1,49	3,19	2,68	1,84	4,52
	на 1 га сівозміни	5,17	3,09	8,26	6,17	3,56	9,73
	± до контролю, т/га	-0,33	-0,21	-0,54	-0,75	-0,36	-1,11

Примітка: \*п.п. – побічна продукція, к.р. – кореневі рештки.

Таблиця 4 – Надходження елементів живлення з біомасою культур, кг/га

Рік	Культура	Надходження елементів живлення, кг/га								
		з побічною продукцією			з кореневими рештками			разом		
		N	P	K	N	P	K	N	P	K
2009–2013 рр.	горох	61,5	18	21,9	51,5	10,4	7,1	113	28	29
	пшениця озима	33,3	13	43,3	77,7	19,7	24,7	111	33	68
	кукурудза	80,6	32	177	64,4	17,7	22,6	145	50	200
	ячмінь ярий	26,2	13	54,6	66,8	13,9	17,4	93	27	72
	соя	23,9	7,2	9,96	54,1	14,8	14,0	78	22	24
	∑ за ротацию кг/га*	226	83	307	314	76,6	85,8	540	160	393
2014–2017 рр.	пшениця озима	35,8	14,3	46,5	68,8	15,5	17,0	105	29,8	63,5
	кукурудза	115	46	253	111	22,3	34,2	226	68,2	287
	ячмінь ярий	31,7	15,8	66,0	47,2	13,0	14,3	78,9	28,9	80,3
	соя	39,0	11,7	16,3	45,3	9,4	6,5	84,3	21,1	22,8
	∑ за ротацию	221	87,9	382	273	60,2	72,0	494	148	454
	кг/га*	55,4	22,0	95,4	68,1	15,0	18,0	124	37,0	113

Примітка: \*кг/га д.р. NPK на 1 га сівозмінної площі.

відношення C:N, ґрунтово-кліматичні умови зони вирощування, запаси азоту в ґрунті, який буде використано на процес мінералізації біомаси. Для прискореного розкладання поживних решток і зростання доступності поживних елементів у ґрунті, за вирощування кукурудзи (досить великі об'єми біомаси на поверхні) з метою зниження токсикації сходів мікотоксинами, які виділяють патогени, досить часто застосовують целюлозоруйнівні мікроорганізми (деструктори) [2, 15]. Окрім регулювання системи удобрення, залучення біомаси культур є ефективним заходом щодо зниження рівня щільності та твердості, особливо на безструктурних здатних до запливання ґрунтах [13].

Аналіз поживного режиму ґрунту проводили за вмістом поживних елементів у ґрунті на початку ротації після збирання пшениці в 2013 р., попередник – горох (2012 р.), щорічно в динаміці впродовж вегетації культур в полі, та в кінці ротації в 2017 р. у фазу повної стиглості ячменю, де попередником є кукурудза на зерно (2016 р.). Азот має важливе значення в будь-якому живому організмі, зокрема в рослинах. У ґрунті він є одним із основних макроелементів, необхідних для росту і розвитку культур. Вміст мінерального азоту в ґрунті є дуже динамічним і змінюється за вегетаційний період, через активність біологічних процесів та використання азоту рослинами впродовж вегетації на формування біомаси та урожайності загалом. Саме від його доступності залежить продуктивність культури та якість отриманої основної продукції.

Встановлено особливості диференціації профілю 0–40 см шару ґрунту залежно від принципу дії робочих органів ґрунтообробної техніки, які формують шар ґрунту з локалізацією основної маси мінеральних добрив і побічної продукції культур сівозміни. За безпліцевих обробітків прослідковувалось зростання вмісту азоту в шарі ґрунту 0–10 см, особливо у стартовий період вегетації рослин за достатнього рівня вологи, в середньому вміст на 6–14 % був вищими, ніж за оранки. У шарі ґрунту 20–40 см вміст азоту за пліцевої системи обробітку навпаки був вищим, ніж за плоскорізного обробітку, на 14 %, диференційованої – на 8,2 та одноглибинної дискової – на 19,1 %. Запаси азоту, що легко гідролізується, в шарі ґрунту 0–40 см за різноглибинної пліцевої і диференційованої систем обробітку були на одному рівні. Зниження загального вмісту азоту прослідковувалось за плоскорізної та дискової систем в середньому на 9,8 % (рис. 1).

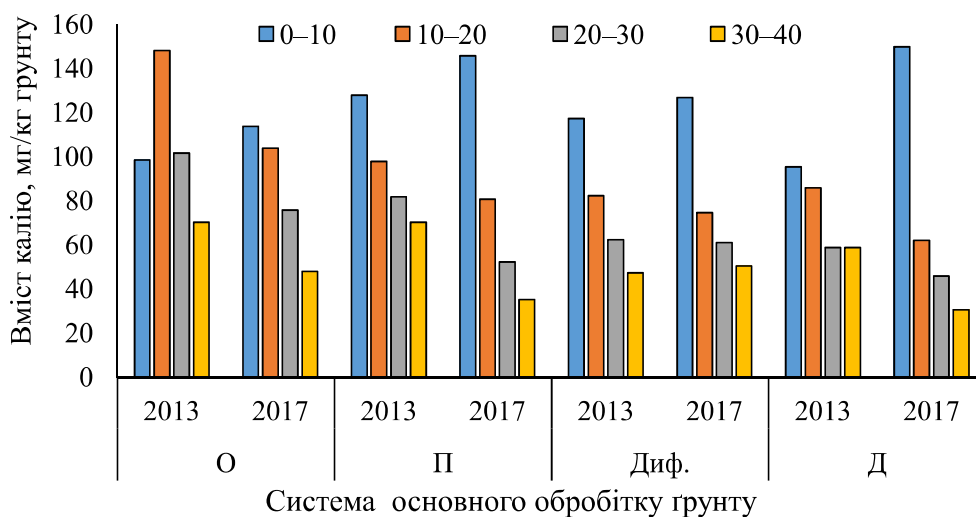
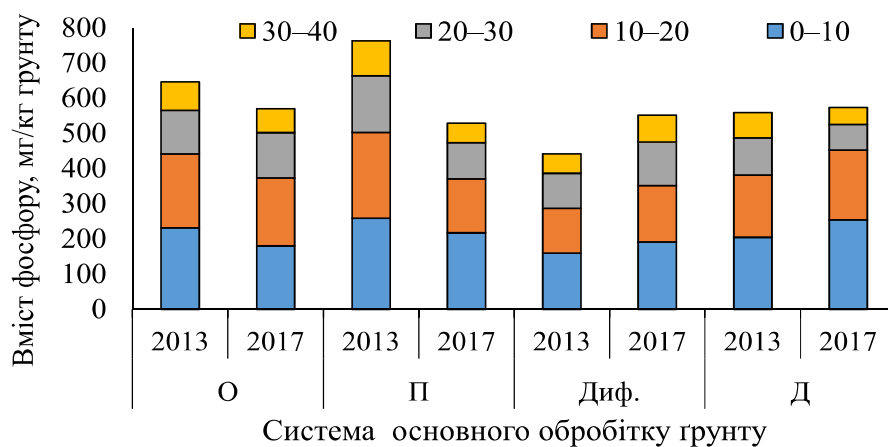
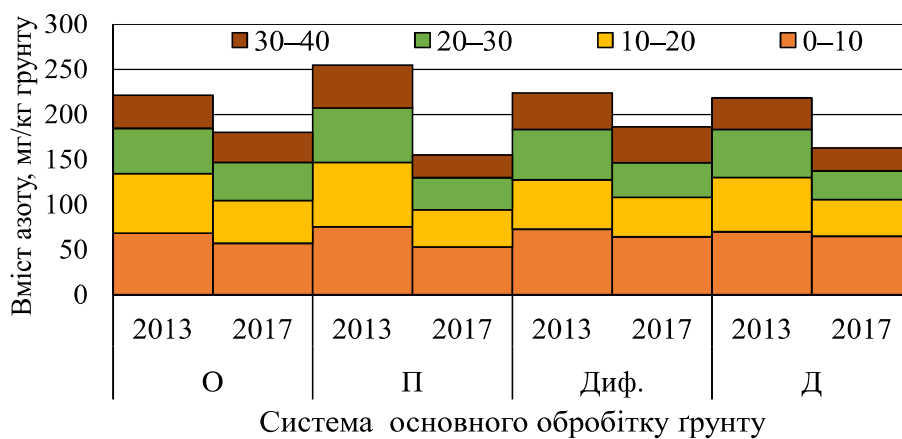
Така сама тенденція прослідковувалась і за вмістом фосфору і калію, де у 0–10 см шарі за

одноглибинної дискової він був вищим на 40,8 і 32 % та різноглибинної плоскорізної – на 20,4 і 28,1 % відповідно. Зростання вмісту фосфору та калію за оранки відбувалось саме в нижньому 10–30 см шарі, це є пряма дія принципу роботи пліци – загортання основної маси мінеральних добрив і побічної продукції в нижній шар ґрунту.

Формування поживного режиму сірого лісового ґрунту переважно залежало від системи удобрення культур, дози діючої речовини, яку застосовували під культуру – прямої дії в період вегетації і післядії – щорічне заробляння в ґрунт побічної продукції попередника, мінералізація біомаси в 1-й рік та наступні на 2–3 роки, а також післядії на 2-й та меншою мірою на 3-й рік мінеральних фосфорних добрив. Відомо, що в 1–3-й роки дія фосфорних добрив становить 30, 13, 6 %, калійних – 55 та 13 % відповідно [8, 20]. Період розкладання біомаси культур залежав від вмісту елементів живлення у побічній продукції, співвідношення C:N, гідротермічних умов, активності ґрунтових мікроорганізмів, та принципу її загортання в ґрунт. Зокрема, за безпліцевих обробітків на 60–70 % біомаса локалізувалась в верхньому 0–10 см шарі, і листо-стеблова маса кукурудзи візуально прослідковувалась в полі ячменю в перший рік, і меншою мірою на другий рік в полі сої, тому повний цикл мінералізації може тривати впродовж 1–3-х років. Водночас проведення оранки на глибину 28–30 см під кукурудзу забезпечило локалізацію біомаси попередника в шарі 20–30 см, руйнування і ферментативне розкладання біомаси (твердих целюлозних відходів) відбувалось значно швидше, ніж за одноглибинної дискової та різноглибинної плоскорізної систем обробітку ґрунту, де основний об'єм біомаси культур локалізувався у верхньому 0–10 см шарі.

У полі ячменю, де вивчали різні системи удобрення: без добрив (контроль), заорювання побічної продукції культур сівозміни – листо-стеблова маса кукурудзи під ячмінь та комплексне удобрення –  $N_{50}P_{60}K_{50}$  + побічна продукція (рис. 2) встановлено істотний вплив не лише системи удобрення, а й системи основного обробітку ґрунту. Так, за диференційованої системи ріст, розвиток та продуктивність ячменю була істотно вищою, ніж за різноглибинної пліцевої на 10–30 см.

Особливістю диференційованої системи основного обробітку є те, що залежно від фізіологічних особливостей та вимог культур (локалізація основної кореневої маси) забезпечення елементами живлення відбувається завдяки принципу дії робочих органів. Проведення під



**Примітка:** О – різноглибинна оранка, 10–30 см, П – плоскорізне розпушування, 10–30 см, Диф. – диференційована система обробітку, 10–45 см, Д – одноглибине дискування, 10–12 см.

Рис. 1. Диференціація 0–40 см шару ґрунту за вмістом елементів живлення залежно від системи основного обробітку, мг/кг.

попередник глибокого чизельного обробітку на 43–45 см забезпечує руйнування плужної підшви, накопичення вологи в осінньо-зимовий період, а також оптимізує агрофізичні властивості ґрунту, знижуючи його щільність складення та твердість.

Отримання розгорнутої наукової інформації можливо за проведення розширеного агрохімічного аналізу ґрунту та рослинного матеріалу. Особливо цінним є порівняльний аналіз у стаціонарних довготривалих дослідках, які є класичними за своїм значенням. Маючи на меті встановлення особливостей зміни показників, що характеризують родючість ґрунту, фізико-хімічні властивості, стан та особливості мікробіологічних процесів, інтенсивність навантаження на ґрунт за різних систем удобрення та хімічного захисту, науково-дослідним установам рекомендується розширити проведення додаткових поглиблених досліджень, де буде охоплено ці питання і встановлено оптимальне поєднання регульованих чинників у системі «ґрунт–рослина–продуктивність».

**Висновки.** Надходження азоту за ротацію 5-пільної сівозміни (2009–2013 рр.) з біомасою культур становило в середньому 45,1 кг/га, що на 10,3 кг менш як за ротацію 4-пільної сівозміни. Сформована урожайність основної продукції істотно впливала саме на об'єм нетоварної частини, із зростанням основної прямо пропорційно відбувалось і зростання побічної продукції. Винос азоту зерном культур становив 105 кг/га, а з біомасою поверталось в середньому 55,4 кг/га д.р. азоту за повного циклу мінералізації, що відповідає приблизно 45–47 % від частки витрат. Загалом повернення фосфору з побічною продукцією за ротацію 5-пільної сівозміни надходило в середньому 12–16,7 кг/га та 4-пільної – 19,5–22,0 кг/га, що становило 35–40 % від загального його виносу врожаєм. Щодо особливостей формування калійного режиму, то слід зазначити, що його повернення в ґрунт є в рази більшим, ніж винос основною продукцією, завдяки залученню листо-стеблової маси кукурудзи, з якою в ґрунт надходить в середньому 177–253 кг/га, а за ротації – 61,4–95,4 кг/га сівозмінної площі.

За безпліцевих обробітків прослідковувалось зростання вмісту азоту в шарі ґрунту 0–10 см, особливо у стартовий період вегетації рослин за достатнього рівня вологи, де вміст в середньому на 6–14 % був вищим, ніж за оранки. У шарі ґрунту 20–40 см вміст азоту за пліцевої системи обробітку навпаки був вищим, ніж за плоскорізного обробітку, на 14 %, диференційованої – на 8,2 % та одноглибинної дискової – на 19,1 %. Зростання вмісту фосфо-

ру і калію відбувалось саме у 0–10 см шарі, за одноглибинної дискової він був вищим на 40,8 і 32 % та різноглибинної плоскорізної – на 20,4 і 28,1 % відповідно. Зростання вмісту фосфору та калію за оранки відбувалось в нижньому 10–30 см шарі, це є пряма дія принципу роботи пліци – загортання основної маси мінеральних добрив і побічної продукції в нижній шар ґрунту.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Балюк С.А. Розрахунок балансу гумусу і поживних речовин у землеробстві України на різних рівнях управління. ННЦ Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О.Н. Соколовського. Харків: КП Миська друкарня, 2011. 30 с.
2. Борис Н. Поживний режим ґрунту за використання біомаси культур. Пропозиція. (291). 12/19. С. 72–74.
3. Гамалей В.І., Драган М.І., Шкарівська Л.І. Родючість сірого лісового ґрунту за різних умов використання. Вісник аграрної науки. 2010. № 7. С. 10–15.
4. Гангур В.В. Царица полей в монокультурі: продуктивність кукурудзи на зерно при бессменном выращивании и в севообороте. Зерно. 2009. № 6. С. 27–29.
5. Гордієнко В.П., Бодня В.І. Вплив тривалого застосування різних систем удобрення й обробітку ґрунту в сівозмінах на урожайність ярого ячменю. Наукові праці Полтавської державної аграрної академії. Полтава. 2005. Вип. 4 (23). С. 94–100.
6. Демиденко О.В., Блащук М.І., Шаповал І.С. Кругообіг органічного вуглецю в агроценозах різноротаційних сівозмін лівобережного Лісостепу. Посібник Українського хлібороба. Мін. АПК. Інститут рослинництва ім. Юр'єва. 2016. С. 179–182.
7. Державна служба статистики України. Обсяг виробництва, урожайність та зібрана площа сільськогосподарських культур за їх видами на 01 листопада 2019 року. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>
8. Дегодюк Е.Г. Застосування побічної продукції рослинництва і сидератів у відновлювальному землеробстві України. Київ: Аграрна наука, 2014. 60 с.
9. Камінський В.Ф., Гангур В.В. Винос поживних речовин сільськогосподарськими культурами різноротаційних сівозмін лівобережного Лісостепу: зб. наук. праць Національного наукового центру «Інститут землеробства НААН». 2018. Вип. 3. С. 3–10.
10. Лебідь Є.М., Коваленко В.Ю., Чабан В.І. Використання побічної продукції попередника під кукурудзу. Бюл. ін-т зернового господарства степової зони НААН України. Дніпропетровськ, 2003. № 20. С. 9–11.
11. Prediction humus level of black soils of forest-steppe Ukraine depending on the application of crop rotation, fertilization and tillage / Boyko P. et al. International Journal of Ecosystems and Ecology Science (IJEES). 2019. Vol. 9 (1). P. 155–162. DOI: <https://doi.org/10.31407/ije9118>
12. Літвінов Д.В., Борис Н.С. Рециркуляція органічної речовини та біогенних елементів у різноротаційних сівозмінах. Землеробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник. Київ: ПВ Едельвейс, 2018. Вип. 1 (94). С. 4–19.
13. Малиєнко А.М., Борис Н.С. Влияние способов основной обработки и побочной продукции предшественника на плотность сложения почвы в севообороте:

збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. Умань: УНУС, 2016. Вип. 89. Ч. 1: Сільськогосподарська науки. С. 113–125. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/zhpumus\\_2016\\_89\(1\)\\_17](http://nbuv.gov.ua/UJRN/zhpumus_2016_89(1)_17).

14. Малієнко А.М., Тараріко Н.М., Зведенюк Т.Б., Любомський В.С. Динаміка родючості чорнозему звичайного в беззмінному посіві кукурудзи і в короткоротаційній сівозміні. Землеробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник. Випуск 1 (90). Київ, 2016. С. 32–36.

15. Мишустин Е.Н. Пути улучшения азотного баланса пахотных почв СССР и выполнение продовольственной программы. Изд-во АН СССР сер. биол. 1983. № 3. 325 с.

16. Ятчук В.Я., Гаврилов С.О., Красюк Л.М., Зведенюк Т.Б. Рециркуляція елементів живлення за використання на добриво побічної продукції рослинництва та різних способів основного обробітку ґрунту. Біологічні системи: науковий журнал. 2012. Т. 4. Вип. 3. С. 356–359.

17. Христенко А.А. К вопросу о плодородии черноземных почв. Агрохимия і ґрунтознавство. 2010. Спеціальний випуск. Книга 3. С. 292–294.

18. Ткаченко М., Борис Н. Залежність структури посівних площ в Україні за зростаючого попиту на сільськогосподарську продукцію та зміни клімату. Пропозиція. (288). 9/19. С. 34–38.

19. Assessment of soil nutrient balance. Approaches and Methodologies / R.N. Roy et al. FAO 2003. URL: <http://www.fao.org/3/y5066e/y5066e00.htm#Contents>.

20. Basal organic phosphorus mineralization in soils under different farming systems / F. Oehl et al. Soil. Biochem. 2004. Vol. 36. P. 667–675.

21. Ukraine Corn: Harvest Reports Cite Record Production. Foreign Agricultural Service. USDA 4 December 2018. Office of Global Analysis. URL: <https://ipad.fas.usda.gov/>

## REFERENCES

1. Baliuk, S.A. (2011). Rozrahunok balansu gumusu i pozhyvnyh rehovyn u zemlerobstvi Ukraïny na riznyh rivnjah upravlinnja [Calculation of the balance of humus and nutrients in agriculture of Ukraine at different levels of government]. NNC Instytut g'runtoznavstva ta agrohimiï im. O.N. Sokolov'skogo [NSC Institute of Soil Science and Agrochemistry O.N. Sokolovsky]. Kharkiv, KP City printing house, 30 p.

2. Borys, N. (2019). Pozhivnij rezhim rruntu za vikoristannja biomasi kul'tur [Soil nutrient regime using crops biomass]. Propozicija [Sentence], no. (291), 12, pp. 72–74.

3. Gamaljej, V.I., Dragan, M.I., Shkarivs'ka, L.I. (2010). Rodjuchist' sirogo lisovogo g'runtu za riznyh umov vykorystannja [Fertility of gray forest soil under different conditions of use]. Visnyk agrarnoi' nauky [Bulletin of Agricultural Science], no. 7, pp. 10–15.

4. Hanhur, V.V. (2009). Caryca polej v monokul'ture: produktyvnost' kukuruzy na zerno pry bessmennom vurashhyvanju v sevooborote [The queen of fields in monoculture: the productivity of corn for grain during continuous cultivation and crop rotation]. Zerno [Grain], no. 6, pp. 27–29.

5. Gordijenko, V.P., Bodnja, V.I. (2005). Vplyv tryvalo go zastosuvannja riznyh system udobrennja j obrobittu g'runtu v sivozminah na urozhajnist' jarogo jachmenju [Influence of long-term application of different systems of fertilizer and

tillage in crop rotations on spring barley yield]. Naukovi praci Poltav's'koi' derzhavnoi' agrarnoi' akademii' [Scientific works of Poltava State Agrarian Academy]. Poltava, Issue 4 (23), pp. 94–100.

6. Demydenko, O.V., Blashhuk, M.I., Shapoval, I.S. (2016). Krugoobig organichnogo vuglecju v agrocenozah riznorotacijnyh sivozmin livoberezhnogo Lisostepu [The cycle of organic carbon in the agrocenoses of rotational crop rotations of the left-bank Forest-Steppe]. Posibnyk Ukraïns'kogo hliboroba [Handbook of Ukrainian farmers]. Ministry of AIC. Institute of Plant Breeding named after Yuryeva, pp. 179–182.

7. Derzhavna sluzhba statystyky Ukraïny [State Statistics Service of Ukraine]. Obsjag vyrobnyctva, urozhajnist' ta zibrana ploshha sil's'kogospodars'kyh kul'tur za i'h vydamy na 01 lystopada 2019 roku [Production volume, yield and harvested area of crops by their types on November 1, 2019]. Available at: <http://www.ukrstat.gov.ua/>

8. Degodjuk, E.G. (2014). Zastosuvannja pobichnoi' produkciï roslynnyctva i syderativ u vidnovljuval'nomu zemlerobstvi Ukraïny [Application of crop by-products and greens in regenerative agriculture of Ukraine]. Kyiv, Agrarian Science, 60 p.

9. Kamins'kyj, V.F., Gangur, V.V. (2018). Vynos pozhyvnyh rehovyn sil's'kogospodars'kymy kul'turamy riznorotacijnyh sivozmin livoberezhnogo Lisostepu: zb. nauk. prac' Nacional'nogo naukovogo centru «Instytut zemlerobstva NAAN» [Removal of nutrients by agricultural crops of rotational crop rotations of the left-bank Forest-Steppe: coll. Science. Proceedings of the National Research Center "Institute of Agriculture NAAS"]. Issue 3, pp. 3–10.

10. Lebid', Je.M., Kovalenko, V.Ju., Chaban, V.I. (2003). Vykorystannja pobichnoi' produkciï poperednyka pid kukurudzu [The use of by-products of the predecessor for corn]. Bjul. in-t zernovogo gospodarstva stepovoi' zony NAAN Ukraïny [Bull. Institute of Grain Management of the Steppe Zone of NAAS of Ukraine]. Dnipropetrovsk, no. 20, pp. 9–11.

11. Boyko, P., Litvinov, D., Demidenko, O., Blashchuk, M., Rasevich, V. (2019). Prediction humus level of black soils of forest-steppe Ukraine depending on the application of crop rotation, fertilization and tillage International Journal of Ecosystems and Ecology Science (IJEES). Vol. 9 (1), P. 155–162. Available at: <https://doi.org/10.31407/ijeec9118>

12. Litvinov, D.V., Borys, N.Je. (2018). Recyrkuljacija organichnoi' rehovyny ta biogennyh elementiv u riznorotacijnyh sivozminah [Recycling of organic matter and nutrients in rotational crop rotations]. Vidomchij tematychnyj zbirnyk naukovyj zbirnyk «Zemlerobstvo» [Interdepartmental thematic collection scientific collection "Agriculture"]. Kyiv, PV Edelweiss, no. 1 (94), pp. 4–19.

13. Malijenko, A.M., Borys, N.Je. (2016). Vlijanie sposobov osnovnoj obrabotki i pobochnoj produkciï predshestvennika na plotnost' slozhenija pochvy v sevooborote: zbirnyk naukovih prac' Umans'kogo nacional'nogo universitetu sadivnictva [Influence of the main processing methods and by-products of the predecessor on the density of the soil in the crop rotation: collection of Science Practitioners of the Uman National University of Gardens]. Uman, UNUS, Vol. 89, Part 1, Agricultural sciences, pp. 113–125. Available at: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/zhpumus\\_2016\\_89\(1\)\\_17](http://nbuv.gov.ua/UJRN/zhpumus_2016_89(1)_17).

14. Malijenko, A.M., Tarariko, N.M., Zvedenjuk, T.B., Ljubomskij, V.S. (2016). Dynamika rodjuchosti chornozemu zvyčajnogo v bezzminnomu posivi kukurudzy i v korotkorotacijnij sivozmini [Dynamics of fertility of common chernozem in uninterrupted sowing of corn and in short-rotation crop rotation]. Mizhvidomchij tematychnyj naukovyj zbirnyk «Zemlerobstvo» [Interdepartmental thematic scientific collection «Agriculture»]. Kyiv, Issue 1 (90), pp. 32–36.

15. Myshustyn, E.N. (1983). Puty uluchshenyja azotnogo balansu pahotnyh pochv SSSR u vypolnenje provodol'stvennoj programmy [Ways to improve the nitrogen balance of arable soils of the USSR and the implementation of the food program]. Publishing house ANSSR ser. Biol., no. 3, 325 p.

16. Jatchuk, V.Ja., Gavrilov, S.O., Krasjuk, L.M., Zvedenjuk, T.B. (2012). Recirkuljacija elementiv zhivlennja za vikoristannja na dobrovo pobichnoj produkcii roslinnictva ta riznih sposobiv osnovnogo obrobittu gruntu [Recycling of nutrients for the use of crop by-products and various methods of basic tillage]. Naukovyj zhurnal «Biologichni sistemi» [Scientific Journal "Biological Systems"]. Vol. 4, Issue 3, pp. 356–359.

17. Hrystenko, A.A. (2010). K voprosu o plodorodny chernozemnyh pochv [On the fertility of chernozem soils]. Agrohimiya i g'runtovnavstvo [Agrochemistry and Soil Science]. Special issue, Book 3, pp. 292–294.

18. Tkachenko, M., Borys, N. (2019). Zalezhnist' strukturi posivnih ploshh v Ukraini za zrostajuchogo popitu na sil'skogospodars'ku produkciju ta zmini klimatu [Dependence of the structure of sown areas in Ukraine with the growing demand for agricultural products and climate change]. Propozycja [Sentence], no. (288), 9, pp. 34–38.

19. Roy, R.N., Misra, R.V., Lesschen, J.P., Smaling, E.M. Assessment of soil nutrient balance. Approaches and Methodologies. FAO 2003. Available at: <http://www.fao.org/3/y5066e/y5066e00.htm#Contents>

20. Oehl, F., Frossard, E., Fliessbach, A. (2004). Basal organic phosphorus mineralization in soils under different farming systems. Soil. Biochem. Vol. 36, pp. 667–675.

21. Ukraine Corn: Harvest Reports Cite Record Production. Foreign Agricultural Service. USDA 4 December 2018. Office of Global Analysis. Available at: <https://ipad.fas.usda.gov/>

#### Питательный режим серой лесной почвы в зависимости от антропогенной нагрузки

**Борис Н.Е., Красюк Л.М.**

Целью работы было установление особенностей формирования питательного режима серой лесной почвы при различных системах основной обработки, удобрения и заделки побочной продукции культур в короткоротационном 4-польном зерновом севообороте – пшеница озимая–кукуруза на зерно–ячмень–соя. Оценивание количественного поступления биомассы, участие в формировании питательного режима серой лесной почвы, особенности дифференциации 0–40 см слоя почвы в зависимости от распределения биогенных элементов при различных системах обработки.

Исследования проводили в длительном стационарном опыте отдела обработки почвы и борьбы с сорняками ННЦ «Институт земледелия НААН». Сравнительный

анализ агрохимических показателей серой лесной почвы, особенности формирования питательного режима в течение вегетации культур в слое 0–40 см почвы проводили в течение ротации 4-польного короткоротационного зернового севооборота. Система удобрения состояла из внесения минеральных удобрений  $N_{65}P_{58}K_{68}$  кг д.в. на 1 га площади севооборота. В качестве органического удобрения привлекали побочную продукцию культур севооборота, где в течение 2009–2013 гг. привлекалось побочной продукции в качестве удобрения в среднем 5,17–5,50 т/га и 2014–2017 гг. – 6,65–7,76 т/га севооборота.

Сложившаяся урожайность основной продукции существенно влияла именно на объем нетоварной части, с ростом основной продукции прямо пропорционально происходил и рост побочной продукции. Вынос азота составлял в среднем 105 кг/га, а с биомассой возвращалось в среднем 55,4 кг/га д.в. азота при полном цикле минерализации, что соответствует 45–47 % от доли расходов. В общем возвращение фосфора с побочной продукцией за ротацию 5-польного севооборота поступало в среднем 12,0–16,7 кг/га и 4 – 19,5–22,0 кг/га, что составляло 35–40 % от общего его выноса урожаем. В почву поступало в разы больше калия с биомассой культур, чем часть расходов основной продукцией, благодаря привлечению лист-стеблевой массы кукурузы, с которой в почву поступает в среднем 177–253 кг/га, а за ротации – 61,4–95,4 кг/га площади севооборота.

**Ключевые слова:** серая лесная почва, питательный режим почвы, рециркуляция биогенных элементов, основная и побочная продукция культур.

#### Nutritional regime of gray forest soil at different anthropogenic loads

**Borys N., Krasjuk L.**

The aim of the research is to establish the peculiarities of the formation of the nutrient regime of gray forest soil with different systems of basic cultivation, fertilization and sealing of by-products of crops in short-rotation 4-field grain crop rotation – winter wheat–corn for grain–barley–soybean. Evaluate the quantitative inflow of biomass, participation in the formation of the nutrient regime of gray forest soil, especially the differentiation of 0–40 cm of soil layer depending on the distribution of nutrients in different tillage soil systems.

The studies were carried out in a long-term stationary experiment of the department of soil cultivation and weed control of the NSC «Institute of Agriculture of the NAAS», founded in 1969. The fertilization system consisted of the application of mineral fertilizers  $N_{65}P_{58}K_{68}$  kg acting things per 1 ha of crop rotation area. As an organic fertilizer, we used by-products of crop rotation, where during 2009–2013 received an average of 5,17–5,50 t/ha, and 2014–2017 – 6,65–7,76 t/ha of crop rotation.

The existing yield of the main product significantly influenced the volume of the non-commodity part, with the growth of the main product, the growth of by-products also took place in direct proportion. Nitrogen removal averaged 105 kg/ha, and with biomass it returned on average 55,4 kg/ha, nitrogen with a full mineralization cycle, in general, this corresponds to 45–47 % of the share of costs. In general, the return of phosphorus from by-products for the rotation of 5 received an average of 12,0–16,7 kg/ha and 4-field crop

rotation 19,5–22,0 kg/ha, which was 35–40 % of the total removal harvest. The soil received many times more potassium from the biomass of agricultural crops than part of the cost of the main product, due to the attraction of the maize leaf mass,

from which an average of 177–253 kg/ha enters the soil, and for crop rotation – 61,4–95,4 kg/ha per hectare of sown area.

**Key words:** gray forest soil, soil nutrient regime, recycling of nutrients, main and by-products of crops.



Copyright: Борис Н.Є., Красюк Л.М. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



Борис Н.Є.

ID: <https://orcid.org/0000-0002-9385-1263>

Красюк Л.М.

ID: <https://orcid.org/0000-0001-9871-8253>

УДК 664.8.032 : 634.23

## Оцінювання якості плодів вишні за попередньої обробки полісахаридними композиціями впродовж зберігання методом Харрінгтона

Василишина О.В. 

Уманський національний університет садівництва



Василишина О.В. Оцінювання якості плодів вишні за попередньої обробки полісахаридними композиціями впродовж зберігання методом Харрінгтона. Збірник наукових праць «Агробіологія», 2020. № 2. С. 27–35.

Vasylyshyna O.V. Ocinjuvannja jakosti plodiv vyshni za poperedn'oi' obrobky polisaharydnymy kompozycijamy vprodovzh zberigannja metodom Harringtona. Zbirnyk naukovykh prac' «Agrobiologija», 2020. № 2. pp. 27–35.

Рукопис отримано: 28.06.2020 р.  
Прийнято: 13.07.2020 р.  
Затверджено до друку: 24.11.2020 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2020-161-2-27-35

**Постановка проблеми.** Плоди вишні широко застосовують у харчовій промисловості та споживають у свіжому вигляді. Завдяки вдалому поєднанню цукрів: глюкози (48,73–81,57 мг/г), фруктози (30,99–60,26 мг/г), сахарози (11,67–50,37 мг/г) та кислот: яблучної (220,38–382,72 мг/г), янтарної (104,54–209,90 мг/г), винної (89,04–182,01 мг/г) і аскорбінової (4,60–17,49 мг/г) [1].

Вишні містять значну кількість антоціанів – 462,7–1049 мг/100 г свіжої маси: пеларгонідин-3,5-ді-О-глюкозид, мальвїдин-3-галакто-

Плоди вишні мають короткий сезон збирання та обмежений термін зберігання – лише декілька діб. Отже, необхідно розробити сучасні технології зберігання, які б дали змогу подовжити їх період споживання. Мета дослідження – визначення ефективності зберігання плодів вишні, попередньо оброблених полісахаридними композиціями, методом Харрінгтона. Для проведення досліджень плоди вишні сортів Альфа і Пам'ять Артеменка обприскували розчином саліцилової кислоти, розчином хітозану з саліциловою кислотою, висушували, знімали з дерев у споживчій стадії стиглості, кожного сорту та виду обробки, закладали в ящики № 5 на зберігання за температури  $1 \pm 0,5$  °C та відносної вологості повітря  $95 \pm 1$  %. У плодах впродовж зберігання визначали фізико-хімічні та органолептичні показники. Для узагальнення даних досліджень використовували функцію Харрінгтона.

За показником узагальненого відгуку плоди вишні сортів Альфа і Пам'ять Артеменка краще зберігаються за попередньої обробки розчином саліцилової кислоти з хітозаном ( $D=0,95$  і  $0,97$ ). Дещо їм поступалися плоди, оброблені розчином саліцилової кислоти, з показником узагальненого відгуку  $0,86$  і  $0,77$ .

Плоди вишні за попередньої обробки розчином саліцилової кислоти з хітозаном зберігають до 30 діб. Тимчасом необроблені (контроль) зберігали лише 15 діб ( $D=0,63$  і  $0,49$ ).

Оскільки показники узагальненого відгуку були вищими у плодів вишні сорту Альфа, порівнюючи із Пам'ять Артеменка, плоди вишні сорту Альфа можна вважати більш придатними для зберігання.

Отже, використання узагальненої функції бажаності Харрінгтона дало змогу об'єктивно оцінити плоди вишні на придатність до зберігання. Кращою для обробки плодів вишні перед зберіганням виявилась обробка розчином саліцилової кислоти з хітозаном.

**Ключові слова:** плоди вишні, метод Харрінгтона, саліцилова кислота, хітозан, зберігання.

зид, ціанідин-3,5-ді-О-глюкозид [2, 3, 7, 8]. Антоціани – природні пігменти, які зумовлюють привабливий колір вишні та проявляють лікувальні властивості, запобігають серцево-судинним захворюванням, спричиненим окислювальним стресом [4, 5]. Проціанідини мають важливе значення для профілактики ішемічної хвороби серця та мають протизапальні властивості [6, 7].

**Аналіз останніх досліджень.** Плоди вишні належать до неклімактеричних, термін їх збирання становить 4–5 тижнів. Короткий сезон

збирання плодів вишні супроводжується обмеженим терміном зберігання, оскільки зібрані плоди можна зберігати лише декілька діб [1, 2, 3]. Отже, необхідно розробити сучасні технології зберігання, які б дали змогу подовжити період споживання свіжих плодів.

На зберігання плодів вишні впливають такі чинники як стиглість, погодні умови, технології захисту та зберігання.

Післязбиральне застосування хімічних пестицидів наразі не допускається в Європейському Союзі, тому для подовження терміну споживання плодів використовують перед- і післязбиральну обробку речовинами антимікробної дії, полісахаридними композиціями та ін. [4].

Хітозан виявився ефективною речовиною для попередження псування плодів, зокрема вишні. Застосування різних сполук кальцію, наноемульсій та щавлевої кислоти запобігають псуванню та зміні хімічних показників плодів під час зберігання.

Плоди вишні за три доби до збору врожаю обробляли хітозаном ( $10 \text{ г л}^{-1}$ ), фенгексамідом, екстрактом кропиви, сосни і бензотіадіазолом. Зберігали за  $0,5 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$  упродовж двох тижнів, а потім упродовж семи діб за  $20 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$  [8].

Застосування 0,1, 0,5 та 1 % хітозану перед збором урожаю зменшило захворюваність сірої цвілі і коричневої гнилі.

Метилсаліцилат (1 мМ) було використано для обприскування вишневих дерев, для підвищення якості плодів після зберігання [8].

Плоди вишні, покриті фруктовою оболонкою *Semperfresh*, яка складається зі складних ефірів сахарози і жирних кислот, натрій-карбоксиметилцелюлози і монодігліцеридів жирних кислот, підвищили термін зберігання на 26 % за  $0 \text{ }^\circ\text{C}$  без відчутних втрат якості [9].

Проведені дослідження із обробки плодів вишні 1, 2 і 3 % розчином хітозану, альгінату, крохмалю, сої і сироваткового білка дали змогу подовжити термін зберігання вишні за кімнатної температури до 12 діб. Серед нанесених покриттів хітозановий, альгінатний і соєві розчини мали задовільні результати з мінімальною втратою ваги, підвищенням рН, зниженням титрованої кислотності, збільшенням розчинних сухих речовин і зниженням умісту аскорбінової кислоти плодів [10, 11].

Оскільки наразі досліджень із перед- і післязбиральної обробки плодів вишні обмаль, для подовження терміну їх зберігання необхідна розробка нових технологій, які успішно будуть застосовуватися в сільському господарстві [8].

Якість – це група характеристик, які повинні мати плоди, щоб повністю задовольни-

ти потреби продуктового ланцюга. Основними параметрами якості є розмір, твердість, колір, аромат та інші фізико-хімічні показники плодів [4].

Експериментальні товарознавчі дослідження зазвичай проводять з метою виявлення переваг одних споживчих властивостей товару над іншими для встановлення ефективних способів зберігання. Однак, аналізуючи різнопланові чинники й показники якості, важко встановити такі переваги саме для плодоовочевої продукції. Вирішення цього питання можливе за використання закону адитивності із застосуванням функції бажаності Харрінгтона, який полягає у тому, що всі визначені показники приводяться до єдиного безрозмірного, і уможливується отримання комплексної оцінки з урахуванням впливу всіх чинників [12].

В основі побудови функції є ідея перетворення натуральних значень окремих показників (відгуків) у безрозмірну шкалу бажаності або переваги. Для цього обрано властивості об'єкта досліджень; визначено базові відмітки шкали бажаності; розраховано одиничні функції бажаності; побудовано узагальнену функцію бажаності; розраховано узагальнений показник якості; проведено аналіз результатів [12].

Шкала бажаності належить до психофізичних шкал. Її призначення – установити відповідність між фізичними і психологічними параметрами. Вона має зручні властивості для аналізу: неперервність, монотонність, гладкість. В області близькій до 0 та 1 її відчутність стає нижчою, ніж у середній зоні [13].

**Мета дослідження** – визначення ефективності зберігання плодів вишні, попередньо оброблених полісахаридними композиціями, методом Харрінгтона.

**Матеріал і методи дослідження.** Дослідження проводили впродовж 2016–2019 років з плодами вишні сортів Альфа і Пам'ять Артеменка, вирощених на дослідній станції помології імені Л.П. Симиренка ІС НААН. Для проведення досліджень 15 дерев кожного сорту за добу до збирання врожаю обприскували розчином 100 мг/л саліцилової кислоти; 1 % розчином хітозану з саліциловою кислотою (100 мг/л), висушували впродовж 24 годин. Знімали з дерев та чотирьох різних місць крони у споживчій стадії стиглості, кожного сорту та виду обробки, закладали в ящики № 5 вагою 5 кг на зберігання за температури  $1 \pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$  та відносної вологості повітря  $95 \pm 1 \%$ . За контроль приймали необроблені плоди вишні. Повторність досліду – триразова.

У плодах упродовж зберігання визначали вміст сухих розчинних речовин за рефракто-

метром, титрованих кислот [14], аскорбінової кислоти [15], дубильних і барвних речовин – методом Нейбауера і Левенталія [16], антиоксидантну активність [17], вихід товарної продукції [18], втрати маси – зважуванням та дегустаційним оцінюванням за 5-бальною шкалою [16].

Для узагальнення даних досліджень використовували узагальнену функцію Харрінгтона [12, 13, 19], яка являє собою середнє геометричне функції бажаності:

$$D = \sqrt[q]{d_1 \cdot d_2 \cdot \dots \cdot d_q}, \quad (1)$$

де  $d_1, d_2, \dots, d_q$  – бажаний рівень (функція бажаності 1-го, 2-го і т.д. параметра оптимізації);  $q$  – число параметрів оптимізації.

Залежність (1) дає змогу замінити декілька параметрів оптимізації одним.

У разі односторонніх обмежень на параметри оптимізації функція бажаності має вигляд:

$$d_i = (\exp(-\exp(-y_i'))) \quad (2)$$

де  $y'$  – деяка безрозмірна величина, зв'язана з параметром оптимізації  $y_i$  лінійною залежністю:

$$d' = b_0 + b_1 d', \quad (3)$$

де  $b_0, b_1$  – коефіцієнти, які можна визначити, якщо для двох значень параметрів оптимізації  $y_i$  задати відповідні значення функції бажаності ( $d$ ).

### Результати дослідження та обговорення.

У таблицях 1, 2 наведено зміну якості плодів вишні сортів Альфа та Пам'ять Артеменка за хімічними показниками, виходом товарної продукції та дегустаційною оцінкою.

У таблиці 3 наведено граничні значення натуральних відгуків, відображені в кодовану шкалу.

Значення вектора границі кодування натуральних відгуків приймаємо від 0 до 3 та від 0 до -1,5. За цими значеннями складаємо матрицю кодування (табл. 4).

Отже, закодуємо інтуїтивно різницю показників з таблиці 1, враховуючи шкалу бажаності Харрінгтона, та перенесемо отримані значення до таблиці 2.

У таблиці 3 наведено відгуки перетворення за шкалою бажаності. Для того, щоб отримати значення відгуків перетворення, необхідно провести розрахунки.

Таблиця 1– Зміна якості плодів вишні сорту Альфа, попередньо оброблених полісахаридними композиціями впродовж зберігання (2016–2019 рр.)

Показник	Вид обробки		
	Контроль (без обробки)	Саліцилова кислота	Саліцилова кислота+ хітозан
Сухі розчинні речовини, %: до зберігання	15,8	15,8	15,8
після зберігання	14,4	15,1	15,5
втрати	1,4	0,7	0,3
Титровані кислоти, %: до зберігання	1,75	1,75	1,75
після зберігання	0,85	0,90	0,98
втрати	0,90	0,85	0,77
Вітамін С, мг/100 г: до зберігання	19,1	19,1	19,1
після зберігання	11,2	12,2	15,6
втрати	7,9	6,9	3,5
Дубильні і барвні речовини, %: до зберігання	0,85	0,85	0,85
після зберігання	0,73	0,77	0,78
втрати	0,12	0,08	0,07
Антиоксидантна активність, ммоль/ дм <sup>3</sup> : до зберігання	28	28	28
після зберігання	17	20	21
втрати	11	8	7
Вихід товарної продукції, %	85,2	87,4	93
Втрати маси, %	5,4	3,5	2,7
Дегустаційна оцінка, бал: до зберігання	4,8	4,8	4,8
після зберігання	3,8	4,4	5,0
втрати	1	0,4	0,2

Таблиця 2 – Зміна якості плодів вишні сорту Пам'ять Артеменка, попередньо оброблених полісахаридними композиціями впродовж зберігання (2016–2019 рр.)

Показник	Вид обробки		
	Контроль (без обробки)	Саліцилова кислота	Саліцилова кислота+ хітозан
Сухі розчинні речовини, %: до зберігання	15,9	15,9	15,9
після зберігання	14,3	15,3	15,7
втрати	1,6	0,6	0,2
Титровані кислоти, %: до зберігання	2,03	2,03	2,03
після зберігання	0,96	1,18	1,53
втрати	1,07	0,85	0,50
Вітамін С, мг/100 г: до зберігання	19,2	19,2	19,2
після зберігання	10,1	12,8	15,4
втрати	9,1	6,4	3,8
Дубильні і барвні речовини, % : до зберігання	0,74	0,74	0,74
після зберігання	0,63	0,65	0,67
втрати	0,11	0,09	0,07
Антиоксидантна активність, ммоль/ дм <sup>3</sup> : до зберігання	27	27	27
після зберігання	16	19	20
втрати	11	8	7
Вихід товарної продукції, %	83,6	86,0	92,2
Втрати маси, %	5,7	3,4	3,0
Дегустаційна оцінка, бал: до зберігання	4,8	4,8	4,8
після зберігання	3,4	4,4	5,0
втрати	1,4	0,4	0,2

Таблиця 3 – Граничні значення натуральних відгуків, відображені в кодовану шкалу (2016–2019 рр.)

Відгук	Граничні значення натуральних відгуків, у								
	-1,5	-1,00	-0,48	0	0,77	1,00	1,50	2,00	3,00
Альфа									
Втрата сухих розчинних речовин	1,34	1,24	1,16	1,07	0,97	0,9	0,82	0,73	0,56
Втрата титрованих кислот	1,2	1,1	1,01	0,92	0,86	0,78	0,68	0,56	0,46
Втрата вітаміну С	8,2	8	7,5	7,2	6,8	6,5	6,3	6	5,4
Втрата дубильних і барвних речовин	0,17	0,15	0,13	0,11	0,91	0,72	0,46	0,24	0,09
Втрата антиоксидантної активності	13,4	12,3	11,2	9,1	8,3	7,4	6,3	5	4
Вихід товарної продукції	85,1	85,4	85,8	86,4	87,9	88,5	89,8	91,7	92,3
Втрата маси	6,3	5,7	5,1	4,4	3,8	3,2	2,8	2,1	1,5
Дегустаційна оцінка	1,24	1,04	0,84	0,64	0,4	0,35	0,3	0,25	0,2
Пам'ять Артеменка									
Втрата сухих розчинних речовин	1,64	1,44	1,26	1,07	0,97	0,9	0,82	0,73	0,56
Втрата титрованих кислот	1,2	1,1	1,01	0,92	0,86	0,78	0,68	0,56	0,46
Втрата вітаміну С	9,2	8	7,5	7,2	6,8	6,5	6,3	6	5,4
Втрата дубильних і барвних речовин	0,17	0,15	0,13	0,11	0,91	0,72	0,46	0,24	0,09
Втрата антиоксидантної активності	13,4	12,3	11,2	9,1	8,3	7,4	6,3	5	4
Вихід товарної продукції	83,8	84,8	85,8	87,3	87,9	88,5	89,8	91,7	92,3
Втрата маси	6,3	5,8	5,1	4,4	3,8	3,0	2,8	2,1	1,5
Дегустаційна оцінка	1,44	1,04	0,84	0,64	0,4	0,35	0,3	0,25	0,2

Для прикладу розглянемо розрахунок узагальненого окремого відгуку зберігання плодів вишні сорту Альфа, попередньо оброблених розчином саліцилової кислоти (1 відгук – сухі розчинні речовини)  $y=2+ ((1-2)/(0,56-0,73)) (0,7-0,73)=2,0754$ .

Знаючи, що  $d_i = (\exp(-\exp(-y_i)))$  знаходимо відгуки перетворення за шкалою бажаності – 0,9759 та 0,9070 (табл. 3, 4, 5). Отримані перетворені відгуки  $d$  дають змогу

розрахувати узагальнений відгук  $D$ . Показник узагальненого відгуку дає оцінку шкали бажаності.

З таблиці 3 видно, що граничні значення натуральних відгуків за показником вектора границі кодування натуральних відгуків від 1,5–3 визначаються як “дуже добре”, від 0,77–1,5 – “добре”, від 0 до –1,5 – “погано”. Отже, втрати сухих розчинних речовин для плодів вишні сортів Альфа та Пам'ять Арте-

Таблиця 4 – Відгуки перетворення за шкалою бажаності

Відгуки перетворення для показників	Вид обробки		
	Контроль (без обробки)	Саліцилова кислота	Саліцилова кислота+ хітозан
Альфа			
Сухі розчинні речовини	0,23239	0,12551	0,01389
Титровані кислоти	0,97045	0,46655	0,37046
Вітамін С	0,79718	0,00859	0,00053
Дубильні і барвні речовини	0,45961	0,05636	0,03241
Антиоксидантна активність	0,61878	0,04557	0,02457
Вихід товарної продукції	0,09729	0,02765	0,01426
Втрати маси	0,04978	0,02055	0,00020
Дегустаційна оцінка	0,44933	0,46301	0,00034
Пам'ять Артеменка			
Сухі розчинні речовини	0,22228	0,09759	0,00441
Титровані кислоти	2,87514	0,46636	0,13086
Вітамін С	0,54949	0,68267	0,00197
Дубильні і барвні речовини	0,27475	0,27326	0,03241
Антиоксидантна активність	0,18995	0,04557	0,02458
Вихід товарної продукції	0,09072	0,06953	0,06721
Втрати маси	0,86688	0,02055	0,01832
Дегустаційна оцінка	0,57695	0,46301	0,00034

Таблиця 5 – Перетворені відгуки та узагальнений відгук за шкалою бажаності

Перетворені відгуки для показників, $d$	Вид обробки		
	Контроль (без обробки)	Саліцилова кислота	Саліцилова кислота+ хітозан
Альфа			
Сухі розчинні речовини	0,79271	0,88206	0,98629
Титровані кислоти	0,37908	0,62719	0,69042
Вітамін С	0,45059	0,99145	0,99947
Дубильні і барвні речовини	0,63153	0,94519	0,96811
Антиоксидантна активність	0,53864	0,95552	0,97573
Вихід товарної продукції	0,90756	0,97278	0,98609
Втрати маси	0,95144	0,97967	0,9998
Дегустаційна оцінка	0,63808	0,62939	0,9997
Узагальнений відгук, $D$	0,63	0,86	0,95
Пам'ять Артеменка			
Сухі розчинні речовини	0,80069	0,90701	0,99561
Титровані кислоти	0,05642	0,62726	0,87739
Вітамін С	0,57724	0,50527	0,99803
Дубильні і барвні речовини	0,75976	0,76089	0,96811
Антиоксидантна активність	0,827	0,95552	0,97573
Вихід товарної продукції	0,913292	0,93286	0,93501
Втрати маси	0,42026	0,97966	0,98187
Дегустаційна оцінка	0,56161	0,62939	0,99967
Узагальнений відгук, $D$	0,49	0,77	0,97

менка мають знаходитися в межах 0,56–0,97; титрованих кислот – 0,46–0,86; вітаміну С – 5,4–6,8; дубильних і барвних речовин – 0,09–0,91; антиоксидантної активності – 4–8,3; вихід товарної продукції – 87,9–92,3; втрати маси – 1,5–3,8; зміна дегустаційної оцінки – на 0,2–0,4 бала.

За показником узагальненого відгуку ( $D$ ) (рис. 1) можна зробити висновок, що плоди вишні сортів Альфа і Пам'ять Артеменка краще зберігаються за попередньої обробки розчином саліцилової кислоти з хітозаном

обробки плодів вишні перед зберіганням. Автори Є.В. Белінська, Л.О. Гайова, І.Л. Заморська для узагальнення результатів експериментальних досліджень також застосовували функцію Харрінгтона [12, 13, 20, 21]. Зокрема, Є.В. Белінська [12, 20] для встановлення узагальнених критеріїв якості зберігання редису. Л.О.Гайова для визначення ефективності попередньої обробки цвітної капусти препаратом Гумісол-супер [13]. І.Л. Заморська для встановлення єдиного комплексного показника якості ягід суниці.

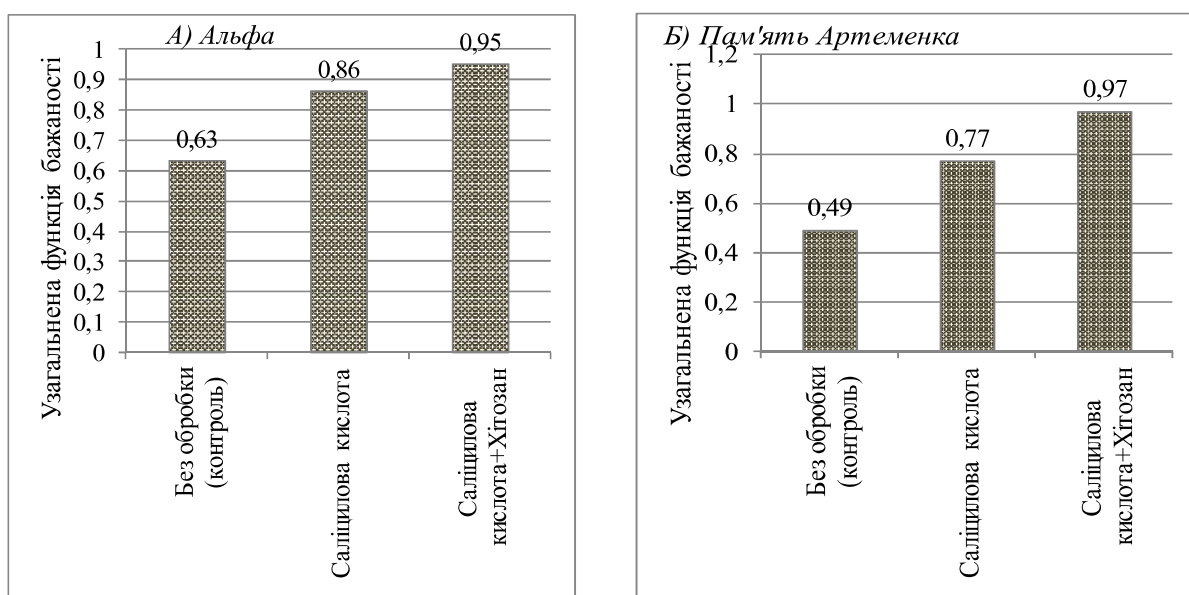


Рис. 1. Ранжування попередньої обробки альгінатом натрію на заморожені плоди вишні сортів Пам'ять Артеменка та Альфа в порядку зменшення значення узагальненої функції бажаності.

( $D=0,95$  і  $0,97$ ). Дещо їм поступалися плоди вишні, оброблені розчином саліцилової кислоти, з показником узагальненого відгуку  $0,86$  і  $0,77$ . Плоди вишні за попередньої обробки розчином саліцилової кислоти з хітозаном зберігають до 30 діб. Плоди вишні без обробки (контроль) були непридатними для зберігання впродовж цього періоду, а зберігалися лише 15 діб ( $D=0,63$  і  $0,49$ ).

Оскільки показники узагальненого відгуку були вищими у плодів вишні сорту Альфа, порівнюючи із Пам'ять Артеменка, плоди вишні сорту Альфа можна вважати більш придатними для зберігання.

Ранжування зразків у порядку зменшення значення узагальненої функції представлено на рисунку 1.

Отже, застосування функції бажаності Харрінгтона в технології зберігання дало змогу виявити кращий варіант попередньої

**Висновки.** Отже, використання узагальненої функції бажаності Харрінгтона дало змогу об'єктивно оцінити плоди вишні на придатність до зберігання. Кращою для обробки плодів вишні перед зберіганням виявилась обробка розчином саліцилової кислоти з хітозаном.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Mathematical modelling of the accumulation of carbohydrates and organic acids throughout the ripening process of Hungarian sour cherry cultivars / Ficzek G. et al. Trees. 2015. Vol. 29. P. 797–807. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00468-015-1159-6>.
2. HPLC evaluation of anthocyanin components in the fruits of Hungarian sour cherry cultivars during ripening / Ficzek G. et al. Journal of food, agriculture & environment. 2011. Vol. 9 (1). P. 132–137.
3. Relation between polyphenols content and skin colour in sour cherry fruits / Viljevac M. et al. Journal of Agricultural Sciences. 2012. Vol. 57(2). P. 57–67. DOI: <https://doi.org/10.2298/JAS1202057V>.

4. Costa G. Fruit quality: updated definition and modern methods of assessment. Review. *Italus Hortus*. 2019. Vol. 26 (1). P. 41–49. DOI: <https://doi.org/10.26353/j.itahort/2019>.

5. Color parameters and total anthocyanins of sour cherries (*Prunus cerasus* L.) during ripening / Pedišić S. et al. *Agriculturae Conspectus Scientificus*. 2009. Vol. 74 (3). P. 259–262.

6. Ferretti G., Neri D., Bacchetti T. Effect of Italian sour cherry (*Prunus cerasus* L.) on the formation of advanced glycation end products and lipid peroxidation Food and Nutrition Sciences. 2014. Vol. 5(16). 9 p. DOI: <https://doi.org/10.4236/fns.2014.516170>.

7. Procyanidins in fruit from sour cherry (*Prunus cerasus*) differ strongly in chainlength from those in Laurel cherry (*Prunus lauracerasus*) and Cornelian cherry (*Cornus mas*) / Capanoglua E. et al. *Journal of Berry Research*. 2011. Vol. 1. P. 137–146. DOI: <https://doi.org/10.3233/BR-2011-015>

8. Pre- and postharvest technologies to extend the shelf life of *Prunus cerasus* / Mihaly K. et al. *Acta agrarian debreceniensis*. 2019. Vol. 1. P. 85–89. DOI: <https://doi.org/10.34101/actaagrar/1/2376>.

9. Yaman O., Bayoındurl L. Effects of an edible coating and cold storage on shelf-life and quality of cherries. *LWT-Food science and Technology*. 2002. Vol. 35(2). P. 146–150. DOI: <https://doi.org/10.1006/fstl.2001.0827>.

10. Effects of different coatings on preserving fruit quality of sweet cherries grown in Skardu valley of Gilgit-Baltistan during storage / Mir M.N.Q. et al. *International Journal of Biosciences*. 2014. Vol. 5(5). P. 24–32. DOI: <http://dx.doi.org/10.12692/ijb/5.5.24-32>.

11. Васи́лишина О.В. Оптимізація зберігання плодів вишні з попередньою обробкою розчином хітозану. Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2019. № 3. С. 80–87.

12. Колтунов В., Белінська Є. Обґрунтування ефективності збереженості редису методом Харрінгтона. Товари і ринки. 2010. № 2. С. 62–68.

13. Гайова Л.О. Адаптивні елементи виробництва капусти цвітної у Лівобережному Лісостепу України: дис. ... канд. с.-г. наук: 06.01.06. Харків, 2019. 215 с.

14. ДСТУ 4957:2008. Продукти перероблення фруктів та овочів. Методи визначення титрованої кислотності. Київ: Держспоживстандарт України, 2009. 10с.

15. ДСТУ ISO 6557-2:2014. Фрукти, овочі та продукти їх перероблення. Визначення вмісту аскорбінової кислоти. Київ: Держспоживстандарт, 2015. 10 с.

16. Найченко В.М. Практикум з технології зберігання і переробки плодів та овочів з основами товарознавства: навч. посіб. Київ: ФАДА ЛТД, 2001. 211 с.

17. Khasanov V.V., Ryzhova G.L., Maltseva E.V. Methods for the determination of antioxidants. *Chem. Plant Raw Mater*. 2004. Vol. 3. P. 63–75.

18. ДСТУ 8325:2015. Вишня свіжа. Технічні умови. [Введ. в дію 1.07.2017]. 7 с.

19. Harrington E.C. The desirable function. *Industrial Quality Control*. 1965. Vol. 21. № 10. P. 124–131.

20. Белінська Є.В. Тривале зберігання коренеплодів редиски: наукове обґрунтування, практичне застосування: монографія. Полтава: РВВ ПУЕТ, 2012. 112 с.

21. Заморська Л.І. Теоретичне обґрунтування і розроблення технологій зберігання та консервування ягід суниці садової: дис. ... д-ра техн. наук: 05.18.13. Умань, Київ, 2018. 434с.

## REFERENCES

1. Ficzek, G., Ladányi, M., Végvári, G., Toth, M. (2015). Mathematical modelling of the accumulation of carbohydrates and organic acids throughout the ripening process of Hungarian sour cherry cultivars. *Trees*. Vol. 29, pp. 797–807. Available at: <https://doi.org/10.1007/s00468-015-1159-6>.

2. Ficzek, G., Végvári, G., Sándor, G., Stéger-Máté, M., Kállay, E., Szügyi, S., Tóth, M. (2011). HPLC evaluation of anthocyanin components in the fruits of Hungarian sour cherry cultivars during ripening. *Journal of food, agriculture & environment*. Vol. 9 (1), pp. 132–137.

3. Viljevac, M., Dugalić, K., Jurković, V., Mihaljević, I., Tomaš, V., Puškar, B., Lepeduš, H., Sudar, R., Jurković, Z. (2012). Relation between polyphenols content and skin colour in sour cherry fruits. *Journal of Agricultural Sciences*. Vol. 57 (2), pp. 57–67. Available at: <https://doi.org/10.2298/JAS1202057V>.

4. Costa, G. (2019). Fruit quality: updated definition and modern methods of assessment. Review. *Italus Hortus*. Vol. 26 (1), pp. 41–49. Available at: <https://doi.org/10.26353/j.itahort/2019>.

5. Pedišić, S., Leva, B., Dragović-Uzelac, V., Škevin, D., Skendrović, Babojelić, M. (2009). Color parameters and total anthocyanins of sour cherries (*Prunus cerasus* L.) during ripening. *Agriculturae Conspectus Scientificus*. Vol. 74 (3), pp. 259–262.

6. Ferretti, G., Neri, D., Bacchetti, T. (2014). Effect of Italian sour cherry (*Prunus cerasus* L.) on the formation of advanced glycation end products and lipid peroxidation Food and Nutrition Sciences. Vol. 5(16), 9 p. Available at: <https://doi.org/10.4236/fns.2014.516170>.

7. Capanoglua, E., Boyacioglua, D., Ric, C.H. de Vosb, Hallb, R.D., Beekwilderb, J. (2011). Procyanidins in fruit from sour cherry (*Prunus cerasus*) differ strongly in chainlength from those in Laurel cherry (*Prunus lauracerasus*) and Cornelian cherry (*Cornus mas*). *Journal of Berry Research*. Vol. 1, pp. 137–146. Available at: <https://doi.org/10.3233/BR-2011-015>.

8. Mihaly, K., Kovacs, C., Takacs, F., Sandor, E. (2019). Pre- and postharvest technologies to extend the shelf life of *Prunus cerasus*. *Acta agrarian debreceniensis*. Vol. 1, pp. 85–89. Available at: <https://doi.org/10.34101/actaagrar/1/2376>.

9. Yaman, O., Bayoındurl, L. (2002). Effects of an edible coating and cold storage on shelf-life and quality of cherries. *LWT-Food science and Technology*. Vol. 35(2), pp. 146–150. Available at: <https://doi.org/10.1006/fstl.2001.0827>.

10. Mir, M.N.Q., Masood, S.B., Muhammad, A.K., Muhammad, S., Main, K.S., Muhammad, Y., Muhammad, T.S., Farhan, S. (2014). Effects of different coatings on preserving fruit quality of sweet cherries grown in Skardu valley of Gilgit-Baltistan during storage. *International Journal of Biosciences*. Vol. 5(5), pp. 24–32. Available at: <http://dx.doi.org/10.12692/ijb/5.5.24-32>.

11. Vasilishina, O.V. (2019). Optimizacija zberigannja plodiv vishni z poperedn'uju obrobkoju rozchinom hitozanu [Optimization of cherry fruit storage with pre-treatment with chitosan solution]. *Visnik agrarnoi' nauki Prichornomor'ja* [Bulletin of Agrarian Science of the Black Sea Coast], no. 3, pp. 80–87.

12. Koltunov, V., Belins'ka, Je. (2010). Obgruntuvannja efektnosti zberezhenosti redisu metodom Harringtona [Justification of the effectiveness of radish preservation by the

Harrington method]. *Tovari i rinki [Goods and markets]*, no. 2, pp. 62–68.

13. Gajova, L.O. (2019). *Adaptivni elementi virobniictva kapusti cvitnoi' u Livoberezhnomu Lisostepu Ukrai'ni: dis. ... kand. s.-g. nauk: 06.01.06 [Adaptive elements of cauliflower production in the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine: dis. Cand. of Agricultural sciences: 06.01.06]*. Kharkiv, 215 p.

14. DSTU 4957:2008. *Produkti pereroblennja fruktiv ta ovocliv. Metodi viznachannja titrovanoi' kislotnosti [DSTU 4957:2008. Fruit and vegetable processing products. Methods for determination of titratable acidity]*. Kyiv, Derzhspozhyvstandart of Ukraine, 2009, 10 p.

15. DSTU ISO 6557-2:2014. *Frukty, ovochi ta produkty yikh pererobliannia. Vyznachennia vmistu askorbinovoi kysloty [DSTU ISO 6557-2:2014. Fruits, vegetables and products of their processing. Determination of ascorbic acid content]*. Kyiv, Derzhspozhyvstandart of Ukraine, 2015, 10 p.

16. Najchenko, V.M. (2001). *Praktikum z tegnologii' zberigannja i pererobki plodiv ta ovocliv [Workshop on the technology of storage and processing of fruits and vegetables with the basics of commodity science]*. Kyiv, FADA LTD, 211 p.

17. Khasanov, V.V., Ryzhova, G.L., Maltseva, E.V. (2004). *Methods for the determination of antioxidants. Chem. Plant Raw Mater. Vol. 3*, pp. 63–75.

18. DSTU 8325:2015. *Vishnja svizha. Tehnichni umovi [DSTU 8325:2015. The cherry is fresh. Technical conditions]*. 7 p.

19. Harrington, E.C. (1965). *The desirable function. Industrial Quality Control. Vol. 21(10)*, pp. 124–131.

20. Belinska, Ye.V. (2012). *Tryvale zberihannia koreneplodiv redysky: naukovе obgruntuvannia, praktychne zastosuvannia: monohrafiia [Long-term storage of radish roots: scientific substantiation, practical application]*. Poltava, RVV PUET, 112 p.

21. Zamorska, I.L. (2018). *Teoretychne obgruntuvannia i rozroblennia tekhnologii' zberihannia ta konservuvannia yahid sunytsi sadovoi: dys. d-ra tehn. nauk: 05.18.13 [Theoretical substantiation and development of technologies of storage and canning of berries of a garden strawberry: dis. doctor of Technical sciences: 05.18.13]*. Uman, Kyiv, 434 p.

### Оценивание качества плодов вишни при предварительной обработке полисахаридными композициями при хранении методом Харрингтона

Василишина Е.В.

Плоды вишни имеют короткий сезон сбора и ограниченный срок хранения – лишь несколько суток. Поэтому необходимо разработать современные технологии хранения, которые бы позволили продлить их период потребления. Целью исследований являлось определение эффективности хранения плодов вишни, предварительно обработанных полисахаридными композициями, методом Харрингтона. Для проведения исследований плоды вишни сортов Альфа и Память Артеменко опрыскивали раствором салициловой кислоты, раствором хитозана с салициловой кислотой, высушивали, снима-

ли с деревьев в потребительской стадии зрелости, каждого сорта и вида обработки, закладывали в ящики № 5 на хранение при температуре  $1 \pm 0,5$  °C и относительной влажности воздуха  $95 \pm 1$  %. В плодах при хранении определяли физико-химические и органолептические показатели. Для обобщения данных исследований использовали функцию Харрингтона.

По показателю обобщенного отклика плоды вишни сортов Альфа и Память Артеменко лучше сохраняются при обработке раствором салициловой кислоты с хитозаном ( $D=0,95$  и  $0,97$ ). Несколько уступали им плоды вишни, обработанные раствором салициловой кислоты, с показателем обобщенного отклика 0,86 и 0,77.

Плоды вишни с предварительной обработкой раствором салициловой кислоты с хитозаном хранили до 30 суток. Тогда как необработанные (контроль) сохраняли только 15 суток ( $D = 0,63$  и  $0,49$ ).

Поскольку показатели обобщенного отклика были выше у плодов вишни сорта Альфа, по сравнению с Память Артеменко, плоды вишни сорта Альфа можно считать более подходящими для хранения.

Следовательно, использование обобщенной функции желательности Харрингтона позволило объективно оценить плоды вишни на пригодность к хранению. Лучшей для обработки плодов вишни перед хранением оказалась обработка раствором салициловой кислоты с хитозаном.

**Ключевые слова:** плоды вишни, метод Харрингтона, салициловая кислота, хитозан, хранение.

### Assessment of cherry fruits quality under pre-processing with polyccharidic compositions during storage by the Harrington method

Vasylyshyna O.

Cherry fruits have a short harvesting season and a limited shelf life of only a few days. Therefore, it is necessary to develop modern storage technologies that would allow to extend their consumption period. The purpose of the study was to determine the storage efficiency of cherry fruits, pre-treated with polysaccharide compositions, by the Harrington method. For research, the fruits of Alpha and Pamyat Artemenka cherries varieties, sprayed with a solution of salicylic acid; solution of chitosan with salicylic acid, dried, removed from the trees at the consumer stage of maturity, each variety and type of processing, put in boxes №5 for storage at a temperature of  $1 \pm 0.5$  °C and relative humidity of  $95 \pm 1$  %. Physicochemical and organoleptic parameters were determined in the fruits during storage. The generalized Harrington function was used to summarize the results of the research.

According to the generalized response, cherry fruits of the Alpha and Pamyat Artemenka varieties are better preserved after pre-treatment with a solution of salicylic acid with chitosan ( $D = 0.95$  and  $0.97$ ). They were slightly inferior to cherry fruits treated with a solution of salicylic acid with a generalized response rate of 0.86 and 0.77.

Cherry fruits pre-treated with a solution of salicylic acid with chitosan were stored for up to 30 days whereas the untreated ones (control) were stored for only 15 days ( $D = 0.63$  and  $0.49$ ).

Since the indicators of the generalized response were higher in the fruits of Alpha cherries, compared with the Pamyat Artemenka, Alpha cherry fruits can be considered more suitable for storage. Thus, the use of the generalized Harrington desirability function made it possible to

objectively assess the cherries for suitability for storage. Treatment with a solution of salicylic acid with chitosan was the best for processing cherry fruits before storage.

**Key words:** cherry fruits, Harrington method, salicylic acid, chitosan, storage.



Copyright: Васишина О.В. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



Васишина О.В.


ID: <https://orcid.org/0000-0002-1066-4009>

УДК 633.11”324”:631.524.86.01

## Мінливість урожайності та стійкості до ураження хворобами сортів пшениці м'якої озимої залежно від року випробування

Голик Л.М. , Кузьменко Л.А.

ННЦ „Інститут землеробства НААН”

 Голик Л.М. E-mail: holykselekcjoner@gmail.com



Голик Л.М., Кузьменко Л.А. Мінливість урожайності та стійкості до ураження хворобами сортів пшениці м'якої озимої залежно від року випробування. Збірник наукових праць «Агробіологія», 2020. № 2. С. 36–46.

Golyk L.M., Kuz'menko L.A. Minlyvist' urozhajnosti ta stijkosti do urazhennja hvorobamy sortiv pshenyци m'jakoї ozymoї zalezjno vid roku vyprobuvannja. Zbirnyk naukovyh prac' «Agrobiologija», 2020. no. 2, pp. 36–46.

Рукопис отримано: 12.11.2020 р.  
Прийнято: 26.11.2020 р.  
Затверджено до друку: 24.11.2020 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2020-161-2-36-46

На державну науково-технічну експертизу передано нові сорти пшениці м'якої озимої: Красуня Поліська, Мокоша, Пирятинка, Фортеця Поліська, Ефектна – у 2018 році, Землероб і Любіто – у 2020 році.

Кращими за врожайністю у 2020 році відмічено сорти Ефектна – 6,87 т/га, Пирятинка і Землероб – по 6,56 т/га, Фортеця Поліська – 6,48 т/га. Впродовж 2016–2020 рр. усі сорти, які проходять кваліфікаційну експертизу, перевищували за врожайністю стандарт Лісова пісня (5,97 т/га). Так, у сорту Фортеця Поліська врожайність становила 7,31 т/га, Пирятинка – 7,10, Землероб – 7,06, Красуня Поліська – 6,95, Любіто – 6,72, Ефектна – 6,36, Мокоша – 6,27 т/га. Варто відмітити значне варіювання врожайності впродовж років досліджень у всіх сортів, переданих для подальшого вивчення та реєстрації на державну науково-технічну експертизу.

На Панфільській дослідній станції у середньому за п'ять років перевищували стандарт за врожайністю сорти пшениці м'якої озимої Мокоша і Землероб – 6,4 т/га, Фортеця Поліська – 6,1 т/га, та не поступався стандарту сорт Ефектна – 5,9 т/га.

Ураження бурюю іржею впродовж 2016–2020 рр. було нижчим, порівнюючи з борошністою росю. Встановлено, що сорт Ефектна мав дуже високу стійкість як до ураження борошністою росю, так і до ураження бурюю іржею. Дуже високу стійкість до ураження бурюю іржею відмічено у 2020 році для всіх сортів, які передано на сортовипробування.

Встановлено, що ураження септоріозом листків упродовж 2016–2020 рр. було високим, порівнюючи з бурюю іржею та борошністою росю. Виділено сорт Землероб, який мав як стійке ураження (Min=7 %), так і слабку сприйнятливність (Max=28 %). Встановлено, що у безсніжний 2020 рік і в надмірний на опади 2018 рік, за ураженням септоріозом листків сорти мали помірну стійкість (X=15,81 %) та (X=20,03 %). Дослідженнями встановлено, що у 2020 році дуже високу стійкість до ураження септоріозом колоса відмічено у сорту Фортеця Поліська. На рослинах сортів Пирятинка, Ефектна, Любіто відмічено розвиток хвороби 1,0 % та розповсюдження хвороби у ділянці – 10,0 %.

**Ключові слова:** пшениця м'яка озима, сорт, мінливість, урожайність, стійкість до ураження хворобами, борошніста роса, бура іржа, септоріоз листків, оливкова пліснява, смугаста мозаїка листків, ВЖКЯ.

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** Погодні умови з опадами у період дозрівання хлібів 2020 року призвели до запліснявіння колосів, що сприяло розповсюдженню чорноколосиці (оливкової плісняви). Стандарт Лісова пісня виявився стійким до цієї хвороби. Усі сорти, які були передані у сорто-

випробування, уражувалися чорноколосицею на рівні 1,0 %. Однак менше розповсюдження цієї хвороби в ділянці (10,0 %) відмічено у сортів Пирятинка, Фортеця Поліська та Землероб. Погодні умови 2020 року були сприятливими для розвитку шкідників, розповсюджувачів вірусних хвороб, що завдало значної шкоди

пшениці озимій. Сільськогосподарський рік 2019–2020 виявився унікальним через нестачу опадів восени, безсніжну зиму, прохолодну і морозну весну, особливо у нічні години, та тепле зі значними опадами літо, що призвело до розповсюдження попелиці та кліщів, розповсюджувачів вірусних хвороб (смугастої мозаїки листя та ВЖКЯ [1]).

Упродовж останніх років низка негативних природних чинників, які впливають на ріст і розвиток рослин, значно збільшується. Селекціонер, створюючи сорти пшениці м'якої озимої, має враховувати проблеми сніжних і безсніжних зим, весняні приморозки, різного роду посухи, хвороби та прагне створити сорти, які б адаптувалися до різних змін погодних умов [2]. Освоєння процесів формування врожаю на основі даних морфофізіологічного аналізу розвитку елементів продуктивності та постійного агробіологічного контролю дає змогу не лише максимально використати потенціал продуктивності сучасних сортів та ґрунтово-кліматичний потенціал зони вирощування, а й деякою мірою керувати цими процесами за допомогою технологічних засобів, і частково нівелювати негативний вплив погодних чинників [3]. Сьогодні дослідження у селекційних установах світу й України спрямовано на створення нових високопродуктивних сортів з високим потенціалом урожайності, підвищеною стійкістю проти комплексу хвороб, несприятливих погодних умов і високоякісним зерном. Успішна селекція стійких до хвороб рослин має ґрунтуватися на фундаментальних знаннях щодо генетичної природи стійкості рослини-хазяїна та вірулентності патогенів. Сучасні уявлення про стійкість передбачають існування групи генів стійкості, які є специфічними і діють на першій, детермінантній фазі взаємодії рослини та патогену [4]. Нині відомо понад 40 генів стійкості до бурої іржі пшениці (Lr) [5]. Гени стійкості до борошнистої роси (Pm) у рослинах пшениці виявлено у 30 локусах [6]. Стійкість до *S. tritici* Rob. & Desm. може бути як вертикальною (расоспецифічною), так і горизонтальною (неспецифічною) залежно від генотипу рослини-хазяїна, ізоляту патогена, умов вирощування рослин, методу вивчення уражуваності та комбінації цих чинників [7]. Великої шкоди завдають рослинам знижуючи врожайність і якість як хвороби [8–9], так і віруси [10–11].

Необхідна істотна перебудова селекційного процесу зі створення сортів пшениці озимої, які б поєднували в одному генотипі високу продуктивність з доброю зимостійкістю, високими адаптивними властивостями до мінли-

вих умов зовнішнього середовища, пов'язаних з глобальним потеплінням [12]. Сорти у різні роки по-різному проявляють свій потенціал. Так, у 24-х демонстраційних дослідях, розташованих у дев'яти областях південного регіону України посушливого 2007 року, врожайність сортів коливалась від 3,66 до 8,46 т/га, тимчасом сорти інших установ, особливо інтродуковані з-за кордону, мали значно нижчий рівень – 1,73–4,86 т/га [13]. Дослідники [14] аналізували значення післяреєстраційного вивчення сорту щодо придатності його для конкретних підзон і регіонів, де він може забезпечити максимальну продуктивність, мати найбільшу господарську цінність, економічну доцільність вирощування, установити ареали його поширення та обсяги вирощування насіння. Наразі в ННЦ «Інститут землеробства НААН» особливу увагу звертають на реєстрацію сорту, тому дослідження проходить як у зоні Лісостепу, так і на Поліссі. Дані досліджень не лише вивчають у конкурсному сортовипробуванні ННЦ «Інститут землеробства НААН», а також надходять дані з Панфільської і Черкаської дослідних станцій та селекційної сівозміни в с. Копилів. Це дає змогу проводити характеристику морфоагробіологічних властивостей кожного сорту, досліджувати продуктивність пшениці озимої у різних регіонах і виділяти їх за певним рівнем стійкості до несприятливих умов і стресів.

**Метою дослідження** було виявлення мінливості урожайності та стійкості до ураження хворобами залежно від року випробування нових сортів пшениці озимої, які передано на державну науково-технічну експертизу.

**Матеріал і методи дослідження.** Дослідження сортів, які передано на сортовипробування, проводили в селекційній сівозміні ННЦ «Інститут землеробства НААН» Києво-Святошинського району (пункт 1), розміщеній в с. Копилів Макарівського району Київської області, базі селекції (пункт 2). Попереднє і конкурсне сортовипробування – на Панфільській дослідній станції (с. Панфили, Яготинський р-н, Київська обл.) (пункт 3) та Черкаській ДСГДС (с. Холоднянське, Смілянський р-н, Черкаська обл.) (пункт 4). Матеріалом були сорти Красуня Поліська, Мокоша, Пірятинка, Фортеця Поліська, Ефектна, які передано на сортовипробування у 2018 році, та Землероб і Любіто – у 2020 році. Метод досліджень педігрі у конкурсному сортовипробуванні для всього селекційного процесу (польові – оцінювання ураження до хвороб у польових умовах і лабораторні – зважування урожаю на лабораторних вагах). Ураження до хвороб визна-

чали за шкалою Е. Е. Гешеле у відсотках від 0 до 100 %, де 0 % – дуже висока стійкість, 5 – висока стійкість, 10 – стійкий, 15 – помірна стійкість, 25 – слабка сприйнятливості, 40 – помірна сприйнятливості, 65 – сприйнятливий, 90 – висока сприйнятливості, 100 % – дуже висока сприйнятливості.

Схема досліду містила альтернативний спосіб створення вихідного матеріалу пшениці м'якої озимої з використанням генів помірної расонеспецифічної стійкості проти хвороб. Одним із найпоширеніших чинників стійкості є локус *Lr34/Yr18/Pm38/Sr57*, що зумовлює стійкість проти іржастих хвороб і борошнистої роси. Цей локус стійкості зустрічається серед сортів пшениці української селекції. Пошук донорів такої стійкості було розпочато серед вихідного матеріалу, створеного селекціонерами ННЦ «Інститут землеробства НААН»

Кліматичні умови вирощування пшениці озимої, особливо в Правобережному Лісостепу і на Поліссі, вирізняються різноманітністю та складністю. Особливо це стосується періоду зимівлі, коли рослини підпадають під дію осінньої та весняної посухи, морозів, коливань температур, відлиг, крижаних кірок, видування, вимокання, випрівання та безсніжних зим.

**Результати дослідження та обговорення.** Встановлено, що 2020 року перевищу-

вали стандарт Лісова пісня за врожайністю чотири сорти, які передано на сотовипробування (табл. 1): сорти Ефектна – 6,87 т/га, Пирятинка і Землероб – 6,56 т/га, Фортеця Поліська – 6,48 т/га. Впродовж 2016–2020 років усі досліджувані сорти перевищували за врожайністю стандарт Лісова пісня (5,97 т/га). Так, у сорту Фортеця Поліська врожайність становила 7,31 т/га, Пирятинка – 7,10, Землероб – 7,06, Красуня Поліська – 6,95, Любіто – 6,72, Ефектна – 6,36, Мокоша – 6,27 т/га. Десятитонну врожайність у 2016 році відмічено лише у сорту Фортеця Поліська. Слід відмітити значне варіювання врожайності впродовж років досліджень у всіх сортів, переданих на сотовипробування.

Під час аналізу показників урожайності цих сортів було встановлено, що попри осінню посуху та швидкий перехід весни у літо 2016 року вона становила 8,33 т/га з середнім рівнем варіювання  $V=12,07\%$  (табл. 2). Достатні показники врожайності відмічено 2017 року, незважаючи на весняний заморозок у період колосіння, та 2019 року з несприятливими чинниками взимку, відповідно 8,14 і 7,58 т/га, й незначним ( $V=7,58\%$ ) та середнім ( $V=13,25\%$ ) рівнем варіювання. Дещо нижчу врожайність відмічено за безсніжного 2020 року – 6,11 т/га з незначним варіюванням  $V=9,46\%$ .

Таблиця 1 – Урожайність сортів пшениці м'якої озимої, які проходять дослідження державної науково-технічної експертизи, ННЦ «Інститут землеробства НААН»

Сорт	Урожайність, т/га										
	2016 р.	2017 р.	2018 р.	2019 р.	2020 р.	X	Max	Min	S <sup>2</sup>	S	V, %
Лісова пісня, St.	7,25	7,27	3,58	5,95	5,79	5,97	7,27	3,58	2,27	1,51	25,24
Красуня Поліська	8,52	7,71	4,15	9,14	5,21	6,95	9,14	4,15	4,68	2,16	31,13
Мокоша	7,77	7,65	3,66	6,57	5,68	6,27	7,77	3,66	2,85	1,69	26,95
Пирятинка	8,59	8,33	3,67	8,35	6,56	7,10	8,59	3,67	4,34	2,08	29,34
Фортеця Поліська	10,3	8,44	3,69	7,62	6,48	7,31	10,3	3,69	6,03	2,45	33,60
Ефектна	-	-	4,08	8,14	6,87	6,36	8,14	4,08	4,31	2,08	32,64
Землероб	7,55	9,04	4,63	7,53	6,56	7,06	9,04	4,63	2,63	1,62	22,98
Любіто	8,36	8,55	3,55	7,36	5,76	6,72	8,55	3,55	4,35	2,09	31,07

Таблиця 2 – Мінливість показників урожайності сортів пшениці м'якої озимої, які проходять дослідження державної науково-технічної експертизи, залежно від року випробування, ННЦ «Інститут землеробства НААН»

Показник	Мінливість урожайності сортів пшениці м'якої озимої залежно від року випробування, т/га					
	2016 р.	2017 р.	2018 р.	2019 р.	2020 р.	Середнє, 2016–2020 рр.
X	8,33	8,14	3,88	7,58	6,11	6,72
Max	10,30	9,04	4,63	8,35	6,87	7,31
Min	7,25	7,27	3,55	5,95	5,21	5,97
S <sup>2</sup>	1,01	0,38	0,14	1,01	0,33	0,22
S	1,01	0,62	0,38	1,00	0,58	0,47
V, %	12,07	7,58	9,76	13,25	9,46	7,02

Попередник ріпак та, особливо, перестій хлібів через опади під час збирання вплинули на показники урожайності 2018 року, яка становила 3,88 т/га з незначним варіюванням  $V=9,76$  т/га. Середня врожайність за п'ять років становила 6,72 т/га та дала змогу припустити, що 2016, 2017, 2019 сільськогосподарські роки були більш сприятливими для вирощування нових сортів пшениці м'якої озимої, натомість 2020 та, особливо, 2018 рік – не сприяли ростові й розвитку озимини. На Панфільській дослідній станції зафіксовано вищу врожайність цих сортів у 2016 році та нижчу – у 2018 році (табл. 3).

У 2020 році на Панфільській дослідній станції врожайність стандарту Лісова пісня становила 5,9 т/га – це майже на рівні першого пункту досліджень (5,79 т/га). У третьому пункті досліджень перевищували стандарт за врожайністю сорти Мокоша і Землероб – 6,4 т/га, Фортеця Поліська – 6,1 т/га, та не поступався стандарту сорт Ефектна – 5,9 т/га. Нижчою вона була у сорту Красуня Поліська – 5,5 т/га.

Встановлено, що у першому пункті впродовж п'яти років досліджень перевищували стандарт за показниками врожайності всі сорти, відповідно у третьому пункті кращими були Землероб – 6,76 т/га, Мокоша – 6,66, Ефектна – 6,40, Фортеця Поліська – 6,10 т/га. Поступали-

ся стандарту Красуня Поліська та Пирятинка.

Одним із найпоширеніших чинників стійкості є локус *Lr34/Yr18/Pm38/Sr57*, що зумовлює стійкість проти іржастих хвороб і борошнистої роси [15–16]. Ураженість сортів пшениці м'якої озимої борошнистою росою впродовж років досліджень різнилася (табл. 4). Ураженість борошнистою росою всіх досліджуваних сортів 2020 року становила 0 %. Упродовж 2016–2020 рр. високу стійкість до ураження борошнистою росою відмічено у сорту Ефектна – 1,67 %. На рівні стандарту Лісова пісня зі слабкою сприйнятливістю відмічено сорти Пирятинка, Фортеця Поліська, Землероб, Любіто (Мах = 25 %). Помірну сприйнятливість відмічено у сортів Красуня Поліська (Мах = 40 %) і Мокоша (Мах = 42,5 %). Однак показники ураження хворобою різнилися впродовж п'яти років досліджень. Достатньо високий розвиток борошнистої роси було відмічено у 2017 і 2018 роках (табл. 5). Так, у 2016 році ураженість рослин цією хворобою була в межах 15–25 % (слабкосприйнятливий), 2017 – 25–40 % (сприйнятливий), 2018 – від слабкосприйнятливого (22,5 %) до сприйнятливого (42,5 %), 2019 – від стійкого (4 %) до слабкосприйнятливого (20 %) та в 2020 році – високостійкого (0 %). За винятком 2020 року, у 2016–2019 рр. відмічено значне варіювання стійкості до ураження борошнистою росою.

Таблиця 3 – Урожайність сортів пшениці м'якої озимої, які проходять сортовипробування, Панфільська дослідна станція

Сорт	Урожайність, т/га					
	2016 р.	2017 р.	2018 р.	2019 р.	2020 р.	Середнє 2016–2020 рр.
Лісова пісня, St.	7,90	6,20	4,50	5,00	5,90	5,90
Красуня Поліська	8,20	4,90	4,00	6,30	5,50	5,78
Мокоша	8,30	5,70	5,60	7,30	6,40	6,66
Пирятинка	7,60	4,40	3,90	4,30	-	5,05
Фортеця Поліська	-	-	-	-	6,10	6,10
Ефектна	-	-	-	6,90	5,90	6,40
Землероб	8,90	5,70	5,90	6,90	6,40	6,76
Любіто	-	-	-	-	-	-
НІР <sub>05</sub>	0,31	0,30	0,24	0,31	0,32	-

Таблиця 4 – Ураженість борошнистою росою сортів пшениці м'якої озимої, які проходять сортовипробування, ННЦ «Інститут землеробства НААН», 2016–2020 рр.

Сорт	Ураженість борошнистою росою, %					
	X	Мах	Мін	S <sup>2</sup>	S	V, %
Лісова пісня, St.	9,40	25,00	0,00	114,30	10,69	113,74
Красуня Поліська	18,00	40,00	0,00	207,50	14,40	80,03
Мокоша	25,50	42,50	0,00	295,00	17,18	67,36
Пирятинка	11,00	25,00	0,00	80,00	8,94	81,31
Фортеця Поліська	11,60	25,00	0,00	85,30	9,24	79,62
Ефектна	1,67	5,00	0,00	8,33	2,89	173,21
Землероб	14,60	25,00	0,00	83,30	9,13	62,51
Любіто	13,30	25,00	0,00	121,95	11,04	83,03

Таблиця 5 – Мінливість ураженості борошнистою росою сортів пшениці м'якої озимої, залежно від року випробування, ННЦ «Інститут землеробства НААН»

Показник	Мінливість ураженості борошнистою росою сортів пшениці м'якої озимої залежно від року випробування, %					
	2016 р.	2017 р.	2018 р.	2019 р.	2020 р.	Середнє 2016–2020 рр.
X	15,00	25,00	22,50	4,00	0,00	13,30
Max	25,00	40,00	42,50	20,00	0,00	25,50
Min	15,00	25,00	22,50	4,00	0,00	13,30
S <sup>2</sup>	28,57	103,57	280,50	44,21	0,00	47,30
S	5,35	10,18	16,75	6,65	0,00	6,88
V, %	35,63	40,71	74,44	166,23	0,00	51,71

Отже, високостійким до ураження борошнистою росою виявлено сорт Ефектна. Дуже високу стійкість до цієї хвороби відмічено у 2020 році для всіх сортів, які передані на дослідження державної науково-технічної експертизи.

У 2020 році відмічено також дуже високу стійкість (0–1,0 %) до бурої іржі (табл. 6). За п'ять років мінливість ураження сортів бурою іржею коливалася від дуже високої стійкості (X=0,33 %) до стійкого показника ураження (X=7,5 %), стандарт Лісова пісня (X=8,0 %).

Дуже високу стійкість до ураження бурою іржею відмічено в сорту Ефектна – X=0,33 %. Максимальна ураженість його становила 1 % у 2019 році, мінімальна (0 %) – у 2018 і 2020 роках. Усі інші сорти впродовж п'яти років

мали як дуже високу мінливість (Min = 0–1 %) стійкості до ураження бурою іржею, так і помірну стійкість (Max = 15 %). У середньому за п'ять років високу стійкість відмічено у сортів Землероб (X=5 %), Любіто (X=5,3 %); стійкий – Мокоша (X=5,7 %), Пирятинка (X=6,8 %), Фортеця Поліська (X=7,1 %), Красуня Поліська (X=7,5 %). Варто відмітити, що сорти, передані на сортовипробування, мали значне варіювання стійкості до ураження бурою іржею.

За даними таблиці 7 встановлено, що ураження бурою іржею було вищим у врожайні 2016–2017 роки. Так, у 2016 році середній показник ураженості бурою іржею становив X=14,29 % (помірна стійкість), а врожайність була на рівні X=8,33 т/га. У 2017 році середній

Таблиця 6 – Ураженість бурою іржею сортів пшениці м'якої озимої, які проходять державну науково-технічну експертизу, ННЦ «Інститут землеробства НААН»

Сорт	Ураженість бурою іржею, %										
	2016 р.	2017 р.	2018 р.	2019 р.	2020 р.	X	Max	Min	S <sup>2</sup>	S	V, %
Лісова пісня, St.	15,00	15,00	10,00	0,00	0,00	8,00	15,00	0,00	57,50	7,58	94,79
Красуня Поліська	15,00	15,00	0,50	7,00	0,00	7,50	15,00	0,00	54,50	7,38	98,43
Мокоша	15,00	10,00	1,50	1,00	1,00	5,70	15,00	1,00	41,70	6,46	113,29
Пирятинка	15,00	15,00	4,00	0,00	0,00	6,80	15,00	0,00	58,70	7,66	112,67
Фортеця Поліська	15,00	10,00	0,50	10,00	0,00	7,10	15,00	0,00	43,30	6,58	92,68
Ефектна	-	-	0,00	1,00	0,00	0,33	1,00	0,00	0,33	0,58	173,21
Землероб	15,00	10,00	0,00	0,00	0,00	5,00	15,00	0,00	50,00	7,07	141,42
Любіто	10,00	15,00	1,50	0,00	0,00	5,30	15,00	0,00	46,70	6,83	128,94

Таблиця 7 – Мінливість ураженості бурою іржею сортів пшениці м'якої озимої, які проходять державну науково-технічну експертизу, залежно від року випробування ННЦ «Інститут землеробства НААН»

Показник	Мінливість ураженості бурою іржею сортів пшениці м'якої озимої залежно від року випробування, %					
	2016 р.	2017 р.	2018 р.	2019 р.	2020 р.	Середнє, 2016–2020 рр.
X	14,29	12,86	2,25	2,38	0,13	5,72
Max	15,00	15,00	10,00	10,00	1,00	8,00
Min	10,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,33
S <sup>2</sup>	3,57	7,14	11,50	15,13	0,13	5,88
S	1,89	2,67	3,39	3,89	0,35	2,42
V, %	13,23	20,79	150,72	163,75	282,84	42,41

показник ураженості цією хворобою становив  $X=12,86\%$  (6 балів за бальною шкалою стійкості), врожайність – 8,14 т/га. Такий рівень стійкості несуттєво вплинув на показник урожайності. Мінливість року на ураженість бурюю іржею сортів пшениці м'якої озимої, які перебувають на сортовипробуванні, у 2020 році становила  $X=0,13\%$ , 2018 –  $X=2,25\%$ , 2019 –  $X=2,38\%$ .

Отже, ураження бурюю іржею впродовж 2016–2020 рр. було нижчим, порівнюючи з борошнистою росю. Встановлено, що сорт Ефектна мав дуже високу стійкість як до борошнистої роси, так і до бурі іржі. Дуже високу стійкість до цієї хвороби відмічено у 2020 році для всіх сортів пшениці м'якої озимої, які передано на державну науково-технічну експертизу.

Щодо септоріозу листків, то середня ураженість коливалася від помірної стійкості ( $X=19\%$ ) у сорту Землероб до помірної сприйнятливості ( $X=39,3\%$ ) – у сорту Пирятинка (табл. 8). Так, сорт Землероб мав як стійке ураження ( $\text{Min}=7\%$ ), так і слабку сприйнятливості ( $\text{Max}=28\%$ ). Сорти пшениці м'якої озимої Мокоша і Любіто відзначалися варіюванням ураженості септоріозом листків від стійкого ураження ( $\text{Min}=7\%$ ) і ( $\text{Min}=7,5\%$ ) до помірної сприйнятливості ( $\text{Max}=40\%$ ). Сорт Красуня Поліська характеризувався від помірної стійкості ( $\text{Min}=19\%$ ) до помірної сприй-

нятливості ( $\text{Max}=42\%$ ); Ефектна – від слабкої сприйнятливості ( $\text{Min}=25\%$ ) до помірної сприйнятливості ( $\text{Max}=42,5\%$ ). Найвищий розмах варіювання відмічено у сортів Фортеця Поліська та Пирятинка. Сорт Фортеця Поліська відзначився як високою стійкістю до ураження септоріозом листків ( $\text{Min}=3,5\%$ ), так і сприйнятливостю до цієї хвороби ( $\text{Max}=65\%$ ). Сорт Пирятинка відмічено як помірно стійким ( $\text{Min}=18,5\%$ ), так і сприйнятливим ( $\text{Max}=65\%$ ). Ураження септоріозом листків за роками досліджень також було високим (табл. 9). Варто відмітити, що безсніжного 2020 року, так і надмірного за кількістю опадів 2018 року, ураження септоріозом листків відмічено як помірне ( $X=15,81\%$  та  $X=20,03\%$ ).

Слабку сприйнятливостю до септоріозу листків ( $X=32,75\%$  і  $X=37,14\%$ ) відмічено у 2019 та 2016 роках. Помірну сприйнятливостю до цієї хвороби ( $X=42,86\%$ ) зафіксовано в 2017 році.

Отже, ураження септоріозом листків впродовж 2016–2020 рр. було високим, порівнюючи з бурюю іржею та борошнистою росю. Встановлено, що сорт Землероб мав як стійке ураження ( $\text{Min}=7\%$ ), так і слабку сприйнятливостю ( $\text{Max}=28\%$ ). Досліджено, що безсніжного 2020 року, так і надмірного за кількістю опадів 2018 року, за ураженням септоріозом листків сорт Землероб мав помірну стійкість (відповідно,  $X=15,81\%$  та  $X=20,03\%$ ).

Таблиця 8 – Ураженість септоріозом листків сортів пшениці м'якої озимої, які проходять державну науково-технічну експертизу, ННЦ «Інститут землеробства НААН»

Сорт	Ураженість септоріозом листків, %										
	2016 р.	2017 р.	2018 р.	2019 р.	2020 р.	X	Max	Min	S <sup>2</sup>	S	V, %
Лісова пісня, St.	65,00	40,00	1,70	25,00	15,00	29,34	65,00	1,70	593,43	24,36	83,03
Красуня Поліська	40,00	40,00	22,50	42,00	19,00	32,70	42,00	19,00	121,20	11,01	33,67
Мокоша	40,00	40,00	7,00	35,00	22,50	28,90	40,00	7,00	201,05	14,18	49,06
Пирятинка	40,00	65,00	33,00	40,00	18,50	39,30	65,00	18,50	283,45	16,84	42,84
Фортеця Поліська	25,00	65,00	3,50	40,00	12,00	29,10	65,00	3,50	593,05	24,35	83,69
Ефектна	-	-	42,50	30,00	25,00	32,50	42,50	25,00	81,25	9,01	27,74
Землероб	25,00	25,00	10,00	28,00	7,00	19,00	28,00	7,00	94,50	9,72	51,16
Любіто	25,00	25,00	40,00	22,00	7,50	23,90	40,00	7,50	133,55	11,56	48,35

Таблиця 9 – Мінливість ураженості септоріозом листків сортів пшениці м'якої озимої, які проходять державну науково-технічну експертизу, залежно від року випробувань, ННЦ «Інститут землеробства НААН»

Показник	Мінливість ураженості септоріозом листків сортів пшениці м'якої озимої залежно від року випробувань, %					
	2016 р.	2017 р.	2018 р.	2019 р.	2020 р.	Середнє, 2016–2020 рр.
X	37,14	42,86	20,03	32,75	15,81	29,34
Max	65,00	65,00	42,50	42,00	25,00	39,30
Min	25,00	25,00	1,70	22,00	7,00	19,00
S <sup>2</sup>	207,14	273,81	279,66	57,36	44,07	36,75
S	14,39	16,55	16,72	7,57	6,64	6,06
V, %	38,75	38,61	83,51	23,13	41,98	20,66

У 2020 році проявилось також ураження септоріозом колоса та оливковою пліснявою (табл. 10).

Варто відмітити дуже високу стійкість до ураження септоріозом колоса сорту Фортеця Поліська. На сортах Пирятинка, Ефектна, Любіто відмічено розвиток хвороби на рівні 1,0 %, однак розповсюдження хвороби у ділянці було 10,0 %. Сорти Любіто, відповідно, 1,0 і 30,0 %; Мокоша – 2,0 і 50,0 %; Землероб – 2,0 і 60,0 %; Красуня Поліська – 3,0 і 70,0 %.

колосів, що сприяло розповсюдженню чорноколосиці або оливкової плісняви. Стандарт Лісова пісня виявився стійким до цієї хвороби. Усі сорти, які були передано на державну науково-технічну експертизу, мали ураження цієї хворобою на рівні 1,0 %. Однак менше розповсюдження у ділянці (10,0 %) відмічено у сортів Пирятинка, Фортеця Поліська та Землероб.

За результатами моніторингу фітосанітарного стану посівів пшениці м'якої озимої та ярої встановлено, що у 2016–2018 рр. у північ-

Таблиця 10 – Ураженість сортів пшениці м'якої озимої септоріозом колоса та оливковою пліснявою, ННЦ «Інститут землеробства НААН», 2020 рік

Сорт	Септоріоз колоса, %		Оливкова пліснява, %	
	I	II	I	II
Лісова пісня, St.	1,00	10,00	0,00	0,00
Красуня Поліська	3,00	70,00	1,00	70,00
Мокоша	2,00	50,00	1,00	70,00
Пирятинка	1,00	10,00	1,00	10,00
Фортеця Поліська	0,00	0,00	1,00	10,00
Ефектна	1,00	10,00	1,00	30,00
Землероб	2,00	60,00	1,00	10,00
Любіто	1,00	30,00	1,00	20,00

**Примітка:** I – розвиток хвороби, %; II – розповсюдження хвороби у ділянці, %.

Симптоми чорноколосиці на посівах досліджуваних сортів зафіксовано в літній час в період сильних опадів. Уражений колос покривається чорними крапками або темним нальотом спор. За дощової погоди, яка співпадає з періодом дозрівання хлібів, спостерігається запліснявіння колосів [17]. Спричиняється хвороба комплексною дією групи патогенів, розвиток яких проходить на одній і тій самій рослині незалежно один від одного. Водночас кожний із них спричиняє окрему хворобу, яку називають чорноколосиця, або оливкова пліснява злаків [18–21]. Такі погодні умови склалися у 2020 році, що сприяли розповсюдженню чорноколосиці (табл. 10). Стандарт Лісова пісня виявився стійким до цієї хвороби. Усі сорти, які було передано на сортовипробування, уражувалися цією хворобою на рівні 1,0 %. Однак менше розповсюдження у ділянці (10,0 %) відмічено в посівах сортів Пирятинка, Фортеця Поліська та Землероб. У сорту Любіто розповсюдження у ділянці становило 20,0 %; Ефектна – 30,0 %; Красуня Поліська і Мокоша – 70,0 %.

Отже, дослідженнями встановлено, що у 2020 році дуже високу стійкість до ураження септоріозом колоса відмічено у сорту Фортеця Поліська. Сорти Пирятинка, Ефектна, Любіто мали розвиток хвороби на рівні 1,0 %, з нижчим розповсюдженням хвороби у ділянці – 10,0 %.

Погодні умови з опадами у період дозрівання хлібів 2020 року призвели до запліснявіння

ній частині Лісостепу на посівах зустрічається 25 видів комах з 11 родин та 7 родів [22]. Щодо кількісного співвідношення на посівах як пшениці озимої, так і пшениці ярої, за типом живлення домінують сисні (трипси і попелиці) та внутрішньостеблові види шкідників (злакові мухи). Водночас частка трипсів була вищою на пшениці озимій – 61 %, попелиць – 16,0 %, та навпаки, меншою проти пшениці ярої частка злакових мух – 6,4 %, цикадок – 1,2 %. За умов підвищеної температури восени і теплої безсніжної зими зросла ймовірність ураження смугастою мозаїкою та вірусом жовтої карликовості ячменю, що завдало значної шкоди пшениці озимій. Сільськогосподарський рік 2019–2020 виявився унікальним через нестачу опадів восени та безсніжну зиму, прохолодну і морозну весну, особливо у нічні години, та тепле зі значними опадами літо. За погодними умовами дощове прохолодне літо нагадувало ранні осінні дні, що, зі свого боку, призвело до масового розповсюдження попелиці, кліщів – розповсюджувачів вірусних хвороб (смугастої мозаїки листя та ВЖКЯ).

**Висновки.** 1. Кращими за врожайністю у 2020 році відмічено сорти Ефектна – 6,87 т/га, Пирятинка і Землероб – 6,56 т/га, Фортеця Поліська – 6,48 т/га. За п'ять років усі сорти, які передано на сортовипробування, перевищували за врожайністю стандарт Лісова пісня (5,97 т/га). Так, у сорту Фортеця Поліська вро-

жайність становила 7,31 т/га, Пирятинка – 7,10, Землероб – 7,06, Красуня Поліська – 6,95, Любіто – 6,72, Ефектна – 6,36, Мокоша – 6,27 т/га. Варто відмітити значне варіювання врожайності впродовж років досліджень у всіх сортів, переданих на сортовипробування.

2. Встановлено, що попри мінливість погодних умов – осінню посуху та швидкий перехід весни у літо 2016 року, врожайність становила 8,33 т/га з середнім рівнем варіювання  $V=12,07\%$ . Достатні показники врожайності відмічено 2017 року, незважаючи на весняний заморозок у період колосіння, та 2019 року за несприятливими чинниками взимку, відповідно 8,14 і 7,58 т/га, з незначним варіюванням  $V=7,58\%$  та середнім рівнем варіювання  $V=13,25\%$ . Трохи нижчу врожайність відмічено за безсніжного 2020 року – 6,11 т/га з незначним варіюванням  $V=9,46\%$ . Попередник ріпак та, особливо, перестій хлібів через опади під час збирання 2018 року спричинили зниження врожайності до рівня 3,88 т/га з незначним варіюванням  $V=9,76\%$ . Середня врожайність упродовж п'яти років становила 6,72 т/га та дала змогу припустити, що 2016, 2017, 2019 сільськогосподарські роки були більш сприятливими для вирощування нових сортів пшениці м'якої озимої, натомість погодні умови 2020 та, особливо, 2018 року – не сприяли ростові й розвитку озимини. На Панфільській дослідній станції в середньому за п'ять років перевищували стандарт за врожайністю сорти Мокоша та Землероб – 6,4 т/га, Фортеця Поліська – 6,1 т/га, та не поступався стандарту сорт Ефектна – 5,9 т/га.

3. Високостійким до ураження борошністою росю виявлено сорт Ефектна. Дуже високу стійкість до цієї хвороби відмічено у 2020 році для всіх сортів, які передано на сортовипробування.

Ураження бурою іржею впродовж 2016–2020 рр. було нижчим, порівнюючи з борошністою росю. Встановлено, що сорт Ефектна мав дуже високу стійкість як до борошністої роси, так і до бурої іржі. Дуже високу стійкість до бурої іржі відмічено у 2020 році для всіх сортів, які передано на сортовипробування.

Встановлено, що ураження септоріозом листків упродовж 2016–2020 рр. було високим, порівнюючи з бурою іржею та борошністою росю. Визначено, що сорт Землероб мав як стійке ураження ( $Min = 7\%$ ), так і слабку сприйнятливості ( $Max = 28\%$ ). Досліджено, що безсніжного 2020 року, так і надмірного за опадами 2018 року, від ураження септоріозом листків сорт Землероб мав помірну стійкість (відповідно,  $X=15,81\%$  та  $X=20,03\%$ ).

Дослідженнями встановлено, що у 2020 році дуже високу стійкість до ураження септоріозом колоса відмічено у сорту Фортеця Поліська. Сорти Пирятинка, Ефектна, Любіто уражувалися цією хворобою на рівні 1,0 %, розповсюдження хвороби у ділянці цих сортів становило 10,0 %.

Погодні умови з опадами у період дозрівання хлібів 2020 року призвели до запліснявіння колосів, що сприяло розповсюдженню чорноколосиці, або оливкової плісняви. Стандарт Лісова плісня виявився стійким до цієї хвороби. Усі сорти, які були передано на державну науково-технічну експертизу, мали ураження цією хворобою на рівні 1,0 %. Однак менше розповсюдження хвороби в ділянці (10,0 %) відмічено у сортів Пирятинка, Фортеця Поліська та Землероб.

4. Погодні умови 2020 року сприяли розвитку шкідників і розповсюджувачів вірусних хвороб, що завдало значної шкоди посівам пшениці м'якої озимої.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Юхименко А.І., Волошук С.І., Кочмарський В.С. Ураження пшениці озимої вірусом жовтої карликовості ячменю залежно від метеорологічних умов вегетації: збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства УААН». Київ, 2008. С. 107–111.
2. Фоменко М.А., Грабовец А.И. Роль новых сортов озимой пшеницы в стабилизации производства зерна в условиях меняющегося климата. Земледелие. 2009. № 4. С. 36–38.
3. Юла В.М., Олійник К.М. Управління продукційними процесами пшениці за агробіологічним контролем розвитку елементів продуктивності: збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства УААН». Київ, 2013. Випуск 3–4. С. 36–45.
4. Крючкова Л.О., Нежигай Л.М., Чеченева Т.М. Генетичні основи стійкості пшениці до грибних хвороб. Физиология и биохимия культурных растений. 2010. Т. 42. № 3. С. 202–209.
5. Catalogue of gene symbols for wheat – 11<sup>th</sup> Intern / McIntosh R.A. et al. Wheat Genet. Symp. Brisbane, 2008. 519 p.
6. Somers D.J., Fedak G., Clarke J., Wenguang C. Mapping of FHB resistance QTLs in tetraploid wheat Genome. 2006. 49. P. 1586–1593.
7. Zhang X., Haley S.D., Jin Y. Inheritance of *Septoria tritici* Blotch resistance in winter wheat. Crop. Sci. 2001. 41. P. 323–326.
8. Санин С.С., Жохова Т.П. Влияние болезней и средств защиты растений на качество зерна пшеницы. Защита и карантин растений. 2012. № 11. С. 16–20.
9. Кривенко А.І., Панченко Т.В. Біологічні особливості збудника борошністої роси на різних сортах озимої пшениці в умовах Центрального Лісостепу України. Агробіологія: збірник наукових праць. Біла Церква, 2014. Вип. 1 (109). С. 111–115.
10. Міщенко Л.Т. Вірусні інфекції та підвищення стійкості проти них рослин пшениці. Вісник аграрної науки. 2004. № 2. С. 19–22.

11. Видовий склад та заходи контролю переносників ВЖКЯ у Південному Степу України / Клименко М.О. та ін. Збірник наукових праць Селекційно-генетичного інституту – Національного центру насіннєзнавства та сортовивчення НААН України. Одеса, 2013. Вип. 22. С. 141–149.

12. Литвиненко М.А. Нові сорти озимої м'якої пшениці селекції Селекційно-генетичного інституту в аномально посушливих умовах 2007 року. Пропозиція. 2007. № 8. С. 56–57.

13. Уліч Л.І., Уліч О.Л. Ефективність післяреєстраційного сортовивчення пшениці озимої. Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. 2007. № 5. С. 23–34.

14. Нові сорти та використання молекулярних маркерів у селекції пшениці м'якої озимої / Голик Л.М. та ін. Реалізація потенціалу сортів зернових культур – шлях вирішення продовольчої безпеки: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 110-річчю від дня народження академіка-селекціонера Василя Миколайовича Ремесла (с. Центральне, 20 жовтня 2017). Центральне, 2017. С. 20–21.

15. The allelic state identification of non-race-specific disease resistance Lr34/Yr18/Pm38 locus in Ukrainian winter wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars of Polissia: abstracts of Papers of International Plant Breeding Congress / Zaika Y. et al. 2013, 10–14 November, Antalya, Turkey. 293 p.

16. Analysis of Ukrainian Polissya and Forest-steppe winter wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars for the presence of «resistant» allelic state of non-race-specific disease resistance locus Lr34/Yr18/Pm38 / Zaika I.V. et al. Ekin Journal of Crop Breeding and Genetics, 2015, 1–1, pp. 13–16.

17. Левитин М.М., Тютєрев С.Л. Грибные болезни зерновых культур. Защита и карантин растений: журнал. 2003. № 11. С. 55–101.

18. Федоров А.А. Жизнь растений в шести томах. Грибы / ред. М.В. Горленко Москва, Издательство просвещение. 1976. Том 2. 479 с.

19. Дорофеева Л.Л., Шкаликов В.А. Болезни зерновых культур. ООО НПФ «СКАРАБЕЙ». 2007. 22 с.

20. Станчева Й. Атлас болезней сельскохозяйственных культур / перевод Г. Даниловой, редакторы Васютин А.С., Ширина Л.В., Кулич О.А. София-Москва, Пенсофт, 2003. 175 с.

21. Пересышкин В.Ф. Сельскохозяйственная фитопатология, 4-е изд., перераб. и доп. Москва, Агропромиздат, 1989. 480 с.

22. Рекомендації, щодо контролю шкідливих організмів у посівах пшениці озимої та ярої у зоні Лісостепу за умов зміни клімату / за редакцією А.В. Кириченко та ін. Київ, ЦП «Компринт», 2018. 23 с.

## REFERENCES

1. Juhymenko, A.I., Voloshuk, S.I., Kochmars'kyj, V.S. (2008). Urazhennja pshenyци ozymoi' virusom zhovtoi' karlykovosti jachmenju zalezchno vid meteorologichnyh umov vegetacii': zbirnyk naukovykh prac' NNC «Instytut zemlerobstva UAAN» [Defeat of winter wheat by yellow dwarf barley virus depending on meteorological conditions of vegetation: collection of scientific works of NSC "Institute of Agriculture UAAS"]. Kyiv, pp. 107–111.

2. Fomenko, M.A., Grabovec, A.I. (2009). Rol' novykh sortov ozimoi' pshenyци v stabilizacii proizvodstva zerna v

uslovijah menjajushhegosja klimata [The role of new varieties of winter wheat in stabilizing grain production in a changing climate]. Zemledelie [Agriculture], no. 4, pp. 36–38.

3. Jula, V.M., Olijnyk, K.M. (2013). Upravlinnja produkcijnymy procesamy pshenyци za agrobiologichnym kontrolem rozvytku elementiv produktyvnosti: zbirnyk naukovykh prac' NNC «Instytut zemlerobstva UAAN» [Management of wheat production processes for agrobiological control of the development of productivity elements: collection of scientific works of NSC "Institute of Agriculture UAAS"]. Kyiv, Issue 3–4, pp. 36–45.

4. Krjuchkova, L.O., Nezhygaj, L.M., Chechenjeva, T.M. (2010). Genetychni osnovy stijkosti pshenyци do grybnyh hvorob [Genetic basis of wheat resistance to fungal diseases]. Fyzyologija y biokhymija kul'turnykh rastenyj [Physiology and biochemistry of cultivated plants]. Vol. 42, no. 3, pp. 202–209.

5. McIntosh, R.A., Yamazaki, Y., Dubcovski, J. (2008). Catalogue of gene symbols for wheat – 11<sup>th</sup> Intern. Wheat Genet. Symp. Brisbane. 519 p.

6. Somers, D.J., Fedak, G., Clarke, J., Wenguan, C. (2006). Mapping of FHB resistance QTLs in tetraploid wheat. Genome. 49. pp. 1586–1593.

7. Zhang, X., Haley, S.D., Jin, Y. (2001). Inheritance of *Septoria tritici* Blotch resistance in winter wheat. Crop. Sci. 41. pp. 323–326.

8. Sanin, S.S., Zhohova, T.P. (2012). Vlijanie boleznej i sredstv zashhity rastenyj na kachestvo zerna pshenyци [Influence of diseases and plant protection products on wheat grain quality]. Zashhita i karantin rastenyj [Plant protection and quarantine], no. 11, pp. 16–20.

9. Kryvenko, A.I., Panchenko, T.V. (2014). Biologichni osoblyvosti zbudnyka boroshnystoi' rosy na riznykh sortah ozymoi' pshenyци v umovah Central'nogo Lisostepu Ukraїny [Biological features of the pathogen of powdery mildew on different varieties of winter wheat in the Central Forest-Steppe of Ukraine]. Agrobiologija: zbirnyk naukovykh prac' [Agrobiology: a collection of scientific papers]. Bila Tserkva, Issue 1 (109), pp. 111–115.

10. Mishhenko, L.T. (2004). Virusni infekcii' ta pidvyshhennja stijkosti proty nyh roslyn pshenyци [Viral infections and increased resistance to wheat plants]. Visnyk agrarnoi' nauky [Bulletin of Agricultural Science], no. 2, pp. 19–22.

11. Klymenko, M.O., Dolzhenchuk, V.I., Krupko, G.D., Glushhenko, M.K., Zapasnyj, V.S. (2013). Vydovyj sklad ta zahody kontrolju perenosnykiv VZhKJa u Pivdennomu Stepu Ukraїny: zbirnyk naukovykh prac' Selekcijno-genetychnogo instytutu – Nacional'nogo centru nasinnjeznavstva ta sortovyvchennja NAAN Ukraїny [Species composition and control measures of HCV vectors in the Southern Steppe of Ukraine: collection of scientific works of the Breeding and Genetic Institute – National Center for Seed Science and Variety Studies of NAAS of Ukraine]. Odessa, Issue 22, pp. 141–149.

12. Lytvynenko, M.A. (2007). Novi sorty ozymoi' m'jakoi' pshenyци selekcii' Selekcijno-genetychnogo instytutu v anomal'no posushlyvyh umovah 2007 roku [New varieties of winter soft wheat selected by the Breeding and Genetic Institute in abnormally arid conditions in 2007]. Propozycja [Offer], no. 8, pp. 56–57.

13. Ulich, L.I., Ulich, O.L. (2007). Efektyvnist' pisljarejestracijnogo sortovyvchennja pshenyци ozymoi'

[Efficiency of post-registration variety study of winter wheat]. Sortovyvchennja ta ohorona prav na sorty roslyn [Variety research and protection of plant variety rights], no. 5, pp. 23–34.

14. Golyk, L.M., Kobernyk, N.I., Zai'ka, Je. V., Levchenko, O.S. (2017). Novi sorty ta vykorystannja molekularnyh markeriv u selekcii' pshenyци m'jakoї' ozymoї' [New varieties and use of molecular markers in the selection of soft winter wheat]. Realizacija potencialu sortiv zernovyh kul'tur – shljah vyryshennja prodovol'choї' bezpeky: materialy Mizhnarodnoї' naukovo-praktychnoї' konferencii', prysvjachenoї' 110-richchju vid dnja narodzhennja akademika-selekcionera Vasylja Mykolajovycha Remesla (s. Central'ne, 20 zhovtnja 2017) [Realization of the potential of grain varieties – a way to solve food security: proceedings of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 110 th anniversary of the birth of Academician-breeder Vasyl Mykolajovyh Remesla (Central village, October 20, 2017)]. Centralne, pp. 20–21.

15. Zaika, Y., Karelov, A.V., Kozub, N., Sozinov, I., Sozinov, A., Starychenko, V. (2013). The allelic state identification of non-race-specific disease resistance Lr34/Yr18/Pm38 locus in Ukrainian winter wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars of Polissia: abstracts of Papers of International Plant Breeding Congress. 10–14 November, Antalya. Turkey. 293 p.

16. Zaika, I.V., Karelov, A.V., Kozub, N.O., Sozinov, I.O., Sozinov, O.O., Starychenko, V.M. (2015). Analysis of Ukrainian Polissya and Forest-steppe winter wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars for the presence of «resistant» allelic state of non-race-specific disease resistance locus Lr34/Yr18/Pm38. Ekin Journal of Crop Breeding and Genetics, 1–1, pp. 13–16.

17. Levitin, M.M., Tjuterev, S.L. (2003). Gribnye bolezni zernovyh kul'tur [Fungal diseases of cereals]. Zhurnal zashhita i karantin rastenij [Journal of plant protection and quarantine], no. 11, pp. 55–101.

18. Fedorov, A.A. (1976). Zhizn' rastenij v shesti tomah. Griby. [Plant life in six volumes. Mushrooms]. Moscow, Vol. 2, Publishing house education, 479 p.

19. Dorofeeva, L.L., Shkalikov, V.A. (2007). Bolezni zernovyh kul'turju [Diseases of cereals]. LLC NPF SCARABEY, 22 p.

20. Stancheva, J. (2003). Atlas boleznej sel'skohozjajstvennyh kul'tur [Atlas of crop diseases]. Sofija, Moscow, publishing house Pensoft, 175 p.

21. Peresytkin, V.F. (2013). Sel'skohozjajstvennaja fitopatologija, 4-e izdanie, pererabotannoe i dopolnennoe [Agricultural phytopathology]. Moscow, Agropromizdat, 480 p.

22. Rekomendacii', shhodo kontrolju shkidlyvyh organizmiv u posivah pshenyци ozymoї' ta jaroї' u zoni Lisostepu za umov zminy klimatu / za redakcijeju A.V. Kyrychenko, L.M. Parmins'ka, N.V. Gavryljuk, L.A. Kuz'menko [Recommendations for pest control in winter and spring wheat crops in the Forest-Steppe zone under climate change conditions]. Kyiv, CP Komprynt, 2018, 23 p.

**Изменчивость урожайности и устойчивости к поражению болезнями сортов пшеницы мягкой озимой в зависимости от года испытания**

**Голик Л.Н., Кузьменко Л.А.**

На государственную научно-техническую экспертизу переданы новые сорта Красуня Полесская, Мокоша, Пириятинка, Фортеца Полесская, Эффектная в 2018 году, Землероб и Любито – в 2020 году.

Лучшими сортами по показателю урожайности в 2020 году отмечены сорта Эффектная – 6,87 т/га, Пириятинка и Землероб – 6,56 т/га, Фортеца Полесская – 6,48 т/га. По 2016–2020 годам все сорта, которые переданы на сортоиспытание, превышали по урожайности стандарт Лесная песня (5,97 т/га). Так, у сорта Фортеца Полесская урожайность составила 7,31 т/га, Пириятинка – 7,10, Землероб – 7,06, Красуня Полесская – 6,95, Любито – 6,72, Эффектная – 6,36, Мокоша – 6,27 т/га. Следует отметить значительное варьирование урожайности в исследуемые годы во всех сортов, переданных на сортоиспытание.

На Панфильской опытной станции превышали стандарт по урожайности сорта пшеницы мягкой озимой Мокоша и Землероб – 6,4 т/га, Фортеца Полесская – 6,1 т/га, не уступал стандарту сорт Эффектная – 5,9 т/га.

Поражение бурой ржавчиной в течение 2016–2020 гг. было ниже, по сравнению с мучнистой росой. Установлено, что сорт Эффектная имел очень высокую устойчивость как к поражению мучнистой росой, так и к поражению бурой ржавчиной. Очень высокая устойчивость к поражению бурой ржавчиной отмечена в 2020 году для всех сортов, которые переданы на сортоиспытание.

Установлено, что поражение септориозом листьев в течение 2016–2020 гг. было высоким, по сравнению с бурой ржавчиной и мучнистой росой. Выделен сорт Землероб, который имел как устойчивое поражение (Min = 7 %), так и слабую восприимчивость (Max = 28 %). Установлено, что в бесснежный 2020 год и в обильный на осадки 2018 год, поражение септориозом листьев имело умеренную устойчивость (X = 15,81 %) и (X = 20,03 %). Исследованиями установлено, что в 2020 году очень высокая устойчивость к поражению септориозом колоса отмечена у сорта Фортеца Полесская. На растениях сортов Пириятинка, Эффектная, Любито отмечено развитие болезни на уровне 1,0 % и распространение болезни на участке – 10,0 %.

**Ключевые слова:** пшеница мягкая озимая, сорт, изменчивость, урожайность, устойчивость к поражению болезнями, мучнистая роса, бурая ржавчина, септориоз листьев, оливковая плесень, полосатая мозаика листьев, ВЖКЯ.

**Variability of yield and resistance to disease of soft winter wheat varieties depending on the year of testing**

**Holyk L., Kuzmenko L.**

New varieties of soft winter wheat have been submitted for state scientific and technical expertise: Krasunya Poliska, Mokosha, Pyriatynka, Fortetsia Poliska, Efektna – in 2018, Zemlerob and Lyubito – in 2020.

The best varieties in 2020 were Efektna – 6.87 t/ha, Pyriatynka and Zemlerob – 6.56 t/ha each, Fortetsia Poliska – 6.48 t/ha. During 2016-2020, all the varieties undergoing qualification examination exceeded the Lisova pisnia standard in terms of yield (5.97 t/ha). Thus, the yield of the Fortetsia Poliska variety was 7.31 t/ha, Pyriatynka – 7.10 t/ha, Zemlerob – 7.06 t/ha, Krasunya Poliska – 6.95 t/ha, Lyubito – 6.72 t/ha, Efektna – 6.36 t/ha, Mokosha – 6.27 t/ha. It is worth noting the significant variation in the yield over the years of research in all varieties submitted for further study and registration for state scientific and technical examination.

At the Panfil research station, the yield of soft winter wheat varieties Mokosha and Zemlerob exceeded the standard in terms of yield – 6.4 t/ha, Fortetsia Poliska – 6.1 t/ha and the Efektna variety was not inferior to the standard – 5.9 t/ha.

Brown rust damage during 2016–2020 was lower compared to powdery mildew. It was found that the Efektna variety had a very high resistance to both powdery mildew and brown rust. Very high resistance to brown rust was observed in 2020 for all varieties that were submitted for variety testing.

It was found that the incidence of leaf septoria during 2016–2020 was high compared to brown rust and powdery mildew. The cultivar Zemlerob was selected, which had both a stable lesion (Min = 7 %) and a weak susceptibility (Max = 28 %). It was found that in the snowless 2020 and in the

abundant rainfall of 2018, the defeat of septoria leaves had moderate resistance ( $X = 15.81\%$ ) and ( $X = 20.03\%$ ). Studies have shown that in 2020 a very high resistance to septoria of the ear was observed in the variety Fortetsia Poliska. In the Pyriatynka, Efektna, Lyubito varieties, the development of the disease was noted to be 1.0 % and the spread of the disease in the area – 10.0 %.

**Key words:** soft winter wheat, variety, variability, yield, resistance to diseases, powdery mildew, brown rust, leaf septoria, olive mold, striped mosaic of leaves, BYDV.



Copyright: Голик Л.М., Кузьменко Л.А. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



Голик Л.М.

ID: <https://orcid.org/0000-0002-7157-6520>

УДК 633.63:631.52:575.125

## Створення самофертильних ЗС і ЧС ліній цукрових буряків та добір кращих за селекційно і господарсько цінними ознаками

Дубчак О.В. 

Верхняцька дослідно-селекційна станція ІБК і ЦБ НААН України



Дубчак О.В. Створення самофертильних ЗС і ЧС ліній цукрових буряків та добір кращих за селекційно і господарсько цінними ознаками. Збірник наукових праць «Агробіологія», 2020. № 2. С. 47–55.

Dubchak O.V. Stvorennja samofertyl'nyh ZS i ChS linij cukrovyh burjakiv ta dobir krashhyh za selekcijno i gospodars'ko cinnymy oznakamy. Zbirnyk naukovykh prac' «Agrobiologija», 2020. № 2. pp. 47–55.

Рукопис отримано: 23.06.2020 р.  
Прийнято: 07.07.2020 р.  
Затверджено до друку: 24.11.2020 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2020-161-2-47-55

Метою дослідження було створення нових комбінаційно-цінних самофертильних (Sf) закріплювачів стерильності (ЗС) та їх чоловічостерильних (ЧС) аналогів (а). Водночас, проведення підбору до новостворених SfЗС неспоріднених ЧС ліній-тестерів (т) з комплексом цінних ознак.

Встановлено, що у самофертильному гібридному поколінні частка самозапилених рослин коливалася від 62,0 до 80,0 %. Найнижчі показники мали гібриди-синтетики (ГС) з донором D<sub>3</sub>MTD<sub>3</sub>Sf за обома реципієнтами – 64,4 і 62,0 %, відповідно. Потомство донора D<sub>1</sub>PVG<sub>5</sub>Sf380 мало більшу частку самозапилених рослин: від 76,2 % з реципієнтом R<sub>1</sub>ЗС<sub>1</sub> і 74,7 % – з R<sub>2</sub>ЗС<sub>2</sub>. Проведено добори рослин кращих за рівнем зав'язування насіння від самозапилення.

В умовах жорсткого інбридингу проводили аналізуючі схрещування кандидатів у SfЗС, з їх ЧСа та неспорідненими ЧСт з наступним вивченням потомства (F<sub>1</sub> F<sub>2</sub>) ЧС рослин для оцінювання закріплювальної здатності. Третє покоління (F<sub>3</sub>) отримали за послабленого інбридингу в групових ізоляторах та F<sub>4</sub> – на ізованих ділянках вільного перезапилення. За 100 % фертильності кандидатів у SfЗС і їх ЧСа зі стерильністю 95–98 %, гібридне покоління мало стерильність і однонасінність 99–100 %. За усіма селекційно цінними ознаками задовільні показники мали лише 25 % досліджуваного матеріалу з ЧСа нових SfЗС та їх прості стерильні гібриди. У решті номерів, де формували гібриди з ЧС тестером та неспорідненим з ним ЗС О типу (ЧСт×SfЗС), відмічено значні відхилення за ознакою «стерильність» (92–58 %).

З метою більш глибокого вивчення кращі новостворені матеріали досліджували у сортовипробуванні для оцінювання їх власної продуктивності. Кандидати в SfЗС мали задовільні показники за ознакою «вміст цукру» – 19,18 %, тимчасом стандарт – 19,01 %. Для успішного ведення селекційної роботи за створення гібридів важливим було вивчення показників продуктивності ЧСа і ЧСт ліній з наступним добором перспективних. У результаті проведеної селекційної роботи колекцію вихідних форм Верхняцької ДСС поповнено новими SfЗС та їх ЧС лініями – джерелом цінних ознак майбутніх материнських компонентів гібридів.

**Ключові слова:** цукрові буряки, однонасінність, запилювач, фертильність, добір, гібрид, урожайність.

**Постановка проблеми.** Цукрові буряки за своєю природою є самостерильною культурою, тому самофертильні форми серед них зустрічаються дуже рідко. Введення гена самофертильності (Sf) в селекційні матеріали відкриває можливість для широкого використання цього явища в селекційній практиці. Самозапилення

сприяє швидшому підвищенню рівня гомозиготності за всіма генами. Присутність гена Sf в пилку знімає обмеження в системі самонесумісності. Самофертильні форми можуть бути відмінним матеріалом для прискореного отримання ліній-донорів за цукристістю, формою коренеплодів, комбінаційною цінністю. Вони

можуть стати донорами адаптивності до умов вирощування, типу і обнасіненості насінника, стійкості до шкідників і хвороб та ін. Їх можна використати під час формування гібридів-синтетиків та створення закріплювачів стерильності (ЗС) О типу. Виділення самофертильних ЗС проводять методом аналізуючих схрещувань. Як джерело чоловічої стерильності (ЧС) можна взяти форму близьку за морфологією, фенотипом і циклом розвитку з кандидатом в ЗС. Кандидат у закріплювачі має володіти, окрім ознак самофертильності і однонасінності, хорошою пилкоутворювальною здатністю, комбінаційною цінністю і достатньо високою цукристістю [1, 14, 20].

**Аналіз останніх досліджень.** Найскладнішим у селекції гібридів на стерильній основі є створення закріплювачів стерильності (ЗС), або ліній О типу, названих так на честь Ф.В. Оуена. Складність переважно пов'язана з поганою зав'язуваністю насіння під час самозапилення, тобто з дією самонесумісності [1, 15–17]. У популяції цукрових буряків переважають самостерильні рослини, які у разі примусового самозапилення зав'язують поодинокі насінини, або не зав'язують їх взагалі [2, 18, 19]. Гени, що контролюють самонесумісність, можуть мутувати, унаслідок чого відбувається запліднення яйцеклітини власним пилом. У цукрових буряків невелика кількість рослин здатна зав'язувати частину насіння в результаті самозапилення, такі рослини є самофертильними [3]. За даними науковців Гринько Т.Ф. (1927), Перетяцько В.Г. (1977) та інших, ознака самофертильності у цукрових буряків контролюється дво-локусною системою генів і є домінантною. Самофертильність, за дослідженнями Оуена Ф.В. (1942), є не лише домінантною ознакою, а і все потомство  $F_1$  виявляється гетерозиготним за геном Sf та фенотипово є самофертильним. У  $F_2$  проходить розщеплення на самофертильні і самостерильні форми. Примусове самозапилення самофертильних рослин майже не впливає на фертильність пилових зерен, тому їх проростання у самофертильних рослин за ізоляції, як за вільного цвітіння, проходить активно [4, 12, 13]. Отже, явище самофертильності виникає в результаті мутування s-локусу гена несумісності і виникнення гена Sf, алельного s. Ознака самофертильності дасть змогу змінити систему розмноження у буряка цукрового і створити можливість зав'язування насіння під час самозапилення, що значно спрощує роботу з одержання гібридів цукрових буряків та їх розмноження [5]. За дослідженнями Хаджінова М.І. (1966), принципом створення стерильних аналогів є можливість перенесення

одного чи групи генів від однієї лінії в гени другої. Для практичних цілей селекції достатня тотожність настає після 4–5 насичуючих схрещувань. За таких умов чоловічостерильна лінія дуже схожа з фертильним закріплювачем і її можна вважати чоловічостерильним еквівалентом, або аналогом. Основою методики створення стерильних аналогів є схрещування з постійним відбором за закріплювальною здатністю і однонасінністю [1, 6].

**Метою дослідження** було створення нових Sf закріплювачів стерильності (SfЗС) і їх ЧС аналогів (ЧСа). Проведення підбору різних неспоріднених ЧС тестерів (ЧСт) з комплексом цінних ознак для схрещування з SfЗС та подальшим використанням їх потомств у селекції.

**Матеріал і методи дослідження.** На Верхняцькій дослідно-селекційній станції (ВДСС) впродовж багатьох років створювали колекцію нових вихідних однонасінних стерильних та фертильних форм вітчизняного та зарубіжного походження, яку було використано для досліджень [7, 8, 11–13]. Для створення інбредних ліній цукрових буряків проводили схрещування реципієнтів (R) – самостерильних форм верхняцької селекції ( $R_1ЗС_{1635/73}$  і  $R_2ЗС_{28524}$ ), які мають задовільні показники власної продуктивності, з донорами (D) зарубіжного походження:  $D_1PVG_5Sf380$ ;  $D_2KWS_6Sf$ ;  $D_3MTD_3Sf$ ;  $D_4KYV_7Sf$ , які містять ген самофертильності (Sf). Крім того, донори Sf з різною генетичною основою мають високі показники утворення насіння в умовах жорсткої ізоляції і закріплювальну здатність 98–100 %. У  $F_4$  проведено добір та розмноження самофертильних інбредних ліній, коренеплоди яких використали для схрещувань як кандидатів у закріплювачі стерильності О типу. Для цього в парі з пилкостерильними рослинами (схема посадки  $1Sf \times 1ЧС$ ) висаджували під бязевими ізоляторами для контрольованих аналізуючих схрещувань з перевіркою їх закріплювальної здатності в подальших репродукціях. Для відтворення компонентів проводили повторні схрещування в умовах послабленого інбридингу в групових ізоляторах за аналогічною схемою посадки, для відбору ліній з високим ступенем стерильності, однонасінності. В умовах вільного перезаплення на просторово ізольованих ділянках методом черездяної посадки компонентів (схема  $1Sf \times 1ЧС$ ) фіксували генотип чоловічостерильних рослин, вибраковуюючи неповністю стерильні, з чітким визначенням серед них кількості стерильних, напівстерильних та фертильних біотипів з подальшим індивідуальним доббором рослин, які відповідали меті досліджень для селекційної

практики. Насінники індивідуальних доборів ЗС та ЧС рослин обмолочували на стаціонарній молотарці «Wintersteiger LD 350» з наступною первинною очисткою на міні-гірці, вторинною – вручну на сито Ø 3,0. Кращі матеріали, за результатами аналізу посівних якостей насіння, вивчали в станційному сортовипробуванні для визначення власної продуктивності. Матеріал вивчали за однофакторною схемою у триразовому повторенні [9]. Площа живлення рослин – 45×22 см. Для визначення цукристості і маси коренеплоду на дослідних ділянках відбирали 20-кореневі проби для аналізу на напівавтоматичній лінії «Венема».

#### Результати дослідження та обговорення.

На Верхняцькій ДСС у процесі селекційної роботи зі створення однонасінних материнських компонентів експериментальних гібридів інколи виникали проблеми. Під час парних аналізуючих схрещувань під ізоляторами майже не зав'язувалося насіння у самостерильних кандидатів в ЗС О типу, тому виникла ідея створення нових закріплювачів стерильності через введення гена Sf в існуючі форми. Для досліджень у роботу залучили як реципієнта (R) матеріали власної селекції під шифром ЗС<sub>1</sub> і ЗС<sub>2</sub>, як донора (D) – іноземні генотипи (D<sub>1</sub> – D<sub>4</sub>).

Селекційні дослідження виконували впродовж 2010–2019 рр. Провели насичення, безкресування, самозапилення, аналізуючі схрещування з подальшими індивідуальними доборами. Щорічно здійснювали більше 250 схрещувань, у результаті яких було виділено матеріали, що мають високу пилкоутворювальну здатність і задовільну зав'язуваність плодів. Стабілізацію ознаки «самофертильність» проводили впродовж ряду поколінь. Отримали гібридні матеріали, рослини яких в умовах інцухту мали високий рівень зав'язування насіння – 63,8–77,0 % (табл. 1).

Встановлено, що у самофертильному гібридному поколінні частка самозапилених

рослин коливалася від 62,0 до 80,0 %. Крім того, найнижчі показники мали гібриди з донором D<sub>3</sub>MTD<sub>3</sub>Sf за обома реципієнтами – 64,4 і 62,0 %, відповідно. Потомство донора D<sub>1</sub>PVG<sub>5</sub>Sf380 мало більшу частку самозапилених рослин: до 76,2 % з реципієнтом R<sub>1</sub>ЗС<sub>1</sub> і 74,7 % – з R<sub>2</sub>ЗС<sub>2</sub>. Кращі результати за рівнем зав'язування насіння від самозапилення на рослині цукрових буряків було отримано у 1,2 та 7,8 комбінаціях з донорами D<sub>1</sub> і D<sub>4</sub>, які коливалися в межах 77,0 %; 76,8; 76,0, 74,3 %, відповідно. Проведено індивідуальний добір кращик за ознакою «самофертильність» кандидатів у закріплювачі стерильності. Перехресне запилення сприяло обміну генами, що підтримало високий рівень гомозиготності потомства. Під час розмноження таких особини розщеплення ознаки Sf може не відбутися. Однак відомо, що одна і та сама особина може бути гомозиготною за однією або декількома алельними парами і гетерозиготною за іншими.

В умовах жорсткого інбридингу проводили пробні аналізуючі схрещування кандидатів у SfЗС, їх ЧС аналогів (ЧСа) та неспоріднених ЧС тестерів (ЧСт) з подальшим вивченням потомства першого покоління (F<sub>1</sub>) чоловічостерильних рослин для оцінювання закріплювальної здатності SfЗС. Самофертильні форми зберігали до виявлення його цінності як закріплювача. З кращими відібраними комбінаційно-цінними парами проводили повторні аналізуючі схрещування. У другому поколінні (F<sub>2</sub>) проводили добір рослин за ознаками «фертильність», «стерильність», «роздільноплідність», «однонасінність» з оцінкою не нижче 85–95 %. Бракували рослини, які не відповідали меті досліджень.

Потомства F<sub>3</sub> отримали за послабленого інбридингу під груповими ізоляторами та F<sub>4</sub> – на ізольованих ділянках вільного перезапилення. Для селекційної практики відбирали кращі ЧС лінії (ЧСа і ЧСт) за ознаками «однонасін-

Таблиця 1 – Оцінка нових ЗСF<sub>4</sub> з умістом гена Sf на предмет зав'язування насіння

№ комбінації	Компоненти схрещування		Кількість рослин, шт		Кількість самозапилених рослин, %	Проаналізовано квіток на 1 рослині, шт	Сформовано насінин на 1 рослині, шт	Рівень зав'язування насіння, %
	реципієнт	донор	для самозапилення	зав'язали насіння				
1	R <sub>1</sub> ЗС <sub>1</sub>	D <sub>1</sub> PVG <sub>5</sub> Sf380	105	80	76,2	522	402	77,0
2	R <sub>2</sub> ЗС <sub>2</sub>		99	74	74,7	508	390	76,8
3	R <sub>1</sub> ЗС <sub>1</sub>	D <sub>2</sub> KWS <sub>6</sub> Sf	102	75	73,5	447	327	73,2
4	R <sub>2</sub> ЗС <sub>2</sub>		98	71	72,4	434	315	72,6
5	R <sub>1</sub> ЗС <sub>1</sub>	D <sub>3</sub> MTD <sub>3</sub> Sf	101	65	64,4	430	278	64,6
6	R <sub>2</sub> ЗС <sub>2</sub>		100	62	62,0	425	271	63,8
7	R <sub>1</sub> ЗС <sub>1</sub>	D <sub>4</sub> KYV <sub>7</sub> Sf	100	74	74,0	524	398	76,0
8	R <sub>2</sub> ЗС <sub>2</sub>		99	72	72,7	545	405	74,3

ність» 95 % і «стерильність» 95–100 %. Провели добір комбінаційно-цінних пар, які за 100 % фертильності Sf кандидатів у ЗС і ЧС ліній зі стерильністю 95–98 % мали у гібридному поколінні стерильність і однонасінність 99–100 %. Для них був характерний високий ступінь обнасеності рослини – 99–108 г з одного насінника кондиційного насіння. Маса 1000 плодів становила 11,5–13,1 г за схожості насіння від 87,2 до 91,3 %. Відмічено наявність цінних генотипів, які наведено в таблиці 2.

За усіма характеристиками кращими простими гібридами були 5 і 16 комбінації. Задовільні показники мали лише 25 % досліджуваних SfЗС і ЧС ліній. Вищі показники ознак, які вивчали, мали ЧСа та їх прості гібриди. За формування компонентів простих стерильних гібридів для схрещування ЧСт з неспорідненими закріплювачами стерильності О типу відмічено значні відхилення за ознакою «стерильність» (78–92 %). У зв'язку з цим прості гібриди створені на їх основі мали дещо нижчі показники досліджуваних ознак.

З метою більш глибокого вивчення кращі новостворені матеріали досліджували у сортовипробуванні для оцінювання їх власної продуктивності. За результатами аналізу кращим за урожайністю коренеплодів та збором цукру виявився однонасінний запилювач під номером 1 (586), що перевищив стандарт (в

абсолютних показниках), відповідно, на 7,2 та 1,6 т/га. Кандидат у закріплювачі стерильності № 2 (595) мав задовільні показники за ознакою «вміст цукру» – 19,18 %, тимчасом стандарт – 19,01 %. Селекційний матеріал за номером 3 (597) показав урожайність 117,9 % і збір цукру 119,0 % до групового стандарту (табл. 3).

Проведені дослідження дали змогу охарактеризувати кожен номер і відібрати для подальшої селекційної практики найбільш цінні закріплювачі стерильності урожайного типу.

Для успішного ведення селекційної роботи під час створення простих гібридів (табл. 4).

Поряд з вивченням селекційно цінних ознак «однонасінність» та «стерильність» майбутніх материнських компонентів, важливим було вивчення показників їх продуктивності. За даними досліджень, як джерело господарсько цінних ознак відібрано лінії ЧСт 604 і 606, які виявились урожайного напрямку. Лінії ЧСа за номерами 587 і 592 відібрали в селекційну роботу за підвищений вміст цукру – 19,18 і 19,17 %, відповідно, який, імовірно, вони успадкували від SfЗС, оскільки є аналогами вказаних запилювачів. За збором цукру перевищували груповий стандарт лінії-тестери ЧСт 604 і 606 (+11,8 і +11,1 %) та лінії-аналоги 587 і 594 (+10,4 і +10,0 %), відповідно.

Створені прості стерильні гібриди, на основі самофертильних закріплювачів стериль-

Таблиця 2 – Порівняльна характеристика компонентів аналізуючих схрещувань та їх потомств F<sub>3</sub> і F<sub>4</sub>

№ комбінації	Лінії, прості гібриди	Фертильність*, стерильність, %	Роздільно-плідність**	Маса зібраного насіння з 1 рослини, г	Показники якості насіння		
					схожість, %	однонасінність, %	M <sub>1000</sub> плодів, г
1	1 лінія SfЗС <sub>1</sub> F <sub>3</sub>	100*	2.1.1	108	90,1	99	13,1
2	1 лінія ЧСтF <sub>3</sub>	97	2.1.1.	95	87,2	99	11,4
3	1 лінія ЧСаF <sub>3</sub>	98	1.1.1.	99	89,9	100	11,9
4	ЧСт <sub>1</sub> ×(ЗС <sub>1</sub> ×SfD <sub>1</sub> )F <sub>4</sub>	99	2.1.1	102	90,4	99	12,5
5	ЧСа <sub>1</sub> ×(ЗС <sub>1</sub> ×SfD <sub>1</sub> )F <sub>4</sub>	100	1.1.1	109	91,2	100	12,9
6	2 лінія SfЗС <sub>2</sub> F <sub>3</sub>	100*	1.1.1	100	90,0	100	12,4
7	2 лінія ЧСтF <sub>3</sub>	96	2.1.1	100	86,8	99	11,5
8	2 лінія ЧСаF <sub>3</sub>	98	2.1.1	102	87,4	99	11,7
9	ЧСт <sub>2</sub> ×(ЗС <sub>2</sub> ×SfD <sub>2</sub> )F <sub>4</sub>	98	2.1.1	99	91,0	99	12,3
10	ЧСа <sub>2</sub> ×(ЗС <sub>2</sub> ×SfD <sub>2</sub> )F <sub>4</sub>	99	1.1.1	101	91,1	100	12,8
11	4 лінія SfЗС <sub>1</sub> F <sub>3</sub>	100*	2.1.1	102	90,2	99	12,9
12	4 лінія SfЗС <sub>2</sub> F <sub>3</sub>	100*	1.1.1	100	90,3	100	12,9
13	4 лінія ЧСтF <sub>3</sub>	98	2.1.1	104	88,2	99	11,7
14	4 лінія ЧСаF <sub>3</sub>	98	2.1.1	106	89,8	99	11,9
15	ЧСт <sub>4</sub> ×(ЗС <sub>1</sub> ×SfD <sub>4</sub> )F <sub>4</sub>	99	1.1.1	101	91,0	100	12,7
16	ЧСа <sub>3</sub> ×(ЗС <sub>2</sub> ×SfD <sub>4</sub> )F <sub>4</sub>	100	1.1.1	109	91,3	100	12,9

Примітка: \*\* – кількість квіток у бутоні, що розміщуються на пагонах першого, другого та третього порядків рослини.

Таблиця 3 – Вивчення та оцінка нових Sf закріплювачів стерильності у сортовипробуванні

№ запліловача	Селекційний № і повторення	Походження матеріалу	Фертильність, %	Однонасінність, %	Показники продуктивності					
					абсолютні показники			% до групового стандарту		
					урожайність, т/га	вміст цукру, %	збір цукру, т/га	урожайність	вміст цукру	збір цукру
1	586/1	R <sub>2</sub> 3C <sub>2</sub> ×D <sub>1</sub> Sf	100	100	45,3	19,24	8,7	119,0	101,6	121,6
	586/2				45,1	19,39	8,7			
	586/3				45,6	19,32	8,8			
	середнє за номером					45,3	19,32	8,8		
2	595/1	R <sub>1</sub> 3C <sub>1</sub> ×D <sub>2</sub> Sf	100	99	41,8	19,16	8,0	111,9	100,9	113,5
	595/2				42,3	19,18	8,1			
	595/3				43,8	19,21	8,4			
	середнє за номером					42,6	19,18	8,2		
3	597/1	R <sub>2</sub> 3C <sub>2</sub> ×D <sub>4</sub> Sf	100	100	45,5	19,11	8,7	117,9	100,4	119,0
	597/2				45,0	19,17	8,6			
	597/3				44,3	18,95	8,4			
	середнє за номером					44,9	19,08	8,6		
Середнє групового стандарту					38,1	19,01	7,2	100	100	100
НІР <sub>0,5%</sub>					1,1	0,2	0,3			

Таблиця 4 – Оцінка показників продуктивності досліджуваних ЧС ліній

№ ЧС лінії	Походження матеріалу	Стерильність, %	Однонасінність, %	Показники продуктивності					
				абсолютні показники			% до групового стандарту		
				урожайність, т/га	вміст цукру, %	збір цукру, т/га	урожайність	вміст цукру	збір цукру
587	ЧСа <sub>1/1</sub>	99	99	41,7	19,18	8,0	109,4	100,9	110,4
592	ЧСа <sub>1/2</sub>	100	100	41,3	19,17	7,9	108,4	100,8	109,3
594	ЧСа <sub>2/1</sub>	99	100	41,6	19,14	8,0	109,2	100,7	110,0
604	ЧСт <sub>2/2</sub>	98	99	42,5	19,07	8,1	111,5	100,3	111,8
606	ЧСт <sub>4/1</sub>	99	100	42,3	19,03	7,9	111,0	100,1	111,1
608	ЧСт <sub>4/2</sub>	100	100	41,9	19,09	8,0	110,1	100,4	110,5
середнє групового стандарту				38,1	19,01	7,2	100	100	100
НІР <sub>0,5%</sub>				1,1	0,2	0,3			

ності та їх ЧС аналогів і ЧС тестерів, проявили себе як гібриди урожайного напрямку (рис. 1).

За даними досліджень, показник вмісту цукру в коренеплодах гібридів знаходився на рівні групового стандарту. У гібридів, де в основі материнського компонента стали ЧСа 589, 607, і 609, ці показники були в межах 102,1; 101,8 і 101,5 % відповідно. У гібридів, де материнська лінія була з ЧСт, збір цукру становив 100,8; 100,6 і 101,1 % за номерами 610, 611, 612, відповідно.

Вказані ЧС лінії вважаємо перспективними і плануємо вивчати у топкросних схрещуваннях з аборигенними високопродуктивними багатонасінними запліловачами з метою визначення загальної та специфічної комбінаційної здатності.

Отже, на станції було створено нові кандидати в закріплювачі стерильності, їх ЧС аналогів та підібрано однонасінні стерильні форми

з ЧС тестерів, на основі яких створено прості стерильні гібриди – материнські компоненти майбутніх експериментальних гібридів. Хоча показники їх власної продуктивності були на рівні стандарту, вони показали високі оцінки за ознаками закріплюючої здатності, стерильності і однонасінності. Для визначення ефектів загальної і специфічної комбінаційної здатності кращі за продуктивністю прості стерильні гібриди надалі будуть розмножені і висаджені на ділянках гібридизації під багатонасінні запліловачі з метою проведення пробних схрещувань за схемою топкрос для одержання експериментальних гібридів. І вже за оцінками продуктивності нових гібридів з урахуванням комбінаційної здатності їх компонентів схрещування будуть відібрані кращі для вивчення в екологічному сортовипробуванні.



Рис. 1. Характеристика кращих простих стерильних гібридів за показниками продуктивності.

Дослідження методів створення селекційно цінних матеріалів цукрових буряків проводили на Верхняцькій ДСС впродовж 2010–2019 рр. Перехресне запилення самонесумісних форм власної селекції з донорами самофертильності іноземного походження сприяло обміну генами, що підтримало високий рівень гомозиготності потомства за ознакою Sf і високу зав'язуваність насіння на рослині під час самозапилення в умовах інцухту. У таблиці 1 наведено оцінку нових ЗСF<sub>4</sub> з умістом гена Sf на предмет зав'язування насіння. Проведено індивідуальний добір кращих за ознакою «самофертильність» матеріалів як кандидатів у SfЗС О типу з високою закріплювальною здатністю. У результаті контрольованих аналізуючих схрещувань до новостворених закріплювачів стерильності відібрано ЧС аналоги та підібрано ЧС тестери. Потомства кращих ЧС ліній використали для створення простих гібридів з подальшим вивченням матеріалу за показниками продуктивності. Добори високопродуктивних компонентів схрещування розмножили для подальшого вивчення експериментальних гібридів як материнських компонентів.

**Висновки.** Під час створення однонасінних самофертильних закріплювачів стерильності на основі самостерильного селекційного матеріалу є необхідним і доцільним введення гена Sf в кандидати ЗС О типу. У такому разі потомства самофертильних матеріалів характеризуються високим рівнем гомозиготності і генетично обумовленою високою зав'язуваністю насіння. Чоловічостерильні лінії, залежно від їх походження та структури, характеризуються високою оцінкою за селекційно цінними ознаками та показниками власної продуктивності.

Серед простих гібридів, створених за їх участі, виділено 6 перспективних материнських форм за господарсько цінними ознаками. Створені ЧС лінії можуть бути в наступних дослідженнях цінним вихідним матеріалом для формування гетерозисних гібридів цукрових буряків.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Перетятко Н.А. Создание самофертильных линий О типа (закрепителей стерильности) и МС аналогов у сахарной свеклы: методические рекомендации. Киев. ВНИС. 1986. 8 с.
2. Малецкий С.И., Малецкая Е.И. Самофертильность и агамоспермия у сахарной свеклы. Генетика. 1996. Т. 32. № 12. С. 1643–1650.
3. Малецкий С.И. Энциклопедия рода Beta. Биология, генетика и селекция свеклы: сб. науч. тр. Институт цитологии и генетики СО РАН, Россия; Институт сахарной свеклы. Украина – Новосибирск: Издательство Сова, 2010. 686 с.
4. Лейбович А.С. Создание самофертильных односемьянных закрепителей стерильности у сахарной свеклы: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. К.: 1983. 21 с.
5. Вивчення похідних ЧС форм як донорів самофертильності буряка цукрового / О.В. Єщенко та ін. Зб. наук. пр. ІБКіЦБ. К.: 2012. Вип. 14. С. 426–429.
6. Дубровна О.В., Лялько І.І., Тищенко О.М. Генетика якісних ознак буряків. Київ: Лотос. 2010. 246 с.
7. Дубчак О.В., Чепуренко О.В., Орлов С.Д. Біологічна і господарська оцінка нових зразків буряків. Інститут ім. Юр'єва. Зб. наук. праць. Генетичні ресурси рослин. Харків, 2017. Вип. № 20. С. 63–72.
8. Корнєєва М.О., Ненька М.М. Реакція простих стерильних гібридів буряку цукрового на регульовані фактори середовища. Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. 1 (22). 2014. С. 19–23.
9. Методика исследований по сахарной свекле. Киев: ВНИС, 1988. 292 с.
10. Корнєєва М.О., Тимчишин С.М., Тимчишин Л.С. Продуктивність і комбінаційна здатність компонентів цу-

крово-кормових гібридів, придатних для виробництва біопалива. Корми і кормовиробництво: міжвідомчий тематичний науковий збірник. Вінниця, 2018. № 86. С. 67–70.

11. Korneeva M.O., Nenka M.M. Variability of Combining Abilities of MS (Male Sterility) Lines and Sterility Binders of Sugar Beets as to Sugar Content. *Chemical and Biochemical Technology Materials, Processing, and Reliability*. Toronto – New Jersey: Apple Academic Press. 2014. P. 321–332.

12. Дубчак О.В., Орлов С.Д. Рекомбінування господарсько-цінних ознак у кормових буряків. Київ: Цукрові буряки. 2015. №5 (107). С. 4–7.

13. Дубчак О.В. Особливості рекомбінування господарсько-цінних ознак буряків кормово-цукрових. Селекційно-генетичний інститут. Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення. Зб. наук. праць. Одеса, 2014. Випуск 23 (63) С. 141–149.

14. Метод прискороного створення закріплювачів стерильності та їх ЦЧС аналогів у селекції цукрових буряків: методичні рекомендації / Роїк М.В. та ін. Умань: ВПЦ Візаві. 2016. 30 с.

15. Корнеева М.А., Мацук М.Б. Модель гибридов сахарной свеклы, выращиваемых по биоадаптивной технологии. Научное обеспечение агропромышленного комплекса в современных экономических условиях: материалы международной научно-практической конференции и заседания совета по ведению земледелия в засушливых условиях 9–10 июня 2014 г. Волгоград: ФГБНУ Нижневолжский НИИСХ, 2014. С. 38–47.

16. Nenka M.M., Korneeva M.O. Of Combining Abilities of Male Sterility Lines and Sterility Binders of Sugar Beets as to Sugar Content. *Apple Academic Press, Ecological consequences of increasing crop productivity, Plant Breeding and Biotic Diversity*. Toronto-New Jersey. 2014. P. 191–202.

17. Роїк М.В., Корнеева М.О. Напрями, методи та стратегія розвитку селекції. Цукрові буряки. № 6. 2015. С. 7–9.

18. Дубчак О.В. Вивчення впливу різних факторів на показники продуктивності гібридів цукрових буряків. Вісник Черкаського інституту агропромислового виробництва. Черкаси, 2010. Вип. 10. С. 130–135.

19. Корнеева М.А., Чеченева Т.Н. Новые гибриды сахарной свеклы и их адаптивные способности. Проблемы и перспективы развития сельского хозяйства юга России: материалы конференции с международным участием. Майкоп. 27–28 сентября 2018 г. С. 238–247.

20. Дубчак О.В. Створення одностатевих простих гібридів цукрових буряків на стерильній основі. Цукрові буряки. Київ, 2014. №4. 6 с.

## REFERENCES

1. Peretjtko, N.A. (1986). Sozdanie samofertil'nyh liniy O tipa (zakrepitelej steril'nosti) i MS analogov u saharnoj svekly: metodicheskie rekomendacii [Creation self-fertile of lines About a type (maintainers of sterility) and MS of analogues at sugar beet]. Kyiv, VNIS, 8 p.

2. Maletskiy, S.I., Maleckaja, E.I. (1996). Samofertil'nost' i agamospermiya u saharnoj svekly [Self-fertile and agamospermy at sugar beet]. *Genetika [Genetics]*. Vol. 32, no. 12, pp. 1643–1650.

3. Maletskiy, S.I. (2010). Jenciklopedija roda Beta [The encyclopedia of a sort Beta]. *Biologija, genetika i selekcija*

svekly: sb. nauch. tr. Institut citologii i genetiki SO RAN, Rossija; Institut saharnoj svekly [Biology, genetics and selection of beet: collection of scientific papers Institute of selection and genetics SB RAS, Russia; Institute of sugar beet]. Ukraine–Novosibirsk, Publishing house Owl, 686 p.

4. Leybovych, A.S. (1983). Sozdanie samofertil'nyh odnosemjnyh zakrepitelej steril'nosti u saharnoj svekly: avtoref. dis. ... kand. s.-h. nauk [Ampere-second. Creation self-fertile monogerm maintainers of sterility at sugar beet: avtoref. dis. Candidate of Agricultural Sciences]. Kyiv, 21 p.

5. Yshchenko, O.V. Adroshchuk, M.P., Pariy, F.M., Ryabovol, L.O. (2012). Vyvchennja pohidnyh ChS form jak donoriv samofertil'nosti burjaka cukrovogo [Study of the initial forms ka of the donors samofertility of sugar beet]. *Zb. nauk. works. IBCSB [Collection of scientific works of IBKICB]*. Kyiv, no. 14, Vol. 14, pp. 426–429.

6. Dubrovna, O.V., Lialko, I.I., Tyshchenko, O.M. (2010). Genetyka jakisnyh oznak burjakiv [Genetics of qualitative characteristics of beets]. Kyiv, Lotos, 246 p.

7. Dubchak, O.V., Chepurenko, O.V., Orlov, S.D. (2017). Biologichna i gospodars'ka ocinka novyh zrazkiv burjakiv [A biological and economic estimation of new samples of beet. Institute of a name Ureva]. *Zb. nauk. prac'. Genetychni resursy roslyn. Instytut im. Jur'jeva. [Zb. nauk. prats: Genetic resources of plants. The Plant Production Institute nd. a. V.Ya. Yuryev]*. Kharkiv, no. 20, pp. 63–72.

8. Kornyejeva, M.O., Nehka, M.M. (2014). Reakcija prosty steryl'nyh gibrydiv burjaku cukrovogo na regul'ovani faktory seredovyshha [Reaction of simple sterile hybrids of beet sugar on the adjustable factors of environment]. *Sortovyvchennja ta ohorona prav na sorty roslyn [Variety research and protection of plant variety rights]*, no. 1 (22), pp. 19–23.

9. Metodika issledovanij po saharnoj svekle [Research methodology for sugar beets]. Kyiv, 2011, VNIS, 292 p.

10. Kornyejeva, M.O., Timchishin, S.M., Timchishin, L.S. (2018). Produktivnist' i kombinacijna zdattist' komponentiv cukrovo-kormovyh gibrydiv, prydatnyh dlja vyrobnyctva biopalyva [Productivity and combination ability of components of sugar-feed hybrids suitable for biofuel production]. *Kormy i kormovyrobnyctvo: mizhvidomchyj tematychnyj naukovyj zbirnyk [Feed and feed production: interdepartmental thematic scientific collection]*. Vynnytsia, no. 86, pp. 67–70.

11. Korneeva, M.O., Nenka, M.M. (2014). Variability of Combining Abilities of MS (Male Sterility) Lines and Sterility Binders of Sugar Beets as to Sugar Content. *Chemical and Biochemical Technology Materials, Processing, and Reliability*. Toronto – New Jersey: Apple Academic Press. pp. 321–332.

12. Dubchak, O.V., Orlov, S.D. (2015). Rekombinuvannja gospodars'ko-cinnyh oznak u kormovyh burjakiv [Recombination of valuable attributes at fodder beet]. *Kyiv, Sugar beet, no. 5 (107), pp. 4–7.*

13. Dubchak, O.V. (2014). Osoblyvosti rekombinuvannja gospodars'ko-cinnyh oznak burjakiv kormovo-cukrovych [Features recombination of valuable economic attributes of beet fodder – sugar]. *Selekcijno-genetychnyj instytut. Nacional'nyj centr nasinnjeznavstva ta sortovyvchennja. Zb. nauk. prac' [Selection-genetic institute. The national centre study seed and grade. Collection of scientific works]*. Odessa, no. 23 (63), pp. 141–149.

14. Royk, N.V., Orlov, S.D., Korneeva, M.O., Kulik, A.G., Trush, S.G., Morgun, A.V., Kucherenko, E.P., Balanuk, L.O., Tatahchuk, V.M., Parphenyk, O.O. (2016). Metod pryskorenogo stvorennya zakripljuvachiv steryl'nosti ta i'h CChS analogiv u selekcii' cukrovih burjakiv: metodychni rekomendacii' [A method of the accelerated creation to fix sterility and them CMC analogue in selection of sugar beet]. Uman, VPC Vizavi, 30 p.

15. Korneeva, M.A., Macyk, M.B. (2014). Model' gibridov saharnoj svekly, vyrashhivaemyh po bioadaptivnoj tehnologii [Model of hybrids of sugar beet to grow on bioadaptive technology]. Nauchnoe obespechenie agropromyshlennogo kompleksa v sovremennyh jekonomicheskikh uslovijah: materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoi konferencii i zasedanija soveta po vedeniju zemledelija v zasushlivyh uslovijah 9–10 ijunja 2014 g. [Scientific maintenance of an agrarian industry of a complex in modern economic conditions: materials of the international scientific-practical conference and sessions of advice(council) on conducting agriculture in droughty conditions of June 9–10, 2014]. Volgograd, GBNU, Lower Volga Research Institute of Agriculture, pp. 38–47.

16. Nenka, M.M., Korneeva, M.O. (2014). Of Combining Abilities of Male Sterility Lines and Sterility Binders of Sugar Beets as to Sugar Content. Apple Academic Press, Ecological consequences of increasing crop productivity, Plant Breeding and Biotic Diversity. Toronto-New Jersey. pp. 191–202.

17. Royk, N.V., Korneeva, M.A. (2015). Naprjamu, metody ta strategija rozvytku selekcii' [Direction, methods and strategy of development of selection]. Cukrovi burjaky [Sugar beet], no. 6, pp. 7–9.

18. Dubchak, O.V. (2010). Vyvchennja vplyvu riznyh faktoriv na pokaznyky produktyvnosti gibrydiv cukrovih burjakiv [Study of influence of the various factors on parameters of efficiency of hybrids of sugar beet]. Visnyk Cherkas'kogo instytutu agropromyslovogo vyrobnyctva [The bulletin of the Cherkassy institute of agroindustrial manufacture]. Cherkassy, no. 10, pp. 130–135.

19. Korneeva, M.A., Checheneva, T.N. (2018). Novye gibridy saharnoj svekly i ih adaptivnye sposobnosti [New hybrids of sugar beet and their adaptive abilities]. Problemy i perspektivy razvitija sel'skogo hozjajstva juga Rossii: materialy konferencii s mezhdunarodnym uchastiem [Problems and prospects of development of an agriculture of the south of Russia: materials of a conference with the international participation]. Maykop, pp. 238–247.

20. Dubchak, O.V. (2014). Stvorenja odnonasinnyh prostyh gibrydiv cukrovih burjakiv na steryl'nij osnovi [Creation monogerm of simple hybrids of sugar beet on a sterile basis]. Cukrovi burjaky [Sugar beet]. Kyiv, no. 4, 6 p.

#### Создание новых самофертильных ЗС и МС линий сахарной свеклы и отбор лучших по селекционно и хозяйственно ценным признакам

Дубчак О.В.

Цель исследований – создание новых комбинационно-ценных самофертильных (Sf) закрепителей стерильности (ЗС) и их мужкостерильных (МС) аналогов (а). Проведение подбора к новым SfЗС неродственных МС линий-тестеров (т) с комплексом ценных признаков.

Установлено, что в самофертильном гибридном поколении частица самоопыленных растений варьировала

от 62,0 до 80,0 %. Более низкие показатели имели гибриды-синтетики (ГС) с донором  $D_3MTD_3Sf$  обоих реципиентов – 64,4 и 62,0 %, соответственно. Потомство донора  $D_1PVG_3Sf380$  имело большую часть самоопыленных растений; от 76,2 % с реципиентом  $R_1ЗС_1$  и 74,7 % – с  $R_2ЗС_2$ . Проведено отборы лучших растений по уровню завязывания семян от самоопыления.

В условиях строгой изоляции проводили анализирующие скрещивания кандидатов в SfЗС, с их МСа и МСт с последующим изучением потомства ( $F_1 F_2$ ) МС растений для оценивания закрепительной способности. Третье поколение ( $F_3$ ) получили при ослабленном инбридинге в групповых изоляторах и  $F_4$  – на изолированных участках свободного переопыления. При 100 % фертильности кандидатов в SfЗС и их МСа со стерильностью 95–98 %, гибридное поколение имело стерильность и односемянность 99–100 %. По всем селекционно ценным признакам удовлетворительные показатели имели всего 25 % исследуемого материала с МСа новых SfЗС и их простые стерильные гибриды. У остальных номеров, где формировали гибриды с МС тестерами и неродственными с ними ЗС О типа (МСт×SfЗС), отметили значительные отклонения по признаку «стерильность» (92–58 %).

Для более глубокого изучения новые материалы исследовали в сортоиспытании для оценивания их собственной продуктивности. Кандидаты в SfЗС имели хорошие показатели по признаку «сахаристость» – 19,18 %, тогда как стандарт – 19,01 %. Для успешного ведения селекционной работы при создании гибридов важным было изучение показателей продуктивности МСа и МСт линий с последующим отбором перспективных. В результате проведенной селекционной работы коллекцию исходных форм Верхнячской OCC пополнено новыми SfЗС и их ЧС линиями – источником ценных признаков будущих материнских компонентов гибридов.

**Ключевые слова:** сахарная свекла, односемянность, опылитель, фертильность, отбор, гибрид, урожайность.

#### Breeding self-fertile SM and MS of sugar beet lines and selecting best ones for breeding and economic valuable attributes

Dubchak O.

The aim of the researches was to breed new combination valuable self-fertile (Sf) sterility maintainers (FS) and their mail sterility (MS) analogues (a) as well as to select the new outbred SfMS line-testers (t), with a complex of valuable traits.

It was established, that the share of self-pollinated plants varied from 62.0 up to 80.0 % in self-fertile hybrid generation. The lowest parameters were noted for hybrids-synthetics with the donor  $D_3M_3Sf$  for both recipients (64.4 and 62.0 % respectively). The offspring of the donor  $D_1G_5Sf380$  showed a larger part of self-pollinated plants – from 76.2 % with the recipient  $R_1FS_1$  and 74.7 % with –  $R_2FS_2$ . Breeding for better seed pollination level was conducted.

Analyzing crossings of the candidates for SfFS, with their MSa and MSt with the subsequent study of the offspring ( $F_1 F_2$ ) MS of plants was carried out in conditions of strict isolation in order to estimate their sterility maintainers ability.  $F_3$  generations have received at weakened inbreeding, in group isolators and  $F_4$  on the isolated sites for free flight of pollen. At 100 % fertility of the candidates in SfFS and their MS

with 95–98% sterility, the hybrid generation had sterility and monogerm of 99–100 %. To all selection-valuable attributes the Only 25 % of the studied materials with MS new SfFS and their simple hybrids had satisfactory parameters. As for other numbers, formed with hybrids with MS hybrid and outbred FS of O type (MSt×SfFS), significant deviations in the "sterility" trait 92–58 % were noted.

The best new materials were studied in sort testing for their efficiency estimation. SfFS candidates had good parameters

for "sugar contents" trait – 19.18 %, while the standard had 19.01 %. The study of parameters MSa and MSt of lines with subsequent by selection perspective was important for successful hybrids breeding. The collection of the initial forms of Verhnyatska RSS was enlarged with new SfFS and their MS lines which is a source of valuable traits of the future parent components of hybrids as a result of the breeding.

**Key words:** sugar beet, monogerm, pollinator, fertility, selection, hybrid, productivity.



Copyright: Дубчак О.В. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



Дубчак О.В.

ID: <https://orcid.org/0000-0003-1473-6935>

УДК 633.63:631.52:575.125

## Оцінка нових ліній багатонасінних запилювачів цукрових буряків верхняцької селекції та їх гібридів

Дубчак О.В. , Андрєєва Л.С., Паламарчук Л.Ю.

Верхняцька дослідно-селекційна станція ІБКіЦБ НААН України



Дубчак О.В., Андрєєва Л.С., Паламарчук Л.Ю. Оцінка нових ліній багатонасінних запилювачів цукрових буряків верхняцької селекції та їх гібридів. Збірник наукових праць «Агробіологія», 2020. № 2. С. 56–62.

Dubchak O.V., Andrejeva L.S., Palamarчук L.Ju. Ocinka novyh linij bagatonasinnih zapyljuvachiv cukrovih burjakiv verhnjac'koj' selekcii' ta i'h gibrydiv. Zbirnyk naukovyh prac' «Agrobiologija», 2020. № 2. pp. 56–62.

Рукопис отримано: 07.07.2020 р.

Прийнято: 21.07.2020 р.

Затверджено до друку: 24.11.2020 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2020-161-2-56-62

У статті наведено оцінки продуктивності нових комбінаційно цінних багатонасінних ліній-запилювачів (БЗ) верхняцької селекції, ЧС ліній різного походження та гетерозисних гібридів, створених на їх основі. Верхняцькі БЗ є урожайними, комбінаційно цінними і пластичними, про що свідчать гібридні комбінації з ЧС матеріалами усіх дослідно-селекційних станцій мережі Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків (ІБКіЦБ). У сортовипробуванні 2018 р. найбільш вдалими були комбінації з ЧС лініями Іванівської та Білоцерківської дослідно-селекційних станцій (ДСС). У середньому вихід цукру в гібридів становив 111,4–108,9 % відповідно. Ряд експериментальних гібридів, створених з лініями-запилювачами верхняцької селекції у 2019 р., увійшли до списку кращих за збором цукру з гектара. Представлені гібриди СЦ191125 і СЦ191134 характеризувалися високими показниками урожайності (117,6 і 113,8 % до стандарту відповідно). Надбавки за збором цукру у всіх досліджуваних матеріалах становили від 8,5 до 16,2 % проти стандарту. Відібрано ряд кращих гібридів для вивчення в екологічному сортовипробуванні. Характеризуючи досліджувані гібриди, в окремих комбінаціях схрещування спостерігали ефект гетерозису. Найвищий показник за урожайністю (110,0 %) мав гібрид СЦ191135 – оригінатор ЧС лінії Ялтушківська ДСС. За збором і виходом цукру він перевищив стандарт на 8,4 і 14,2 %. Задовільні показники продуктивності виявив гібрид СЦ190309 – ЧС лінія уладівського походження. Його урожайність становила 104,0 %, збір цукру – 104,1 %, вихід цукру – 111,8 % до стандарту. Суттєво висока оцінка за показником «вихід цукру» в гібрида СЦ190815 (119,6 %), де обидва компоненти схрещування верхняцької селекції. Показники урожайності, вмісту і збору цукру становили до стандарту 107,7, 100,9 і 109,2 % відповідно. Завдяки генетичному різноманіттю вихідних матеріалів та успішному підбору батьківських компонентів, їх комбінаційній здатності і пластичності вдалося отримати нові гібриди. За показниками продуктивності багатонасінні лінії-запилювачі мають високу селекційну цінність.

**Ключові слова:** цукрові буряки, багатонасінність, запилювач, фертильність, відбір, гібрид, врожайність.

**Постановка проблеми.** Гетерозисна селекція цукрових буряків вимагає створення та підбір компонентів гібридів на лінійному рівні. Це є запорукою стабільного відтворення гібридних комбінацій за продуктивними властивостями, і збереження однорідності за біоморфологічними ознаками. Селекція на гетерозис у цукрових буряків поєднала прогресивні методи – інбридинг для створення гомозиготних

ліній, системи контрольованих схрещувань для оцінювання компонентів гібридизації та ідентифікації кращих генотипів, а також різних форм гібридизації, особливо на основі цитоплазматичної чоловічої стерильності, під час формування гібридних комбінацій, їх добору та відтворення [1]. З метою розширення та мобілізації генетичного потенціалу селекційних матеріалів Верхняцька дослідно-селекційна

станція (ВДСС) бере активну участь у програмі «Бетаінтеркрос», розробленій в Інституті цукрових буряків, нині – Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків (ІБКіЦБ) під керівництвом М.В. Роїка, О.Г. Куліка, та впровадженій в єдину систему селекційного процесу. Схрещування однонасінних чоловічостерильних (ЧС) компонентів з багатонасінними запилювачами (БЗ) за методом топкрос з метою визначення найбільш комбінаційно цінних компонентів схрещування і комбінацій під час створення гібридів. Від схрещування неспоріднених селекційних матеріалів можна отримати максимальний ефект гетерозису, що є обов'язковою передумовою для створення високопродуктивних гібридів цукрових буряків нового покоління. Ця програма є оригінальною, її основними перевагами є одночасне формування гібридних комбінацій на основі кращих компонентів від оригінаторів і вивчення їх адаптаційного потенціалу на фоні рекомендованих стандартів вітчизняної і світової селекції. Створювані в окремих підрозділах матеріали відрізняються за комплексом спадкових характеристик, адаптовані до всього ареалу екологічних умов вирощування культури, дають змогу отримувати гібридні комбінації з високим ефектом гетерозису [2–4, 18].

**Аналіз останніх досліджень.** Сучасна селекція багатонасінних запилювачів цукрових буряків ґрунтується на практичному використанні добору з позицій цілісного організму. Штучний добір, який є основою селекції як формоутворювального процесу, спрямований на те, що добираються організми і, зокрема, рослини не за окремими ознаками, не окремі гени або полігени, а цілі генні комплекси – відображаються цілі організми в їх конкретному розвитку. Лінія або певна селекційна форма з високим значенням параметрів за однією ознакою може мати низькі оцінки за іншими і невідомо, яким чином унаслідок рекомбінезу під час гібридизації вони вплинуть на формування головної, результуючої ознаки, що визначає основний селекційний інтерес [5, 6].

Під час створення ліній-запилювачів необхідно контролювати продуктивність відібраних вихідних форм та їх потомств. Добір має бути спрямовано на поєднання в одному генотипі основних господарсько цінних ознак «урожайність» і «вміст цукру». Такий селекційний процес є досить трудомістким через збільшення обсягів залучених у роботу досліджуваних матеріалів, їх опрацювання та оцінювання. Рівень базисної продуктивності нащадків запилювачів має бути достатнім, щоб одержати не лише гетерозисний ефект, а й перебільшення

показників створених гібридів, порівнюючи зі стандартами [7].

Багатонасінні запилювачі цукрових буряків на Верхняцькій дослідно-селекційній станції створені завдяки багаторазовому селекційному добору впродовж тривалого часу та набули відносно аборигенність і толерантність. Довготривале селекційне опрацювання матеріалу в аналогічних умовах призводить до їх генетичного збіднення і зниження продуктивності. З метою отримання значного ефекту гетерозису проводять гібридизацію генетично різних форм. Успішне створення і добір батьківських компонентів у селекційному процесі великою мірою залежить від генетичного різноманіття вихідних матеріалів, від їх селекційної цінності та методів оцінювання їх за комбінаційною здатністю та продуктивністю [8–10]. Завдяки вдалому підбору компонентів схрещування відновлення гетерозиготності зумовлює гетерозис, тобто відбувається фенотипний і генотипний сплеск життєздатності і продуктивності [11].

**Метою дослідження** було вивчення показників продуктивності нових багатонасінних ліній-запилювачів верхняцького походження та створених за їх участі експериментальних гібридів для вивчення кращих матеріалів в екологічному сортовипробуванні.

**Матеріал і методи дослідження.** Об'єктом дослідження були кращі гетерозисні багатонасінні лінії, виділені з вихідних популяцій верхняцької селекції: БЗ<sub>1</sub>В11824, БЗ<sub>2</sub>В11360, БЗ<sub>3</sub>В11302, та однонасінні далекоспоріднені ЧС лінії різних науково-дослідних установ мережі ІБКіЦБ: Білоцерківської, Іванівської, Уладівської, Уманської, Ялтушківської ДСС. У результаті цілеспрямованих схрещувань за схемою топкрос лінії БЗ використали як батьківські компоненти, ЧС лінії – як материнські компоненти однонасінних гібридів на стерильній основі. Як тестер для досліджень залучили ЦЧС лінії, створені на Верхняцькій ДСС (ВеДСС). Отримані нові гібриди цукрових буряків з різною генетичною основою вивчали за показниками продуктивності проти вихідних форм компонентів гібридів та рекомендованих стандартів. Сортовипробування вихідних БЗ та їх потомств проводили за загальноприйнятою методикою, удосконалених ліній-запилювачів та новостворених гібридів, створених на їх основі – за методикою Інституту цукрових буряків.

Стандартами у досліді були районовані сорти, рекомендовані ІБКіЦБ. Технологічні якості сировини визначали методом холодної дигестії на напівавтоматичній лінії «Венема». Попередній статистичний аналіз даних дослідження

проводили на станції за ліцензійними програмами Microsoft Excel і заключний – у лабораторії селекції цукрових буряків ІБКіЦБ [12–14].

**Результати дослідження та обговорення.** Дослідження проводили на Верхняцькій ДСС упродовж 2015–2019 рр. Попередньо, впродовж тривалого часу, проводили селекційну роботу з переходу від популяційної селекції багатонасінних запилювачів до лінійної.

Початковий етап селекції нових ліній-запилювачів передбачав оцінювання їх власної продуктивності. Враховуючи те, що лише батьківські компоненти з високими показниками продуктивності можуть забезпечити необхідний ефект гетерозису, проводили гібридизацію багатонасінних ліній-запилювачів за схемою полікрос. Для підтримання їх у гомозиготному стані провели декілька насичуючих схрещувань із наступними індивідуальними доборами. За результатами попереднього сортовипробування відібрано кращі матеріали з категорій – супер-еліта, еліта і еліта поляризаційна. Створено колекцію ліній-запилювачів за ознаками, що відповідали меті дослідження.

Оцінювання вихідних форм та їх нащадків проводили одночасно в станційному сортовипробуванні. Дані показників продуктивності ліній БЗ та експериментальних стерильних гібридів, отриманих від схрещування з ЦЧС тестером – материнським компонентом гібрида Козак, наведено в таблиці 1.

За продуктивністю лінії БЗ знаходилися на рівні стандарту, однак за схрещування їх з ЦЧС тестером спостерігалось зростання показника за ознакою «урожайність». Кращі номери ліній-запилювачів за оцінками продуктивності були розмножені, удосконалені та залученні до подальшої селекційної роботи. Проведено повторне оцінювання за здатністю до комбінування, тобто можливістю до сприятливого комбінування компонентів схрещування, з метою збільшення значень ознак у гібридному поколінні проти батьківських форм. Підтверджується важливе значення специфічної комбіна-

ційної здатності компонентів схрещування. На основі цього виникла ідея, під час планування селекційного експерименту, з метою формування вищого гетерозисного ефекту гібридів до гібридизації залучити географічно віддалені материнські компоненти схрещування [15–17].

Для отримання експериментальних гібридів під час цілеспрямованих схрещувань за схемою топкрос та визначення специфічної комбінаційної здатності матеріалів використали новостворені гетерозисні багатонасінні лінії-запилювачі з чоловічостерильними тестерами власної селекції та ЧС лініями дослідно-селекційних установ мережі ІБКіЦБ, заявлені до програми «Бетаінтеркрос». За великого генетичного різноманіття ліній була можливість вибрати ті, що добре комбінувалися з наступною браковкою неперспективних номерів щодо гібридизаційного матеріалу. Наведені результати досліджень свідчать про високі потенційні можливості і комбінаційну здатність багатонасінних ліній-запилювачів верхняцької селекції з ЧС лініями різної генетичної основи вітчизняного походження. За останні цикли програми «Бетаінтеркрос» до списку кращих рекомендованих гібридів увійшло понад 60 перспективних, одержаних з використанням верхняцьких БЗ. За результатами випробування 2016–2017 рр. спостерігаємо, що лінії-запилювачі проявили гетерозисний ефект у гібридах з ЧС лініями Уладівської та Іванівської селекції. У таблиці 2 наведено показники продуктивності успішних гібридних комбінацій 2016–2017 рр. випробування.

У середньому збір цукру в гібридів з ЧС лінією Іванівської ДСС становив 112,4 %, Уладівської – від 110,4 до 111,2 %; вихід цукру – 116,2, 108,8 і 114,3 % відповідно проти стандарту.

Верхняцькі БЗ є урожайними, комбінаційноцінними і пластичними, про що свідчать гібридні комбінації з ЧС матеріалами усіх дослідно-селекційних станцій мережі ІБКіЦБ. Найбільш вдалі комбінації у випробуванні 2018 р.

Таблиця 1 – Ефекти гібридизації ліній БЗ з ЦЧС тестером, 2015 р.

Походження лінії БЗ	Назва комбінації	Показники продуктивності, % до стандарту		
		урожайність	вміст цукру	збір цукру
B11824/68, B375/н14, B105/н12	лінії БЗ	101	100	101
	БЗ×ЦЧС	103	101	104
B11360/68, B485/н14, B215/н12	лінії БЗ	101	100	101
	БЗ×ЦЧС	104	101	105
B11302/68, B595/н14, B325/н12	лінії БЗ	101	100	101
	БЗ×ЦЧС	103	100	103
Груповий стандарт		38,7 т/га	16,98 %	6,6 т/га
НІР <sub>05</sub> %		2,1	1,9	2,0

Таблиця 2 – Характеристика гібридів, створених за участі БЗ ВеДСС, 2016–2017 рр.

Цикл досліджень	Шифр і походження компонентів	Шифр гібрида	Показники продуктивності, % до стандарту			
			урожайність	вміст цукру	збір цукру	вихід цукру
14-15-16	ЧС 1433 (УлДСС)	СЦ 160327	114,1	97,0	110,4	108,8
	БЗ <sub>3</sub> 1509 (ВеДСС)					
15-16-17	ЧС 1522 (УлДСС)	СЦ 170931	108,4	102,7	111,2	114,3
	БЗ <sub>3</sub> 1605 (ВеДСС)					
15-16-17	ЧС 1516 (ІвДСС)	СЦ 170125	114,0	98,8	112,4	116,2
	БЗ <sub>3</sub> 1605 (ВеДСС)					

з ЧС лініями Іванівської та Білоцерківської ДСС. У середньому вихід цукру в гібридів становив 111,4–108 % відповідно (табл. 3, 4).

Максимальні показники вмісту цукру в коренеплодах цукрових буряків можуть бути достатньо високими. Це залежить як від умов зовнішнього середовища, так і від селекційних доборів. Нашадки надзвичайно цукристих буряків зазвичай мають середній прояв ознаки. З наведених у досліді даних відмічаємо низький вміст цукру у гібридів (98,6–103,2 %), що спонукає селекціонерів станції до удосконалення та покращення ліній-запилювачів за вказаною ознакою, тому що продуктивність гетерозисних гібридів залежить як від генплазми материнського компонента, так і від батьківського. Важливо зазначити, що в процесі селекційного опрацювання відібраних родоначальників БЗ проводиться безперервний процес індивідуальних доборів з кращих номерів із подаль-

шим контролем продуктивності за показником «вміст цукру». Однак наразі високий збір цукру у деяких гібридів отримують завдяки урожайності.

Попри невдалий досвід підвищення вмісту цукру в гібридному потомстві, ряд експериментальних гібридів, створених з лініями-запилювачами верхняцької селекції, увійшли до списку кращих за збором цукру з гектара. Представлені гібриди СЦ191125 і СЦ191134 характеризувалися високим показником урожайності – 117,6 і 113,8 % відповідно (табл. 4).

Вміст цукру знаходився нижче рівня стандарту, однак надбавки за збором цукру у всіх досліджуваних матеріалах становили від +8,5 до +16,2 % проти стандарту. За результатами оцінювання гібридів, що вивчали в екологічному сортопробуванні, відібрано ряд перспективних (табл. 5).

Таблиця 3 – Оцінка показників продуктивності польового випробування за виходом цукру, 2018 р.

Лінія запилювач	ЧС лінія		Шифр гібрида	Показники, % до стандарту				
	оригінатор	шифр		урожайність	вміст цукру	збір цукру	вихід цукру	НІР <sub>95</sub>
БЗ <sub>3</sub> В11360	Ів ДСС	1632	СЦ181123	102,6	103,2	105,6	111,4	0,79
БЗ <sub>3</sub> В11360	Ял ДСС	1624	СЦ180117	104,9	100,0	104,2	107,7	0,75
БЗ <sub>3</sub> В11302	Бц ДСС	1609	СЦ181001	106,2	99,3	105,3	108,9	0,96
БЗ <sub>3</sub> В11302	Ве ДСС	1602	СЦ180110	105,1	98,6	104,0	107,4	0,71

Таблиця 4 – Список кращих гібридів за показником збору цукру з гектара, 2019 р.

Лінія запилювач	ЧС лінія		Шифр гібрида	Густота насаджень	Показники, % до стандарту			
	оригінатор	шифр			урожайність	вміст цукру	збір цукру	НІР <sub>95</sub>
БЗ <sub>3</sub> В11824	Бц ДСС	1728	СЦ191125	80,4	117,6	99,0	116,2	3,0
БЗ <sub>3</sub> В11360	Ве ДСС	1704	СЦ191102	68,7	112,7	100,3	112,6	2,3
БЗ <sub>3</sub> В11824	Ул ДСС	1718	СЦ190608	76,9	112,7	99,4	111,3	2,0
БЗ <sub>3</sub> В11302	Ум ДСС	1701	СЦ191134	81,5	113,8	96,7	110,2	1,9
БЗ <sub>3</sub> В11360	Ум ДСС	1710	СЦ191115	79,3	110,8	99,3	110,1	1,9
БЗ <sub>3</sub> В11824	Ів ДСС	1729	СЦ190132	77,7	110,1	100,0	109,6	1,8
БЗ <sub>3</sub> В11360	Ве ДСС	1726	СЦ191031	77,8	108,3	100,4	108,5	1,8
БЗ <sub>3</sub> В11824	Ів ДСС	1705	СЦ191109	79,0	109,9	99,2	108,9	1,6

Таблиця 5 – Результати екологічного сортопробування, 2019 р.

Лінія запилювач	Оригінатор ЧС лінії	Шифр гібрида	Позначення	Показники, % до стандарту				
				урожай- ність	вміст цукру	збір цукру	вихід цукру	НІР <sub>95</sub>
БЗ, В11824	Ул ДСС	СЦ190309	СЦ141121	104,0	99,8	104,1	111,8	1,5
БЗ, В11360	Ял ДСС	СЦ191135	СЦ150416	110,0	98,9	108,4	114,2	1,5
БЗ, В11360	Ве ДСС	СЦ190815	СЦ160523	107,7	100,9	109,2	119,6	1,6

Характеризуючи гібриди, досліджувані в екологічному сортопробуванні, найвищий показник за урожайністю мав гібрид СЦ191135, де оригінатором ЧС лінії була Ялтушківська ДСС – 110,0 %, за збором і виходом цукру його оцінки були 108,4 і 114,2 % до стандарту. Задовільні показники продуктивності проявив гібрид СЦ 190309 – ЧС лінія уладівського походження: урожайність – 104,0 %, збір цукру – 104,1 %, вихід цукру – 111,8 % за НІР – 1,5. Суттєво висока оцінка за показником «вихід цукру» у гібрида СЦ190815 – 119,6 %, де обидва компоненти схрещування верхняцької селекції. Його урожайність, вміст і збір цукру становили 107,7, 100,9 і 109,2 % відповідно до стандарту.

Кращі гібридні комбінації включено до повторного вивчення в екологічному сортопробуванні з подальшою рекомендацією вивчення перспективних у державному сортопробуванні.

Дослідження з вивчення продуктивності нових багатонасінних ліній-запилювачів цукрових буряків та їх оцінювання проводили на Верхняцькій ДСС упродовж 2015–2019 рр. У таблиці 1 наведено ефекти гібридизації та оцінку продуктивності ліній БЗ та їх експериментальних гібридів, отриманих від схрещування з ЦЧС тестером. Нові лінії БЗ потребують подальшого селекційного опрацювання з удосконалення за ознакою «вміст цукру». Завдяки селекційній роботі та індивідуальним доборам вдалося підняти власну урожайність запилювачів, що позитивно вплинуло на якість і продуктивність створених пробних однонасінних ЧС гібридів.

**Висновки.** Оцінюючи нові лінії багатонасінних запилювачів цукрових буряків, відмічаємо їх високий потенціал за урожайністю, комбінаційною здатністю і пластичністю.

У результаті залучення у селекційний процес новостворених багатонасінних ліній запилювачів цукрових буряків у комплексі з географічно віддаленими чоловічостерильними лініями вдалося сформувати цінні компоненти схрещування. Завдяки вдалому підбору компонентів схрещування відновлення гетерозиготності зумовило гетерозис, фенотипний сплеск життєздатності і продуктивності потомств. На

їх основі можливо створити високопродуктивні, конкурентоспроможні однонасінні гібриди на стерильній основі.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Корнєєва М.О. Роль багатонасінних запилювачів цукрових буряків у формуванні гетерозису гібридів на чоловічостерильній основі. Зб. наук. праць ІБКіЦБ. К.: 2010. Вип. 11. С. 197–208.
2. Оцінка ЧС ліній та запилювачів ялтушківської дослідно-селекційної станції-компонентів гібридів цукрових буряків за програмою «Бетаінтеркрос» у 2002–2006 рр. / О.Г. Кулік та ін. Зб. наук. праць ІБКіЦБ. К.: 2010. Вип. 11. С. 39–46.
3. Лейбович О.С., Кулік О.Г., Борисов Д.В. Вивчення ЧС ліній та запилювачів – компонентів гібридів цукрових буряків за програмою «Бетаінтеркрос». Зб. наук. праць ІЦБ. К.: 2005. Вип. 8. С. 46–55.
4. Роїк М.В. Буряки. К: РІА «Труд. Київ», 2001. 320 с.
5. Корнєєва М.О., Ермантраут Е.Р. Асоціативна комбінаційна здатність запилювачів веселоподільської генплазми для гетерозисної селекції. Зб. наук. праць ІБКіЦБ. К.: 2008. Вип. 10. С. 73–79.
6. Молчан И.М., Ильина Л.Г. Спорные вопросы в селекции растений. Селекция и семеноводство. 1996. № 1–2. С. 36–51.
7. Власюк І.В. Контроль продуктивності і якості насіння запилювачів веселоподільської генплазми на початкових етапах селекційного процесу. Зб. наук. праць ІБКіЦБ. К.: 2005. Вип. 10. С. 89–94.
8. Орлов С.Д., Дубчак О.В. Генетичний потенціал з ЦЧС ліній цукрових буряків. Цукрові буряки. К.: ІБКіЦБ, 2017. №1 (113). С. 6–8.
9. Створення експериментальних гібридних комбінацій цукрових буряків за параметрами моделі гібриду нового покоління / Корнєєва М.О. та ін. Зб. наук. праць. Інститут біоенергетичних культур і ЦБ НААН України: тези доповідей. Київ, 2017. 203 с.
10. Методичні рекомендації зі створення моделі гібридів цукрових буряків нового покоління / М.В. Роїк та ін. Київ: ІБКіЦБ 2015. 20 с.
11. Результати селекції цукрових буряків в інституті коренеплідних культур УААН / О.А. Яценко та ін. Досягнення і проблеми генетики, селекції та біотехнології: зб. наук. праць. К.: Логос, 2007. Том 2. С. 234–238.
12. Гопцій Т.І., Проскурін М.В. Генетико-статистичні методи селекції: навч. посіб.. Харків, Харківський НАУ ім. В.В. Докучаєва, 2003. 103 с.
13. Основи наукових досліджень в агрономії: підручник / В.О. Єщенко та ін.; за ред. В.О. Єщенка. К.: Дія, 2005. 180 с.
14. Кулік О.Г. Матеріали результатів екологічного сортопробування за період 2016 -2019 рр. Міжна-

рідні конференції Бетаінтеркрос. К: ІБКЦБ НААНУ. 1996-2019 pp.

15. Селекція з удосконалення форми коренеплоду цукрових буряків. Зб. наук. праць / Кротюк Л.А. та ін. Біла Церква: БНАУ МАПУ, 2019. Вип. 2. С. 13–20.

16. Створення цукрових буряків нового покоління / Дубчак О.В. та ін. Зб. наук. праць ІБКЦБ, Вип. № 23. 2015. С. 90–96.

17. Корнєєва М.О., Тимчишин С.М., Тимчишин Л.С. Продуктивність і комбінаційна здатність компонентів цукрово-кормових гібридів, придатних для виробництва біопалива. Корми і кормовиробництво: міжвідомчий тематичний науковий збірник. Вінниця, 2018. № 86. С. 67–70.

18. Роїк М.В., Корнєєва М.О. Напрями, методи та стратегії розвитку селекції. Цукрові буряки. № 6, 2015. С. 7–9.

### REFERENCES

1. Kornyeieva, M.O. (2010). Rol' bagatonasinnnyh zapylyuvachiv cukrovyyh burjakiv u formuvanni geterozysu gibrydiv na cholovichosteryl'noj osnovi [A role multigerm pollinators in formation heterosis of hybrids on MS to a sterile basis]. Zb. nauk. prac' IBKiCB [Collection of scientific works of IBKiCB]. Kyiv, Institute of biopower cultures and SS NAAN of Ukraine, no. 11, pp. 197–208.

2. Kulik, O.G., Lytvyniuk, V., Goncharuk G., Starosud, V., Kyryliuk, L. (2010). Ocinka ChS linij ta zapylyuvachiv jaltushkiv's'koj' doslidno-selekcijnoi' stancii'-komponentiv gibrydiv cukrovyyh burjakiv za programoju «Betainterross» u 2002–2006 rr. [Evaluation of MS lines and pollinators of the Yaltushky Experimental – Breeding Station – components of sugar beet hybrids under in the "Betainterross" of 2002–2006]. Zb. nauk. prac' IBKiCB [Collection of scientific works of IBKiCB]. Kyiv, no. 11, pp. 39–46.

3. Leybovich, A., Kulik, O., Borysov, D.V. (2005). Vychennja ChS linij ta zapylyuvachiv – komponentiv gibrydiv cukrovyyh burjakiv za programoju «Betainterross» [Studies of MS lines and heterosis pollinators of sugar beet of Ivanovka origin with the "Betainterross"]. Zb. nauk. prac' ICB [Collection of scientific works of the ICB]. Kyiv, ISB, no. 8, p. 46–55.

4. Royik, M.V. (2001). Burjaky [Beet]. Kyiv, PIA Work. Kyiv, 320 p.

5. Kornyeieva, M., Ermantrayt, E. (2008). Asociativna kombinacijna zdattist' zapylyuvachiv veselopodil's'koj' genplazmy dlja geterozysnoi' selekcii' [Associative combinational ability pollinators of Veselopodil genepiasm for heterosis of selection]. Zb. nauk. prac' IBKiCB [Collection of scientific works of IBKiCB]. Kyiv, Issue 10, pp. 73–79.

6. Molchan, I., Illina, L. (1996). Spornye voprosy v selekcii' rastenij [Questions at issue in selection of plants]. Selection and seedproduction [Selekcija i semenovodstvo], no. 1–2, pp. 36–51.

7. Vlasiuk, I. (2008). Kontrol' produktivnosti i jakosti nasinnja zapiljuvachiv veselopodil's'koj' genplazmi na pochatkovih etapah selekcijnogo procesu [Control productivity and quality of seeds of Veselypodil genepiasm pollinators at initial stages of breeding process]. Zb. nauk. prac' IBKiCB [Collection of scientific works of IBKiCB]. Kyiv, Issue 10, pp. 89–94.

8. Orlov, C., Dubchak, O. (2017). Genetichnij potencial z CChS linij cukrovih burjakiv [Genetic potential CMS of

lines of sugar beet]. Cukrovi burjaki [Sugar beet]. Kyiv, IBCSS, no. 1 (113), pp. 6–8.

9. Kornyeieva, M.O., Andryeieva, L.S., Vakulenko, P.I., Dubchak, O.V. (2017). Stvorennja eksperimental'nih gibridnih kombinacij cukrovih burjakiv za parametrami modeli gibridu novogo pokolinnja [Creation of experimental hybrid combinations of sugar beet after parameters of model of a hybrid of new generation]. Zb. nauk. prac'. Instytut bioenergetychnyh kul'tur i CB NAAN Ukrainy: tezy dopovidej [Collection of scientific works. Institute of Bioenergy Crops and Central Bank of NAAS of Ukraine]. Kyiv, 203 p.

10. Royik, M.V., Kornyeieva, M.O., Dubchak, O.V., Andryeieva, L.S., Vakulenko, P.I. (2015). Methodical recommendations for creating a model of sugar beet hybrids of the new generation [The methodical recommendations for creation of model of hybrids of sugar beet of new generation]. Kyiv, Institute of biopower cultures and SS NAAN of Ukraine, 20 p.

11. Yatsenko, A. Opalko, A., Trush, S., Manko, A., Morgun, A., Polishchuk, V. (2007). Rezul'taty selekcii' cukrovyyh burjakiv v instytuti koreneplidnyh kul'tur UAAN [Results of selection of sugar beet in institute root a fruit of cultures UAAN]. Dosjagnennja i problemy genetyky, selekcii' ta biotekhnologii': zb. nauk. prac' [Achievements and problems of genetics, selection and biotechnology: a collection of scientific papers]. Kyiv, Logos, Vol. 2, pp. 234–238.

12. Gopciy, T., Proskyrin, M. (2003). Genetyko-statystychni metody selekcii': navch. posib. [Genetics statistics methods of selection]. Kharkiv, Kharkiv NAU name. V. Dokuchayv, 103 p.

13. Eshchenko, V. Kopytko, P., Opryshko, V., Kostogryz, P. (2005). Osnovy naukovykh doslidzen' v agronomii': pidruchnyk [Basis of scientific researches in agronomics]. Kyiv, Action, 180 p.

14. Kulik, O. (2019). Materialy rezul'tativ ekologichnogo sortovyprobuvannja za period 2016–2019 rr. Mizhnarodni konferencii' Betainterross [Materials of results an ecological grade of test for the period 2016–2019yy. The international conferences "Betainterross"]. Kyiv, Institute of biopower cultures and SS NAAN of Ukraine, 20 p.

15. Krotiyuk, L.A., Dubchak, O.V., Andryeieva, L.S., Kornyeieva, M.O. (2019). Selekcija z udoskonalennja formy koreneplodu cukrovyyh burjakiv [Selection to improve the shape of the root of sugar beets]. Bila Tserkva, Collection of scientific works, BNAU MAPU, Issue 2, pp. 13–20.

16. Dubchak, O.V., Andryeieva, L.S., Vakulenko, P.I., Kornyeieva, M.O. (2015). Stvorennja cukrovyyh burjakiv novogo pokolinnja [Creating a new generation of sugar beets]. Zb. nauk. prac' IBKiCB [Collection of scientific works of IBKiCB]. Issue 23, pp. 90–96.

17. Kornyeieva, M.O., Tymchyschyn, S.M., Tymchyschyn, L.S. (2018). Produktivnist' i kombinacijna zdattist' komponentiv cukrovo-kormovyh gibrydiv, prydatnyh dlja vyrobnyctva biopalyva [Productivity and combining ability of components of sugar-fodder hybrids suitable for biofuel production]. Kormy i kormovyrobnyctvo: mizhvidomchyi tematychnyi naukovyi zbirnyk [Feed and feed production: interdepartmental thematic scientific collection]. Vinnytsia, no. 86, pp. 67–70.

18. Royik, M.V., Kornyeieva, M.O. (2015). Naprjamy, metody ta strategija rozvytku selekcii' [Direction, methods

and strategy development of selection]. Cukrovi burjaky [Sugar beet], no. 6, pp. 7–9.

**Оценка новых линий многосемянных опылителей сахарной свеклы верхнячской селекции и их гибридов**

Дубчак О.В., Андреева Л.С., Паламарчук Л.Ю.

В статье приведены оценки продуктивности новых комбинационно ценных многосемянных линий-опылителей (МО) верхнячской селекции, МС линий разного происхождения и гетерозисных гибридов, созданных на их основании. Верхнячские МО – урожайные, комбинационно ценные и пластичные, о чем свидетельствуют гибридные комбинации с МС материалами всех опытно-селекционных станций сети Института биоэнергетических культур и сахарной свеклы. У сортоиспытании 2018 г. более удачными были комбинации с МС линиями Ивановской и Белоцерковской опытно-селекционных станций (ОСС). В среднем выход сахара у гибридов составлял 111,4–108,9 % соответственно. Ряд экспериментальных гибридов, созданных с линиями-опылителями верхнячской селекции в 2019 г., вошли в список лучших по сбору сахара с гектара. Представленные гибриды СЦ191125 и СЦ191134 характеризовались высокими показателями урожайности (117,6 и 113,8 % к стандарту соответственно). Надбавки по сбору сахара у всех исследуемых материалов составляли от 8,5 до 16,2 % по сравнению к стандарту. Отобрано ряд лучших гибридов для изучения в экологическом сортоиспытании. При оценивании исследуемых гибридов в отдельных комбинациях скрещивания наблюдали эффект гетерозиса. Наивысший показатель по урожайности (110,0 %) имел гибрид СЦ191135 – оригинатор МС линии Ялтушковская ОСС. По сбору и выходу сахара его показатели были выше стандарта на 8,4 и 14,2 %. Удовлетворительные показатели продуктивности проявил гибрид СЦ190309 – МС линия Уладовской селекции. Его урожайность составляла 104,0 %, сбор сахара – 104,1 %, выход сахара – 111,8 % к стандарту. Существенно высокая оценка по показателю «выход сахара» у гибрида СЦ190815 (119,6 %), где оба компонента скрещивания верхнячской селекции. Показатели урожайности, содержания и сбора сахара составляли 107,7, 100,9 и 109,2 % соответственно. Благодаря генетическому разнообразию исходных материалов и успешно подбору родительских компонентов, их

комбинационной способности и пластичности удалось получить новые гибриды. По показателям продуктивности многосемянные линии-опылители имеют высокую селекционную ценность.

**Ключевые слова:** сахарная свекла, многосемянность, опылитель, фертильность, отбор, гибрид, урожайность.

**Estimation of new lines of multigerm pollinators of Verhnyatska selection sugar beets and their hybrids**

Dubchak O., Andryeyeva L., Palamarchuk L.

The paper highlights the assessment of Verhnyatska selection new combination valuable multigerm of lines – pollinators (MP) efficiency, MS of lines of a different origin and heterosis of hybrids created on their basis. Verhnyatska MP are productive, combination-valuable and plasticity, proved by the hybrid combinations with MS by materials of all skilled-selection stations of a network of Institute of biocrops and sugar beet. At the grade test of 2018 more successful were combinations with MS by lines Ivanivska and Bila Tserkva research selection station. Sugar yield in hybrids made 111.4–108.9 % on the average. A number of experimental hybrids line created with Verhnyatska selection lines-pollinators in 2019 is listed among the best in sugar yield per hectare. The submitted hybrids STs191125 and STs191134 were characterized by a high parameter of productivity (117.6 and 113.8 % to the standard accordingly). A number of the best hybrids for study in variety ecological testing is selected. Heterosis effect was observed in some cross combinations. The best parameter on productivity (110.0 %) was in the hybrid STs191135 – MS originator of a line of Yaltushkivska RSS. Sugar yield and output were higher than the standard by 8.4 and 14.2 %. The satisfactory parameters of efficiency were observed in the STs190309 hybrid. Its productivity made 104.0 %, sugar yield – 104.1 %, sugar output – 111.8 % to the standard. Significantly high sugar output was in the hybrid STs190815 (119.6 %), where both components of crossing were of Verhnyatska selection. The parameters of productivity, sugar content and yield were 107.7, 100.9 and 109.2 %. Due to a genetic variety of initial materials and successful selection of parental components, their combinational ability and plasticity made it possible to receive new hybrids. Multigerm line-pollinators have high selection value of efficiency parameters.

**Key words:** sugar beet, multigerm, pollinator, fertility, selection, hybrid, productivity.



Copyright: Дубчак О.В., Андреева Л.С., Паламарчук Л.Ю. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



Дубчак О.В.

ID: <https://orcid.org/0000-0003-1473-6935>

УДК 631.524/528:633.853.49"321"

## Оцінка мінливості господарсько цінних ознак у ліній мутантного походження ріпаку ярого

Куманська Ю.О. , Шубенко Л.А.

Білоцерківський національний аграрний університет

✉ Куманська Ю.О. E-mail: Kumanska@btsau.edu.ua



Куманська Ю.О., Шубенко Л.А. Оцінка мінливості господарсько цінних ознак у ліній мутантного походження ріпаку ярого. Збірник наукових праць «Агробіологія», 2020. № 2. С.63–69.

Kumanska Ju.O., Shubenko L.A. Ocinka minlyvosti gospodar's'ko cinnnyh oznak u liniij mutantnogo pohodzhennja ripaku jarogo. Zbirnyk naukovykh prac' «Agrobiologija», 2020. no. 2, pp. 63–69.

Рукопис отримано: 24.09.2020 р.

Прийнято: 08.10.2020 р.

Затверджено до друку: 24.11.2020 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2020-161-2-63-69

Метою дослідження було провести оцінювання мінливості господарсько цінних ознак: кількості стручків на центральному суцвітті, довжини стручка та кількості насінин у стручку в ліній мутантного походження ріпаку ярого. Дослідження виконували впродовж 2014–2015 рр. в умовах дослідного поля НВЦ БНАУ. Вихідним матеріалом були чотири лінії мутантного походження ріпаку ярого, отримані із сорту Магнат, після оброблення його насіння мутагенами. За контроль брали насіння сорту Магнат і сорт-стандарт Марія. За результатами досліджень виділено: за кількістю стручків на центральному суцвітті лінії мутантного походження ІВР 16–7, ІВР 16–5 та ІВР 16–2. У лінії ІВР 16–7 в середньому за роки досліджень отримано 34,7 шт. стручків на головному суцвітті, у мутантних форм ІВР 16–5 – 34,4 шт. та у ІВР 16–2 – 33,8 шт. відповідно, що перевищувало сорт-стандарт Марія – 30,0 шт. та вихідний сорт Магнат – 23,5 шт. У лінії мутантного походження ІВР 16–2 відмічено найслабше варіювання ознаки, середнє значення показника коефіцієнта варіації ( $V$ , %) становило 7,4 %, дисперсії ( $s^2$ ) – 6,8 та стандартного відхилення ( $s$ ) – 2,6. Усі вказані вище мутантні форми проявляли стабільність формування кількості стручків на центральному суцвітті за роки проведення досліджень. Найбільшу довжину стручка отримано у лінії ІВР 16–7 – 7,6 см. Більшу довжину стручка за контролю отримано також у ІВР 16–5 – 7,4 см. За коефіцієнтом варіації всі досліджувані лінії мутантного походження ріпаку ярого характеризувалися слабким та середнім варіюванням ознаки ( $V=3,5-13,6$  %). Найбільшу кількість насінин у стручку (28,2 шт.) отримано у лінії мутантного походження ІВР 16–7, середнє значення показника перевищувало сорт-стандарт Марія та вихідний сорт Магнат на 1,7 шт. насінин. Ця лінія характеризувалася середнім варіюванням ознаки, на що вказував отриманий коефіцієнт варіації  $V=11,9$  і 14,8 %. Лінія мутантного походження ІВР 16–5 (27,7 шт.) також виділялася підвищеною кількістю насінин у стручку, порівнюючи з контролями. У ІВР 16–2 сформувалася кількість насінин у стручку 27,4 шт., лінія відмічалася слабким варіюванням ( $V$ , %) ознаки – 5,7 і 6,6 % у роки проведення досліджень.

**Ключові слова:** лінія мутантного походження, ріпак ярий, мутагенез, селекція, кількість стручків на центральному суцвітті, довжина стручка, кількість насінин у стручку.

**Постановка проблеми.** Посіви ріпаку мають тенденцію до значного розширення площі, особливо з появою 00 сортів і гібридів [1, 2]. Особливу зацікавленість становить можливість збільшення посівів не стільки озимого, а саме ярого ріпаку, тому що ризик його ви-

рощування менший, оскільки виключається можливий негативний вплив несприятливих погодних умов перезимівлі, та має коротший вегетаційний період розвитку [3, 4].

Нові сорти, гібриди ріпаку ярого мають характеризуватися комплексом основних цінних

господарських ознак, а також стабільною реалізацією їх у мінливих умовах навколишнього середовища.

На сьогодні гостро постає питання зниження затратної частини на вирощування продукції ріпаківництва [5, 6]. Для цього необхідним є створення високоврожайних сортів ярого й озимого ріпаку, які б одночасно з підвищеними показниками врожайності та якості мали у своєму геномі ознаки стійкості проти абіотичних та біотичних чинників навколишнього середовища [7, 8].

Вирішення цієї проблеми можливе завдяки створенню вихідного матеріалу, отриманню на його основі сортів ріпаку ярого з високим рівнем урожайності, адаптивності до несприятливих кліматичних умов, доброї якості насіння, що сприятиме поліпшенню харчових властивостей насіння на відсутність ерукової кислоти та знижений вміст глюкозинолатів [1, 9].

**Аналіз останніх досліджень.** Упродовж тисячоліть примітивна селекція формувалася на відборі спонтанних мутацій. Основна частина вирощуваних рослин набула культурних ознак за впливу людини. Постійний вплив з боку природи та людини спричинив якісні та кількісні мутаційні зміни [10].

Як стверджував відомий шведський генетик А. Густафсон (1968), практична цінність індукування мутацій буде зростати з напрямом прямих методів їх виділення у полі, лабораторіях, теплицях. Добір бажаних ознак має базуватися на науково обґрунтованих методах, від виділення певного мутанта до впровадження у виробництво нового сорту є довгим процесом [11, 12].

У селекційній практиці часто використовують мутагени хімічної природи, завдяки їх здатності можна індукувати значний спектр позитивних змін [13, 14]. За допомогою індукованого мутагенезу можна змінити декілька ознак, роз'єднати ознаки, які успадковуються зчеплено, скоротити терміни виведення сортів [15–18]. Високоєфективні мутагени хімічної структури були виділені Й.А. Рапопортом (1996) і Ш. Ауербах (1978) [19].

**Метою дослідження** було провести оцінювання мінливості кількості стручків на центральному суцвітті, довжини стручка та кількості насінин у стручку в лінії мутантного походження ріпаку ярого.

**Матеріал і методи дослідження.** Дослідження виконували впродовж 2014–2015 рр. в умовах дослідного поля НВЦ БНАУ. Вихідним матеріалом були чотири лінії мутантного походження ріпаку ярого, отримані із сорту Магнат, після оброщення його насіння мутагенами.

За контроль брали насіння сорту Магнат і сорт-стандарт Марія.

Біометричний аналіз виконували за Г.Ф. Лакініним [20] за середнім зразком 25 рослин за показниками: кількість стручків на центральному суцвітті, довжина стручка та кількість насінин у стручку. Отримані біометричні дані обробляли методом варіаційної статистики, дисперсійного аналізу за програмою Statistica-8.

**Результати дослідження та обговорення.** За результатами дослідження кількості стручків на центральному суцвітті у лінії мутантного походження, виділено номери, які впродовж двох років зберігали вирівняність ознаки незалежно від погодних умов (табл. 1).

Найбільша кількість стручків на центральному суцвітті сформувалася у лінії мутантного походження ІВР 16–7, ІВР 16–5 та ІВР 16–2.

У ІВР 16–7 в 2014 році було отримано  $32,6 \pm 0,9$  шт. стручків на центральному суцвітті, а в 2015 році –  $36,7 \pm 1,1$  шт., в середньому становило 34,7 шт., що перевищувало сорт-стандарт Марія (30,0 шт.) на 4,7 стручка, а вихідний сорт Магнат (23,5 шт.) – на 11,2 шт. відповідно.

Значну кількість стручків отримано у мутантної форми ІВР 16–5 (34,4 шт.), що на 4,4 шт. більше за стандарт та на 10,9 – за сорт Магнат. Ця лінія мутантного походження мала незначне коливання формування ознаки за роки досліджень, що знаходиться в межах похибки, у 2014 р. утворилося  $33,8 \pm 1,4$  шт. і в 2015 р. –  $35,0 \pm 1,0$  шт. За середнім значенням коефіцієнта варіації (12,5 %) у ІВР 16–5 відмічено середню мінливість формування кількості стручків на центральному суцвітті. Значення дисперсії, стандартного відхилення також було середнім (табл. 1).

Деяко меншу кількість стручків на центральному суцвітті отримано у лінії мутантного походження ІВР 16–2 (33,8 шт.), що перевищувало значення стандарту та вихідного сорту. У 2014 році у цієї лінії сформувалося  $32,7 \pm 0,7$  шт., а в 2015 р. –  $34,8 \pm 0,8$  шт. стручків. Ця мутантна форма характеризувалася слабким варіюванням ознаки, на що вказує отримане середнє значення показника коефіцієнта варіації – 7,4 %. Розсіювання ознаки також було незначним ( $s^2=6,8$ ,  $s=2,6$ ), що відмічає стабільність формування кількості стручків на центральному суцвітті.

Менша кількість стручків проти сорту-стандарту Марія та вихідного сорту Магнат сформувалася на головному суцвітті у лінії ІВР 16–4 (27,0 шт.). Значення дисперсії у цієї лінії було найвищим, порівнюючи з іншими досліджуваними мутантними формами.

Таблиця 1 – Варіювання кількості стручків на центральному суцвітті ліній мутантного походження ріпаку ярого (середнє за 2014–2015 рр.)

Селекційний номер	Кількість стручків на центральному суцвітті, шт.		Середнє за 2 роки, шт.	Дисперсія, $s^2$	Стандартне відхилення, $s$	Коефіцієнт варіації, %
	2014 р.	2015 р.				
Марія St	31,0±0,8	28,9±1,0	30,0	7,0	2,7	9,0
Магнат	23,1±0,5	24,0±0,7	23,5	20,3	4,5	16,9
ІВР 16-2	32,7±0,7	34,8±0,8	33,8	6,8	2,6	7,4
ІВР 16-4	24,0±1,5	25,9±1,3	27,0	19,3	4,4	16,2
ІВР 16-5	33,8±1,4	35,0±1,2	34,4	18,5	4,3	12,5
ІВР 16-7	32,6±0,9	36,7±1,1	34,7	10,8	3,3	9,5

Усі досліджувані лінії мутантного походження мали слабе та середнє варіювання кількості стручків на центральному суцвітті (табл. 1).

Значну увагу приділяють ознаці довжини стручка, оскільки зі збільшенням довжини стручка, відбувається збільшення кількості насинин у ньому [8].

Результати мінливості та варіювання довжини стручка (2014–2015 рр.) у ліній мутантного походження наведено в таблиці 2.

Довжина стручка у мутантних ліній варіювала залежно від умов року досліджень. Найбільшу довжину стручка отримано у форми ІВР 16–7 – 7,6 см в середньому за два роки. Однак ця лінія виділялася довшим стручком, і окремо в роки досліджень: у 2014 році – 7,5 см та в 2015 – 7,6 см, що перевищувало сорт-стандарт Марія (7,1 см) та вихідний сорт Магнат (7,2 см). Мінливість ознаки у ІВР 16–7 у 2014 році була слабкою ( $V=5,7\%$ ), а в 2015 – середньою ( $V=11,9\%$ ).

Більшу довжину стручка за сорт-стандарт та вихідний сорт також отримано у лінії ІВР 16–5. У лінії мутантного походження сформувалася довжина стручка у 2014 році – 7,3 см, а в 2015 році – 7,5 см, що в середньому становило 7,4 см, що на 0,3 см більше за сорт Марія та на 0,2 см – за сорт Магнат. Ця мутантна форма характеризувалася слабким варіюванням ознаки ( $V=4,8\%$ ) у 2014 році та середнім ( $V=13,6\%$ ) у 2015 році.

Децю меншу довжину стручка отримано у ліній мутантного походження ІВР 16–4 – 7,2 см та ІВР 16–2 – 7,1 см. У лінії ІВР 16–2 сформувалася довжина стручка така сама, як і в сорту-стандарту.

За коефіцієнтом варіації всі досліджувані лінії мутантного походження ріпаку ярого характеризувалися майже вирівняним значенням довжини стручка у роки проведення досліджень, значення становило від 3,5 до 13,6 %, що відповідає слабкому та середньому варіюванню ознаки.

Таблиця 2 – Варіювання довжини стручка в ліній мутантного походження ріпаку ярого (2014–2015 рр.)

Селекційний номер	Довжина стручка, см				Коефіцієнт варіації, $V$ (%)	
	2014 р.	2015 р.	Середнє за 2 роки	±від стандарта	2014 р.	2015 р.
Марія St	7,0±0,1	7,1±0,1	7,1	0,0	3,9	4,8
Магнат	7,1±0,1	7,2±0,2	7,2	+0,1	5,9	7,0
ІВР 16–2	7,0±0,2	7,1±0,1	7,1	0,0	7,8	6,9
ІВР 16–4	7,0±0,1	7,3±0,2	7,2	+0,1	3,5	11,0
ІВР 16–5	7,3±0,1	7,5±0,3	7,4	+0,3	4,8	13,6
ІВР 16–7	7,5±0,1	7,6±0,2	7,6	+0,5	5,7	11,9

Кількість насінин у стручку є головною цінною господарською ознакою продуктивності ріпаку, від якої залежить урожайність культури.

За даними таблиці 3 найбільшу кількість насінин у стручку (28,2 шт.) отримано у лінії мутантного походження ІВР 16–7, у якої в 2014 році зав'язалося  $27,1 \pm 0,5$  шт. насінин, а в 2015 році –  $29,3 \pm 0,7$  шт., середнє значення показника перевищувало сорт-стандарт Марія та вихідний сорт Магнат (+1,7 шт.).

ся слабким варіюванням ознаки у роки досліджень – 5,7 і 6,6 %.

Майже на рівні із сортом-стандартом Марія та вихідним сортом Магнат сформувалося насінин у стручку в лінії мутантного походження ІВР 16–4 – 26,6 шт.

Мінливість ознаки кількості насінин у стручку за роки проведення досліджень була слабкою та середньою, коефіцієнт варіації в 2014 році варіював від 3,7 до 13,2 %, а у 2015 році – від 4,6 до 14,8 %.

Таблиця 3 – Варіювання кількості насінин у стручку в лінії мутантного походження ріпаку ярого (2014–2015 рр.)

Селекційний номер	Кількість насінин у стручку, шт.				Коефіцієнт варіації, V (%)	
	2014 р	2015 р	Середнє за 2 роки	±від стандарту	2014 р.	2015 р.
Марія St	26,7±0,2	26,3±0,2	26,5	0,0	3,7	6,1
Магнат	25,9±0,3	27,0±0,3	26,5	0,0	9,9	4,6
ІВР 16–2	25,9±0,4	28,9±0,3	27,4	+0,9	5,7	6,6
ІВР 16–4	25,6±0,8	27,6±0,5	26,6	+0,1	13,1	10,9
ІВР 16–5	27,4±0,7	28,0±0,6	27,7	+1,2	13,2	11,4
ІВР 16–7	27,1±0,5	29,3±0,7	28,2	+1,7	11,9	14,8

Цей зразок характеризувався середнім варіюванням ознаки, на що вказував отриманий коефіцієнт варіації у роки проведення досліджень  $V=11,9$  і  $14,8$  %.

Більшу кількість насінин у стручку отримано у лінії мутантного походження ІВР 16–5 – 27,7 шт., що на 1,2 насінини більше за середнє значення сорту-стандарту (26,5 шт.). У лінії також сформувалася найбільша кількість насінин у 2014 році –  $27,4 \pm 0,7$  шт., проти інших мутантних номерів (табл. 3).

Мутантна лінія ІВР 16–2 також перевищувала сорт-стандарт та вихідний сорт на 0,9 шт., середня кількість насінин у стручку становила 27,4 шт. Ця лінія характеризувалася

**Висновки.** Виділено, за кількістю стручків на центральному суцвітті, лінії мутантного походження ІВР 16–7 (34,7 шт.), ІВР 16–5 (34,4 шт.) та ІВР 16–2 (33,8 шт.); за довжиною стручка – ІВР 16–7 (7,6 см), ІВР 16–5 (7,4 см); за кількістю насінин у стручку – ІВР 16–7 (28,2 шт.), ІВР 16–5 (27,7 шт.). Ці лінії перевищували вихідний сорт Магнат та сорт-стандарт Марія за досліджуваними ознаками. Вони характеризувалися слабким і середнім варіюванням мінливості ознак та проявом стабільності попри різні погодні умови у роки проведення досліджень. Лінії мутантного походження ІВР 16–7, ІВР 16–5, ІВР 16–2 становлять практичний інтерес для подальшого селекційного процесу.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Цехмейструк М.Г., Стрельцова І.Б. Порівняльна урожайність ріпаку озимого та ярого в умовах Східного Лісостепу України. Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. 2012. № 17. С. 144–148.
2. Сидоров А. Особливості генетичного різноманіття ріпаку. Агроном. URL: <https://www.agronom.com.ua/osoblyvosti-genetichnogo-riznomanittya-ripaku/>
3. Лихочвор В., Бучинський І.М. Ярий ріпак – не тільки страхова культура. Агробізнес сьогодні. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/647-iaryi-ripak-ne-tilky-strakhova-kultura.html>
4. Демиденко С. Ярий ріпак – це не тільки «страхова культура». Агроном. URL: <https://www.agronom.com.ua/yaryj-ripak-tse-ne-tilky-strakhova-kultura/>
5. Чехов С. Аналіз пропозиції на вітчизняному ринку насіння ріпаку. Економічний дискус: міжнародний збірник наукових праць. 2016. Вип. 1. С. 51–60.
6. Пророченко Т.І. Економічна ефективність вирощування ріпаку ярого залежно від ширини міжрядь та норми висіву насіння на чорноземах типових. Наукові доповіді НУБіП України. 2018. № 3 (73). DOI: <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2018.03.021>
7. Кузнецова Г.Н., Полякова Р.С. Сортоиспытание рапса ярового в условиях южной лесостепи западной Сибири. Вестник ОмГАУ. 2016. № 4 (24) С. 21–25.
8. Enlarging the genetic diversity of winter oilseed rape (WOSR) by crossing with spring oilseed rape (SOSR) / Gourrion A. et al. Vol. 27. DOI: <https://doi.org/10.1051/ocl/2020013>
9. Біохімічні властивості нових сортів ріпаку / Рудник-Івашенко О.І. та ін. Сортовивчення та охорона прав сорти рослин. 2014. № 4. С. 29–33.
10. Куманська Ю.О., Сухар С.В. Порівняння номерів мутантного походження ріпаку ярого за кількістю насі-

нин у стручку та масою 1000 насінин. Аграрна наука та освіта в умовах євроінтеграції. Збірник наукових праць міжнародної науково-практичної конференції. Кам'янець-Подільський. 2018. С. 103–105.

11. Высокоолеиновый сорт рапса ярового Амулет. Масличные культуры / Горлов С.Л. и др. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. 2015. № 2 (162). С. 127–128.

12. Кириченко В.В., Васько В.О., Брагин О.М. Индуцированный мутагенез в селекции соняшнику: навчальний посібник. ХНАУ ім. В.В. Докучаєва. Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН. Харків. 2017. 4 с.

13. Использование индуцированного химического мутагенеза для получения растений с заданными свойствами / Жамбакин К.Ж. и др. Вестник КазНУ. 2015. Том 65. № 3. С. 339–345. URL: <https://bb.kaznu.kz/index.php/biology/article/view/1136/1087>

14. Королев К.П., Богдан В.З., Богдан Т.М. Индуцированный мутагенез как способ создания нового исходного материала для селекции сортов интенсивного типа различных культур. Аграрный вестник Верхневолжья. 2016. № 4 (17). С. 11–16.

15. Мутагенез в культуре изолированных микроспор рапса / Жамбакин К.Ж. и др. Biotechnology. Theory and Practice/Биотехнология. Теория и практика. 2015. № 3. С. 20–32. DOI: <https://doi.org/10.11134/btp.3.2015.3>

16. Васько В.О., Гудим О.В., Рожак О.Г. Застосування експериментального мутагенезу в селекції рослин. Селекція і насінництво. 2015. Вип. 107. С. 8–18.

17. Королев К.П. Индуцированный мутагенез как способ расширения генетического разнообразия и создание нового исходного материала для различных направлений селекционной работы. Проблемы развития АПК региона. 2016. Том 25. № 1–1(25). С. 130–134.

18. Результаты и перспективы селекции гибридов рапса озимого во ВНИИМК. Масличные культуры / Бочкарева Э.Б. и др. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. 2018. Вып. 4 (176). С. 48–57. DOI <https://doi.org/10.25230/2412-608X-2018-4-176-48-57>

19. Эйгес Н.С. Историческая роль Иосифа Абрамовича Рапопорта в генетике. Продолжение исследований с использованием метода химического мутагенеза. Вавиловский журнал генетики и селекции. 2013. № 17 (1). С. 162–172.

20. Лакин Г.Ф. Биометрия: учебное пособие для биол. спец. вузов, 4-е изд., перераб. и доп. М.: Высшая школа, 1990. 352 с.

## REFERENCES

1. Cehmejstruk, M.G., Strel'cova, I.B. (2012). Porivnjaj'na urozhajnist' ripaka ozimogo ta jarogo v umovah Shidnogo Lisostepu Ukrai'ni [Comparative yield of winter and spring rape in the conditions of the Eastern Forest-Steppe of Ukraine]. Naukovo-tehnichnij bjuleten' Institutu olijnih kul'tur NAAN [Scientific and technical bulletin of the Institute of Oilseeds of NAAS], no. 17, pp. 144–148.

2. Sidorov, A. Osoblivosti genetichnogo riznomanittja ripaku [Features of genetic diversity of rapeseed]. Agronom [Agronomist]. Available at: <https://www.agronom.com.ua/osoblyvosti-genetychnogo-riznomanittja-ripaku/>

3. Lihochvor, V., Buchins'kij, I.M. Jarij ripak – ne til'ki strahova kul'tura [Spring rape is not only an insurance crop]. Agrobiznes s'ogodni [Agribusiness today]. Available at: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/647-iaryi-ripak-ne-tilky-strakhova-kultura.html>

4. Demidenko S. Jarij ripak – ce ne til'ki «strahova kul'tura» [Spring rape is not just an "insurance crop"]. Agronom [Agronomist]. Available at: <https://www.agronom.com.ua/yaryj-ripak-tse-ne-tilky-strahova-kultura/>

5. Chehov, S. (2016). Analiz propozicii' na vitchiznjanomu rinku nasinnja ripaku [Analysis of the supply on the domestic market of rapeseed]. Ekonomichnij diskus: mizhnarodnij zbirnik naukovih prac' [Economic discussion: international collection of scientific works]. Issue 1, pp. 51–60.

6. Prorochenko, T.I. (2018). Ekonomichna efektyvnist' viroshhuvannja ripaku jarogo zalezno vid shirini mizhrjad' ta normi visivu nasinnja na chornozemah tipovih [Economic efficiency of spring rapeseed cultivation depending on row width and seed sowing rate on typical chernozems]. Naukovi dopovidi NUBiP Ukrai'ni [Scientific reports of NULES of Ukraine], no. 3 (73). Available at: <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2018.03.021>

7. Kuznecova, G.N., Poljakova, R.S. (2016). Sortoispytanie rapsa jarovogo v uslovijah juzhnoj lesostepi zapadnoj Sibiri [Variety testing of spring rape in the southern forest-steppe of western Siberia]. Vestnik OmGAU [Bulletin OmGAY], no. 4 (24), pp. 21–25.

8. Gourrion, A., Simon, C., Vallee, P., Delourme, R., Chatre, S., Dheu, J.E. Enlarging the genetic diversity of winter oilseed rape (WOSR) by crossing with spring oilseed rape (SOSR). Vol. 27. Availbale at: <https://doi.org/10.1051/ocl/2020013>

9. Rudnik-Ivashhenko, O.I., Shovgun, O.O., Ivanic'ka, A.P., Shherbinina, N.P., Ljashenko, S.O., Chuhl'jeb, S.L., Badjaka, O.O. (2014). Biohimichni vlastivosti novih sortiv ripaku [Biochemical properties of new varieties of rape]. Sortovivchennja ta ohorona prav sorti roslin [Variety research and protection of plant varieties], no. 4, pp. 29–33.

10. Kumans'ka, Ju.O., Suhar, S.V. (2018). Porivnjannja nomeriv mutantnogo pohodzhennja ripaku jarogo za kil'kistju nasinin u struchku ta masoju 1000 nasinin [Comparison of numbers of mutant origin of spring rape by the number of seeds in the pod and the weight of 1000 seeds]. Agrarna nauka ta osvita v umovah jevointegracii'. Zbirnik naukovih prac' mizhnarodnoi' naukovo-praktichnoi' konferencii' [Agricultural science and education in the context of European integration. Collection of scientific works of the international scientific-practical conference]. Kamjanec-Podilskij, pp. 103–105.

11. Gorlov, S.L., Bochkajova, Je.B., Gorlova, L.A., Serdjuk, V.V. (2015). Vysokooleinovij sort rapsa jarovogo Amulet [High oleic variety of spring rape Amulet]. Maslichnye kul'tury]. Nauchno-tehnicheskij bjulleten' Vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta maslichnyh kul'tur [Oilseeds. Scientific and technical bulletin of the All-Russian Scientific Research Institute of Oilseeds], no. 2 (162), pp. 127–128.

12. Kirichenko, V.V., Vas'ko, V.O., Bragin, O.M. (2017). Indukovaniy mutagenез v selekcii' sonjashniku: navchal'nij posibnik. HNAU im. V.V. Dokuchajeva, Institut roslinnictva im. V.Ja. Jur'jeva NAAN [Induced mutagenesis in sunflower breeding]. Kharkiv, 4 p.

13. Zhambakin, K.Zh., Volkov, D.V., Zatybekov, A.K., Shamekova, M.H. (2015). Ispol'zovanie inducirovannogo himicheskogo mutageneza dlja poluchenija rastenij s zadannymi svojstvami [The use of induced chemical mutagenesis to obtain plants with desired properties]. Vestnik KazNU [KazNU Bulletin]. Vol. 65, no. 3, pp. 339–345. Available at: <https://bb.kaznu.kz/index.php/biology/article/view/1136/10872>.

14. Korolev, K.P., Bogdan, V.Z., Bogdan, T.M. (2016). Inducirovannyj mutagenez kak sposob sozdaniya novogo ishodnogo materiala dlja selekcii sortov intensivnogo tipa razlichnyh kul'tur [Induced mutagenesis as a way to create a new source material for the selection of varieties of intensive type of different cultures]. Agrarnyj vestnik Verhnevolzh'ja [Agrarian Bulletin of the Upper Volga], no. 4 (17), pp. 11–16.

15. Zhambakin, K.Zh., Zatybekov, A.K., Volkov, D.V., Shamekova, M.H. (2015). Mutagenez v kul'ture izolirovannyh mikrospor rapsa [Mutagenesis in the culture of isolated rapeseed microspores]. Biotekhnologija. Teorija i praktika [Biotechnology. Theory and Practice], no. 3, pp. 20–32. Available at: <https://doi.org/10.11134/btp.3.2015.3>

16. Vas'ko, V.O., Gudim, O.V., Rozhak, O.G. (2015). Zastosuvannya eksperimental'nogo mutagenezu v selekcii roslin [Application of experimental mutagenesis in plant breeding]. Selekcija i nasinnictvo [Breeding and seed production]. Issue 107, pp. 8–18.

17. Korolev, K.P. (2016). Inducirovannyj mutagenez kak sposob rasshirenija genetičeskogo raznoobrazija i sozdanie novogo ishodnogo materiala dlja razlichnyh napravlenij selekcionnoj raboty [Induced mutagenesis as a way to expand genetic diversity and create a new source material for different areas of selection work]. Problemy razvitija APK regiona [Problems of agro-industrial complex development in the region]. Vol. 25, no. 1–1(25), pp. 130–134.

18. Bochkareva, Je.B., Gorlova, L.A., Serdjuk, V.V., Strel'nikov, E.A. (2018). Rezul'taty i perspektivy selekcii gibrinov rapsa ozimogo vo VNIIMK [Results and prospects of selection of winter rape hybrids in VNIIMK]. Maslichnye kul'tury. Nauchno-tehnicheskij bjulleten' Vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta maslichnyh kul'tur [Oilseeds. Scientific and technical bulletin of the All-Russian Scientific Research Institute of Oilseeds]. Issue 4 (176), pp. 48–57. Available at: <https://doi.org/10.25230/2412-608X-2018-4-176-48-57>

19. Jejges, N.S. (2013). Istoricheskaja rol' Iosifa Abramoviča Rapoporta v genetike. Prodolzhenie issledovanij s ispol'zovanijem metoda himicheskogo mutageneza [The historical role of Joseph Abramovich Rapoport in genetics. Continuation of research using the method of chemical mutagenesis]. Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii [Vavilov Journal of Genetics and Breeding], no. 17 (1), pp. 162–172.

20. Lakin, G.F. (1990). Biometrija: učebnoe posobie dlja biol. spec. vuzov, 4-e izd., pererab. i dop. [Biometrics]. Moscow, Graduate school, 352 p.

**Оценка изменчивости хозяйственно ценных признаков у линий мутантного происхождения рапса ярового**

**Куманская Ю.А., Шубенко Л.А.**

Целью исследования было провести оценку изменчивости хозяйственно ценных признаков: количества стручков на центральном соцветии, длины стручка и количе-

ства семян в стручке в линии мутантного происхождения рапса ярового. Исследования выполняли в 2014–2015 гг. в условиях опытного поля НВЦ БНАУ. Исходным материалом были четыре линии мутантного происхождения рапса ярового, полученные из сорта Магнат, после обработки его семян мутагенами. Контролем были сорт Магнат и сорт-стандарт Мария. По результатам исследований выделено: по количеству стручков на центральном соцветии мутантные линии ИВР 16–7, ИВР 16–5 и ИВР 16–2. В линии мутантного происхождения ИВР 16–7 в среднем за годы исследований получено 34,7 шт. стручков на главном соцветии, у мутантных форм ИВР 16–5 – 34,4 шт. и в ИВР 16–2 – 33,8 шт. соответственно, что превышало сорт-стандарт Мария – 30,0 шт. и исходный сорт Магнат – 23,5 шт. В линии мутантного происхождения ИВР 16–2 отмечено слабое варьирование признака, среднее значение показателя коэффициента вариации ( $V, \%$ ) – 7,4 %, дисперсии ( $s^2$ ) – 6,8 и стандартного отклонения ( $s$ ) – 2,6. Все вышеуказанные мутантные формы проявляли стабильность формирования количества стручков на центральном соцветии за годы проведения исследований. Наибольшую длину стручка получено в линии ИВР 16–7 – 7,6 см. Больше длину стручка по сравнению к контролям получено также в ИВР 16–5 – 7,4 см. По коэффициенту вариации все исследуемые линии мутантного происхождения рапса ярового характеризовались слабым и средним варьированием признака ( $V = 3,5–13,6 \%$ ). Наибольшее количество семян в стручке (28,2 шт.) получено в линии мутантного происхождения ИВР 16–7, среднее значение показателя превышало сорт-стандарт Мария и исходный сорт Магнат на 1,7 шт. семян. Эта линия характеризовалась средним варьированием признака, на что указывал полученный коэффициент вариации  $V = 11,9$  и  $14,8 \%$ . Линия мутантного происхождения ИВР 16–5 (27,7 шт.) также выделялась повышенным количеством семян в стручке по сравнению с контролями. В ИВР 16–2 сформировалось количество семян в стручке 27,4 шт., линия имела слабое варьирование ( $V, \%$ ) – 5,7 и 6,6 % признака в годы проведения исследований.

**Ключевые слова:** линия мутантного происхождения, рапс яровой, мутагенез, селекция, количество стручков на центральном соцветии, длина стручка, количество семян в стручке.

**Assessment of the variability of economically valuable traits in spring rape lines of mutant origin**

**Kumanska Yu., Shubenko L.**

The aim of the research was to assess the variability of economically valuable traits: the number of pods on the central inflorescence, the length of the pod and the number of seeds in the pod, in lines of mutant origin of spring rape. The studies were carried out in 2014–2015 in the conditions of the experimental field ETC of BNAU. The starting material was four lines of mutant origin of spring rape obtained from the Magnat variety after treatment of its seeds with mutagens. Variety Magnat and variety-standard Maria were taken for control. According to the research results, the following were identified: by the number of pods on the central inflorescence, the mutant lines IVR 16–7, IVR 16–5 and IVR 16–2. In the line of mutant origin IVR 16–7, on average, over the years of research, 34.7 pods were obtained on the main inflorescence, in mutant forms IVR 16–5 – 34.4 pods.

and in IVR 16-2 – 33.8 pcs. respectively, which exceeded the standard variety Maria – 30.0 pcs. and the original variety Magnat – 23.5 pcs. In the line of mutant origin IVR 16-2, there was a slight variation of the trait, the average value of the coefficient of variation (V, %) was 7.4 %, the variance (s<sup>2</sup>) was 6.8, and the standard deviation (s) was 2.6. All of the above mutant forms showed stability in the formation of the number of pods on the central inflorescence over the years of research. The longest pod length was obtained in the IVR 16-7 line – 7.6 cm. A larger pod length compared to the controls was also obtained in the IVR 16-5 – 7.4 cm. According to the coefficient of variation, all the studied lines of mutant origin of spring rape were characterized by weak and medium varying the sign (V = 3.5–13.6 %). The largest

number of seeds in a pod (28.2 pcs.) Was obtained in the line of mutant origin IVR 16-7, the average value of the indicator exceeded the standard variety Maria and the original variety Magnat by 1.7 seeds. This line was characterized by an average variation of the trait, as indicated by the obtained coefficient of variation V = 11.9 and 14.8 %. The line of mutant origin IVR 16-5 (27.7 pcs.) Was also distinguished by an increased number of seeds in the pod compared to controls. In IVR 16-2, the number of seeds in the pod was formed – 27.4 pcs., The line had a weak variation (V, %) – 5.7 and 6.6 % of the trait in the years of research.

**Key words:** line of mutant origin, spring rape, mutagenesis, selection, number of pods on the central inflorescence, pod length, number of seeds in a pod.



Copyright: Куманська Ю.О., Шубенко Л.А. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



Куманська Ю.О.


ID: <https://orcid.org/0000-0001-5945-5737>

УДК 631.524.01/526.325:633.111“324”

## Успадкування в $F_1$ і трансгресивна мінливість в $F_2$ довжини головного колосу за схрещування різних за скоростиглістю сортів пшениці м'якої озимої

Лозінський М.В. , Устинова Г.Л. 

Білоцерківський національний аграрний університет

 Лозінський М.В. E-mail: Lozinsk@ukr.net



Лозінський М.В., Устинова Г.Л. Успадкування в  $F_1$  і трансгресивна мінливість в  $F_2$  довжини головного колосу за схрещування різних за скоростиглістю сортів пшениці м'якої озимої. Збірник наукових праць «Агробіологія», 2020. № 2. С. 70–78.

Lozinsk'kyj M.V., Ustynova G.L. Uspadkuvannja v  $F_1$  i transgresywna minlyvist' v  $F_2$  dozhyzny golovnoho kolosu za shreshhuvannja ryznyh za skorostyglystju sortiv pshenyци m'jakoї ozymoї. Zbirnyk naukovykh prac' «Агrobіологія», 2020. no. 2, pp. 70–78.

Рукопис отримано: 26.10.2020 р.

Прийнято: 09.11.2020 р.

Затверджено до друку: 24.11.2020 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2020-161-2-70-78

Упродовж 2017–2019 рр. досліджували характер успадкування довжини головного колосу в  $F_1$  і трансгресивну мінливість в популяціях  $F_2$ , отриманих за гібридизації різних за скоростиглістю сортів пшениці м'якої озимої. Встановлено, що в більшості комбінацій схрещування успадкування довжини колосу відбувалось за позитивним наддомінуванням ( $h_p=1,1-39,0$ ). За використання ранньостиглих сортів материнською формою, за виключенням комбінації Кольчуга / Чорнява, визначено позитивний гіпотетичний гетерозис за довжиною головного колосу ( $H_t=3,6-44,8\%$ ), а у 15 з 20 гібридів – позитивний істинний гетерозис ( $H_{bt}=1,1-32,9\%$ ). За гібридизації середньоранніх, середньостиглих і середньопізніх сортів у всіх гібридів відмічено позитивний гіпотетичний гетерозис, та у 19 з 22 комбінацій – позитивний істинний гетерозис. Встановлено значний вплив компонентів гібридизації на показники ступеня фенотипового домінування, гіпотетичного й істинного гетерозису.

Більшість популяцій  $F_2$  за крайніми максимальними показниками довжини головного колосу значно перевищували батьківські компоненти гібридизації, що вказує на значний формотворчий процес і можливість проведення доборів за досліджуваною ознакою. Максимальну довжину головного колосу (10,3–12,1) формували більшість популяцій, в яких материнськими формами використовували сорти Кольчуга і Чорнява, а також комбінації Золотоколоса / Чорнява, Золотоколоса / Столична і Єдність / Відрада. За таких умов крайні максимальні значення сягали 13,0–15,0 см. У 36 з 42 популяцій  $F_2$  визначено позитивний ступінь і частоту трансгресій за довжиною головного колосу, а їх показники значною мірою залежали від підбору пар для гібридизації. Найвищий ступінь позитивної трансгресії відмічено в популяції Єдність / Відрада (44,4 %) з частотою рекомбінантів 86,7 %. Високим ступенем і частотою позитивних трансгресій характеризувались популяції: Кольчуга / Єдність; Миронівська рання / Антонівка; Миронівська рання / Вдала; Золотоколоса / Відрада; Добірна / Пивна; Золотоколоса / Столична; Золотоколоса / Щедра нива; Миронівська рання / Єдність; Миронівська рання / Золотоколоса; Миронівська рання / Б.Ц. н/к.

**Ключові слова:** пшениця м'яка озима, скоростиглість сортів, комбінації схрещування, успадкування, гібриди, довжина головного колосу, гіпотетичний та істинний гетерозис, ступінь фенотипового домінування, популяції  $F_2$ , ступінь і частота трансгресій.

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** Стрімке зростання населення планети ставить перед сільськогосподарським виробництвом і науковою спільнотою завдання, що полягає у суттєвому збільшенні валового виробництва основних продовольчих культур [1, 2]. Ріст урожайності, який спостерігається

нині, не повною мірою задовольняє потреби людства [3]. Заразом кліматичні сценарії останніх років значно впливають на стабільність виробництва рослинницької продукції [4, 5].

Пшениця (*T. aestivum* L.) озима є однією з сільськогосподарських культур, що широко використовується для харчування населення

земної кулі [6–8] з щорічними площами майже 240 млн га і валовими зборами зерна понад 700 млн т [9, 10]. В Україні посівні площі пшениці м'якої озимої становлять приблизно 5,6 млн га [11].

Одним з найбільш ефективних та екологічних способів зростання і стабілізації виробництва зерна пшениці м'якої озимої є створення і впровадження у сільськогосподарське виробництво нових високоврожайних сортів, адаптованих до різноманітних умов вирощування [12–15]. Селекційна робота визначається багатьма чинниками, серед яких першочерговим є пошук і створення нових генетичних джерел з високими показниками продуктивності, якості та адаптованості до біотичних і абіотичних чинників середовища [16–18].

Колос пшениці м'якої озимої, як генеративний орган, має важливе значення для підвищення фотосинтетичного і продуктивного потенціалу пшеничної рослини. Архітектоніка колосу пшениці обумовлена довжиною колосового стрижня, кількістю і щільністю розміщення колосків, розміром колоскових та квіткових лусок [19]. Довжина колосу має чіткий фенотиповий прояв і є зручним морфологічним маркером для ідентифікації цінних генотипів.

**Метою дослідження** було вивчення характеру успадкування довжини головного колосу в  $F_1$  і встановлення трансгресивної мінливості в популяціях  $F_2$  за гібридизації різних за скоростиглістю сортів пшениці м'якої озимої.

**Матеріал і методи дослідження.** В умовах дослідного поля науково-виробничого центру Білоцерківського НАУ у 2017–2019 рр. досліджували 42 гібриди  $F_1$  і їх популяції  $F_2$ , отримані за гібридизації різних за скоростиглістю сортів пшениці м'якої озимої. За батьківські форми використовували ранньостиглі генотипи: Миронівська рання, Кольчуга, Білоцерківська напівкарликова (Б.Ц. н/к.); середньоранні: Золотоколоса, Чорнява, Щедра нива; середньостиглі: Столична, Відрада, Миронівська 61, Антонівка, Єдність; середньопізні: Добірна, Пивна і Вдала.

Насіння  $F_{1,2}$  висівали вручну за схемою: материнська форма, гібрид (популяція), чоловіча форма. З гібридним поколінням працювали за методом педігрі. У період вегетації проводили фенологічні спостереження, після настання повної стиглості – структурний аналіз [20, 21]. Агротехніка в дослідженнях загальноприйнята для зони вирощування. Попередник – гірчиця.

Ступінь фенотипового домінування ( $h_p$ ) довжини головного колосу в  $F_1$  визначали за В. Griffing [22]. Отримані дані групували за класифікацією G. M. Veil, R. E. Atkins [23]: позитив-

не наддомінування (гетерозис)  $h_p > +1$ ; часткове позитивне домінування  $+0,5 < h_p \leq +1$ ; проміжне успадкування  $-0,5 \leq h_p \leq +0,5$ ; часткове від'ємне успадкування  $-1 \leq h_p < -0,5$ ; негативне наддомінування (депресія)  $h_p < -1$ .

Прояв гіпотетичного (Ht) та істинного (Htb) гетерозису за довжиною головного колосу в  $F_1$  визначали за Matzinger et al. [24] S. Fonseca, F. Patterson [25]. Ступінь та частоту позитивних трансгресій за методикою Г.С. Воскресенської і В.І. Шпота [26].

Біометричні аналізи проводили за середнім зразком 25 рослин у триразовій повторності. Результати експериментальних даних обробляли статистичним методом у програмі Statistica 6.0.

**Результати дослідження та обговорення.** Експериментальні дані свідчать, що в умовах 2018 р. довжина головного колосу в батьківських форм становила 6,1–9,5 см. Згідно з класифікатором [27] короткий колос (6,1–7,5 см) формували сорти Єдність, Щедра нива, Золотоколоса, Пивна, Вдала, Відрада, Миронівська рання, Столична і Добірна. Середній за довжиною колос відмічено у сортів Антонівка, Білоцерківська напівкарликова, Миронівська 61, Кольчуга (7,6–8,8 см) і Чорнява (9,5 см). Отримані гібриди мали середній за довжиною колос і лише за схрещування Чорнява / Столична – довгий (11,3 см) (табл. 1, 2).

У більшості гібридів  $F_1$ , отриманих за використання материнською формою ранньостиглих сортів, довжина колоса перевищувала вихідні форми. За гібридизації Кольчуга / Антонівка досліджуваний показник був на рівні материнської форми з більшим проявом ознаки. У комбінаціях схрещування Б.Ц. н/к. / Чорнява, Кольчуга / Єдність і Б.Ц. н/к. / Кольчуга довжина колосу наближалася до батьківського компонента з більшим проявом, і лише в гібрида Кольчуга / Чорнява показник значно поступався чоловічому компоненту гібридизації (табл. 1).

Показники гіпотетичного гетерозису довжини головного колосу в  $F_1$ , за виключенням Кольчуга / Чорнява (Ht= -3,3 %), становили 3,6–44,8 %. Позитивний істинний гетерозис (1,1–32,9 %) відмічено у 15 з 20 гібридів. Високі значення гетерозису відмічено у гібридів Миронівська рання / Єдність (Ht=44,8 %, Hbt=32,9 %) і Миронівська рання / Вдала (Ht=33,3 %, Hbt=31,5 %).

Позитивне наддомінування за довжиною головного колосу ( $h_p=1,1-24,0$ ) відмічено у 15 з 20 гібридів. Успадкування за частковим позитивним домінуванням спостерігалось у чотирьох комбінаціях схрещування, а для Кольчуга / Чорнява характерне негативне наддомінування.

Таблиця 1 – Гетерозис і ступінь фенотипового домінування довжини головного колосу в F<sub>1</sub>, за використання материнської формою ранньостиглих сортів (2018 р.)

Комбінації схрещування	Довжина колосу, см			Гетерозис, %		Ступінь фенотипового домінування, h <sub>p</sub>
	♀	♂	F <sub>1</sub>	Ht	Hbt	
♀ ранньостиглі / ♂ ранньостиглі						
Миронівська рання / Б.Ц. н/к.	7,3	7,7	9,1	21,3	18,2	8,0
Миронівська рання / Кольчуга	7,3	8,8	9,9	22,2	12,5	2,5
Б.Ц. н/к. / Кольчуга	7,7	8,8	8,6	3,6	-2,3	0,6
♀ ранньостиглі / ♂ середньоранні						
Миронівська рання / Золотоколоса	7,3	6,7	8,6	22,9	17,8	5,3
Миронівська рання / Чорнява	7,3	9,5	10,5	25,0	10,5	1,9
Б.Ц. н/к. / Золотоколоса	7,7	6,7	8,9	23,6	15,6	3,4
Б.Ц. н/к. / Чорнява	7,7	9,5	9,4	9,3	-1,1	0,9
Кольчуга / Чорнява	8,8	9,5	8,9	-3,3	-6,3	-1,4
♀ ранньостиглі / ♂ середньостиглі						
Миронівська рання / Антонівка	7,3	7,6	8,8	17,3	15,8	9,0
Миронівська рання / Єдність	7,3	6,1	9,7	44,8	32,9	4,6
Б.Ц. н/к. / Антонівка	7,7	7,6	8,8	14,3	14,3	23,0
Б.Ц. н/к. / Єдність	7,7	6,1	8,8	27,5	14,3	2,4
Б.Ц. н/к. / Відрада	7,7	7,2	8,6	14,7	11,7	5,5
Кольчуга / Антонівка	8,8	7,6	8,8	7,3	0	1,0
Кольчуга / Єдність	8,8	6,1	8,7	16,0	-1,1	0,9
Кольчуга / Відрада	8,8	7,2	8,9	11,3	1,1	1,1
Кольчуга / Столична	8,8	7,5	9,7	18,3	10,2	2,4
♀ ранньостиглі / ♂ середньопізні						
Миронівська рання / Вдала	7,3	7,0	9,6	33,3	31,5	16,3
Миронівська рання / Добірна	7,3	7,5	9,0	21,6	20,0	16,0
Б.Ц. н/к. / Добірна	7,7	7,5	8,4	10,5	9,1	8,0

У 19 з 22 гібридів, отриманих від схрещування середньоранніх, середньостиглих і середньопізніх генотипів, довжина головного колосу перевищувала вихідні форми, і успадкування відбувалося за позитивним наддомінуванням (h<sub>p</sub> = 1,3–39,0). Для комбінацій Золотоколоса / Чорнява і Чорнява / Єдність характерне часткове позитивне домінуванням, а Чорнява / Щедра нива – проміжне успадкування. Високі показники довжини колосу (10,1–11,3 см) отримано за використання материнського компонента сорту Чорнява (табл. 2).

У всіх гібридів F<sub>1</sub> встановлено позитивні значення гіпотетичного гетерозису, на показники яких значно впливав підбір батьківських компонентів для гібридизації. Позитивними значенням істинного гетерозису характеризувалися 19 комбінацій. Найбільші показники гіпотетичного й істинного гетерозису відмічено у гібридів: Добірна / Пивна (Ht=43,7 %, Hbt=36,0%); Золотоколоса/Єдність (Ht=37,5%, Hbt=31,3 %); Єдність / Відрада (Ht=35,8 %, Hbt=26,4 %); Золотоколоса/Відрада (Ht=31,4%, Hbt=27,8 %); Чорнява / Столична (Ht=32,9 %, Hbt=18,9 %); Миронівська 61 / Єдність (Ht=35,1 %, Hbt=16,3 %).

У 2019 р. довжина головного колосу в батьківських форм знаходилася в межах від 6,1 (Єдність) до 9,7 см (Чорнява). Короткий за довжиною колос відмічено у сортів Єдність, Золотоколоса, Вдала, Щедра нива, Пивна, Відрада і Миронівська рання, а інші генотипи формували середній колос. У 9 з 42 комбінацій схрещування у F<sub>2</sub> середньопопуляційний показник довжини головного колосу становив 10,6–11,9 см, що вказує на довгий колос, у інших колос був середнім (8,0–10,5 см) (табл. 3, 4).

У 16 з 20 популяцій F<sub>2</sub>, створених за гібридизації материнською формою ранньостиглих сортів, крайні максимальні показники довжини головного колосу (10,5–15,0 см) значно перевищували батьківські форми (9,0–10,5 см), що свідчить про значний формотворчий процес і можливість проведення доборів за досліджуваною ознакою. У популяціях Б.Ц. н/к. / Кольчуга і Миронівська рання / Чорнява максимальні показники були на рівні батьківської форми з більшим проявом ознаки. Довжину головного колосу 10,3–12,1 см мали популяції, в яких материнською формою використовували сорт Кольчуга. За таких умов крайні максимальні значення сягали 13,0–15,0 см (табл. 3).

Таблиця 2 – Гетерозис і ступінь фенотипового домінування довжини головного колосу в F<sub>1</sub> за гібридизації середньоранніх, середньостиглих і середньопізніх сортів (2018 р.)

Гібридна комбінація	Довжина колосу, см			Гетерозис, %		Ступінь фенотипового домінування, h <sub>p</sub>
	♀	♂	F <sub>1</sub>	Ht	Hbt	
♀ середньоранні / ♂ середньоранні						
Золотоколоса / Чорнява	6,7	9,5	9,3	14,8	-2,1	0,9
Золотоколоса / Щедра нива	6,7	6,6	8,6	28,4	28,4	39,0
Чорнява / Щедра нива	9,5	6,6	8,7	7,4	-8,4	0,4
♀ середньоранні / ♂ середньостиглі						
Золотоколоса / Антонівка	6,7	7,6	8,1	12,5	6,6	2,1
Золотоколоса / Єдність	6,7	6,1	8,8	37,5	31,3	8,0
Золотоколоса / Відрада	6,7	7,2	9,2	31,4	27,8	9,0
Золотоколоса / Столична	6,7	7,5	8,1	14,1	8,0	2,5
Чорнява / Антонівка	9,5	7,6	10,5	22,1	10,5	2,1
Чорнява / Єдність	9,5	6,1	8,9	14,1	-6,3	0,7
Чорнява / Відрада	9,5	7,2	10,1	20,2	6,3	1,5
Чорнява / Столична	9,5	7,5	11,3	32,9	18,9	2,8
Щедра нива / Антонівка	6,6	7,6	8,0	12,7	5,3	1,8
Щедра нива / Відрада	6,6	7,2	7,7	11,6	6,9	2,7
♀ середньоранні / ♂ середньопізні						
Щедра нива / Добірна	6,6	7,5	8,5	19,7	13,3	3,2
♀ середньоранні / ♂ середньопізні						
Антонівка / Єдність	7,6	6,1	7,8	13,0	2,6	1,3
Антонівка / Відрада	7,6	7,2	8,8	18,9	15,8	7,0
Антонівка / Столична	7,6	7,5	8,9	17,1	17,1	27,0
Миронівська 61 / Єдність	8,6	6,1	10,0	35,1	16,3	2,1
Єдність / Відрада	6,1	7,2	9,1	35,8	26,4	4,6
♀ середньостиглі / ♂ середньопізні						
Єдність / Добірна	6,1	7,5	8,8	29,4	17,3	2,9
♀ середньопізні / ♂ середньостиглі						
Вдала / Столична	7,0	7,5	9,0	23,3	20,0	7,0
♀ середньопізні / ♂ середньопізні						
Добірна / Пивна	7,5	6,7	10,2	43,7	36,0	7,8

Таблиця 3 – Ступінь і частота позитивних трансгресій за довжиною головного колосу в популяціях F<sub>2</sub>, отриманих за використання материнською формою ранньостиглих сортів (2019 р.)

Популяції F <sub>2</sub>	Довжина головного колосу, см					Трансгресія	
	♀	♂	F <sub>2</sub>	максимальний прояв		T <sub>c</sub> , %	T <sub>p</sub> , %
				батьківські форм	F <sub>2</sub>		
♀ ранньостиглі / ♂ ранньостиглі							
Миронівська рання / Б.Ц. н/к.	7,3	7,8	10,3	10,0	12,5	25,0	50,0
Миронівська рання / Кольчуга	7,3	9,0	10,6	10,5	12,0	14,3	40,0
Б.Ц. н/к. / Кольчуга	7,8	9,0	8,8	10,5	10,5	0,0	0,0
♀ ранньостиглі / ♂ середньоранні							
Миронівська рання / Золотоколоса	7,3	6,3	10,3	9,0	11,5	27,3	86,7
Миронівська рання / Чорнява	7,3	9,7	10,3	12,0	12,0	0,0	0,0
Б.Ц. н/к. / Золотоколоса	7,8	6,3	9,3	10,0	12,0	20,0	13,3
Б.Ц. н/к. / Чорнява	7,8	9,7	8,9	12,0	10,5	-12,5	0,0
Кольчуга / Чорнява	9,0	9,7	10,0	12,0	11,5	-4,2	0,0
♀ ранньостиглі / ♂ середньостиглі							
Миронівська рання / Антонівка	7,3	7,9	10,1	9,0	12,5	38,9	86,7
Миронівська рання / Єдність	7,3	6,1	9,6	9,0	11,5	27,8	63,3
Б.Ц. н/к. / Антонівка	7,8	7,9	10,1	10,0	12,0	20,0	46,6
Б.Ц. н/к. / Єдність	7,8	6,1	9,9	10,0	12,0	20,0	27,6
Б.Ц. н/к. / Відрада	7,8	7,6	9,5	10,0	10,5	5,0	3,3
Кольчуга / Антонівка	9,0	7,9	10,3	10,5	13,0	23,8	40,0
Кольчуга / Єдність	9,0	6,1	12,1	10,5	15,0	42,9	83,3
Кольчуга / Відрада	9,0	7,6	10,5	10,5	13,0	23,8	48,1
Кольчуга / Столична	9,0	7,7	10,5	10,5	13,0	23,8	33,3
♀ ранньостиглі / ♂ середньопізні							
Миронівська рання / Вдала	7,3	6,7	10,2	9,0	12,0	33,3	86,7
Миронівська рання / Добірна	7,3	8,0	9,8	9,5	11,0	15,8	60,7
Б.Ц. н/к. / Добірна 115	7,8	8,0	9,3	10,0	11,0	10,0	10,0

Проведені дослідження свідчать, що в 16 з 20 популяцій  $F_2$  встановлено позитивний ступінь і частоту трансгресій за довжиною головного колосу. Високі показники відмічено в популяціях: Кольчуга / Єдність ( $T_c=42,9\%$ ;  $T_q=83,3\%$ ); Миронівська рання / Антонівка ( $T_c=38,9\%$ ;  $T_q=86,7\%$ ); Миронівська рання / Вдала ( $T_c=33,3\%$ ;  $T_q=86,7\%$ ); Миронівська рання / Єдність ( $T_c=27,8\%$ ;  $T_q=63,3\%$ ); Миронівська рання / Золотоколоса ( $T_c=27,3\%$ ;  $T_c=86,7\%$ ); Миронівська рання / Б.Ц. н/к. ( $T_c=25,0\%$ ;  $T_q=50,0\%$ ).

У популяціях  $F_2$  за гібридизації середньоранніх, середньостиглих і середньопізніх форм, за винятком Щедра нива / Добірна і Миронівська 61 / Єдність, крайні максимальні значення довжини головного колосу (10,0–14,5 см) значно перевищували межі вихідних форм (8,5–12,0 см). Значний формотворчий процес за довжиною головного колосу відмічено у більшості популяцій, однак слід виді-

лити комбінації, в яких материнською формою залучався сорт Чорнява, а також Золотоколоса / Чорнява, Золотоколоса / Столична і Єдність / Відрада з крайнім максимальним проявом 13,0–14,5 см (табл. 4).

Найвищий ступінь позитивної трансгресії встановлено в популяції Єдність / Відрада (44,4%) з частотою рекомбінантів 86,7%. Виділилися популяції за використання материнською формою сортів Золотоколоса і Добірна / Пивна, в яких ступінь трансгресії становив 29,4–33,3% з частотою позитивних трансгресій 53,3–96,7%.

Отже, за гібридизації батьківських форм пшениці м'якої озимої різних груп стиглості вдалося значно розширити формотворчий процес за довжиною головного колосу і провести добори генотипів  $F_2$ , які поєднують високі показники довжини головного колосу з іншими господарсько цінними ознаками і властивостями.

Таблиця 4 – Ступінь і частота позитивних трансгресій за довжиною головного колосу в популяціях  $F_2$ , отриманих за гібридизації середньоранніх, середньостиглих і середньопізніх сортів (2019 р.)

Популяції $F_2$	Довжина колосу, см					Трансгресія	
	♀	♂	$F_2$	максимальний прояв		$T_c, \%$	$T_q, \%$
				батьківських форм	$F_2$		
♀ середньоранні / ♂ середньоранні							
Золотоколоса / Чорнява	6,3	9,7	10,9	12,0	13,0	8,3	10,7
Золотоколоса / Щедра нива	6,3	7,0	9,3	8,5	11,0	29,4	96,7
Чорнява / Щедра нива	9,7	7,0	11,8	12,0	14,5	20,8	30,0
♀ середньоранні / ♂ середньостиглі							
Золотоколоса / Антонівка	6,3	7,9	9,5	9,0	10,5	16,7	56,7
Золотоколоса / Єдність	6,3	6,1	9,1	8,5	10,0	17,6	80,0
Золотоколоса / Відрада	6,3	7,6	10,2	9,0	12,0	33,3	86,7
Золотоколоса / Столична	6,3	7,7	10,8	10,0	13,0	30,0	53,3
Чорнява / Антонівка	9,7	7,9	11,0	12,0	13,0	8,3	6,7
Чорнява / Єдність	9,7	6,1	11,1	12,0	14,0	16,7	10,3
Чорнява / Відрада	9,7	6,7	11,9	12,0	14,0	16,7	10,3
Чорнява / Столична	9,7	7,7	11,9	12,0	14,0	16,7	40,0
Щедра нива / Антонівка	7,0	7,9	8,4	9,0	10,0	11,1	6,7
Щедра нива / Відрада	7,0	7,6	8,6	9,0	10,0	11,1	16,7
♀ середньоранні / ♂ середньопізні							
Щедра нива / Добірна	7,0	8,0	8,0	9,5	9,0	-5,3	0,0
♀ середньоранні / ♂ середньопізні							
Антонівка / Єдність	7,9	6,1	9,2	9,0	10,5	16,7	30,0
Антонівка / Відрада	7,9	7,6	9,7	9,0	11,0	22,2	63,3
Антонівка / Столична	7,9	7,7	10,2	10,0	12,0	20,0	40,0
Миронівська 61 / Єдність	8,6	6,1	9,4	10,0	10,0	0,0	0,0
Єдність / Відрада	6,1	7,6	11,2	9,0	13,0	44,4	86,7
♀ середньостиглі / ♂ середньопізні							
Єдність / Добірна	6,1	8,0	9,4	9,5	10,5	10,5	30,0
♀ середньопізні / ♂ середньостиглі							
Вдала / Столична	6,7	7,7	10,2	10,0	12,0	20,0	33,3
♀ середньопізні / ♂ середньопізні							
Добірна / Пивна	8,0	6,8	9,9	9,0	12,0	33,3	60,0

**Висновки.** 1. Успадкування довжини головного колосу в  $F_1$ , за гібридизації батьківських форм пшениці м'якої озимої різних груп стиглості, в більшості випадків відбувалось за позитивним наддомінуванням. Підбір батьківських форм для гібридизації мав значний вплив на показник фенотипового домінування.

2. Позитивні показники гіпотетичного й істинного гетерозису визначено у більшості гібридів пшениці м'якої озимої, а їх значення залежали від компонентів гібридизації. Високі показники гетерозису відмічено у комбінаціях: Миронівська рання / Єдність ( $Ht=44,8\%$ ,  $Hbt=32,9\%$ ); Добірна / Пивна ( $Ht=43,7\%$ ,  $Hbt=36,0\%$ ); Золотоколоса / Єдність ( $Ht=37,5\%$ ,  $Hbt=31,3\%$ ); Миронівська рання / Вдала ( $Ht=33,3\%$ ,  $Hbt=31,5\%$ ); Єдність / Відрада ( $Ht=35,8\%$ ,  $Hbt=26,4\%$ ); Золотоколоса / Відрада ( $Ht=31,4\%$ ,  $Hbt=27,8\%$ ).

3. У 36 з 42 популяцій  $F_2$  за довжиною головного колосу встановлено позитивний ступінь трансгресії (5,0–44,4 %). Частота трансгресивних рекомбінантів залежно від залучених до гібридизації батьківських форм становила 3,3–96,7 %.

4. На прояв довжини головного колосу в різних за скоростиглістю батьківських форм пшениці м'якої озимої значною мірою впливає генотип і його взаємодія з навколишнім середовищем, а залучення їх до гібридизації значно розширює формотворчий процес за довжиною головного колосу.

Перспективою подальших досліджень є проведення доборів та оцінювання одержаних рекомбінантів пшениці м'якої озимої за комплексом господарсько цінних ознак для створення нового вихідного матеріалу з високим рівнем продуктивності й адаптивності до несприятливих умов Лісостепу України.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Solutions for a cultivated planet / Foley J.A. et al. Nature. 2011. Vol. 478. P. 337–342.
- Global food demand and the sustainable intensification of agriculture / Tilman D. et al. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 2011. Vol. 108. P. 20260–20264.
- Yield Trends Are Insufficient to Double Global Crop Production by 2050 / Ray D.K. et al. PLoS ONE. 2013. Vol. 8 (6), art. e66428. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0066428>.
- Tavares L., Carvalho C., Bassoi M. Adaptability and stability as selection criterion for wheat cultivars in Paraná State. Ciências Agrárias. Londrina. 2015. Vol. 36. № 5. P. 2933–2942. DOI: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n5p2933>
- Machold J., Honeremeier B. Impact of climate change on cultivar choice: adaptation strategies of farmers and advisors in German cereal production. Agronomy, 2016. Vol. 6 (40).
- Mechanism of inheritance for quantitative traits in interspecific crosses of *Triticum aestivum* L. / Nazeer W. et al. World Applied Sciences Journal, 2013, Vol. 22(10). P. 1440–1448.
- Якимчук Р.А. Характер успадкування довжини стебла карликовими мутантами пшениці м'якої озимої, отриманими в зоні Чорнобильської АЕС. Физиология растений и генетика. 2018. Т. 50, № 1. С. 46–58.
- Correlation and genetic component studies for peduncle length affecting grain yield in wheat / Farooq M.U. et al. Int J Adv Appl Sci, 2018. № 5. P. 67–75.
- Некрасова О.А. Типы наследования высоты растений у гибридов  $F_1$  мягкой озимой пшеницы. Аграрный вестник Урала. 2014. Vol. 129. № 11. С. 12–15.
- FAO. Food Outlook. Biannual report on global food markets. 2016. Suppl. URL: <http://www.fao.org/3/a-15703E.pdf>
- Литвиненко М.А. Реалізація потенціалу пшеничного поля. Насінництво. 2011. № 6. С. 1–7.
- Бурденюк-Тарасевич Л.А., Лозінський М.В. Зернова продуктивність ліній пшениці м'якої озимої отриманих від схрещування батьківських форм різного еколого-географічного походження. Агробіологія: збірник наукових праць. 2014. № 1 (109). С. 11–16.
- Впровадження у виробництво нових, стійких до стресових факторів, високопродуктивних сортів озимої пшениці, створених на основі використання хромосомної інженерії та маркер-допоміжної селекції / Моргун В.В. та ін. Наука та інновація. 2014. 10. № 5. С. 40–48.
- Моргун В.В. Внесок генетики і селекції рослин у забезпечення продовольчої безпеки України. Вісник НАН України. 2016. № 5. С. 20–23.
- Грабовська Т.О., Грабовський М.В., Мельник Г.Г. Урожайність та якість сортів пшениці озимої за органічного виробництва. Агробіологія: збірник наукових праць. 2016. № 2. С. 38–45.
- Изменчивость признаков продуктивности колоса у гибридов  $F_2$ , полученных от скрещивания сортов мягкой пшеницы Новосибирская 67, Саратовская 29, Пуза-4 с многоцветковой линией Skle 123-09 / Арбузов В.С. и др. Вавиловский журнал генетики и селекции. 2014. Т. 18. № 4/1. С. 704–712.
- Молекулярно-генетична ідентифікація поліморфізму генів  $Wx$  у гібридах м'якої пшениці за допомогою мультиплексних полімеразних ланцюгових реакцій / Моргун В.В. та ін. Физиология растений и генетика. 2015. Т. 47, № 1. С. 25–35.
- ICP-MS analysis of bread wheat carrying the *Gpc-B1* gene of *Triticum turgidum* ssp. *Dicoccoides* / Pokhlylo S.Y. et al. Biotechnology acta. 2016. No. 5. С. 64–69.
- Бурденюк-Тарасевич Л.А., Лозінський М.В. Формування довжини головного колосу в ліній пшениці озимої різного еколого-географічного походження. Агробіологія: збірник наукових праць. 2013. Вип. 11 (104). С. 30–34.
- Волкодав В.В. Методика державного випробування сортів рослин на придатність до поширення в Україні: раг. част. Охорона прав на сорти рослин: Офіційний бюлетень. Київ: АЛЕФА, 2003. Вип. 1, Ч. 3. 106 с.
- Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва: Агропромиздат, 1985. 352 с.
- Griffing B. Analysis of quantitative gene-action by constant parent regression and related techniques. Genetics. 1950. Vol. 35. P. 303–321.

23. Beil G.M., Atkins R.E. Inheritance of quantitative characters in grain sorghum. Iowa State Journal. 1965. № 39. 3 p.

24. Matzinger D.F., Mannand T.J., Cockerham C.C. Diallel cross in *Nicotiana tabacum*. Crop Science. 1962. 2, P. 383–386.

25. Fonseca S., Patterson F.L. Hybrid vigor in a seven parent diallel cross in common winter wheat (*Triticum aestivum* L.). Crop Science. 1968. Vol. 8, № 1. P. 85–88.

26. Воскресенская Г.С., Шпота В.И. Трангрессия признаков *Brassica* и методика количественного учета этого явления. Доклады ВАСХНИЛ. 1967. № 7. С. 18–20.

27. Филатенко А.А., Шитова И.П. Широкий унифицированный классификатор СЭВ рода *Triticum* L / под ред. В.А. Корнейчук. Ленинград: ВИР, 1989. 44 с.

#### REFERENCES

1. Foley, J.A., Ramankutty, N., Brauman, K.A. (2011). Solutions for a cultivated planet. Nature. Vol. 478, pp. 337–342.

2. Tilman, D., Balzer, C., Hill, J. Befort, B.L. (2011). Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. Vol. 108, pp. 20260–20264.

3. Ray, D.K., Mueller, N.D., West, P.C., Foley, J.A. (2013). Yield Trends Are Insufficient to Double Global Crop Production by 2050. PLoS ONE. Vol. 8(6), art. e66428.

4. Tavares, L., Carvalho, C. and Bassoi, M. (2015). Adaptability and stability as selection criterion for wheat cultivars in Paraná State. Ciências Agrárias, Londrina. Vol. 36, no. 5, pp. 2933–2942. Available at: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n5p2933>

5. Machold, J., Honeremeier, B. (2016). Impact of climate change on cultivar choice: adaptation strategies of farmers and advisors in German cereal production. Agronomy. Vol. 6 (40).

6. Nazeer, W., Hussain, T., Khan, M.A., Naeem, M., Amjad, M.W., Hussain, K. (2013). Mechanism of inheritance for quantitative traits in interspecific crosses of *Triticum aestivum* L. World Applied Sciences Journal. Vol. 22 (10), pp. 1440–1448.

7. Yakymchuk, R.A. (2018). Kharakter uspadkuvannia dozhyny stebly karlykovykh mutantamy pshenytsi miakoi ozymoi, otrymanykh v zoni Chornobylskoi AES [The nature of the inheritance of stem length by dwarf mutants of soft winter wheat obtained in the Chernobyl zone]. Fyzyolohiya rastenyi y henetyka [Plant physiology and genetics]. Vol. 50, no. 1, pp. 46–58.

8. Farooq, M.U., Cheema, A.A., Ishaq, I., Zhu, J. (2018). Correlation and genetic component studies for peduncle length affecting grain yield in wheat. Int J Adv Appl Sci. no. 5, pp. 67–75.

9. Nekrasova, O.A. (2014). Tipy nasledovaniya vyisoty rastenyi u gibridov  $F_1$  myagkoy ozymoy pshenytsi [Types of plant height inheritance in  $F_1$  hybrids of soft winter wheat]. Agrarnyy vestnik Urala [Agrarian Bulletin of the Urals]. Vol. 129, no. 11, pp. 12–15.

10. FAO (2016). Food Outlook. Biannual report on global food markets. Available at: <http://www.fao.org/3/a-15703E.pdf>

11. Lytvynenko, M.A. (2011). Realizatsiia potentsialu pshenychnoho polia [Realization of wheat field potential]. Nasinnystvo [Seed production], no. 6, pp. 1–7.

12. Burdeniuk-Tarasevych, L.A., Lozinskyi, M.V. (2014). Zernova produktyvnist linii pshenytsi m'iakoi ozymoi otrymanykh vid skhreshchuvannia batkivskykh form riznoho ekoloho-heohrafichnoho pokhodzhennia [Grain productivity of soft winter wheat lines obtained from crossbreeding of parental forms of different ecological and geographical origin]. Ahrobiolohiia: zbirnyk naukovykh prats [Agrobiology: collection of scientific papers], no. 1 (109), pp. 11–16.

13. Morhun, V.V., Havryliuk, M.M., Oksom, V.P. (2014). Vprovadzhennia u vyrobnytstvo novykh, stiikykh do stresovykh faktoriv, vysokoproduktyvnykh sortiv ozymoi pshenytsi, stvorenykh na osnovi vykorystannia khromosomnoi inzhenerii ta marker-dopomizhnoi selektsii [Introduction into production of new, stress-resistant, high-yielding varieties of winter wheat, created on the basis of the use of chromosomal engineering and marker-auxiliary selection]. Nauka ta innovatsiia [Science and innovation]. Vol. 10, no. 5, pp. 40–48.

14. Morhun, V.V. (2016). Vnesok henetyky i selektsii roslyn u zabezpechennia prodovolchoi bezpeky Ukrainy [The contribution of genetics and plant breeding in ensuring food security of Ukraine]. Visnyk NAN Ukrainy [Bulletin of the NAS of Ukraine], no. 5, pp. 20–23.

15. Hrabovska, T.O., Hrabovskyi, M.V., Melnyk, H.H. (2016). Urozhainist ta yakist sortiv pshenytsi ozymoi za orhanichnoho vyrobnytstva [Yield and quality of winter wheat varieties in organic production]. Ahrobiolohiia: zbirnyk naukovykh prats [Agrobiology: collection of scientific papers], no. 2, pp. 38–45.

16. Arbuzov, V.S., Efremova, T.T., Martynek, P. (2014). Yzmenchivost pryznakov produktyvnosti kolosa u hybrydov  $F_2$ , poluchennykh ot skreshchivannia sortov miakoi pshenytsi Novosybyrskaia 67, Saratovskaia 29, Puza-4 s mnohotsvetkovoi lyneyi Skle 123-09 [Variation of ear productivity traits in  $F_2$  hybrids obtained from crossing of common wheat varieties Novosibirskaya 67, Saratovskaya 29, Puza-4 with a multi-flowered line Skle 123-09]. Vavilovskiy zhurnal henetyky y selektsii [Vavilov Journal of Genetics and Breeding]. Vol. 18, no. 4/1, pp. 704–712.

17. Morhun, B.V., Stepanenko, O.V., Stepanenko, A.I., Rybalka, O.I. (2015). Molekuliarno-henetychna identyfikatsiia polimorfizmu heniv Wx u hibrydakh m'iakoi pshenytsi za dopomohoiu multypleksnykh polimeraznykh lantsiuhovykh reaktzii [Molecular genetic identification of Wx gene polymorphism in soft wheat hybrids using multiplex polymerase chain reactions]. Fyzyolohiya rastenyi y henetyka [Plant physiology and genetics]. Vol. 47, no. 1, pp. 25–35.

18. Pokhylko, S.Y., Schwartau, V.V., Mykhalska, L.M. (2016). ICP-MS analysis of bread wheat carrying the Gpc-B1 gene of *Triticum turgidum*ssp. *Dicoccoides*. Biotechnologia acta. no. 5, pp. 64–69.

19. Burdeniuk-Tarasevych, L.A., Lozinskyi, M.V. (2013). Formuvannia dozhyny holovnoho kolosu v linii pshenytsi ozymoi riznoho ekoloho-heohrafichnoho pokhodzhennia [Formation of the length of the main ear in the line of winter wheat of different ecological and geographical origin]. Ahrobiolohiia: zbirnyk naukovykh prats [Agrobiology: collection of scientific papers]. Vol. 11 (104), pp. 30–34.

20. Volkodav, V.V. (2003). Metodyka derzhavnogo vyprovuvannia sortiv roslyn na prydatnist do poshyrennia v Ukraini: zahalna chastyna [Methods of state testing of plant

varieties for suitability for distribution in Ukraine: General part]. Okhorona prav na sorty roslyn: Ofitsiyni biuletyn [Protection of plant variety rights: Official Bulletin]. Issue 1, Part 3, 106 p.

21. Dospekhov, B.A. (1985). *Metodyka polevoho opyta* [Field experiment technique]. Moscow, Ahropromizdat, 352 p.

22. Griffing, B. (1950). Analysis of quantitative gene action by constant parent regression and related techniques. *Genetics*. Vol. 35, pp. 303–321.

23. Beil, G.M., Atkins, R.E. (1965). Inheritance of quantitative characters in grain sorghum. *Iowa State Journal*. no. 39, 3 p.

24. Matzinger, D.F., Mannand, T.J., Cockerham, C.C. (1962). Diallel cross in *Nicotiana tabacum*. *Crop Science*. 2, pp. 383–386.

25. Fonseca, S., Patterson, F.L. (1968). Hybrid vigor in a seven parent diallel cross in common winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Crop Science*. Vol. 8, no. 1, pp. 85–88.

26. Voskresenskaia, H.S., Shpota, V.Y. (1967). *Tranhressyia pryznakov Brassica u metodyka kolychestvennoho ucheta jetohto yavlenyia* [Transgression of Brassica traits and a method for quantifying this phenomenon]. *Doklad VASKNYL* [VASKHNIL reports], no. 7, pp. 18–20.

27. Fylyatenko, A.A., Shytova, Y.P., Korneichuk, V.A. (1989). *Shyrokyi unyfytyrovannyi klasyfykator SJEV roda Triticum L.* [Wide unified CMEA classifier of the genus *Triticum* L.]. *Lenynhrad VYR*, 44 p.

#### **Наследование в $F_1$ и трансгрессивная изменчивость в $F_2$ длины главного колоса при скрещивании разных по скороспелости сортов пшеницы мягкой озимой**

**Лозинский Н.В., Устинова Г.Л.**

В течение 2017–2019 гг. исследовали характер наследования длины главного колоса в  $F_1$  и трансгрессивную изменчивость в популяциях  $F_2$ , полученных при гибридизации различных по скороспелости сортов пшеницы мягкой озимой. Установлено, что в большинстве комбинаций скрещивание наследования длины главного колоса происходило при положительным сверхдоминировании ( $hp=1,1-39,0$ ). При привлечении к гибридизации раннеспелых сортов материнской формы, исключая комбинацию Кольчуга / Чорнява, определен положительный гипотетический гетерозис по длине главного колоса ( $Ht=3,6-44,8\%$ ), а в 15 из 20 гибридов – положительный истинный гетерозис ( $Hbt=1,1-32,9\%$ ). При гибридизации среднеранних, среднеспелых и среднепоздних сортов во всех гибридов отмечен положительный гипотетический гетерозис, и в 19 из 22 комбинаций – положительный истинный гетерозис. Установлено значительное влияние компонентов гибридизации на показатели степени фенотипического доминирования, гипотетического и истинного гетерозиса.

Большинство популяций  $F_2$  по крайним максимальным показателями длины главного колоса значительно превышали родительские компоненты, что указывает на значительный формотворческий процесс и возможность проведения отборов по исследуемому признаку. Максимальную длину главного колоса (10,3–12,1) формировали большинство популяций, в которых материнскими формами были сорта Кольчуга и Чорнява, а

также комбинации Золотоколоса / Чорнява, Золотоколоса / Стольчна и Едність / Видрада. При этом крайние максимальные значения достигали 13,0–15,0 см. В 36 из 42 популяций  $F_2$  определены положительный степень и частота трансгрессий по длине главного колоса, а их показатели в значительной степени зависели от подбора пар для гибридизации. Высшую степень положительной трансгрессии отмечено в популяции Едність / Видрада (44,4 %) с частотой рекомбинантов 86,7 %. Высокой степенью и частотой положительных трансгрессий характеризовались популяции: Кольчуга / Едність; Мыронивска рання / Антонивка; Мыронивска рання / Вдала; Золотоколоса / Видрада; Добирна / Пывна; Золотоколоса / Стольчна; Золотоколоса / Щедра ныва; Мыронивска рання / Едність; Миронивска рання / Золотоколоса; Мыронивска рання / Б.Ц. н / к.

**Ключевые слова:** пшеница мягкая озимая, скороспелость сортов, комбинации скрещивания, наследования, гибриды, длина главного колоса, гипотетический и истинный гетерозис, степень фенотипического доминирования, популяции  $F_2$ , степень и частота трансгрессий.

#### **Inheritance in $F_1$ and transgressive variability in $F_2$ of the main ear length by crossing wheat varieties with different maturity**

**Lozinsky M., Ustinova H.**

In 2017–2019, the nature of the inheritance of ear length in  $F_1$  and transgressive variability in  $F_2$  populations obtained by hybridization of soft winter wheat varieties with different maturity were studied. It was found that in most combinations of crossbreeding, inheritance of ear length had a positive overdominance ( $hp = 1.1-39.0$ ). A positive hypothetical heterosis was determined in early-maturing varieties in the maternal form, with the exception of the Kolchuga / Chornyava combination, by the length of the main ear ( $Ht = 3.6-44.8\%$ ). A positive true heterosis ( $Hbt=1,1-32.9\%$ ) was found in 15 of 20 hybrids. During the hybridization of medium-early, medium-ripe and medium-late varieties, all hybrids showed a positive hypothetical heterosis and 19 of 22 combinations had positive true heterosis. A significant influence of hybridization components on the indicators of the phenotypic dominance degree, hypothetical and true heterosis was established.

Most of the  $F_2$  populations significantly exceeded the parental components of hybridization by the extreme maximum indexes of the main ear length, which indicates a significant shaping process and the possibility of selection on the basis of the studied trait. The maximum length of the main ear (10.3–12.1) was formed by most populations in which the maternal forms were varieties Kolchuga and Chornyava, as well as combinations Zolotokolos / Chornyava, Zolotokolosa / Stolychna and Yednist / Vidrada. The extreme maximum values reached 13.0–15.0 cm. In 36 of the 42  $F_2$  populations, a positive degree and frequency of transgressions by the length of the main ear were determined, and their indexes largely depended on the pairs selection for hybridization. The highest degree of positive transgression was observed in the population Yednist / Vidrada (44.4 %) with a recombinant frequency of 86.7 %. Populations were characterized by a high degree and frequency of positive transgressions: Kolchuga / Yednist;

Myronivska early / Antonivka; Myronivska early / Vdala; Zolotokolosa / Vidrada; Dobirna / Pyvna; Zolotokolosa / Stolychna; Zolotokolosa / Shchedra nyva; Myronivska early / Yednist; Myronivska early / Zolotokolosa; Myronivska early / B.Ts. n / a.

**Key words:** soft winter wheat, maturity of varieties, combinations of crossbreeding, inheritance, hybrids, ear length, hypothetical and true heterosis, degree of phenotypic dominance, F<sub>2</sub> populations, degree and frequency of transgressions.



Copyright: Лозінський М.В., Устинова Г.Л. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



Лозінський М.В.  
Устинова Г.Л.

ID: <https://orcid.org/0000-0002-6078-3209>  
ID: <https://orcid.org/0000-0002-3056-358X>

УДК 641.53.092:683.958:664.71-11

**Вихід і якість подрібненої крупи із зерна пшениці полби**Любич В.В.<sup>1</sup> , Лещенко І.А.<sup>1</sup> , Сторожик Л.І.<sup>2</sup> , Войтовська В.І.<sup>2</sup> <sup>1</sup> Уманський національний університет садівництва<sup>2</sup> Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН LyubichV@gmail.com

Любич В.В., Лещенко І.А., Сторожик Л.І.,  
Войтовська В.І. Вихід і якість подрібне-  
ної крупи із зерна пшениці полби. Збір-  
ник наукових праць «Агробіологія», 2020.  
№ 2. С. 79–89.

Ljubych V.V., Leshhenko I.A., Storozhyk L.I.,  
Vojtov'ska V.I. Vyhid i jakist' podribnenoj'  
krupy iz zerna pshenyци polby. Zbirnyk  
naukovyh prac' «Agrobiologija», 2020. no.  
2, pp. 79–89.

Рукопис отримано: 29.10.2020 р.  
Прийнято: 12.11.2020 р.  
Затверджено до друку: 24.11.2020 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2020-161-2-79-89

У статті наведено результати дослідження виходу крупи подрібненої, її кулінарну якість залежно від індексу лущення зерна різних сортів пшениці полби. Як сировину для виробництва круп використано зерно пшениці полби сорту Голіковська та лінії LP 1152. Встановлено достовірний ( $p \leq 0,05$ ) вплив на загальний вихід круп подрібнених різної тривалості лущення зерна. Зменшення загального виходу круп супроводжується збільшенням виходу мучки. Застосування крупнішого зерна (лінія LP 1152) забезпечує істотне підвищення загального виходу подрібнених круп. Лущення зерна сприяло зменшенню загального виходу круп і круп подрібнених № 1 і № 2. Водночас проходило збільшення виходу дрібної фракції крупи № 3. Використання зерна із вищим умістом оболонки забезпечує вищий вихід круп більшої крупності.

Загальний вихід крупи із пшениці полби лінії LP 1152 змінювався від 83,6 до 86,0 % залежно від індексу лущення зерна. За використання зерна вихід крупи № 1 становив  $9,3 \pm 0,3$  %, крупи № 2 –  $54,5 \pm 0,6$  %, крупи № 3 –  $22,2 \pm 0,9$  %. Застосування лущення зерна пшениці полби знижувало вихід крупи № 1 до  $6,0 \pm 0,3$  %, крупи № 2 – до  $50,4 \pm 0,4$  %. Вихід крупи № 3 зростав до  $27,2 \pm 0,7$  % у варіанті з найвищим індексом лущення. Найменшу кількість мучки (9,0 %) одержано за використання нелущеного зерна. Лущення зумовлює збільшення виходу до 11,5 % за використання лущеного зерна (індекс лущення 11 %). Зв'язку між механічними втратами, відходами I і II категорії та застосуванням лущення зерна не встановлено. Загальний вихід крупи з пшениці полби сорту Голіковська змінювався від 77,5 до 76,0 % залежно від індексу лущення зерна. Вихід крупи за номерами змінювався подібно лінії пшениці полби.

Основне значення в зміні тривалості варіння, коефіцієнта розварювання та органолептичних показників має коефіцієнт лущення зерна. Сортіві особливості значного впливу не мали і мали подібні значення. Скорочення тривалості варіння спостерігалось за збільшення індексу лущення зерна, а також за використання крупи дрібнішої фракції. Основним чинником, який впливав на підвищення загальної кулінарної якості круп, є покращення показників кольору і консистенції під час розжовування в результаті підвищення індексу лущення. За індексу лущення зерна 3–6 % кулінарна якість була на високому рівні. Дуже високу кулінарну якість круп забезпечує застосування лущення зерна впродовж 120–160 с (індекс лущення 9–11 %).

Під час виробництва подрібненої крупи із зерна пшениці полби оптимально використовувати зерно лінії LP 1152 з індексом лущення 3–6 %. Так забезпечується високий загальний вихід круп ( $85,0$ – $84,6$  %) і висока кулінарна якість каші.

**Ключові слова:** пшениця полба, зерно, лущення, крупа подрібнена, кулінарна оцінка.

**Постановка проблеми.** Круп'яні продукти займають важливе місце в харчуванні жителів України. Споживні властивості крупів загалом та їх хімічний склад зокрема визначаються, насамперед, зерною культурою, з якої вони виготовлені [1]. Однак технологія виготовлення крупи має значний вплив на біохімічний склад крупи та на кулінарну якість каші. Отже, якість – це суб'єктивна оцінка придатності для певного процесу, їжі або використання. Під час перероблення зерна ядро відокремлюється від плодкових і насінневих оболонок та зародка. Як відомо, у цих частинах зернівки зосереджена основна частина клітковини, мінеральних речовин, а також ліпідів, білків і вітамінів. Однак за збереження початкового вмісту оболонок, кулінарна якість знаходиться на низькому рівні. Тривалість варіння такої крупи буде значною, що недопустимо в сучасному ритмі життя. Доцільним вибором для виробництва круп є використання зернової культури, яка здатна забезпечити високу кулінарну якість за збереження початкового вмісту оболонок. У дослідженні використано пшеницю полби (*Triticum dicoccum*). Вона відрізняється від пшениці м'якої та твердої за біохімічним складом і кращими кулінарними властивостями.

**Аналіз останніх досліджень.** Цільнозернові крупи є важливим компонентом здорового харчування людини. Вони містять значку кількість харчових волокон та біоактивних пептидів, які мають протиракові, антиоксидантні та антитромботичні ефекти [2, 3]. Однак, яким чином вживання цільнозернових продуктів покращує здоров'я людини достовірно не відомо. Попри це відомо, що у контексті збалансованого харчування цільнозернові продукти є важливим кроком для більш ефективної профілактики хронічних захворювань. Так, у скандинавських країнах рекомендована норма вживання цільнозернових продуктів становить 75 г на 2400 ккал [4], а в США рекомендується вживати  $\geq 48$ –85 г на добу залежно від віку та статі.

Згідно з результатами форуму «Healthgrain» [5], щоб крупи вважалися цільнозерновими, вони мають бути з цілого або подрібненого зерна після видалення неїстівних частин, таких як квіткові та колоскові луски. Допускаються незначні втрати окремих компонентів – 10 % оболонок, що є наслідком перероблення зерна в кінцевий продукт. Основні анатомічні компоненти – ендосперм, зародок та оболонки (висівки) – наявні у тих самих відносних пропорціях, що існують у зерні. Таке формулювання не суперечить установленому визначенню Американської асоціації зернових

хіміків (American Association of Cereal Chemist – ААСС).

Зерно пшениці м'якої лущать для звільнення ядра від оболонок (плодової, насінневої) та алейронового шару, оскільки вони стають жорсткими після термічної обробки. Заразом поверхня зерна очищається від забруднень (механічного і мікробного). Відомо, що зменшення вмісту оболонок підвищує подрібнення зерна та збільшує вихід мучки [6, 7]. Це зумовлює необхідність підбору оптимальних режимів перероблення зерна на крупи на основі кількох чинників: вихід крупи, її кулінарна якість та економічні затрати.

Пшениця полба (*Triticum dicoccum*) відновлює свою популярність серед споживачів і фермерів. Нині її частка у світовому виробництві пшениці становить приблизно 1 % [8], і вона повільно, однак невпинно, збільшується. Значні площі вирощування зосереджені в Італії, Індії, на високогір'ї Туреччини. Пшеницю полби також вирощують в Україні, разом з пшеницями спелти та однозернянки. Основним напрямом вирощування полби є забезпечення органічної продукції, попит на яку стрімко зростає в країнах Європи. Зерно є сировиною одержання борошна та різноманітних круп (цілих, подрібнених, плющених). Повідомлялося [9], що за органолептичними показниками, харчовими та терапевтичними якостями вона переважає поширені види пшениць (м'яка, тверда).

**Метою дослідження** було вивчення впливу лущення зерна різних сортів пшениці полби на вихід і якість подрібнених круп.

**Матеріал і методи дослідження.** Експериментальну частину роботи проводили впродовж 2017–2019 рр. в лабораторії «Оцінювання якості зерна та зернопродуктів» кафедри технології зберігання і переробки зерна Уманського національного університету садівництва. Для експерименту використано зерно пшениці полби сорту Голіковська (яра) і лінії LP 1152 (озима), вирощене в умовах Правобережного Лісостепу України. Технологічна схема отримання круп'яних продуктів у лабораторних умовах була сформована відповідно до вимог «Правил організації і ведення технологічного процесу на круп'яних заводах» [10].

Як сировину для подрібненої крупи використано зерно пшениці полби з різним індексом лущення. Для цього зерно лущили у лабораторному лущильнику УШЗ-1 (колова швидкість 3000 об/хв) упродовж 40, 80, 120, 160 с, що відповідало значенню індексу лущення 3, 6, 9 і 11 %. Продукти лущення сепарували на лабораторному розсіві РЛУ-1 для відділення кормової мучки (сито № 0,63).

Подрібнену крупу утримували на універсальній крупорушці УКР-2. Відповідно до «Правил організації і ведення технологічного процесу на круп'яних заводах» [10] передбачено виробництво круп із зерна пшениці м'якої подрібнених і шліфованих № 1, 2 і 3. Аналогічно цим назвам, продукти, отримані під час перероблення зерна пшениці полби, рекомендовано називати крупи з пшениці полби подрібнені № 1, 2 і 3. У таблиці 1 наведено характеристики подрібнених круп з пшениці полби за крупністю.

У результаті виробництва подрібненої крупи одержано побічні продукти – мучка кормова та відходи I і II категорії, також були механічні втрати. Вихід подрібненої крупи наведено у відсотках ( $\pm 0,1\%$ ) до маси використаної сировини.

Кулінарне оцінювання проводили згідно з патентом № 104152 «Спосіб кулінарної оцінки круп'яних продуктів із зерна тритикале і пшениці». Ця методика дає змогу більш точно ідентифікувати кулінарну якість із підвищеним вмістом клітковини.

Дослідження мали чотири аналітичні повторення. Дані аналітичних повторень опрацьовували методом описової статистики за

допомогою програм Microsoft Excel 2010 та STATISTICA 10. Якість експерименту оцінювали значенням коефіцієнта варіації вибірок ( $V$ ), що формували із даних аналітичних повторень. Експеримент вважали достовірним за неістотного варіювання даних аналітичних повторень. Статистичне оброблення отриманих результатів проводили за використання надбудови Experimental dsign (DOE) програми Statistica 10. Вибір моделі здійснювали з урахуванням коефіцієнта детермінації ( $R^2$ ), відсутності автокореляції залишків та довірчого рівня ( $p$ ). Ступінь впливу чинників встановлювали за допомогою Partial eta-squared ( $\eta^2$ ) як одним зі способів статистичного оброблення. Рівень впливу оцінювали за наступним розподіленням: 0,01–0,06 – низький; 0,06–0,14 – середній; понад 0,14 – високий вплив. Для визначення вагомості впливу чинника застосовували діаграми Паретто.

#### Результати дослідження та обговорення.

За допомогою методів дисперсійного аналізу встановлено достовірний вплив сортових особливостей та проведення лушення зерна на вихід подрібнених круп (рис. 1) та побічних продуктів – мучка, відходи I і II категорії (рис. 2).

Таблиця 1 – Класифікація подрібнених круп з пшениці полби за крупністю

Номер крупи	Діаметр отворів двох суміжних пробивних сит, мм		Норма проходу та сходу двох суміжних сит (%), не менше
	прохід	схід	
№ 1	3,2	2,8	70
№ 2	2,8	2,2	70
№ 3	2,2	0,63	70

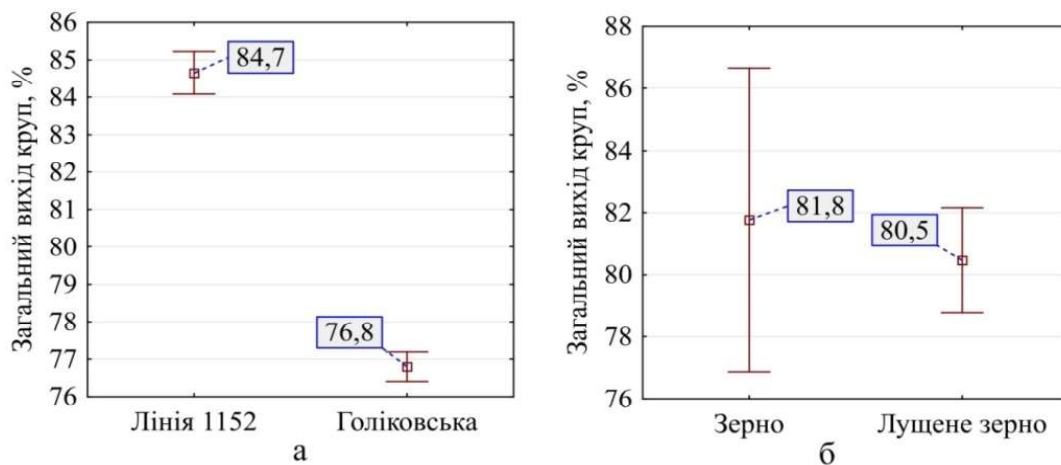


Рис. 1. Результати дисперсійного аналізу залежності між загальним виходом круп, сортовими особливостями (а) та застосуванням лушення зерна (б) (вертикальні смуги позначають 0,95 довірчий інтервал).

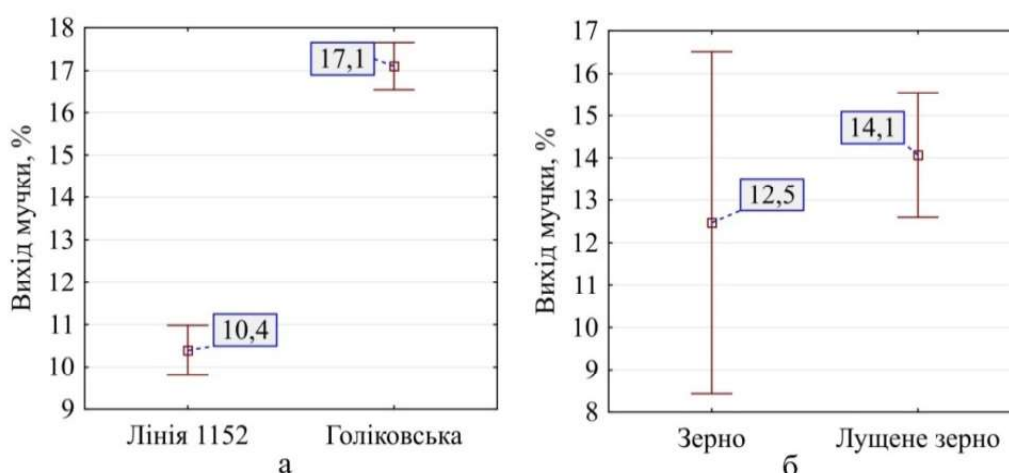


Рис. 2. Результати дисперсійного аналізу залежності між виходом мучки, сортовими рисами (а) та застосуванням лущення зерна (б) (вертикальні смуги позначають 0,95 довірчий інтервал).

У дослідженнях Возіян В.В. [11] встановлено, що вихід круп із пшениці спелти змінювався залежно від тривалості лущення зерна. Так, з підвищенням індексу лущення відбувалося зниження виходу готового продукту тому, що зменшувався вміст оболонки, за допомогою яких утримувалися часточки ендосперму. Зменшення кількості оболонки лущенням зерна зумовлює крихкість готового продукту.

Загальний вихід круп з пшениці полби лінії LP 1152 змінювався від 86,0 до 83,6 % залежно від індексу лущення зерна (табл. 2). За використання зерна вихід круп № 1 становив  $9,3 \pm 0,3$  %. За використання лущеного зерна вихід цієї круп змінювався від 9,0 до 6,0 %. Тенденція виходу круп № 2 була подібною крупі № 1. Найменший вихід подрібненої крупі № 2 (50,4 %) був за використання зерна з індексом лущення 11 %, що на 8 % менше за використання нелущеного зерна. Зниження виходу подрібнених круп (№ 1 і 2) супроводжу-

ється підвищенням виходу крупі № 3 і мучки. Вихід крупі № 3 за використання зерна становив  $22,2 \pm 0,9$  %. Лущення зерна сприяло збільшенню виходу цієї крупі від 22,0 до 27,2 %. Різниця у виході крупі № 3 за використання цілого та лущеного зерна з індексом лущення 11 % становила 18 %. Значення виходу мучки змінювалося подібно за використання зерна з різним індексом лущення. Так, найменшу кількість мучки (9,0 %) одержано за використання нелущеного зерна. Лущення зумовлює збільшення виходу до 11,5 % за використання лущеного зерна (індекс лущення 11 %). Зв'язку між механічними втратами, відходами I і II категорії та застосуванням лущення зерна не встановлено.

Загальний вихід крупі з пшениці полби сорту Голіковська змінювався від 77,5 до 76,0 % залежно від індексу лущення зерна (табл. 3). Вихід крупі № 1 за використання зерна становив  $7,5 \pm 0,3$  %, що на 20 % менше, порівню-

Таблиця 2 – Вихід крупі подрібненої залежно від індексу лущення зерна пшениці полби лінії LP 1152, %

Продукт		Зерно	Індекс лущення зерна, %			
			3	6	9	11
Крупа подрібнена, сорт	1	$9,3 \pm 0,3$	$9,0 \pm 0,3$	$7,7 \pm 0,3$	$6,3 \pm 0$	$6,0 \pm 0,3$
	2	$54,5 \pm 0,6$	$54,0 \pm 1,5$	$52,2 \pm 1,2$	$51,6 \pm 1,1$	$50,4 \pm 0,4$
	3	$22,2 \pm 0,9$	$22,0 \pm 0,7$	$24,7 \pm 1,1$	$26,2 \pm 0,9$	$27,2 \pm 0,7$
Загальний вихід		$86,0 \pm 0,3$	$85,0 \pm 1,3$	$84,6 \pm 0,8$	$84,1 \pm 0,3$	$83,6 \pm 0,3$
Мучка кормова		$9,0 \pm 0,3$	$10,2 \pm 1,2$	$10,2 \pm 0,6$	$11,1 \pm 0,4$	$11,5 \pm 0,6$
Відходи I і II категорії		$4,2 \pm 0,1$	$4,0 \pm 0,1$	$4,3 \pm 0,2$	$4,0 \pm 0,2$	$4,1 \pm 0,4$
Механічні втрати		$0,8 \pm 0$	$0,8 \pm 0$	$0,9 \pm 0,1$	$0,8 \pm 0,2$	$0,8 \pm 0,1$

Примітка:  $V < 10$  %,  $p < 0,05$ .

ючи з використанням зерна лінії LP 1152. За використання лушеного зерна вихід цієї крупки зменшувався від 6,6 до 3,5 %. Тенденція виходу крупки № 2 була подібною крупі № 1. Найменший вихід подрібненої крупки 2-го сорту був за використання зерна з індексом лушення 11 %, та становив 40,5 %, що на 17 % менше за використання нелушеного зерна. Значення виходу крупки № 2 із зерна сорту Голіковська поступаються результатам виходу за використання лінії LP 1152 на 11–20 %. Зменшення виходу крупки подрібненої (№ 1 і 2) відбувається одночасно з підвищенням виходу крупки № 3 і мучки. Вихід крупки № 3 за використання зерна становив  $21,1 \pm 0,9$  %. Різниця у виході крупки № 3 за використання цілого та лушеного зерна з індексом лушення 11 % становила 34 %. Слід зазначити, що за використання зерна пшениці полби сорту Голіковська з різним індексом лушення зміна виходу подрібнених круп вагоміша проти лінії LP 1152. Значення виходу мучки значно змінювалося за використання зерна з різним індексом лушення (16,0–18,0 %). Значення виходу мучки змінювалося подібно крупі № 3. Так, найменшу кількість мучки (16,0 %) одержано

за використання нелушеного зерна. Лушення зерна спричинює збільшення виходу мучки – 16,6–18,0 %. Вихід мучки за застосування зерна пшениці полби Голіковська перевищує аналогічні показники за застосування зерна лінії LP 1152 в 1,6–1,8 раза. Зв'язку між механічними втратами, відходами I і II категорії та застосуванням лушення зерна також не встановлено.

Отже, дослідженнями достовірно встановлено ( $p < 0,05$ ), що вихід подрібнених круп і мучки найбільше залежали від індексу лушення зерна. Сортові особливості також істотно впливають на вихід крупки. Вказані тенденції підтверджуються діаграмою Паретто (рис. 3).

Зменшення виходу подрібнених круп № 1 і 2 відбувається внаслідок підвищення ламкості зернівок (ядра) після проведення лушення. Унаслідок збільшується вихід крупки № 3 і мучки. Слід зазначити, що вихід круп № 1 і 2 був більший за використання пшениці полби лінії LP 1152 проти сорту Голіковська. Причиною цього є більша крупність зерна полби лінії LP 1152.

Отримані дані не суперечать відомим результатам. Про нерівномірність виходу трьох фракцій подрібнених круп із зерна пшениці

Таблиця 3 – Вихід крупки подрібненої залежно від індексу лушення зерна пшениці полби сорту Голіковська, %

Продукт		Зерно	Індекс лушення зерна, %			
			3	6	9	11
Крупа подрібнена, сорт	1	$7,5 \pm 0,3$	$6,6 \pm 0,2$	$6 \pm 0,2$	$5,0 \pm 0,3$	$3,5 \pm 0,2$
	2	$48,9 \pm 0,5$	$45,6 \pm 1,2$	$43,7 \pm 0,4$	$40,9 \pm 0,9$	$40,5 \pm 0,8$
	3	$21,1 \pm 0,9$	$24,9 \pm 1,0$	$27,2 \pm 0,9$	$30,5 \pm 0,7$	$32,0 \pm 0,9$
Загальний вихід		$77,5 \pm 0,7$	$77,1 \pm 0,5$	$76,9 \pm 0,7$	$76,4 \pm 0,4$	$76,0 \pm 0,4$
Мучка кормова		$16,0 \pm 0,5$	$16,6 \pm 0,5$	$17,3 \pm 1,4$	$17,7 \pm 0,5$	$18,0 \pm 0,4$
Відходи I і II категорії		$5,5 \pm 0,1$	$5,3 \pm 0,1$	$5,0 \pm 0,7$	$5,0 \pm 0,3$	$5,1 \pm 0,2$
Механічні втрати		$1,0 \pm 0,1$	$0,9 \pm 0,1$	$0,8 \pm 0,2$	$0,9 \pm 0$	$0,9 \pm 0,1$

Примітка:  $V < 10$  %,  $p < 0,05$ .

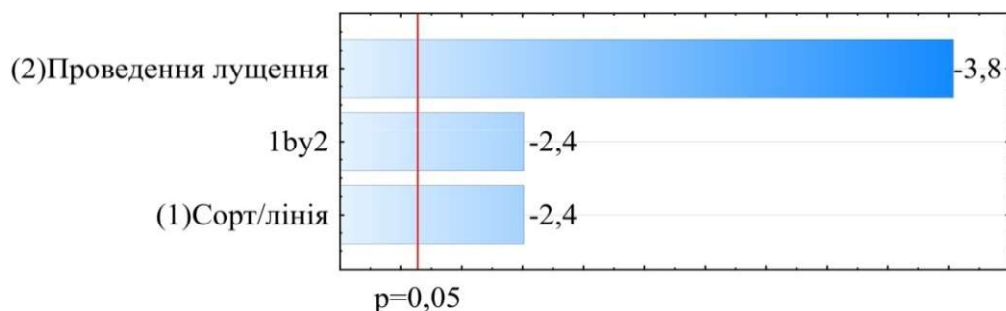


Рис. 3. Діаграма Паретто впливу проведення лушення і сортових особливостей зерна на загальний вихід подрібнених круп.

також зазначається іншими авторами [7]. Так, найвищим був вихід крупи № 2 – 53,4–59,1 %, а найнижчим – крупи № 1 – 9,8–10,8 %. Значення виходу дещо змінюється залежно від сорту.

Вибір оптимальної сировини для виготовлення круп залежить від якості кінцевого продукту. Нині в умовах ринкової економіки значну увагу приділяють кулінарній якості круп. Отже, було доцільним вивчити вплив чинників на кулінарні властивості каші. Визначено тривалість варіння, коефіцієнт розварювання та органолептичні показники подрібнених круп № 1, 2 і 3.

Встановлено, що тривалість варіння і коефіцієнт розварювання найбільше варіював за використання зерна з різним індексом лущення (рис. 4, 5). Ці показники не залежали від сорту та мали подібні значення ( $\pm 0,5$  пункта). Одержані дані підтверджують відомі концепції, а саме: а) тривалість варіння крупи з більшими геометричними розмірами (одного сорту) ха-

рактеризується більшою тривалістю варіння; б) лущення зерна скорочує термін варіння; в) оболонки стримують (обмежують) набухання компонентів зернівки.

Крупа виготовлена із нелущеного зерна характеризувалася найбільшою тривалістю варіння: № 1 – 26,2 хв, № 2 – 22,3 хв, № 3 – 11,7 хв. За використання зерна після короткострокового лущення (40 с; індекс лущення 3 %) спостерігалось різке зменшення тривалості варіння круп № 1 і 2 – на 12 і 18 % відповідно. Під час подальшого збільшення значення індексу лущення зерна (6–11 %) скорочення тривалості варіння було менш виразним, зменшуючись на 3,3–5 %. Проведення лущення також змінювало тривалість варіння крупи № 3, однак без різкого скорочення. Поясненням цього є невеликі розміри самих крупинок (менш як 2 мм), тому лущення зерна не призводить до помітного збільшення площі контакту з вологою. Найменша тривалість варіння круп була

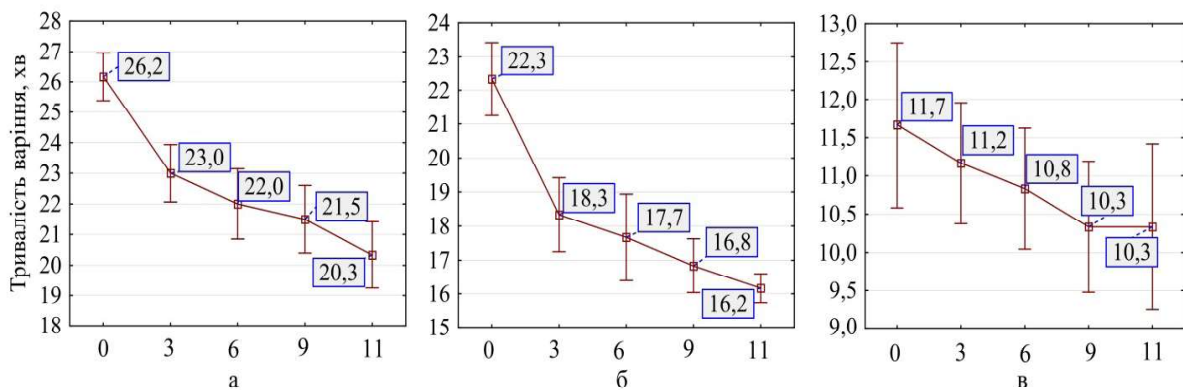


Рис. 4. Зміна тривалості варіння крупи подрібненої за використання зерна полби з різним індексом лущення (0; 3; 6; 9; 11) (вертикальні смуги позначають 0,95 довірчий інтервал): а – крупа № 1; б – № 2; в – № 3.

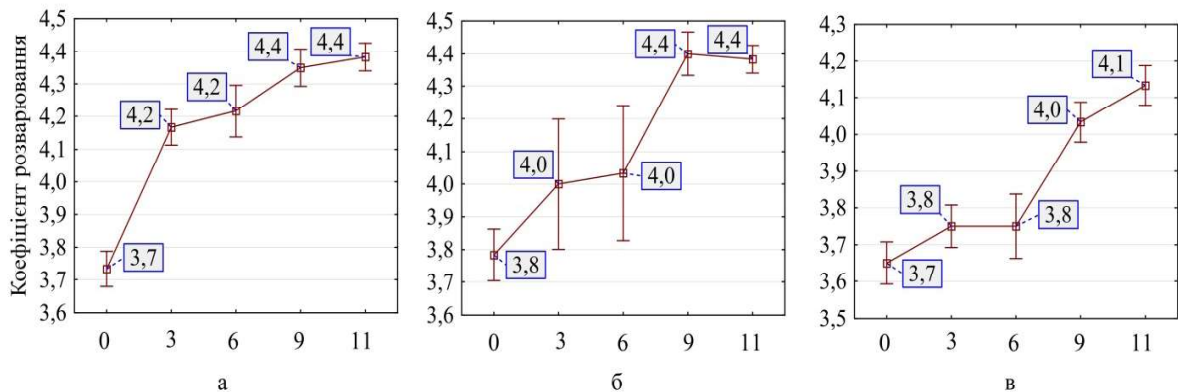


Рис. 5. Зміна коефіцієнта розварювання крупи подрібненої за використання зерна з різним індексом лущення (0; 3; 6; 9; 11) (вертикальні смуги позначають 0,95 довірчий інтервал): а – крупа № 1; б – № 2; в – № 3.

за використання зерна з найбільшим індексом лущення (11 %): для крупи подрібненої № 1 він становив 20,3 хв, № 2 – 16,2 хв, № 3 – 10,3 хв. Зменшення тривалості варіння круп проти використання нелущеного зерна становило 23, 27 і 12 % відповідно.

Оболонки зернівки не лише уповільнюють проникнення вологи в товщу ядра, а також стримують набубнявіння ендосперму крупи. Так, згідно з рисунком 5 коефіцієнт розварювання змінювався від 3,7 до 4,4 (круп № 1 і 2) за збільшення індексу лущення. Найбільше значення коефіцієнта розварювання крупи № 3 становило 4,1.

Відомо [12], що тривалість варіння крупи та коефіцієнт розварювання каші із зерна пшениці спельти залежить від індексу лущення. Так, за індексу лущення зерна 4–6 % тривалість варіння крупи становила 1 год, а коефіцієнт розварювання був 5,4. Збільшення індексу лущення до 20–22 % скорочувало тривалість варіння до 0,71–0,73 год, або на 30 %. Коефіцієнт розварювання підвищувався до 6,3. Автор вважає, що оболонки зерна перешкоджали проникненню вологи в ендосперм під час варіння, а також затримували набухання крупи.

Аргументованим є виробництво крупи, яка забезпечує одержання каші з високими якісними (органолептичними) властивостями. Встановлено, що майже всі органолептичні показники залежали як від проведення лущення зерна, так і від сорту, однак меншою мірою. У літературі [7] також відмічається істотна зміна органолептичних показників і загальної кулінарної якості крупи залежно від сорту та лінії пшениці.

Запах, смак і консистенція каші (8–9 балів), звареної з крупи № 1 значно не змінювалися за різної тривалості лущення зерна (табл. 4). Унаслідок лущення зерно втрачає значну частку оболонок, які надають крупі коричневого кольору та жорсткості. Як результат, колір каші змінювався від світло-коричневого (4 бали) до

кремового (9 балів). Значення показника розжовування крупи № 1 змінювалося від жорсткої з хрустом до ніжної консистенції без хрусту (за коефіцієнта лущення 11 %).

Подібні тенденції наводять в інших дослідженнях. Так, зазначається [11], що каша, отримана з крупи з низьким індексом лущення (2,9–3,8 %), характеризувалася низькою загальною кулінарною оцінкою – 6 балів. Це зумовлено тим, що каша із високим умістом оболонок характеризується грудкуватістю, сильним хрустом і занадто жорсткою консистенцією під час розжовування та темно-коричневим кольором. Однак загальна кулінарна оцінка зростала до дуже високої (9 балів) за тривалості лущення 160–180 с, що дорівнює індексу лущення 13,7–15,6 %.

Вченими [13] встановлено, що розсипчастість каші із зерна пшениці спельти не змінюється від зміни значення індексу лущення зерна. Колір круп'яних продуктів із пшениці спельти істотно залежить від тривалості лущення зерна. У діапазоні тривалості лущення від 20 до 40 с колір оцінювали у 5 балів. За збільшення тривалості лущення значення цього показника покращувалося. Круп'яні продукти, що лушили впродовж 60–100 с, мали злегка темно-кремовий колір, що оцінили у 6,8–7,0 бала. Найбільшу оцінку (8,5–9,0 бала) за вказаним показником отримали продукти, що лушили більше 120 с. Тривалість лущення зерна найбільше впливала на консистенцію каші під час розжовування. Крупа із мінімальною тривалістю лущення (20–40 с) мала незадовільний показник консистенції каші під час розжовування, що становив 3,0 бала. Цей показник покращувався разом зі збільшенням індексу лущення. Продукти, отримані лущенням зерна упродовж 160–180 с, були дуже ніжними, без хрусту та мали найвищу оцінку (8,8–9,0 бала).

Вважається, що загальна кулінарна оцінка з показником 8,0–9,0 бала – дуже висока, 6,6–8,0 – висока, 5,4–6,6 – середня, 4,0–5,4 – низька,

Таблиця 4 – Органолептична оцінка крупи подрібненої № 1 з пшениці полби, бал

Показники	Сорт Голіковська					Лінія LP 1152				
	Індекс лущення, %					Індекс лущення, %				
	0	3	6	9	11	0	3	6	9	11
Запах	8	8	9	8	9	8	8	8	8	8
Колір	4	4	6	6	8	4	4	6	7	9
Смак	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9
Консистенція	8	8	7	8	8	9	9	9	9	9
Консистенція каші під час розжовування	4	5	6	7	8	3	4	5	8	9
Загальна кулінарна оцінка	6,4	6,6	7,2	7,6	8,4	6,6	6,8	7,4	8,2	8,8

< 4,0 бала – дуже низька [6]. Отже, застосування лущення зерна підвищує загальну кулінарну оцінку крупи № 1 від середньої до дуже високої. Загальна кулінарна оцінка крупи із зерна полби сорту Голіковська була подібною значенням лінії LP 1152.

Оскільки крупність крупи подрібненої № 2 суттєво не поступалася крупі № 1, органолептична оцінка каші була подібною (табл. 5). Під час варіння обох номерів круп не спостерігається утворення слизу, що забезпечує високу зовнішню привабливість каші та добру консистенцію (розсипчастість).

Крупа № 3 мала значно менші геометричні розміри крупинок, що значно вплинуло на органолептичні показники (табл. 6). Так, ця крупа, насамперед, відрізняється від круп № 1 і 2 кращою консистенцією каші під час розжовування – в середньому на 1,5 пункта (4–9 балів). Через значно менші розміри зовнішніх оболонок. За збільшення індексу лущення запах каші із зерна сорту Голіковська посилюється, а розсипчастість зменшується. Під час варіння крупи № 3 також не утворювався слиз. Загальна кулінарна якість цієї крупи була на високому рівні попри використання нелущеного зерна. За індексу лущення зерна 6–11 % пшениці полби лінії LP 1152 досягається дуже висока кулінарна якість каші.

Результати досліджень щодо впливу тривалості лущення на загальну кулінарну оцінку крупи з пшениці полби підтверджують дані інших досліджень. Відомо [2], що загальна кулінарна оцінка змінювалася переважно внаслідок покращення показників кольору і консистенції каші під час розжовування. Вони мали обернену залежність від вмісту оболонок, тому найбільший індекс лущення (11,6 %) забезпечував найкращий результат кулінарної оцінки – 8,9 бала. В інших дослідженнях [14] наводиться про позитивний вплив лущення зерна голозерного овесу на органолептичні показники (колір і консистенцію під час розжовування). Очевидно, що така тенденція зумовлена нижчим вмістом оболонок у зернівці проти інших видів пшениці, а також морфологічними різницями із злаковими.

На основі проведеного дисперсійного аналізу встановлено, що необхідно застосовувати зерно пшениці полби з індексом лущення 3 %. Це забезпечить отримання подрібненої крупи з високими показниками якості. Для одержання круп з дуже високими якісними показниками слід лущити до значення індексу лущення 9–11 %. Крупа, отримана із зерна лінії LP 1152, має вищу кулінарну якість проти крупи, яку отримали з сорту Голіковська.

Таблиця 5 – Органолептична оцінка крупи подрібненої № 2 з пшениці полби, бал

Показники	Сорт Голіковська					Лінія LP 1152				
	Індекс лущення					Індекс лущення				
	0	3	6	9	11	0	3	6	9	11
Запах	8	8	9	8	9	8	8	8	8	8
Колір	4	4	6	6	8	4	4	6	7	9
Смак	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9
Консистенція	8	8	7	8	8	9	9	9	9	9
Консистенція каші під час розжовування	4	5	6	7	8	3	4	5	8	9
Загальна кулінарна оцінка	6,4	6,6	7,2	7,6	8,4	6,6	6,8	7,4	8,2	8,8

Таблиця 6 – Органолептична оцінка крупи подрібненої № 3 з пшениці полби, бал

Показники	Сорт Голіковська					Лінія LP 1152				
	Індекс лущення					Індекс лущення				
	0	3	6	9	11	0	3	6	9	11
Запах	9	9	9	9	9	8	8	8	8	8
Колір	5	5	6	8	8	5	6	8	9	9
Смак	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9
Консистенція	7	7	6	7	7	9	9	9	9	9
Консистенція каші під час розжовування	5	6	7	8	9	4	5	7	8	9
Загальна кулінарна оцінка	6,8	7	7,2	8,2	8,4	7	7,4	8,2	8,6	8,8

**Висновки.** Найбільший вплив на вихід крупи має тривалість лушення. Сортові особливості впливають менше, однак достовірно. Застосування крупнішого зерна здатне забезпечити вищий вихід подрібнених круп більшої фракції (№ 1 і 2). Використання зерна із більшим умістом оболонки забезпечує вищий загальний вихід круп.

Кулінарна якість подрібненої крупи найбільше залежить від тривалості лушення. Сортові особливості впливають на кулінарну якість неістотно. Вищою кулінарною якістю характеризувалися крупи, одержані з зерна полби лінії LP 1152. За тривалістю лушення упродовж 40–80 с, що в середньому відповідає індексу лушення 3–6 %, високий показник кулінарної оцінки (6,6–8,0 бала) мають крупи № 1 і 2. Дуже високу кулінарну якість круп забезпечує застосування лушення зерна впродовж 120–160 с (індекс лушення 9–11 %).

Під час виробництва подрібненої крупи із зерна пшениці полби оптимально використовувати зерно лінії LP 1152 з індексом лушення 3–6 %. Так забезпечується високий загальний вихід круп (85,0–84,6 %), висока кулінарна якість каші, а крупи можна визнавати як цільнозерновий продукт.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Morris C.F. Grain Quality Attributes for Cereals Other than Wheat. Encyclopedia of Food Grains. 2016. Vol. 3. P. 257–261.
2. Любич В.В., Новіков В.В., Лещенко І.А. Вплив тривалості лушення на водотеплового оброблення зерна на вихід і кулінарну оцінку плющеної крупи із пшениці полби. Вчені записки Таврійського національного університету. 2019. Т. 30 (69). № 6. С. 107–112.
3. Arcila J.A., Rose D.J. Repeated cooking and freezing of whole wheat flour increases resistant starch with beneficial impacts on in vitro fecal fermentation properties. J. Funct. Foods. 2015. Vol. 12. P. 230–236.
4. Frolich W., Aman P., Tetens I. Whole grain foods and health – a Scandinavian perspective. Food & Nutrition Research, 2013. 57(1). P. 185–190.
5. Perspective: A Definition for Whole-Grain Food Products – Recommendations from the Healthgrain Forum / Alastair B Ross et al. Advances in Nutrition (AN/Adv Nutr), 2017. Vol. 8(4). P. 525–531.
6. Любич В.В. Круп'яні властивості зерна пшениці м'якої озимої залежно від сорту. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. 2019. № 2. С. 94–101.
7. Господаренко Г.М., Любич В.В., Полянецька І.О. Вихід і якість круп'яних продуктів із зерна сортів і ліній пшениць. Вісник Полтавської Державної Аграрної Академії. 2017. (4). С. 11–17.
8. Dhanavath S., Prasada Rao U.J.S. Nutritional and Nutraceutical Properties of *Triticum dicoccum* Wheat and Its Health Benefits: An Overview. Journal of Food Science, 2017. Vol. 82(10). P. 2243–2250.

9. Antioxidant activity of grain of einkorn (*Triticum mono-coccum* L.), emmer (*Triticum dicoccum* Schuebl [Schrack]) and spring wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties / Lachman J. et al. Plant, Soil and Environment. 2012. Vol. 58 (No. 1). P. 15–21.

10. Правила організації і ведення технологічного процесу на круп'яних заводах / Крошко Г.Д. та ін. Київ: Віпол, 1998. 163 с.

11. Возіян В.В. Вплив параметрів лушення та водотеплової обробки зерна на вихід і кулінарну оцінку плющеної крупи із пшениці спельти. Зернові продукти і комбікорми. 2017. № 17 (1). С. 13–16.

12. Любич В.В., Полянецька І.О. Якість цілої крупи із зерна спельти залежно від індексу його лушення та водно-теплової обробки. Вісник Уманського національного університету садівництва. 2015. № 2. P. 34–39.

13. Удосконалення процесу водотеплового оброблення і лушення зерна пшениці спельти під час виробництва крупи / Любич В.В. та ін. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2019. № 3(11 (99)). С. 40–51.

14. Zhang Z., Wang X., Ma S. Effects of Peeling with Flexible Alloy Blade on Naked Oats. Grain & Oil Science and Technology. 2018. Vol. 1(3). P. 131–137.

15. Efficient chemo-enzymatic gluten detoxification: reducing toxic epitopes for celiac patients improving functional properties / Ribeiro M. et al. Sci Rep. 2015. Vol. 5. P. 180–187.

16. Grain mineral density of bread and durum wheat landraces from geo-chemically diverse native soils / Vázquez J.F. et al. Crop Pasture Sci. 2018. Vol. 69. P. 335–346.

17. *Triticum aestivum* ssp. *vulgare* and ssp. *spelta* cultivars. Functional evaluation / Rodríguez-Quijano M. et al. European Food Research and Technology. 2019. URL: <http://www.springerlink.com/openurl.asp?genre=journal&issn=1438-2377>.

18. Исследование свойств полбы / Зверев С.В. и др. Хлебопродукты. 2016. № 1. С. 66–67.

19. Grain quality of emmer germplasm (*Triticum dicoccon*) from the National Collection of Bulgaria / Desheva G.N. et al. Phytologia balcanica. 2016. Vol. 22 (2). P. 223–232.

20. Lacko-Bartošová M., Čurná V., Lacko-Bartošová L. Emmer – ancient wheat suitable for ecological farming. Research Journal of Agricultural Science. 2015. Vol. 47(1). P. 3–10.

#### REFERENCES

1. Morris, C.F. (2016). Grain Quality Attributes for Cereals Other than Wheat. Encyclopedia of Food Grains. Vol. 3, pp. 257–261.
2. Liubych, V.V., Novikov, V.V., Leshchenko, I.A. (2019). Vplyv tryvalosti lushhennja na vodoteplovogo obroblyennja zerna na vyhid i kulinarnu ocinku pljushhenoi' krupy iz pshenyци polby [Influence of the duration of dehulling and water heat treatment grain obtaining and culinary evaluation of wheat rolled cereal emmer]. Vcheni zapysky Tavrijs'kogo nacional'nogo univertytetu [Scientific Notes of Taurida National V.I. Vernadsky University. Series: Technical Sciences]. Vol. 30 (69), no. 6, pp. 107–112.
3. Arcila, J.A., Rose, D.J. (2015). Repeated cooking and freezing of whole wheat flour increases resistant starch with beneficial impacts on in vitro fecal fermentation properties. J. Funct. Foods. Vol. 12, pp. 230–236.

4. Frolich, W., Åman, P., Tetens, I. (2013). Whole grain foods and health – a Scandinavian perspective. *Food & Nutrition Research*. no. 57(1), pp. 185–190.
5. Alastair B, Ross, Jan-Willem van der, Kamp, Roberto, King, Kim-Anne, Lê, Heddie, Mejbörn, Chris J, Seal, Frank, Thielecke. (2017). Perspective: A Definition for Whole-Grain Food Products – Recommendations from the Healthgrain Forum. *Advances in Nutrition (AN/Adv Nutr)*. Vol. 8 (4), pp. 525–531.
6. Liubych, V.V. (2019). Krup'jani vlastyvoli zerna pshenyци m'jakoї ozymoї zalezno vid sortu [Cereal properties of grain of bread wheat depending on the variety]. *Visnyk Harkivs'kogo nacional'nogo tehnichnogo universytetu sil'skogo gospodarstva imeni Petra Vasylenka [Bulletin of Kharkiv State Technical university of Agriculture name Peter Vasilenko]*, no. 2, pp. 71–79.
7. Hospodarenko, H.M., Liubych, V.V., Polyanetska, I.O. (2017). Vykhid i yakist krupianykh produktiv iz zerna sortiv i liniy pshenyts [Yield and quality of cereals from wheat grains and lines]. *Visnyk Poltav's'koi Derzhavnoi Agrarnoi Akademii [Bulletin of Poltava State Agrarian Academy]*, no. 4, pp. 11–17.
8. Dhanavath, S., Prasada Rao, U.J.S. (2017). Nutritional and Nutraceutical Properties of *Triticum dicoccum* Wheat and Its Health Benefits: An Overview. *Journal of Food Science*. Vol. 82(10), pp. 2243–2250.
9. Lachman, J., Orsák, M., Pivec, V., Jírů, K. (2012). Antioxidant activity of grain of einkorn (*Triticum monococcum* L.), emmer (*Triticum dicoccum* Schuebl [Schrank]) and spring wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties. *Plant, Soil and Environment*. Vol. 58(1), pp. 15–21.
10. Kroshko, G., Levchenko, V., Nazarenko, L. (1998). Pravyla organizacii i vedennja tehnologichnogo procesu na krup'janyh zavodah [The rules of organization and management process in cereal plants]. Kyiv, Vipol, 163 p.
11. Voziyan, V.V. (2017). Vplyv parametriv lushhennja ta vodoteplovoi obrobky zerna na vyhid i kulinaru ocinku pljushhenoi krupy iz pshenyци spel'ty [Influence parameters unhusking and water heat treatment grain yield and culinary rating of wheat rolled cereal spelt]. *Zernovi produkty i kombikormy [Grain Products and Mixed Fodder's]*, no. 17(1), pp. 13–16.
12. Liubych, V.V., Polyanetska, I.O. (2015). Jakist' ciloi krupy iz zerna spel'ty zalezno vid indeksu jogo lushhinnja ta vodno-teplovoi obrobky [Quality of cereals grain of spelt wheat depending on the index its unhusking and water-heat processing]. *Visnyk Umans'kogo nacional'nogo universytetu sadivnytstva [Bulletin of Uman NUH]*, no. 1, pp. 34–39.
13. Liubych, V., Novikov, V., Polianetska, I., Usyk, S., Petrenko, V., Khomenko, S., Moskalets, T. (2019). Udoskonalennja procesu vodoteplovogo obroblynnja i lushhennja zerna pshenyци spel'ty pid chas vyrobnytstva krupy [Improvement of the process of hydrothermal treatment and peeling of spelt wheat grain during cereal production]. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. no. 3(11 (99)), pp. 40–51.
14. Zhang, Z., Wang, X., Ma, S. (2018). Effects of Peeling with Flexible Alloy Blade on Naked Oats. *Grain & Oil Science and Technology*. Vol. 1 (3), pp. 131–137.
15. Ribeiro, M., Nunes, F.M., Guedes, S., Domingues, P., Silva, A.M., Carrillo, J.M., Rodríguez-Quijano, M., Branlard, G., Igrejas, G. (2015). Efficient chemo-enzymatic gluten detoxification: reducing toxic epitopes for celiac patients improving functional properties. *Sci Rep*. Vol. 5, pp. 180–187.
16. Vázquez, J.F., Chacón, E.A., Carrillo, J.M., Benavente, E. (2018). Grain mineral density of bread and durum wheat landraces from geo-chemically diverse native soils. *Crop Pasture Sci*. Vol. 69, pp. 335–346.
17. Rodríguez-Quijano, M., Vargas-Kostiuk, M.E., Ribeiro, M., Callejo, M.J. (2019). *Triticum aestivum ssp. vulgare* and *ssp. spelta* cultivars. Functional evaluation. *European Food Research and Technology*. Available at: <http://www.springerlink.com/openurl.asp?genre=journal&isn=1438-2377>.
18. Zverev, S.V., Pankrat'eva, I.A., Chirkova, L.V., Polituha, O.V., Vitol, I.S., Starichenkov, A.A. (2016). Issledovanie svojstv polby [Research of emmer wheat properties]. *Hleboprodukty [Bakery products]*, no. 1, pp. 66–67.
19. Desheva, G.N., Kyosev, B.N., Stoyanova S.D., Sabeva, M.D. (2016). Grain quality of emmer germplasm (*Triticum dicoccon*) from the National Collection of Bulgaria. *Phytologia balcanica*. Vol. 22 (2), pp. 223–232.
20. Lacko-Bartošová, M., Čurná, V., Lacko-Bartošová L. (2015). Emmer – ancient wheat suitable for ecological farming. *Research Journal of Agricultural Science*. Vol. 47(1), pp. 3–10.

#### Выход и качество дробленых круп из зерна пшеницы полбы

Любич В.В., Лещенко И.А., Сторожик Л.И., Войтовская В.И

В статье приведены результаты исследования выхода круп дробленых, их кулинарное качество в зависимости от индекса шелушения зерна разных сортов пшеницы полбы. В качестве сырья для производства круп использовано зерно пшеницы полбы сорта Голиковская и линии LP 1152. Установлено достоверное ( $p \leq 0,05$ ) влияние на общий выход круп дробленых различной продолжительности шелушения зерна. Уменьшение общего выхода круп сопровождается увеличением выхода муки. Применение крупного зерна (линия LP 1152) обеспечивает существенное повышение общего выхода дробленых круп. Шелушение зерна способствовало уменьшению общего выхода круп и круп измельченных № 1 и № 2. В то же время проходило увеличение выхода мелкой фракции крупы № 3. Использование зерна с высоким содержанием оболочек обеспечивает высокий выход круп большей крупности.

Общий выход крупы из пшеницы полбы линии LP 1152 изменялся от 83,6 до 86,0 % в зависимости от индекса шелушения зерна. При использовании зерна выход крупы № 1 составлял  $9,3 \pm 0,3$  %, крупы № 2 –  $54,5 \pm 0,6$  %, крупы № 3 –  $22,2 \pm 0,9$  %. Применение шелушения зерна пшеницы полбы снижало выход крупы № 1 до  $6,0 \pm 0,3$  %, крупы № 2 – до  $50,4 \pm 0,4$  %. Выход крупы № 3 увеличивался до  $27,2 \pm 0,7$  % в варианте с высшим индексом шелушения. Наименьшее количество муки (9,0 %) получено при использовании зерна без шелушения. Шелушение приводит к увеличению выхода до 11,5 % при использовании лущеного зерна (индекс шелушения 11 %). Связи между механическими потерями, отходами I и II категории и применением шелушения зерна не уста-

новлено. Общий выход крупы из пшеницы полбы сорта Голиковская изменялся от 77,5 до 76,0 % в зависимости от индекса шелушения зерна. Выход крупы по номерам изменялся подобно линии пшеницы полбы.

Основное значение в изменении продолжительности варки, коэффициента разваривания и органолептических показателей имеет коэффициент шелушения зерна. Сортовые особенности значительного влияния не имели. Сокращение продолжительности варки наблюдалось при увеличении индекса шелушения зерна, а также при использовании крупы мелкой фракции. Основным фактором, который влиял на повышение общей кулинарной оценки круп, является улучшение показателей цвета и консистенции при разжевывании в результате повышения индекса шелушения. При индексе шелушения зерна 3–6 % кулинарная оценка была на высоком уровне. Очень высокую кулинарную оценку круп обеспечивает применение шелушения зерна в течение 120–160 с (индекс шелушения 9–11 %).

При производстве дробленых круп из зерна пшеницы полбы оптимально использовать зерно линии LP 1152 с индексом шелушения 3–6 %. При этом режиме переработки обеспечивается высокий общий выход крупы (85,0–84,6 %) и высокая кулинарная оценка каши.

**Ключевые слова:** пшеница полба, зерно, шелушение, крупа дробленая, кулинарная оценка.

#### The yield and the quality of crushed cereals from the polba wheat grain

Liubych V., Leshchenko I., Storozhyk L., Voitovska V.

The article presents the results of research on the yield of crushed cereals, its culinary quality depending on the index of grain peeling of different varieties of spelled wheat. Holikovska wheat grain and LP 1152 line were used as raw materials for cereal production. A significant ( $p \leq 0.05$ ) effect on the total yield of crushed cereals of different grain peeling duration was established. A decrease in the total yield of cereals was accompanied by an increase in the yield of flour. The use of larger grains (line LP 1152) provides a significant increase in the total yield of crushed cereals.

Peeling of grain helped to reduce the total yield of cereals and crushed cereals № 1 and № 2. At the same time, there was an increase in the yield of fine fraction of cereals № 3. The use of grain with a higher content of shells provides a higher yield of larger grains.

The total yield of wheat spelled from line LP 1152 varied from 83.6 to 86.0 % depending on the grain husking index. When using grain, the yield of cereals № 1 was  $9.3 \pm 0.3$  %, cereals № 2 –  $54.5 \pm 0.6$  %, cereals № 3 –  $22.2 \pm 0.9$  %. The use of husking of spelled wheat grain reduced the yield of cereals № 1 to  $6.0 \pm 0.3$  %, cereals № 2 – to  $50.4 \pm 0.4$  %.

The grain yield № 3 increased to  $27.2 \pm 0.7$  % in the variant with the highest peeling index. The lowest amount of flour (9.0 %) was obtained using unhulled grain. Peeling causes an increase in yield to 11.5 % with the use of hulled grain (peeling index 11 %). No association has been established between mechanical losses, category I, II wastes, and the use of grain husking. The total yield of Holikovska spelled wheat groats varied from 77.5 to 76.0 % depending on the grain-husking index. The yield of cereals by numbers varied like a line of spelled wheat.

The main importance in changing the duration of cooking, boiling ratio and organoleptic characteristics is the coefficient of grain peeling. Varietal features did not have a significant impact and had similar meanings. The reduction in cooking time was observed with an increase in the index of grain peeling, as well as with the use of cereals of a smaller fraction. The main factor that influenced the improvement of the overall culinary quality of cereals is the improvement of color and consistency during chewing because of increasing the peeling index. With a grain-peeling index of 3–6 %, the culinary quality was at a high level. Very high culinary quality of cereals is ensured by the use of grain husking for 120–160 s (peeling index 9–11 %).

When producing crushed groats from spelled wheat grain, it is optimal to use LP 1152 grain with a peeling index of 3–6 %. This ensures a high total yield of cereals (85.0–84.6 %) and high culinary quality of porridge.

**Key words:** spelled wheat, grain, peeling, crushed groats, culinary evaluation.



Copyright: Любич В.В. та ін. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



Любич В.В.  
Сторожик Л.І.  
Войтовська В.І.

ID: <https://orcid.org/0000-0003-4100-9063>  
ID: <https://orcid.org/0000-0003-1587-1477>  
ID: <https://orcid.org/0000-0001-5538-461X>

УДК 631.95

## Стан та виробництво органічної продукції в Україні. Вирощування гречки за застосування біопрепаратів


Малинка Л.В.<sup>1</sup> , Шишкіна К.І.<sup>1</sup> , Дідур І.М.<sup>2</sup> , Єзерковська Л.В.<sup>3</sup> ,

Караульна В.М.<sup>3</sup> , Карпук Л.М.<sup>3</sup> , Павліченко А.А.<sup>3</sup> , Козак Л.А.<sup>3</sup> 

<sup>1</sup> Державна установа «Науково-методичний центр вищої та фахової передвищої освіти»  
Міністерства освіти і науки України

<sup>2</sup> Вінницький національний аграрний університет

<sup>3</sup> Білоцерківський національний аграрний університет

 Малинка Л.В. E-mail: l.mali75@ukr.net



Малинка Л.В., Шишкіна К.І., Дідур І.М., Єзерковська Л.В., Караульна В.М., Карпук Л.М., Павліченко А.А., Козак Л.А. Стан та виробництво органічної продукції в Україні. Вирощування гречки за застосування біопрепаратів. Збірник наукових праць «Агробіологія», 2020. № 2. С. 90–97.

Malynka L.V., Shyshkina K.I., Didur I.M., Jezerkovska L.V., Karaul'na V.M., Karpuk L.M., Pavlichenko A.A., Kozak L.A. Stan ta vyrobnytctvo organichnoi' produkci' v Ukraini. Vyroshhuvannja grechky za zastosuvannja biopreparativ. Zbirnyk naukovyh prac' «Agrobiologija», 2020. no. 2, pp. 90–97.

Рукопис отримано: 14.07.2020 р.

Прийнято: 28.07.2020 р.

Затверджено до друку: 24.11.2020 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2020-161-2-90-97

Останнім часом нераціональне землекористування і ведення сільського господарства без урахування необхідності відновлення ґрунтового покриву спричинило деградацію та зниження родючості ґрунтів, зміну їх водно-фізичних, агрохімічних властивостей, біологічної активності ґрунту. Одним зі способів вирішення екологічних проблем є запровадження органічного землеробства. Концепція сталого розвитку аграрного виробництва передбачає поєднання захисту довкілля, економічного зростання й соціального розвитку, саме виробництво органічної продукції є практичною реалізацією, що дасть змогу отримати високу якість продовольства як важливої складової продовольчої безпеки.

Метою дослідження є вивчення стану органічного виробництва у світі, його розвиток в Україні, виявлення стримуючих чинників розвитку виробництва органічних продуктів, виділення проблемних аспектів.

Дослідження проведено у 2018–2019 рр. на дослідному полі Навчального виробничого центру (НВЦ) Білоцерківського національного аграрного університету (БНАУ).

Запровадження органічного виробництва має ряд переваг, порівнюючи з традиційним, зокрема екологічні, економічні і соціальні аспекти. Економічні обумовлюють зростання прибутку та підвищення конкурентоздатності. Екологічні переваги сприяють збереженню навколишнього середовища. Соціальні переваги базуються на забезпеченні ринку якісною та корисною продукцією, що є безпечною.

Застосування технології з використанням допоміжних продуктів в органічному виробництві свідчить про підвищення врожайності гречки на 1,88 т/га, порівнюючи з контрольними ділянками.

**Ключові слова:** органічне виробництво, напрями сертифікації, обсяги виробництва, забруднення навколишнього середовища, органічна продукція, гречка, допоміжні продукти.

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** Забруднення навколишнього природного середовища є однією із гострих проблем як у світі, так і в Україні. Господарська діяльність людини завжди пов'язана зі зміною природних процесів та здебільшого негативно впливає на довкілля. Зокрема, сільськогосподарська діяльність та застосування інтенсив-

них технологій вирощування сільськогосподарських культур зумовлюють виснаження екосистем та втрату біологічного різноманіття.

Останнім часом нераціональне землекористування і ведення сільського господарства без урахування необхідності відновлення ґрунтового покриву спричинило деградацію та зниження родючості ґрунтів, зміну їх вод-

но-фізичних, агрохімічних властивостей, біологічної активності ґрунту. Майже 90 % орних земель в Україні зазнають різного ступеня деградації, відповідно до даних Держкомзему України. Втрати органічної частини становлять 0,6–1 т/га кожного року, що спричинило зниження вмісту гумусу. Унаслідок такі підходи ведення сільськогосподарської діяльності сприяли розвитку незворотних процесів, які зумовлюють екологічну кризу. Застосування інтенсивних технологій та розвиток екологічної загрози спонукають науковців, виробників до розробки альтернативних методів ведення землеробства, яке покращує та відновлює екологічну складову. Одним зі способів вирішення екологічних проблем є запровадження органічного землеробства. Концепція сталого розвитку аграрного виробництва передбачає поєднання захисту довкілля, економічного зростання й соціального розвитку, саме виробництво органічної продукції є практичною реалізацією, що дасть змогу отримати високу якість продовольства як важливої складової продовольчої безпеки.

Дослідженню стану виробництва органічної продукції та перспектив його розвитку в Україні присвячено роботи таких учених як В.І. Артиш, В.В. Писаренко, В.М. Писаренко, В.О. Шлапак, Т.О. Чайка, О.М. Рудницька, П.М. Скрипчук, Т.Л. Мостенська та інших.

**Мета дослідження.** Метою статті є дослідження стану органічного виробництва у світі, його розвиток в Україні, виявлення стримуючих чинників розвитку виробництва органічних продуктів, виділення проблемних аспектів та удосконалення технології вирощування гречки для виробництва органічної продукції на основі збереження та відтворення родючості ґрунту в умовах Правобережного Лісостепу України.

**Матеріал і методи дослідження.** Закон України «Про основні принципи та вимоги до органічного виробництва, обігу та маркування органічної продукції» від 10 липня 2018 року № 2496-VIII. Базові регулюючі стандарти та правила: Стандарти ЄС – Постанова Ради ЄС 834/2007, Постанова Комісії ЄС 889/2008, Постанова комісії ЄС 1235/2008; Національна Органічна Програма США (NOP); японські сільськогосподарські стандарти (JAS); швейцарські органічні правила (SOR). Міжнародні стандарти: Базові стандарти органічного виробництва та переробки продукції Міжнародної федерації органічного сільськогосподарського руху (IFOAM IBS) та Стандарти Комісії з Кодексу Еліментаріусу (Codex Alimentarius). Приватні стандарти (найпоширеніші): Naturland, Demeter, ECOLAND (Німеччина), Bio Suisse

(Швейцарія), Soil Association (Великобританія), KRAV (Швеція).

Дослідження проведено у 2018–2019 рр. на дослідному полі Навчального виробничого центру (НВЦ) Білоцерківського національного аграрного університету (БНАУ).

Гречку вирощують у зерно-просапній сівозміні за такими технологіями: 1 – контроль (варіант з мінімальними витратами на технологію вирощування культури); 2 – технологія, що вивчається, з використанням усіх можливих засобів органічного рослинництва (вивчення, використання та впровадження допоміжних речовин, дозволених в органічному виробництві); 3 – рекомендована інтенсивна технологія (широке застосування усіх засобів, необхідних для найкращого забезпечення культур сівозміни усіма необхідними чинниками життя).

У дослідженнях на культурі гречки було вивчено такі допоміжні продукти:

Гумісол – це рідке органічне добриво, отримане з органічних речовин біогумусу способом їх перетворення каліфорнійським черв'яком (вермикомпостуванням) за технологією, що захищена Патентом України.

Гумат-калію – продукт переробки торфу, бурого вугілля чи леонардиту, з якого екстраговано активні речовини: азот, фосфор, калій, мікроелементи, а гумінові кислоти з нерозчинних переведено у розчинні одновалентні солі.

Усі види мікродобрив занесені до Переліку пестицидів і агрохімікатів, дозволених для використання в Україні, а також до Переліку допоміжних продуктів для використання в органічному виробництві з врахуванням вимог стандарту міжнародних акредитованих органів сертифікації з органічного виробництва та переробки, що є еквівалентним регламентам ЄС № 834/2007 та № 889/2008.

**Результати дослідження та обговорення.** Проблеми екологічно чистого довкілля та здорового способу життя є надзвичайно важливими для суспільства. Сільськогосподарські екосистеми щорічно руйнуються внаслідок технологічних заходів – хімічних, механічних, біологічних. Зовнішні екологічні чинники, включаючи структуру агроландшафту, зокрема польові захисні пояси лісосмуг та екотони між ними, також мають певний вплив [8]. Зважаючи на погіршення екологічних показників, деградація ґрунтових покривів зумовлює потребу застосування біологізації виробництва, і, зокрема, впровадження системи органічного землеробства, яка більше відповідає інтересам суспільства та не порушує біологічної рівноваги в землеробстві.

Переваги органічного сільського господарства полягають в економічному зростанні, захисті НПС, якості та безпеці продуктів харчування. Органічне землеробство зменшує використання агрохімічних засобів захисту завдяки поєднанню традиційних і сучасних технологій для боротьби зі шкідниками та хворобами, покращує властивості ґрунту, захищає водні ресурси від забруднення, мінімізує чинники, які безпосередньо впливають на зміну клімату, підтримує різноманіття мікрофлори ґрунту та підвищує врожайність. Запровадження сівозмін, використання посадкового матеріалу і порід, що адаптовані до місцевих умов, відновлення та розширення функціонального біорізноманіття сприяють подальшому зміцненню екологічної рівноваги.

У результаті наукових досліджень відмічено [5, 6], що запровадження органічного виробництва має ряд переваг проти традиційного, зокрема екологічні, економічні і соціальні аспекти. Економічні обумовлюють зростання прибутку та підвищення конкурентоздатності. Екологічні переваги сприяють збереженню навколишнього середовища. Соціальні переваги базуються на забезпеченні ринку якісною та корисною продукцією, що є безпечною.

Виникнення першого органічного руху припадає на 40-і роки минулого сторіччя у Великобританії, тоді вперше було застосовано визначення «органічний» в науковій праці Єви Бальфур «Жива земля», у якій автор порівнює органічні і традиційні методи ведення сільськогосподарства. Середина XIX сторіччя характеризується стрімким розвитком «органічного» руху, було засновано велику кількість громадських організацій, які контролювали виробників та процеси виробництва продуктів харчування. Найбільшою та найвагомішою організацією у світі є Міжнародна Федерація Органічного Руху (IFOAM), яка заснована в 1972 році.

У світі органічним виробництвом займаються в 172 країнах світу, із яких в Азії – 40 %, Африці – 26, Латинській Америці – 17, Європі – 15, Північній Америці – 1, Океанії – 1 % [4, 13, 15]. За ведення органічного виробництва перебуває приблизно 1 % світової площі сільськогосподарських угідь, а в країнах Євросоюзу – приблизно 3 % сільськогосподарських угідь. Лідером з виробництва органічної продукції є Австралія – понад 900 млн га сільськогосподарських земель, що використовують для вирощування за технологіями, адаптованими до органічного землеробства, також попереду Аргентина і Китай.

Відповідно до сприятливих природно-кліматичних умов, українські сільгоспвиробни-

ки мають змогу відмовитися від індустріалізованих методів виробництва та запровадити органічні підходи до ведення землеробства, без застосування пестицидів і генно-модифікованих організмів. Слід розуміти, що ГМО можуть бути не лише у рослинах та продукції, а й у допоміжних продуктах. Територія та земельний ресурс України є найбільшими у Європі – загалом більше 41 млн га угідь сільськогосподарського призначення.

Органічний рух в Україні розпочався наприкінці XX сторіччя (перше органічне підприємство з'явилося вже в 1970 році в Полтавській області), однак відчутним став у 2005 році. Нині Україна активно займає свою позицію на міжнародному ринку органічної продукції, розширюючи площі під виробництвом сільськогосподарської продукції, переробкою продукції, трейдерською діяльністю та експортом [5, 14, 16].

Відповідно до інформації Офісу підтримки реформ при Мінагрополітики у 2017 році в нашій державі сертифікованих операторів, що займаються виробництвом органічних продукції, налічували 529, з них 375 – сільськогосподарські виробники органічної продукції, які пройшли перехідний період [4]. За останні п'ять років загальна площа під органікою в Україні зросла у 1,5 раза. Станом на 2017 рік загальна площа сертифікованих органічних сільськогосподарських земель становила 420 тис. га. За загальною площею сільськогосподарських земель, що внаслідок сертифікаційного процесу набули статусу «органічні», Україна займає 11 місце серед країн Європи та 20 у світі. У східноєвропейському регіоні щодо обсягів сертифікованої площі органічної ріллі Україна посідає одне з провідних місць. Дикороси також є одним з перспективних напрямів ведення органічного виробництва, в Україні сертифіковано 570 тис. га дикоросів станом на 2017 рік. Майже половина сільськогосподарських угідь України, сертифікованих відповідно до вимог органічного виробництва, зайняті під вирощуванням таких культур: зернові – 45,4 %, олійні – 18 % і бобові – 5,3 %. Слід відмітити що овочеві культури займають 1,6 % (10 місце) та фрукти – 0,7 % [5, 9]. Доволі стрімко почав розвиватися напрям виробництва органічних ягід в Україні, а саме вирощування малини, лохини, ожини.

Територіально за виробництвом органічної продукції лідирують Київська, Одеська, Херсонська, Житомирська, Львівська, Хмельницька, Вінницька та Полтавська області [1, 12]. Оператори, що сертифікують свою діяльність, запроваджують її на площах до

10 га, як і в більшості країн Європи, до кількох тисяч гектарів орних земель. Продовжується зростання числа дрібних органічних господарств, значна частина яких спеціалізується на вирощуванні плодоовочевої та ягідної продукції.

Україна є потужним постачальником органічної продукції. Споживчий попит на органічну продукцію переважно зосереджений в економічно розвинутих країнах, оскільки така продукція є дорожчою, ніж звичайна, враховуючи вищу собівартість її виробництва та переробки [3, 17].

З усього обсягу продажів органіки 90 % припадають на експорт і лише 10 % – на внутрішній ринок. Обсяги експортованої продукції постійно збільшуються, і станом на 2017 рік сягнули 99 млн євро. Найбільше споживають органічну продукцію вирощену в Україні у таких країнах: Швейцарія, Австралія, Італія, Болгарія, Нідерланди, Німеччина, Чехія, Велика Британія, Австрія, Польща, США, Бельгія, Угорщина, Канада, деякі країни Азії. Високим попитом українські органічні продукти користуються в Америці та країнах Азії, що займають приблизно 4 млн євро із загального експорту. Продуктами для експорту, що мають високий попит, є: дикороси (ягоди, гриби, горіхи), зернові, бобові, олійні, ягоди, фрукти, експортують також макуху соняшнику. Загалом українську органіку купують більше 40 країн світу.

Надалі попит на органічну продукцію у світі зростатиме з розвитком економіки країн, підвищенням рівня освіти та доходів населення, орієнтуючись на оцінку Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН [10, 16, 19]. Однак серед населення України попит на органічні продукти значно нижчий проти країн ЄС.

Обсяг внутрішнього ринку органічних продуктів у 2017 році в Україні становив 29,4 млн євро, а споживання на душу населення – лише 0,68 євро. Для порівняння, житель Європи споживає таких продуктів на 40,8 євро в рік, водночас у країнах ЄС на душу населення припадає 60,5 євро. Україна займає 25 місце в Європі відповідно до обсягу внутрішнього ринку органічних продуктів. Основними категоріями сертифікації органічної продукції, яку виробляють та споживають в Україні, є рослинництво: фрукти, овочі, зернові культури, тваринництво: м'ясо та молочні продукти, переробка: крупи та хлібобулочні вироби.

У розвитку органічного виробництва в Україні існує ряд стримуючих чинників, які гальмують подальший розвиток цього сегмен-

та аграрного сектора: недосконалий науковий супровід щодо органічного сектору, переважання експорту органічної сировини, низький рівень обізнаності населення і виробників щодо специфіки органічної продукції, відсутність державної фінансової підтримки, відсутність ефективної системи державного контролю з боку держави за виробництвом та якістю продукції, що спричиняє недобросовісну конкуренцію серед виробників і продавців, відсутність системи ефективного захисту прав споживачів та працюючої системи санкцій щодо недобросовісного вирощування сільськогосподарської продукції та підробок [2, 18, 20].

За даними досліджень урожайність гречки коливалася в межах 0,92–3,5 т/га. Найнижчі показники зафіксовано на контрольних варіантах (варіант з мінімальними витратами на технологію вирощування культури) – 0,92 т/га, за застосування технології, що передбачає використання допоміжних продуктів, дозволених в органічному виробництві, рівень урожайності зріс на 1,88 т/га. Максимальну врожайність отримали за застосування інтенсивної технології – 3,50 т/га (рис. 1).

Характеризуючи врожайність культури за застосування технології з використанням допоміжних продуктів дозволених в органічному виробництві, слід відмітити, що ці препарати вносили три рази за вегетацію з інтервалом 10–15 діб. За цих умов урожайність коливалася в межах 0,92–2,9 т/га. Максимальний рівень урожайності отримали за застосування гумату калію з мікроелементами 2,9 т/га (рис. 2).

Щодо економічної ефективності вирощування культури слід відмітити, що найнижчі показники умовно чистого прибутку було отримано за застосування звичайної технології вирощування культури (контроль) – 6500 грн/га, застосування органічної технології зумовило підвищення показника на 43 %.

Під час запровадження органічного землеробства важливим є вибір земельної ділянки, оскільки від цього залежить відповідність вимогам отриманої продукції. Відповідно до висновків наукових установ, науково-дослідних інститутів та Державної інспекції сільськогосподарства України, потрібно проводити оцінювання придатності земель для запровадження органічного виробництва відповідно до законодавства. Формування ринку органічних продуктів – це складний багатофункціональний процес, який потребує врегулювання національного законодавства в цій сфері для широкого впровадження органіки на території України.

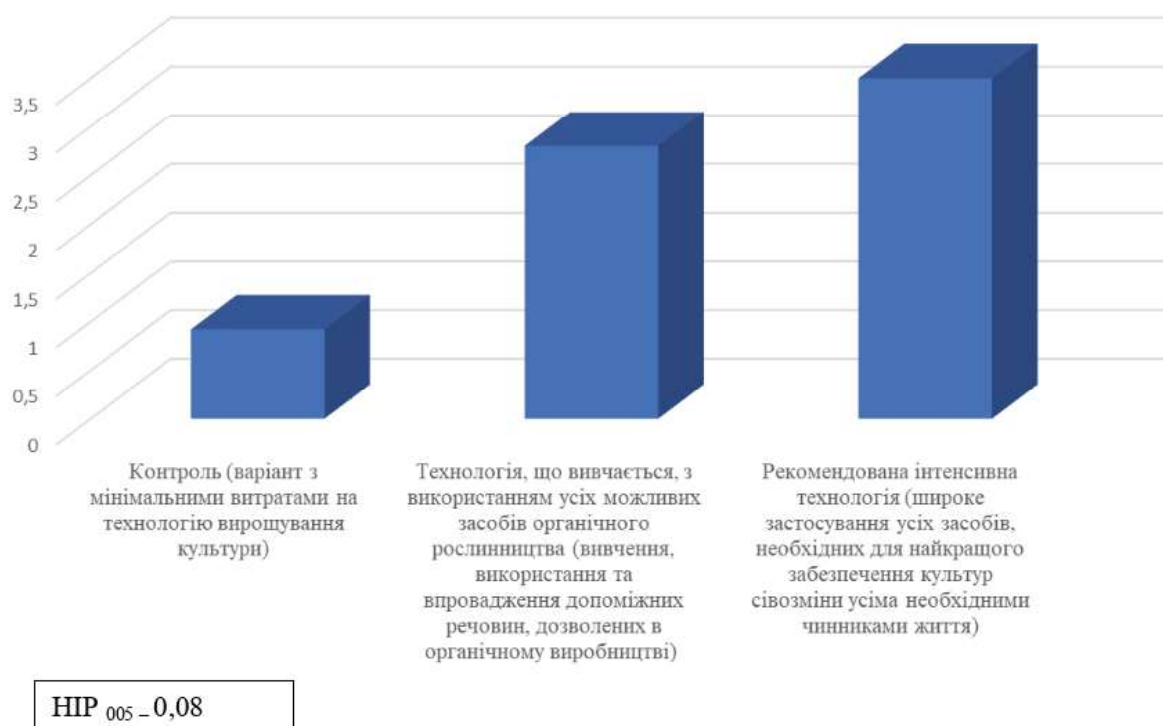


Рис. 1. Урожайність гречки за різних технологій вирощування, т/га, середнє за 2018–2019 рр.

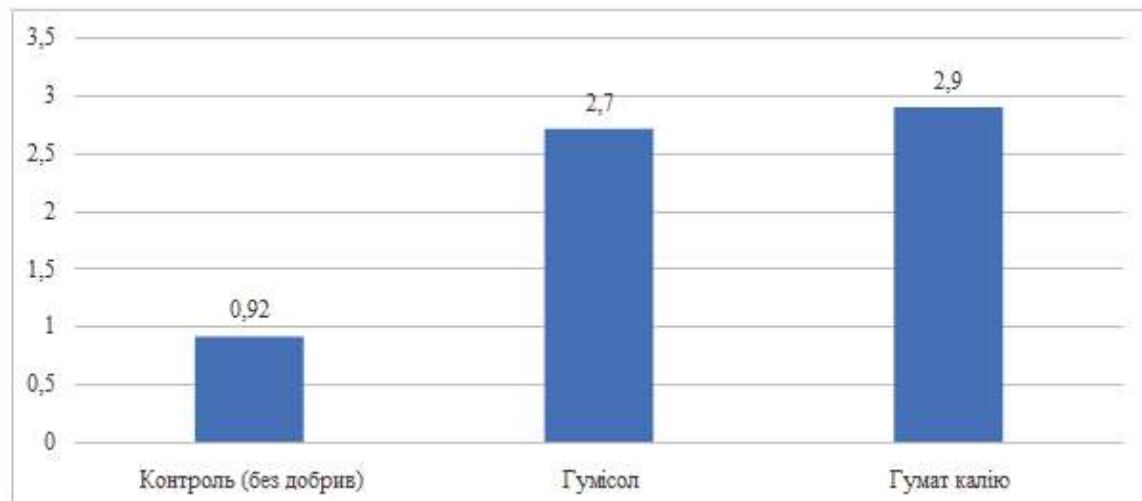


Рис. 2. Зміна врожайності гречки залежно від біопрепаратів, т/га, середнє за 2018–2019 рр.

**Висновки.** Характеризуючи природно-кліматичний і ресурсний потенціал нашої держави, слід відмітити, що Україна має змогу зайняти провідну нішу серед виробників сільськогосподарської органічної продукції. Продукти, що виготовлено відповідно до вимог органічного виробництва, є популярними як у європейських країнах, так і на внутрішньому ринку. Для подальшого розвитку органічно-

го виробництва в Україні необхідно збільшити площі через використання не забруднених хімічними речовинами угідь, створити умови для стимулювання сільськогосподарських виробників, відпрацювати систему державної сертифікації органічної продукції, забезпечити державний контроль за якістю органічного виробництва, сприяти підвищенню конкурентоспроможності вітчизняної органічної продук-

ції на міжнародному та внутрішньому ринках, необхідно поширювати іноземний та вітчизняний досвід ведення органічного виробництва, рекламувати вживання органічної продукції, створювати розгалужену мережу для її збуту на внутрішньому і зовнішньому ринках. Ці заходи сприятимуть подальшому розвитку органічного виробництва в Україні.

Застосування технології з використанням допоміжних продуктів в органічному виробництві свідчить про підвищення врожайності гречки на 1,88 т/га проти контрольних ділянок.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бородачева Н.В., Китраль А.Н. Органічний продукт вирощують без хімії та сертифікату. Дзеркало тижня. 2004. № 31.
2. Зоря П.С. Виробництво екологічно чистої продукції: проблеми та виклики сьогодення. Економіка і управління. 2014. № 3. С. 45–50.
3. Мамалига С.В., Гловюк А.С. Розвиток ринку органічної продукції в Україні. Ефективна економіка. 2016. № 11. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=5245>.
4. Офіційний сайт Міністерства аграрної політики та продовольства України. URL: <http://minagro.gov.ua/>.
5. Органічне виробництво в Україні: реалії та перспективи. Agronews. Головні аграрні питання. Дата публікації 05 квітня 2017. URL: <https://agronews.ua/node/75635>.
6. Олексієнко А.О. Впровадження принципів і методів органічного землеробства як стратегічний напрям розвитку фермерських господарств Кіровоградської області. Наукові праці Кіровоградського національного технічного університету. Економічні науки. 2012. Вип. 22. Ч. II. С. 2–3.
7. Органік в Україні. Федерація органічного руху України. URL: <http://www.organic.com.ua/uk/homepage/2010-01-26-13-42-29>.
8. Grabovska T. Effect of organic farming on insect diversity. Ukrainian Journal of Ecology. 2020. 10(3). P. 96–101.
9. Світ органічного сільського господарства. Статистика та тренди 2018: книга FiBL-IFOAM. Офіційний сайт International Federation of Organic Agriculture Movements. URL: <http://organicukraine.org.ua/congress/wp-content/uploads/prokopchuk-organicukraine-congress-2018-ua.pdf>.
10. Кузьменко О.Б. Органічне землеробство як фактор євроінтеграції України. Вісник Полтавської державної аграрної академії, 2013. № 3. С. 151–155.
11. IFOAM International Federation of Organic Agriculture Movements General Assembly. Principles of Organic Agriculture. 2013. С. 1–4. URL: <http://www.ifoam.bio>
12. Вирощування екологічно чистої продукції рослинництва / Е.Г. Дегодюк та ін.; за ред. Е.Г. Дегодюка. К.: Урожай, 1992. 320 с.
13. Ван Мансвелт. Иммунологические аспекты экологического сельского хозяйства: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М., 1998. 38 с.
14. Єзерковський А.В. Вплив технологічних заходів вирощування на виробництво органічної продукції

зернових культур на торфових ґрунтах. Зб. наук. праць Уманського НУ садівництва. Сільськогосподарські науки, 2017. Умань, УНУС. Вип. 91. Ч. 1., С. 226–235.

15. Слюсар І.Т., Богатир Л.В., Єзерковський А.В. Вплив основного обробітку староорних органогенних ґрунтів на їхні водно-фізичні властивості та продуктивність жита озимого та гречки. Зб. наук. праць Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН. К.: ФОРМ Корзун Д.Ю., 2016. Вип. 24. С. 127–133.

16. Камінський В.Ф. Наукові засади біологічного землеробства в умовах біологічного землеробства в умовах зміни клімату. Збірник наукових праць ННЦ «Інституту землеробства НААН», 2016. № 1. С. 3–15.

17. Слюсар І.Т., Богатир Л.В., Єзерковський А.В. Вплив способів основного обробітку осушеного торфо-глейового ґрунту на його родючість та врожайність жита озимого і гречки. Збірник наукових праць ННЦ «Інституту землеробства НААН». К.: ВП Едельвейс, 2016, Вип. 3–4. С. 59–70.

18. Кисіль В.І. Агрохімічні аспекти екологізації землеробства. ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О.Н. Соколовського». Харків: 2005. 167 с.

19. Корнійчук М.С., Віннічук Т.С., Пармінська Л.М. Захист польових культур від шкідників і хвороб за технологій органічного виробництва. Збірник наукових праць ННЦ «Інституту землеробства НААН», 2014. Випуск 1–2. С. 98–110.

20. Танчик С.П., Цюк О.А., В'ялий С.О. Розвиток органічного землеробства в Україні. Вісник аграрної науки. № 1. 2009. С. 11–15.

#### REFERENCES

1. Borodacheva, N.V., Kytral, A.N. (2004). Orhanichnyi produkt vyroshchuiut bez khimii ta sertyfikatu [The organic product is grown without chemistry and certification]. Dzerkalo tyzhnia [Mirror of the week], no. 31.
2. Zoria, P.S. (2014). Vyrobnytstvo ekolohichno chystoi produktsii: problemy ta vyklyky sohodennia [Organic Production: Challenges and Challenges of Today]. Ekonomika i upravlinnia [Economics and Management], no. 3, pp. 45–50.
3. Mamaliga, S., Glowuk, A. (2016). Rozvytok rynku organichnoi' produktsii' v Ukraini [Organic market development in Ukraine]. Efektyvna ekonomika [Effective Economy], no. 11. Available at: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=5245>.
4. Oficijnyj sajt Ministerstva agrarnoi' polityky ta prodovol'stva Ukrainy [Official site of the Ministry of Agrarian Policy and Food of Ukraine]. Available at: <http://minagro.gov.ua>.
5. Organichne vyrobnytstvo v Ukraini: realii' ta perspektyvy. Agronews. Golovni agrarni pytannja. Data publikacii' 05 kvitnja 2017 [Organic production in Ukraine: realities and prospects. Agronews. The main agrarian issues. Publication date: April 05, 2017]. Available at: <https://agronews.ua/node/75635>.
6. Oleksienko, A.O. (2012) Vprovadzhenia pryntsyypiv i metodiv orhanichnoho zemlerobstva yak stratehichnyi napriam rozvytku fermerskykh gospodarstv Kirovohradskoi oblasti [Problem Principles and Methods of Specific Agriculture as a Strategic Pressure for Farm Development in Kirovograd Region]. Naukovi pratsi Kirovohradskoho

natsionalno tekhnichnoho universytetu. Ekonomichni nauky [Scientific papers of Kirovograd National Technical University. Economic Sciences]. Vol. 22, Part II, pp. 2–3.

7. Organik v Ukraїni. Federacija organichnogo ruhu Ukraїny [Organic in Ukraine. Federation of Organic Movement of Ukraine]. Available at: <http://www.organic.com.ua/en/homepage/2010-01-26-13-42-29>.

8. Grabovska, T. (2020). Effect of organic farming on insect diversity. *Ukrainian Journal of Ecology*. no. 10(3), pp. 96–101.

9. Svit organichnogo sil'skogo gospodarstva. Statystyka ta trendy 2018: knyha FiBL-IFOAM Oficijnyj sajt International Federation of Organic Agriculture Movements [The World of Organic Agriculture. Statistics and Trends 2018: FiBL-IFOAM. Official site of the International Federation of Organic Agriculture Movements]. Available at: <http://organicukraine.org.ua/congress/wp-content/uploads/prokopchik-organicukraine-congress-2018-ua.pdf>.

10. Kuzmenko, O.B. (2013). Orhanichne zemlerobstvo yak faktor yevrointehratsii Ukrainy [Organic farming as a factor of Ukraine's European integration]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii* [Bulletin of Poltava State Agrarian Academy], no. 3, pp. 151–155.

11. IFOAM International Federation of Organic Agriculture Movements General Assembly. Principles of Organic Agriculture. 2013, pp. 1–4. Available at: <http://www.ifoam.bio>

12. Dehodiuk, E.H. (1992). Vyroshchuvannia ekolohichno chystoi produktsii [Growing ecologically clean crop products]. Kyiv, Harvest, 320 p.

13. Van, Mansvelt (1998). Ymmunolohycheskye aspekty jekolohycheskoho selskoho khoziaistva: avtoref. dys. ... d-ra byol. nauk [Immunological aspects of ecological agriculture: author's abstract. dis. Dr. of Biol. Science]. Moscow, 38 p.

14. Iezerkovskiy, A.V. (2017). Vplyv tekhnolohichnykh zakhodiv vyroshchuvannia na vyrobnytstvo orhanichnoi produktsii zernovykh kultur na torfovykh gruntakh [Influence of technological measures of cultivation on production of organic products of grain crops on peat soils]. *Zb. nauk. prats Umanskoho NU sadivnytstva; ch.1. silskohospodarski nauky* [Coll. Science. works of Uman National University of Horticulture; part 1. Agricultural Sciences]. Uman, UNUS, Issue 91, Part 1, pp. 226–235.

15. Sliusar, I.T. (2016). Vplyv osnovnoho obrobitku staroornykh orhanohennykh gruntiv na yikhni vodno-fizychni vlastyivosti ta produktyvnist zhyta ozymoho ta hrechky [Influence of the main cultivation of old arable organogenic soils on their water-physical properties and productivity of winter rye and buckwheat]. *Zb. nauk. prats Instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovykh buriakiv NAAN. K.: FOP «Korzun D.Iu.»* [Coll. Science. Proceedings of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beets NAAS]. Issue 24, pp. 127–133.

16. Kaminskyi, V.F. (2016). Naukovi zasady biolohichnoho zemlerobstva v umovakh biolohichnoho zemlerobstva v umovakh zminy klimatu [Scientific principles of biological agriculture in the conditions of biological agriculture in the conditions of climate change]. *Zbirnyk naukovykh prats NNTs «Instytutu zemlerobstva NAAN»* [Collection of scientific works of NSC "Institute of Agriculture of NAAS"], no. 1, pp. 3–15.

17. Sliusar, I.T. (2016). Vplyv sposobiv osnovnoho obrobitku osushuvanoho torfo-hleiovoho gruntu na yoho rodiuchost ta vrozhainist zhyta ozymoho i hrechky [Influence of methods of basic cultivation of drained peat-gley soil on its fertility and yield of winter rye and buckwheat]. *Zbirnyk naukovykh prats NNTs «Instytut zemlerobstva NAAN»* [Collection of scientific works of NSC "Institute of Agriculture of NAAS"]. Kyiv, VP Edelveis, Issue 3–4, pp. 59–70.

18. Kysil, V.I. (2005). Ahrokhimichni aspekty ekolohizatsii zemlerobstva [Agrochemical aspects of greening of agriculture]. *NNTs «Instytut gruntoznavstva ta ahrokhimii im. O.N. Sokolovskoho»* [NSC "Institute of Soil Science and Agrochemistry. O.N. Sokolovsky]. Kharkiv, 167 p.

19. Korniiichuk, M.S. (2014). Zakhyst polovykh kultur vid shkidnykh i khvorob za tekhnolohii orhanichnoho vyrobnytstva [Protection of field crops from pests and diseases by organic production technologies]. *Zbirnyk naukovykh prats NNTs «Instytut zemlerobstva NAAN»* [Collection of scientific works of NSC "Institute of Agriculture of NAAS"]. Issue 1–2, pp. 98–110.

20. Tanchyk, S.P. (2009). Rozvytok orhanichnoho zemlerobstva v Ukraini [Development of organic farming in Ukraine]. *Visnyk ahrarnoi nauky* [Bulletin of Agrarian Science], no. 1, pp. 11–15.

#### Состояние и производство органической продукции в Украине. Выращивание гречихи при применении биопрепаратов

Малинка Л.В., Шишкина К.И., Дидур И.М., Езерковская Л.В., Караульная В.М., Карпук Л.М., Павличенко А.А., Козак Л.А.

В последнее время нерациональное землепользование и ведение сельского хозяйства без учета необходимости восстановления почвенного покрова привело к деградации и снижению плодородия почв, изменению их водно-физических, агрохимических свойств, биологической активности почвы. Одним из способов решения экологических проблем является внедрение органического земледелия. Концепция устойчивого развития аграрного производства предполагает сочетание защиты окружающей среды, экономического роста и социального развития, само производство органической продукции является практической реализацией, что позволит получить высокое качество продовольствия как важной составляющей продовольственной безопасности.

Целью исследования является изучение состояния органического производства в мире, его развитие в Украине, выявление сдерживающих факторов развития производства органических продуктов, выделение проблемных аспектов.

Исследование проведено в 2018–2019 гг. на опытном поле Учебного производственного центра (УПЦ) Белоцерковского национального аграрного университета (БНАУ).

Введение органического производства имеет ряд преимуществ по сравнению с традиционным, в частности экологические, экономические и социальные аспекты. Экономические обуславливают рост прибыли и повышение конкурентоспособности. Экологические преимущества способствуют сохранению окружающей среды. Социальные преимущества базируются на обеспечении рынка качественной и полезной продукцией, которая является безопасной.

Применение технологии с использованием вспомогательных продуктов в органическом производстве свидетельствует о повышении урожайности гречихи на 1,88 т / га по сравнению с контрольными участками.

**Ключевые слова:** органическое производство, направления сертификации, объемы производства, загрязнения окружающей среды, органическая продукция, гречиха, вспомогательные продукты.

#### **Organic products condition and production in Ukraine. Growing buckwheat with the use of biopreparations**

**Malinka L., Shyshkina K., Didur I., Ezerkovska L., Karaulna V., Karpuk L., Pavlichenko A., Kozak L.**

Recently, irrational land use and farming that does not take into account the need to restore soil cover has led to soil degradation and reduced fertility, changes in water, physical and agrochemical properties as well as in biological activity of the soil. Introducing organic farming is the way to solve environmental problems. The concept of sustainable development of agricultural production provides a combination of environmental protection, economic growth and social development and organic production is a practical solution

that allows to obtain high quality food as an important component of food security.

The purpose of research is to study the state of organic production in the world, its development in Ukraine, to identify constraints on the development of organic production, to identify its problem issues.

The study was conducted in 2018–2019 in the research field of the Training Production Center (TPC) of Bila Tserkva National Agrarian University (BNAU).

The introduction of organic production has a number of advantages over the traditional one, including environmental, economic and social aspects. Economic advantages imply increased profits and competitiveness. Environmental benefits contribute to the preservation of the environment. Social benefits are based on providing the market with high-quality useful safe products.

Applying the technology with the use of auxiliary products in organic production indicates an increase in buckwheat yield by 1.88 t/ha compared to the control plots.

**Key words:** organic production, directions of certification, production volumes, environmental pollution, organic products, buckwheat, auxiliary products.



Copyright: Малинка Л.В. та ін. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



Єзерковська Л.В.  
Караульна В.М.  
Карпук Л.М.  
Павліченко А.А.

ID: <https://orcid.org/0000-0002-6644-120X>  
ID: <https://orcid.org/0000-0002-9141-9880>  
ID: <https://orcid.org/0000-0002-5860-5286>  
ID: <https://orcid.org/0000-0002-4795-5643>

УДК 632.4:635.9.075

## Біоекологічні особливості формування патогенної мікобіоти квітниково-декоративних рослин (на прикладі *Callistephus chinensis* (L.) Nees) у структурі озеленення урбоекосистем

Марченко А.Б. , Крупа Н.М. , Масальський В.П. , Олешко О.Г. ,

Роговський С.В. , Жихарева К.В. 

Білоцерківський національний аграрний університет

 allafialko76@ukr.net



Марченко А.Б., Крупа Н.М., Масальський В.П., Олешко О.Г., Роговський С.В., Жихарева К.В. Біоекологічні особливості формування патогенної мікобіоти квітниково-декоративних рослин (на прикладі *Callistephus chinensis* (L.) Nees) у структурі озеленення урбоекосистем. Збірник наукових праць «Агробіологія», 2020. № 2. С. 98–106.

Marchenko A.B., Krupa N.M., Masal's'kyj V.P., Oleshko O.G., Rogovs'kyj S.V., Zhyhareva K.V. Bioekologichni osoblyvosti formuvannja patogennoi' mikobioty kvitnykovo-dekoratyvnyh roslyn (na prykladі Callistephus chinensis (L.) Nees) u strukturi ozelenennja urboekosystem. Zbirnyk naukovykh prac' «Agrrobiologija», 2020. № 2. pp. 98–106.

Рукопис отримано: 07.09.2020 р.

Прийнято: 21.09.2020 р.

Затверджено до друку: 24.11.2020 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2020-161-2-98-106

Проведено оцінювання фітопатологічного стану угруповань *Callistephus chinensis* (L.) Nees в урбанізованих екосистемах лісостепової зони та встановлено видовий склад патогенної мікобіоти, як основні природні причини порушень комплексної зеленої зони і композиційної цілісності квітникових культурфітоценозів, що інтенсивно проявляються внаслідок негативної дії антропогенного навантаження. Уточнено видовий склад та проведено таксономічне оцінювання патокомплексу, де царство Fungi займає домінуюче місце і представлено 20 (84 %) видами збудників із 11 (85 %) родів, 9 (82 %) родин, 7 (78 %) порядків, 2 (67 %) відділів, де перевагу має відділ Ascomycota, який представлений 18 (90 %) видами, а за кількістю видів переважають порядки Dothideales (6 видів, 26 %) та Hymenocerales (5 видів, 21,7 %). Встановлено екологічні ніші основних патогенів калістефусу китайського: мікроміцети *Botryotinia fuckeliana* (de Bary) Whetzel., *Fusarium oxysporum* Schltdl. (1824), *Verticillium albo-atrum* Reinke & Berthold. V.dahliae Kleb. виявлено на всіх вегетативних та репродуктивних органах; *Phytophthora cactorum* J. Schröt. (1886) – підземних та надземних; *Rhizoctonia solani* J.G. Kühn (1858) – підземних частинах та насінні; *Alternaria zinniae* M.B. Ellis (1972) – надземних частинах та насінні. У фітопатогенному комплексі підземних органів домінуюче місце має фузаріозна коренева гниль, зумовлена збудниками *Fusarium oxysporum*, *F.culmorum* (Wm.G. Sm.) Sacc. (1895), *Gibberella zeae* (Schwein.) Petch, *G. avenacea* R.J. Cooke, *Haematonectria haematococca* (Berk. & Broome) Samuels & Rossman з середньорічними показниками поширення в межах від 5 до 89 %. Середньорічне поширення фузаріозного в'янення калістефусу китайського, зумовленого збудниками *Fusarium oxysporum*, *F. oxysporum* f. *callistephi* W.C. Snyder & H.N. Hansen становило 40,9 %. Патогенна мікобіота за показниками чинника передачі інфекції належить до екологічних груп: повітряно-крапельної інфекції (54,2 %), ґрунтової інфекції (45,8 %); за еколого-трофічними властивостями до: біотрофів (70,8 %), сапротрофів (29,2 %).

**Ключові слова:** урбоекосистема, квітниково-декоративні рослини, мікобіота, фітопатогенний комплекс, *Callistephus chinensis* (L.) Nees, *Fusarium oxysporum* Schlecht., екологічні групи.

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** Під дією антропогенного навантаження, внаслідок розбалансованості корисної і патогенної мікрофлори культурфітоценозів урбоекосистем виникають і набувають значного розвитку інфекційні хвороби декоративних

рослин. У межах мегаполісів інтродуковані рослини пошкоджують майже 800 видів організмів, останнім часом зростають епіфітотії вірусних, бактеріальних та грибних патологій [1]. Квітникові культурфітоценози, які поновлюють щороку новими видами декоративних

рослин, є найбільш сприятливими до проникнення та подальшого поширення як аборигенної патогенної мікобіоти, так і видів-інвайдерів, чому сприяє: ввезення та використання нових видів рослин; поява нових екологічних ніш; сприятливий для розвитку патогену мікроклімат тощо. Умови урбанізованих екосистем є стресовими чинниками, які каталізують патологічні процеси рослин. Мікроорганізми завдяки фізіологічним і генетичним особливостям швидко реагують на зміну якості середовища. Отже, їх можна розглядати як індикатори фізико-хімічних і біологічних процесів, що реагують на забруднення зміною своїх фізіологічних властивостей і чисельністю [2].

Висока фітоценотична і флористична різноманітність урбоекосистем є однією з передумов для розвитку репрезентативного видового складу мікроміцетів. Рослини-інтродуценти мають середовищевірне значення, що робить їх одним із важливих чинників, який обумовлює структуру комплексу патогенної мікобіоти, їх диференціацію, виживання, популяційну зміну і мікроеволюцію. Непостійність і можливість втрати показників стійкості до патогенної мікобіоти під впливом різноманітних чинників обумовлює необхідність превентивного аналізу цього показника.

Наразі формування асортименту декоративних рослин в озелененні проходить стихійно, без урахування принципів екологічної безпеки, безнадійного таксономічного контролю [3].

За перспективністю використання в озелененні та кількістю сортів серед монокарпічних рослин є вид *Callistephus chinensis*. Інформація щодо фітопатогенного моніторингу культурфітоценозів *Callistephus chinensis* та видового складу збудників патологій у літературі має епізодичне висвітлення [4]. Одними авторами виявлено поширення 47 видів грибного походження [5], в умовах Ботанічного саду ДСВ РАН – 12 видів збудників [6], в умовах Кременецького ботанічного саду – 10 видів грибів. На рослинах *Callistephus chinensis* описано 38 збудників із двох царств. Особливу увагу приділено видам відділу *Ascomycota* порядку *Dothideales*, які описані в патологічному процесі *Callistephus chinensis* різними авторами [7,8]. Однією з головних проблем у промисловому використанні представників *Callistephus chinensis* є значне ураження фузаріозним в'яненням [9,10]. В Україні серед сортів *Callistephus chinensis* регіональних колекцій стійкими до збудника фузаріозу виявлено 44 сорти (46,8 %), 42 (44,7 %) – слабо ураженими, 8 із досліджених сортів (8,5 %)

належать до категорії середньоуражених [11]. У Росії було проведено імунологічний аналіз 49 сортів *Callistephus chinensis*, з яких 34 сорти виявилися стійкими або відносно стійкими до фузаріозного в'янення (Аврора, Бордюрна Синя, Ноченька, Матадор Сальмон Пинк, Піоноподібна, Фіолетова та інші) [12].

**Мета дослідження** – встановити біоекологічні особливості формування фітопатогенного комплексу квітничково-декоративних рослин на прикладі угруповань *Callistephus chinensis* в структурі озеленення урбоекосистем Лісостепу України.

**Матеріал і методи дослідження.** Фітопатологічний моніторинг культурфітоценозів квітничково-декоративних рослин в структурі озеленення урбоекосистем лісостепової зони України проводили впродовж 2009–2019 рр. Встановлення біологічних та екологічних умов формування фітопатогенного комплексу на квітничково-декоративних рослин в структурі озеленення малих, середніх та великих міст дев'яти адміністративних областей лісостепової зони України проводили на об'єктах вуличного озеленення, садово-паркових об'єктах обмеженого та загального користування населених пунктів: Суми, Полтава, Харків, Черкаси, Київ, Біла Церква, Сквиря, Фастів, Кагарлик, Вінниця, Хмельницький, Тернопіль, Чернівці та ін. (рис. 1).

Фітопатологічний моніторинг здійснювали маршрутно-експедиційним методом, застосовуючи традиційні прямі й опосередковані методи: польові стаціонарні й напівстаціонарні, маршрутні, закладання пробних площ [13]. Відібрані гербарні зразки були камерально опрацьовані у лабораторії кафедри садово-паркового господарства Білоцерківського національного аграрного університету.

Під час роботи застосовано рекогносцирувальні та детальні методи лісопатологічного обстеження [14], а також методи фітопатологічних, мікробіологічних та мікологічних досліджень за загальноприйнятими методиками. Наявність симптомів хвороб визначали візуально, а також встановлення хвороб за визначниками [15, 16]. Для діагностики патогена використовували методи мікологічних посівів на тверде агаризоване живильне середовище. Ізоляти виділяли з різних органів рослин з ознаками патологічних змін у чисту культуру за загальноприйнятою методикою. Після пророщування грибів виготовляли препарати, які аналізували під мікроскопом Біомед-1 за різного збільшення. Гриби ідентифікували за морфологічними ознаками (морфологія спор, спорносіїв та інші), кори-

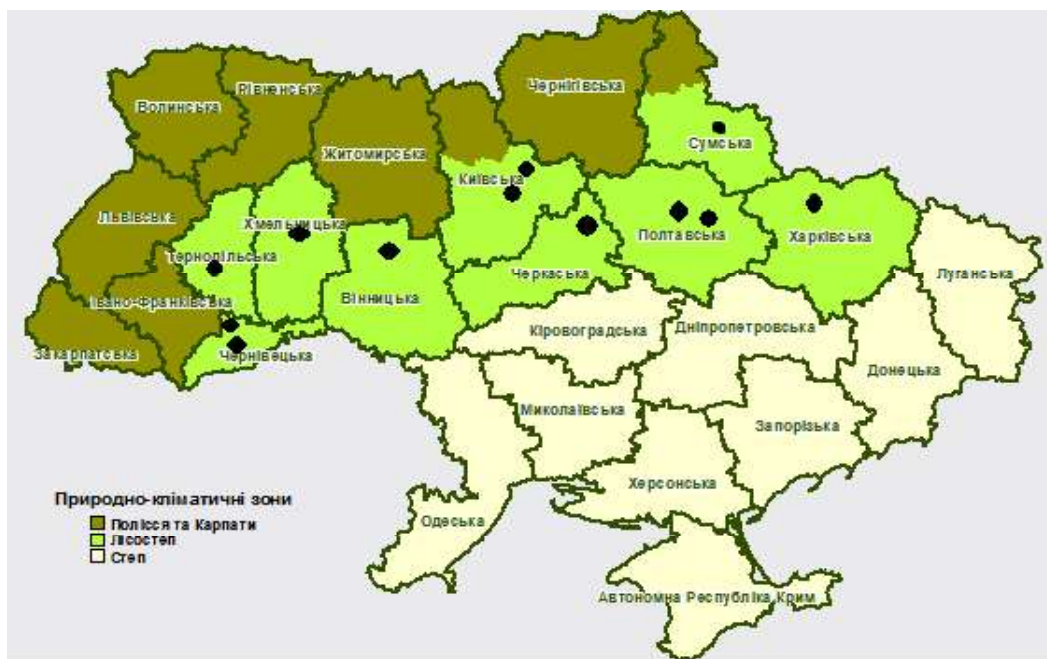


Рис. 1. Карта-схема опорних пунктів проведення досліджень.

стуючись визначниками. Виділені збудники висівали в чашки Петрі на агаризоване середовище та культивували в термостаті за температури 22 °С. Методами мікологічного аналізу досліджено параметри розвитку патогенної мікобіоти на твердому агаризованому середовищі [17]. Ідентифікацію збудників хвороб проводили в науково-дослідній лабораторії фітопатології БНАУ. Сучасну назву видів грибів, а також їх синоніми погоджували з міжнародною мікологічною глобальною базою даних Index Fungorum [18]. Оцінювання ураження та ступеня розвитку хвороб проводили в польових умовах у період вегетації квітничково-декоративних рослин, використовуючи 9-бальну шкалу [19].

Екологічні особливості патогенної мікобіоти і закономірності формування їх екологічних ніш вивчали, керуючись екологічною класифікацією інфекційних хвороб рослин, розробленою В.А. Чулкиною [20].

**Результати дослідження та обговорення.** За роки досліджень квітничково-декоративних культурфітоценозів у структурі озеленення ґрунтобіоценозів відмітили, що мікобіота зумовлювала патологічні зміни на рослинах *Callistephus chinensis* у вигляді корневих гнилей, в'янення та різного типу плямистостей. Щороку відмічали прояв симптомів на всіх органах рослин. На підземній частині рослин патологічні зміни були спричинені збудниками *Pythium debaryanum*, *Rhizoctonia solani*, *Botryotinia fuckeliana*, *Alternaria alternata*, *Gibberella*

*avenacea*, *G. zaeae*, *Nectria haematococca*, *Fusarium oxysporum*, *F. culmorum*, *Phytophthora cactorum*, *Ph. cryptogea*, *Ph. nicotianae* var. *parasitica*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Verticillium albo-atrum*, *V. dahliae*. Середньорічні показники поширення та розвитку патологій у ризосфері рослин становили 27,8±16,1 та 12,1±6,4 %, відповідно. Домінуюче місце займали фузаріозна коренева гниль *Gibberella avenacea*, *G. zaeae*, *Nectria haematococca*, *Fusarium oxysporum*, *F. culmorum* із середньорічними показниками поширення 52,7±23,7 % та розвитку 22,6±7,3 %. Поширення корневих гнилей на рослинах було виявлено у відкритому та закритому ґрунтах на всіх етапах розвитку рослин, однак критичними були сходи-формування пагонової системи.

На надземній частині рослин *Callistephus chinensis* відмічали патоморфологічні зміни, зумовлені збудниками *Alternaria alternata*, *A. petalicolor*, *A. zinniae*, *Phoma exigua*, *Ramularia callistephi*, *Septoria callistephi*, *Botryotinia fuckeliana*, *Golovinomyces cichoracearum*, *Erysiphe communis*, *Fusarium oxysporum*, *F. oxysporum* f. sp. *callistephi*, *Coleosporium asterum*, *Phytophthora cactorum*, *Verticillium albo-atrum*, *V. dahliae* за показників поширення та розвитку патологій 13,0±13,7 та 3,7±5,6 %, відповідно. Домінування мали *Fusarium oxysporum* та *Verticillium albo-atrum*, *V. dahliae* із середньорічними показниками поширення 40,8±2,1 % та розвитку 16,6±0,2 % і 38,6±1,9 та 13,0±0,2 %, відповідно (табл. 1, рис. 2).

Таблиця 1 – Поширення та ступінь ураження встановлених патологій калістефусу китайського за умов вирощування в структурі озеленення ґрунтової зони України (середнє за 2009-2019 рр.)

Тип хвороби та збудники		Основні показники (середнє за роки), %	
		P	C
Патології ризосфери			
Сіра (м'яка) гниль	<i>Botryotinia fuckeliana</i>	14,35±9,8	7,7±5,4
Фузаріозна коренева гниль	<i>Gibberella avenacea, G. zeae, Nectria haematococca, Fusarium oxysporum, F. culmorum</i>	52,7±23,7	22,6±7,3
Ризоктонієва коренева гниль	<i>Rhizoctonia solani</i>	30,3±7,5	12,8±1,3
Пітієва коренева гниль	<i>Pythium debaryanum</i>	25,6±7,8	11±3,0
Фітофторозна гниль	<i>Phytophthora cactorum, Ph. cryptogea, Ph. nicotianae var. parasitica</i>	4,7±2,8	2,7±1,4
середнє		27,8±16,1	12,1±6,4
Патології філосфери			
Плямистість	<i>Alternaria alternata, A. petalicolor, A. zinniae</i>	6,2±4,8	1,9±0,6
	<i>Phoma exigua</i>	9,8±7,0	0,8±0,6
	<i>Ramularia callistephi</i>	10,2±1,6	1,1±0,03
	<i>Septoria callistephi</i>	9,0±2,8	1,2±0,4
Плямистість, гниль	<i>Phytophthora cactorum</i>	7,8±1,9	1,3±0,2
Сіра (м'яка) гниль	<i>Botryotinia fuckeliana</i>	5,5±2,4	0,7±0,3
Наліт	<i>Golovinomyces cichoracearum, Erysiphe communis</i>	0,9±2,2	0,1±0,3
В'янення	<i>Fusarium oxysporum, F. oxysporum f. sp. callistephi</i>	40,8±2,1	16,6±0,2
	<i>Verticillium albo-atrum, Verticillium dahliae</i>	38,6±1,9	13,0±0,2
Іржа	<i>Coleosporium asterum</i>	1,4±2,0	0,1±0,2
середнє		13,0±13,7	3,7±5,6

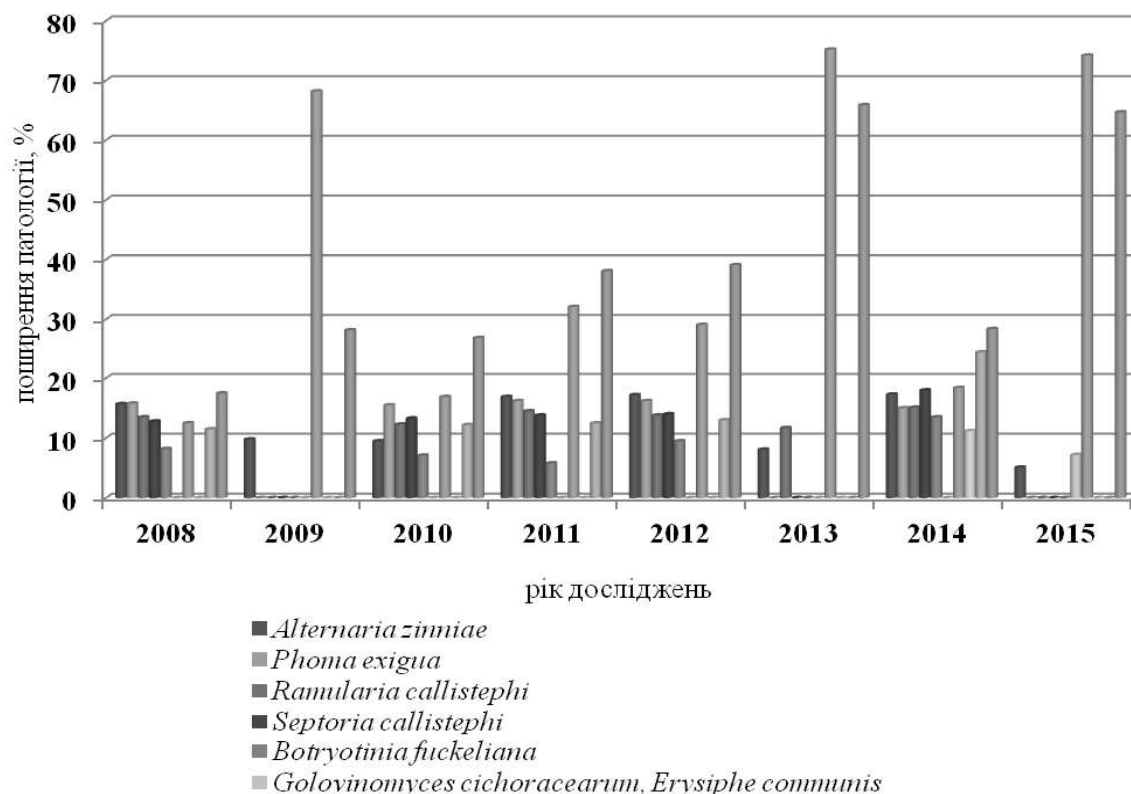


Рис. 2. Динаміка поширення патологій надземної частини калістефусу китайського в умовах озеленення ґрунтової зони України (середнє за роки).

За роки досліджень збудники фузаріозного та вертиціліозного в'янення на рослинах *Callistephus chinensis* максимально розвитку набували у фазах онтогенезу: формування пагонової системи–бутонізація–цвітіння. У фазу онтогенезу рослин бутонізація–цвітіння–плодоношення виявляли збудники *Alternaria alternata*, *A. petalicolor*, *A. zinniae*, *Phoma exigua*, *Ramularia callistephi*, *Septoria callistephi*, *Botryotinia fuckeliana*, бутонізація–початок цвітіння – *Golovinomyces cichoracearum*, *Erysiphe communis*, *Coleosporium asterum*, кінець бутонізації–цвітіння–плодоношення – *Phytophthora cactorum*.

Рамуляріоз *Ramularia callistephi* мав поширення 10,1 % (0–15,1 %), розвиток хвороби – 1,1 % (0–2,0 %), філостіктоз *Phoma exigua* мав поширення 9,8 % (0–16,2 %), розвиток хвороби – 0,7 % (0–1,2 %), септоріоз *Septoria callistephi* мав поширення 9,0 % (0–18 %), розвиток хвороби – 1,2 % (0–2,5 %), фітофтороз *Phytophthora cactorum* мав поширення 7,8 % (0–24,5 %), розвиток хвороби – 1,3 % (0–5,8 %), альтернативіоз *Alternaria alternata*, *A. petalicolor*, *A. zinniae* мав поширення 6,3 % (5,1–17,8 %), розвиток хвороби – 1,9 % (1,2–3,1 %), сіра гниль *Botryotinia fuckeliana* мала поширення 5,5 % (0–9,5 %), розвиток хвороби – 0,7 % (0–1,5 %) (рис. 3.5). За роки досліджень відмічали поодинокі випадки поширення та прояву патологій, зумовлених збудниками *Golovinomyces cichoracearum*, *Erysiphe communis*, *Coleosporium asterum*. Прояв борошнистої роси *Golovinomyces cichoracearum*, *Erysiphe communis* було відмічено лише в 2015 р., яка мала поширення 7,2 % та розвиток хвороби – 1,0 %. Пухирчасту іржу *Coleosporium asterum* виявлено лише в 2014 р., яка мала поширення 11,2 % за розвитку 1,0 %.

У результаті ідентифікації збудників установили фітопатологічний комплекс *Callistephus chinensis*, представлений 24 видами збудників із 13 родів, 11 родин, 9 порядків, 3 відділів двох царств *Fungi* та *Chromista*. За таксономічною оцінкою царство *Fungi* займає домінуюче місце і представлено 20 (84 %) видами збудників із 11 (85 %) родів, 9 (82 %) родин, 7 (78 %) порядків, 2 (67 %) відділів. У розрізі відділів за кількістю збудників перевагу має *Ascomycota*, який представлений 18 (90 %) видами, а відділ *Basidiomycota* – 2 збудниками (10 % від загальної їх кількості, які виявлені у цьому царстві).

У таксономічній структурі відділу *Ascomycota* провідними за кількістю видів є порядки *Dothideales* (6 видів, 26 %) та *Hypocreales* (5 видів, 21,7 %), інші порядки *Leotiales* Korf & Lizon, *Erysiphales* представляють по два види.

Порядок *Dothideales* у фітопатологічному процесі *Callistephus chinensis* представлений родинami *Pleosporaceae*, *Mycosphaerellaceae*, *Dothideaceae* Chevall, родами *Alternaria*, *Phyllosticta*, *Ramularia*, *Septoria*, видами *Alternaria alternata*, *A. petalicolor*, *A. zinniae*, *Ramularia callistephi*, *Septoria callistephi*. Порядок *Botryosphaerales* – родиною *Botryosphaeriaceae* Theiss. & P.Syd., родом *Phyllosticta*, видом *Phyllosticta asteris*, *Phoma exigua* Desm. (син. *Ascochyta asteris* (Bres.) Gloyer (1924)). Порядок *Hypocreales* представлений родинami *Hypocreaceae* родом *Fusarium* (*Fusarium oxysporum*, *F. oxysporum* f. *callistephi*, *F. culmorum*), *Plectosphaerellaceae* W. Gams, Summerb. & Zare, *Verticillium* (*Verticillium albo-atrum*, *V. dahliae*), *Nectriaceae* Tul. & C. Tul., *Gibberella* Sacc. (*Gibberella zaeae*, *G. avenacea*), *Nectria* (Fr.) Fr. (*Haematonectria haematococca* Samuels & Rossman). Порядок *Leotiales* представлений родиною *Sclerotiniaceae*, родами *Botrytis*, *Sclerotinia*, видами *Botryotinia fuckeliana*, *Sclerotinia sclerotiorum*. Порядок *Erysiphales* – родиною *Erysiphaceae*, родами *Erysiphe*, видами *Golovinomyces cichoracearum*, *Erysiphe communis* Link (1824).

У таксономічній структурі відділу *Basidiomycota* порядки *Stereales* Ferro та *Pucciniales* представлені по одному виду. Порядок *Stereales* представлений родиною *Corticaceae* Herter, родом *Rhizoctonia*, видом *Rhizoctonia solani*. Порядок *Pucciniales* – родиною *Coleosporiaceae*, родом *Coleosporium*, видом *Coleosporium asterum*, *Coleosporium heterothecae* Hedge. & N.R. Hunt (1933).

Царство *Chromista* представлено 4 (16 %) видами збудників із 2 (15 %) родів, 2 (18 %) родин, 2 (22 %) порядків, 1 (33 %) відділу *Oomycota*. За кількістю збудників переважає порядок *Peronosporales*, який представлений 3 (75 %) видами *Phytophthora cactorum*, *Ph. cryptogea*, *Ph. nicotianae* var. *parasitica*, а порядок *Pythiales* представлений видом *Pythium debaryanum*, що становить 25 % від загальної їх кількості, які виявлені у цьому царстві.

Збудники хвороб рослин по-різному реагують на чинники навколишнього середовища, частина з яких стає специфічними чинниками їх передачі або носіями інфекції в часі і просторі. Сукупність чинників і механізмів їх передачі, які забезпечують циркуляцію збудника, а відповідно й існування цієї хвороби в природі, називається шляхом передачі збудника. Для фітопатогенів чинники навколишнього середовища є чужим середовищем, де вони лише зберігаються або за їх допомоги переміщуються. Це одна із найбільш уразливих фаз життєвого циклу збудни-

ків, під час якої відмічається їх масове знищення (гибель). І не випадково застосування системи захисних засобів саме у цю фазу забезпечує максимальний ефект, попереджаючи процес ураження рослин. У зв'язку з цим основу екологічної класифікації інфекційних хвороб рослин, розробленої В.А. Чулкиною (1991), становить життєво важлива, однак водночас і найуразливіша еволюційна тактика виживання збудника – здатність виживати в природі в період зміни індивідуальних особливостей рослин-господарів упродовж сезону або кількох років.

Виділення екологічних груп інфекційних хвороб рослин проведено за основним чинником передачі, оскільки вплив на нього перериває епіфітотичний процес або попереджає масову передачу збудників від джерела інфекції до здорових сприйнятливих рослин-господарів і забезпечує спорадичний прояв хвороби.

Провівши екологічний аналіз за показниками основного чинника передачі патогенної мікофлори *Callistephus chinensis* встановили, що відповідно до екологічної класифікації В.А. Чулкиної (1991) жодний збудник не належить до груп насіннева інфекція та трансмісивна інфекція.

Збудники фітопатогенного комплексу *Callistephus chinensis* належать до двох екологічних груп, серед яких домінує група повітряно-крапельної інфекції – 54,2 % патогенів, а група ґрунтової інфекції – 45,8 % (рис. 3).

Найбільш чисельною екологічною групою є повітряно-крапельна інфекція (13 патогенів,

54,2 %), яка представлена чотирма підгрупами. Підгрупа аерогенна (3 патогени, 11,5 %), характеризується тим, що основним чинником передачі є повітряний потік, представлена збудниками: *Golovinomyces cichoracearum*, *Erysiphe communis*, *Coleosporium asterum*; підгрупа крапельно-повітряна інфекція (3; 11,5 %), основним чинником передачі є повітряний потік і краплі дощу, роси, іншої води, представлена збудниками: *Septoria callistephi*, *Ramularia callistephi*, *Phoma exigua*; підгрупа повітряно-насіннева інфекція (4; 19,7 %), коли крім повітряного потоку передача збудника хвороби відбувається додатково і насінням, представлена: *Alternaria alternata*, *A. petalicolor*, *A. zinniae*; підгрупа крапельно-насіннева інфекція (3; 11,5 %), коли крім повітряно-крапельної передачі, збудник використовує додатково насінневий матеріал – *Phytophthora cactorum*, *Ph. cryptogea*, *Ph. nicotianae* var. *parasitica*.

Екологічна група ґрунтової інфекції (11; 45,8 %) була представлена двома підгрупами: ґрунтово-насіннева інфекція (2; 8,3 %), коли основним чинником передачі збудника із року в рік є ґрунт, додатково насінневий і садивний матеріал, до цієї підгрупи належать збудники: *Pythium debaryanum*, *Botryotinia fuckeliana*, *Sclerotinia sclerotiorum*; ґрунтово-насіннево-повітряна інфекція (9; 37,5 %) – основним чинником передачі є ґрунт, додатковим із року в рік – посівний матеріал, а впродовж сезону – повітряний потік, краплі дощу й роси, ця підгрупа найбільш чисельна і містить таких

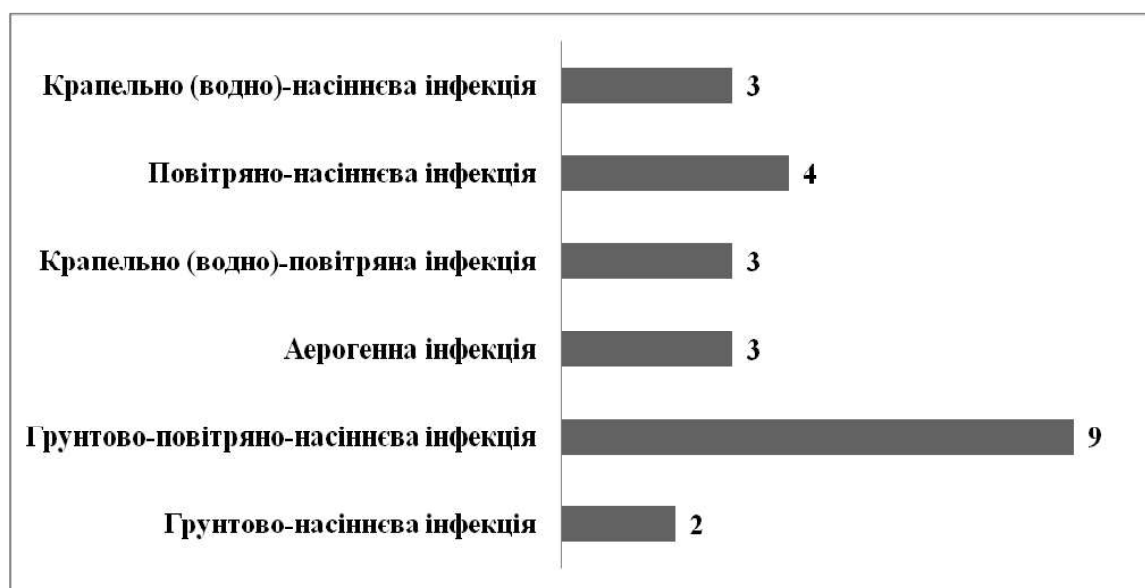


Рис. 3. Розподіл патогенної мікобіоти *Callistephus chinensis* відповідно до екологічної класифікації В.А. Чулкиної (1991), кількість видів.

збудників: *Rhizoctonia solani*, *Gibberella zeae*, *G. avenacea*, *Nectria haematococca*, *Fusarium oxysporum*, *F. oxysporum* f. sp. *callistephi*, *F. culmorum*, *Verticillium albo-atrum*, *V. dahliae*.

Використовуючи основні і допоміжні чинники передачі, збудники продовжують свій життєвий цикл на цій фазі проникнення (вторгнення) у здорові сприйнятливі рослини-господарі, які є заключною ланкою в ряді внутрішніх біологічних чинників епіфітотичного процесу. Отже, розподіл згідно з екологічною класифікацією може бути теоретичною основою для розробки системи засобів захисту з виділенням провідної ланки серед груп, підгруп і окремих інфекцій.

У результаті досліджень мікобіоти *Callistephus chinensis* виявлено 24 види грибів, які належать до 2 еколого-трофічних груп: сапротрофи (29,2 %) та біотрофи (70,8 %). Домінуюче місце у фітопатологічному комплексі *Callistephus chinensis* займають збудники біотрофи, які представлені 17 видами з відділу *Ascomycota* – 11 видів (45,8 %), *Basidiomycota* – 2 (8,3 %) та царства *Chromista* – 4 (16,7 %). Група сапротрофи представлена 7 видами із відділу *Ascomycota*. У еколого-трофічних групах збудників патогенної мікофлори культурфітоценозів *Callistephus chinensis* переважають види відділу *Ascomycota* – 18 видів, що становить 75 % від виявлених.

**Висновки.** У результаті фітопатологічного моніторингу культурфітоценозів урбанізованих екосистем встановлено комплекс мікобіоти *Callistephus chinensis*. 24 види мікроміцетів із 13 родів, 10 родин, 8 порядків, 2 відділів зумовлюють патологічні зміни рослин у вигляді кореневих гнилей, в'янення та різного типу плямистостей, де в'янення та кореневі гнилі проявляються в 5,1 та 4 рази більше ніж плямистості, відповідно. На всіх вегетативних та репродуктивних частинах *Callistephus chinensis* виявлено поширення та розвиток збудників *Botryotinia fuckeliana*, *Fusarium oxysporum*, *Verticillium albo-atrum*, *V. dahliae*; підземних та надземних – *Phytophthora cactorum*; підземних частинах та насінні – *Rhizoctonia solani*; надземних частинах та насінні – *Alternaria zinniae*. За показниками чинника передачі інфекції патогенна мікобіота *Callistephus chinensis* належать до екологічних груп: повітряно-крапельна інфекція (54,2 %), ґрунтова інфекція (45,8 %); за еколого-трофічними властивостями до: біотрофів (70,8 %), сапротрофів (29,2 %).

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Чумак П.Я., Вигера С.М., Ковальчук В.П. Захист рослин від патогенних організмів у ботанічних садах та

парках. Роль ботанічних садів і дендропарків у збереженні та збагаченні біологічного різноманіття урбанізованих територій: матеріали міжнародної наукової конференції (Київ, 28–31 травня 2013 р.) / гол. ред. В.Г. Радченко. Київ: НЦЕБМ НАН України, ПАТ Віпол, 2013. 161 с.

2. Репина М.А. Нефтеуглеводородокисляющие микроорганизмы прибрежных вод юга острова Сахалин: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16. Владивосток, 2009. 19 с.

3. Швецов А.Н., Коновалова Т.Ю. Некоторые тенденции формирования современного состава декоративных растений московской городской агломерации. Научные основы экологии, мелиорации и эстетики ландшафтов. Тула: Изд-во Гриф и К, 2010. С. 170–174.

4. Марченко А.Б. Біоекологічні підходи до управління фітосанітарним станом агробіоценозів *Callistephus chinensis* L. Nees.: монографія. Біла Церква, 2016. 226 с.

5. Коев Г.В., Бухар Б.И., Клешина Л.Г. Болезни и вредители астры однолетней / отв. ред. Н.Н. Балашова. Ботанический сад АН МССР. Кишинев: Штиинца, 1990. 56 с.

6. Павлюк Н.А. Фитопатологический анализ сортов астры китайской *Callistephus chinensis* (L.) Nees. Генетические ресурсы растениеводства Дальнего Востока: материалы Международной научной конференции. Владивосток: ВИР, 2004. С. 489–493.

7. Nečas T., Kobza F. Resistance of Chinese asters (*Callistephus chinensis* Nees.) to Fusarium wilts (*Fusarium oxysporum* f. sp. *callistephi* (Beach) Snyder and Hansen) evaluated using artificial inoculations. Hort. Sci. (Prague). 2008. Vol. 35 (4). P. 151–161.

8. Mullenko W., Majewski T., Ruszkiewicz-Michalska M. Preliminary Checklist of Micromycetes in Poland. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences. 2008. Vol. 9. 752 p.

9. Марченко А.Б. Фузаріозне в'янення айстри однолітньої. Карантин і захист рослин. 2017. № 7–9 (244). С. 17–20.

10. Persiel F., Lein H. Untersuchungen zur Resistenz von Sommerastern, *Callistephus chinensis*, gegen *Fusarium oxysporum* f. sp. *callistephi*. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz. 1989. Vol. 96. P. 47–59.

11. Шевель Л.О. Біологічні особливості рослин калістефусу китайського (*Callistephus chinensis* (L.) Nees) та їх використання в селекційному процесі: автореф. дис. канд. с.-г. наук: 06.01.05. Київ, 2016. 22 с.

12. Острякова Г.В., Карташева Л.М. Конкурентные сорта астры однолетней. Вестник ВГУ. Химия. Биология. Фармация. 2003. № 2. С. 155–159.

13. Методы изучения лесных сообществ / Е.Н. Андреева и др. Санкт-Петербург: НИИ Химии СПбГУ, 2002. 240 с.

14. Федоров Н.И. Лесная фитопатология. Минск: БГТУ, 2004. 462 с.

15. Станчева Й., Роснев Б. Атлас болезней сельскохозяйственных культур. Болезни декоративных и лесных культур. Москва: ПЕНСОФТ, София–Москва, 2005. Том 5. 247 с.

16. Трейвас Л.Ю. Болезни и вредители роз: атлас-определятель. Москва: ЗАО Фитон+, 2009. 128 с.

17. Грибы: справочник миколога и грибника / уклад.: Дудка И.А., Вассер С.П. Киев: Наукова думка, 1987. 534 с.

18. Index Fungorum. URL: <http://www.in-dexfungorum.org>.

19. Методика проведення експертизи сортів рослин групи декоративних, ефіроолійних, лікарських, лісових на придатність до поширення в Україні (ПСП) / за ред. Ткачик С.О. Вінниця, 2016, 75 с. URL: <http://sops.gov.ua/upload/files/metodiki/psp/4.pdf>.

20. Чулкина В.А. Биологические основы эпифитологии. Москва, 1991. 284 с.

#### REFERENCES

1. Chumak, P.Ja., Vygera, S.M., Koval'chuk, V.P. (2013). Zahyst roslyn vid patogennyh organizmiv u botanichnyh sadah ta parkah. Rol' botanichnyh sadiv i dendroparkiv u zberezheni ta zbagachenni biologichnogo riznomanittja urbanizovanyh terytorij: materialy mizhnarodno' naukovo' konferencii' (Kyiv, 28–31 travnja 2013 r.) [Protection of plants from pathogenic organisms in botanical gardens and parks. The role of botanical gardens and arboreturns in the preservation and enrichment of biological diversity of urban areas: materials of the international scientific conference (Kyiv, May 28-31, 2013)]. Kyiv, NCEBM NAS of Ukraine, PAT Vipol, 161 p.

2. Repina, M.A. (2009). Neftueglevodородокisljajushhie mikroorganizmy pribrezhnyh vod juga ostrova Sahalin: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk: 03.00.16 [Oil-hydrocarbon-oxidizing microorganisms of coastal waters in the south of Sakhalin Island: author. dis. Cand. of biol. Sciences: 03.00.16]. Vladivostok, 19 p.

3. Shvecov, A.N., Konovalova, T.Ju. (2010). Nekotorye tendencii formirovaniya sovremennogo sostava dekorativnyh rastenij moskovskoj gorodskoj aglomeracii [Some trends in the formation of the modern composition of ornamental plants in the Moscow urban agglomeration]. Nauchnye osnovy jekologii, melioracii i jestetiki landshaftov [Scientific foundations of ecology, reclamation and landscape aesthetics]. Tula, Publishing house Grif and K, pp. 170–174.

4. Marchenko, A.B. (2016). Bioekologichni pidhody do upravlinnja fitosanitarnym stanom agrobiocenoziv Callistephus chinensis L. Nees.: monografija [Bioecological approaches to phytosanitary management of agrobiocenoses of Callistephus chinensis L. Nees.]. Bila Tserkva, 226 p.

5. Koev, G.V., Buhar, B.I., Kleshnina, L.G. (1990). Bolezni i vrediteli astrы odnoletnej / otv. red. N.N. Balashova [Diseases and pests of the annual aster]. Botanicheskij sad AN MSSR [Botanical Garden of the Academy of Sciences of the MSSR]. Kishinev, Shtiinca, 56 p.

6. Pavljuk, N.A. (2004). Fitopatologicheskij analiz sortov astrы kitajskoj Callistephus chinensis (L.) Nees [Phytopathological analysis of varieties of Chinese aster Callistephus chinensis (L.) Nees]. Geneticheskie resursy rastenievodstva Dal'nego Vostoka: materialy Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii [Genetic resources of plant growing of the Far East: materials of the International scientific conference]. Vladivostok, VIR, pp. 489–493.

7. Nečas, T., Kobza, F. (2008). Resistance of Chinese asters (*Callistephus chinensis* Nees.) to Fusarium wilts (*Fusarium oxysporum* f. sp. *callistephi* (Beach) Snyder and Hansen) evaluated using artificial inoculations. Hort. Sci. (Prague). Vol. 35 (4), pp. 151–161.

8. Mulenko, W., Majewski, T., Ruskiewicz-Michalska, M. (2008). Preliminary Checklist of Micromycetes in Poland. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences. Vol. 9, 752 p.

9. Marchenko, A.B. (2017). Fuzariozne v'janennja ajstry odnorichnoi' [Fusarium wilt of annual aster]. Karantyn i zahyst roslyn [Quarantine and plant protection], no. 7–9 (244), pp. 17–20.

10. Persiel, F., Lein, H. (1989). Untersuchungen zur Resistenz von Sommerastern, *Callistephus chinensis*, gegen *Fusarium oxysporum* f. sp. *callistephi*. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz. Vol. 96, pp. 47–59.

11. Shevel', L.O. (2016). Biologichni osoblyvosti roslyn kalistefusu kytajskogo (*Callistephus chinensis* (L.) Nees) ta i'h vykorystannja v selekciynomu procesi: avtoref. dys.. kand. s.-g. nauk: 06.01.05. [Biological features of Chinese *Callistephus chinensis* (L.) Nees plants and their use in the selection process: author's ref. dis. Cand. of Agricultural Science: 06.01.05]. Kyiv, 22 p.

12. Ostrjakova, G.V., Kartasheva, L.M. (2003). Konkurentnye sorta astrы odnoletnej [Competitive varieties of annual aster]. Vestnik VGU. Himija. Biologija. Farmacija [VGU Bulletin. Chemistry. Biology. Pharmacy], no. 2, pp. 155–159.

13. Andreeva, E.N., Bakkal, I.Ju., Gorshkov, V.V., Ljanzuzova, I.V., Maznaja, E.A., Neshataev, V.Ju., Neshataeva, V.Ju., Stavrova, N.I., Jarmishko, V.T., Jarmishko, M.A. (2002). Metody izuchenija lesnyh soobshhestv [Methods for studying forest communities]. Sankt-Peterburg Research Institute of Chemistry, St. Petersburg State University, 240 p.

14. Fedorov, N.I. (2004). Lesnaja fitopatologija [Forest phytopathology]. Minsk, BGTU, 462 p.

15. Stancheva, J., Rosnev, B. (2005). Atlas boleznj sel'skohozjajstvennyh kul'tur [Atlas of Crop Diseases]. Bolezni dekorativnyh i lesnyh kul'tur [Diseases of ornamental and forest crops]. Moscow, PENSOFT, Sofia-Moscow, Vol. 5, 247 p.

16. Trejvas, L.Ju. (2009). Bolezni i vrediteli roz: atlas-opredelitel' [Diseases and pests of roses: an atlas-guide]. Moscow, ZAO Fiton+, 128 p.

17. Dudka, I.A., Vasser, S.P. (1987). Griby: spravochnik mikologa i gribnika [Mushrooms: a guide to the mycologist and mushroom picker]. Kyiv, Scientific thought, 534 p.

18. Index Fungorum. Available at: <http://www.indexfungorum.org>.

19. Tkachyk, S.O. (2016). Metodyka provedennja ekspertyzy sortiv roslyn grupy dekorativnyh, efiroolijnyh, likars'kyh, lisovyh na prydatnist' do poshyrennja v Ukraїni (PSP) [Methods of examination of plant varieties of ornamental, essential oil, medicinal, forest for suitability for distribution in Ukraine (PSP)]. Vinnytsia, 75 p. Available at: <http://sops.gov.ua/upload/files/metodiki/psp/4.pdf>.

20. Chulkin, V.A. (1991). Biologicheskie osnovy jepifitologii [Biological bases of epiphytology]. Moscow, 284 p.

**Биоэкологические особенности формирования патогенной микобиоты цветочно-декоративных растений (на примере *Callistephus chinensis* (L.) Nees) в структуре озеленения урбозкосистем**

**Марченко А.Б., Крупа Н.Н., Масальский В.П., Олешко А.Г., Роговский С.В., Жихарева К.В.**

Проведено оцінювання фітопатологічного стану груп калістефуса китайського в урбанізованих екосистемах лесостепної зони і встановлено

видовой состав патогенной микобиоты, как основные природные причины нарушений комплексной зеленой зоны и композиционной целостности цветочных культур фитоценозов, которые интенсивно проявляются вследствие негативного воздействия антропогенной нагрузки. Уточнено видовой состав и проведено таксономическое оценивание патоконспекса, где царство Fungi занимает доминирующее место и представлено 20 (84 %) видами возбудителей из 11 (85 %) родов, 9 (82 %) семей, 7 (78 %) порядков, 2 (67 %) отделов, где преимущество имеет отдел Ascomycota, который представлен 18 (90 %) видами, а по количеству видов преобладают порядки Dothideales (6 видов, 26 %) и Hypocreales (5 видов, 21,7 %). Установлено экологические ниши основных патогенов калистефуса китайского: микромицет *Botryotinia fuckeliana* (de Bary) Whetzel., *Fusarium oxysporum* Schldl. (1824), *Verticillium albo-atrum* Reinke & Berthold. *V.dahliae* Kleb. обнаружены на всех вегетативных и репродуктивных органах; *Phytophthora cactorum* J. Schröt. (1886) – подземных и надземных; *Rhizoctonia solani* J.G. Kühn (1858) – подземных частях и семенах; *Alternaria zinniae* M.B. Ellis (1972) – надземных частях и семенах. В фитопатогенном комплексе подземных органов доминирующее место имеет фузариозная корневая гниль, вызванная возбудителями *Fusarium oxysporum*, *F.culmorum* (Wm.G. Sm.) Sacc. (1895), *Gibberella zeae* (Schwein.) Petch, *G. avenacea* R.J. Cooke, *Haematonectria haematococca* (Berk. & Broome) Samuels & Rossman со среднегодовыми показателями распространения в пределах от 5 до 89 %. Среднегодовое распространение фузариозного увядания калистефуса китайского, обусловленное возбудителями *Fusarium oxysporum*, *F. oxysporum* f. *callistephi* W.C. Snyder & H.N. Hansen, составило 40,9 %. Патогенная микобиота по показателям фактора передачи инфекции относится к экологическим группам: воздушно-капельной инфекции (54,2 %), почвенной инфекции (45,8 %); по эколого-трофическим свойствам к биотрофам (70,8 %), сапротрофам (29,2 %).

**Ключевые слова:** урбоэкосистема, цветочно-декоративные растения, микобиоты, фитопатогенный комплекс, *Callistephus chinensis* (L.) Nees, *Fusarium oxysporum* Schlecht., экологические группы.

### Bioecological features of pathogenic mycobiota formation in flower and decorative plants (on the example of *Callistephus chinensis* (L.) Nees) urban ecosystems greening

Marchenko A., Krupa N., Masalsky V., Oleshko O., Rohovsky S., Zhykharieva K.

The phytopathological condition of Chinese calistephus groups in urbanized ecosystems of the forest-steppe zone was assessed and the species composition of pathogenic mycobiota was established as the main natural causes of violations of the complex green zone and compositional integrity of flower crops phyto-cenoses. The species composition was specified and a taxonomic assessment of the pathocomplex was carried out, where the kingdom of Fungi occupies a dominant place and is represented by 20 (84 %) species of pathogens from 11 (85 %) genera, 9 (82 %) families, 7 (78 %) orders, 2 (67 %) divisions, where Ascomycota has an advantage, which is represented by 18 (90 %) species, and the number of species is dominated by the orders Dothideales (6 species, 26 %) and Hypocreales (5 species, 21.7 %). Ecological niches of the main pathogens of Chinese calistephus were established: micromycetes *Botryotinia fuckeliana* (de Bary) Whetzel., *Fusarium oxysporum* Schldl. (1824), *Verticillium albo-atrum* Reinke & Berthold. *V.dahliae* Kleb. detected on all vegetative and reproductive organs; *Phytophthora cactorum* J. Schröt. (1886) – underground and aboveground; *Rhizoctonia solani* J.G. Kühn (1858) – underground parts and seeds, *Alternaria zinniae* M.B. Ellis (1972) – aboveground parts and seeds. In the phytopathogenic complex of underground organs the dominant place is fusarium root rot caused by *Fusarium oxysporum*, *F.culmorum* (Wm.G. Sm.) Sacc. (1895), *Gibberella zeae* (Schwein.) Petch, *G. avenacea* R.J. Cooke, *Haematonectria haematococca* (Berk. & Broome) Samuels & Rossman with average annual prevalence ranging from 5 to 89 %. The average annual prevalence of fusarium wilt of Chinese calistephus caused by *Fusarium oxysporum*, *F. oxysporum* f. *callistephi* W.C. Snyder & H.N. Hansen was 40.9 %. Pathogenic mycobiota according to the indicators of infection transmission factor belongs to the following ecological groups: airborne infection (54.2 %), soil infection (45.8 %); according to ecological and trophic properties they can be classified as biotrophs (70.8 %) and saprotrophs (29.2 %).

**Key words:** urban ecosystem, flower-ornamental plants, mycobiota, phytopathogenic complex, *Callistephus chinensis* (L.) Nees, *Fusarium oxysporum* Schlecht., Ecological groups.



Copyright: Марченко А.Б. та ін. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.




Марченко А.Б.  
Крупа Н.М.  
Масальський В.П.  
Олешко О.Г.  
Роговський С.В.  
Жихарева К.В.

ID: <https://orcid.org/0000-0002-1753-7782>  
ID: <https://orcid.org/0000-0002-5299-3580>  
ID: <https://orcid.org/0000-0001-8001-2631>  
ID: <https://orcid.org/>  
ID: <https://orcid.org/0000-0001-6600-3974>  
ID: <https://orcid.org/0000-0001-8705-0630>

УДК: 634.83:632.931.2:632.542.

## Ефективність технологічних прийомів контролю присутності осоту рожевого та сивого серед промислових насаджень винограду

Минкін М.В. , Минкіна Г.О. *ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет»* Минкіна Г.О. E-mail: an.mynkina@ukr.net

Минкін М.В., Минкіна Г.О. Ефективність технологічних прийомів контролю присутності осоту рожевого та сивого серед промислових насаджень винограду. Збірник наукових праць «Агробіологія», 2020. № 2. С. 107–114.

Mynkin M.V., Mynkina G.O. Efektyvnist' tehnologichnyh pryjomiv kontrolju prysutnosti osotu rozhevogo ta syvogo sered promyslovyh nasadzen' vynogradu. Zbirnyk naukovykh prac' «Agrobiologija», 2020. no. 2, pp. 107–114.

Рукопис отримано: 02.10.2020 р.

Прийнято: 16.10.2020 р.

Затверджено до друку: 24.11.2020 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2020-161-2-107-114

Метою дослідження було проведення об'єктивного аналізу ефективності технологічних прийомів контролю розвитку осоту рожевого та сивого серед промислових насаджень винограду, враховуючи їх особливості та сучасні заходи боротьби.

Обліки чисельності та розвитку бур'янів, проведені в кінці фази росту пагонів винограду на ділянках, ґрунт яких утримувався у стані чорного пару, довели, що частота поширення рослин осоту рожевого та сивого у складі різних біолого-ценотичних угруповань досягала 53,1–57,4 % з середньою чисельністю 3,4–3,7 шт./м<sup>2</sup>, які розвивалися віссю ряду кущів та захисної смуги. Вирощування в міжряддях винограду проміжних культур, озимого жита і щавлю кислого зумовлює якісні та кількісні зміни у формуванні видового складу, чисельності і розвитку бур'янів, зокрема багаторічних – осоту рожевого та сивого. У секторах міжрядь, вільних від проміжних культур, віссю ряду кущів та захисної смуги розвиток осоту рожевого та сивого суттєво не відрізняються від аналогічних процесів на ділянці, що утримувалася постійно у стані чорного пару.

Встановлено, що традиційні прийоми контролю малоефективні, оскільки не забезпечують повного видалення бур'янів, потребують великих витрат матеріальних та фінансових ресурсів. Найбільш перспективним для скорочення витрат та досягнення максимальної ефективності в боротьбі з осотом рожевим та сивим є комплексне застосування агротехнічних, фітоценологічних та хімічних заходів, з обов'язковим урахуванням біологічних особливостей розвитку бур'яну.

**Ключові слова:** сегетальна рослинність, забур'яненість, гербіциди, аналіз ефективності технологічних прийомів, озиме жито, щавель кислий, прийоми культивування насаджень, осот рожевий, осот сивий.

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** В історії землеробства проблема пошуку ефективних прийомів регулювання чисельності бур'янів завжди була однією з найбільш актуальних, ніколи не припинялася і продовжується донині. Першим та найбільш раціональним винаходом був перехід від ручної праці до застосування тягових зусиль тварин у процесі обробітку ґрунту і регулювання чисельності бур'янів. Згодом для практики землеробства було запропоновано плуг, широким застосуванням якого дало змогу більш ефективно контролювати розвиток та зменши-

ти шкоду багаторічних бур'янів. Сьогодні ведеться пошук нових технологічних прийомів контролю чисельності бур'янів, особливо багаторічних, які були б високоефективними та маловитратними [18, 19].

Промислові насадження винограду створюються впродовж 4–5 років, а культивуються на одному місці 25–30 і більше років. За цей час серед насаджень винограду формується специфічна сегетальна рослинність, для контролю якої застосовують певні прийоми, виконання яких зумовлює великі витрати фінансових та матеріальних ресурсів, негативно впливаючи

на ефективність виноградарства. Нині, в умовах погіршення економічного стану промислової культури винограду, догляд за насадженнями проводиться зі значними технологічними порушеннями, що призвело до росту забур'яненості насаджень, особливо багаторічними видами. Останні досить успішно конкурують з виноградними кущами за елементи живлення, воду та сонячну енергію. Багаторічні бур'яни є проміжними господарями для ряду хвороб або додатковим джерелом живлення для деяких шкідників. Велика чисельність багаторічних бур'янів ускладнює обробіток ґрунту, суттєво збільшує витрати енергії та зменшує продуктивність праці під час виконання прийомів контролю.

Видовий склад багаторічних бур'янів, що засмічують виноградники, включає коренепаросткові, кореневищні, повзучі, стержнекореневі, гронакореневі та цибулинні. Усі вони представлені серед виноградників різною кількістю видів та займають свою, чітко визначену нішу. Багаторічники включають майже 260 видів, серед яких є декоративні рослини, медоносні, однак є і обтяжливі бур'яни. Особливо великою видовою різноманітністю виділяється група коренепаросткових бур'янів, типовим представником якої є осот, який за будовою кореневої системи відрізняється високою експансією та стійкістю до спеціально спрямованих заходів боротьби з ним [1, 5, 8]. Засмічують виноградники дві близькі між собою за біологією та морфологічними ознаками рослини: осот рожевий (*Cirsium arvense*) і осот сивий (*Cirsium incanum* Fisch). Осот сивий та рожевий розповсюджені серед багатьох сільськогосподарських культур, які відрізняються будовою та розвитком кореневої системи, частково фенологією, а також реакцією на прийоми контролю їх присутності серед багаторічних насаджень. Незважаючи на біологічні та морфологічні особливості осотів рожевого та сивого, це не заважає їх сумісному розвитку і бути винятково висококонкурентними та шкодочинними для насаджень винограду [1, 5, 10, 12]. Сніговий В.С., Малярчук М.П., Сіденко В.П., стверджують, що для формування 3–4 т/га зеленої маси осоти виносять з ґрунту 70–80 кг азоту, 50–55 кг фосфору, 80–85 кг калію і приблизно 2400–3200 м<sup>3</sup> запасів вологи ґрунту, яких було б достатньо для одержання 8–9 т/га урожаю ягід винограду високої якості [8]. Глибоке проникнення кореневої системи осоту рожевого в ґрунт та наявність великої кількості бруньок на ній, на думку Макодзєби І.О., Фісюнова О.В., Цикова В.С., ускладнюють застосування традиційних прийомів

контролю за розвитком осоту рожевого, суттєво зменшують їх ефективність. Більш вразливий до механічного знищення осот сивий, однак для цього необхідно проводити глибоку оранку, виконання якої на виноградниках досить витратне, крім цього може пошкодити значну частину коренів винограду, а ефективність її в зменшенні чисельності бур'яну не перевищує 7–10 % [10].

Отже, вивчення впливу технологічних прийомів контролю присутності осоту рожевого та сивого серед промислових насаджень винограду в умовах Півдня України є актуальним питанням, яке потребує подальшого наукового обґрунтування.

**Метою дослідження** є проведення об'єктивного аналізу ефективності технологічних прийомів контролю розвитку осоту рожевого та сивого серед промислових насаджень винограду, враховуючи їх особливості та сучасні заходи боротьби.

**Матеріал і методи дослідження.** Вивчення особливостей розвитку та формування чисельності рослин осоту рожевого залежно від прийомів регулювання чисельності та розвитку бур'янів проводили у ДП ДАФ ім. Солодихіна (м. Н. Каховка, Херсонської обл.) на насадженнях сорту Біанка, закладених за схемою 3х1,25 м. Формування рослин дослідної ділянки штаббовий двоплечий кордон з висотою штаббів 1,2 м. Вивчення динаміки формування чисельності та маси осоту рожевого на виноградниках проводили на ділянках з утриманням ґрунту за технологією під чорним паром (контроль) та посівів озимого жита і щавлю кислого з періодичним їх підкошуванням. Вирощену зелену масу проміжних культур (озимого жита та щавлю кислого) залишали на поверхні ґрунту як мульчі.

Навантаження кущів пагонами на всіх варіантах досліду становило 90–95 тисяч штук, або 34–37 пагонів на кущ. Обліки розвитку кущів кожного варіанта проводили на 60 рослинах. Площа елементарної ділянки – 0,03 га. Повторність дослідів трикратна. ґрунт дослідної ділянки, як і всього масиву багаторічних насаджень господарства, супіщаний чорнозем з умістом органічної речовини у 0–100 см шарі 0,4–0,6 %. Об'ємна маса ґрунту 1,4–1,45 г/см<sup>3</sup>, найменша вологоємність – 17,1 %. Тип водного режиму – непромивний, поповнення водних запасів формується переважно впродовж осінньо-зимового періоду. За останні 30 років ділянка була зайнята виключно насадженнями винограду.

Методи дослідження: польовий, аналітичний, розрахунково-порівняльний, математичної статистики.

### Результати дослідження та обговорення.

Дослідженнями встановлено, що засмічують насадження винограду дві близькі між собою за біологією та морфологічними ознаками рослини: осот рожевий (*Cirsium arvense*) і осот сивий (*Cirsium incanum* Fisch), співвідношення між якими становить 1:3. Осот сивий виділяється сильним білоповстистим опушенням листків і стебел. Рослини осоту рожевого майже голі або мають опушення слабопавутинистого характеру. Крім зовнішніх морфологічних ознак, ці два види різняться між собою будовою та переважним розвитком кореневої системи. В осоту рожевого глибина проникнення кореневої системи досягає 4–6 м, а на ділянках з неглибоким заляганням ґрунтових вод за 30–50 см не досягає їх рівня. Основна маса коренів осоту сивого переважно розвивається в 30–50 см шарі ґрунту [6].

Початкове проникнення осоту рожевого та сивого на виноградники забезпечує насіння, а надалі забур'яненість поширюється надзвичайно швидкими темпами завдяки брунькам, що формуються на горизонтальних коренях. Попри біологічні особливості росту та розвитку осотів рожевого та сивого, будову їх кореневої системи, вони часто створюють моновидове угруповання, звідки витісняються всі інші види синузії бур'янів, досить успішно конкурують з виноградними кущами та багатьма видами фітоценозу бур'янів за вологу та поживні речовини. Регулятором появи сходів більшості бур'янів серед виноградників, особливо осотів, є температурний режим ґрунту. Упродовж календарного року на виноградниках, з утриманням ґрунту в стані чорного пару, умовно виділяють три періоди формування сегетальних угруповань з участю осотів: 1) весняний, після переходу температури через +5 °С; 2) у період активної вегетації кущів винограду; 3) осінньо-зимовий, що починається після збору врожаю ягід, включає зимовий період і продовжується до переходу температури по-

вітря через позначку +5 °С весною. Зазначені періоди відрізняються екологічними (термінами, тепловим та водним режимом, сонячною інсоляцією та ін.) та фітоценотичними умовами (відсутністю конкуренції з боку винограду, незначним затіненням). За цих об'єктивних обставин формуються різні за видовим складом та чисельністю угруповання бур'янів, так звані хроносинузії. Сприяє такому розвитку сегетальної рослинності відсутність відповідних прийомів контролю забур'яненості насаджень впродовж цього часу, завдяки чому формується велика чисельність бур'янів у терміни від закінчення вегетації кущів попереднього року до початку фази росту пагонів винограду весною наступного року (табл. 1).

Щорічно на початковому етапі розвитку винограду склад біолого-ценотичних угруповань бур'янів містить багато видів, у середовищі яких частка багаторічних рослин коливається в межах 19,7–28,2 % залежно від строків культивування насаджень, запасів вегетативних органів розмноження та технологічних прийомів контролю чисельності і розвитку сегетальної рослинності. Крім цього, чисельність і терміни розвитку багаторічних бур'янів залежать від умов навколишнього середовища, зокрема водного і теплового режимів, надходження сонячної енергії.

Сходи осоту рожевого та сивого на виноградниках, за задовільних водного і теплового режимів, з'являються восени, навесні, а також упродовж літнього періоду вегетації. Пізні осінні сходи осотів розвиваються до фази 2–3 листків, а з настанням морозів гинуть. Більшу стійкість до несприятливих умов зимівлі мають серпневі сходи осоту, особливо якщо вони розвивалися за задовільних водного і теплового режимів. Навесні перші сходи осоту рожевого та сивого з'являються з насіння, зумовленого високою температурою верхнього 0–3 см шару ґрунту з чисельністю 9–12 шт./м<sup>2</sup>. За календарними строками, поява сходів із

Таблиця 1 – Біолого-ценотичні угруповання синузії бур'янів початкового етапу розвитку винограду, залежно від прийомів контролю присутності сегетальної рослинності (фаза сокорух винограду, % до чисельності видів біолого-фітоценотичного угруповання), ДП ДАФ ім. Солодухіна, сорт Біанка

Прийоми контролю забур'яненості насаджень	Біологічні угруповання бур'янів					
	1	2	3	4	5	6
хіміко-механічні, контроль	28,3	31,6	-	9,3	11,1	19,7
виросування щавлю у міжряддях винограду	22,1	15,4	-	17,8	16,5	28,2
виросування озимого жита в міжряддях винограду	15,4	17,3	-	20,7	19,0	27,6

Примітка: 1–ефемери; 2–ранні ярові; 3–пізні ярові; 4–зимуочі; 5–факультативні та дійсні дворічники; 6–багаторічники.

насіння осотів рожевого та сивого, наступне формування розеток листя співпадає з фазою сокорух винограду. У зв'язку з нестійкими погодними умовами цього періоду, осоти рожевий і сивий, утворивши розетку з листя діаметром 2–3 см, ростуть та розвиваються дуже повільно.

Наступне видалення зрізаних пагонів із міжрядь винограднику, перший обробіток ґрунту та застосування гербіциду раундап локально віссю ряду кущів, поряд з іншими видами бур'янів, знищує майже всі молоді рослини осоту рожевого та сивого, що розпочали розвиток з насіння. Нові сходи осоту рожевого і сивого з бруньок багаторічних кореневищ розпочинаються значно пізніше, після досягнення температури 8–10 °С на глибині 20–30 см, і найбільш часто спостерігаються у кінці третьої декади квітня або в першій декаді травня, що майже співпадає з початком фази росту пагонів винограду. Запізнення з початком розвитку бруньок з кореневищ осотів виключає фітотоксичний вплив унесеного гербіциду, внаслідок чого ці рослини визначають їх чисельність в угрупованні бур'янів, потенційну шкодочинність.

На початковому етапі розвиток, формування багатоярусних розеток осоту рожевого і сивого відбуваються повільно, однак згодом з покращенням та стабілізацією теплового режиму значно прискорюються, що сприяє інтенсивному формуванню надземної вегетативної маси рослин. Початок інтенсивного росту і розвитку осоту рожевого і сивого співпадає з початком фази росту ягід винограду і продовжується до кінця дозрівання урожаю, а часто і після його збору. Інтенсивному росту і розвитку осотів сприяє також відсутність бур'янів, або їх незначна чисельність, що зменшує конкуренцію за мінеральні ресурси, вологу, сонячну енергію.

Обліки чисельності та розвитку бур'янів, проведені в кінці фази росту пагонів винограду на ділянках, ґрунт яких утримувався у стані чорного пару, довели, що частота поширен-

ня рослин осоту рожевого та сивого у складі різних біолого-ценотичних угруповань досягла 53,1–57,4 % з середньою чисельністю 3,4–3,7 шт./м<sup>2</sup>, які розвивали віссю ряду кущів та захисної смуги.

За межами цього сектора, чисельність рослин осоту рожевого та сивого не перевищувала 1–2 шт./м<sup>2</sup>, пригнічених у розвитку, внаслідок регулярного механічного знищення розеток у процесі обробітку ґрунту цього сектора міжрядь. Різниця в чисельності рослин осоту рожевого та сивого зумовлена також різною глибиною обробітку ґрунту, меншою в секторі осі ряду кущів і більш глибокою за його межами. Умови, що складаються в різних секторах міжрядь, змінюють частоту поширення осотів рожевого та сивого. Віссю ряду кущів та захисної смуги чисельно і за своїм розвитком переважали рослини осоту рожевого. Частота поширення рослин осоту сивого не перевищувала 23–27 % з чисельністю 1–2 шт./м<sup>2</sup> у вигляді розеток з 3–5 листків, пригнічених у розвитку (табл. 2).

Менша чисельність осоту сивого, пригнічений його розвиток зумовлені переважним розвитком кореневої системи в сильно ущільненому горизонті 0–30 см, швидким формуванням дефіциту вологи в цьому шарі ґрунту, загостренням конкуренції за вологоспоживання з боку винограду та інших видів угруповання бур'янів. Осот рожевий краще адаптований до несприятливих умов вегетації серед винограду, тому розвивається більш інтенсивно, і вже всередині фази росту ягід формує стебло висотою 35–40 см, а до кінця фази воно збільшується до 60–75 см. За середньої чисельності осоту рожевого в межах 2,5–2,7 шт./м<sup>2</sup> упродовж фази росту-дозрівання ягід його вегетативна маса досягає 250–270 г/м<sup>2</sup>.

Загальну тенденцію розвитку осоту рожевого, росту його чисельності у другій половині вегетації визначають умови вологості ґрунту. За достатніх запасів вологи чисельність рослин осоту збільшується завдяки сходом з насіння та бруньок підземних кореневищ.

Таблиця 2 – Динаміка чисельності бур'янів/осоту на промислових насадженнях винограду, залежно від технологічних прийомів контролю їх розвитку (ДП ДАФ ім. Солодухіна, сорт Біанка)

Технологічні прийоми контролю забур'яненості	Динаміка чисельності бур'янів/осоту, шт/м <sup>2</sup>					Середня чисельність бур'янів/осоту, шт/м <sup>2</sup>
	фази вегетації винограду					
	1	2, 3	4	5	6	
хіміко-механічні	42,6/3,7	16,2/2,9	12,6/2,7	8,3/2,5	23,1/2,8	23,9/2,7
виращування шавлю кислого	51,2/3,4	48,3/5,5	27,5/3,6	20,7/3,4	31,4/3,3	37,8 /3,8
виращування озимого жита	27,4/2,9	49,5/2,1	31,5/2,0	18,5/2,3	27,2/2,3	31,0/2,3

Вирощування в міжряддях винограду проміжних культур, озимого жита і щавлю кислого зумовлює якісні та кількісні зміни у формуванні видового складу, чисельності і розвитку бур'янів, зокрема багаторічних – осоту рожевого та сивого. У секторах міжрядь, вільних від проміжних культур, віссю ряду кущів та захисної смуги розвиток осоту рожевого та сивого суттєво не відрізняються від аналогічних процесів на ділянці, що утримувалася постійно у стані чорного пару. Зміна чисельності, інтенсивності розвитку та формування вегетативної маси рослин осотів, їх дольова участь у формуванні загальної забур'яненості спостерігалися лише в межах локальної площі, зайнятої проміжними культурами. Залежно від біологічних особливостей вирощуваних проміжних культур, їх вплив на формування чисельності, розвиток осоту рожевого та сивого відрізнялися за часом і наслідками.

Щавель кислий у першу половину року після посіву розвивається та нарощує вегетативну масу листя дуже повільно, а тому суттєвого впливу на розвиток сходів з насіння осоту рожевого та сивого у цей час майже не виявляє. Сприяє цьому і режим обробітку ґрунту ділянки, його тимчасова відсутність. Завдяки цьому осоти рожевий і сивий на початковому етапі сумісної вегетації збільшують свою чисельність, успішно конкуруючи зі щавлем кислим, часто випереджають його в розвитку. Інтенсивне наростання маси листя щавлю кислого, формування його значної площі розпочинається в другій половині вегетації винограду, однак гострий дефіцит вологи ґрунту негативно позначається на рослинах, що обмежує його вплив на ріст, розвиток та формування вегетативної маси осоту рожевого і сивого. Водночас гострий дефіцит вологи пригнічує розвиток та формування вегетативної маси осотів. На другому та третьому роках вегетації щавель кислий починає свій розвиток майже зі стійким переходом температури через 0 °С, суттєво випереджаючи та пригнічуючи у рості розвитку сходів осотів з насіння. Наступне суцільне покриття поверхні ґрунту листям щавлю кислого, яке складається наприкінці другої декади березня, погіршує тепловий режим поверхневого шару ґрунту, внаслідок чого терміни появи сходів осоту рожевого та сивого з насіння зміщуються в середньому на 5–7 діб. Під покровом листя щавлю кислого, розетки осотів з 2–3 листками досягають діаметра 1–2 см і згодом гинуть.

Зміна теплового режиму ґрунту під покровом листя щавлю кислого зміщує також і строки появи сходів осотів з бруньок кореневищ у

середньому на 3–5 діб. Наступне формування та розвиток листя розеток осотів проходить в умовах гострого дефіциту сонячної енергії, що значно обмежує збільшення площі листя та вегетативної маси рослин. У такому стані рослини осоту рожевого та сивого перебувають упродовж 15–20 діб, залежно від розвитку рослин щавлю кислого, формування його вегетативної маси, придатної для підкошування. Щороку перше підкошування вегетативної маси щавлю кислого найчастіше співпадає з початком фази росту ягід винограду. Висота зрізу дає змогу слабко розвиненим розеткам осотів уникнути травмування, водночас прийом покращує їм умови енергетичного забезпечення, майже повністю усуває конкуренцію за вологу та мінеральні ресурси з боку інших видів угруповання бур'янів. Формування нової площі листя щавлю кислого продовжується до 20–25 діб, тому майже не перешкоджає відновленню росту та розвитку рослин осотів, збільшенню їх висоти та маси. За час формування площі листя щавлю кислого рослини осоту рожевого у кілька разів збільшують площу листя розеток, утворюють стебло висотою до 30–35 см і суцвіття. Упродовж цього періоду з бруньок підземних кореневищ з'являються нові сходи осотів, переважно рожевого, збільшуючи популяцію виду, в межах якої пригнічується розвиток щавлю кислого, витісняються інші види бур'янів. Особливо інтенсивно наростає чисельність осотів у місцях випадів щавлю кислого, його пригніченого розвитку. З черговим підкошуванням приросту маси щавлю кислого, яке проводять у другій половині фази росту ягід, видаляють і рослини осоту рожевого та сивого. Неушкоджені розетки листя осотів, що залишилися після проведення підкошування, не здатні до фотосинтезу внаслідок їх знебарвлення та значної втрати вологи. Продовжують вегетацію лише сходи осоту рожевого з бруньок кореневищ, що розпочали розвиток до проведення прийому, однак інтенсивний розвиток стримується дефіцитом сонячної енергії, що складається під покриттям скошеної маси щавлю, загостренням режиму вологозабезпечення.

Короткі строки вегетації осотів між черговими підкошуваннями виснажують їх, унаслідок чого гинуть сходи рослин з насіння, пригнічується розвиток бруньок з багаторічних кореневищ. Сприяє цьому і формування гострого дефіциту вологи, що складається у цей період вегетації. Сумісний вплив чинників зумовлює тенденцію до зменшення чисельності осотів, пригнічення їх в розвитку, зменшення насінневої продуктивності. Особливо інтен-

сивно ці процеси перебігають на другому-третьому році вирощування щавлю кислого серед насаджень винограду.

Умови розвитку осоту рожевого та сивого у середовищі озимого жита залежать від багатьох чинників – строків сівби, запасів вологи в ґрунті, температурного режиму, щільності та розвитку рослин. За оптимальних умов середовища насіння озимого жита дає сходи через 6–8 діб після сівби. Восени сходи осоту рожевого і сивого з'являються переважно з насіння, а в середовищі озимого жита починають розвиток пізніше – в середньому на 3–5 діб і формують розетку з 2–3 листками діаметром 1–3 см та чисельністю 3,1–2,9 шт./м<sup>2</sup>. Подальший розвиток сходів осотів визначається станом озимого жита. За наявності 600–650 шт./м<sup>2</sup> добре розвинутих рослин озимого жита в їх середовищі інтенсивність потоку сонячної енергії зменшується до мінімальних значень, унаслідок чого сходи осотів зупиняються в рості, а зимою гинуть. За меншої щільності стояння рослин озимого жита або їх пригніченого стану умови вегетації значної частини сходів осотів суттєво покращуються, унаслідок чого площа листя розеток збільшується, зростає маса коренів, глибина їх проникнення в ґрунт. Більшість таких рослин задовільно переносять несприятливі умови зимівлі і навесні наступного року поповнюють популяцію осотів.

Відновлює вегетацію озиме жито на початку березня, коли температура повітря досягне 2–3 °С, а її поступове збільшення сприяє інтенсивному росту і розвитку рослин. До початку фази росту пагонів винограду, озиме жито досягає висоти 80–90 см і за щільності 600–650 шт./м<sup>2</sup> майже повністю виключає надходження сонячної енергії до рослин нижнього ярусу. Режим гострого дефіциту сонячної енергії продовжується і після скошування маси озимого жита на початку фази росту пагонів та наступним мульчування ним поверхні ґрунту. В умовах гострого дефіциту сонячної енергії першими гинуть сходи осотів з насіння, пригнічуються, затримуються у розвитку і сходи з бруньок підземних кореневищ, унаслідок чого чисельність рослин осоту рожевого та сивого впродовж вегетації одного року зменшується на 15–20 % проти контролю, скорочуються запаси органічної речовини в кореневищах осотів та надходження свіжого насіння в ґрунт. Зменшення чисельності озимого жита або його пригнічений розвиток суттєво зменшують ефект фітоценотичного впливу на популяцію осоту рожевого та сивого.

Незалежно від технології утримання та обробітку ґрунту, відмирання надземної частини

осоту рожевого та сивого на виноградниках південного регіону відбувається з III декади листопада і триває майже до кінця грудня. Отже, вегетація рослин осоту рожевого та сивого може продовжуватися майже 9 місяців, що дає їм змогу впродовж цього часу досягти максимального розвитку, забезпечити максимальну насіннєву продуктивність, поповнити запаси живих речовин багаторічних кореневищ.

**Висновки.** Сучасні агротехнічні заходи боротьби з осотом рожевим та сивим переважно ґрунтуються на виснаженні кореневої системи через систематичне підрізування розеток бур'яну до формування розетки листя на поверхні ґрунту. Для цього традиційно застосовують утримання ґрунту виноградників у стані чорного пару, з різноглибинним обробітком ґрунту впродовж періоду вегетації винограду. Однак, навіть після виконання в повному об'ємі таких агротехнічних заходів, повністю знищити добре розвинену кореневу систему осоту рожевого не вдається, до того ж прийом вимагає великих витрат техногенної енергії. У зв'язку з цим необхідна докорінна зміна технологічних прийомів контролю за чисельністю і розвитком осоту рожевого та сивого. Найбільш перспективним для скорочення витрат та досягнення максимальної ефективності в боротьбі з осотом рожевим є комплексне застосування агротехнічних, фітоценологічних та хімічних заходів, з обов'язковим урахуванням біологічних особливостей розвитку бур'яну.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Власов В.В. Экологические основы формирования виноградных ландшафтов. Одесса, 2013. 250 с.
2. Груздев Г.С., Туликов А. М. Особенности вегетативного размножения осота розового (*Sonchus arvensis*) и осота седого (*Cirsium incanum* Fisch). Известия ТСХА. М: Колос, 1986. С. 83–95.
3. Система сертифікованого виноградного розсадництва України / Гадзало Я.М. та ін. Київ. Аграрна наука, 2015. 288 с.
4. Гель І.М. Систематика, ампелографія та селекція винограду. Львів, 2015. 90 с.
5. Дімчев В. З чого почати закладання винограду? Пропозиція. 2017. №1. С. 134–136.
6. Зеленьяська Н.М. Наукове обґрунтування та розробка сучасної технології вирощування садивного матеріалу винограду: автореф. дис. ... д-ра с.-г. наук. Одеса, 2015. 48 с.
7. Зеленьяська Н.М. Теоретичні та практичні основи окремих прийомів вирощування щеплених саджанців винограду в Україні. Варшава: Diamond trading tour, 2014. 108 с.
8. Іващенко О.О. Реакція бур'янів на дефіцит світлової енергії. Рослини-бур'яни: особливості біології та раціональні системи їх контролювання в посівах сільськогосподарських культур: матеріали 7-ї науково-тео-

ретичної конференції Українського наукового товариства гербологів (3–5 квітня 2010 р. м. Київ). К.: Колообіг, 2010. С. 72–78.

9. Івашченко О.О. Особливості реакції рослин на індуковані стреси і наукове обґрунтування способів захисту посівів від бур'янів: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. К., 2015. 46 с.

10. Макодеба І.О., Фісюнов О.В., Циков В.С. Знищення осоту на полях. Дніпропетровськ: Промінь, 1988. 44 с.

11. Могилюк Н.Т. Особливості забур'янення промислових виноградників в зоні Південно-західного Степу України. Вісник аграрної науки Південного регіону. Сільськогосподарські та біологічні науки. 2005. Вип. 6. С. 106–112.

12. Сніговий В.С., Малярчук М.П., Сіденко В.П. Осот рожевий та інші багаторічні бур'яни і боротьба з ними на півдні України. Херсон: Айлант, 2001. 12 с.

13. Сайко В.Ф., Землеробство в сучасних умовах. Вісник аграрної науки. 2002. № 5. С. 5–10.

14. Циков В.С., Матюха Л.П. Бур'яни – шкодочинність і система захисту. Дніпропетровськ: ЕНЕМ, 2006. 86 с.

15. Фісюнов А.В. Сорные растения и борьба с ними. М.: Знание, 1973. 64 с.

16. Яворівський О.Г., Веселовський І.В., Фісюнов О.В. Бур'яни і заходи боротьби з ними. К.: Урожай, 1979. 192 с.

17. Сторчоус І. М. Осот рожевий: особливості поширення та методи контролю. Агроном. 2017. С. 54–61.

18. Власов В.В., Штирбу А.В., Булаєва Ю.Ю. Сучасний стан і тенденції розвитку галузі виноградарства України. Виноградарство і виноробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник. Одеса: ННЦ "ІВіВ ім. В.С. Таїрова", 2016. Вип. 53. С. 62–67.

19. Павлова О.С. Актуальні проблеми розвитку виноградарства та виноробства О.С. Павлова. URL: <http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/19488/08-Pavlova.pdf?sequence=1>

20. Плясунов Н.П. Виноград селекціонерів-любителів. Дім, сад, город: бібліотека. № 1 (січень-лютий) 2012. 60 с.

21. Попова М.М. Сучасний стан виноградарства і виноробства України та роль її окремих регіонів у розвитку галузі. URL: [http://businessinform.net/pdf/2014/7\\_0/136\\_142.pdf](http://businessinform.net/pdf/2014/7_0/136_142.pdf).

22. Тінтулов Ю.В. Державне регулювання розвитку виноградарства та виноробства в Україні. URL: [http://www.br.com.ua/referats/dysertacia\\_ta\\_autoreferaty/89565.htm](http://www.br.com.ua/referats/dysertacia_ta_autoreferaty/89565.htm).

## REFERENCES

1. Vlasov, V.V. (2013). Jekologicheskie osnovy formirovaniya vinogradnyh landshaftov [Ecological bases of formation of grape landscapes]. Odessa, 250 p.

2. Gruzdev, G.S., Tulikov, A.M. (1986). Osobennosti vegetativnogo razmnozheniya osota rozovogo (*Sonchus arvensis*) i osota sedogo (*Cirsium incanum* Fisch) [Peculiarities of vegetative reproduction of pink sow-thistle (*Sonchus arvensis*) and gray-haired sow-thistle (*Cirsium incanum* Fisch)]. Izvestiya TSHA [News of TSKHA]. Moscow, Kolos, no. 6, pp. 83–95.

3. Gadzalo, Ya.M., Vlasov, V.V., Mulyukina, N.A. (2015). Sy'stema sertyfikovanogo vy'nogradnogo rozsadny'chtva Ukrayiny' [System of certified vineyards of Ukraine]. Kyiv, Agricultural Science, 288 p.

4. Gel', I.M. (2015). Sy'stematy'ka, ampelografiya ta selekciya vy'nogradu [Systematics, ampelography and selection of grapes]. Lviv, 90 p.

5. Dimchev, V.Z. (2017). Chogo pochaty' zakladannya vy'nogradny'ku? [How to start planting a vineyard?]. Propozy'ciya [Offer], no.1, pp. 134–136.

6. Zelenyans'ka, N.M. (2015). Naukove obg'runtuvannya ta rozrobka suchasnoyi texnologiyi vy'roshhuvannya sady'vnogo materialu vy'nogradu: avtoref. dy's. ... d-ra s.-g. nauk [Scientific substantiation and development of modern technology of growing grape planting material: author's ref. dis. Doctor of Agricultural Science]. Odesa, 48 p.

7. Zelenyans'ka, N.M. (2014). Teorety'chni ta prakty'chni osnovy' okremy'x pry'jomiv vy'roshhuvannya shhepleny'x sadzhanciv vy'nogradu v Ukrayini [Theoretical and practical bases of separate methods of growing grafted grape seedlings in Ukraine]. Varshava, Diamond trading tour, 108 p.

8. Ivashhenko, O.O. (2010). Reakciya bur'yaniv na deficy't svetlovoi energii [Reaction of weeds to the deficit of light energy]. Rosly'ny'-bur'yany': osobly'vosti biologiyi ta racional'ni sy'stemy' yix kontrolyuvannya v posivax sil'skogospodars'ky'x kul'tur: materialy' 7-yi naukovo-teorety'chnoyi konferenciyi Ukrayins'kogo naukovo tovary'stva gerbologiv [Weed plants: features of biology and rational systems of their control in crops: proceedings of the 7th scientific-theoretical conference of the Ukrainian Scientific Society of Herbologists]. Kyiv, Cycle, pp. 72–78.

9. Ivashhenko, O.O. (2015). Osobly'vosti reakcii rosly'n na indukovanii stresy' i naukove obg'runtuvannya sposobiv zaxy'stu posiviv vid bur'yaniv: avtoref. dy's. ... d-ra s.-x. nauk [Peculiarities of plant reaction to induced stress and scientific substantiation of methods of crop protection from weeds: author's dissertation of Doctor of Agricultural Sciences]. Kyiv, 46 p.

10. Makodzeba, I.O., Fisyunov, O.V., Cy'kov, V.S. (1988). Zny'shennya osotu na polyax [Destruction of thistles in the fields]. Dnipropetrovsk, Promin, 44 p.

11. Mogy'lyuk, N.T. (2005). Osobly'vosti zabur'yannennya promy'slovy'x vy'nogradny'kiv v zoni Pivlenno-zaxidnogo Stepu Ukrayiny' [Peculiarities of weeding of industrial vineyards in the zone of the South-Western Steppe of Ukraine]. Visny'k agrarnoyi nauky' Pivdennoho regionu [Bulletin of Agrarian Science of the Southern Region], no. 11, pp. 106–112.

12. Snigovy'j, V.S., Malyarchuk, M.P., Sidenko, V.P. (2001). Osot rozhev'y'j ta inshi bagatorichni bur'yany' i borot'ba z ny'my' na pivdni Ukrayiny' [Pink thistle and other perennial weeds and their control in the south of Ukraine]. Kherson, Aylant, 12 p.

13. Sajko, V.F. (2002). Zemlerobstvo v suchasny'x umovax [Agriculture in modern conditions]. Visny'k agrarnoyi nauky' [Bulletin of Agrarian Science], no. 5, pp. 5–10.

14. Cy'kov, V.S., Matyuxa, L.P. (2006). Bur'yany' – shkodochy'nnist' i sy'stema zaxy'stu [Weeds are harmful and a system of protection]. Dnepropetrovsk, ENEM, 86 p.

15. Fy'syunov, A.V. (1973). Sornye rasteny'ya i bor'ba s ny'my' [Weeds and control]. Moscow, Knowledge, 64 p.

16. Yavoriv'sky'j, O.G., Veselov'sky'j, I.V., Fisyunov, O.V. (1979). Bur'yany' i zaxody' borot'by' z ny'my' [Weeds and measures to control them]. Kyiv, Harvest, 192 p.

17. Storchous, I.M. (2017). Osot rozhevy`j: osobly`vosti poshy`rennya ta metody` kontrolyu [Pink thistle: features of distribution and methods of control]. *Agronom* [Agronomist], pp. 54–61.

18. Vlasov, V.V., Shty`rbu, A.V., Bulayeva, Yu. Yu. (2016). Suchasny`j stan i tendencyi rozvy`tku galuzi vy`nogradarstva Ukrainy` [Current state and tendencies of development of the viticulture branch of Ukraine]. *Vy`nogradarstvo i vy`norobstvo: mizhvidomchy`j tematy`chny`j naukovy`j zbirny`k* [Viticulture and winemaking: interdepartmental thematic scientific collection]. Odessa, NSC "IViV them. VE Tairov", no. 53, pp. 62–67.

19. Pavlova, O.S. Aktual'ni problemy rozvytku vynogradarstva ta vynorobstva O.S. Pavlova [Actual problems of development of viticulture and winemaking]. Available at: <http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/19488/08-Pavlova.pdf?sequence=1>

20. Plyasunov, N.P. (2012). *Vy`nograd selekcy` onerovlyuby`telej* [Grapes of amateur breeders]. Dim, sad, gorod: biblioteka [House, garden, vegetable garden], no. 1, 60 p.

21. Popova, M.M. Suchasny`j stan vynogradarstva i vynorobstva Ukraїny ta rol' iї` okremykh regioniv u rozvytku galuzi [The current state of viticulture and winemaking in Ukraine and the role of its individual regions in the development of the industry]. Available at: [http://businessinform.net/pdf/2014/7\\_0/136\\_142.pdf](http://businessinform.net/pdf/2014/7_0/136_142.pdf).

22. Tintulov, Yu.V. Derzhavne reguljuvannja rozvytku vynogradarstva ta vynorobstva v Ukraїni [State regulation of the development of viticulture and winemaking in Ukraine]. Available at: [http://www.br.com.ua/referats/dysertacii\\_ta\\_autoreferaty/89565.htm](http://www.br.com.ua/referats/dysertacii_ta_autoreferaty/89565.htm).

### Эффективность технологических приемов контроля присутствия осота розового и седого среди промышленных насаждений винограда

Мынкін Н.В., Мынкін Г.О.

Целью исследования является проведение объективного анализа эффективности технологических приемов контроля развития осота розового и седого среди промышленных насаждений винограда, учитывая их особенности и современные меры борьбы.

Учет количества и развития сорняков, проведенные в конце фазы роста побегов винограда на участках, почва которых содержалась в состоянии черного пара, доказали, что частота распространения растений осота розового и седого в составе различных биолого-ценологических групп достигала 53,1–57,4 % со средней численностью 3,4–3,7 шт./м<sup>2</sup>, которые развивались по оси ряда кустов и защитной полосы. Выращивание в междурядьях винограда промежуточных культур, озимой ржи и шавеля кислого вызывает качественные и количественные изменения в формировании видового состава, численности и развития сорняков, в том числе и многолетних – осота розового и седого. В секторах междурядий, свободных от

промежуточных культур, по оси ряда кустов и защитной полосы развитие осота розового и седого существенно не отличаются от аналогичных процессов на участке, где почва содержалась постоянно в состоянии черного пара.

Установлено, что традиционные приемы контроля малоэффективны, поскольку не обеспечивают полного удаления сорняков, требуют больших затрат материальных и финансовых ресурсов. Наиболее перспективным для сокращения расходов и достижения максимальной эффективности в борьбе с осотом розовым и седым является комплексное применение агротехнических, фитоценологических и химических мероприятий, с обязательным учетом биологических особенностей развития сорняков.

**Ключевые слова:** сеgetальная растительность, засоренность, гербициды, анализ эффективности технологических приемов, озимая рожь, шавель кислый, приемы культивирования насаждений, осот розовый, осот седой.

### The effectiveness of technological methods of controlling the presence of pink and gray thistle among industrial grape plantations

Mynkin M., Mynkina G.

The purpose of the study is to conduct an objective analysis of the effectiveness of technological methods to control the development of pink and gray thistle among industrial plantations of grapes, taking into account their features and modern control measures.

Accounts for the number and development of weeds, conducted at the end of the growth phase of grape shoots, in areas where the soil was kept in a state of black steam showed that the prevalence of pink and gray thistle plants in various biological and coenotic groups reached 53.1–57.4 % with an average number of 3.4–3.7 pieces/m<sup>2</sup>, which developed along the axis of a number of bushes and a protective strip. Growing in between rows of grapes of intermediate crops, winter rye and sorrel, causes qualitative and quantitative changes in the formation of species composition, number and development of weeds, including perennials – thistle pink and gray. In the sectors between rows, free from intermediate crops, along the axis of a number of bushes and protective strip, the development of pink and gray thistles does not differ significantly from similar processes in the area, which was kept constantly in a state of black steam.

It is established that traditional control methods are ineffective because they do not provide complete removal of weeds, require large expenditures of material and financial resources. The most promising for reducing costs and achieving maximum efficiency in the control of pink thistle is the integrated application of agronomic, phytocenological and chemical measures, with due regard for the biological characteristics of weed development.

**Key words:** segetal vegetation, weeds, herbicides, analysis of efficiency of technological receptions, winter rye, sorrel sour, receptions of cultivation of plantings, thistle pink, thistle gray.



Copyright: Минкін М.В., Мынкін Г.О. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



Минкін М.В.  
Мынкін Г.О.


ID: <https://orcid.org/0000-0002-2694-7927>  
ID: <https://orcid.org/0000-0003-2240-9301>

УДК: 633.854.78:631.53.048

## Продуктивність та економічна ефективність вирощування соняшнику залежно від строків сівби та густоти стояння рослин у Правобережному Степу України

Піньковський Г.В. , Танчик С.П. 

Національний університет біоресурсів і природокористування України

 Піньковський Г.В E-mail: gena10.05.1979@ukr.net

Піньковський Г.В., Танчик С.П. Продуктивність та економічна ефективність вирощування соняшнику залежно від строків сівби та густоти стояння рослин у Правобережному Степу України. Збірник наукових праць «Агробіологія», 2020. № 2. С. 115–123.

Pin'kovsk'kyj G.V., Tanchyk S.P. Produktivnist' ta ekonomichna efektyvnist' vyroshhuvannja sonjashnyku zalezno vid strokiv sivy ta gustoty stojannja roslyn u Pravoberezhnomu Stepu Ukraïny. Zbirnyk naukovykh prac' «Agrobiologija», 2020. no. 2, pp. 115–123.

Рукопис отримано: 21.09.2020 р.  
Прийнято: 12.10.2020 р.  
Затверджено до друку: 24.11.2020 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2020-161-2-115-123

У статті висвітлено результати досліджень з управління елементами технології та впливу чинників на продуктивність соняшнику. Польовий дослід проводили на дослідному полі Інституту сільського господарства Степу НААН Кіровоградської області.

Рівень продуктивності соняшнику визначається умовами водного та поживного режимів ґрунту.

За результатами досліджень встановлено, що на час сівби запаси продуктивної вологи в 0–100 см шарі ґрунту найбільшими були за першого строку сівби і становили 178,6 мм. За таких запасів вологи створюються сприятливі умови зволоження посівного шару ґрунту, щоб одержати дружні й повні сходи за сівби в першій-другій декаді квітня. Зміщення строків сівби на більш ранні дає змогу змінювати умови росту й розвитку рослин соняшнику. Зокрема, рослини краще забезпечуються вологою, а також є можливість оминати критичні температурні періоди розвитку рослин.

Найвищими запаси продуктивної для рослин вологи в 0–100 см шарі ґрунту в посівах гібридів Форвард, LG 56.32, LG 54.85, LG 55.82 були за густоти стояння рослин 60 тис. на гектарі, за першого строку сівби – у фазі цвітіння становили 127 мм.

Вміст елементів живлення в ґрунті змінювався як за роками, так і під впливом різного фону удобрення. Внесення азотних, фосфорних, калійних добрив у дозі  $N_{40}P_{40}K_{40}$  та  $N_{40}P_{40}K_{40}$  + побічна продукція попередника дає змогу збільшити вміст у ґрунті доступних рослинам елементів живлення та підвищити родючість ґрунту.

Зважаючи на економічні показники, оптимальним строком сівби соняшнику для гібридів LG 55.82 та LG 54.85 є прогрівання ґрунту на глибині загортання насіння до 5–6 °С, для гібридів Форвард та LG 56.32 – до 9–10 °С, оптимальна густина – 60 тис./га. У таких умовах гібрид LG 55.82 сформував найвищу врожайність – 3,85 т/га, гібрид LG 54.85–3,64 т/га, Форвард – 3,09 т/га, гібрид LG 56.32–3,62 т/га.

**Ключові слова:** соняшник, поживний режим ґрунту, водний режим ґрунту, урожайність, рентабельність, чистий дохід.

**Постановка проблеми.** Соняшник є найважливішою олійною культурою в Україні та Європі.

Підвищення продуктивності соняшнику можливе завдяки удосконаленню елементів технології вирощування культури [1–6].

Вибір оптимального строку сівби та густоти стояння рослин є передумовою ефективного використання ресурсів середовища для формування високого врожаю посівами [7].

В умовах зміни клімату та появи у виробництві нових гібридів проведення досліджень з оптимізації елементів технології строків сівби та густоти стояння рослин різних гібридів є актуальним для науки та виробництва.

**Аналіз останніх досліджень.** Величина врожаю соняшнику визначається багатьма чинниками, серед яких важливим є наявність у ґрунті вологи та елементів живлення, необхідних для росту і розвитку рослин.

Серед причин, що стримують ріст урожайності насіння соняшнику, відчутною є недостатня забезпеченість ґрунту поживними речовинами [8], а вміст вологи в ґрунті в умовах нестійкого зволоження є лімітуючим та одним з найбільш важливих чинників для створення сприятливих умов росту і розвитку рослин [9, 10].

Саме ґрунтові запаси води та поживних речовин здебільшого є першопричиною низької або високої продуктивності соняшнику.

Використання вологи посівами соняшнику певною мірою можна регулювати строками сівби. Зміщення строків сівби на більш ранні дає змогу змінювати умови росту й розвитку рослин соняшнику, а саме – рослини краще забезпечуються вологою, та можливо оминуть критичні температурні періоди розвитку рослин [11].

Споживання рослинами елементів живлення значною мірою визначається запасами вологи в ґрунті: чим краще рослини забезпечені вологою, тим більше споживання азоту, і навпаки, чим рослини гірше забезпечені вологою, тим менші дози їх внесення [12].

Соняшник – культура інтенсивного мінерального живлення, а тому технологія його вирощування вимоглива до запасів поживних речовин у ґрунті, які можливо поповнити через внесення азотно-фосфорних добрив безпосередньо перед сівбою культури [13, 14].

**Метою дослідження** є підвищення продуктивності завдяки оптимізації елементів технології вирощування соняшнику та їх впливу на водний та поживний режим ґрунту в умовах Правобережного Степу України.

**Матеріал і методи дослідження.** Польовий дослід проводили на дослідному полі ІСГС НААН Кіровоградського району Кіровоградської області. Основною відмінною ґрунтового покриву є чорноземи звичайні важкосуглинкові. Вміст гумусу в орному шарі ґрунту становить 4,72 %, легкогідролізованого азоту – 104 мг/кг ґрунту, рухомого фосфору – 191 мг/кг ґрунту та обмінного калію – 142 мг/кг ґрунту, рН сол. – 5,8.

Польові досліді закладали методом розщеплених ділянок. У трифакторному досліді вивчали гібриди соняшнику – Форвард, LG 56.32, LG 54.85, LG 5582 (Чинник А); строки сівби: перший – за прогрівання ґрунту на глибині загортання насіння до 5–6 °С, другий – до 7–8 °С, третій – до 9–10 °С (Чинник В); густина стояння рослин – 50, 60, 70 тис/га (Чинник С). Повторність досліді трикратна. Площа посівної ділянки – 50,4 м<sup>2</sup>, облікової – 25,2 м<sup>2</sup>. Технологія вирощування соняшнику в досліді – загальноприйнята, за винятком чинників, що вивчалися. Попередник – ярий ячмінь.

Погодні умови 2016–2018 років досліджень відрізнялися від середньобагаторічних показників за кількістю опадів та температурним режимом.

Вміст доступної вологи в ґрунті визначали термостатно-ваговим методом.

Вміст азоту визначали іонселективним електродом іонометра И-160 М згідно з ДСТУ ISO 4729:2007.

Вміст рухомого фосфору визначали за Мачигінім (ДСТУ ISO 4114-2002), калію – за Масловою (ГОСТ–26210-91).

Статистичний аналіз результатів досліджень проводили багатфакторним дисперсійним методом, розрахунки проводили за допомогою MS Excel Agcstat.

#### **Результати дослідження та обговорення.**

За результатами дослідження встановлено, що рівень продуктивності соняшнику визначається умовами водного та поживного режиму ґрунту.

Запаси продуктивної вологи в 0–100 см шарі ґрунту на час сівби залишалися високими та суттєво вплинули на динаміку появи сходів (рис. 1). Це зумовлено невисокими температурами, компенсацією підвищеною відносною вологістю повітря, невисокою випаровуваністю вологи з ґрунту, вологозапасами осінньо-зимового періоду та випадаючими опадами в цей період.

Упродовж 2016–2018 років досліджень найбільше продуктивної вологи в 0–100 см шарі ґрунту було за першого строку сівби за прогрівання ґрунту на глибині загортання насіння до 5–6 °С, запаси вологи становили 178,6 мм, що на 5 % більше за третій та 3,7 % – за другий строк сівби. За другого строку сівби за прогрівання ґрунту на глибині загортання насіння до 7–8 °С запаси вологи становили 172,1 мм, що на 1,4 % більше за третій строк. За третього строку сівби за прогрівання ґрунту на глибині загортання насіння до 9–10 °С запаси вологи становили 169,7 мм.

Кількість продуктивної рослинам вологи в 0–10 см шарі ґрунту становила на час третього строку сівби 23,6 мм проти 25,0 і 24,4 мм, відповідно, за першого і другого строків сівби (рис. 2), що на 5,6 % менше за перший та 3,3 % – за другий строк сівби, тобто відбувалося поступове зменшення кількості продуктивної рослинам води у посівному шарі ґрунту.

Вміст продуктивної вологи у шарі ґрунту 0–100 см для росту і розвитку рослин особливого значення набуває після фази утворення кошиків, коли соняшник інтенсивно споживає продуктивну вологу з глибоких шарів ґрунту [15, 16].

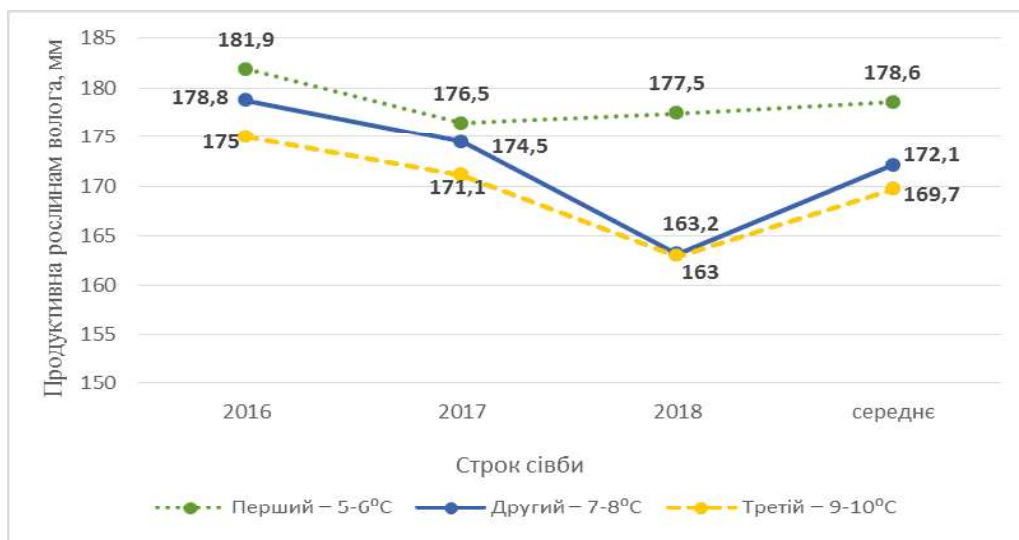


Рис. 1. Вміст продуктивної вологи в 0 – 100 см шарі ґрунту на час сівби соняшнику.

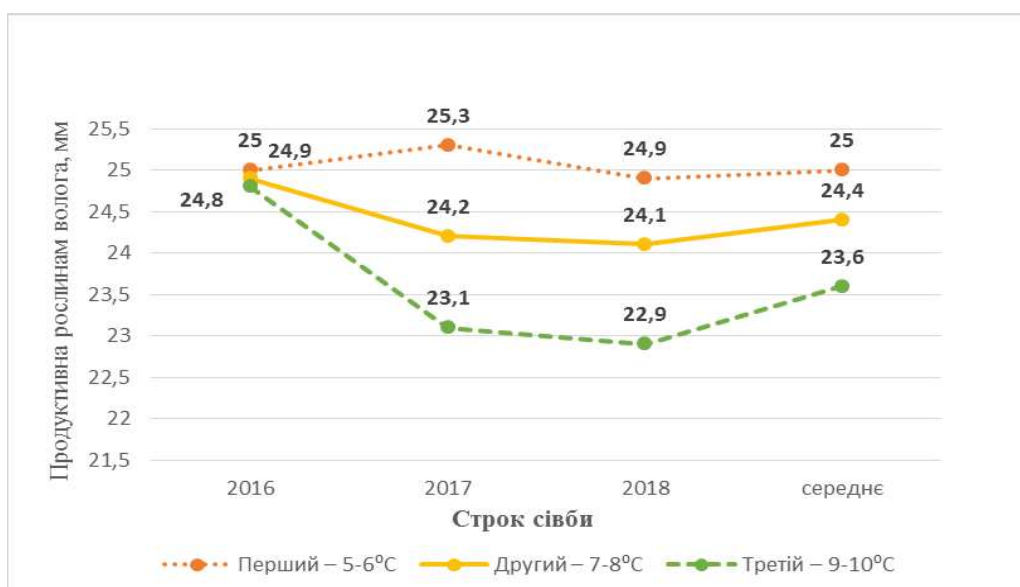


Рис. 2. Вміст продуктивної вологи в 0 – 10 см шарі ґрунту на час сівби соняшнику.

Засуха в період від початку бутонізації до цвітіння негативно позначається на темпах накопичення надземної маси рослин, знижує їх продуктивність на 30 – 35 %. Погані умови зволоження під час цвітіння і наливу насіння зумовлюють формування дрібних кошиків, знижують їх озерненість, виповненість, урожайність і якість насіння [17, 18].

У середньому за роки досліджень найвищими запаси продуктивної для рослин вологи в 0–100 см шарі ґрунту в посівах гібридів Форвард, LG 56.32, LG 54.85, LG 55.82 були за густоти стояння рослин 60 тис. на гектарі,

за першого строку сівби – у фазі цвітіння становили 127 мм, що на 4,8 % більше за третій та другий строки сівби. За густоти стояння рослин 50 тис. на гектарі за першого строку сівби – 5–6 °C, у посівах гібридів Форвард, LG 56.32, LG 54.85, LG 55.82 запаси продуктивної вологи у фазі цвітіння становили 124 мм, що на 5,7 % більше за третій та 4,9 % – другий строк сівби. За густоти стояння рослин до 70 тис. на гектарі, запаси продуктивної для рослин вологи становили за першого строку сівби 125 мм, що на 4,8 % більше за третій та 4,0 % – другий строк сівби.

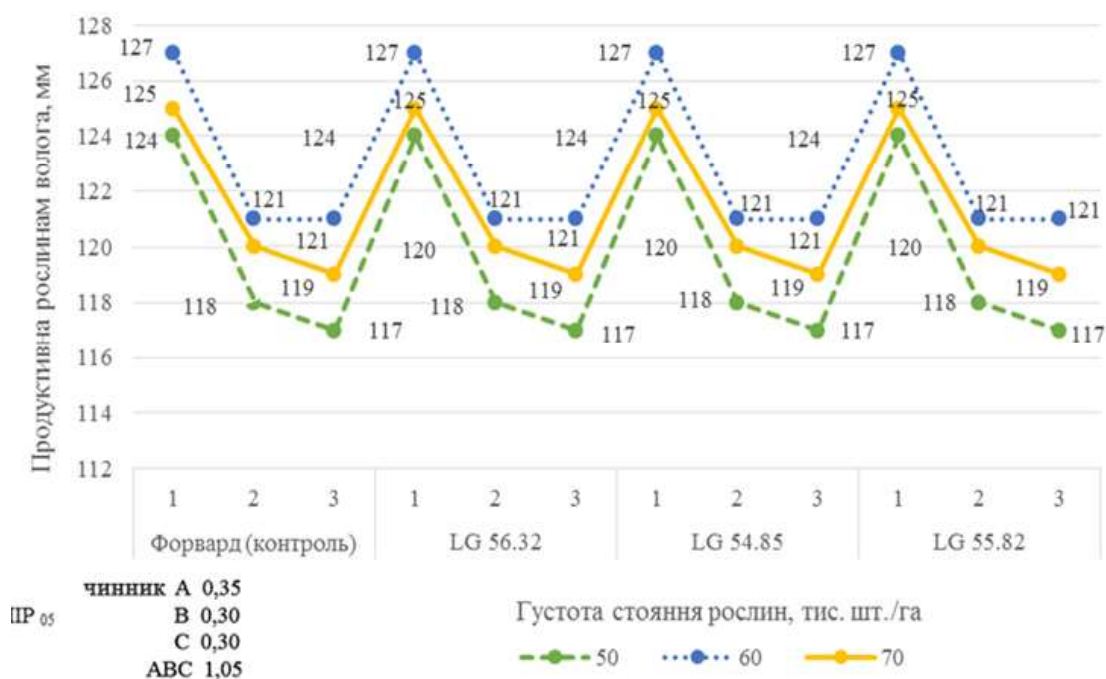


Рис. 3. Вміст продуктивної для рослин вологи в 0–100 см шарі ґрунту у фазу цвітіння соняшнику (середнє за 2016–2018 рр.).

Найвищими запаси продуктивної для рослин вологи перед збиранням були за густоти стояння рослин 60 тис. на гектарі, за першого строку сівби – 115 мм, за другого – 114 мм, за третього строку сівби – 113 мм. За густоти стояння рослин 50 тис. на гектарі, запаси продуктивної вологи становили за першого строку сівби – 112 мм, за другого – 113 мм, за третього строку сівби – 112 мм. За густоти стояння рослин 70 тис. на гектарі, запаси продуктивної для рослин вологи становили за першого строку сівби 113 мм, за другого – 114 мм, за третього строку сівби – 113 мм.

Соняшник формує високоенергетичну біомасу, внаслідок чого споживає велику кількість елементів мінерального живлення. Для утворення 1 ц насіння він використовує в середньому 5,8–6,2 кг азоту, 2,5–2,7 – фосфору і 18,3–18,9 кг калію. Рівень споживання елементів живлення залежить від багатьох чинників: строків і способів внесення добрив, вологозабезпеченості, погодних умов, а також від генетичних особливостей сорту або гібрида [19].

Для формування високої продуктивності соняшнику, а також для підтримання родючості ґрунту на належному рівні мають бути створені умови повного забезпечення ґрунту елементами живлення [20].

Вміст елементів живлення в ґрунті змінювався як за роками, так і під впливом різного фону удобрення (табл. 1).

Застосування системи удобрення під час вирощування соняшнику в 2016 р. сприяло істотному зростанню фосфору на ділянках за внесення  $N_{40}P_{40}K_{40}$  + П.П., вміст якого становив 232,8 мг/кг ґрунту, у варіанті без добрив вміст фосфору становив 210,9 мг/кг ґрунту та у варіанті  $N_{40}P_{40}K_{40}$  – 195,3 мг/кг ґрунту відповідно. Внесення  $N_{40}P_{40}K_{40}$  сприяло зменшенню фосфору на 37,5 мг/кг ґрунту, або на 16,2 % проти варіанта  $N_{40}P_{40}K_{40}$  + П.П., і на 15,6 мг/кг ґрунту, або на 7,4 % проти варіанта без добрив.

Внесення  $N_{40}P_{40}K_{40}$  + П.П. сприяло збільшенню вмісту нітратного азоту ( $NO_3$ ) на 1,35 мг/кг ґрунту, або на 37,5 % проти варіанта без добрив. Вміст амонійного азоту ( $NH_4$ ) в ґрунті був вищим за внесення  $N_{40}P_{40}K_{40}$  і становив 24,6 мг/кг ґрунту, що на 28,9 % більше проти варіанта без добрив.

В умовах 2017 року вміст фосфору був вищим у варіанті з фоном  $N_{40}P_{40}K_{40}$  і становив 266,5 мг/кг ґрунту, що більше, ніж у варіанті без добрив на 80,5 мг/кг ґрунту, або на 30,3 %, та варіанті  $N_{40}P_{40}K_{40}$  + П.П. – на 99,6 мг/кг ґрунту, або на 37,4 %.

Внесення  $N_{40}P_{40}K_{40}$  сприяло збільшенню вмісту нітратного азоту ( $NO_3$ ) на 3,1 мг/кг ґрунту, або на 6,1 % проти варіанта  $N_{40}P_{40}K_{40}$  + П.П., та на 47,0 % – варіанта без добрив. Вміст амонійного азоту ( $NH_4$ ) в ґрунті був вищим за внесення  $N_{40}P_{40}K_{40}$  + П.П. і становив 28,4 мг/кг ґрунту, що на 34,6 % більше проти варіанта без добрив.

Таблиця 1 – Вміст елементів живлення в орному шарі ґрунту залежно від удобрення соняшнику за 2016 – 2018 рр.

Роки	Система удобрення	NO <sub>3</sub> мг/кг	NH <sub>4</sub> мг/кг	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> мг/кг	K <sub>2</sub> O мг/кг
2016	Без добрив	2,25	17,5	210,9	96,0
	N <sub>40</sub> P <sub>40</sub> K <sub>40</sub>	2,83	24,6	195,3	122,5
	N <sub>40</sub> P <sub>40</sub> K <sub>40</sub> + П.П.	3,60	18,8	232,8	137,3
2017	Без добрив	3,50	18,6	186,0	109,6
	N <sub>40</sub> P <sub>40</sub> K <sub>40</sub>	6,60	19,9	266,5	163,0
	N <sub>40</sub> P <sub>40</sub> K <sub>40</sub> + П.П.	6,20	28,4	166,9	169,0
2018	Без добрив	0,81	17,9	271,9	152,0
	N <sub>40</sub> P <sub>40</sub> K <sub>40</sub>	0,76	24,2	166,9	193,0
	N <sub>40</sub> P <sub>40</sub> K <sub>40</sub> + П.П.	0,60	17,6	324,0	145,0

Примітка: \*П.П. побічна продукція попередника.

Внесення N<sub>40</sub>P<sub>40</sub>K<sub>40</sub> + П.П. під час вирощування соняшнику у 2018 р. суттєво підвищувало вміст фосфору щодо фону без добрив та фону N<sub>40</sub>P<sub>40</sub>K<sub>40</sub>. Вміст фосфору становив 324,0; 271,9; 166,9 мг/кг ґрунту, що більше, ніж у варіанті без добрив на 16,1 % та варіанті N<sub>40</sub>P<sub>40</sub>K<sub>40</sub> – на 48,5 %.

Вміст нітратного азоту (NO<sub>3</sub>) в ґрунті майже не змінювався за внесення N<sub>40</sub>P<sub>40</sub>K<sub>40</sub> та N<sub>40</sub>P<sub>40</sub>K<sub>40</sub> + П.П., цей показник варіював від 0,60 до 0,81 мг/кг ґрунту і був вищим у варіанті без добрив на 26 %.

Внесення N<sub>40</sub>P<sub>40</sub>K<sub>40</sub> сприяло збільшенню вмісту амонійного азоту (NH<sub>4</sub>) на 6,3 мг/кг ґрунту, або на 26,1 % проти варіанта без добрив.

Так, під час вирощування соняшнику в 2016–2017 р. внесення N<sub>40</sub>P<sub>40</sub>K<sub>40</sub> + П.П. сприяло підвищенню вмісту калію в ґрунті на 137,3 та 169,0 мг/кг ґрунту, що на 10,8 та 3,6 % більше проти варіанта N<sub>40</sub>P<sub>40</sub>K<sub>40</sub>, і на 30,1 та 35,2 % – варіанта без добрив.

В умовах 2018 року вміст калію в ґрунті був вищим у варіанті з фоном N<sub>40</sub>P<sub>40</sub>K<sub>40</sub> і становив 193,0 мг/кг, що на 24,9 % більше, ніж у варіанті N<sub>40</sub>P<sub>40</sub>K<sub>40</sub> + П.П. та на 21,3 % – у варіанті без добрив.

У роки із швидким настанням тепла навесні ранні строки сівби забезпечували не менший врожай, ніж середні. Сівба в пізні строки (за винятком окремих років) призводила до зниження врожайності [21, 22].

Варіювання урожайності соняшнику значно залежить від погодних умов у роки досліджень, вологозабезпечення, гібридів, густоти стояння рослин та від умов проходження критичних періодів за різних строків сівби (табл. 2).

У середньому за роки досліджень найвищу урожайність насіння 3,85 т/га забезпечив гібрид LG 55.82 за першого строку сівби, що

на 5,5 % більше за третій та 3,2 % – за другий строк сівби. Рослини гібрида LG 54.85 сформували урожайність насіння 3,64 т/га за сівби у перший строк, що на 0,9 % більше за третій та на 3,6 % – за другий строк сівби. За сівби у третій строк найвищу урожайність насіння сформували гібриди Форвард та LG 56.32 – 3,09 та 3,62 т/га, що більше на 3,6 та 3,4 % за другий, і на 4,9 та 8,9 % – за перший строк сівби.

Найвищу урожайність гібридів LG 5582, LG 54.85, LG 56.32, Форвард було одержано за густоти 60 тис. рослин/га.

Впровадження нових гібридів з високим адаптивним потенціалом як вітчизняної, так і зарубіжної селекції, використання високоякісного насіння і застосування сучасних технологій вирощування має забезпечити високий рівень ефективності виробництва завдяки значному підвищенню урожайності за оптимального рівня посівних площ [23]. Оптимізація строків сівби дає змогу істотно поліпшити прибутковість виробництва, знизити собівартість отриманого насіння і підвищити рівень рентабельності [24].

Результати аналізу економічної ефективності довели, що найменші виробничі витрати були за першого строку сівби і становили 8677–9835 грн/га. Виробничі витрати зростали через проведення додаткових культуривацій під час третього строку і становили 8909–10067 грн/га. Однак гібриди Форвард та LG 56.32 за сівби у третій строк сформували максимальну урожайність, завдяки чому отримано прибуток 16676–20409 грн/га.

Найвищі економічні показники зафіксовано у гібрида LG 55.82 під час сівби за температури ґрунту 5–6 °С. Чистий прибуток становив 22043 грн/га, що на 6377 грн/га більше, порівнюючи з контрольним варіантом. За таких

Таблиця 2 – Урожайність насіння гібридів соняшнику залежно від строків сівби густоти стояння рослин, т/га (середнє за 2016–2018 рр.)

Гібрид	Рік	Температура ґрунту 5–6 °С			Температура ґрунту 7–8 °С			Температура ґрунту 9–10 °С		
		Густота стояння рослин, тис. шт./га								
		50	60	70	50	60	70	50	60	70
Форвард (контроль)	2016	2,70	2,62	2,65	2,87	2,74	2,41	2,79	2,73	2,70
	2017	3,02	2,91	2,66	3,27	3,29	2,79	3,21	3,37	3,27
	2018	3,12	3,29	2,99	2,82	2,93	3,06	2,87	3,17	2,81
	середнє	2,94	2,94	2,76	2,98	2,98	2,75	2,95	3,09	2,92
LG 56.32	2016	2,79	2,75	2,68	3,06	3,62	3,29	3,24	3,41	3,35
	2017	3,11	3,42	3,56	3,19	3,47	3,23	3,30	3,55	3,7
	2018	3,46	3,76	3,46	3,28	3,51	3,33	3,53	3,90	3,30
	середнє	3,12	3,30	3,23	3,17	3,5	3,28	3,35	3,62	3,45
LG 54.85	2016	3,26	3,50	3,00	3,33	3,33	3,18	3,23	3,12	2,93
	2017	3,49	3,69	3,62	3,7	3,99	3,52	3,98	4,10	3,58
	2018	3,53	3,74	3,41	3,37	3,24	3,27	3,58	3,63	3,15
	середнє	3,42	3,64	3,34	3,46	3,51	3,32	3,59	3,61	3,22
LG 55.82	2016	3,22	3,27	2,70	3,26	3,21	3,38	3,28	2,96	3,38
	2017	3,95	4,04	3,74	3,91	4,16	3,54	3,69	3,98	3,59
	2018	3,74	4,24	3,58	3,47	3,83	3,84	3,86	3,99	3,79
	середнє	3,63	3,85	3,33	3,54	3,73	3,58	3,60	3,64	3,58
НІР 05, т/га	чинник	А 0,13 В 0,11 С 0,11								
	загальна АВС	0,40								

умов отримано найнижчу собівартість насіння – 2554,5 грн/т і найвищу рентабельність – 224,1 %. Для гібрида соняшнику LG 54.85 кращим варіантом була сівба у перший строк за температури ґрунту 5–6 °С, за таких умов отримано 20307 грн/га чистого прибутку, що на 4641 грн/га більше проти контрольного варіанта, за рентабельності 206,5 %.

Гібрид соняшнику LG 56.32 найвищі економічні показники забезпечив під час третього строку сівби за температури ґрунту 9–10 °С, чистий прибуток становив 20409 грн/га, що на 3733 грн/га більше проти контрольного варіанта, за рентабельності 213,3 %.

Під час сівби гібрида Форвард (контроль) за температури ґрунту 9–10 °С чистий прибуток становив 16676 грн/га, за рентабельності 187,1 %. Найменші економічні показники зафіксовано під час сівби за температури ґрунту 5–6 °С на контрольному варіанті, за таких умов отримано 15666 грн/га чистого прибутку, за рентабельності 180,5 %.

**Висновки.** Рівень продуктивності соняшнику визначається умовами водного та поживного режимів ґрунту.

На час сівби запаси продуктивної вологи в 0–100 см шарі ґрунту найбільшими були за першого строку сівби і становили 178,6 мм за другого – 172,1 мм, третього строку сівби – 169,7 мм. За таких запасів вологи створюються

сприятливі умови зволоження посівного шару ґрунту, щоб одержати дружні й повні сходи під час сівби в першій-другій декаді квітня. Однак наприкінці третьої декади квітня спостерігається суттєве зменшення валових запасів вологи у посівному і глибших шарах ґрунту, що обмежує продуктивність посівів.

Найвищими запаси продуктивної для рослин вологи в 0–100 см шарі ґрунту в посівах гібридів Форвард, LG 56.32, LG 54.85, LG 55.82 були за густоти стояння рослин 60 тис. на гектарі, за першого строку сівби – у фазі цвітіння становили 127 мм, за другого – 121 мм, за третього строку сівби – 121 мм.

Внесення азотних, фосфорних, калійних добрив у дозі  $N_{40}P_{40}K_{40}$  та  $N_{40}P_{40}K_{40}$  + побічна продукція попередника дає змогу збільшити вміст у ґрунті доступних рослинам елементів живлення та підвищити родючість ґрунту.

Найвищу урожайність гібридів LG 55.82, LG 54.85, LG 56.32, Форвард було одержано за густоти 60 тис. рослин/га. У таких умовах гібрид LG 55.82 сформував найвищу урожайність – 3,85 т/га, гібрид LG 54.85 – 3,64 т/га, гібрид LG 56.32 – 3,62 т/га, гібрид Форвард – 3,09 т/га.

Оптимальним строком сівби соняшнику для гібридів LG 55.82 та LG 54.85 є прогрівання ґрунту на глибині загортання насіння до 5–6 °С, для гібридів Форвард та LG 56.32 – до 9–10 °С.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Пінковський Г.В., Танчик С.П. Вплив строків сівби та густоти стояння на урожайність гібридів соняшника в Правобережному Степу України. Науковий вісник НУБіП України. Агронімія. 2018. № 294. С. 75–82. DOI: <http://dx.doi.org/10.31548/agr2018.294.075>
2. Pinkovsky H.V., Tanchyk S.P. Management of the elements of technology of growing of sunflower in the Right-Bank Steppe of Ukraine. ŽEMĚS ŪKIO MOKSLAI. 2020. T. 27. Nr. 1, P. 37–47.
3. Покопцева Л.А. Вплив передпосівної обробки на продуктивність соняшнику у Степу України. Таврійський науковий вісник. Вип. 87. Херсон, 2014. С. 75–79.
4. Поляков О.І., Нікітенко О.В., Вахненко С.В. Формування продуктивності гібрида соняшнику Каменяр в залежності від агроприйомів вирощування. Науково-технічний бюл. ІОК НААН. 2014. Вип. 21. С. 97–104.
5. Ткаліч І.Д., Мамчук О.Л. Способи сівби та густота стояння рослин соняшнику гібрида Дарій. Агроніом. 2011. № 1. 5 с.
6. Ткаліч І.Д., Ткаліч Ю.І., Кохан А.В. Вплив способів сівби, прийомів догляду і добрив на врожайність насіння соняшнику в Степу. Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони. Дніпропетровськ. 2012. № 2. С. 128–132.
7. Густота посевов и урожай / Крамаренко Н. и др. Земледелие. 1998. № 12. 23 с.
8. Тоцький В.М. Вплив системи удобрення та основного обробітку ґрунту на формування продуктивності соняшнику. Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. 2014. Вип. 20. С. 204–209.
9. Малієнко А.М. Деякі шляхи оптимізації режиму вологості ґрунту у посівах польових культур. Землеробство. 2015. Вип. 1. С. 68–76.
10. Мельник А.В., Говорун С.О. Водоспоживання та урожайність соняшнику залежно від сортових особливостей та попередників в умовах північно-східного Лівобережного Лісостепу України. Вісник Сумського національного аграрного університету. 2014. № 3(27). С. 173–175.
11. Пінковський Г.В., Танчик С.П. Продуктивність та водоспоживання середньоранніх гібридів соняшника залежно від строків сівби та густоти стояння рослин у Правобережному Степу України. Зрошуване землеробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС. 2019. Вип. 72. С. 47–52. DOI: <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2019.72.11>
12. Буряков Ю.П. Индустриальная технология возделывания подсолнечника. Агрехимия. 1992. № 4. С. 27–28.
13. Коковіхін С.В., Нестерчук В.В., Носенко Ю.М. Продуктивність та якість насіння гібридів соняшнику залежно від густоти стояння рослин та удобрення. Таврійський науковий вісник: Науковий журнал. Херсон: Грінв Д.С. 2015. Вип. 94. С. 37–42.
14. Никитчин Д.И. Масличные культуры. Запорожье: ВПК «Запори́жжя». 1996. 256 с.
15. Пінковський Г.В., Танчик С.П. Вплив строків сівби та густоти стояння соняшнику на водний режим ґрунту в Правобережному Степу України. Рослинництво та ґрунтознавство. 2019. Т. 10. № 1. С. 34–40. DOI: <http://dx.doi.org/10.31548/agr2019.01.034>
16. Pinkovskyi H., Tanchyk S. Dynamics of the availability of available moisture in soil by optimization of sowing time and density of statement of sunflower plants in the Right-Bank Steppe of Ukraine. Technium: Romanian Journal of Applied Sciences and Technology. 2020. Vol. 2. No. 3. P. 68–77. DOI: <https://doi.org/10.47577/technium.v2i3.556>
17. Скидан В.О., Скидан М.С. Вплив температур та вологості на розвиток соняшнику. Агробізнес сьогодні. 2016. Вип. 24. С. 48–51.
18. Соняшник у різних умовах / Ткаліч І. та ін. Агробізнес сьогодні. 2016. № 4. С. 68–74.
19. Коваленко А. Оптимізація мінерального живлення соняшнику. Пропозиція. 2016. № 6. С. 62–64.
20. Пінковський Г.В., Мащенко Ю.В., Танчик С.П. Вплив елементів живлення на родючість ґрунту та продуктивність соняшнику в Правобережному Степу України. Таврійський науковий вісник. 2019. Вип. 107. С. 145–150. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.107.19>
21. Коваленко О.О. Продуктивність гібридів соняшнику залежно від строків сівби та густоти стояння рослин у північній підзоні Степу України: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук. Дніпропетровськ, 2005. 19 с.
22. Минковский А.Е., Поляков А.И. Продуктивность гибрида Запорожский 28 в зависимости от сроков сева и густоты стояния растений. Наук.-тех. бюл. Ин-ту олійних культур УААН. Запори́жжя, 2007. № 12. С. 225–229.
23. Виробництво соняшнику в Україні: стан і перспективи / Кириченко В.В. та ін. Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області. 2010. Вип. 7. С. 281–287.
24. Андрієнко А.Л. Вплив строків сівби на продуктивність гібридів соняшнику в північному Степу України. Бюлетень Інституту зернового господарства. 2010. № 38. С. 165–170. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/bisg\\_2010\\_38\\_38](http://nbuv.gov.ua/UJRN/bisg_2010_38_38).

## REFERENCES

1. Pinkovskyi, H.V., Tanchyk, S.P. (2018). Vplyv strokiv sivyby ta hustoty stoiannia na urozhainist hibrydiv soniashnyka v Pravoberezhnomu Stepu Ukrainy [Influence of sowing periods and standing density on the yield of sunflower hybrids in the Right-Bank Steppe of Ukraine]. Naukovyi visnyk NUBiP Ukrainy. Ahronomiia [Scientific Bulletin of National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine. Agronomy], no. 294, pp. 75–82. Available at: <http://dx.doi.org/10.31548/agr2018.294.075>
2. Pinkovsky, H.V., Tanchyk, S.P. (2020). Management of the elements of technology of growing of sunflower in the Right-Bank Steppe of Ukraine. ŽEMĚS ŪKIO MOKSLAI. Vol. 27. Nr. 1, pp. 37–47.
3. Pokoptseva, L.A. (2014). Vplyv peredposivnoi obrobky na produktyvnist soniashnyku u Stepu Ukrainy [The effect of pre-sowing cultivation on sunflower productivity in the Steppe of Ukraine]. Tavriiskiy naukovyi visnyk [Taurian Scientific Bulletin]. Vol. 87, pp. 75–79.
4. Polyakov, O.I., Nikitenko, O.V., Vakhnenko S.V. (2014). Formuvannya produktyvnosti hibryda soniashnyku Kamenyar v zalezhnosti vid ahropryyomiv vyroshchuvannya [Productivity formation of sunflower hybrid Kamenyar depending on methods of growing]. Naukovo-tekhnichnyi byuлетен Instytutu oliinykh kultur NAAN [Scientific and technical bulletin of the Institute of Oilseeds of NAAS]. Vol. 21, pp. 97–104.

5. Tkalich, I.D., Mamchuk, O.L. (2011). Sposoby sivby ta hustota stoyannya roslyn sonyashnyku hibryda Darii [Methods of sowing and density of standing plants of sunflower hybrid Darii]. *Ahronom [Agronomy]*. Vol. 1, 5 p.
6. Tkalich, I.D., Tkalich, Yu.I., Kokhan, A.V. (2012). Vplyv sposobiv sivby, pryiomiv dohliadu i dobryv na vrozhaunist nasinnia soniashnyku v Stepu [The influence of sowing methods, methods of care and fertilizers on the yield of sunflower seeds in the Steppe]. *Biuletyn Instytutu silskoho hospodarstva stepovoi zony [Bulletin of the Institute of Agriculture of the steppe zone]*. Vol. 2, pp. 128–132.
7. Kramarenko, N., Hlushchenko, A., Dudiak, Y. (1998). Hustota posevov y urozhai [Density of sowing is in a harvest]. *Zemledelye [Agriculture]*, Vol. 12, 23 p.
8. Totskyi, V.M. (2014). Vplyv systemy udobrennia ta osnovnoho obrobittu gruntu na formuvannya produktyvnosti soniashnyku [The influence of fertilizer system and basic tillage on formation of sunflower productivity]. *Naukovo-tekhnicnyi byuletyn Instytutu oliinykh kultur NAAN [Scientific and technical bulletin of the Institute of Oilseeds of NAAS]*. Vol. 20, pp. 204–209.
9. Maliyenko, A.M. (2015). Deyaki shlyakhy optymizatsiyi rezhymu volohosti gruntu u posivakh pol'ovykh kul'tur [Some ways to optimize soil moisture in field crops]. *Zemlerobstvo [Agriculture]*. Vol. 1, pp. 68–76.
10. Melnyk, A.V., Hovorun, S.O. (2014). Vodospozhyvannya ta urozhaunist soniashnyku zalezho vid sortovykh osoblyvosti ta poperednykiv v umovakh pivnichno-skhidnoho Livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [Water consumption and sunflower yield depending on sort characteristics and predecessors in the conditions of the Northeastern Left Bank Forest Steppe of Ukraine]. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahromoho universytetu [Bulletin of Sumy National Agrarian University]*. Vol. 3(27), pp. 173–175.
11. Pinkovskiy, H.V., Tanchyk, S.P. (2019). Produktyvnist ta vodospozhyvannya serednorannikh hibrydiv soniashnyka zalezho vid strokiv sivby ta hustoty stoiannia roslyn u Pravoberezhnomu Stepu Ukrainy [Productivity and water consumption of mid-early sunflower hybrids depending on the sowing time and plant standing density in the Right-Bank Steppe of Ukraine]. *Zroshuvane zemlerobstvo: mizhvidomchyi tematychnyi naukovyi zbirnyk. Kherson: OLDI-PLIuS [Irrigated agriculture]*. Issue 72, pp. 47–52. Available at: <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2019.72.11>
12. Buriakov, Yu.P. (1992). Yndustrialnaia tekhnolohiya vzdelyvannya podsolnechnyka [Industrial sunflower cultivation technology]. *Ahrokhymyia [Agrochemistry]*. Vol. 4, pp. 27–28.
13. Kokovikhin, S.V., Nesterchuk, V.V., Nosenko, Yu.M. (2015). Produktyvnist ta yakist nasinnia hibrydiv soniashnyku zalezho vid hustoty stoiannia roslyn ta udobrennia [Productivity and seed quality of sunflower hybrids depending on plant density and fertilizer]. *Tavriiskiy naukovyi visnyk: naukovyi zhurnal [Taurian Scientific Bulletin: scientific Journal]*. Kherson, Green D.S., Issue 94, pp. 37–42.
14. Nykytchyn, D.Y. (1996). Maslychnye kultury [Oilseeds]. Zaporozhe: VPK «Zaporizhzhia» [VPK Zaporizhzhia], 256 p.
15. Pinkovskiy, H.V., Tanchyk, S.P. (2019). Vplyv strokiv sivby ta hustoty stoiannia soniashnyku na vodnyi rezhym hruntu v Pravoberezhnomu Stepu Ukrainy [Influence of sowing time and density of standing sunflower on water regime of soil in the Right-bank Steppe of Ukraine]. *Roslynnystvo ta gruntoznavstvo [Crop and soil science]*. Vol. 10, no. 1, pp. 34–40. Available at: <http://dx.doi.org/10.31548/agr2019.01.034>
16. Pinkovskiy, H., Tanchyk, S. (2020). Dynamics of the availability of available moisture in soil by optimization of sowing time and density of statement of sunflower plants in the Right-Bank Steppe of Ukraine. *Technium: Romanian Journal of Applied Sciences and Technology*. Vol. 2. no. 3, pp. 68–77. Available at: <https://doi.org/10.47577/technium.v2i3.556>
17. Skydan, M.S., Skydan, V.O., Kostromitin, V.M. (2013). Osoblyvosti nalyvu nasinnia hibrydiv sonyashnyku v umovakh skhidnoyi chastyny Lisostepu Ukrayiny [Features of pouring seeds of sunflower hybrids in the conditions of the eastern part of the Forest-Steppe of Ukraine]. *Tavriiskiy naukovyi visnyk [Taurian Scientific Bulletin]*. Vol. 85, pp. 79–83.
18. Tkalich, I., Horbatenko, A., Sudak, V., Bokun, O. (2016). Soniashnyk u riznykh umovakh [Sunflowers in different conditions]. *Ahrobiznes sohodni [Agribusiness today]*. Vol. 4, pp. 68–74.
19. Kovalenko, A. (2016). Optymizatsiia mineralnoho zhyvlennia soniashnyku [Optimization of mineral nutrition of sunflower]. *Propozytsiia [Offer]*. Vol. 6, pp. 62–64.
20. Pinkovskiy, H.V., Mashchenko, Yu.V., Tanchyk, S.P. (2019). Vplyv elementiv zhyvlennia na rodiuchist hruntu ta produktyvnist soniashnyku v Pravoberezhnomu Stepu Ukrainy [Influence of elements of nutritios on the fertility of soil and productivity of sunflower in the Right-Bank Steppe of Ukraine]. *Tavriiskiy naukovyi visnyk [Taurian Scientific Bulletin]*. Issue 107, pp. 145–150. Available at: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.107.19>
21. Kovalenko, O.O. (2005). Produktyvnist' hibrydiv sonyashnyku zalezho vid strokiv sivby ta hustoty stoyannya roslyn u pivnichniy pidzoni Stepu Ukrayiny: avtoref. dys. ... kand. s.-h. nauk [Productivity of sunflower hybrids depending on sowing time and plant standing density in the Northern Sub-steppe of Ukraine]. Dnipropetrovsk, 19 p.
22. Mynkovskyy, A.E., Polyakov, A.Y. (2007). Produktyvnost' hybryda Zaporozhskyy 28 v zavysymosti ot strokov seva y hustoty stoyannya rastyeny [The productivity of Zaporizhzhya 28 hybrid, depending on terms of sowing and plant standing density]. *Naukovo-tekhnicnyi byuletyn Instytutu oliinykh kultur NAAN [Scientific and technical bulletin of the Institute of Oilseeds of NAAS]*. Vol. 12, pp. 225–229.
23. Kyrychenko, V.V., Kolomats'ka, V.P., Maklyak, K.M., Syvenko, V.I. (2010). Vyrobnystvo sonyashnyku v Ukrayini: stan i perspektyvy [Sunflower production in Ukraine: condition and prospects]. *Visnyk TsNZ APV Kharkivs'koyi oblasti [Bulletin of the APV of Kharkiv region]*. Vol. 7, pp. 281–287.
24. Andriienko, A.L. (2010). Vplyv strokiv sivby na produktyvnist hibrydiv soniashnyku v pivnichnomu Stepu Ukrainy [Influence of sowing dates on the productivity of sunflower hybrids in the northern steppe of Ukraine]. *Biuletyn Instytutu zernovoho hospodarstva [Bulletin of the Institute of grain management]*, no. 38, pp. 165–170. Available at: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/bisg\\_2010\\_38\\_38](http://nbuv.gov.ua/UJRN/bisg_2010_38_38)

**Продуктивность и экономическая эффективность выращивания подсолнечника в зависимости от сроков сева и густоты стояния растений в Правобережной Степи Украины**

**Пиньковский Г.В., Танчик С.П.**

В статье отражены результаты исследований по управлению элементами технологии и влияния факторов на продуктивность подсолнечника. Полевой опыт проводили на опытном поле ИСХС НААН Кировоградской области.

Уровень производительности подсолнечника определяется условиями водного и питательного режимов почвы.

По результатам исследований установлено, что на время сева запасы продуктивной влаги в 0–100 см слое почвы высокими были при первом сроке посева и составили 178,6 мм. При таких запасах влаги создаются благоприятные условия увлажнения посевного слоя почвы, чтобы получить дружные и полные всходы при посеве в первой-второй декаде апреля. Смещение сроков сева на более ранние дает возможность изменять условия роста и развития растений подсолнечника. В частности, растения лучше снабжаются влагой, а также есть возможность обойти критические температурные периоды развития растений.

Высокими запасы продуктивной для растений влаги в 0–100 см слое почвы в посевах гибридов Форвард, LG 56.32, LG 54.85, LG 55.82 были при густоте стояния растений 60 тыс. на гектаре, при первом сроке посева – в фазе цветения составляли 127 мм.

Содержание элементов питания в почве менялось как по годам, так и под влиянием разного фона удобрения. Внесение азотных, фосфорных, калийных удобрений в дозе  $N_{40}P_{40}K_{40}$  и  $N_{40}P_{40}K_{40}$  + побочная продукция предшественника позволяет увеличить содержание в почве доступных растениям элементов питания и повысить плодородие почвы.

Учитывая экономические показатели, оптимальным сроком сева подсолнечника для гибридов LG 55.82 и LG 54.85 является прогревание почвы на глубине заделки семян до 5–6 °С, для гибридов Форвард и LG 56.32 – до 9–10 °С, оптимальная густота – 60 тыс./га. В таких условиях гибрид LG 55.82 сформировал самую высокую урожайность – 3,85 т/га, гибрид LG 54.85 – 3,64 т/га, Форвард – 3,09 т/га, гибрид LG 56.32 – 3,62 т/га.

**Ключевые слова:** подсолнечник, питательный режим почвы, водный режим почвы, урожайность, рентабельность, чистый доход.

**Productivity and economic efficiency of growing sunflower depending on the sowing time and plant density in the Right-Bank Steppe of Ukraine**

**Pinkovskiy H., Tanchyk S.**

The article covers the results of research on the management of elements of technology and the influence of factors on the productivity of sunflower. The field experiment was conducted in the experimental field of IAS NAAS Kirovohrad region.

The level of sunflower productivity is determined by the conditions of water and nutrient regimes of soil.

According to the results of research it was established that at the time of sowing reserves of available moisture in 0–100 cm of the soil layer were the largest during the first sowing period and amounted to 178.6 mm. Such moisture reserves create favorable conditions for moistening the seed layer of soil to obtain friendly and full seedlings when sowing in the first – second decade of April. The use of moisture by sowing sunflowers can be regulated by sowing dates to some extent. Shifting sowing dates to earlier ones makes it possible to change the conditions of growth and development of sunflower plants, namely, the plants are better provided with moisture, and it is possible to avoid critical temperature periods of plant development.

The high reserves of productive moisture for plants in 0–100 cm soil layer, in crops of Forward, LG 56.32, LG 54.85, LG 55.82 hybrids were for plant density of 60 thousand per hectare, at the first sowing period – in the flowering phase they were 127 mm.

The content of nutrients the soil changed both over the years and under the influence of different fertilizer backgrounds.

Application of nitrogen, phosphorus, potassium fertilizers in the dose of  $N_{40}P_{40}K_{40}$  and  $N_{40}P_{40}K_{40}$  + by-products of the predecessor allows to increase the content of nutrients available to plants in soil and to increase soil fertility.

Due to economic indicators, the optimal time of sunflower sowing for hybrids LG 55.82 and LG 54.85 is warming soil at the depth of seed wrapping up to 5–6 °С, for hybrids Forward and LG 56.32 is warming soil at the depth of seed wrapping up to 9–10 °С, optimal density – 60 thousand/ha. In such conditions, the LG 55.82 hybrid formed the highest yield – 3.85 t/ha, LG 54.85 hybrid – 3.64 t/ha, Forward – 3.09 t/ha, LG 56.32 hybrid – 3.62 t/ha.

**Key words:** sunflower, soil nutrient regime, water regime of soil, yield, profitability, net profit.



Copyright: Пиньковский Г.В., Танчик С.П. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



Пиньковский Г.В.  
Танчик С.П.

ID: <https://orcid.org/0000-0002-5046-9101>  
ID: <https://orcid.org/0000-0001-8730-6931>


УДК 633.11:631.526.32.632.11.5.581.143

## Морозостійкість пшениці м'якої озимої та її зв'язок з морфологічними особливостями

Пірич А.В.<sup>1</sup> , Юрченко Т.В.<sup>1</sup> , Коляденко С.С.<sup>2</sup> 

<sup>1</sup> Миронівський інститут пшениці імені В.М. Ремесла НААН

<sup>2</sup> Український інститут експертизи сортів України

 Пірич А.В. [alina22pirych@gmail.com](mailto:alina22pirych@gmail.com)



Пірич А.В., Юрченко Т.В., Коляденко С.С. Морозостійкість пшениці м'якої озимої та її зв'язок з морфологічними особливостями. Збірник наукових праць «Агробіологія», 2020. № 2. С. 124–131.

Pirych A.V., Jurchenko T.V., Kolyadenko S.S. Morozostijikist' pshenyци m'jakoї ozymoї ta її' zv'jazok z morfologichnymy osoblyvostjamy. Zbirnyk naukovyh prac' «Agrobiologija», 2020. № 2. pp. 124–131.

Рукопис отримано: 18.05.2020 р.

Прийнято: 01.06.2020 р.

Затверджено до друку: 24.11.2020 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2020-161-2-124-131

Останніми роками спостерігаються значні зміни погодних умов у період росту та розвитку пшениці.

Мета дослідження – встановити зв'язок між рівнем морозостійкості сортів пшениці м'якої озимої та їх морфологічними особливостями.

Дослідження проводили в 2016–2019 рр. в умовах Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла. Матеріалом для дослідження були 19 сортів пшениці м'якої озимої миронівської селекції. Морозостійкість рослин визначали за ДСТУ 4749:2007, який передбачає проморожування рослин пшениці у камерах за температури мінус 18 та мінус 20 °С, з попереднім загартуванням рослин на відкритому майданчику. За еталон морозостійкості використовували високоморозостійкий сорт пшениці Миронівська 808. Достовірність отриманих даних перевіряли за критерієм Фішера. Морфологічне оцінювання стану рослин проводили восени після припинення вегетації та навесні після її відновлення згідно з методикою Ф.М. Куперман.

Роки досліджень характеризувалися контрастними погодними умовами. Встановлено, що більшість сортів пшениці м'якої озимої миронівської селекції мають високий та середній рівні морозостійкості. За роки досліджень приріст конуса наростання у вузлі куштиння в сорту-еталону Миронівська 808 варіював від 0,01 до 0,42 мм. У досліджуваних сортів приріст конуса наростання коливався в межах 0–0,10 мм (2016–17 рр.), 0,35–0,68 мм (2017–18 рр.) і 0,03–0,32 мм (2018–19 рр.).

За оцінкою морозостійкості виділено сорти пшениці м'якої озимої, у яких відсоток живих рослин за роки досліджень перевищує сорт-еталон Миронівська 808 або знаходиться на його рівні. До високоморозостійких належать сорти пшениці м'якої озимої МІП Княжна, Трудівниця миронівська, Легенда Миронівська, Естафета миронівська, Вежа миронівська, МІП Дніпрянка, МІП Ассоль. Сорти МІП Княжна, Трудівниця миронівська, Легенда Миронівська, Естафета миронівська, Вежа миронівська, МІП Дніпрянка та МІП Ассоль в середньому за роки досліджень мали приріст конуса наростання на рівні сорту Миронівська 808. Установлено варіювання сили та напряму зв'язків між рівнем морозостійкості та морфологічними показниками (висота рослин, довжина конуса наростання), визначеними на момент припинення та відновлення вегетації пшениці озимої.

**Ключові слова:** пшениця озима, сорт, морозостійкість, ріст, розвиток, конус наростання.

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** Озима пшениця – одна з головних зернових культур. Останніми роками спостерігаються значні зміни погодних умов упродовж осіннього періоду, які суттєво впливають на переміщення рослин пшениці озимої [1–3].

Встановлено, що під дією холоду в листках рослин пшениці виникає комплекс структурно-функціональних змін фотосинтетичного апарату, унаслідок чого вже в перші години загартування в клітинах мезофілу починають формуватися хлоропласти крупніших розмірів. На-

слідком таких змін є повне припинення росту пшениці на початковому етапі загартування та часткове відновлення росту листків після набуття рослинами максимальної холодостійкості [4].

Різноманіття чинників, що згубно впливають на рослини впродовж зими, зумовлюють необхідність створення сортів, які б мали комплексну стресостійкість та високий адаптивний потенціал [5].

Відлиги, які регулярно спостерігаються впродовж зими, сприяють росту конуса наростання у вузлі кущіння. За таких умов до кінця зими, за приростом конуса наростання, можливий перехід рослин на III етап органогенезу, що значно знижує зимостійкість посівів, а повернення низьких температур може спричинити зрідження посівів [6].

Ф.М. Куперман відмічала, що саме від стану конуса наростання залежить життєздатність рослини, ріст і розвиток колоса та його продуктивність. Рослини, які входять у зиму на II етапі органогенезу з розмірами конуса наростання 0,25–0,35 мм, значно легше переносять надлишковий сніговий покрив і низькі температури (мінус 18 – 22 °С) [7].

Встановлено, що високоморозостійкі сорти пшениці м'якої озимої перед входженням у зиму мають мінімальну довжину конуса наростання, а в слабоморозостійких вона досягає найбільших розмірів (0,35 – 0,55 мм) [8].

Рослини, які поєднують значну затримку розвитку восени з прискоренням його темпу навесні, можуть бути достатньо морозостійкими та продуктивними водночас [9]. За довжиною конуса наростання рослин пшениці м'якої озимої можна визначити не лише рівень морозостійкості, а й продуктивність [10].

Слід відмітити, що характер і швидкість проходження етапів органогенезу значною мірою визначаються генетичними особливостями рослин і рівнем оптимізації чинників довкілля [11]. Встановлено, що дефіцит вологи в осінній період спричиняє пізню появу сходів [12]. На інтенсивність розвитку озимої пшениці восени і формування морозостійкості у цей період значно впливає рівень яровизації [13], не виключається і вплив фотоперіодичної чутливості рослин [14, 15]. Враховуючи зазначене вище, виникає доцільність у проведенні оцінювання морозостійкості сортів пшениці м'якої озимої, а також визначенні морфологічного стану рослин після припинення та відновлення вегетації.

**Мета дослідження** – встановити зв'язок між рівнем морозостійкості сортів пшениці м'якої озимої та їх морфологічними особливостями.

**Матеріал і методи дослідження.** Дослідження проводили в 2016–2019 рр. в умо-

вах Миронівського інституту пшениці імені В.М. Ремесла (МІП). Матеріалом для дослідження були 19 сортів пшениці м'якої озимої миронівської селекції: Березиня миронівська, Горлиця миронівська, Господиня миронівська, МІП Вишиванка, Трудівниця миронівська, МІП Валенсія, Миронівська слава, МІП Княжна, Легенда Миронівська, Оберіг Миронівський, Світанок Миронівський, Естафета миронівська, Вежа миронівська, МІП Дніпрянка, Грація миронівська, МІП Ассоль, Балада миронівська, Подолянка (стандарт). Морозостійкість рослин визначали за ДСТУ 4749:2007, який передбачає проморожування рослин пшениці у камерах КНТ-1 за температури мінус 18 та мінус 20 °С, з попереднім проходженням фази загартування рослин на відкритому майданчику. За еталон морозостійкості використовували високоморозостійкий сорт пшениці Миронівська 808 [16]. Достовірність отриманих даних перевіряли за критерієм Фішера [17]. Морфологічне оцінювання стану рослин проводили восени після припинення осінньої вегетації та навесні після відновлення весняної вегетації згідно з методикою [18, 19].

Силу кореляційних зв'язків між ознаками визначали за наступною градацією: за значення коефіцієнта кореляції ( $r$ )  $< 0,3$  – зв'язок слабкий;  $r = 0,3 - 0,7$  – середній;  $r = \leq 0,7$  – сильний [17].

#### **Результати дослідження та обговорення.**

Загартування рослин значно підвищує їх стійкість до негативного впливу погодних умов, які складаються впродовж зимового періоду [20]. Хахула В. С. зі співавторами зазначають, що в Україні слід вирощувати сорти пшениці озимої із середнім рівнем морозостійкості, тобто такі, що витримують температуру на вузлі кущіння до мінус 17,5–18,0 °С, за сприятливих умов загартування [21].

Морозостійкість сорту-еталону Миронівська 808 в роки досліджень варіювала від 56,7 до 94,7 % за температурного режиму проморожування мінус 18 °С та 34,7–87,0 % – за мінус 20 °С, відповідно (табл. 1). Високий рівень морозостійкості у 2016 р. виявлено у сортів Легенда Миронівська та Трудівниця миронівська, відсоток живих рослин яких перевищував сорт-еталон за температури мінус 18 °С та був на його рівні за проморожування рослин за мінус 20 °С. На рівні еталону за двох температур проморожування, з відсотком живих рослин 47,6 та 40,5 %, виділився сорт МІП Княжна. У сорту МІП Валенсія відсоток живих рослин знаходився на рівні сорту Миронівська 808 за температури мінус 18 °С. Отже, за результатами оцінювання морозостійкості у 2016 р. найвищий рівень цієї ознаки виявлено у сортів Легенда Миронівська, Трудівниця миронівська та МІП Княжна.

Таблиця 1 – Морозостійкість сортів пшениці м'якої озимої

Сорт	Кількість живих рослин ( $\pm S$ ), % після проморожування					
	-18 °C	-20 °C	-18 °C	-20 °C	-18 °C	-20 °C
	2015–16 pp.		2016–17 pp.		2017–18 pp.	
Берегиня МИР	25,0 $\pm$ 4,9	5,6 $\pm$ 2,7	92 $\pm$ 3,1*	40 $\pm$ 5,4	86 $\pm$ 4,0*	29 $\pm$ 5,5*
Горлиця МИР	21,4 $\pm$ 5,1	20,3 $\pm$ 5,5	82 $\pm$ 4,4	29 $\pm$ 5,3	79 $\pm$ 4,8*	37 $\pm$ 5,6*
Господиня МИР	41,5 $\pm$ 5,5	34,2 $\pm$ 5,5*	92 $\pm$ 4,2*	82 $\pm$ 3,1*	96 $\pm$ 2,3**	74 $\pm$ 4,8*
МПП Вишиванка	38,1 $\pm$ 5,3	20,5 $\pm$ 4,5	87 $\pm$ 3,9*	83 $\pm$ 4,3*	78 $\pm$ 4,8*	29 $\pm$ 5,2
Трудівниця МИР	76,8 $\pm$ 4,7**	38,4 $\pm$ 5,7*	76 $\pm$ 5,2*	50 $\pm$ 6,0	82 $\pm$ 4,4*	63 $\pm$ 5,4*
МПП Валенсія	58,6 $\pm$ 5,3*	9,9 $\pm$ 3,5	57 $\pm$ 6,4	30 $\pm$ 5,3	96 $\pm$ 2,2**	64 $\pm$ 5,4*
МИР слава	34,1 $\pm$ 5,1	0,0	65 $\pm$ 5,5	68 $\pm$ 5,4*	67 $\pm$ 5,4	32 $\pm$ 5,3
МПП Княжна	47,6 $\pm$ 5,6*	40,5 $\pm$ 5,5*	70 $\pm$ 5,5	60 $\pm$ 5,6	91 $\pm$ 3,2**	75 $\pm$ 5,0**
Легенда МИР	71,1 $\pm$ 5,0**	26,7 $\pm$ 5,1*	69 $\pm$ 5,4	61 $\pm$ 5,8	75 $\pm$ 3,4*	49 $\pm$ 4,0*
Оберіг МИР	34,2 $\pm$ 5,4	17,1 $\pm$ 4,4	69 $\pm$ 5,5	42 $\pm$ 5,8	80 $\pm$ 4,3*	73 $\pm$ 5,0*
Світанок МИР	1,7 $\pm$ 1,7	0,0	41 $\pm$ 6,5	31 $\pm$ 5,7	65 $\pm$ 5,7	15,0 $\pm$ 5,7
МИР 808, еталон	56,7 $\pm$ 5,5	40,5 $\pm$ 5,7	87 $\pm$ 1,6	82 $\pm$ 4,2	79,3 $\pm$ 4,4	57,3 $\pm$ 5,4

**Примітка:** МИР – миронівська (-ий); \*морозостійкість сорту не різниться достовірно від морозостійкості сорту Миронівська 808 за критерієм Фішера; \*\* морозостійкість сорту достовірно перевищує морозостійкість сорту Миронівська 808 за критерієм Фішера.

У 2017 р. відсоток живих рослин у сортів Господиня миронівська та МПП Вишиванка був на рівні еталону Миронівська 808 за двох температур проморожування, а у сортів Берегиня миронівська та Трудівниця миронівська – лише за температури мінус 18 °C.

За результатами оцінювання морозостійкості у 2018 р. виділено ряд сортів з високим рівнем морозостійкості: МПП Княжна, Господиня миронівська, МПП Валенсія, Берегиня миронівська, Трудівниця миронівська, Оберіг Миронівський, Горлиця миронівська, Легенда Миронівська, відсоток живих рослин, яких достовірно перевищував або був на рівні сорту-еталону.

У 2016–17 вегетаційних роках у дослідження було залучено нові сорти пшениці

м'якої озимої: Естафета миронівська, Вежа миронівська, МПП Дніпрянка, Грація миронівська, МПП Ассоль, Балада миронівська. За даними оцінювання морозостійкості виявлено, що новостворені сорти миронівської селекції відзначаються високим відсотком живих рослин за критичних температур проморожування впродовж років досліджень (табл. 2).

Отже, за оцінкою морозостійкості виділено цінні сорти пшениці м'якої озимої, відсоток живих рослин яких за роки досліджень перевищує або знаходиться на рівні сорту-еталону Миронівська 808. Сорти пшениці МПП Княжна, Трудівниця миронівська, Легенда Миронівська, Естафета миронівська, Вежа миронівська,

Таблиця 2 – Морозостійкість сортів пшениці м'якої озимої

Сорт	Кількість живих рослин ( $\pm S$ ), % після проморожування					
	-18 °C	-20 °C	-18 °C	-20 °C	-18 °C	-20 °C
	2016–17 pp.		2017–18 pp.		2018–19 pp.	
Естафета МИР	99 $\pm$ 1,1**	91 $\pm$ 3,3*	98 $\pm$ 1,6**	59 $\pm$ 5,6	100 $\pm$ 0*	26 $\pm$ 4,8*
Вежа МИР	90 $\pm$ 3,4*	76 $\pm$ 4,8*	91 $\pm$ 3,2**	65 $\pm$ 5,2*	99 $\pm$ 1,1*	29 $\pm$ 5,0*
МПП Дніпрянка	93 $\pm$ 2,9*	73 $\pm$ 4,9*	96 $\pm$ 2,2**	77 $\pm$ 4,6*	100 $\pm$ 0*	51 $\pm$ 5,5*
Грація МИР	85 $\pm$ 4,0*	80 $\pm$ 4,4*	68 $\pm$ 5,4*	47 $\pm$ 5,4*	85 $\pm$ 4,0	22 $\pm$ 4,6
МПП Ассоль	96 $\pm$ 2,6*	94 $\pm$ 2,2**	88 $\pm$ 3,8*	66 $\pm$ 5,3**	90 $\pm$ 3,4*	51 $\pm$ 5,5**
Балада МИР	74 $\pm$ 4,9*	61 $\pm$ 5,5	80 $\pm$ 4,8*	71 $\pm$ 5,2**	93 $\pm$ 2,9	26 $\pm$ 4,9
Подольянка	86 $\pm$ 2,7*	81 $\pm$ 3,0*	75 $\pm$ 3,0*	52 $\pm$ 3,5*	80 $\pm$ 2,9	66 $\pm$ 3,3
МИР 808, еталон	87 $\pm$ 1,6	82 $\pm$ 4,2	79,3 $\pm$ 4,4	57,3 $\pm$ 5,4	94,7 $\pm$ 2,1	34,7 $\pm$ 5,2

**Примітка:** МИР – миронівська; \*морозостійкість сорту не різниться достовірно від морозостійкості сорту Миронівська 808 за критерієм Фішера; \*\* морозостійкість сорту достовірно перевищує морозостійкість сорту Миронівська 808 за критерієм Фішера.

МІП Дніпрянка, МІП Ассоль належать до високomorозостійких сортів.

Стан рослин перед входженням у зиму є одним із важливих чинників, від якого залежить продуктивність пшениці озимої, який визначається тривалістю осіннього періоду вегетації рослин і метеорологічними умовами року [22]. Погодні умови в осінньо-весняний період за роки досліджень були досить контрастними для вивчення розвитку рослин на початкових етапах органогенезу. Внаслідок дефіциту вологи й коливання температури повітря, рослини в період 2016–17 рр. увійшли в зиму на І етапі органогенезу, відновили вегетацію на І і II етапах. У 2017–18 рр. – увійшли в зиму на І етапі, відновили на II і III етапах, 2018–19 рр. – увійшли на II етапі, відновили вегетацію на II–початку III етапу органогенезу. За результатами морфологічного аналізу сорт-еталон високої морозостійкості Миронівська 808 характеризується сповільненим темпом розвитку рослин навесні і відповідно має найменший розмір конуса наростання. Так, за роки досліджень приріст конуса наростання у сорту Миронівська 808 варіював від 0,01 до 0,42 мм (табл. 3), тим часом у досліджуваних сортів приріст конуса наростання коливався в межах 0–0,10 мм (2016–17 рр.), 0,35–0,68 мм (2017–18 рр.) і 0,03–0,32 мм (2018–19 рр.). Найменший приріст

конуса наростання відмічено у сортів МІП Вишиванка (0,02–0,42 мм), Грація миронівська (0–0,35 мм), Трудівниця миронівська (0,05–0,48 мм), Оберіг Миронівський (0,02–0,48 мм), а найбільший – у сортів Господиня миронівська (0,10–0,62 мм), МІП Дніпрянка (0,09–0,68 мм) та стандарт Подолянка (0,01–0,65 мм).

Сорти з високим рівнем морозостійкості: Трудівниця миронівська, МІП Княжна, Легенда Миронівська, Естафета миронівська, Вежа миронівська, МІП Дніпрянка, МІП Ассоль мали в середньому за роки досліджень приріст конуса наростання на рівні сорту Миронівська 808.

Для виявлення зв'язку між морозостійкістю рослин та морфологічними особливостями було проведено кореляційний аналіз. Як показник, що характеризує ріст і розвиток рослин в осінній та весняний періоди використовували висоту рослин та довжину конуса наростання у вузлі кушіння. Висота рослин на момент припинення вегетації за роки досліджень варіювала від 6,3 до 11,5 см у 2016–17 рр., 13,0–24,0 см у 2017–18 рр. та 19,1–25,0 см у 2018–19 вегетаційних роках. Тимчасом у сорту-еталону Миронівська 808 висота рослин становила 9,8 см, 18,4, та 23,2 см у 2016/17 – 2018/19 роках відповідно.

У 2016–17 рр. виявлено (табл. 4) сильний та середній негативний зв'язок довжини кону-

Таблиця 3 – Приріст конуса наростання у рослин пшениці м'якої озимої

Сорт	2016–17 рр.	2017–18 рр.	2018–19 рр.	Середній приріст конуса наростання за роки досліджень, мм
Берегиня МИР	0,02	0,48	0,18	0,23
Горлиця МИР	0,09	0,48	0,13	0,23
Господиня МИР	0,10	0,62	0,32	0,35
МІП Вишиванка	0,02	0,42	0,12	0,19
Трудівниця МИР	0,05	0,48	0,12	0,22
МІП Валенсія	0,08	0,51	0,10	0,23
МИР слава	0,06	0,49	0,13	0,23
МІП Княжна	0,02	0,55	0,11	0,23
Легенда МИР	0,01	0,56	0,08	0,22
Оберіг МИР	0,02	0,36	0,14	0,17
Світанок МИР	0,01	0,68	0,14	0,28
Естафета МИР	0,05	0,53	0,15	0,24
Вежа МИР	0,08	0,47	0,09	0,21
МІП Дніпрянка	0,09	0,68	0,11	0,29
Грація МИР	0,00	0,35	0,12	0,16
МІП Ассоль	0,05	0,48	0,14	0,22
Балада МИР	0,09	0,52	0,03	0,21
Подолянка, стандарт	0,01	0,65	0,14	0,27
МИР 808, еталон	0,01	0,42	0,09	0,17
Середнє значення показника	0,05	0,51	0,13	0,23
max	0,10	0,68	0,32	0,35
min	0,00	0,35	0,03	0,16
НІР <sub>05</sub>	0,01	0,10	0,9	0,10

Примітка: МИР – миронівська (-ий).

Таблиця 4 – Коефіцієнти лінійної кореляції між відсотком живих рослин після проморожування та морфологічними показниками

Ознака	Висота рослин, см		Довжина конуса наростання, мм	
	осінь*	весна**	осінь	весна
Коефіцієнти лінійної кореляції за вегетаційний період 2016–17 рр.				
Відсоток рослин, що вижили за t мінус 18 °С	0,2 ± 0,24	0,3 ± 0,23	-0,7 ± 0,18	-0,3 ± 0,23
Відсоток рослин, що вижили за t мінус 20 °С	0,2 ± 0,24	0,2 ± 0,24	-0,4 ± 0,22	-0,4 ± 0,22
Коефіцієнти лінійної кореляції за вегетаційний період 2017–18 рр.				
Відсоток рослин, що вижили за t мінус 18 °С	0,1 ± 0,24	0,4 ± 0,22	0,5 ± 0,21	0,3 ± 0,23
Відсоток рослин, що вижили за t мінус 20 °С	-0,1 ± 0,24	-0,1 ± 0,24	0,1 ± 0,24	0,1 ± 0,24
Коефіцієнти лінійної кореляції за вегетаційний період 2018–19 рр.				
Відсоток рослин, що вижили за t мінус 18 °С	-0,3 ± 0,39	-0,3 ± 0,39	-0,2 ± 0,40	-0,5 ± 0,36
Відсоток рослин, що вижили за t мінус 20 °С	-0,4 ± 0,38	0,1 ± 0,40	-0,2 ± 0,40	-0,6 ± 0,31

**Примітка:** осінь\* – визначення показників на момент припинення осінньої вегетації; весна\*\* – визначення показників на момент відновлення вегетації.

са наростання рослин досліджуваних сортів на момент припинення вегетації з морозостійкістю (за визначення кореляції вказаного показника із результатами проморожування  $r = -0,7 \pm 0,18$  за температури мінус 18 °С та  $r = -0,4 \pm 0,22$  за температури мінус 20 °С).

Відсоток живих рослин за температур проморожування у вегетаційному періоді 2017–18 рр. мав середній та слабкий позитивний зв'язок з довжиною конуса наростання ( $r = 0,5 \pm 0,21$ ,  $r = 0,1 \pm 0,24$ ), у 2018–19 рр. – слабкий негативний ( $r = -0,2 \pm 0,40$ ). Відмічено варіювання сили та напрямку зв'язків за роки досліджень між показником висота рослин та відсотком живих рослин після проморожування. Тенденцію негативного кореляційного зв'язку між морозостійкістю рослин та інтенсивністю їх осіннього розвитку ( $r = -0,68$ ) відмічено в результатах досліджень інших науковців [13].

За даними досліджень прямого зв'язку між морозостійкістю та морфологічними особливостями сортів пшениці озимої не виявлено.

**Висновки.** 1. За оцінкою морозостійкості виділено сорти пшениці м'якої озимої, відсоток живих рослин яких за роки досліджень перевищує сорт-еталон Миронівська 808 або знаходиться на його рівні. До високоморозостійких належать сорти пшениці м'якої озимої – МП Княжна, Трудівниця миронівська, Легенда Миронівська, Естафета миронівська, Вежа миронівська, МП Дніпрянка, МП Ассоль. 2. Сорти МП Княжна, Трудівниця миронівська, Легенда Миронівська, Естафета миронівська, Вежа миронівська, МП Дніпрянка та

МП Ассоль в середньому за роки досліджень мали приріст конуса наростання на рівні сорту Миронівська 808. 3. Установлено варіювання сили та напрямку зв'язків між рівнем морозостійкості та морфологічними показниками (висота рослин, довжина конуса наростання), визначеними на момент припинення та відновлення вегетації пшениці озимої.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Потенціал сортових ресурсів. Ефективне його використання – головна передумова стабільного виробництва зерна / Мілютенко Г.Б. та ін. Насінництво. 2011. № 2, С. 1–6.
2. Рудник-Іващенко О.І. Особливості вирощування озимих культур за умов змін клімату. Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. 2012. № 2. С. 8–10. DOI: [http://doi:10.21498/2518-1017.2\(16\).2012.58894](http://doi:10.21498/2518-1017.2(16).2012.58894)
3. Kristensen K., Schelde K., Olesen, J.E. Winter wheat yield response to climate variability in Denmark. The Journal of Agricultural Science. 2011. 149. P. 33–47. DOI: <http://doi.org/10.1017/S0021859610000675>
4. Структурно-функціональна реорганізація фотосинтетического апарата рослин озимої пшениці при холодової адаптації / Венжик Ю.В. та ін. Цитология. 2012. Т. 54, № 12. С. 916–924.
5. Солодушко М.М. Урожайність та адаптивний потенціал сучасних сортів пшениці м'якої озимої в умовах Північного Степу. Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. 2014. № 3. С. 61–66.
6. Гірко В.С., Сабадін Н.А. Біологічні особливості озимої пшениці та перспективи їхнього використання в селекції. Селекція, насінництво і технології вирощування зернових колосових культур в Лісостепу України / за ред. В.Т. Колючого, В.А. Власенка, Г.Ю. Борсука. Київ: Аграрна наука, 2007. С. 8–41.
7. Куперман Ф.М. Морфофизиологические приемы исследования растений. Бюллетень МОИП. 1952. Т. LVII, Вып. 6. С. 14–21.

8. Методические рекомендации по определению потенциальной и реальной продуктивности пшеницы / под ред. А.В. Пухальского. Москва, 1980. 40 с.

9. Кучеренко О.М., Хоменко Л.О., Ковалишина Г.М., Кочмарський В.С. Вплив змін клімату на особливості морфологічного аналізу при оцінці стану перезимівлі пшениці м'якої озимої. Селекція і насінництво. 2013. Вип. 103. С. 107–114.

10. Худолій Л.В. Морфологічні особливості формування продуктивності пшениці озимої залежно від технології вирощування. Plant Varieties Studying and Protection. 2019, Vol. 15. No 3. P. 303–312. DOI: <http://doi.org/10.21498/2518-1017.15.3.2019.181090>

11. Вплив погодних умов на тривалість окремих періодів вегетації та врожайність пшениці м'якої озимої у Лісостепу і Поліссі / Близнюк Б.В. та ін. Миронівський вісник: зб. наук. праць. Вип. 8, 2019. С. 73–90.

12. Тищенко В.М., Томіна М.В., Дубенець М.В. Формування та мінімальність ознак у пшениці м'якої озимої в стресових умовах середовища. Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. 2014, № 2. С. 19–22.

13. Литвиненко М.А. Створення сортів пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L.), адаптованих до змін клімату на півдні України: зб. наук. праць СГІ – НЦНС. 2016. Вип. 27 (67). С. 36–53.

14. Зубрич О.І., Авксентьєва О.О. Вплив фотоперіоду на морфогенетичні процеси у ізогенних за генами Ppd ліній пшениці м'якої. Фактори експериментальної еволюції організмів. 2019. Том 24. С. 302–307.

15. Gorash A., Armoniene R., Liutucas Z., Brazauskas G. The relationship among freezing tolerance, vernalization requirement, Ppd alleles and winter hardiness in European wheat cultivars. The Journal of Agricultural Science. 2017. Vol. 155. No 9. P. 1353–1370. DOI: <http://doi.org/10.1017/s0021859617000521>

16. Пшениця озима. Метод визначання морозостійкості сортів: ДСТУ 4749:2007. [Чинний від 2009-01-01] Київ: Держспоживстандарт України, 2008. 8 с. (Національні стандарти України).

17. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.

18. Куперман Ф.М. Морфобиологія рослин. Морфобіологічний аналіз етапів органогенеза різних життєвих форм покритосемених рослин. 3-е изд. Москва: Высшая школа, 1977. 287 с.

19. Методические рекомендации по использованию морфобиологического метода для оценки зимостойкости и устойчивости к оттепелям озимых культур / отв. ред. И.И. Василенко. Москва, 1989. 27 с.

20. Полевой А.Н., Блыщик Д.В., Феоктистов П.А. Моделирование формирования зимостойкости растениями озимой пшеницы. Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. Москва, 2015. Том 26, № 1. С. 28–48.

21. Урожайні та адаптивні властивості ново зареєстрованих сортів пшениці озимої м'якої / Хахула В.С. та ін. Агробіологія, 2012. № 8. С. 171–174.

22. Солодушко М.М. Тривалість осінньої вегетації та врожайність пшениці озимої. Бюлетень Інституту зернового господарства. Дніпропетровськ, 2011. № 40. С. 32–35.

## REFERENCES

1. Miliutenko, H.B., Dovbysh, M.Y., Klochko, A.A., Kenukh, V.F., Lysikova, V.M. (2011). Potensial sortovykh resursiv. Efektyvne yoho vykorystannia – holovna peredumova stabilnoho vyrobnytva zerna [Potential of varietal resources. Its effective use is a prerequisite for the stable grain production]. Nasinnyctvo [Seed Production], no. 2, pp. 1–6.

2. Rudnyk-Ivaschenko, O.I. (2012). Osoblyvosti vyroschuvannia ozymykh kultur za umov zmin klimatu [Features of growing winter crops under climate change]. Sortovyvchennia ta ohorona prav na sorty roslyn [Plant Varieties Studying and Protection], no. 2, pp. 8–10. Available at: [http://doi:10.21498/2518-1017.2\(16\).2012.58894](http://doi:10.21498/2518-1017.2(16).2012.58894)

3. Kristensen, K., Schelde, K., Olesen, J.E. (2011). Winter wheat response to climate variability in Denmark. The Journal of Agricultural Science. 149, pp. 33–47. Available at: <http://doi.org/10.1017/S0021859610000675>.

4. Venzgyk, Yu.V., Titov, A.V., Talanova, V.V., Muroslavov Ye.A., Koteeva, N.K. (2012). Strukturno-funktsionalnaya reorganizatsiya fotosinteticheskogo apparata rastenyi ozimoy pshenitsy pri holodovoy adaptatsii [Structural and functional reorganization of the photosynthetic apparatus of winter wheat plants during cold adaptation]. Tsitologiya [Cytology], Vol. 54, no. 12, pp. 916–924.

5. Solodushko, M.M. (2014). Urozhainist ta adaptyvnyi potentsial suchasnykh sortiv pshenytsi miakoi ozymoi v umovakh Pivnichnoho Stepu [Yield and adaptive potential of modern varieties of soft winter wheat in the Northern Steppe conditions]. Sortovyvchennia ta okhorona prav na sorty roslyn [Plant Varieties Studying and Protection], no. 3, pp. 61–66.

6. Hirko, V.S., Sabadin, N.A. (2007). Biologichni osoblyvosti ozymoi pshenytsi ta perspektyvy yikhnoho vykorystannia v seleksii [Biological features of winter wheat and prospects of their use in breeding]. In Seleksiia, nasinnyctvo i tekhnolohii vyroshchuvannia zernovykh kolosovykh kultur v Lisostepu Ukrainy [Plant Breeding, Seed Production and Technologies of Grain Cereal Cultivation in the Forest-Steppe of Ukraine]. Kyiv, Agricultural science, pp. 8–41.

7. Kuperman, F.M. (1952). Morfobiofizicheskiye priemy issledovaniya rastenyi [Morphophysiological methods of plant research]. Bulletin Moskovskogo Obshchestva Ispytateley Prirody [Bulletin of the Moscow Society of Naturalists], Vol. 57, no. 2, pp. 14–21.

8. Pukhalskiy, A.V. (1980). Metodicheskiye rekomendatsii po opredeleniyu potentsialnoy i realnoy produktivnosti pshenitsy [Guidelines for Determining the Potential and Real Productivity of Wheat]. Moscow, 40 p.

9. Kucherenko, O.M., Khomenko, L.O., Kovalyshyna, H.M., Kochmarskyi, V.S. (2013). Vplyv zmin klimatu na osoblyvosti morfolohichnoho analizu pry otsyntsi stanu perezymivli pshenytsi miakoi ozymoi [The influence of climate change on the features of morphological analysis in assessing the state of overwintering soft winter wheat]. Seleksiia i nasinnyctvo [Plant Breeding and Seed Production], Issue 103, pp. 107–114.

10. Khudolii, L.V. (2019). Morfobiofiziolohichni osoblyvosti formuvannya produktivnosti pshenytsi ozymoi zalezno vid tekhnolohii vyroshchuvannia [Morphophysiological features of the formation of winter wheat productivity depending on

the cultivation technology]. *Plant Varieties Studying and Protection*, Vol. 15, no. 3, pp. 303–312. Available at: <http://doi.org/10.21498/2518-1017.15.3.2019.181090>

11. Blyzniuk, B.V., Los, R.M., Demydov, O.A., Kyrylenko, V.V., Humeniuk, O.V., Daniuk, T.A. (2019). Vplyv pohodnykh umov na tryvalist okremykh periodiv vechetatsii ta vrozhainist psenytsi miakoi ozymoi u Lisostepu i Polissi [The influence of weather conditions on duration of particular vegetation periods and yield of bread winter wheat in Forest-Steppe and Polissia]. *Myronivskiy visnyk [Myronivka Bulletin]*, Issue 8, pp. 73–90.

12. Tyshchenko, V.M., Tomina, M.V., Dubenets, M.V. (2014). Formuvannya ta minlyvist oznak u psenytsi miakoi ozymoi v stresovykh umovakh seredovyscha [Formation and variability of traits in soft winter wheat under stressful environmental conditions]. *Sortovyvchennia ta okhorona prav na sorty roslyn [Plant Varieties Studying and Protection]*, no 2, pp. 19–22.

13. Lytvynenko, M.A. (2016). Stvorennia sortiv psenytsi miakoi ozymoi (*Triticum aestivum* L.), adaptovanykh do zmin klimatu na pivdni Ukrainy [Creation of winter bread wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.) adapted to climate changes in the South Ukraine]. *Zbirnyk naukovykh prats SGI–NTsNS [Collected Scientific Works of the Plant Breeding and Genetics Institute – National Center of Seed and Cultivar Investigation of NAAS]*, no. 27(67), pp. 36–53.

14. Zubrich, O.I., Avksentieva, O.O. (2019). Vplyv fotoperiodu na morfohenetychni protsesy u izohennykh za henamy Ppd linii psenytsi miakoi [Influence of photoperiod on morphogenetic processes in near-isogenic lines in Ppd genes of soft wheat]. *Fakty eksperymentalnoi evoliutsii orhanizmiv [Factors in Experimental Evolution of Organisms]*, Vol. 24, pp. 302–307. Available at: <https://doi.org/10.7124/FEEO.v24.1119>

15. Gorash, A., Armoniene, R., Liatucas, Z., Brazauskas, G. (2017). The relationship among freezing tolerance, vernalization requirement, Ppd alleles and winter hardiness in European wheat cultivars. *The Journal of Agricultural Science*. Vol. 155, no. 9, pp. 1353–1370. Available at: <http://doi.org/10.1017/s0021859617000521>

16. Pshenytsia ozyma. Metod vyznachannia norozostiikosti sortiv: DSTU 47492007 [Winter wheat. Method of determining the frost resistance of varieties: State Standard 4749:2007]. Kyiv, Derzhspozhyvstandart of Ukraine, 2008, 8 p.

17. Dospikhov, B.A. (1985). *Metodika polevogo opyta [Methodology of Field Experiments]*. Moscow, Agropromizdat, 351 p.

18. Kuperman, F.M. (1977). *Morfofiziologiya rastenyi. Morfofiziologicheskyy analiz etapov organogeneza razlichnykh zhynennykh form pokrytosemnykh rastenyi [Plant Morphology. Morphophysiological Analysis of the Stages of Organogenesis of Various Life Forms of Angiosperms]*. Moscow, Graduate school, 287 p.

19. Vasilenko, I.I. (1989). *Metodicheskiye rekomendatsii po ispolzovaniyu morfofiziologicheskogo metoda dlya otsenki zimostoykosti i ustoychivosti k ottepelyam ozymykh kultur [Guidelines for Use of the Morphophysiological Method for Assessing Winter Hardiness and Thaw Tolerance in Winter Crops]*. Moscow, 27 p.

20. Polevoy, A.N., Blyshchyk, D.V., Feoktistov, P.A. (2015). *Modelirovaniye formirovaniya zimostoykosti*

*rastenyami ozymoy psenytsy [Modeling of the formation of winter hardiness in winter wheat plants]. Problemy ekologicheskogo monitoringa i modelirovaniya ekosistem [Problems of Environmental Monitoring and Modeling Ecosystems]*, Vol. 26, no. 1, pp. 28–48.

21. Khakhula, V.S., Hryniv, S.M., Karazhbei, H.M., Ulych, L.I., Lysikova, V.M., Ulych, O.L. (2012). Urozhaini ta adaptivni vlastyvoli novo zareiestrovanykh sortiv psenytsi ozymoi miakoi [Yield and adaptive properties of newly registered varieties of soft winter wheat]. *Agrobiologiya [Agrobiology]*, no. 8, pp. 171–174.

22. Solodushko, M.M. (2011). Tryvalis' osinnoi vechetatsii ta vrozhainist psenytsi ozymoi [Duration of autumn vegetation and yield of winter wheat]. *Buletyn Instytutu zernovoho hospodarstva [Bulletin of the Institute of Grain Farming]*, no. 40, pp. 32–35.

### **Морозоустойчивость пшеницы мягкой озимой и ее связь с морфологическими особенностями**

**Пирьч А.В., Юрченко Т.В., Коляденко С.С.**

В последние годы отмечаются значительные изменения погодных условий в период роста и развития пшеницы озимой.

Цель исследования – установить связь между уровнем морозоустойчивости сортов пшеницы мягкой озимой и их морфологическими особенностями.

Исследования проводили в 2016–2019 гг. в условиях Мироновского института пшеницы имени В.Н. Ремесла. Материалом для исследования были 19 сортов пшеницы мягкой озимой мироновской селекции. Морозостойкость растений определяли за DSTU 4749:2007, при котором растения промораживаются в камерах при температуре минус 18 и минус 20 °С, с предварительным закаливанием на открытой площадке. В качестве эталона морозоустойчивости использовали высокоморозостойкий сорт пшеницы Мироновская 808. Статистическую обработку данных проводили с учетом критерия Фишера. Морфологическое оценивание состояния растений проводили осенью после прекращения вегетации, а также весной после ее возобновления, по методике Ф.М. Куперман.

Года исследований характеризовались контрастными погодными условиями. Установлено, что большинство сортов пшеницы мягкой озимой мироновской селекции имеют высокий и средний уровни морозоустойчивости. По годам исследований прирост конуса нарастания у эталона Мироновская 808 варьировал от 0,01 до 0,42 мм. В исследуемых сортах прирост конуса нарастания варьировал в пределах 0–0,10 мм (2016–17 гг.), 0,35–0,68 (2017–18 гг.) и 0,03–0,32 мм (2018–19 гг.).

По оценке морозоустойчивости выделены ценные сорта пшеницы мягкой озимой, у которых процент живых растений по годам исследований превышает сорт-эталон Мироновская 808 или же находится на его уровне. К высокоморозоустойчивым относятся сорта – МИП Княжна, Трудивница мироновская, Легенда Мироновская, Эстафета мироновская, Вежа мироновская, МИП Днипрянка, МИП Ассоль. Сорта МИП Княжна, Трудивница мироновская, Легенда Мироновская, Эстафета мироновская, Вежа мироновская, МИП Днипрянка и МИП Ассоль в среднем за годы исследований имели прирост конуса нарастания на уровне сорта Мироновская 808. Установлено варьирование силы и направления связей между уровнем

морозостійкості і морфологічними показателями (висота рослин, довжина конуса наростання), визначеними на час припинення і відновлення вегетації пшениці озимої.

**Ключевые слова:** пшеница озимая, сорт, морозостойкость, рост, развитие, конус нарастания.

#### Freezing tolerance of bread winter wheat and its relation with morphological features

Pirych A., Yurchenko T., Koliadenko S.

In recent years there have been significant changes in weather conditions during wheat growth and development.

The aim of the study was to establish the relationship between the level of freezing tolerance of bread winter wheat varieties and their morphological features.

The study was conducted during 2016–2019 at the V.M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat. 19 bread winter wheat varieties bred at Myronivka were studied. Freezing tolerance of plants was determined according to DSTU 4749:2007 which based on freezing wheat plants in chambers at -18 °C and -20 °C with pre-hardening in the open field. The high-frost-tolerant wheat variety Myronivska 808 was used as standard of freezing tolerance. Statistical data processing was performed according to Fisher's test. Morphological condition of plants was estimated in autumn after vegetation dormancy onset and in spring after its restoration according to the F.M. Kuperman method.

The research years were characterized by contrasting weather conditions. It was found that the most bread winter wheat varieties bred at Myronivka have high and medium level of freezing tolerance. Over the years of the research, the elongation of apical cone in the standard variety Myronivska 808 varied from 0.01 to 0.42 mm. In the varieties studied, the elongation of apical cone ranged within 0–0.10 mm (2016–17), 0.35–0.68 (2017–18) and 0.03–0.32 mm (2018–19).

According to the assessment of freezing tolerance, there have been identified valuable bread winter wheat varieties with percent of viable plants over the years of the research exceeding standard variety Myronivska 808 or being at the same level. The varieties MIP Kniashna, Trudivnytsia myronivska, Lehenda Myronivska, Estafeta myronivska, Vezha myronivska, MIP Dniprianka, MIP Assol were high frost tolerant ones. On average, over the years of the research the varieties MIP Kniashna, Trudivnytsia myronivska, Lehenda Myronivska, Estafeta myronivska, Vezha myronivska, MIP Dniprianka, and MIP Assol had elongation of apical cone at the level of the Myronivska 808 variety. The variation of the strength and direction of connections between the level of frost resistance and morphological indicators (plant height, length of the growth cone) determined at the time of termination and restoration of winter wheat vegetation was established.

**Key words:** winter wheat, varieties, freezing tolerance, growth, development, apical cone.



Copyright: Пірич А.В., Юрченко Т.В., Коляденко С.С. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



Пірич А.В.

ID: <https://orcid.org/0000-0003-2312-9774>

Юрченко Т.В.

ID: <https://orcid.org/0000-0003-0164-4003>

Коляденко С.С.

ID: <https://orcid.org/0000-0001-5341-8601>

УДК 633.15:631.51/.547

## Особливості формування якісних показників зерна кукурудзи залежно від комплексу елементів технології вирощування

Поляков В.І.

Білоцерківський національний аграрний університет

 polyakov-vlad@ukr.net



Поляков В.І. Особливості формування якісних показників зерна кукурудзи залежно від комплексу елементів технології вирощування. Збірник наукових праць «Агробіологія», 2020. № 2. С. 132–138.

Poljakov V.I. Osoblyvosti formuvannja jakisnyh pokaznykiv zerna kukurudzy zalezno vid kompleksu elementiv tehnologii' vyroshhuvannja. Zbirnyk naukovyh prac' «Agrobiologija», 2020. № 2. pp. 132–138.

Рукопис отримано: 23.10.2020 р.

Прийнято: 06.11.2020 р.

Затверджено до друку: 24.11.2020 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2020-161-2-132-138

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** Якість зерна кукурудзи, поряд з її урожайністю – надзвичайно важлива ознака, що визначає ефективність технології вирощування загалом. Оскільки те, на які цілі буде використано вирощене зерно, залежить від показників якості.

У статті наведено результати досліджень щодо особливостей формування якісних показників зерна гібридів кукурудзи залежно від густоти рослин та системи удобрення в умовах нестійкого зволоження Правобережного Лісостепу України.

Метою досліджень було виявлення впливу комплексу елементів технології вирощування на якісні показники зерна кукурудзи. Упродовж 2017–2019 рр. на дослідному полі навчально-виробничого центру Білоцерківського національного аграрного університету (Білоцерківський НАУ) проводили дослідження із застосуванням польового, розрахункового та статистичного методів.

Виявлено, що в середньому у досліді ранньостиглий гібрид кукурудзи ДН ПИВИХА (ФАО 180) мав уміст протеїну в зерні 9,96 %, а крохмалю – 72,26 %, у середньораннього гібрида ДН ОРЛИК (ФАО 280) протеїну було 9,08 %, а крохмалю – 73,55 %, тимчасом у середньостиглого гібрида ДН САРМАТ – відповідно 8,86 та 72,98 %. Максимальні значення вмісту протеїну в зерні гібрида ДН ПИВИХА (ФАО 180) були відмічені за застосування мінеральної системи удобрення, та густоти на час збирання рослин 55 тис. шт./га – 10,23 %. У гібрида ДН ОРЛИК максимальний вміст протеїну спостерігався також за мінеральної системи удобрення і передзбиральної густоти рослин 55 та 65 тис. шт./га. Аналогічні показники були отримані і для гібрида ДН САРМАТ. Максимальні показники вмісту крохмалю в зерні кукурудзи було отримано в усіх досліджуваних гібридів за передзбиральної густоти рослин 55 тис. шт./га та удобрення органічним добривом Organic compost, 7 т/га, що становили відповідно 73,40 % (ДН ПИВИХА), 74,20 % (ДН ОРЛИК) та 73,05 % (ДН САРМАТ).

За результатами визначення часток впливу чинників зафіксовано, що на формування вмісту протеїну на 32 % впливає система удобрення, водночас чинник гібрида залишається доволі вагомим – 25 %. Умови вегетаційного періоду визначають на 23 % цю ознаку, а густота на час збирання – на 15 %.

Уміст білка та крохмалю в зерні кукурудзи залежать не лише від біологічних особливостей гібридів, а й прямого впливу та взаємодії чинників досліджу: системи удобрення та густоти рослин, і їх реакції з умовами вирощування, що склались упродовж 2017–2019 років проведення досліджень.

**Ключові слова:** кукурудза, зерно, гібрид, система удобрення, густота рослин, вміст протеїну, вміст крохмалю.

На параметри якості зерна впливають елементи технології вирощування культури. Попри те, що гібриди мають біологічні норми якості, час від сівби до реалізації рослинами своєї генетичної формули доволі значний, а тому елементи технології значною мірою можуть вплинути на формування якості насіння кукурудзи.

Застосування науково обґрунтованих елементів технології вирощування кукурудзи передбачає не лише проведення всіх технологічних операцій у встановлені строки, а й відповідно до біологічних вимог рослин. Стабільному формуванню якості насамперед може перешкодити неконтрольований чинник – погода, що впливає як на доступність елементів живлення рослинами кукурудзи, так і інших елементів агротехніки. Характер перебігу погодних умов вегетаційного періоду вносить свої корективи, попри виконані вчасно усі агротехнічні операції, що негативно позначається на стані посівів загалом та якості отримуваної продукції зокрема.

Високий попит на зерно кукурудзи у світовому масштабі створює можливості її використання для перероблення на біопаливо, обсяги виробництва якого сягають 5–12 % від загальних обсягів споживання аналогічного палива [1–3]. За виробництва біоетанолу значну увагу приділяють вмісту крохмалю в зерні, а в харчовій промисловості найбільш цінним є зерно з високим вмістом протеїну та крохмалю [4–9].

Важливими параметрами якості зерна кукурудзи є вміст у ньому протеїну та крохмалю. Здебільшого кукурудза використовується для перероблення на харчові цілі, що й обумовлює наявність хороших показників якості. До складу зерна входять білки, вуглеводи, жири, мінеральні речовини, вітаміни. Найважливішу частину зерна кукурудзи становлять вуглеводи, їх частка може сягати 75–80 % [10–18]. Наразі більшість країн займається дослідженнями, які спрямовані на покращення показників якості зерна із застосуванням селекційно-генетичних та агротехнічних заходів [10–11].

**Метою дослідження** було виявлення впливу комплексу елементів технології вирощування на якісні показники зерна кукурудзи.

**Матеріал і методи дослідження.** Упродовж 2017–2019 рр. проводили власні дослідження на дослідному полі навчально-виробничого центру Білоцерківського національного аграрного університету (Білоцерківський НАУ), яке розташоване у зоні нестійкого зволоження Правобережного Лісостепу. Об'єктами досліджень були гібриди кукурудзи, рекомендовані для зони Лісостепу селекції ДУ Інститут зернових культур НААН України: ДН ПИВИХА, ФАО 180 (ранньостиглий), ДН ОРЛИК, ФАО 280 (середньоранній) та ДН САРМАТ, ФАО 380 (середньостиглий) та комплекс елементів технології вирощування.

### ДН ПИВИХА

Простий модифікований гібрид (ФАО 180). Занесений до Реєстру сортів України з 2013 р., Казахстану – 2020 р.

Гібрид характеризується високою посухостійкістю, жаростійкістю та холодостійкістю і стабільною врожайністю. Особливості гібрида – висока технологічність та рентабельне насінництво. Має високу стійкість рослин під час перестою. Стійкість до пухирчастої сажки та стеблових гнилей висока.

Зони вирощування – Степ, Лісостеп, Полісся.

### ДН ОРЛИК

Простий модифікований середньоранній гібрид (ФАО 280).

Занесений до Реєстру сортів з 2015 р.

Гібрид проявляє добру стійкість до вегетативного та стеблових вилягань, стійкий до враження основними хворобами і шкідниками, добре реагує на покращання умов вирощування, непогано переносить посуху, відмічається високою стабільністю врожаю зерна за роками.

Зони вирощування – Степ, Лісостеп, Полісся.

### ДН САРМАТ

Простий середньостиглий гібрид (ФАО 380).

Занесений до Реєстру сортів рослин України з 2018 р., Республіки Казахстан – 2020 р.

Гібрид добре реагує на покращення умов розвитку – внесення мінеральних добрив, зрошення. Відзначається високою стійкістю до враження найбільш шкочинними хворобами і шкідниками – пухирчата і летюча сажка, фузаріоз, кукурудзяний метелик та ін. Підвищений вміст антоціану в стеблах дає змогу добре переносити короточасні весняні похолодання. Висока стійкість до вилягання (9 балів) зумовлює можливість пізнього збирання без значних втрат врожаю. Вирізняється помірно високою посухо- і жаростійкістю (8 балів). Формує високий врожай зеленої маси (до 60,0 т/га) з підвищеним вмістом сухих речовин (до 35 %), що дає змогу успішно використовувати гібрид для отримання високоякісного силосу.

Зони вирощування – Північний Степ, Лісостеп [19].

Система удобрення передбачала внесення:

1.  $N_{240}P_{120}K_{40}$ .
2.  $N_{120}P_{60}K_{20}$  + 3,5 т Organic compost.
3. Organic compost, 7 т/га.
4. Гній 40 т/га.

Organic compost – це якісне універсальне органічне добриво (компост), з оптимальним співвідношенням поживних речовин, обеззаражене від збудників хвороб та насіння бур'янів. Маса частка органічної речовини – 540 г/кг, кислот-

ність (рН) – 8,3, вологість – 58,5%, азот загальний (N) – 25,5 г/кг, фосфор загальний (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) – 9,3 г/кг, калій загальний (K<sub>2</sub>O) – 40,7 г/кг.

Агрокліматичні показники у роки проведення досліджень різнилися від середньобагаторічних значень, однак загалом були сприятливими для росту та розвитку рослин кукурудзи.

Для проведення аналізу якості зерна застосовували загальноприйняті методики та стандарти. У відібраних зразках визначали вміст сирого протеїну – за кількістю загального азо-

ту (за К'ельдалем – ДСТУ 13496.4-93), крохмалю – за ДСТУ 10845-91.

Статистичний аналіз даних дослідження проводили із застосуванням варіаційних, дисперсійних, кореляційних і регресійних методів з використанням прикладної комп'ютерної програми Statistica-6 [20].

#### Результати дослідження та обговорення.

Дані визначення якості зерна кукурудзи залежно від впливу чинників досліду, зокрема вмісту протеїну та крохмалю, наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Якість зерна кукурудзи залежно від впливу чинників досліду, середнє за 2017–2019 рр., %

Гібрид	Густота на час збирання, тис. шт.	Система удобрення	Вміст протеїну	Вміст крохмалю
ДН ПИВИ-ХА, ФАО 180 (ранньо-стиглий)	55	N <sub>240</sub> P <sub>120</sub> K <sub>40</sub>	10,23	72,20
		N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>20</sub> + 3,5 т Organic compost	10,05	72,98
		Organic compost, 7 т/га	9,89	73,40
		Гній 40 т/га	9,78	73,21
	65	N <sub>240</sub> P <sub>120</sub> K <sub>40</sub>	10,22	71,90
		N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>20</sub> + 3,5 т Organic compost	10,00	72,86
		Organic compost, 7 т/га	9,81	73,00
		Гній 40 т/га	9,75	73,10
	75	N <sub>240</sub> P <sub>120</sub> K <sub>40</sub>	10,20	73,00
		N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>20</sub> + 3,5 т Organic compost	9,87	71,92
		Organic compost, 7 т/га	9,79	72,80
		Гній 40 т/га	9,68	73,05
ДН ОРЛИК, ФАО 280 (середньо-ранній)	55	N <sub>240</sub> P <sub>120</sub> K <sub>40</sub>	9,18	73,12
		N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>20</sub> + 3,5 т Organic compost	9,11	73,30
		Organic compost, 7 т/га	9,02	74,20
		Гній 40 т/га	8,95	74,12
	65	N <sub>240</sub> P <sub>120</sub> K <sub>40</sub>	9,18	73,01
		N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>20</sub> + 3,5 т Organic compost	9,12	73,11
		Organic compost, 7 т/га	9,00	74,00
		Гній 40 т/га	8,90	73,98
	75	N <sub>240</sub> P <sub>120</sub> K <sub>40</sub>	9,07	73,15
		N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>20</sub> + 3,5 т Organic compost	8,93	73,32
		Organic compost, 7 т/га	8,82	74,18
		Гній 40 т/га	8,71	74,05
ДН САР-МАТ, ФАО 380 (середньостиглий)	55	N <sub>240</sub> P <sub>120</sub> K <sub>40</sub>	9,11	73,00
		N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>20</sub> + 3,5 т Organic compost	8,87	72,80
		Organic compost, 7 т/га	8,74	73,05
		Гній 40 т/га	8,70	73,00
	65	N <sub>240</sub> P <sub>120</sub> K <sub>40</sub>	9,14	73,02
		N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>20</sub> + 3,5 т Organic compost	8,89	72,75
		Organic compost, 7 т/га	8,78	73,00
		Гній 40 т/га	8,75	72,92
	75	N <sub>240</sub> P <sub>120</sub> K <sub>40</sub>	9,10	72,90
		N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>20</sub> + 3,5 т Organic compost	8,84	72,40
		Organic compost, 7 т/га	8,69	72,81
		Гній 40 т/га	8,62	72,75
НІР <sub>0,05</sub>			0,21	0,32

За результатами проведених багаторічних досліджень встановлено, що в середньому у досліді ранньостиглий гібрид кукурудзи ДН ПИВИХА (ФАО 180) мав уміст протеїну в зерні 9,96 %, а крохмалю – 72,26 %, в середньораннього гібрида ДН ОРЛИК (ФАО 280) протеїну було 9,08 %, а крохмалю – 73,55 %, тимчасом у середньостиглого гібрида ДН САРМАТ – відповідно 8,86 та 72,98 %. Якщо порівнювати отримані дані з результатами, визначеними установою-оригіном досліджуваних гібридів кукурудзи, то для гібрида ДН ПИВИХА оптимальними значеннями є вміст білка 10 %, а крохмалю – 73 %, для гібрида ДН ОРЛИК – 9 та 74 %, а для гібрида ДН САРМАТ – відповідно 9 та 73 %. Отримані в досліді значення наближаються, однак не повною мірою відповідають еталонним показникам. Це означає, що умови вирощування досліджуваних гібридів були потенційно сприятливими для реалізації ними свого генетичного потенціалу.

Максимальні значення вмісту протеїну в зерні гібрида ДН ПИВИХА (ФАО 180) були відмічені за застосування мінеральної системи удобрення та густоти на час збирання рослин 55 тис. шт./га – 10,23 %. У гібрида ДН ОРЛИК максимальний вміст протеїну спостерігався також за мінеральної системи удобрення і передзбиральної густоти рослин 55 та 65 тис. шт./га. Аналогічні показники були отримані і для гібрида ДН САРМАТ.

Максимальні показники вмісту крохмалю в зерні кукурудзи було отримано в усіх досліджуваних гібридів за передзбиральної густоти рослин 55 тис. шт./га та удобрення органічним добривом Organic compost, 7 т/га, що становили

відповідно 73,40 % (ДН ПИВИХА), 74,20 % (ДН ОРЛИК) та 73,05 % (ДН САРМАТ).

Отже, застосування мінеральної системи удобрення ( $N_{240}P_{120}K_{40}$ ) сприяло незначному тенденційному підвищенню вмісту протеїну в зерні кукурудзи, що в частині випадків було в межах похибки досліді ( $HP_{0,05}$ ). За застосування органічних систем удобрення дещо підвищувався вміст у насінні кукурудзи крохмалю. Однак більше відмінності в закономірностях прояву зростання вмісту білка та крохмалю залежали від густоти рослин на час збирання. Адже в більш загущених посівах можна сформулювати вищий рівень продуктивності, особливо у разі висівання сортів кукурудзи що мало або не кушаться взагалі. А от за створення більш оптично світлонепроникного агрофітоценозу, менш ефективно працює фотосинтетичний апарат рослин кукурудзи. Отже, комплекс впливу цих чинників у кінцевому підсумку позначається на якості зерна кукурудзи.

Результати багатофакторного дисперсійного аналізу з визначення частки впливу чинників на вміст протеїну в зерні кукурудзи зображено на рисунку 1.

За результатами визначення часток впливу чинників можна стверджувати, що на формування вмісту протеїну на 32 % впливає система удобрення, водночас чинник гібрида залишається доволі вагомим – 25 %. Умови вегетаційного періоду визначають на 23 % цю ознаку, а густота на час збирання – на 15 %.

Результати багатофакторного дисперсійного аналізу з визначення частки впливу чинників на вміст крохмалю в зерні кукурудзи зображено на рисунку 2.

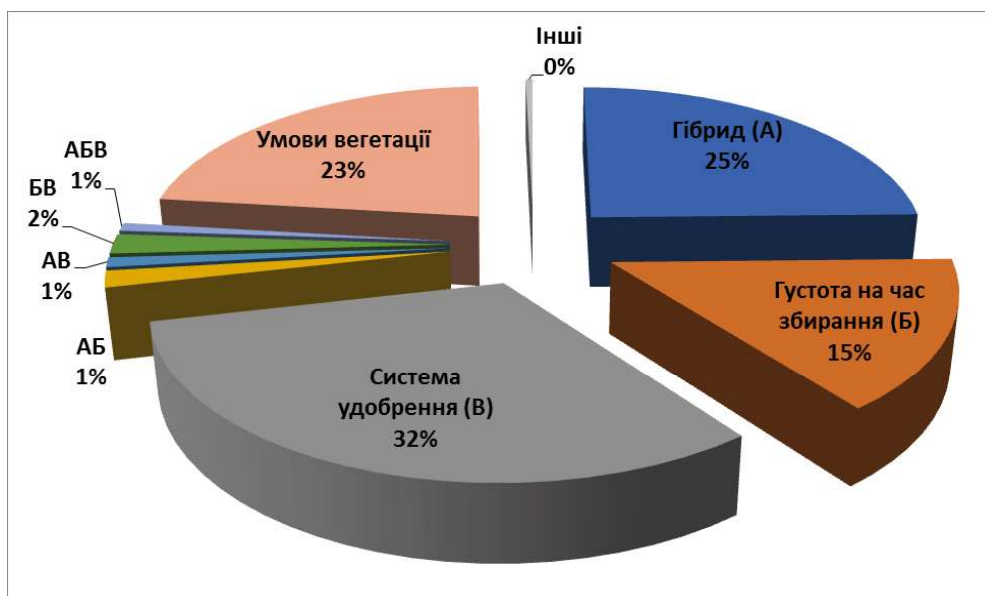


Рис 1. Частка впливу чинників на вміст протеїну в зерні кукурудзи.

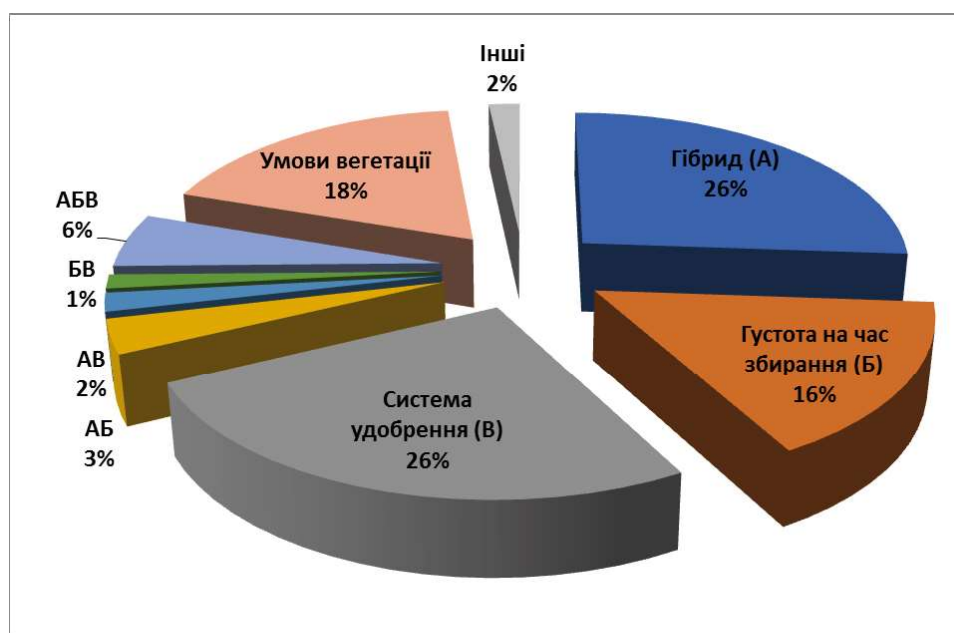


Рис. 2. Частка впливу чинників на вміст крохмалю в зерні кукурудзи.

Порівняно з даними, отриманими за вмістом протеїну, частка впливу чинників на вміст крохмалю в зерні має дещо менші значення для системи удобрення (26 %), а також відносно зниження впливу умов вегетації до 18 %. Загалом частки впливу гібридів та густоти на час збирання були аналогічними попередньому чиннику.

**Висновки.** Застосування мінеральної системи удобрення сприяло незначному зростанню вмісту протеїну в зерні кукурудзи. Максимальний вміст крохмалю отримано за

передзбиральної густоти рослин 55 тис. шт./га та удобрення органічним добривом Organic compost, 7 т/га, відповідно 73,40 % (ДН ПИ-ВИХА), 74,20 % (ДН ОРЛИК) та 73,05 % (ДН САРМАТ).

Отже, вміст білка та крохмалю в зерні кукурудзи залежать не лише від біологічних особливостей гібридів, а й прямого впливу та взаємодії чинників досліду: системи удобрення та густоти рослин, і їх реакції з умовами вирощування, що склались упродовж 2017–2019 років проведення досліджень.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Анализ мирового рынка кукурузы, используемой для производства биоэтанола. URL: <http://bio-energy.com.ua>.
2. Производство биоэтанола создаст дополнительный спрос. URL: <http://www.rbc.ua>.
3. Производство и рынок биотоплива в Украине. URL: <http://www.rtp.com.ua>.
4. Глушко Т.В., Войташенко Д.П. Урожайність та якість зерна кукурудзи під впливом біопрепаратів в умовах зрошення Південного Степу України. Зрошуваче землеробство. 2013. Вип. № 59. С. 44–47.
5. Hallauer A.R., Russell W.A., Lamkey K.R. Corn breeding. Corn and Corn improvement; Sprague G.F., Dumbley J.W. (eds). Wisconsin, 1988. P. 463–564.
6. Bhatt P.S. Response of sweet corn hybrid to varying plant densities and nitrogen levels. African Journal of Agricultural research. 2012. No. 7 (46). P. 6158–6166.
7. Sweet corn: organic production / Diver S. et al. ATTRA, 2008. 24 p.
8. Effect of planting methods, seed density and nitrogen phosphorus (NP) fertilizer levels on sweet corn (*Zea mays* L.) / Mohammad A. et al. Journal of Research (Science). 2006. Vol. 17, No. 2. P. 83–89.
9. Производство и рынок биотоплива в Украине. URL: <http://www.rtp.com.ua>.
10. Изменчивость показателей качества зерна у гибридов кукурузы различных групп спелости / Марченко Т.Ю. та ін. Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукции: международ. науч.-практ. конф.: тезы док. Минск, 2013. С. 17–19.
11. Соколовська І.М., Дем'янова Г.В. Урожайність та якість основної й додаткової продукції харчових підвидів кукурудзи. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2011. № 1. С. 59–62.
12. Конопля М.І., Маслійов С.В., Шевченко В.А. Агроекологічні аспекти вирощування кукурудзи на харчові потреби. Збірник наукових праць ЛНАУ. 2004. № 36 (48). С. 50–55.
13. Досягнення та перспективи селекції кукурудзи для умов зрошення / Лавриненко Ю.О. та ін. Вісник аграрної науки. 2014. № 9. С. 72–76.
14. Лавриненко Ю.О., Рубан В.Б., Михайленко В.Б. Наукове обґрунтування технології вирощування кукурудзи при краплинному способі поливу: монографія. Херсон: Айлант, 2014. 198 с.

15. Агротехнологические аспекты формирования продуктивности гибридов кукурузы на орошаемых землях юга Украины / Гож А.А. та ін. Современные энерго- и ресурсосберегающие, экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства. Рязань, 2014. Вып. 11. С. 33–37.

16. Науково-практичні рекомендації з технології вирощування кукурудзи в умовах зрошення Південного Степу України / Вожегова Р.А. та ін. Херсон. 2015. 104 с.

17. Херсонські гібриди кукурудзи для зрошуваного землеробства / Гож О.А. та ін. Наукові засади ефективного ведення степового землеробства в умовах змін клімату: збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції, 28–29 травня 2015 р. Херсон: Грін Д.С., 2015. С. 127–132.

18. Окселенко О.М. Удосконалення елементів технології вирощування кукурудзи цукрової в умовах Північної підзони Степу України: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: 06.01.09. Дніпропетровськ, 2012. 20 с.

19. Каталог гібридів кукурудзи Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН / за ред. Вченої ради Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН. Харків, 2013. 68 с.

20. Ермантраут Е.Р., Присяжнюк О.І., Шевченко І.Л. Статистичний аналіз агрономічних дослідних даних в пакеті Statistica – 6: методичні вказівки. Київ, 2007. 55 с.

#### REFERENCES

1. Analiz mirovogo rynku kukuruzy, ispol'zuemoj dlja proizvodstva biojetanola [Analysis of the world market of corn used for the production of bioethanol]. Available at: <http://bio-energy.com.ua>.

2. Proizvodstvo biojetanola sozdast dopolnitel'nyj spros [Bioethanol production will create additional demand]. Available at: <http://www.rbc.ua>.

3. Proizvodstvo i rynek biotopliva v Ukraine [Production and market of biofuels in Ukraine]. Available at: <http://www.rtp.com.ua>.

4. Glushko, T.V., Vojtashenko, D.P. (2013). Urozhajnist' ta jakist' zerna kukurudzy pid vplyvom biopreparativ v umovah zroshennja Pivdenного Stepu Ukrainy [Yield and quality of corn grain under the influence of biological products under irrigation of the Southern Steppe of Ukraine]. Zroshuvane zemlerobstvo [Irrigated agriculture]. Issue 59, pp. 44–47.

5. Hallauer, A.R., Russell, W.A., Lamkey, K.R. (1988). Corn breeding. Corn and Corn improvement; Sprague G.F., Dumbley J.W. (eds). Wisconsin. pp. 463–564.

6. Bhatt, P.S. (2012). Response of sweet corn hybrid to varying plant densities and nitrogen levels African Journal of Agricultural research. no. 7 (46), pp. 6158–6166.

7. Diver, S., Kuepper, G., Sullivan, P., Adam, K. (2008). Sweet corn: organic production. ATTRA. 24 p.

8. Mohammad, A., Abdul, R., Rehmat, U., Muhammad, R. (2006). Effect of planting methods, seed density and nitrogen phosphorus (NP) fertilizer levels on sweet corn (*Zea mays* L.). Journal of Research (Science). Vol. 17, no. 2, pp. 83–89.

9. Proizvodstvo i rynek biotopliva v Ukraine [Production and market of biofuels in Ukraine]. Available at: <http://www.rtp.com.ua>.

10. Marchenko, T.Ju., Lashyna, M.V., Glushko, T.V. (2013). Yzmenchivost' pokazatelej kachestva zerna u gybrydov kukuruzy razlychnyh grupp spelosty [Variability

of grain quality indicators in corn hybrids of different maturity groups]. Pererabotka u upravlenye kachestvom sel'skohozjajstvennoj produkcyy produkcyy: mezhdunarod. nauch.-prakt. konf.: tezy dok [Processing and quality management of agricultural products: international scientific and practical conference: abstracts]. Minsk, pp. 17–19.

11. Sokolovs'ka, I.M., Dem'janova, G.V. (2011). Urozhajnist' ta jakist' osnovnoi' j dodatkovoi' produkcii' harchovyh pidvydiv kukurudzy [Yield and quality of the main and additional products of food subspecies of corn]. Visnyk Poltav's'koi' derzhavnoi' agrarnoi' akademii' [Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy], no. 1, pp. 59–62.

12. Konoplja, M.I., Maslijov, S.V., Shevchenko, V.A. (2004). Agroekologichni aspekty vyroshhuvannja kukurudzy na harchovi potreby [Agroecological aspects of growing corn for food needs]. Zbirnyk naukovyh prac' LNAU [Collection of scientific works of LNAU], no. 36 (48), pp. 50–55.

13. Lavrynenko, Ju.O. (2014). Dosjagnennja ta perspektyvy selekcii' kukurudzy dlja umov zroshennja [Achievements and prospects of maize breeding for irrigation conditions]. Visnyk agrarnoi' nauky [Bulletin of Agricultural Science], no. 9, pp. 72–76.

14. Lavrynenko, Ju.O., Ruban, V.B., Myhajlenko, V.B. (2014). Naukove obg'runtuvannja tehnologii' vyroshhuvannja kukurudzy pry kraplynnomu sposobi polyvu: monografija [Scientific substantiation of technology of cultivation of corn at a drop way of watering]. Kherson, Ajlant, 198 p.

15. Gozh, A.A., Lavrinenko, Ju.A., Marchenko, T.Ju., Glushko, T.V. (2014). Agrotehnologicheskie aspekty formirovanija produktivnosti gibridov kukuruzy na oroshaemyh zemljah juga Ukrainy. Sovremennye jenergo-i resursosberegajushhie, jekologicheski ustojchivye tehnologii i sistemy sel'skohozjajstvennogo proizvodstva [Agrotechnological aspects of formation of productivity of corn hybrids on irrigated lands of the south of Ukraine. Modern energy and resource-saving, environmentally sustainable technologies and systems of agricultural production]. Ryazan, Issue 11, pp. 33–37.

16. Vozhegova, R.A., Lavrynenko, Ju.O., Gozh, O.A. (2015). Naukovo-praktychni rekomendacii' z tehnologii' vyroshhuvannja kukurudzy v umovah zroshennja Pivdenного Stepu Ukrainy [Scientific and practical recommendations on the technology of growing corn under irrigation of the Southern Steppe of Ukraine]. Kherson, 104 p.

17. Gozh, O.A., Lavrynenko, Ju.O., Glushko, T.V., Marchenko, T.Ju., Sova, R.S. (2015). Herson's'ki gibrydy kukurudzy dlja zroshuvanogo zemlerobstva [Kherson hybrids of corn for irrigated agriculture]. Naukovi zasady efektyvnogo vedennja stepovogo zemlerobstva v umovah zmin klimatu: zbirnyk materialiv Mizhnarodnoi' naukovopraktychnoi' konferencii', 28-29 travnja 2015 r. [Scientific principles of effective steppe agriculture in the conditions of climate change: proceedings of the International Scientific and Practical Conference, May 28–29, 2015]. Kherson, Grin' D.S., pp. 127–132.

18. Okselenko, O.M. (2012). Udokonalennja elementiv tehnologii' vyroshhuvannja kukurudzy cukrovoi' v umovah Pivnichnoi' pidzony Stepu Ukrainy: avtoref. dys. kand. s.-g. nauk: 06.01.09 [Improving the elements of technology for growing sweet corn in the Northern subzone of the Steppe of Ukraine: abstract of the dissertation of the Candidate of Agricultural sciences]. Dnipropetrovsk, 20 p.

19. Katalog gibrydiv kukurudzy Instytutu roslynnyctva im. V.Ja. Jur'jeva NAAN / za red. Vchenoi' rady Instytutu roslynnyctva im. V.Ja. Jur'jeva NAAN [Catalog of corn hybrids of the Institute of Plant Breeding. V.Ya. Yuriev NAAS]. Kharkiv, 2013, 68 p.

20. Ermantraut, E.R., Prysazhnyuk, O.I., Shevchenko, I.L. (2007). Statystychnyj analiz agronomichnyh doslidnyh danyh v paketi Statistica – 6: metodychni vказivky [Statistical analysis of agronomic research data in the package Statistica – 6]. Kyiv, 55 p.

### Особенности формирования качественных показателей зерна кукурузы в зависимости от комплекса элементов технологии выращивания

Поляков В.И.

В статье приведены результаты исследований об особенностях формирования качественных показателей зерна гибридов кукурузы в зависимости от густоты растений и системы удобрения в условиях неустойчивого увлажнения Правобережной Лесостепи Украины.

Целью исследований было изучение влияния комплекса элементов технологии выращивания на качественные показатели зерна кукурузы. В течение 2017–2019 гг. на опытном поле учебно-производственного центра Белоцерковского национального аграрного университета (Белоцерковский НАУ) проводили исследования с применением полевого, расчетного и статистического методов.

Выявлено, что в среднем в опыте раннеспелый гибрид кукурузы ДН Пивиха (FAO 180) имел содержание протеина в зерне 9,96 %, а крахмала – 72,26 %, в среднераннего гибрида ДН ОРЛИК (FAO 280) протеина было 9,08 %, а крахмала – 73,55 %, в то время как у средне-спелого гибрида ДН САРМАТ – соответственно 8,86 и 72,98 %. Максимальные значения содержания протеина в зерне гибрида ДН Пивиха (FAO 180) были отмечены при применении минеральной системы удобрения и густоты растений 55 тыс. шт./га – 10,23 %. Гибрид ДН ОРЛИК показал максимальное содержание протеина также при минеральной системе удобрения и предуборочной густоте растений 55 и 65 тыс. шт./га. Аналогичные показатели были получены и для гибрида ДН САРМАТ. Максимальные показатели содержания крахмала в зерне кукурузы было получено во всех исследуемых гибридов при предуборочной густоте растений 55 тыс. шт./га и удобрении органическим удобрением Organic compost, 7 т/га, что составляло соответственно 73,40 % (ДН Пивиха), 74,20 % (ДН ОРЛИК) и 73,05 % (ДН САРМАТ).

По результатам определения долей влияния факторов зафиксировано, что на формирование содержания протеина на 32 % влияет система удобрения, в то же время фактор гибрид остается достаточно весомым – 25 %. Условия вегетационного периода определяют на 23 % этот признак, а густота на сборе – на 15 %.

Содержание белка и крахмала в зерне кукурузы зависят не только от биологических особенностей гибридов, но и прямого воздействия и взаимодействия

факторов опыта: системы удобрения и густоты растений, и их реакции с условиями выращивания, которые сложились на протяжении 2017–2019 годов проведения исследований.

**Ключевые слова:** кукуруза, зерно, гибрид, система удобрения, густота растений, содержание протеина, содержание крахмала.

### Features of quality indicators of corn grain formation depending on the complex of elements of growing technology

Polyakov V.

The article presents the results of research on the peculiarities of the grain quality indicators of corn hybrids formation depending on plant density and fertilizer system in conditions of unstable moisture in the right bank of Forest-steppe zone of Ukraine.

The aim of the research was to identify the influence of a set of elements of cultivation technology on the quality of corn grain. During 2017–2019, research using field, calculation and statistical methods was conducted in the research field of the training and production center of Bila Tserkva National Agrarian University (Bila Tserkva NAU).

It was found that on average in the experiment, the early-ripening hybrid of DN PIVYHA corn (FAO 180) had a protein content in grain of 9.96 % and starch – 72.26 %, in the middle-early hybrid of DN ORLYK (FAO 280) protein was 9.08 %, and starch – 73.55 %, while the medium-ripe hybrid DN SARMAT, respectively, 8.86 % and 72.98 %. The maximum values of protein content in the grain of the hybrid DN PIVYHA (FAO 180) were noted by us for the use of mineral fertilizer system and density at the time of harvesting 55 thousand pieces/ha – 10.23 %. However, in the DN ORLYK hybrid, the maximum protein content was also observed for the mineral fertilizer system and for the pre-harvest density of plants of 55 and 65 thousand units/ha. Similar figures were obtained for the hybrid DN SARMAT. The maximum indicators of starch content in corn grain were obtained by us in all studied hybrids at pre-harvest plant density of 55 thousand units/ha and fertilizer with organic fertilizer Organic compost, 7 t/ha, which were respectively 73.40 % (DN PIVYHA) 74.20 % (DN ORLYK) and 73.05 % (DN SARMAT).

According to the results of determining the proportions of the influence of factors, it is recorded that the formation of protein content by 32 % is influenced by the fertilizer system, while the hybrid factor remains quite significant – 25 %. It is determined that the conditions of the growing season determine this trait by 23 %, and the density at the time of harvest by 15 %.

The content of protein and starch in corn grain depends not only on the biological characteristics of hybrids but also on the direct influence and interaction of experimental factors: fertilizer systems and plant density and their reaction to growing conditions developed during 2017–2019.

**Key words:** corn, grain, hybrid, fertilizer system, plant density, protein content, starch content.




Copyright: Поляков В.И. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



УДК 633.174:631.5

## Особливості росту і розвитку рослин сорго зернового в умовах Правобережного Лісостепу України

Правдива Л.А. 

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України

 bioplant\_@ukr.net

Правдива Л.А. Особливості росту і розвитку рослин сорго зернового в умовах Правобережного Лісостепу України. Збірник наукових праць «Агробіологія», 2020. № 2. С. 139–146.

Pravdyva L.A. Osoblyvosti rostu i rozvytku roslyn sorgo zernovogo v umovah Pravoberezhnogo Lisostepu Ukrainy. Zbirnyk naukovykh prac' «Agrobiologija», 2020. № 2. pp. 139–146.

Рукопис отримано: 01.10.2020 р.  
Прийнято: 15.10.2020 р.  
Затверджено до друку: 24.11.2020 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2020-161-2-139-146

Сорго зернове – одна з найбільш високопродуктивних злакових культур універсального призначення, яку вирощують для продовольчого, кормового та технічного призначення. Зважаючи на це, вивчення елементів технології вирощування сорго зернового є доцільним і перспективним.

У статті наведено результати вивчення впливу строків сівби та глибини загорання насіння на фенологічні спостереження, польову схожість насіння, біометричні показники рослин сорго зернового сортів Дніпровський 39 та Вінець в умовах Правобережного Лісостепу України.

Мета досліджень – встановити оптимальні строки сівби та глибину загорання насіння сортів сорго зернового, обґрунтувати їх вплив на особливості росту та розвитку рослин в умовах Правобережного Лісостепу України.

Дослідження проводили впродовж 2016–2020 років в умовах Білоцерківської ДСС Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України.

Доведено, що строки сівби та глибина загорання насіння мають значний вплив на особливості росту та розвитку рослин сорго зернового.

Встановлено, що за сівби насіння сорго зернового у I декаді травня та за глибини загорання 4–6 см вегетаційний період скорочується і дорівнює у сорту Дніпровський 39 – 108 діб, у сорту Вінець – 105 діб. Сівба насіння у III декаді квітня та II декаді травня, а також зменшення глибини загорання до 2 см та збільшення до 8 см подовжує вегетаційний період посівів рослин сорго зернового в досліджуваних сортів.

Польова схожість сягала максимуму за сівби насіння сорго зернового у I декаді травня та за глибини загорання 4–6 см і становила 84,2–86,8 % у сорту Дніпровський 39 та 83,1–85,4 % – у сорту Вінець. Біометричні показники, які впливають на формування продуктивності культури, а саме висота рослин, кущистість, діаметр стебла були максимальними на цьому самому варіанті досліду.

**Ключові слова:** сорго зернове, сорти, строки сівби, глибина загорання насіння, фенологічні спостереження, біометричні показники.

**Постановка проблеми.** Зростаючий дефіцит енергоресурсів та проблема забруднення довкілля в Україні спонукає до пошуку ефективнішого використання відновлюваних джерел енергії. Зміна клімату внаслідок потепління змушує виробників та людство здійснювати пошук сільськогосподарських культур, які формували б високу продуктивність зерна й надземної біомаси відмінної якості.

Однією з найбільш перспективних культур є сорго зернове, яке належить до посу-

хостійких культур короткого дня. Сорго зернове дуже економно та високопродуктивно витрачає вологу на формування одиниці сухої речовини (його транспіраційний коефіцієнт дорівнює лише 300, тимчасом у кукурудзи він становить 450, у сої – 500, а у люцерни – 700) [1].

Здавна сорго зернове вирощували для використання в харчовій промисловості (має високу енергетичну цінність завдяки високому вмісту крохмалю) та в кормовиробництві (зер-

но є джерелом концентрованих кормів для тваринництва) [2, 3].

Останнім часом сорго зернове розглядають як біоенергетичну культуру, оскільки його можна використовувати для виробництва біопалива: біоетанолу (етиловий спирт, як добавка до бензину) та твердого палива (надземна маса, призначена для виготовлення брикетів та пелетів). Отже, вивчення елементів технології вирощування сорго зернового в умовах Правобережного Лісостепу України є актуальним.

**Аналіз останніх досліджень.** Сорго зернове – одна з найдавніших культур світового землеробства. Завдяки біологічним властивостям – ксеноморфній структурі рослин, посухо- і спекотостійкості, солевитривалості і здатності давати досить високі врожаї зерна та біомаси сорго широко представлене у світовому землеробстві. Його висівають у 85 країнах (Індія, США, Нігерія, Мексика, Азія, Африка, Південна Америка тощо), де воно за врожайністю перевищує інші зернофуражні культури, а саме ячмінь, кукурудзу й овес [1, 4, 5, 6].

За даними А.В. Алабушева урожайність насіння сорго зернового залежить від строків сівби, де однією з умов є прогрівання ґрунту на глибині загортання насіння до 16 °С [7].

Дані Б.М. Малиновського свідчать, що сівба насіння в непрогрітий ґрунт спричиняє пошкодження грибковими хворобами, ґрунтовими шкідниками, пліснявіння і відповідно загибель [8].

А.Г. Ішин стверджує, що запізнення зі строками сівби спричиняє підсихання верхнього шару ґрунту, що негативно впливає на отримання рівномірних і дружних сходів. Через нестачу вологи в ґрунті, за пізніх строків посіву, погано розвивається коренева система сорго, що зумовлює зниження його стійкості проти посухи [9].

За даними І.А. Овсієнка, оптимальним строком сівби сорго зернового є сівба у другу декаду травня. Сівба у наступні декади спричиняє затримку в проростанні насіння, де лімітуючим чинником є недостатня вологість ґрунту на глибині загортання насіння [10].

В умовах Південного Степу А. М. Коваленко рекомендує проводити сівбу в прогрітий посівний шар ґрунту за температури до 15 °С з 10 до 25 травня [11].

Вирощуванням сорго зернового займалися багато науковців [12, 13, 14, 15]. Однак питання впливу строків сівби та глибини загортання насіння сорго зернового на ріст і розвиток рослин в умовах Правобережного Лісостепу України потребує досконалого вивчення.

**Метою дослідження** було встановити оптимальні строки сівби та глибину загортання на-

сіння сортів сорго зернового, обґрунтувати їх вплив на особливості росту та розвитку рослин в умовах Правобережного Лісостепу України.

**Матеріал і методи дослідження.** Дослідження проводили впродовж 2016 – 2020 років в умовах Білоцерківської ДСС Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України. У досліді вивчали сорти (*чинник А*): Дніпровський 39, Вінець; строки сівби (*чинник В*): 1) III декада квітня – температура ґрунту 5–6 °С на глибині 10 см; 2) I декада травня – температура ґрунту 12–14 °С на глибині 10 см; 3) II декада травня – температура ґрунту 16–18 °С на глибині 10 см; глибина загортання насіння (*чинник С*): 2 см, 4, 6, 8 см.

Ґрунти дослідної ділянки – чорноземи типові глибокі малогумусні крупно-пилувато середньосуглинкового гранулометричного складу. Карбонати магнію та кальцію залягають на глибині 55–65 см. В орному шарі (0–30 см) міститься приблизно 17 % мулуватих частинок і від 46 до 54 % – крупного пилу. Рельєф рівнинний, глибина залягання ґрунтових вод – 8 м. Агрофізичні та агрохімічні властивості орного (0–30 см) шару ґрунту характеризуються такими показниками: гумусу – 3,5 %, загального азоту – 0,31 %; гідролітична кислотність – 2,41 мг-екв.; легкогідролізованого азоту (N) – 13,4 мг, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 27,6 мг, K<sub>2</sub>O – 9,8 мг на 100 г ґрунту. Ступінь насиченості основами – 90 %.

Метеорологічні умови у роки проведення досліджень були сприятливими для вирощування сорго зернового у Правобережному Лісостепу України.

Площа посівної ділянки – 50 м<sup>2</sup>, облікової – 25 м<sup>2</sup>. Дослід закладали за методом систематичних повторювань: у кожному повторенні варіанти досліду розміщували на ділянках послідовно. Повторюваність дослідів – чотириразова.

Характеристика сортів, що використовували в досліді [16].

*Дніпровський 39* – оригінатор: Синельниківська СДС ДУ ІЗК, Інститут зернових культур НААНУ. Занесений до Реєстру сортів рослин України з 2000 року. Ранньостиглий, дозріває за 100–105 діб після сходів. Рекомендують для вирощування на зерно. Потенційна урожайність становить 6–7 т/га.

*Вінець* – оригінатор: Генічеська ДС ДУ ІЗК НААНУ. Занесений до Реєстру сортів рослин України з 2004 року. Ранньостиглий, дозріває за 90–95 діб після сходів. Напрямок використання – на зерно, зерно кормовий. Врожайність зерна – до 4–6 т/га (на незрошуваних землях).

Сорти посухо- та жаростійкі, середньо пошкоджуються злаковими попелицями. Добре реагують на зрошення та високий агрофон.

Під час досліджень проводили наступні обліки та спостереження.

Фенологічні спостереження за рослинами сорго проводили за методикою держкомісії з сортовипробовування сільськогосподарських культур [17]. Початок кожної фази росту і розвитку встановлювали після настання її у 10 % рослин, масові значення – у 75 % рослин [18].

Висоту рослин визначали мірною лінійкою від поверхні ґрунту до верхівки головного стебла, способом вимірювання на закріплених кілочках 40 рослинах на двох несуміжних повтореннях [17].

Діаметр стебла визначали штангельциркулем на висоті 10 см, способом вимірювання на закріплених кілочках 40 рослинах на двох несуміжних повтореннях.

#### Результати дослідження та обговорення.

Вивчення строків сівби та глибини загортання насіння сорго зернового сортів Дніпровський 39 та Вінець довели вагомий вплив на ріст і розвиток рослин впродовж всього періоду ве-

гетації. Зокрема, спостерігався вплив на тривалість міжфазних періодів розвитку рослин сорго зернового сортів Дніпровський 39 та Вінець (табл. 1).

Велике значення у тривалості періоду «сівба – поява сходів» має температура ґрунту та наявність ґрунтової вологи на глибині загортання насіння. У досліджуваних сортів за сівби насіння у III декаді квітня період «сівба – поява сходів» становив у середньому 9–10 діб, за сівби у I декаді травня цей період скорочувався на 1–3 доби і дорівнював 7–9 діб. За останнього строку сівби (II декада травня) цей період становив від 8 до 10 діб. Міжфазний період від появи до повних сходів становив у середньому 4–5 діб. Період появи 3–4 листків та період кушіння становив відповідно 5 та 15–17 діб у сорту Дніпровський 39 і 4 та 13–16 діб у сорту Вінець. Тривалість періоду від повних сходів до цвітіння у сорту Дніпровський 39 дорівнювала в середньому 53–58 діб, у сорту Вінець – 50–55 діб.

Таблиця 1 – Тривалість міжфазних періодів сорго зернового залежно від строків сівби та глибини загортання насіння, діб (середнє за 2016–2020 рр.)

Сорти	Строки сівби	Глибина загортання насіння, см	Міжфазний період										
			сівба – поява сходів	повні сходи	3 – 4 листки	кушіння	вихід у трубку	стеблуння	викидання волоті	цвітіння – формування зернівки	молочно-воскова стиглість	повна стиглість	Вегетаційний період
Дніпровський 39	I	2	10	5	5	16	13	14	4	18	21	12	118
		4	9	5	5	16	13	13	4	18	21	12	116
		6	9	5	5	16	13	13	4	18	21	12	116
		8	10	5	5	16	13	13	4	18	21	12	117
	II	2	8	5	5	16	13	12	4	18	20	12	113
		4	7	4	5	15	13	12	4	18	19	11	108
		6	7	4	5	15	13	12	4	18	19	11	108
		8	8	5	5	15	14	12	4	21	20	12	116
	III	2	9	5	5	15	14	13	4	19	20	12	116
		4	8	5	5	15	14	13	4	19	20	12	115
		6	8	5	5	16	14	13	4	19	20	12	116
		8	9	5	5	17	14	13	4	19	20	12	118
Вінець	I	2	10	4	4	16	13	13	5	20	20	13	118
		4	9	4	4	14	13	13	4	20	20	12	113
		6	9	4	4	14	13	13	4	20	20	12	113
		8	11	4	4	14	13	13	4	20	20	13	116
	II	2	9	4	4	14	12	12	4	19	19	12	109
		4	8	4	4	13	13	12	4	17	18	12	105
		6	8	4	4	13	13	12	4	17	18	12	105
		8	9	4	4	13	13	12	4	19	19	12	109
	III	2	10	5	5	13	13	13	4	22	19	12	116
		4	9	5	4	13	13	12	4	21	19	12	112
		6	9	5	4	13	13	12	4	21	19	12	112
		8	10	5	4	13	13	12	4	22	19	13	115

Кількість діб від повних сходів і до збирання у сорту Дніпровський 39 у середньому була в межах від 97 до 104, у сорту Вінець – від 93 до 104 діб.

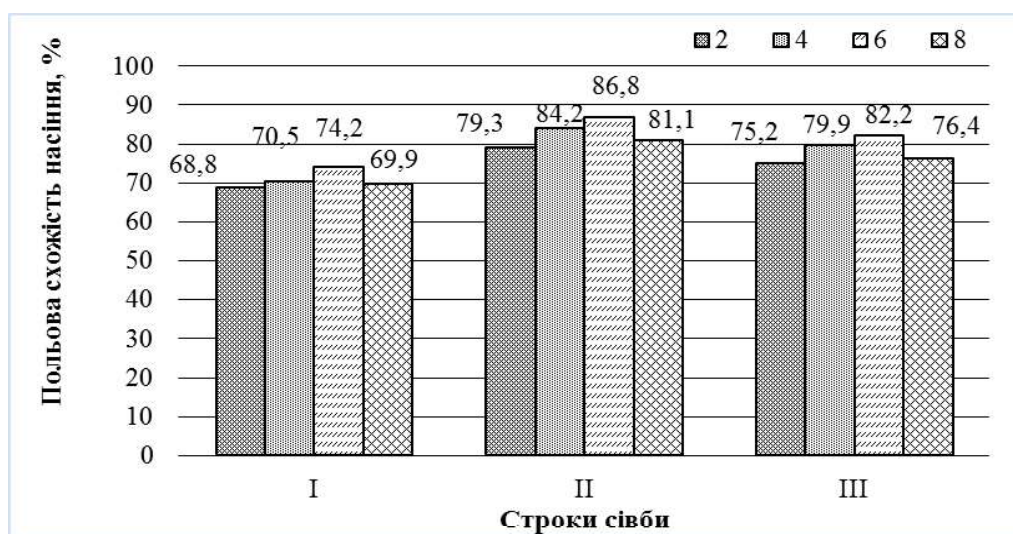
Щодо глибини загортання насіння, то різниця тривалості міжфазних періодів росту й розвитку рослин становила 1–2 доби. Швидше розвивалися рослини за глибини загортання насіння 4–6 см в обох сортів. Загалом у досліді вегетаційний період у сортів був у межах від 105 до 118 діб.

Найменший вегетаційний період, а це швидке досягання сорго, спостерігався за сівби насіння у I декаді травня та за глибини загортання 4–6 см і становив у сорту Дніпров-

ський 39–108 діб, у сорту Вінець – 105 діб. Ранній та пізній строки сівби, як і відхилення від оптимальної глибини загортання насіння, спричиняли подовження періоду вегетації на термін від 4 до 13 діб.

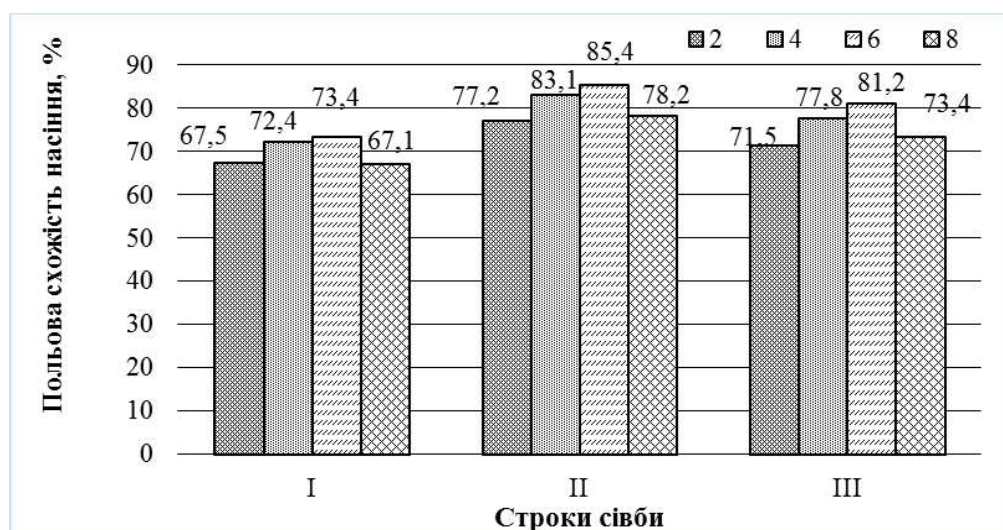
Одним із важливих завдань у вирощуванні сільськогосподарських культур є отримання високої польової схожості насіння, оскільки вона сприяє підвищенню врожайності.

Встановлено, що за сівби насіння сорго зернового у I декаді травня (другий строк) польова схожість була найвищою в досліді і становила від 79,3 до 86,8 % у сорту Дніпровський 39 та від 77,2 до 85,4 % у сорту Вінець (рис. 1, рис. 2).



НІР<sub>05</sub>: А–0,41; В–0,52; С–0,52; АВС – 1,33

Рис. 1. Польова схожість насіння сорго зернового сорту Дніпровський 39 залежно від строків сівби та глибини загортання насіння, % (середнє за 2016–2020 рр.).



НІР<sub>05</sub>: А–0,44; В–0,54; С–0,54; АВС – 1,38

Рис. 2. Польова схожість насіння сорго зернового сорту Вінець залежно від строків сівби та глибини загортання насіння, % (середнє за 2016–2020 рр.).

За сівби насіння у III декаді квітня (перший строк) польова схожість була меншою відповідно на 10,5–12,6 % у сорту Дніпровський 39 та на 9,7–12,0 % у сорту Вінець. Це зумовлено тим, що за раннього строку сівби насіння середньодобова температура ґрунту на глибині його залягання була низькою, що й затримувало його проростання.

За сівби насіння у II декаді травня (третій строк) польова схожість у сорту Дніпровський 39 була 75,2–82,2 %, у сорту Вінець – 71,5–81,2 %.

Одним із важливих чинників під час сівби є правильна глибина загорання насіння, вона залежить від величини та енергії проростання, вологості ґрунту, його механічного складу, температури тощо.

Дані досліджень свідчать, що швидкі та дружні сходи отримали за глибини загорання насіння 4 та 6 см за всіх строків сівби. Найвища польова схожість насіння спостерігалася за другого строку сівби: у сорту Дніпровський 39 становила 84,2 та 86,8 %, у сорту Вінець – 83,1 та 85,4 % відповідно. Зменшення глибини загорання насіння до 2 см та збільшення до 8 см спричиняло зниження польової схожості насіння сорго зернового. Це зумовлено недостат-

ньою кількістю ґрунтової вологи внаслідок її випаровування з верхнього шару ґрунту в першому випадку, та дрібнонасінністю і унаслідок появою ослаблених сходів на поверхні ґрунту та нестійкістю до несприятливих погодних умов у другому випадку.

Відомо, що на початку вегетації (період «сходи–кущіння») рослини сорго повільно формують надземну масу, оскільки в цей період відбувається активний розвиток кореневої системи [19]. Дані досліджень (табл. 2) свідчать, що за другого строку сівби насіння (I декада травня) проходження цього періоду відбувалось за найбільш сприятливих погодних умов. Отже, найбільша висота рослин сорго зернового відмічена за другого строку сівби: 131,5–134,9 см у сорту Дніпровський 39 та 119,4–122,0 см, у сорту Вінець за глибини загорання насіння 4–6 см. Деяко нижчими були рослини за першого (III декада квітня) та третього строків сівби (II декада травня), їх висота становила відповідно 129,9–132,5 см і 124,0–127,7 см у сорту Дніпровський 39 та 117,4–117,9 см і 115,3–119,4 см у сорту Вінець.

Відомо, що кущіння у сорго залежить від сорту та умов вирощування. Кущисті форми

Таблиця 2 – Біометричні показники рослин сорго зернового залежно від строків сівби та глибини загорання насіння, діб (середнє за 2016–2020 рр.)

Сорти	Строки сівби	Глибина загорання насіння, см	Висота рослин, см	Діаметр стебла, см	Кущистість рослин, шт./рослину
Дніпровський 39	I	2	126,0	1,4	1,6
		4	129,9	1,5	1,9
		6	132,5	1,4	2,0
		8	128,0	1,4	1,4
	II	2	129,2	1,4	2,5
		4	131,5	1,5	2,6
		6	134,9	1,6	2,8
		8	130,6	1,4	2,3
	III	2	122,1	1,3	1,9
		4	124,0	1,4	2,1
		6	127,7	1,4	2,2
		8	119,5	1,3	1,8
Вінець	I	2	114,0	1,4	1,4
		4	117,4	1,4	1,4
		6	117,9	1,5	1,6
		8	112,2	1,3	1,3
	II	2	116,8	1,5	1,7
		4	119,4	1,5	1,8
		6	122,0	1,5	2,0
		8	118,4	1,4	1,8
	III	2	112,6	1,3	1,4
		4	115,3	1,4	1,6
		6	119,4	1,5	1,8
		8	116,9	1,4	1,7
НІР <sub>05</sub> :			A–0,55; B–0,68; C–0,68; ABC–1,82	A–0,11; B–0,15; C–0,15; ABC–0,38	A–0,17; B–0,28; C–0,28; ABC–0,63

утворюють від 2 до 4 і більше повністю розвинених стебел, що відходять від вузла кущіння та є позитивною особливістю, оскільки сприяють збільшенню продуктивності [20].

Найкраща кущистість спостерігається за другого строку сівби на всіх глибинах загортання насіння, однак максимальною вона була за глибини загортання 4–6 см і становила відповідно 2,6 і 2,8 штук на рослину у сорту Дніпровський 39 та 1,8 і 2,0 – у сорту Вінець. За сівби насіння сорго зернового у III декаді квітня та II декаді травня кущистість дещо знижувалась.

Діаметр стебла – це показник, який характеризує ріст рослин сорго зернового і від якого залежить стійкість рослин та продуктивність. Цей показник коливався в середньому в досліді у сорту Дніпровський 39 і в сорту Вінець від 1,3 до 1,5 см. Глибина загортання насіння не мала значного впливу на цей показник.

Доцільність вирощування сорго зумовлена його високою продуктивністю та універсальністю застосування. Це невибаглива культура, яка спроможна давати високі врожаї в різних кліматичних умовах та ґрунтах (легких і важких глинистих) завдяки потужній, глибоко проникаючій кореневій системі [21].

В останні десятиріччя зросла частка виробництва високоякісного зерна сорго з харчовою метою. Зерно використовують для виробництва борошна, хліба, круп, екструдованих продуктів, харчових концентратів, крохмалю, харчового етанолу.

Із 100 кг зерна сорго можна отримати 65 кг крохмалю або 30–35 кг спирту. За своєю структурою сорговий крохмаль мало чим різниться від картопляного і значно кращий від кукурудзяного [22].

Отже, враховуючи універсальність використання сорго зернового, варто досконало вивчати елементи технології його вирощування в певних ґрунтово-кліматичних умовах.

**Висновки.** Досліджено, що строки сівби та глибина загортання насіння впливають на особливості росту та розвитку рослин сорго зернового. Найменший період вегетації спостерігався за сівби насіння у I декаді травня та глибини загортання 4–6 см і становив у сорту Дніпровський 39 – 108 діб, у сорту Вінець – 105 діб. Відхилення від оптимального строку сівби і глибини загортання насіння спричиняло подовження періоду вегетації до 13 діб.

Польова схожість була найвищою на цьому самому варіанті досліді і становила 84,2–86,8 % в сорту Дніпровський 39 та 83,1–85,4 % – у сорту Вінець.

Сівба насіння сорго зернового у I декаді травня та глибина загортання 4–6 см є опти-

мальними, тому рекомендуємо їх для вирощування цієї культури в умовах Правобережного Лісостепу України, оскільки отримано максимальні значення показників росту та розвитку рослин (висоти, кущіння, діаметра стебла), що позитивно впливають на підвищення продуктивності сорго зернового.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Дзюбецький Б.В., Яланський О.В., Кух М.В. Сорго: практичні рекомендації. Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин Я.І., 2014. 96 с.
2. Макаров Л.Х. Соргові культури: монографія. Херсон: Айлант, 2006. 264 с.
3. Сорго в ЦЧР: научное издание / С.В. Кадыров и др. Ростов н/Д: ЗАО Ростиздат, 2008. 80 с.
4. Культура стратегічного значення. Сучасні аграрні технології. 2012. № 8–9. С. 14–26.
5. Алабушев А.В., Коломийцев Н.Н., Лаврухин П.В. Совершенствование технологии производства семян зернового сорго в засушливых условиях Ростовской области. Кукуруза и сорго. 2005. № 1. С. 19–22.
6. Алабушев А.В., Анипенко Л.Н. Состояние и перспективы производства зернового сорго. Кукуруза и сорго. 2005. № 6. С. 7–12.
7. Алабушев А.В. Адаптивная технология выращивания сорго зернового в засушливой зоне Северного Кавказа: дис. ... д-ра с.-х. наук. Зерноград, 2000. 190 с.
8. Малиновский Б.Н. Сорго Северного Кавказа. Ростов-на-Дону: Изд. РГУ, 1992. 200 с.
9. Ишин А.Г. Рекомендации по индустриальной технологии возделывания сорговых культур в Саратовской области. Саратов: Кн. изд-во. Саратовское, 1985. С. 22.
10. Овсієнко І.А. Особливості формування урожайності зерна сорго залежно від строків сівби. Сільське господарство та лісівництво. 2015. № 1. С. 21–28.
11. Коваленко А.М. Технологія для сорго. Farmer. 2014. № 3. С. 72–74.
12. Бойко М.О. Агробіологічне обґрунтування елементів технології вирощування гібридів сорго зернового в південному Степу України: дис. ... канд. с.-г. наук: 06.01.09. Херсонський державний аграрний університет. Херсон, 2017. 230 с.
13. Origin of domesticated sorghum and its early diffusion to India and China / Kimber C. T. et. al. Sorghum Origin, History, Technology and Production. John Wiley & Sons, New York, USA. 2003. P. 3–98.
14. Millet grains: nutritional quality, processing, and potential health benefits / Saleh A. S. M. et. al. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. 2013. Vol. 12, Issue 3. P. 281–295.
15. Recent advances in sorghum bio fortification research / Kumar A.A. et. al. Plant Breeding Review. 2015. Vol. 39. DOI: <https://doi.org/10.1002/9781119107743.ch03>.
16. Соргові культури: технологія, використання, гібриди та сорти / Черенков А.В. та ін. Інститут сільського господарства степової зони НААН України. Дніпропетровськ. 2011. 60 с.

17. Методика Державного сортовипробування сільськогосподарських культур / за ред. В.В. Вовкодава. Київ. 2001. Вип. 2. 65 с.

18. Методика проведення дослідів з кормовиробництва / за ред. А.О. Бабича. Вінниця. 1994. 87 с.

19. Герасименко Л.А. Ріст і розвиток рослин сорго цукрового (*Sorghum saccharatum* L. Pers.) за різних строків сівби та глибини загорання насіння в умовах центрального Лісостепу України. Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. 2013. № 1. С. 76–78.

20. Шепель Н.А. Сорго – интенсивная культура. Справ. изд. Симферополь: Таврия. 1989. 192 с.

21. Кух М.В., Яланський О.В. Перспективи вирощування сорго зернового в умовах південно-західної частини Лісостепу України: збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету. 2011. Вип. 19. С. 112–116.

22. Пащенко Ю. Перспективи вирощування сорго. Агроперспектива. 2009. № 12. С. 57–60.

#### REFERENCES

1. Dzubec'kyj, B.V., Jalans'kyj, O.V., Kuh, M.V. (2014). Sorgo: praktychni rekomendacii' [Sorghum: practical recommendations]. Kamianets-Podil'skyi, FOP Ssyn Ja.I, 96 p.

2. Makarov, L.H. (2006). Sorgovi kul'tury: monografija [Sorghum crops]. Kherson, Ajlant, 264 p.

3. Kadyrov, S.V. (2008). Sorgo v CChR: nauchnoe yzdanye [Sorghum in the CDR: a scientific publication]. Rostov n/D, ZAO Rostyzdat, 80 p.

4. Kul'tura strategichnogo znachennja [Culture of strategic importance]. Suchasni agrarni tehnologii' [Modern agricultural technologies]. 2012, no. 8–9, pp. 14–26.

5. Alabushev, A.V., Kolomyjcev, N.N., Lavruhyn, P.V. (2005). Sovershenstvovanye tehnologyy proyzvodstva semjan zernovogo sorgo v zasushlyvyh uslovnyah Rostovskoj oblasti [Improving the technology of production of grain sorghum seeds in arid conditions of the Rostov region]. Kukuruza y sorgo [Corn and sorghum], no. 1, pp. 19–22.

6. Alabushev, A.V., Anypenko, L.N. (2005). Sostojanye y perspektyvy proyzvodstva zernovogo sorgo [Status and prospects of grain sorghum production]. Kukuruza y sorgo [Corn and sorghum], no. 6, pp. 7–12.

7. Alabushev, A.V. (2000). Adaptyvnaja tehnologyja vyrashhivanyja sorgo zernovogo v zasushlyvoj zone Severnogo Kavkaza: dys. d-ra s.-h. nauk [Adaptive technology of grain sorghum cultivation in the arid zone of the North Caucasus: dissertation of the Doctor of Agricultural sciences]. Zernograd, 190 p.

8. Malynovskij, B.N. (1992). Sorgo Severnogo Kavkaza [Sorghum of the North Caucasus]. Rostov-na-Donu, Edition RGU, 200 p.

9. Yshyn, A.G. (1985). Rekomendacyy po yndustrial'noj tehnologyy vzdelyvanyja sorgovyh kul'tur v Saratovskoj oblasti [Recommendations for industrial technology of sorghum cultivation in the Saratov region]. Saratov, Book publishing house Saratov, 22 p.

10. Ovsijenko, I.A. (2015). Osoblyvosti formuvannja urozhajnosti zerna sorgo zalezchno vid strokiv sivy [Features of sorghum grain yield formation depending on sowing dates]. Sil's'ke gospodarstvo ta lisivnyctvo [Agriculture and forestry], no. 1, pp. 21–28.

11. Kovalenko, A.M. (2014). Tehnologija dlja sorgo [Technology for sorghum]. Farmer, no. 3, pp. 72–74.

12. Bojko, M.O. (2017). Agrobiologichne obgruntuvannja elementiv tehnologii' vyroshhuvannja gibrydiv sorgo zernovogo v pivdennomu Stepu Ukrai'ny: dys. ... kand. s.-g. nauk: 06.01.09. [Agrobiological substantiation of elements of technology of cultivation of hybrids of sorghum grain in the southern Steppe of Ukraine: dissertation of the Candidate of Agricultural sciences]. Kherson State Agrarian University, Kherson, 230 p.

13. Kimber, C.T. (2003). Origin of domesticated sorghum and its early diffusion to India and China. Sorghum Origin, History, Technology and Production. John Wiley & Sons. New York, USA, pp. 3–98.

14. Saleh, A.S. (2013). Millet grains: nutritional quality, processing, and potential health benefits. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. Vol. 12, Issue 3, pp. 281–295.

15. Kumar, A.A. (2015). Recent advances in sorghum bio fortification research. Plant Breeding Review. Vol. 39. Available at: <https://doi.org/10.1002/9781119107743.ch03>.

16. Cherenkov, A.V. (2011). Sorgovi kul'tury: tehnologija, vykorystannja, gibrydy ta sorty [Sorghum crops: technology, use, hybrids and varieties]. Institute of Steppe Agriculture of NAAS of Ukraine, Dnipropetrovs'k, 60 p.

17. Vovkodav, V.V. (2001). Metodyka Derzhavnogo sortovyprobuvannja sil's'kogospodars'kyh kul'tur [Methods of State variety testing of crops]. Kyiv, Issue 2, 65 p.

18. Babych, A.O. (1994). Metodyka provedennja doslidiv z kormovyrobnyctva [Methods of conducting experiments on feed production]. Vinnytsia, 87 p.

19. Herasymenko, L.A. (2013). Rist i rozvytok roslyn sorgo cukrovogo (*Sorghum saccharatum* L. Pers.) za riznyh strokiv sivy ta glybyny zagortannja nasinnja v umovah central'nogo Lisostepu Ukrai'ny [Growth and development of sugar sorghum plants (*Sorghum saccharatum* L. Pers.) At different sowing dates and depth of seed wrapping in the central forest-steppe of Ukraine]. Sortovyvchennja ta ohorona prav na sorty roslyn [Variety research and protection of plant variety rights], no. 1, pp. 76–78.

20. Shepel', N.A. (1989). Sorgo – yntensyvnaja kul'tura [Sorghum is an intensive crop]. Reference edition Simferopol, Tavryja, 192 p.

21. Kuh, M.V., Jalans'kyj, O.V. (2011). Perspektyvy vyroshhuvannja sorgo zernovogo v umovah pivdenno-zahidnoi' chastyny Lisostepu Ukrai'ny: zbirnyk naukovykh prac' Podil's'kogo derzhavnogo agrarno-tehnichnogo universytetu [Prospects for growing grain sorghum in the south-western part of the Forest-Steppe of Ukraine: collection of scientific works of Podolsk State Agrarian and Technical University], Issue 19, pp. 112–116.

22. Pashhenko, Ju. (2009). Perspektyvy vyroshhuvannja sorgo [Prospects for growing sorghum]. Agroperspektyva [Agroperspective], no. 12, pp. 57–60.

#### Особенности роста и развития растений сорго зернового в условиях Правобережной Лесостепи Украины

Правдивая Л.А.

Сорго зерновое – одна из самых высокопроизводительных злаковых культур универсального назначения,

которую выращивают для продовольственного, кормового и технического назначения. В связи с этим, изучение элементов технологии выращивания сорго зернового является целесообразным и перспективным.

В статье приведены результаты изучения влияния сроков сева и глубины заделки семян на фенологические наблюдения, полевую всхожесть семян, биометрические показатели растений сорго зернового сортов Днепропровский 39 и Венец в условиях Правобережной Лесостепи Украины.

Цель исследований – установить оптимальные сроки сева и глубину заделки семян сортов сорго зернового, обосновать их влияние на особенности роста и развития растений в условиях Правобережной Лесостепи Украины.

Исследования проводили в течение 2016–2020 годов в условиях Белоцерковской ДСС Института биоэнергетических культур и сахарной свеклы НААН Украины.

Доказано, что сроки сева и глубина заделки семян оказывают значительное влияние на особенности роста и развития растений сорго зернового.

Установлено, что при посеве семян сорго зернового в I декаде мая с глубиной заделки 4–6 см вегетационный период сокращается и составляет в сорта Днепропровский 39–108 суток, у сорта Венец – 105 суток. Посев семян в III декаде апреля и II декаде мая, а также уменьшение глубины заделки до 2 см и увеличение до 8 см удлиняет вегетационный период посевов растений сорго зернового в исследуемых сортах.

Полевая всхожесть достигала максимума при посеве семян сорго зернового в I декаде мая с глубиной заделки 4–6 см и была равна 84,2–86,8 % у сорта Днепропровский 39 и 83,1–85,4 % у сорта Венец. Биометрические показатели, которые влияют на формирование продуктивности культуры, а именно высота растений, кустистость, диаметр стебля были максимальными на этом же варианте опыта.

**Ключевые слова:** сорго зерновое, сорта, сроки сева, глубина заделки семян, фенологические наблюдения, биометрические показатели.

### Features of growth and development of grain sorghum plants in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine

Pravdyva L.

Grain sorghum is one of the most highly productive multi-purpose grain crops for food, feeding and technical purposes. Considering this, the research of the elements of the technology of grain sorghum growing is expedient and high-potential.

The article presents the research results of the influence of the sowing time and the depth of planting seeds on the phenological observations, field germination of seeds, biometric indicators of sorghum plants of the grain varieties Dniprovskiyi 39 and Vinets in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine.

The aim of the research is to establish the optimal sowing time and the depth of planting seeds of the grain sorghum varieties, to substantiate their influence on the characteristics of plant growth and development in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine.

The research was conducted during 2016–2020 in the conditions of the Bilotserkivska RAS of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet of the National Academy of Sciences of Ukraine.

It is proved that the sowing time and the depth of seeding have a significant impact on the growth and development of the grain sorghum plants.

It is established that at the 1st decade of May and to the planting depth of 4–6 cm the grain sorghum seeds vegetative season reduces and equates 108 for the Dniprovskiyi variety, and 105 days for the Vinets variety. Sowing seeds at the 3rd decade of April and the 2<sup>nd</sup> decade of May, as well as decreasing the planting depth to 2 cm and increasing to 8 cm, lengthens the grain sorghum vegetative season of the researched varieties.

Field germination reached its maximum in grain sorghum seeds sowing at the 1<sup>st</sup> decade of May and to the planting depth of 4–6 cm and equals to 84.2–86.8 % for the Dniprovskiyi 39 variety and 83.1–85.4 % for the Vinets variety. Biometric indicators that affect the formation of crop productivity, namely, plant height, bushiness, stem diameter, were maximum in the same variant of the experiment.

**Key words:** grain sorghum, varieties, sowing time, seeding depth, phenological observations, biometric indicators.



Copyright: Правдива Л.А. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



Правдива Л.А.

ID: <https://orcid.org/0000-0002-5510-3934>

УДК 631.445.4:631.582 /.8

## Вплив систем удобрення на зміну агрохімічних властивостей чорнозему типового за використання побічної продукції просапних культур сівозміни упродовж ротації як органічного добрива

Примак І.Д. , Войтовик М.В., Панченко О.Б., Присяжнюк Н.М.,Образій С.В. , Панченко І.А., Філіпова Л.М. *Білоцерківський національний аграрний університет*

Примак І.Д., Войтовик М.В., Панченко О.Б., Присяжнюк Н.М., Образій С.В., Панченко І.А., Філіпова Л.М. Вплив систем удобрення на зміну агрохімічних властивостей чорнозему типового за використання побічної продукції просапних культур сівозміни упродовж ротації як органічного добрива. Збірник наукових праць «Агробіологія», 2020. № 2. С. 147–159.

Prymak I.D., Vojtovyk M.V., Panchenko O.B., Prysjajzhnjuk N.M., Obrazhij S.V., Panchenko I.A., Filipova L.M. Vplyv system udobrennja na zminu agrohichnyh vlastyvostryj chornozemu tyпового за vykorystannja pobichnoi' produkciij' prosapnyh kul'tur sivozminy uprodovzh rotacij' jak organichnogo dobryva. Zbirnyk naukovykh prac' «Agrobiologija», 2020. no. 2, pp. 147–159.

Рукопис отримано: 23.10.2020 р.

Прийнято: 06.11.2020 р.

Затверджено до друку: 24.11.2020 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2020-161-2-147-159

Загалом у сівозміні за нульового, першого і другого рівнів удобрення середньорічний убуток гумусу становив відповідно 1,96; 1,14 і 0,24 т/га, а за третього рівня відмічено зростання цього показника на 0,44 т/га. За найвищої норми добрив запаси азоту загального загалом у сівозміні зросли на 0,89 т/га. Щорічне застосування 12 т гною +  $N_{95}P_{82}K_{72}$  на гектар ріллі забезпечило бездефіцитний баланс гумусу в сівозміні, незначне зниження в орному шарі за п'ять років амонійного азоту в ґрунті (на 2,3 %), що не перевищило  $НП_{0,05}$ . За найвищої норми добрив вміст азоту амонійного в чорноземі типовому за п'ять років підвищився загалом у сівозміні на 2,0 мг/кг.

Норма добрив 12 т/га гною +  $N_{95}P_{82}K_{72}$  забезпечила стабілізацію вмісту в ґрунті азоту мінерального, а 16 т/га гною +  $N_{112}P_{100}K_{86}$  – його істотне зростання загалом у сівозміні.

Збільшення вмісту доступного фосфору й обмінного калію в ґрунті за внесення 12 т/га гною +  $N_{95}P_{82}K_{72}$  виявилось не істотним і становило 1,0 мг/кг. Найвища норма добрив істотно підвищила вміст цих поживних речовин в орному шарі чорнозему типового.

Величина обмінної кислотності за п'ять років за нульового, першого, другого і третього рівнів удобрення зменшилася відповідно на 0,11; 0,10; 0,16 і 0,22 загалом у сівозміні за  $НП_{0,05}$  0,12. Гідролітична кислотність ґрунту за ротацію сівозміни за нульового і першого рівнів добрив підвищилася на 0,15, а за другого і третього – відповідно на 0,20 і 0,28 мг–екв/100г.

На удобрених і неудобрених ділянках ступінь насичення ґрунту основами за ротаційний період зменшився, однак істотно лише за внесення на гектар ріллі 16 т гною +  $N_{112}P_{100}K_{86}$ .

Вміст обмінних катіонів кальцію в ґрунті істотно знизився лише за щорічного застосування впродовж ротації найвищої норми добрив. Істотних відхилень вмісту в ґрунті обмінних катіонів магнію не виявлено.

Продуктивність сівозміни на неудобрених ділянках, удобрених 8 т/га гною +  $N_{76}P_{64}K_{57}$ , 12 т гною +  $N_{95}P_{82}K_{72}$  і 16 т гною +  $N_{112}P_{100}K_{86}$  становила відповідно 2,35; 3,61; 4,77 і 5,77 т/га сухої речовини, 3,21; 5,04; 6,64 і 8,00 т/га кормових одиниць, 0,296; 0,422; 0,560 і 0,691 т/га перетравного протеїну за  $НП_{0,05}$  відповідно 0,38; 0,51 і 0,043 т/га.

**Ключові слова:** добрива, сівозміна, ґрунт, культура, агрохімічні властивості, ротаційний період, урожайність, продуктивність.

**Постановка проблеми.** Наразі Україна, займаючи лише 4 % світової площі суходолу і маючи у власності 13–14 % європейських і 6–8 % світових запасів чорноземів, залишається найбіднішою країною на континенті, знаходячись у стані затяжної економічної і екологічної кризи та продовольчої небезпеки. І це попри те, що цар ґрунтів (як називав чорнозем основоположник генетичного ґрунтознавства В. В. Докучаєв) становить 73 % площі орних земель і майже 65 % території держави [1].

Науковці вважають вміст і якісний склад гумусу інтегральним показником родючості ґрунтів. Зважаючи на це, серед 13 видів ґрунтових деградацій «пальму першості» аграрії віддають дегуміфікації, внаслідок якої чорноземні ґрунти країни щорічно втрачають понад 1 т/га гумусу [2].

За 133 роки (1882–2015 рр.) вміст гумусу в ґрунтах України зменшився на 1,01 % (24,2 % вихідного рівня), у тому числі в Лісостепу на 1,3 % (28,8 %) [2]. Упродовж 2006–2010 років баланс ґрунтового гумусу гостродефіцитний (0,40–0,53 т/га), а в 2011–2015 роках – дефіцитний (0,13 т/га). В останні роки дефіцит гумусу дещо зменшився завдяки використанню побічної продукції рослинництва як органічного добрива [3].

Найважливішим ресурсом відтворення ґрунтового гумусу та забезпечення його бездефіцитного чи додатного балансу залишається раціональне використання нетоварної частини врожаю, рослинних решток, органічних, зокрема і зелених, добрив.

Упродовж 2011–2015 рр. на кожний гектар орних земель держави внесено лише півтонни гною, що менше рекомендованих норм його внесення в 16–28 разів. Доречно зазначити, що в 1985 р. цей показник становив 9,4 т/га [2].

Домінуюче значення гумусу в ґрунтовій родючості доводить те, що 50–60 % азоту, який відчужується з урожаем основної і побічної продукції, ґрунтового походження, тобто азот гумусу. Отже, за вирощування всіх культур, за винятком багаторічних трав, спостерігаються неминучі втрати гумусу, які становлять з орного шару 0,5–0,6 т/га під ярими зерновими, 0,7 – пшеницею озимою, 1,0 – горохом та кукурудзою, 1,5 т/га – буряками цукровими [4]. За урожайності сіна багаторічних трав 4–5 т/га в ґрунті утворюється приблизно 800–900 кг/га гумусу, а із 1 т соломи і гною відповідно до 170–180 і 50–60 кг [5].

Упродовж 2011–2015 років українські хлібороби щорічно вносили на кожний гектар ріллі лише 76 кг/га діючої речовини NPK, що спричинило дефіцитний баланс (47,5 кг/га) по-

живних речовин, у тому числі 20 кг/га азоту, 12,3 – фосфору і 15,2 кг/га калію [2].

Встановлено, що бездефіцитний баланс фосфору в ґрунті спостерігається за внесення його з добривами у кількості (залежно від вмісту в ґрунті фосфору), що становить 100–150 %, а калію – 90–100 % від виносу врожайми. У сівозмінах без бобових культурних рослин цей показник за азотом має становити не менш як 80–90 % (решта витрат цього елемента живлення поповнюється завдяки несимбіотичній азотфіксації) [6]. Розрахунок норм внесення мінеральних добрив необхідно проводити щонайменше для забезпечення врівноваженого балансу поживних речовин у сівозмінах, за якого обсяги застосування мінеральних туків компенсують винос елементів зольного і азотного живлення рослин урожаем культур з ґрунту [3].

Вітчизняні науковці вказують на глобальний характер перерозподілу поживних речовин, про що свідчать дефіцитний баланс їх у рільництві та вивезення за межі держави у складі експортованої сільськогосподарської (передусім землеробської) продукції. Значна частка їх безповоротно вибуває з малого колообігу поживних речовин в агрокосистемах держави [3]. Вчені вкотре переконують аграріїв у необхідності проектування і дотримання науково обґрунтованих сівозмін і систем удобрення в них, раціонального використання нетоварної частини урожаю з метою поповнення ґрунту органічною речовиною. Науковці застерігають щодо неприпустимості незбалансованих норм внесення органічних і мінеральних добрив, перекирвання одного поживного елемента іншим.

Систематичне застосування фізіологічно та хімічно кислих мінеральних добрив, низьких норм внесення органічних добрив, ігнорування закону повернення поживних речовин (насамперед кальцію і магнію) в ґрунт, нехтування іншими складовими втрат з ґрунту кальцію і магнію (вимивання, гідроліз алюмінію, мінералізація багатих на вуглеводи і бідних на азотвмісні сполуки свіжих рослинних решток, кислотні дощі) – це основні причини декальцинації орних земель України. Площа кислих ґрунтів в Україні сягнула 4 млн га, половина з яких знаходиться в Лісостепу.

Слід зазначити, що кислотна деградація сільськогосподарських земель – одна з найактуальніших і найгостріших проблем не лише вітчизняного, а й світового землеробства. Як стверджують науковці України, кислі ґрунти потребують вапнування залежно від їх генезису та ареалу поширення через кожні 4–9 років [6].

**Аналіз останніх досліджень.** Відомо, що втрати ґрунтового гумусу значно посилюють-

ся за дефіциту внесення органічних добрив, а живлення культурних рослин відбувається завдяки прискореній мінералізації органічних речовин ґрунту. За внесення оптимальних норм мінеральних туків для забезпечення урожайності зерна пшениці озимої на рівні 4 т/га (соломи 5,0 т/га) і коренеплодів буряків цукрових 40 т/га щорічні втрати гумусу на чорноземних ґрунтах становили відповідно 1,0–1,3 і 2,5 т/га, а середньобогаторічні сягали 1,0–1,5 т/га [7].

Щорічне внесення впродовж 50 років в зернопросапній сівозміні 7,7 т/га гною  $+N_{60}P_{60}K_{60}$  підвищило вміст гумусу в орному шарі чорнозему опідзоленого на 0,44 %. Абсолютні втрати ґрунтового гумусу за цей період становили на неудообрених ділянках 1,06 % (га), а удообрених мінеральними туками – 0,85 % (30,6 т/га) [8].

На чорноземі типовому вилугуваному Білоцерківської дослідно-селекційної станції Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН за щорічного впродовж 30 років застосування 9 т/га гною  $+N_{50}P_{66}K_{60}$  вміст гумусу стабілізувався у плодозмінній сівозміні на рівні 3,32 %, зернопросапній – 3,53 %, а на неудообрених ділянках – відповідно 3,07 і 3,26 % [9].

Науковці цього інституту рекомендують господарствам підзони нестійкого зволоження Лісостепу зі слабкорозвинутим тваринництвом або за його відсутності використовувати всю нетоварну продукцію культурних рослин як добриво для поповнення чорноземних ґрунтів органічною речовиною у поєднанні з оптимальними нормами мінеральних туків, які становлять на один гектар ріллі:  $N_{50}P_{43}K_{50}$  – для чорноземів опідзолених важкосуглинкових у польових десятипільних зернотрав'янопросапних (плодозмінних) сівозмінах за величини ГТК 1,1;  $N_{50}P_{66}K_{66}$  – для чорноземів типових вилугуваних середньосуглинкових у польових шестипільних десятипільних зернопросапних сівозмінах за величини ГТК 1,3;  $N_{43}P_{43}K_{43}$  для чорноземів типових вилугуваних середньосуглинкових у польових шестипільних плодозмінних сівозмінах за величини ГТК 1,5 [10].

Використання побічної продукції землеробства для поповнення чорнозему типового малогумусного важкосуглинкового органічною речовиною забезпечує додатний баланс гумусу у сівозміні. Розширене відтворення ґрунтового гумусу у сівозмінах Лівобережного Лісостепу України спостерігається за внесення на гектар орної землі 10 т гною  $+N_{53}P_{60}K_{60}$  і використання нетоварної частини урожаю як добрива [11].

Внесення впродовж трьох ротацій десятипільних сівозмін 9 т/га гною  $+N_{50}P_{66}K_{66}$  підвищило вміст в чорноземі типовому вилугуваному рухомого фосфору від середнього рівня до

високого за ГТК 1,3. Найвищим цей показник виявився в зернопросапній сівозміні – 290 мг/кг. У чорноземі типовому за ГТК 0,9–1,0 оптимальні умови живлення рослин фосфором спостерігаються за внесення у плодозмінній сівозміні на гектар ріллі 7,5 т гною  $+N_{26}P_{41}K_{33}$ . Застосування на чорноземі типовому вилугуваному за ГТК 1,3 9,5 т/га гною  $+N_{50}P_{66}K_{66}$  підвищило вміст обмінного калію в орному шарі наприкінці третьої ротації на 29 мг/кг в плодозмінній сівозміні, 32 – просапній і на 38 мг/кг – у зернопросапній сівозміні, порівнюючи з вихідним показником [12].

На чорноземах вилугуваних у сівозмінах з бобовими культурами оптимального балансу поживних речовин досягають внесенням 12 т/га гною  $+N_{46}P_{51}K_{59}$  [13].

Національний університет біоресурсів і природокористування України рекомендує на чорноземі типовому малогумусному середньосуглинковому в типовій польовій зернопросапній десятипільній сівозміні Правобережного Лісостепу за екологічного землеробства вносити 18 т/га органічних добрив (12 т гною + 6 т побічної продукції + 6 т зеленої маси сидератів)  $+N_{46}P_{49}K_{55}$ , що підвищує вміст і запаси загального гумусу в ґрунті та забезпечує агро-екологічно обґрунтований баланс поживних речовин в сівозміні [14].

Оскільки більшість мінеральних добрив є фізіологічно кислими, то за їх тривалого застосування спостерігається підкислення ґрунтового розчину, зростання гідролітичної кислотності, зменшення ступеня насичення ґрунту основами, що спричиняє вимивання лужноземельних і лужних металів [15].

За простого і розширеного відтворення ґрунтового гумусу у віковому циклі зростання його вмісту чорнозему типовому малогумусному рівноцінні відповідно 25–30 і 35–40 т/га. Рідке зниження вмісту ґрунтового гумусу спостерігається лише у перші 25–30 років з початку розорювання цілинних перелогових земель. За подальшого використання чорноземів процеси мінералізації і гуміфікації стабілізуються, а за високої культури рільництва мінералізація уповільнюється, а тип гумусоутворення залишається екстенсивним. На чорноземах типових малогумусних Лівобережного Лісостепу України для простого і розширеного відтворення ґрунтового гумусу рекомендовано вносити відповідно 10–12 і 14–15 т/га гною [16].

На чорноземі звичайному середньогумусному Кіровоградського інституту агропромислового виробництва внесення 10 т/га гною  $+N_{51}P_{50}K_{44}$  інтенсивної сівозміни з чорним паром і 7 т/га гною + 1,1 т/га соломи  $+N_{41}P_{46}K_{40}$

альтернативної сівозміни з зайнятим паром не забезпечило стабілізацію гумусу: його вміст зменшився на 0,04 %, сума вбирних основ зросла відповідно на 2,91 в першій і 2,53 мг–екв/100 г у другій сівозміні, а гідролітична кислотність – відповідно на 0,49 і 0,73 мг–екв/100 г ґрунту. Застосування 5 т/га сухої маси нетоварної продукції кукурудзи і ячменю ярого як органічного добрива уповільнювало мінералізацію гумусу у 1,5–2 рази [17].

У стаціонарній десятипільній зернопросапній сівозміні ТОВ «Агрофірма Колос» Сквирського району Київської області вміст гумусу в орному шарі чорнозему типового глибокого на неудообрених ділянках зменшився за сім років на 0,03–0,07 %. За внесення 4,5 т/га гноєкомпосту +  $N_{40}P_{48}K_{54}$  цей показник підвищився на 0,04–0,07 %. За зростання норми мінеральних добрив удвічі і незмінної кількості органічних спостерігається підвищення кислотності, диспергація гумусу катіонами добрив, уповільнення приросту вмісту гумусу [18].

За внесення 12 т/га гною +  $N_{50}P_{42,5}K_{50}$  спостерігалася стабілізація азотного фонду ґрунту. Наприкінці другої ротації сівозміни вміст загального азоту в орному і підорному шарах підвищився відповідно на 9 і 4 мг/100 г [19].

Упродовж двох ротацій зернопросапної сівозміни на неудообрених ділянках вміст загального азоту в орному (0–0 см) і підорному (30–0 см) шарах чорнозему опідзоленого зменшився відповідно на 16 і 9, а удообрених  $N_{50}P_{42,5}K_{50}$  – на 16 і 11 мг/100 г.

Посилення темпів втрат загального азоту на удообрених туками ділянках дослідники пояснюють посиленням інтенсивності мінералізації гумусу, непродуктивними втратами азоту через вимивання і емісію та збільшенням виводу урожаєм культур [20, 1].

Внесення впродовж двох ротацій зернопросапної сівозміни  $N_{50}P_{42,5}K_{50}$  підвищило вміст в орному і підорному шарах чорнозему опідзоленого рухомого фосфору відповідно на 11,2–5,6 і 5,5–,5 %. Сумарні запаси цього елемента живлення рослин у шарі 0–40 см зросли на 54,5 кг/га (13,5 %). Вміст рухомого фосфору в чорноземі опідзоленому помітно зростав за збільшення його дози у складі повного мінерального добрива в 1,5 рази. Підвищення вмісту рухомого фосфору наприкінці другої ротації сівозміни у зазначених вище шарах ґрунту становило відповідно 44,3 і 9,3 % за внесення 12 т/га гною +  $N_{50}P_{42,5}K_{50}$  та 25,8 і 6,5 % – за застосування всієї побічної продукції культур як органічного добрива +  $N_{50}P_{42,5}K_{50}$  [10].

Позитивний вплив поєданого внесення органічних і мінеральних добрив на фосфат-

ний фонд чорнозему опідзоленого встановлений також іншими науковцями [22].

На думку більшості дослідників, ефективнішим у формуванні калійного фонду ґрунту є сумісне використання органічних і мінеральних добрив [23, 24]. Поєднання мінеральних і органічних добрив уповільнює перехід в ґрунтовий розчин калію, забезпечує рівномірним цей процес, що зменшує фіксацію та вимивання цього елемента живлення рослин за межі ґрунтового профілю [25].

Відомо, що побічна продукція рослинництва виносить значну кількість калію, а тому використання її на добриво є запорукою поліпшення калійного режиму ґрунту [26].

Стабілізацію рухомого калію зафіксовано в чорноземі опідзоленому впродовж п'яти ротацій зернопросапної сівозміни. За даними досліджень, чорноземи зберігають сталий вміст рухомого калію у верхніх шарах досить тривалий час без внесення добрив. Таке явище науковці пов'язують з високими валовими запасами цього елемента в чорноземах та здатність останніх підтримувати динамічну рівновагу між його формами [27, 28, 29].

**Мета дослідження** – вивчити вплив п'ятирічного застосування чотирьох систем удобрення на зміну агрохімічних показників родючості орного (0–30 см) шару ґрунту, урожайності культур і продуктивності польової зернопросапної п'ятипільної сівозміни за умови використання побічної продукції на добриво.

**Матеріал і методи дослідження.** Експериментальна робота виконана впродовж 2015–2019 рр. на чорноземі типовому глибокому середньогосуглинковому дослідного поля Білоцерківського НАУ в стаціонарній сівозміні. Повторність досліду – триразова, площа посівних ділянок – 171 м<sup>2</sup>, облікових – 112 м<sup>2</sup>.

Схемою досліду передбачено вивчення чотирьох систем (рівнів) удобрення (табл. 1).

З добрив застосовували напівперепрілий гній великої рогатої худоби, аміачну селітру, простий гранульований суперфосфат і калійну сіль.

Агрохімічні показники орного шару ґрунту визначали за загальноприйнятими методиками: гумус – методом Тюріна, гідролітичну кислотність – методом Каппена, обмінну – потенціометричним методом, суму увібраних основ – методом Каппена-Гільковиця, загальний азот – методом К'ельдаля, амонійний азот – за допомогою реактиву Несслера, нітратний азот – фотоколориметричним методом, обмінний кальцій і магній – трилонометричним методом, обмінний калій і рухомий фосфор – модифікованим методом Чирикова [16].

Таблиця 1 – Системи удобрення під культури польової зернопрорасної сівозмін

№ поля	Культури сівозміни	Рівень удобрення	Гній т/га	Мінеральні добрива, кг/га д.р.																	
				Всього			Основне удобрення			Під передпосівну культивуацію			Рядкове удобрення			Підживлення					
				N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K			
1	Соєа	0																			
		1		30	40	30		40	30	30											
		2		40	60	40		60	40	40											
		3		60	80	60		80	60	60											
2	Пшениця озима	0																			
		1		100	70	50	30	70	50									70			
		2		125	90	70	30	90	70										95		
		3		150	110	80	30	110	80										120		
	Гірчиця біла на сидерат	0																			
		1		15	15	15	15	15	15												
		2		15	15	15	15	15	15												
3	Соняшник	0																			
		1	20	50	50	35	50	50	35												
		2	30	80	80	50	80	80	50												
		3	40	100	100	70	100	100	70												
4	Ячмінь ярий	0																			
		1		50	40	40		40	40	50											
		2		60	50	50		50	50	60											
		3		70	60	60		60	60	70											
	Гірчиця біла на сидерат	0																			
		1		15	15	15	15	15	15												
		2		15	15	15	15	15	15												
5	Кукурудза	0																			
		1	20	120	90	100		80	100	120					10						
		2	30	140	100	120		90	120	140					10						
		3	40	150	120	130		110	130	150					10						
На 1 га сівозміни	0																				
	1	8	76	64	57	22	62	57	40					2			14				
	2	12	95	82	72	28	80	72	48					2			19				
	3	16	112	100	86	32	98	86	56					2			24				

**Результати дослідження та обговорення.** За п'ять років досліджень на неудобрених ділянках убуток вмісту гумусу в орному шарі ґрунту становив під соєю 0,26 %, пшеницею озимою – 0,21, соняшником – 0,28, ячменем ярим – 0,24, кукурудзою – 0,32 %, а загалом у

сівозміні – 0,26 %. За внесення найвищої норми добрив цей показник підвищився відповідно на 0,02; 0,12; 0,04; 0,03; 0,01 і 0,05 % (табл. 2).

Запаси гумусу за вказаний період на неудобрених варіантах зменшилися відповідно на 9,8; 7,8; 10,5; 9,0; 12,0 і 9,8 т/га, а за найвищого

Таблиця 2 – Зміна агрохімічних властивостей орного шару ґрунту за ротацію сівозміни (в чисельнику дробу дані за 2015 рік, в знаменнику – 2019 рік)

Культури сівозміни	Рівень удобрення	Гумус		Азот загальний		pH ксе	Hr	S	V
		%	т/га	%	т/га		мг-екв/100г		%
Соя	0	<u>3,42</u>	<u>128,3</u>	<u>0,26</u>	<u>9,75</u>	<u>6,25</u>	<u>2,78</u>	<u>25,4</u>	<u>90,1</u>
		3,16	118,5	0,23	8,62	6,05	2,90	25,2	89,7
	1	<u>3,40</u>	<u>127,5</u>	<u>0,27</u>	<u>10,13</u>	<u>6,14</u>	<u>2,82</u>	<u>25,8</u>	<u>90,2</u>
		3,22	120,8	0,25	9,38	6,01	2,98	26,4	89,9
	2	<u>3,44</u>	<u>129,0</u>	<u>0,26</u>	<u>9,75</u>	<u>6,22</u>	<u>2,64</u>	<u>24,8</u>	<u>90,4</u>
		3,36	126,0	0,26	9,75	6,04	2,86	25,0	89,7
	3	<u>3,43</u>	<u>128,6</u>	<u>0,28</u>	<u>10,50</u>	<u>6,18</u>	<u>2,88</u>	<u>24,6</u>	<u>89,5</u>
		3,45	129,4	0,29	10,88	5,98	3,12	23,8	88,4
Пшениця озима +гірчиця біла на сидерат	0	<u>3,39</u>	<u>127,1</u>	<u>0,26</u>	<u>9,75</u>	<u>6,23</u>	<u>2,70</u>	<u>25,0</u>	<u>90,3</u>
		3,18	119,3	0,22	8,25	6,13	2,76	24,4	89,8
	1	<u>3,40</u>	<u>127,5</u>	<u>0,27</u>	<u>10,12</u>	<u>6,18</u>	<u>2,85</u>	<u>24,5</u>	<u>89,6</u>
		3,28	123,0	0,24	9,00	6,00	2,97	24,0	89,0
	2	<u>3,42</u>	<u>128,3</u>	<u>0,28</u>	<u>10,50</u>	<u>6,22</u>	<u>2,74</u>	<u>25,2</u>	<u>90,2</u>
		3,50	131,3	0,27	10,12	5,98	3,02	24,2	88,9
	3	<u>3,44</u>	<u>129,0</u>	<u>0,30</u>	<u>11,30</u>	<u>6,20</u>	<u>2,80</u>	<u>24,6</u>	<u>89,8</u>
		3,56	133,5	0,32	12,00	5,80	3,24	23,4	87,8
Соняшник	0	<u>3,38</u>	<u>126,8</u>	<u>0,28</u>	<u>10,50</u>	<u>6,27</u>	<u>2,62</u>	<u>25,6</u>	<u>90,7</u>
		3,10	116,3	0,21	7,88	6,16	2,80	24,8	89,9
	1	<u>3,38</u>	<u>126,8</u>	<u>0,27</u>	<u>10,12</u>	<u>6,24</u>	<u>2,68</u>	<u>25,0</u>	<u>90,3</u>
		3,13	119,3	0,26	9,75	6,18	2,70	24,9	90,2
	2	<u>3,40</u>	<u>127,5</u>	<u>0,28</u>	<u>10,50</u>	<u>6,22</u>	<u>2,74</u>	<u>25,2</u>	<u>90,2</u>
		3,29	123,4	0,30	11,30	6,20	2,76	26,2	90,5
	3	<u>3,40</u>	<u>127,5</u>	<u>0,29</u>	<u>10,88</u>	<u>6,21</u>	<u>2,78</u>	<u>25,6</u>	<u>90,2</u>
		3,44	129,8	0,33	12,40	6,28	2,72	26,8	90,8
Ячмінь ярий + гірчиця біла на сидерат	0	<u>3,40</u>	<u>127,5</u>	<u>0,26</u>	<u>9,75</u>	<u>6,30</u>	<u>2,74</u>	<u>25,0</u>	<u>90,1</u>
		3,16	118,5	0,24	9,00	6,26	2,82	24,6	89,7
	1	<u>3,38</u>	<u>126,8</u>	<u>0,27</u>	<u>10,12</u>	<u>6,25</u>	<u>2,76</u>	<u>24,7</u>	<u>90,0</u>
		3,24	121,5	0,25	9,38	6,28	2,90	24,2	89,3
	2	<u>3,40</u>	<u>127,5</u>	<u>0,28</u>	<u>10,50</u>	<u>6,20</u>	<u>2,78</u>	<u>25,4</u>	<u>90,1</u>
		3,42	128,3	0,29	10,90	6,10	2,98	24,8	89,3
	3	<u>3,42</u>	<u>128,3</u>	<u>0,30</u>	<u>11,25</u>	<u>6,16</u>	<u>2,80</u>	<u>25,0</u>	<u>89,9</u>
		3,45	129,4	0,34	12,75	6,02	3,14	23,6	88,3
Кукурудза	0	<u>3,40</u>	<u>127,5</u>	<u>0,28</u>	<u>10,50</u>	<u>6,16</u>	<u>2,96</u>	<u>24,4</u>	<u>89,2</u>
		3,08	115,5	0,21	7,88	6,05	3,28	23,0	87,5
	1	<u>3,40</u>	<u>127,5</u>	<u>0,29</u>	<u>10,88</u>	<u>6,12</u>	<u>3,02</u>	<u>24,0</u>	<u>88,8</u>
		3,28	123,0	0,26	9,75	5,98	3,34	22,4	87,0
	2	<u>3,38</u>	<u>126,8</u>	<u>0,32</u>	<u>12,00</u>	<u>6,14</u>	<u>3,12</u>	<u>23,8</u>	<u>88,4</u>
		3,30	123,8	0,30	11,25	5,86	3,40	22,8	87,0
	3	<u>3,37</u>	<u>126,4</u>	<u>0,34</u>	<u>12,75</u>	<u>6,12</u>	<u>3,16</u>	<u>24,0</u>	<u>88,4</u>
		3,38	126,8	0,35	13,12	5,68	3,56	21,8	86,0
НІР <sub>0,05</sub>		0,05	1,8	0,02	0,66	0,12	0,08	0,8	1,3

рівня удобрення зросли на 0,8; 4,5; 2,3; 1,1; 0,4 і 2,2 т/га. Загалом у сівозміні за нульового, першого і другого рівнів удобрення середньорічний убуток гумусу становив відповідно 1,96; 1,14 і 0,24 т/га, а за третього рівня відмічено зростання цього показника на 0,44 т/га.

Найбільший убуток запасів азоту загально-го за ротацію сівозміни на неудобрених ділян-

ках зафіксовано під соняшником і кукурудзою – 2,62 т/га, найменший під ячменем ярим – 0,75 т/га. За найвищої норми добрив цей показник за п'ятирічний період підвищився під соєю на 0,38 т/га, пшеницею озимою – 0,70, соняшником – 1,52, ячменем ярим – 1,50, кукурудзою – 0,38 т/га, а загалом у сівозміні – на 0,89 т/га. Щорічне застосування 12 т гною + N<sub>95</sub>P<sub>82</sub>K<sub>72</sub>

на гектар ріллі забезпечило бездефіцитний баланс гумусу в сівозміні. На неудообрених ділянках загалом у сівозміні спостерігали щорічні втрати запасів гумусу в кількості 0,34 т/га, а удообрених 16 т/га гною +  $N_{95}P_{82}K_{72}$  – підвищення, що становило 0,18 т/га.

Величина обмінної кислотності за п'ять років за нульового, першого, другого і третього рівнів удообрення зменшилася відповідно на 0,20; 0,13 0,18 і 0,20 під соєю; 0,10; 0,18; 0,24 і 0,40 – пшеницею озимую, 0,11; 0,14; 0,28 і 0,44 – кукурудзою, 0,11; 0,10; 0,16 і 0,22 – загалом у сівозміні за НР<sub>0,05</sub> 0,12. Під сояшником зростаючі норми добрив стримували зниження цього показника, а за найвищої норми він навіть підвищився на 0,07, наближаючись до нейтрального рівня, однак ці зміни не досягли статистично значущих величин. У полях пшениці озимої і кукурудзи чітко простежується зменшення обмінної кислотності за ротацийний період, порівнюючи з вихідним значенням, за збільшення рівня внесених добрив. Водночас на удообрених ділянках ці відмінності в показниках набували істотних значень.

Гідролітична кислотність ґрунту за п'ять років під соєю, пшеницею озимую і ячменем ярим з підвищенням норм добрив зростала. Так, під пшеницею озимую на неудообрених варіантах, удообрених  $N_{100}P_{70}K_{50}$ ,  $N_{125}P_{90}K_{70}$  і  $N_{150}P_{100}K_{80}$ , цей показник у 2019 році проти 2015 року, підвищився відповідно на 0,06; 0,12; 0,28 і 0,44 за НР<sub>0,05</sub> 0,08 мг-екв/100 г.

Під кукурудзою на неудообрених ділянках і удообрених 20 т/га гною +  $N_{120}P_{90}K_{100}$  зафіксовано зростання цього показника на 0,32; вищі норми добрив забезпечили різницю ще помітнішу, що досягла 0,40 мг-екв/100 г. Під сояшником вона виявилася істотною лише на неудообрених ділянках.

Загалом у сівозміні гідролітична кислотність ґрунту за п'ять років за нульового і першого рівнів добрив підвищилася на 0,15, а за другого і третього – відповідно на 0,20 і 0,28 мг-екв/100г.

Сума увібраних основ за п'ять років під пшеницею озимую, ячменем ярим і кукурудзою зменшилася, причому істотно під першою культурою за другого і третього рівнів добрив, другою – за найвищої норми, а під третьою – на всіх варіантах дослідів. В останньому випадку ця різниця коливалася від 1,0 до 2,2 мг-екв/100г.

Під соєю цей показник істотно знижувався за найвищої норми добрив, а під сояшником – на неудообрених ділянках та істотно підвищився за другого і третього рівнів добрив.

Загалом у сівозміні істотне зменшення суми увібраних основ за ротацию сівозміни зафіксовано за норми добрив 16 т/га гною +  $N_{112}P_{100}K_{86}$ .

Під всіма культурами сівозміни, за виключенням сояшнику, спостерігається зниження за п'ять років ступеня насичення ґрунту основами на всіх варіантах дослідів. Під олійною культурою за другої і третьої норм добрив цей показник підвищився на 0,3 і 0,6 % відповідно.

Слід зазначити, що під соєю і сояшником зміни ступеня насичення ґрунту основами не досягли статистично значущих величин на всіх ділянках дослідів. Під пшеницею озимую і ячменем ярим істотне зниження цього показника (відповідно на 2,0 і 1,6 %) зафіксоване за найвищої норми добрив, а під кукурудзою – на всіх варіантах дослідів.

Загалом у сівозміні як на удообрених, так і неудообрених ділянках ступінь насичення ґрунту основами за ротацийний період зменшився, однак істотно лише за внесення на гектар ріллі 16 т гною +  $N_{112}P_{100}K_{86}$ .

Убуток азоту амонійного під культурами сівозміни за ротацию на неудообрених ділянках коливався в інтервалі 3,2–4,4 мг/кг. Встановлено, що навіть на ділянках з внесенням під пшеницею озимую  $N_{100}P_{70}K_{50}$  і ячміль ярим  $N_{50}P_{40}K_{40}$  не зменшує цю величину, яка досягла відповідно 5,4 і 4,4 мг/га, що пов'язано з високою продуктивністю цих рослин. А норми добрив 30 т/га гною +  $N_{80}P_{80}K_{50}$  під сояшник,  $N_{60}P_{50}K_{50}$  – ячміль ярим, 30 т/га гною +  $N_{140}P_{100}K_{120}$  – під кукурудзу забезпечили зростання цього показника під олійною культурою та стабілізацію його під зерновими рослинами. За внесення під пшеницею озимую  $N_{125}P_{90}K_{70}$  вміст азоту амонійного в ґрунті за ротацию сівозміни зменшився на 13,7 %, або 2,3 мг/кг (табл. 3).

Застосування 12 т гною +  $N_{95}P_{82}K_{72}$  на гектар ріллі сівозміни спричинило незначне зниження (на 2,3 %) цього показника, і ця різниця не перевищила НР<sub>0,05</sub>.

За найвищих норм добрив вміст азоту амонійного в чорноземі типовому за п'ять років підвищився під соєю на 0,8 мг/кг, пшеницею озимую – 1,6, сояшником – 2,3, ячменем ярим – 0,6, кукурудзою – 4,8, а загалом у сівозміні – на 2,0 мг/кг.

На неудообрених ділянках під всіма культурами спостерігалось зменшення вмісту азоту мінерального за п'ять років у межах 4,3–6,2 мг/кг. За внесення першого рівня добрив цей показник теж знизився: під соєю – на 8,2 % (2,5 мг/кг), пшеницею озимую – 4,0 % (1,1 мг/кг), сояшником – 4,1 % (1,3 мг/кг), ячменем ярим – 7,6 % (2,2 мг/кг), кукурудзою – 11,9 % (3,8 мг/кг), а загалом у сівозміні – на 7,3 % (2,2 мг/кг). Виходячи з показника НР<sub>0,05</sub>, що становить 1,2 мг/кг, лише під пшеницею озимую цей убуток неістотний. Норма добрив 12 т/га гною +

Таблиця 3 – Зміна вмісту в орному шарі ґрунту елементів зольного і азотного живлення рослин залежно від систем удобрення культур сівозміни впродовж ротаційного періоду (в чисельнику дробу дані за 2015 рік, в знаменнику –2019 рік)

Культури сівозміни	Рівень удобрення	Азот амонійний	Азот мінеральний	Фосфор рухомий	Калій обмінний	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>
		мг/кг				мг-екв/100 г	
Со́я	0	15,5	26,4	104	88,4	16,5	3,9
		12,0	21,9	96	73,6	16,0	3,3
	1	16,4	30,5	116	88,8	16,7	3,7
		12,8	28,0	104	88,4	16,1	3,9
2	17,8	35,2	122	90,2	17,0	3,5	
	16,4	36,4	120	92,6	16,7	3,1	
3	19,0	38,0	130	94,0	16,0	3,2	
	19,8	42,5	134	98,8	15,4	2,9	
Пшени́ця озима + гірчи́ця біла на сидерат	0	14,8	24,0	99	89,9	16,7	4,0
		10,6	18,2	90	75,4	16,5	3,5
	1	15,6	27,6	124	90,4	16,5	3,5
		10,2	26,5	118	85,2	16,0	3,8
2	16,8	30,4	128	96,0	16,2	3,2	
	14,5	30,0	130	97,2	15,6	2,8	
3	18,8	40,2	144	95,2	16,8	3,4	
	20,4	42,8	146	102,0	14,8	2,5	
Со́няшник	0	12,8	25,8	98	85,3	17,2	3,8
		9,6	19,6	85	70,1	17,4	4,2
	1	14,0	31,5	118	88,1	17,0	4,0
		11,6	30,2	116	80,4	16,8	3,7
2	19,8	38,4	126	92,2	16,5	3,7	
	20,8	40,6	128	90,4	16,8	4,0	
3	22,5	39,6	130	98,8	16,4	3,8	
	24,8	43,2	140	110,0	16,5	4,5	
Ячмі́нь ярий+ гірчи́ця біла на сидерат	0	13,6	25,9	100	85,0	16,3	3,2
		9,2	21,6	92	79,6	15,9	3,0
	1	14,8	28,8	112	87,2	16,5	3,3
		10,4	26,6	108	84,8	16,0	3,1
2	15,6	29,4	116	88,1	16,4	3,1	
	15,2	30,6	120	90,6	15,8	2,9	
3	17,4	31,2	121	92,4	16,7	3,0	
	18,0	33,4	129	98,8	15,6	2,8	
Ку́курудза	0	12,2	28,2	99	86,2	16,0	3,1
		8,4	23,4	86	75,1	15,5	2,8
	1	17,0	32,0	114	86,8	16,2	3,4
		15,2	28,2	102	82,4	15,8	3,0
2	18,4	34,6	127	87,5	16,4	3,2	
	18,2	33,8	129	88,1	15,6	3,2	
3	19,2	36,0	139	88,4	16,3	3,3	
	24,0	38,4	148	90,8	15,0	2,8	
НІР <sub>0,05</sub>		1,2	1,2	3,4	2,3	0,8	0,5

N<sub>95</sub> P<sub>82</sub> K<sub>72</sub> забезпечила стабілізацію вмісту в ґрунті азоту мінерального, а 16 т/га гною + N<sub>112</sub> P<sub>100</sub> K<sub>86</sub> – його істотне зростання загалом у сівозміні.

На неудобрених ділянках спостерігається істотне зниження вмісту доступного фосфору в

ґрунті під всіма культурами сівозміни. За найнижчої норми добрив зафіксовано зменшення цього показника також під всіма агрофітоценозами, однак убуток неістотний під соняшником. Так, зокрема, за першого рівня добрив убуток за п'ять років рухомих форм фосфору

під соєю досяг 10,3 % (12,0 мг/кг), пшеницею озимою – 4,8 % (6,0 мг/кг), сояшником – 1,7 % (2,0 мг/кг), ячменем ярим – 3,6 % (4,0 мг/кг), кукурудзою – 10,5 % (12,0 мг/кг), а загалом у сівоzmіні – 6,0 % (7,0 мг/кг). Внесення другого рівня добрив забезпечило зростання цього показника під пшеницею озимою, сояшником і кукурудзою на 2,0 мг/кг, ячменем ярим – 4,0 мг/кг та зменшення під соєю на 2,0 мг/кг за величини  $НІР_{0,05}$  3,4 мг/кг.

Загалом у сівоzmіні підвищення вмісту  $P_2O_5$  в ґрунті за цього рівня удобрення (12 т/га гною +  $N_{95}P_{82}K_{72}$ ) виявилось неістотним і становило 1,0 мг/кг.

Найвища норма добрив істотно підвищила вміст доступного фосфору в ґрунті під культурами сівоzmіні, за винятком пшениці озимої, де цей показник становив 2,0 мг/кг. Найбільше зростання його за ротацію зафіксовано під ячменем ярим – 6,6 % (8,0 мг/кг), кукурудзою – 6,5 % (9,0 мг/кг) і сояшником – 7,7 % (10,0 мг/кг), а загалом у сівоzmіні – 4,5 % (6,0 мг/кг).

Вміст обмінного калію в чорноземі типово-му істотно знизився за п'ять років на неудо-бrenих ділянках під всіма культурами сівоzmіні (під ячменем ярим найменше – 5,4 мг/кг, під сояшником найбільше – 15,2 мг/кг). За першого рівня добрив під пшеницею озимою, сояшником, ячменем ярим і кукурудзою також зафіксовано істотне зниження цього показника, і лише під соєю цього не відмічено. За другого рівня добрив цей показник істотно підвищився під соєю і ячменем ярим, а під рештою культур і загалом у сівоzmіні його відхилення знаходилися у межах похибки досліду. Найвища норма добрив забезпечила істотне зростання вмісту обмінного калію в ґрунті під всіма культурами сівоzmіні, яке становило: під соєю – 5,1 % (4,8 мг/кг), пшеницею озимою – 7,1 % (6,8 мг/кг), сояшником – 11,3 % (11,2 мг/кг), ячменем ярим – 6,9 % (6,4 мг/кг), кукурудзою – 2,7 % (2,4 мг/кг), а загалом під сівоzmіною – 6,6 % (6,3 мг/кг). Щорічне застосування на гектар ріллі 12 т/га гною +  $N_{95}P_{82}K_{72}$  підвищило цей показник на 1,0 мг/кг, однак він не досяг статистично значущої величини.

Вміст обмінних катіонів кальцію у ґрунті за п'ятирічний період істотно не змінився під соєю і сояшником на всіх варіантах досліду. Істотне зниження його зафіксовано за внесення найвищої норми добрив під пшеницю озиму і ячмінь ярий, та другого і третього рівнів добрив під кукурудзу.

Загалом у сівоzmіні цей показник істотно зменшився лише за щорічного застосування впродовж ротації найвищої норми добрив.

Вміст у ґрунті обмінних катіонів магнію істотно знизився: під соєю на неудо-бrenих ділянках, пшеницею озимою – на неудо-бrenих і удо-бrenих найвищою нормою добрив ділянках, кукурудзою – за найвищої норми добрив. Під ячменем ярим не помічено істотних змін цього показника на всіх ділянках досліду, а під сояшником зафіксовано істотне його зростання за найвищої норми добрив.

Загалом у сівоzmіні істотних відхилень його в 2019 році проти вихідного значення 2015 року не встановлено.

У середньому за п'ять років за внесення першої, другої і третьої норм добрив урожайність сої підвищилась відповідно на 0,54; 1,24 і 2,06 т/га (31,8; 72,9 і 121,2 %), пшениці озимої – 1,03; 2,55 і 3,94 т/га (26,6; 65,9 і 101,8 %), сояшнику – 0,37; 1,34 і 2,29 т/га (19,3; 69,8 і 119,3 %), ячменю ярого – 0,92; 2,11 і 2,96 т/га (33,6; 77,0 і 108,0 %), кукурудзи – 4,39; 6,73 і 8,52 т/га (129,1; 197,9 і 250,6 %), порівнюючи з неудо-бrenими варіантами, за  $НІР_{0,05}$  відповідно 0,31; 0,64; 0,27; 0,54 і 0,88 т/га.

Продуктивність сівоzmіні на неудо-бrenих ділянках, удо-бrenих першою, другою і третьою нормами добрив, становила відповідно 2,35; 3,61; 4,77 і 5,77 т/га сухої речовини, 3,21; 5,04; 6,64 і 8,00 т/га кормових одиниць, 0,296; 0,422; 0,560 і 0,691 т/га перетравного протеїну за  $НІР_{0,05}$  відповідно 0,38; 0,51 і 0,043 т/га, а забезпеченість кормової одиниці перетравним протеїном – 92,2; 83,7, 84,3 і 86,4 г.

В одній кормовій одиниці основної продукції сої, пшениці озимої, сояшнику, ячменю ярого і кукурудзи вміст перетравного протеїну становив відповідно 224, 73, 185, 58 і 47 г.

**Висновки.** Лише за найвищої норми добрив відмічено зростання вмісту гумусу на 0,44 т/га і запасів загального азоту на 0,89 т/га в орному шарі ґрунту.

Внесення 12 т гною +  $N_{95}P_{82}K_{72}$  на гектар ріллі спричинило неістотне зниження вмісту амонійного азоту. За найвищої норми добрив вміст азоту амонійного підвищився загалом у сівоzmіні на 2,0 мг/кг.

Норма добрив 12 т/га гною +  $N_{95}P_{82}K_{72}$  забезпечила стабілізацію вмісту в орному шарі ґрунту гумусу, азоту амонійного і мінерального, а 16 т/га гною +  $N_{112}P_{100}K_{86}$  – їх істотне зростання.

Найвища норма добрив істотно підвищила вміст доступного фосфору і обмінного калію в ґрунті під всіма культурами сівоzmіні. Обмінна кислотність за нульового, першого, другого і третього рівнів удобрення зменшилася відповідно на 0,11; 0,10; 0,16 і 0,22 за  $НІР_{0,05}$  0,12.

Гідролітична кислотність за нульового і першого рівнів добрив підвищилася на 0,15,

а за другого і третього – відповідно на 0,20 і 0,28 мг–екв/100г. Істотне зменшення суми увібраних основ, ступеня насичення ґрунту основами і вмісту обмінних катіонів кальцію за ротаційний період зафіксовано за внесення на гектар ріллі 16 т гною +  $N_{112}P_{100}K_{86}$ .

Продуктивність сівозміни на неудобрених ділянках, удобрених 8 т/га гною +  $N_{76}P_{64}K_{57}$ , 12 т гною +  $N_{95}P_{82}K_{72}$  і 16 т гною +  $N_{112}P_{100}K_{86}$  становила відповідно 2,35; 3,61; 4,77 і 5,77 т/га сухої речовини, 3,21; 5,04; 6,64 і 8,00 т/га кормових одиниць, 0,296; 0,422; 0,560 і 0,691 т/га перетравного протеїну за  $НР_{0,05}$  відповідно 0,38; 0,51 і 0,043 т/га.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Про стан ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення України: періодична доповідь / ред. Яцука І.П. Київ, 2015. 118 с.
2. Балюк С.А., Даниленко А.С., Фурдичко О.І. Звернення до керівництва держави щодо подолання кризової ситуації у сфері охорони земель. Вісник с.-г. науки. 2017. № 11. С. 5–8.
3. Яцук І.П., Моклячук Л.І. Екологічні індикатори зеленого зростання сільського господарства: монографія. Київ: ДІА, 2018. 159 с.
4. Чесняк Г.Я., Чесняк О.Я., Степаненко А.Я. Содержание подвижных органических веществ в черноземах мощных Лесостепи УССР как показатель окультуренности: науч. тр. Харьковского СХИ. 1970. Т. 87 (124). С. 29–36.
5. Земледелие / Г.И. Баздырев и др.; под ред. А.И. Пупонина. Москва: Колос, 2004. С. 66–69.
6. Екологічні проблеми землеробства / І.Д. Примац та ін.; за ред. І.Д. Примака. Київ: Центр учбової літератури, 2010. С. 102–103, 81 с.
7. Милащенко Н.З. Почвенно-агрохимические основы устойчивости земледелия Центральной черноземной зоны. Москва: Агропромиздат, 1991. 143 с.
8. Мартынович Л.И., Мартынович Н.Н. Влияние 50-летнего применения органических и минеральных удобрений на плодородие чернозема оподзоленного Центральной Лесостепи Правобережья УССР. Сообщение 1. Влияние систематического применения удобрений на баланс питательных веществ и органического вещества почвы в зерносвекловичном севообороте. Агрехимия. 1989. № 1. С. 30–39.
9. Петрова О.Т. Вміст гумусу в ґрунті на початку і в кінець ротації сівозміни. Цукрові буряки. 2004. № 6. С. 6–7.
10. Іваніна В.В. Біологізація удобрення культур у сівозмінах: монографія. К.: ЦП Компрінт, 2016. С. 282–283.
11. Гангур В.В. Агробіологічні основи формування сівозмін різної ротації в Лівобережному Лісостепу України: автореф. дис. ... д-ра с.-г. наук: 06.01.01. Чабани, 2019. 54 с.
12. Заришняк А.С., Цвей Я.П., Іваніна В.В. Оптимізація удобрення та родючості ґрунту в сівозмінах / за ред. А.С. Заришняка. Київ: Аграрна наука, 2015. С. 180–185.
13. Цвей Я.П. Родючість ґрунтів і продуктивність сівозмін: монографія. Київ: ЦП Компрінт, 2014. С. 331–339.
14. Танчик С.П., Цюк О.А., Центило Л.В. Наукові основи систем землеробства: монографія. Вінниця: ТОВ Нілан-ЛТД, 2015. С. 271–274.
15. Вплив систем основного обробітку і удобрення під культури короткоротаційної сівозміни на агрохімічні властивості ґрунту / І.Д. Примац та ін. Агробіологія. 2019. № 1 (146). С. 20–29.
16. Сівозміни та родючість чорнозему Лівобережного Лісостепу: монографія / Демиденко О.В. та ін. Сміла, 2019. С. 126–127, 244–256.
17. Черячукін М.І. Наукове обґрунтування та розроблення заходів основного обробітку ґрунту в зональних системах землеробства Правобережного Степу України: автореф. дис. ... доктора с.-г. наук: 06.01.01. Київ, 2016. 51 с.
18. Центило Л.В. Агроекологічні основи відтворення родючості чорнозему типового та підвищення продуктивності агрофітоценозів Правобережного Лісостепу України: автореф. дис. ... доктора с.-г. наук: 06.01.01. Київ, 2020. 41 с.
19. Юрко В.П. Форми азотосодержащих соединений в почвах Украины. Круговорот и баланс азота в системе почва-удобрения-растения-вода. Москва: Наука, 1979. С. 152–155.
20. Кудеяров В.Н. Цикл азота в почве и эффективность удобрений. Москва: Наука, 1989. 216 с.
21. Leffelaar P.A. Denitrification in a homogeneous, closed system: Experimental and simulation. Soil Science. 1988. P. 335–349.
22. Мартынович Л.И., Мартынович Н.Н. Влияние 50-летнего применения органических и минеральных удобрений на плодородие чернозема оподзоленного Центральной Лесостепи Правобережной УССР. Сообщение 3. Влияние систематического применения удобрений на фосфатный режим почв в зерносвекловичном севообороте. Агрехимия. 1990. № 6. С. 25–32.
23. Господаренко Г.М. Основи інтегрованого застосування добрив: монографія. Київ: Нічлава, 2002. 344 с.
24. Дегодюк Е.Г., Никифоренко Л.І., Гамалей В.І. Регулювання калійного режиму ґрунтів. Вирощування екологічно чистої продукції рослинництва. Київ: Урожай, 1992. С. 114–122.
25. Мартынович Л.И., Мартынович Н.Н. Влияние 50-летнего применения органических и минеральных удобрений на плодородие чернозема оподзоленного Центральной Лесостепи Правобережья УССР. Сообщение 4. Влияние систематического применения удобрений на калийный режим почвы в зерносвекловичном севообороте. Агрехимия. 1992. № 6. С. 23–28.
26. Заришняк А.С., Іваніна В.В., Колібабчук Т.В. Стабілізація біогенного балансу та продуктивність зернобурякової сівозміни. Вісник аграрної науки. № 4. 2012. С. 26–30.
27. Загорча К.Л. Оптимізація системи удобрення в польових севооборотах. Кишинев: Шшща, 1990. 287 с.
28. Носко Б.С., Бабыин В.Е. Калийный режим чернозема типичного и урожая сахарной свеклы при внесении калийных удобрений. Агрехимия. 1995. № 11. С. 15–25.
29. Пивоваров Е.Г. Влияние калийных удобрений на содержание форм калия в почве и урожайность сельскохозяйственных культур. Агрехимия. 1993. № 2. С. 44–49.
30. Основи наукових досліджень в агрономії / В.О. Єщенко та ін. Вінниця: ПП ТД Едельвейс і К, 2014. С. 185–193.

## REFERENCES

1. Jacuk, I.P. (2015). Pro stan gruntiv na zemljah sil'skogospodars'kogo pryznachennja Ukrai'ny: periodychna dopovid' [On the condition of soils on agricultural lands of Ukraine: Periodic report]. Kyiv, 118 p.
2. Baljuk, S.A., Danilenko, A.S., Furdichko, O.I. (2017). Zvernennja do kerivnictva derzhavi shhodo podolannja krizovoi' situacii' u sferi ohoroni zemel' [Appeal to the state leadership to overcome the crisis situation in the field of land protection]. Visnik s.-g. nauki [Bulletin of agriculture science], no. 11, pp. 5–8.
3. Jacuk, I.P., Mokljachuk, L.I. (2018). Ekologichni indikatori zelenogo zrostannja sil's'kogo gospodarstva: monografija [Ecological indicators of green agricultural growth]. Kyiv, DIA, 159 p.
4. Chesnjak, G.Ja., Chesnjak, O.Ja., Stepanenko, A.Ja. (1970). Soderzhanie podvizhnyh organicheskikh veshhestv v chernozemah moshnyh Lesostepi USSR kak pokazatel' okult'rennosti: nauch. tr. Har'kovskogo SHI [The content of mobile organic matter in the thick chernozems of the forest-steppe of the Ukrainian SSR as an indicator of cultivation: scientific works of the Kharkov Agricultural Institute]. Vol. 87 (124), pp. 29–36.
5. Bazdyrev, G.I. (2004). Zemledelie [Agriculture]. Moscow, Kolos, pp. 66–69.
6. Prymak, I.D. (2010). Ekologichni problemy zemlerobstva [Environmental problems of agriculture]. Kyiv, Center for Educational Literature, pp. 102–103, 81 p.
7. Milashhenko, N.Z. (1991). Pochvenno-agrohimičeskie osnovy ustojchivosti zemledelija Central'noj chernozemnoj zony [Soil-agrochemical foundations of the sustainability of agriculture in the Central chernozem zone]. Moscow, Agropromizdat, 143 p.
8. Martynovich, L.I., Martynovich, N.N. (1989). Vlijanie 50-letnego primenenija organicheskikh i mineral'nyh udobrenij na plodorodie chernozema opodzolenogo Central'noj Lesostepi Pravoberezh'ja USSR. Soobshhenie 1 [The influence of the 50-year use of organic and mineral fertilizers on the fertility of the podzolized chernozem of the Central Forest-Steppe of the Right Bank of the Ukrainian SSR. Message 1]. Vlijanie sistematičeskogo primenenija udobrenij na balans pitatel'nyh veshhestv i organičeskogo veshhestva pochvy v zernosvekl'ovichnom sevooborote. Agrohimija [Influence of the systematic application of fertilizers on the balance of nutrients and soil organic matter in grain beet crop rotation. Agrochemistry], no. 1, pp. 30–39.
9. Petrova, O.T. (2004). Vmest gumusu v grunti na pochatku i v kince' rotacii' sivozmini [The content of humus in the soil at the beginning and end of crop rotation]. Cukrovi burjaki [Sugar beets], no. 6, pp. 6–7.
10. Ivanina, V.V. (2016). Biologizacija udobrennja kul'tur u sivozminah: monografija [Biologization of crop fertilizers in crop rotations]. Kyiv, CP Komprint, pp. 282–283.
11. Gangur, V.V. (2019). Agrobiologichni osnovi formuvannja sivozmin riznoi' rotacii' v Livoberezhnomu Lisostepu Ukrai'ni: avtoref. dis. ... d-ra s.-g. nauk: 06.01.01 [Agrobiological bases of formation of crop rotations of different rotation in the Left-Bank Forest-steppe of Ukraine: dissertation abstract Doctor of Agricultural Sciences: 06.01.01]. Chabani, 54 p.
12. Zarishnjak, A.S., Cvej, Ja.P., Ivanina, V.V. (2015). Optimizacija udobrennja ta rodjuchosti gruntu v sivozminah [Optimization of fertilizer and soil fertility in crop rotations]. Kyiv, Agricultural science, pp. 180–185.
13. Cvej, Ja.P. (2014). Rodjuchist' gruntiv i produktivnist' sivozmin: monografija [Soil fertility and crop rotation productivity]. Kyiv, CP Komprint, pp. 331–339.
14. Tanchik, S.P., Cjuk, O.A., Centilo, L.V. (2015). Naukovi osnovi sistem zemlerobstva: monografija [Scientific bases of agricultural systems]. Vinnytsia, TOV Nilan-LTD, pp. 271–274.
15. Primak, I.D., Panchenko, O.B., Vojtovik, V.M. (2019). Vpliv sistem osnovnogo obrobitku i udobrennja pid kul'turi korotkorotacijnoi' sivozmini na agrohimichni vlastivosti gruntu [Influence of systems of the main cultivation and fertilizer under cultures of short-rotation crop rotation on agrochemical properties of soil]. Agrobiologija [Agrobiology], no. 1 (146), pp. 20–29.
16. Demidenko, O.V. (2019). Sivozmini ta rodjuchist' chornozemu Livoberezhnogo Lisostepu: monografija [Crop rotations and chernozem fertility of the Left-Bank Forest-Steppe]. Smila, pp. 126–127, 244–256.
17. Cheryachukin, M.I. (2016). Naukove obgruntuvannja ta rozroblennja zahodiv osnovnogo obrobitku gruntu v zonal'nyh sistemah zemlerobstva Pravoberezhnogo Stepu Ukrai'ni: avtoref. dis. ... doktora s.-g. nauk: 06.01.01 [Scientific substantiation and development of measures of the basic cultivation of soil in zonal systems of agriculture of the Right-bank Steppe of Ukraine: the author's abstract of the dissertation of the doctor of agricultural sciences: 06.01.01]. Kyiv, 51 p.
18. Centilo, L.V. (2020). Agroekologichni osnovi vidtvorennja rodjuchosti chornozemu tipovogo tapidvishhennja produktivnosti agrofitocenozi Pravoberezhnogo Lisostepu Ukrai'ni: avtoref. dis. ... doktora s.-g. nauk: spec. 06.01.01 [Agroecological bases of reproduction of fertility of chernozem typical and increase of productivity of agrophytocoenoses of the Right-bank Forest-steppe of Ukraine: the author's abstract of the dissertation of the doctor of agricultural sciences: 06.01.01]. Kyiv, 41 p.
19. Jurko, V.P. (1979). Formy azotosoderzhashchih soedinenij v pochvah Ukrainy [Forms of nitrogen-containing compounds in soils of Ukraine]. Krugovorot j balans azota v sisteme pochva-udobrenija-rastenija-voda [The cycle and balance of nitrogen in the soil-fertilization-plants-water system]. Moscow, Science, pp. 152–155.
20. Kudejarov, V.N. (1989). Cikl azota v pochve i effektivnost' udobrenij [Soil nitrogen cycle and fertilizer efficiency]. Moscow, Science, 216 p.
21. Leffelaar, P.A. (1988). Denitrification in a homogeneous, closed system: Experimental and simulation. Soil Science. pp. 335–349.
22. Martynovich, L.I., Martynovich, N.N. (1990). Vlijanie 50-letnego primenenija organicheskikh i mineral'nyh udobrenij na plodorodie chernozjoma ogodzolenogo Central'noj Lesostepi Pravoberezhnoj USSR. Soobshhenie 3 [The influence of the 50-year use of organic and mineral fertilizers on the fertility of godzolized chernozem in the Central Forest-Steppe of the Right-Bank Ukrainian SSR. Message 3]. Vlijanie sistematičeskogo primenenija udobrenij na fosfatnyj rezhim pochv v zernosvekl'ovichnom sevooborote. Agrohimija [The influence of the systematic application of fertilizers on the phosphate regime of soils in the grain beet crop rotation. Agrochemistry], no. 6, pp. 25–32.

23. Gospodarenko, G.M. (2002). Osnovi integrovanogo zastosuvannya dobriv monografiya [Fundamentals of integrated fertilizer application]. Kyiv, Nichlava, 344 p.

24. Degodjuk, E.G., Nikiforenko, L.I., Gamalej, V.I. (1922). Reguljuvannya kalijnogo rezhimu gruntiv [Regulation of potassium regime of soils]. Viroshhuvannya ekologichno chistoi' produkci' roslinnctva [Growing environmentally friendly crop products]. Kyiv, Harvest, pp. 114–122.

25. Martynovich, L.I., Martynovich, N.N. (1992). Vlijanie 50-letnego primenenija organicheskikh i mineral'nyh udobrenij na plodorodie chernozema opodzolenogo Central'noj Lesostepi Pravoberezh'ja USSR. Soobshhenie 4 [The influence of the 50-year use of organic and mineral fertilizers on the fertility of the podzolized chernozem of the Central Forest-Steppe of the Right Bank of the Ukrainian SSR. Message 4]. Vlijanie sistematičeskogo primenenija udobrenij na kalijnij rezhim pochvy v zernosveklivichnom sevooborote. Agrohimija [The influence of the systematic application of fertilizers on the potassium regime of the soil in the grain beet crop rotation. Agrochemistry], no. 6, pp. 23–28.

26. Zarishnjak, A.S., Ivanina, V.V., Kolibabchuk, T.V. (2012). Stabilizacija biogenogo balansu ta produktivnist' zernoburjakovo' sivozmini [Stabilization of nutrient balance and productivity of grain beet crop rotation]. Visnik agrarnoi' nauki [Bulletin of Agricultural Science], no. 4, pp. 26–30.

27. Zagorcha, K.L. (1990). Optimizacija sistemy udobrenij v polevyh sevooborotah [Optimization of fertilization systems in field crop rotations]. Chisinau, Shshshha, 287 p.

28. Nosko, B.S., Babyiin, V.E. (1995). Kalijnij rezhim chernozema tipichnogo i urozhaja saharnoj svekly pri vnesenii kalijnih udobrenij [Potash regime of typical chernozem and sugar beet yield with potash fertilization]. Agrohimija [Agrochemistry], no. 11, pp. 15–25.

29. Pivovarov, E.G. (1993). Vlijanie kalijnih udobrenij na sodержanie form kalija v pochve i urozhajnost' sel'skohozjajstvennyh kul'tur [The effect of potash fertilizers on the content of potassium forms in the soil and the yield of agricultural crops]. Agrohimija [Agrochemistry], no. 2, pp. 44–49.

30. Jeshhenko, V.O., Kopitko, P.G., Kostogriz, P.V., Oprishko, V.P. (2014). Osnovi naukovih doslidzen' v agronomii' [Fundamentals of scientific research in agronomy]. Vinnytsia, PP TD Edelveis i K, pp. 185–193.

**Влияние систем удобрения на изменение агрохимических свойств чернозема типичного при использовании побочной продукции пропашных культур севооборота на протяжении ротации как органического удобрения**

**Примак И.Д., Войтовик М.В., Панченко А.Б., Присяжнюк Н.М., Ображий С.В., Панченко И.А., Филипова Л.Н.**

В целом по севообороту при нулевом, первом и втором уровнях удобрений среднегодовая убыль гумуса составляла соответственно 1,96; 1,14 и 0,24 т/га, а при третьем уровне отмечено повышение этого показателя на 0,44 т/га. При наивысшей норме удобрений запасы азота общего в целом по севообороту возрасли на 0,89 т/а. Ежегодное применение 12 т навоза +  $N_{95}P_{82}K_{72}$  на гектар пашни обеспечило бездефицитный баланс гумуса в се-

вообороте, незначительное снижение в пахотном слое за пять лет аммонийного азота в почве (на 2,3 %), что не превышало НСР<sub>0,05</sub>. При наивысшей норме удобрений содержание азота аммонийного в черноземе типичном за пять лет повысилось в целом по севообороту на 2,0 мг/кг.

Норма удобрений 12 т/га навоза +  $N_{95}P_{82}K_{72}$  обеспечила стабилизацию содержания в почве азота минерального, а 16 т/га навоза +  $N_{112}P_{100}K_{86}$  – его существенное возрастание в целом по севообороту.

Увеличение содержания доступного фосфора и обменного калия в почве при внесении 12 т/га навоза +  $N_{95}P_{82}K_{72}$  оказалось не существенным и составляло 1,0 мг/кг. Наивысшая норма удобрений существенно повысила содержание этих питательных веществ в пахотном слое чернозема типичного.

Величина обменной кислотности за пять лет при нулевом, первом, втором и третьем уровнях удобрений уменьшилась соответственно на 0,11; 0,10; 0,16 и 0,22 в целом по севообороту при НСР<sub>0,05</sub> 0,12. Гидролитическая кислотность почвы за ротацию севооборота при нулевом и первом уровнях удобрений повысилась на 0,15, а при втором и третьем – соответственно на 0,20 и 0,28 мг-экв/100 г.

На удобренных и неудобренных участках степень насыщенности почвы основаниями за ротационный период уменьшилась, однако существенно лишь при внесении на гектар пашни 16 т навоза +  $N_{112}P_{100}K_{86}$ .

Содержание обменных катионов кальция в почве существенно снизилось лишь при ежегодном применении на протяжении ротации наивысшей нормы удобрений. Существенных отклонений содержания в почве обменных катионов магния не обнаружено.

Продуктивность севооборота на неудобренных участках, удобренных 8 т/га навоза +  $N_{76}P_{64}K_{57}$ , 12 т/га навоза +  $N_{95}P_{82}K_{72}$  и 16 т/га навоза +  $N_{112}P_{100}K_{86}$ , составляла соответственно 2,35; 3,61; 4,77 и 5,77 т/га сухого вещества, 3,21; 5,04; 6,64 и 8,00 т/га кормовых единиц, 0,296; 0,422; 0,560 и 0,691 т/га переваримого протеина при НСР<sub>0,05</sub> соответственно 0,38; 0,51 и 0,043 т/га.

**Ключевые слова:** удобрения, севооборот, почва, культура, агрохимические свойства, ротационный период, урожайность, продуктивность.

**Effect of fertilizing systems on changing the agrochemical properties of black soil typical under using tilled crops rotation by-products as an organic fertilizer during the crop rotation**

**Prymak I., Voitovyk M., Panchenko A., Prysyzhnyuk N., Obrazhij S., Panchenko I., Filipova L.**

In general, the average annual loss of humus was 1.96 t/ha, 1.14 t/ha and 0.24 t/ha, respectively, for zero, first and second fertilizer levels in crop rotation, while the increase for the third level made 0.44 t/ha. At the highest fertilizer rate, total nitrogen reserves in crop rotation increased by 0.89 t/ha. The annual application of 12 tons of manure +  $N_{95}P_{82}K_{72}$  per hectare of arable land ensured a deficit-free balance of humus in crop rotations and a slight decrease of 2.3 % of ammonia nitrogen in the arable layer over five years, which did not exceed LSD<sub>0,05</sub>. With the highest fertilizer rate, the ammonia nitrogen content in the black soil typical for five years increased by 2.0 mg/kg in total in crop rotations.

The fertilizer rate of 12 t/ha of manure +  $N_{95}P_{82}K_{72}$  stabilized the mineral nitrogen content in the soil and the dose

of 16 t/ha of manure +  $N_{112}P_{100}K_{86}$  significantly increased the level in the crop rotation.

Increase of available phosphorus content and potassium exchange in soil at the application of 12 t/ha of manure +  $N_{95}P_{82}K_{72}$  was not significant and made 1.0 mg/kg. The highest fertilizer rate significantly increased the content of these nutrients in the typical black soil arable layer.

Over five years, exchange acidity at zero, first, second and third fertilizer levels decreased by 0.11, 0.10, 0.16 and 0.22, respectively, with the total for crop rotation of  $LSD_{0.05}$  0.12. Soil hydrolytic acidity for crop rotation at zero and first fertilizer levels increased by 0.15, and at second and third fertilizer levels – by 0.20 and 0.28 mg – eq/100g, respectively.

The degree of soil saturation with the bases decreased during the rotation period at fertilized and unfertilized plots,

but significant decrease was observed only at application of 16 tons of manure +  $N_{112}P_{100}K_{86}$  per hectare of arable land.

The content of calcium exchange cations in the soil only decreased significantly during the rotation period when the highest fertilizer rate was applied annually. No significant deviations were found in the content of magnesium exchange cations in the soil.

The crop rotations at unfertilized plots, fertilized with 8 t/ha of manure +  $N_{76}P_{64}K_{57}$ , 12 t/ha of manure +  $N_{95}P_{82}K_{72}$  and 16 t/ha of manure +  $N_{112}P_{100}K_{86}$  were 2.35, 3.61; 4.77 and 5.77 t/ha dry matter respectively, 3.21; 5.04; 6.64 and 8.00 t/ha feed units, 0.296; 0.422; 0.560 and 0.691 t/ha digestible protein at  $LSD_{0.05}$ , 0.38; 0.51 and 0.043 t/ha, respectively.

**Key words:** fertilizers, crop rotation, soil, crop, agrochemical properties, rotation period, yield, productivity.



Copyright: Примак І.Д. та ін. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



Примак І.Д.  
Ображій С.В.  
Філіпова Л.М.


ID: <https://orcid.org/0000-0002-0094-3469>  
ID: <https://orcid.org/0000-0002-3532-6655>  
ID: <https://orcid.org/0000-0002-7447-5418>

УДК 631.95/631.895

## Інтенсивність накопичення важких металів листковою масою розторопші плямистої за її удобрення новітніми добривами

Разанов С.Ф. , Ткачук О.П. , Разанова А.М. 

Вінницький національний аграрний університет

 Ткачук О.П. E-mail: tkachukop@ukr.net



Разанов С.Ф., Ткачук О.П., Разанова А.М. Інтенсивність накопичення важких металів листковою масою розторопші плямистої за її удобрення новітніми добривами. Збірник наукових праць «Агробіологія», 2020. № 2. С. 160–167.

Razanov S.F., Tkachuk O.P., Razanova A.M. Intensyvniŝt' nakopychennja vazhkyh metaliv lystkovoju masoju roztoropshi pljamytoŝi za iŝi' udobrennja novitnimi dobryvamy. Zbirnyk naukovykh prac' «Agrobiologija», 2020. no. 2, pp. 160–167.

Рукопис отримано: 21.09.2020 р.

Прийнято: 05.10.2020 р.

Затверджено до друку: 24.11.2020 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2020-161-2-160-167

Досліджено інтенсивність накопичення важких металів у листковій масі розторопші плямистої за її удобрення новітніми видами добрив та проведено оцінювання екологічної безпеки такої сировини.

Закладали два досліди: вплив удобрення розторопші плямистої добривом Рост-концентрат на інтенсивність накопичення важких металів; вплив удобрення розторопші плямистої добривами Фосфор-хелат і Калій-хелат на інтенсивність накопичення важких металів.

Використання для удобрення посівів розторопші плямистої хелатного добрива Фосфор-хелат зумовлює зниження забруднення її листкової маси кадмієм та міддю в 1,1 раза проти варіанта без удобрення її посівів, а зростання концентрації свинцю і цинку проти контролю є незначним, у межах похибки досліду.

Застосування для удобрення посівів розторопші плямистої хелатного добрива Калій-хелат сприяє зменшенню забруднення її листкової маси кадмієм проти контролю, а зміна її забруднення міддю перебуває в межах похибки. Водночас заміна добрива Рост-концентрат на Фосфор-хелат або Калій-хелат під час удобрення посівів розторопші плямистої зумовить зниження забруднення її листкової маси свинцем, кадмієм та міддю, однак збільшить забруднення цинком, порівнюючи з контролем.

Найбільш екологічно безпечна листовая сировина розторопші плямистої за вмістом свинцю, кадмію та міді буде спостерігатись під час удобрення її посівів хелатним добривом Фосфор-хелат, а за вмістом цинку – під час удобрення органомінеральним добривом Рост-концентрат.

Для зниження забруднення листкової маси лікарської сировини розторопші плямистої важкими металами, зокрема кадмієм – на 9 % та міддю – на 11 %, необхідно використовувати для її удобрення хелатне добриво Фосфор-хелат. Для зменшення забруднення листкової маси цинком на 81 % рекомендується використовувати органомінеральне добриво Рост-концентрат.

**Ключові слова:** розторопша плямиста, лікарська сировина, екологічна безпека, важкі метали, забруднення, добрива.

**Постановка проблеми.** Унаслідок застосування заходів інтенсивного землеробства на сільськогосподарських угіддях, що передбачають внесення високих норм мінеральних добрив, спостерігається забруднення ґрунтів важкими металами, що містяться у таких добривах, зокрема свинцем, кадмієм, міддю та цинком [1]. Існує висока ймовірність міграції важких металів з ґрунту у рослини, що на них вирощуються. Це унеможливує подальше використання та-

ких рослин, адже вони можуть бути забруднені важкими металами у величинах, значно вищих за гранично допустимі концентрації [2].

Широке залучення лікарських рослин до вирощування на ґрунтах, які належать до польових сівозмін, підвищує ймовірність їх забруднення важкими металами та ставить завдання не лише моніторингу рівня їх вмісту у листовій масі, а й розроблення заходів зниження вмісту важких металів [3, 4].

Однією з таких лікарських рослин є розторопша плямиста, посівні площі якої зростають через значну користь цієї рослини для організму. Вона допомагає у відновленні печінки, зміцнює судини; підтримує імунітет завдяки вітамінам А, D, E, K, F, групи В, що входять до складу; омолоджує організм; сприяє поліпшенню роботи шлунково-кишкового тракту; допомагає контролювати рівень цукру; загоює рани; незамінна в лікуванні багатьох жіночих хвороб; звільняє організм від накопичених отрут; допомагає схуднути [5].

Лікарська сировина розторопші цінується на вітчизняному й закордонному ринках, особливо зріс попит в останні роки, коли було усвідомлено згубний вплив на людський організм синтетичних ліків, і виникла потреба в природних лікарських препаратах і біологічно активних добавках [5].

**Аналіз останніх досліджень.** Розторопша плямиста не вибаглива до ґрунтів і кліматичних умов. У дикорослому вигляді відома як бур'ян; зустрічається на пустирях, уздовж доріг і на залізничних насипах [6, 7].

У сівозміні розторопша плямиста належить до культур раннього строку посіву. Дружні сходи рослини з'являються на 8–10 добу після посіву за середньодобової температури 10 °С. Для її вирощування підходять пухкі слабокислі супіщані ґрунти [8, 9].

Одним з основних елементів підвищення продуктивності розторопші плямистої є удобрення. Розторопша плямиста не вимагає високих норм добрив, однак на підживлення реагує потужним ростом. У сучасній сівозміні акцент робиться на мінеральні добрива. Застосування мінеральних добрив значно впливає на продуктивність розторопші плямистої та якість і екологічну безпеку її сировини. Розторопша належить до рослин із розтягнутим періодом споживання елементів мінерального живлення. Для неї не бажане зайве азотне живлення, оскільки воно спричиняє затримку вегетації, а також погіршує лікувальні властивості її сировини. З господарських і економічних міркувань найбільш обґрунтованою нормою добрив слід вважати внесення  $N_{60}P_{60}K_{60}$ , однак науково обґрунтовані та експериментально доведені оптимальні норми для удобрення рослин розторопші плямистої, за яких не погіршуватимуться лікувальні властивості рослини, не досліджувалися [9].

Сучасним напрямом удобрення сільськогосподарських культур є застосування їх новітніх видів: комплексних органомінеральних добрив, мікродобрив, мінеральних добрив на хелатній основі, стимуляторів росту рослин,

з позакореневим внесенням [10–12]. Застосування таких добрив на посівах розторопші плямистої може істотно обмежити накопичення її рослинами токсичних речовин та стимулювати інтенсивний ріст.

Відсутність оптимізованої технології вирощування розторопші плямистої в інтенсивних умовах сільськогосподарського виробництва ускладнює одержання її екологічно безпечної сировини з підвищеними лікарськими властивостями [13].

Проведені лабораторні та практичні експерименти виявили в рослині розторопші плямистої підвищені концентрації таких речовин як силімарин, цинк, селен, йод, кальцій і ще приблизно двісті різних речовин [14]. Властивість рослин розторопші плямистої поглинати речовини з ґрунту у підвищених концентраціях може зумовити накопичення у ній токсичних для людського організму важких металів, зокрема, свинцю, кадмію та інших [15–19].

Дослідження особливостей вирощування розторопші плямистої висвітлено у працях Разанова С.Ф. [20], Гамаюнової В.В., Дьоміна О.В., Тарасюка В.А., Хоміна В.Я., які вивчають елементи технології вирощування культури [21, 22], Воронцова В.Т., Опара М.М., які досліджують особливості вирощування розторопші плямистої в умовах присадибного господарства [23].

**Мета дослідження** – вивчити інтенсивність накопичення важких металів у листовій масі розторопші плямистої за її удобрення новітніми видами добрив та провести оцінювання екологічної безпеки такої сировини.

**Матеріал і методи дослідження.** Польові дослідження проводили впродовж 2017–2019 років на сірому опідзоленому середньосуглинковому ґрунті дослідних ділянок Вінницького національного аграрного університету, що характеризувався слабокислою реакцією ґрунтового розчину. Вміст рухомих форм важких металів у дослідному ґрунті був наступним: свинцю – 2,0 мг/кг за гранично допустимої концентрації (ГДК) 6,0 мг/кг; кадмію – 0,10 мг/кг за ГДК 0,70 мг/кг; міді – 2,1 мг/кг за ГДК 3,0 мг/кг, цинку – 10,0 мг/кг за ГДК 23,0 мг/кг.

Закладали два досліди: 1 – вплив удобрення розторопші плямистої органомінеральним добривом Рост-концентрат на інтенсивність накопичення її листовою масою важких металів: свинцю, кадмію, міді та цинку; 2 – вплив удобрення розторопші плямистої хелатними добривами Фосфор-хелат і Калій-хелат на інтенсивність накопичення її листовою масою важких металів: свинцю, кадмію, міді та цинку. Для кожного дослідів було визначено кон-

троль – варіант без використання будь-яких добрив. Досліджувані добрива вносили методом листового підживлення через оприскування у нормі: Рост-концентрат – 0,5 л/га, Фосфор-хелат і Калій-хелат – по 0,9 л/га.

Рост-концентрат – органомінеральне добриво зі стимулювальним ефектом і фунгіцидною активністю, є продуктом високотехнологічної переробки натурального торфу, з якого вилучено активні речовини: азот, фосфор, калій, мікроелементи, а гумінові кислоти з нерозчинних переведені в розчинні одновалентні солі. Співвідношення основних елементів живлення: азот – 5 %, фосфор – 5 %, калій – 5 %. Поживні речовини у добриві представлено в гуматній формі. Виробник – ТОВ «Восор», Україна.

Фосфор-хелат – універсальне водорозчинне фосфорне добриво з умістом фосфору в доступній хелатній формі 40 %. Калій-хелат – водорозчинне концентроване калійне добриво з умістом калію в доступній хелатній формі 77 %. Виробник обох добрив – ТОВ «Караван», Україна.

Висівали розторопшу плямисту навесні. Посівна площа дослідів – 0,05 га. Облікова площа ділянки – 10 м<sup>2</sup>. Лабораторні аналізи вмісту важких металів у листовій масі розторопші плямистої проводили у сертифікованій та акредитованій лабораторії Житомирської філії Інституту охорони ґрунтів ДУ «Держґрунтоохорона». Масову концентрацію важких металів у рослинній продукції визначали атомно-абсорбційним методом на атомно-абсорбційному спектрофотометрі С115-1М згідно з ГОСТ 30178-96. Підготовку рослинних зразків для визначення важких металів здійснювали методом сухої мінералізації згідно з ДСТУ 7670:2014. Важкі метали у листовій масі розторопші плямистої визначали згідно з методиками: ДСТУ 4770.6:2007 – Визначення вмісту рухомих сполук міді в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрометрії; ДСТУ 4770.2:2007 – Визначення вмісту рухомих сполук цинку в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрометрії; ДСТУ 4770.9:2007

– Визначення вмісту рухомих сполук свинцю в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрометрії; ДСТУ 4770.3:2007 – Визначення вмісту рухомих сполук кадмію в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрометрії; ДСТУ 7670:2014 – Сировина і продукти харчові. Готування проб. Мінералізація для визначення вмісту токсичних речовин. На основі отриманих даних лабораторного аналізу розраховували коефіцієнт небезпеки важких металів як відношення їх умісту в рослині до ГДК. Проводили статистичну обробку отриманих даних дослідження на основі загальноприйнятих методик математичного аналізу за допомогою програми Agrostat [24].

#### Результати дослідження та обговорення.

Спостереження за концентрацією свинцю в листовій масі розторопші плямистої за її удобрення органомінеральним добривом Рост-концентрат виявило його вміст 13,38±2,08 мг/кг сухої речовини, що на 36,8 % більше, ніж вміст свинцю в листовій масі розторопші плямистої на контролі, де жодних добрив не використовували (табл. 1).

Концентрація кадмію в листовій масі розторопші плямистої за її удобрення органомінеральним добривом Рост-концентрат становила 1,97±0,06 мг/кг сухої речовини. Це на 46,7 % більше, ніж концентрація кадмію в листовій масі розторопші плямистої на контролі.

Фактична концентрація міді у листовій масі розторопші плямистої за її удобрення органомінеральним добривом Рост-концентрат становила 17,06±1,85 мг/кг сухої речовини, що на 22,5 % більше, ніж концентрація міді в рослинах, вирощених на контролі.

Вміст цинку в листовій масі розторопші плямистої за удобрення її посіву органомінеральним добривом Рост-концентрат становив 29,78±2,95 мг/кг сухої речовини. Це на 80,7 % менше, ніж концентрація цинку в листовій масі розторопші плямистої на контролі.

Установлено, що застосування органомінерального добрива Рост-концентрат на посівах розторопші плямистої сприяє інтенсивно-

Таблиця 1 – Вміст важких металів у листовій масі розторопші плямистої за її удобрення органомінеральним добривом Рост-концентрат, мг/кг сухої речовини

Варіант удобрення	Pb		Cd		Cu		Zn	
	Фактичний вміст	ГДК	Фактичний вміст	ГДК	Фактичний вміст	ГДК	Фактичний вміст	ГДК
Добриво Рост-концентрат	13,38±2,08	5,0	1,97±0,06	1,0	17,06±1,85	5,0	29,78±2,95	10,0
Контроль	8,46±1,57	5,0	1,05±0,04	1,0	13,23±1,27	5,0	154,28±7,74	10,0

му поглинанню з ґрунту поживних речовин, зокрема таких важких металів як свинець, кадмій і мідь.

Органомінеральне добриво Рост-концентрат найбільше сприяє поглинанню з ґрунту кадмію – у 1,9 раза більше, ніж на контролі. Водночас застосування органомінерального добрива Рост-концентрат на посівах розторопші плямистої зумовлює зниження поглинання з ґрунту цинку, концентрація якого проти контролю, знижується у листовій масі рослин розторопші плямистої у 55,5 раза.

За удобрення посівів розторопші плямистої хелатними добривами Фосфор-хелат і Калій-хелат спостерігається інша інтенсивність накопичення важких металів у її листовій масі, порівнюючи із використанням органомінерального добрива Рост-концентрат. Зокрема, найменшу концентрацію свинцю в листовій масі розторопші плямистої було виявлено за удобрення рослин хелатним добривом Фосфор-хелат –  $11,82 \pm 1,83$  мг/кг сухої речовини, що на 6,6 % більше, ніж на контролі та на 21,0 % менше, ніж за удобрення рослин розторопші плямистої хелатним добривом Калій-хелат (табл. 2).

масі вмісту цинку на 3,5 %, а добривом Калій-хелат – на 30,5 %.

Отже, використання для удобрення посівів розторопші плямистої хелатного добрива Фосфор-хелат зумовлює зниження забруднення її листової маси кадмієм та міддю в 1,1 раза проти варіанта без удобрення її посівів, а зростання концентрації свинцю і цинку проти контролю є незначним, у межах похибки досліду. Застосування для удобрення посівів розторопші плямистої хелатного добрива Калій-хелат сприяє зменшенню забруднення її листової маси кадмієм, проти контролю, а зміна її забруднення міддю перебуває в межах похибки. Водночас заміна добрива Рост-концентрат на Фосфор-хелат або Калій-хелат під час удобрення посівів розторопші плямистої зумовить зниження забруднення її листової маси свинцем, кадмієм та міддю, однак збільшить забруднення цинком, порівнюючи з контролем.

Екологічна безпека лікарської сировини розторопші плямистої визначається за порівнянням фактичної концентрації важких металів у рослинах до гранично допустимої концентрації (ГДК) цих речовин, що становить суть

Таблиця 2 – Вміст важких металів у листовій масі розторопші плямистої за її удобрення хелатними добривами Фосфор-хелат і Калій-хелат, мг/кг сухої речовини

Варіант удобрення	Pb		Cd		Cu		Zn	
	Фактичний вміст	ГДК	Фактичний вміст	ГДК	Фактичний вміст	ГДК	Фактичний вміст	ГДК
Добриво Фосфор-хелат	$11,82 \pm 1,83$	5,0	$1,68 \pm 0,05$	1,0	$15,30 \pm 1,34$	5,0	$58,06 \pm 4,03$	10,0
Добриво Калій-хелат	$14,96 \pm 2,00$	5,0	$1,82 \pm 0,06$	1,0	$18,47 \pm 1,98$	5,0	$80,58 \pm 4,90$	10,0
Контроль	$11,04 \pm 1,64$	5,0	$1,85 \pm 0,06$	1,0	$17,13 \pm 1,86$	5,0	$56,02 \pm 3,87$	10,0

Найнижчу концентрацію кадмію в листовій масі розторопші плямистої було виявлено за її удобрення хелатним добривом Фосфор-хелат –  $1,68 \pm 0,05$  мг/кг сухої речовини. Це на 7,7 % менше, ніж за удобрення рослин розторопші плямистої хелатним добривом Калій-хелат та на 9,2 % менше, ніж на контролі.

Застосування хелатного добрива Фосфор-хелат на посівах розторопші плямистої забезпечує отримання листової маси з найнижчим умістом міді –  $15,30 \pm 1,34$  мг/кг сухої речовини, що на 10,7 % менше, ніж на контролі та на 17,2 % менше, ніж за внесення хелатного добрива Калій-хелат.

Найменшу концентрацію цинку в листовій масі розторопші плямистої було виявлено на контролі –  $56,02 \pm 3,87$  мг/кг сухої речовини. Удобрення її посівів хелатним добривом Фосфор-хелат сприяє зростанню у її листовій

коефіцієнта небезпеки важких металів. Безпечні умови складаються для використання такої сировини без обмеження за умови коефіцієнта небезпеки, який становить менше одиниці.

За розрахунками коефіцієнтів небезпеки обох дослідів одержані коефіцієнти становили понад одиницю в усіх варіантах (табл. 3, 4).

Зокрема, за використання добрив найменший коефіцієнт небезпеки свинцю було встановлено на варіанті удобрення розторопші плямистої хелатним добривом Фосфор-хелат – 2,36, а найвищий – за удобрення добривом Калій-хелат – 2,99.

Найнижчий коефіцієнт небезпеки кадмію в листовій масі розторопші плямистої було встановлено за удобрення рослин хелатним добривом Фосфор-хелат – 1,68, а найвищий – за удобрення органомінеральним добривом Рост-концентрат – 1,97.

Таблиця 3 – Коефіцієнт небезпеки важких металів у листковій масі розторопші плямистої за її удобрення органомінеральним добривом Рост-концентрат

Варіант удобрення	Pb	Cd	Cu	Zn
Добриво Рост-концентрат	2,68	1,97	3,41	2,98
Контроль	1,69	1,05	2,65	15,43

Таблиця 4 – Коефіцієнт небезпеки важких металів у листковій масі розторопші плямистої за її удобрення хелатними добривами Фосфор-хелат і Калій-хелат

Варіант удобрення	Pb	Cd	Cu	Zn
Добриво Фосфор-хелат	2,36	1,68	3,06	5,81
Добриво Калій-хелат	2,99	1,82	3,69	8,06
Контроль	2,21	1,85	3,43	5,60

За удобрення посівів розторопші плямистої добривом Фосфор-хелат спостерігався найнижчий коефіцієнт небезпеки міді у її листковій масі – 3,06. Найвищий коефіцієнт небезпеки мав варіант удобрення добривом Калій-хелат – 3,69.

Найменший коефіцієнт небезпеки цинку в листковій масі розторопші плямистої мав варіант внесення органомінерального добрива Рост-концентрат – 2,98, а найвищий – за удобрення хелатним добривом Калій-хелат – 8,06.

Результати досліджень доводять біологічну особливість рослин розторопші плямистої поглинати важкі метали у високих концентраціях, значно вищих за встановлені для рослин гранично допустимі нормативи. У разі застосування досліджуваних мінеральних добрив уміст важких металів у рослинах розторопші плямистої може ще більше зростати. Ця залежність пояснюється попередніми дослідженнями хімічного складу листової маси розторопші плямистої, де було виявлено підвищену концентрацію цинку, а також інших речовин, зокрема кальцію, селену, йоду, а загалом – понад 200 речовин [14].

Особливість рослин розторопші плямистої поглинати і накопичувати елементи у підвищених концентраціях робить її унікальною лікарською рослиною. Водночас фармакологічна активність рослин розторопші плямистої залежить переважно від вмісту в рослині комплексу вітамінів та корисних елементів.

Доступність для рослин розторопші плямистої важких металів пов'язана з особливостями ґрунту, які можуть підвищувати їх перехід у рослини. Коріння рослин розторопші плямистої можуть у разі нестачі заліза підвищувати кислотність ґрунту, унаслідок чого нерозчинні важкі метали переходять у розчинний стан. Доведено, що надходження важких металів з ґрунту в рослини зростає за підвищення

кислотності ґрунту. Це відбувається тому, що сполуки важких металів краще розчиняються в кислом середовищі.

Для підвищення біологічної доступності важких металів важливе значення має коренева мікрофлора розторопші плямистої. У коренях рослин сполуки важких металів частково знешкоджуються і переводяться в більш мобільну хімічну форму, після чого вони накопичуються в молодих пагонах рослин розторопші плямистої. Важливе значення для цих перетворень мають мембранні білки, що відповідають за характерні особливості транспорту йонів металів у цитоплазмі і клітинних органелах.

Зазвичай малорозчинні солі важких металів переміщуються судинною системою рослин у вигляді комплексних сполук. За збільшення вмісту важких металів у ґрунті знижується загальна біологічна активність рослин, що різко позначається на особливостях розвитку рослин, різні рослини реагують на надлишок важких металів по-різному. Однак в одній і тій самій частині рослини розторопші плямистої концентрація хімічних елементів істотно змінюється залежно від фази її росту, розвитку і віку. Найбільшою мірою важкі метали накопичуються у листі. Це зумовлено багатьма причинами, одна з яких – локальне накопичення важких металів у результаті переходу їх у малорухливу форму. Наприклад, у разі мідної інтоксикації забарвлення деяких листків розторопші плямистої змінювалося до червоного і буро-коричневого, що свідчило про руйнування хлорофілу.

Величина середніх умістів одного і того самого елемента в різних видах рослин, які ростуть в однакових умовах, часто відрізняється у 2–5 разів. В умовах аномально високих концентрацій певного елемента в середовищі проростання організмів різниця вмісту цього елемента в різних видах рослин зростає. Різ-

ке збільшення вмісту одного або декількох елементів у середовищі переводить їх у розряд токсикантів. Токсичність важких металів пов'язана з їх фізико-хімічними властивостями, зі здатністю до утворення міцних з'єднань з низкою функціональних угруповань на поверхні і всередині клітин.

Отже, найбільш екологічно безпечна листово-сировина розторопші плямистої за вмістом свинцю, кадмію та міді буде спостерігатись за удобрення її посівів хелатним добривом Фосфор-хелат, а за вмістом цинку – за удобрення органіномінеральним добривом Рост-концентрат.

**Висновки.** Для зниження забруднення листової маси лікарської сировини розторопші плямистої важкими металами, зокрема кадмієм – на 9 % та міддю – на 11 %, необхідно використовувати для її удобрення листове підживлення хелатним добривом Фосфор-хелат з нормою внесення 0,9 л/га. Для зменшення забруднення листової маси цинком на 81 % рекомендується використовувати листове підживлення органіномінеральним добривом Рост-концентрат з нормою внесення 0,5 л/га.

Враховуючи неоднозначний вплив досліджуваних добрив на накопичення важких металів листовою масою рослин розторопші плямистої, доцільним напрямом подальших досліджень є вивчення впливу інших добрив на інтенсивність накопичення важких металів розторопшею плямистою.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Разанов С.Ф., Ткачук О.П. Інтенсивна хімізація землеробства як передумова забруднення зернової продукції важкими металами. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва. Біла Церква, 2017. № 1(134). С. 66–71.
2. Мудрий І.В. Деякі аспекти проблеми вирощування якісної рослинницької продукції при застосуванні мінеральних добрив та методичні підходи щодо токсиколого-гігієнічної їх оцінки. Проблеми харчування. Медична Україна. 2005. № 4. С. 44–47.
3. Гетьманчук А.І. Особливості використання лісових лікарських рослин в умовах радіоактивного забруднення Полісся України: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук. Харків, 2005. 23 с.
4. Анищенко Л.В., Подольская Е.Н. Энциклопедия лекарственных растений. М.: АСТ. 2017. 208 с.
5. Розторопша (плоди): лікувальні властивості, дія на організм. URL: <https://liktravy.ua/useful/encyclopedia-of-herbs/roztoropshi-plody>
6. Кшнікаткіна А.Н., Гущина В.А., Агапкин Н.Д. Рас-торопша пятнистая. Пчеловодство, 2003. № 3. С. 26–27.
7. Розторопша плямиста. Пропозиція. 2008. URL: <https://propozitsiya.com/ua/roztoropsha-plyamista>
8. Розторопша є перспективною до вирощування в Україні лікарською рослиною. Суперагроном. 2018. URL: <https://superaconom.com/news/5963-roztoropsha>

ye-perspektivnoyu-do-viroschuvannya-vukrayini-likarskoju-roslinoyu

9. Носенко Ю. Розторопша плямиста – «подарунок Діви Марії». Агробізнес сьогодні. 2019. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ekspertna-dumka/item/8201-roztoropsha-pliamysta-podarunok-divymarii.html>
10. Господаренко Г.М. Агрехімія. Київ: Сік груп Україна. 2018. 560 с.
11. Мікроелементи, їх роль для рослин. 2020. URL: <http://artahg.com.ua/statti/mikroelementy-yikh-rol-dlya-roslyn.html>
12. Корчагіна І. Мідь. Значення та застосування у землеробстві. Агроексперт. URL: <https://agroexpert.ua/mid-znacenna-ta-zastosuvanna-u-zemlerobstvi/>
13. Никитюк Ю.А. Еколого-економічний аналіз сучасного стану ринку лікарської рослинної сировини в Україні. Збалансоване природокористування. 2015. № 1. С. 12–15.
14. Дребот О.І. Світовий досвід розвитку лікарського рослинництва: еколого-економічні аспекти. Збалансоване природокористування. 2018. № 2. С. 142–146.
15. Кондратюк С.С. Метали і людський організм. Металознавство та обробка металів. 2011. № 3. С. 57–64.
16. Важкі метали – найбільш небезпечні елементи. URL: <http://moyaosvita.com.ua/ekologiya/vazhki-metali-najbilsh-nebezpechni-elementi/>
17. Metal mixture inhalation (Cd-Pb) and its effects on the bronchiolar epithelium / Fortoul T.I. et al. An ultrastructural approach. Toxicol Ind Health. 2004. № 20 (1–5). P. 69–75.
18. Цинк (Zn) має великий вплив на окислюваль-но-відновні процеси в рослинному організмі. 2020. URL: <https://agro.bio/cink-zn>
19. Цинк. Системний підхід у живленні рослин. URL: <https://www.agroone.info/publication/cink-sistemnijpidhid-u-mineralnomu-zhivlenni-roslin/>
20. Разанов С.Ф., Настояща А.М. Ефективність вирощування та використання лікарських рослин в сучасних екологічних умовах довкілля. Сільське господарство та лісівництво: збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Вінниця: ВНАУ. 2017. № 6 (Том 2). С. 141–149.
21. Гамаюнова В.В., Дьомін О.В. Удосконалення окремих агротехнічних прийомів вирощування розторопші плямистої в умовах півдня України. Вісник Житомирського національного агроєкологічного університету. 2015. № 1 (47). Т. 1. С. 139–144.
22. Тарасюк В.А., Хоміна В.Я. Вплив агротехнічних заходів на густоту стояння рослин розторопші плямистої. Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. 2014. Вип. 21. С. 105–108.
23. Воронцов В.Т., Опара М.М. Досвід вирощування розторопші плямистої на невеликих ділянках та використання її з метою оздоровлення. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2010. № 2. С. 41–45.
24. Методика польового дослідження (зрошуване землеробство): навчальний посібник / Ушкаренко В.О. та ін. Херсон: Грін Д.С., 2018. 448 с.

#### REFERENCES

1. Razanov, S.F., Tkachuk, O.P. (2017). Intensity of chemicalization of agriculture as a prerequisite for pollution of medicinal plants in Ukraine. *Superaconom*. 2018. URL: <https://superaconom.com/news/5963-roztoropsha>

zernovoi produktsii vazhkymy metalamy [Intensive chemicalization of agriculture as a prerequisite for contamination of grain products with heavy metals]. Tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktsii tvarynnytstva [Technology of production and processing of livestock products]. Bila Tserkva, no. 1(134), pp. 66–71.

2. Mudryi, I.V. (2005). Deiaki aspekty problemy vyroshchuvannya yakisnoi roslynnytskoi produktsii pry zastosuvanni mineralnykh dobryv ta metodychni pidkhody shchodo toksykoloho-hihiienichnoi yikh otsinky [Some aspects of the problem of growing quality crop products using mineral fertilizers and methodological approaches to their toxicological and hygienic assessment]. Problemy kharchuvannya. Medychna Ukraina [Nutrition problems. Medical Ukraine], no. 4, pp. 44–47.

3. Hetmanchuk, A.I. (2005). Osoblyvosti vykorystannia lisovykh likarskykh roslyn v umovakh radioaktyvnoho zabrudnennia Polissia Ukrainy: avtoref. dys. ... kand. s.-h. nauk [Features of the use of forest medicinal plants in the conditions of radioactive contamination of Polissya of Ukraine: abstract of the dissertation of the candidate of agricultural sciences]. Kharkiv, 23 p.

4. Anyshchenko, L.V., Podolskaia, E.N. (2017). Entsyklopediia lekarstvennykh rastenyi [Encyclopedia of medicinal plants]. Moscow, AST, 208 p.

5. Roztoropsha (plody): likuvalni vlastyvoli, diia na orhanizm [Thistle (fruit): medicinal properties, effect on the body]. Available at: <https://liktravy.ua/useful/encyclopedia-of-herbs/roztropshi-plody>

6. Kshnykatkina, A.N., Hushchyna, V.A., Ahapkyn, N.D. (2003). Rastropsha piatnystaia [Thistle spotted]. Pchelovodstvo [Beekeeping], no. 3, pp. 26–27.

7. Roztoropsha pliamysta [Thistle spotted]. Propozytisia [Offer], 2008. Available at: <https://propozytisia.com.ua/roztropsha-plyamista>

8. Roztoropsha ye perspektyvnoiu do vyroshchuvannya v Ukraini likarskoiu roslynoiu [Thistle is a promising medicinal plant in Ukraine]. Superahronom [Superagron], 2018. Available at: <https://superagronom.com/news/5963-roztropsha-ye-perspektivnoyu-do-viroshchuvannya-vukrayini-likarskoyu-roslynou>

9. Nosenko, Yu. (2019). Roztoropsha pliamysta – «podarunok Divy Marii» [Milk thistle – «gift of the Virgin Mary»]. Ahrobiznes sohodni [Agribusiness today]. Available at: <http://agro-business.com.ua/agro/ekspertna-dumka/item/8201-roztropsha-plyamysta-podarunok-divymarii.html> (Accessed 15.09.2020).

10. Hospodarenko, H.M. (2018). Ahrokhimiia [Agrochemistry]. Kyiv, Juice of groups Ukraine, 560 p.

11. Mikroelementy, yikh rol dlia roslyn [Trace elements, their role for plants], 2020. Available at: <http://artahg.com.ua/statti/mikroelementy-yikh-rol-dlya-roslyn.html>

12. Korchahina, I. Mid. Znachennia ta zastosuvannya u zemlerobstvi [Copper. Significance and application in agriculture]. Ahroekspert [Agroexpert]. Available at: <https://agroexpert.ua/mid-znacenna-ta-zastosuvannya-u-zemlerobstvi/>

13. Nykytiuk, Yu.A. (2015). Ekoloho-ekonomichniy analiz suchasnoho stanu rynku likarskoi roslynnoi syrovyny v Ukraini [Ecological and economic analysis of the current state of the market of medicinal plant raw materials in Ukraine]. Zbalansovane pryrodokorystuvannya [Balanced nature management], no. 1, pp. 12–15.

14. Drebot, O.I. (2018). Svitovyi dosvid rozvytku likarskoho roslynnytstva: ekoloho-ekonomichni aspekty [World experience in the development of medicinal plants: environmental and economic aspects]. Zbalansovane pryrodokorystuvannya [Balanced nature management], no. 2, pp. 142–146.

15. Kondratiuk, S.Ie. (2011). Metaly i liudskyi orhanizm [Metals and the human body]. Metaloznavstvo ta obrobka metaliv [Materials science and metal processing], no. 3, pp. 57–64.

16. Vazhki metaly – naibilsh nebezpechni element [Heavy metals are the most dangerous elements]. Available at: <http://moyaosvita.com.ua/ekologiya/vazhki-metali-naibilsh-nebezpechni-elementi/>

17. Fortoul, T.I. (2004). Metal mixture inhalation (Cd-Pb) and its effects on the bronchiolar epithelium. An ultrastructural approach. Toxicol Ind Health. no. 20 (1–5), pp. 69–75.

18. Tsynk (Zn) maie velykyi vplyv na okysliuvalnovidnovni protsesy v roslynnomu orhanizmi [Zinc (Zn) has a great influence on redox processes in the plant body]. 2020. Available at: <https://agro.bio/cink-zn>

19. Tsynk. Systemnyi pidkhid u zhyvlenni roslyn [Zinc. System approach in plant nutrition]. Available at: <https://www.agroone.info/publication/cink-sistemnijpidhid-uminalnomu-zhyvlenni-roslyn/>

20. Razanov, S.F., Nastoiascha, A.M. (2017). Efektyvnist vyroshchuvannya ta vykorystannia likarskykh roslyn v suchasnykh ekolohichnykh umovakh dovkillia [Efficiency of cultivation and use of medicinal plants in modern ecological environmental conditions]. Silske gospodarstvo ta lisivnytstvo: zbirnyk naukovykh prats Vinnytskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu [Agriculture and Forestry: collection of scientific works of Vinnytsia National Agrarian University]. Vinnytsia, VNAU, no. 6, Vol. 2, pp. 141–149.

21. Hamaiunova, V.V., Domin, O.V. (2015). Udoskonalennia okremykh ahrotekhnichnykh pryiomiv vyroshchuvannya roztoropshi pliamystoi v umovakh pivdnia Ukrainy [Improvement of some agrotechnical methods of growing milk thistle in the south of Ukraine]. Visnyk Zhytomyrskoho natsionalnoho ahroekolohichnoho universytetu [Bulletin of Zhytomyr National Agroecological University], no. 1 (47), Vol. 1, pp. 139–144.

22. Tarasiuk, V.A., Khomina, V.Ia. (2014). Vplyv ahrotekhnichnykh zakhodiv na hustotu stoiannia roslyn roztoropshi pliamystoi [Influence of agrotechnical measures on the stocking density of milk thistle plants]. Naukovi pratsi Instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovyykh buriakiv [Scientific works of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beets]. Vol. 21, pp. 105–108.

23. Vorontsov, V.T., Opara, M.M. (2010). Dosvid vyroshchuvannya roztoropshi pliamystoi na nevelykykh diliankakh ta vykorystannia yii z metoiu ozdorovlennia [Experience in growing milk thistle in small areas and using it for recovery]. Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii [Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy], no. 2, pp. 41–45.

24. Ushkarenko, V.O., Vozhehova, R.A., Holoborodko, S.P., Kokovikhin, S.V. (2018). Metodyka polovoho doslidu (zroshuvane zemlerobstvo): navchalnyi posibnyk [Methods of field experiment (irrigated agriculture)]. Kherson, Hrin D.S., 448 p.

**Интенсивность накопления тяжелых металлов листковой массой расторопши пятнистой при ее удобрении новейшими удобрениями**

Разанов С.Ф., Ткачук А.П., Разанова А.М.

Исследована интенсивность накопления тяжелых металлов в листовой массе расторопши пятнистой при ее удобрении новейшими видами удобрений и проведена оценка экологической безопасности такого сырья.

Закладывали два опыта: влияние удобрения расторопши пятнистой удобрением Рост-концентрат на интенсивность накопления тяжелых металлов; влияние удобрения расторопши пятнистой удобрениями Фосфор-хелат и Калий-хелат на интенсивность накопления тяжелых металлов.

Использование для удобрения посевов расторопши пятнистой хелатного удобрения Фосфор-хелат приводит к снижению загрязнения ее листовой массы кадмием и медью в 1,1 раза по сравнению с вариантом без удобрения ее посевов, а рост концентрации свинца и цинка по сравнению с контролем незначительный и находится в пределах погрешности опыта. Применение удобрения посевов расторопши пятнистой хелатного удобрения Калий-хелат способствует уменьшению загрязнения ее листовой массы кадмием по сравнению с контролем, а изменение ее загрязнения медью находится в пределах погрешности. В то же время замена удобрения Рост-концентрат на Фосфор-хелат или Калий-хелат при удобрении посевов расторопши пятнистой приведет к снижению загрязнения ее листовой массы свинцом, кадмием и медью, но увеличит загрязнение цинком по сравнению с контролем.

Наиболее экологически безопасное листовое сырье расторопши пятнистой по содержанию свинца, кадмия и меди будет наблюдаться при удобрении ее посевов хелатным удобрением Фосфор-хелат, а по содержанию цинка – при удобрении органоминеральным удобрением Рост-концентрат.

Для снижения загрязнения листовой массы лекарственного сырья расторопши пятнистой тяжелыми металлами, в частности кадмием – на 9 % и медью – на 11 %, необходимо использовать для ее удобрения хелатное удобрение Фосфор-хелат. Для уменьшения загрязнения листовой массы цинком на 81 % рекомендуется использовать органоминеральное удобрение Рост-концентрат.

**Ключевые слова:** расторопша пятнистая, лекарственное сырье, экологическая безопасность, тяжелые металлы, загрязнение, удобрения.

**The intensity of heavy metals accumulation by the milk thistle leaf mass under its fertilization with the latest fertilizers**

Razanov S., Tkachuk O., Razanova A.

The aim of the research is to study the intensity of heavy metals accumulation in milk thistle leaf mass under fertilization with the latest types of fertilizers and to assess the environmental safety of such raw materials.

Two experiments were laid in the research: the effect of fertilizing milk thistle with organo-mineral fertilizer Growth-concentrate on the intensity heavy metals accumulation by its leaf mass; the effect of fertilizing milk thistle with chelated fertilizers Phosphorus-chelate and Potassium-chelate on the intensity on heavy metals accumulation by the leaf mass.

The use of a chelated Phosphorus chelate fertilizer for the fertilization of milk thistle crops leads to a 1.1 times decrease in the contamination of its leaf mass with cadmium and copper in comparison with the option without fertilizing its crops, and the increase in the concentration of lead and zinc compared to the control is insignificant and is within the range errors of experience. The use of fertilization of crops of milk thistle chelated fertilizer Potassium-chelate helps to reduce the contamination of its leaf mass with cadmium compared to the control, and the change in its contamination with copper is within the margin of error. At the same time, replacing the Growth-concentrate fertilizer with Phosphorus-chelate or Potassium-chelate when fertilizing milk thistle crops will lead to a decrease in the contamination of its leaf mass with lead, cadmium and copper, but will increase the contamination with zinc, compared to the control.

The most environmentally safe leaf raw material of milk thistle in terms of lead, cadmium and copper content will be observed when fertilizing its crops with chelated fertilizers Phosphorus-chelate, and in terms of zinc content – when fertilizing with organo-mineral fertilizer Growth-concentrate.

It is advisable to use Phosphorus-chelate fertilizer for the plant fertilization to reduce the contamination of the leaf mass of the medicinal raw material of milk thistle with heavy metals, in particular cadmium – by 9 % and copper – by 11 %, To reduce contamination of the leaf mass with zinc by 81 %, it is recommended to use the organic-mineral fertilizer Growth-concentrate.

**Key words:** milk thistle, medicinal raw materials, environmental safety, heavy metals, pollution, fertilizers.



Copyright: Разанов С.Ф., Ткачук О.П., Разанова А.М. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



Разанов С.Ф.  
Ткачук О.П.  
Разанова А.М.

ID: <https://orcid.org/0000-0002-4883-2696>  
ID: <https://orcid.org/0000-0002-0647-6662>  
ID: <https://orcid.org/0000-0002-0647-6662>

УДК 664.641.1:[633.17:552.943.17-021.272

## Порівняльна оцінка хімічного складу цільнозернового борошна сорго зернового (*Sorghum bicolor*) і чіа (*Salvia hispanica*)

Третякова С.О.<sup>1</sup> , Войтовська В.І.<sup>2</sup> ,

Євчук Я.В.<sup>1</sup> , Кононенко Л.М.<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Уманський національний університет садівництва

<sup>2</sup>Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН



Третякова С.О., Войтовська В.І., Євчук Я.В., Кононенко Л.М. Порівняльна оцінка хімічного складу цільнозернового борошна сорго зернового (*Sorghum bicolor*) і чіа (*Salvia hispanica*). Збірник наукових праць «Агробіологія», 2020. № 2. С. 168–177.

Tret'jakova S.O., Vojtov'ska V.I., Jevchuk Ja.V., Kononenko L.M. Porivnjal'na ocinka himichnogo skladu cil'nozernovogo boroshna sorgo zernovogo (*Sorghum bicolor*) i chia (*Salvia hispanica*). Zbirnyk naukovykh prac' «Agrobiologija», 2020. no. 2, pp. 168–177.

Рукопис отримано: 26.10.2020 р.

Прийнято: 09.11.2020 р.

Затверджено до друку: 24.11.2020 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2020-161-2-168-177

У статті висвітлено комплекс досліджень і порівняльну оцінку борошна різних сортів і гібридів чіа і сорго та встановлено, що за хімічним складом ці культури доцільно використовувати як сировину для виробництва безглютенних продуктів.

Для повноцінного життя люди із целиацією постійно мають споживати безглютенні харчові продукти. Безпечними вважають рис, гречку, пшоно, кукурудзу, а також менш поширені в Україні амарант, кіноа, саго, монтіна, чуміза, сорго. Для отримання якісних безглютенних виробів важливо правильно підібрати сировину та її співвідношення за хімічним складом. Отже, доцільно вивчити і порівняти за своїм хімічним складом борошно таких культур як сорго і чіа.

Метою дослідження було вивчення та порівняльна характеристика хімічного складу цільнозернового борошна сорго з чіа для використання у харчовій промисловості як засобу за безглютенного харчування.

Експериментальну частину роботи проводили упродовж 2017–2019 рр. із гібридами сорго зернового української (Лан 59), французької (Targga) і американської (Prime) селекцій та шавлії іспанської (чіа) (*Salvia hispanica*) сортів Сальба, Tzotzol, Iztac. Із їх зерна отримували цільнозернове борошно сорго і чіа та визначали різні хімічні складники.

За порівняльного аналізу хімічного складу борошна сорго та чіа відмічено, що в середньому в сорго вміст білків був у межах від 9,53 до 10,6 г, а у сортів чіа – від 14,98 до 16,52 г, що в середньому на 5,8 г більше.

За даними визначення жирів у культур, у гібрида сорго української селекції цей показник становив 2,8 г, французької – 1,24 г, американської – 3,3 г, щодо чіа, то цей показник значно вищий і варіює за сортами від 30,12 до 30,71 г.

Крохмаль є основною складовою борошна, і в сорговому його масова частка становить найбільше у гібрида Prime – 63,7 г, Лан 59 – 63,1 г та найменша кількість у Targga – 62,7 г.

Визначено, що у борошні сорго зернового і чіа високий вміст вітамінів групи В, які є коферментами низки метаболічних процесів. Соргове борошно, окрім перерахованих вище вітамінів, додатково містить вітаміни В<sub>9</sub>, В<sub>5</sub>, В<sub>6</sub>.

Вищі показники мікро- і макроелементів встановлено в сортів чіа.

**Ключові слова:** борошно, вітаміни, мікроелементи, білки, жири, вуглеводи, целиація, сорго, чіа.

**Постановка проблеми.** Останнім часом зросла кількість людей, що хворіють на целиацію. За даними Всесвітньої Гастроентерологічної Організації (World Gastroenterology Organization – WGO), на целиацію у світі хворіє в середньому кожна трьохста людина [1]. Для повноцінного фізичного розвитку і покращення якості життя люди із цим захворюванням мають постійно споживати безглютенні харчові продукти. Безпечними для вживання у разі захворювання на целиацію вважають рис, греч-

ку, пшоно, кукурудзу, а також менш поширені в Україні амарант, кіноа, саго, монтіна, чуміза, сорго [2, 3].

**Аналіз останніх досліджень.** Однією з функціональних основ для виробництва харчових продуктів оздоровчого призначення є зернові культури. В Україні частка зернових продуктів становить 40–45 % загального раціону харчування. За споживання зернових забезпечується до 40 % потреби в білках, до 60 % – вуглеводах, до 30 % – мінеральних речови-

нах, до 40 % – у вітамінах групи В і до 59 % енергетичної потреби людини. Традиційні харчові продукти масового вжитку – хлібобулочні і макаронні вироби, крупи є важливими і найбільш доступними продуктами для населення України, водночас темпи виробництва хліба і хлібобулочних виробів знижуються, а об'єми виробництва круп за останні роки щорічно зростають в середньому на 5–12 % [4, 5].

Попри значне використання різноманітних зернових продуктів у раціонах усіх груп населення, їх харчова і біологічна цінність потребує збалансування за основними харчовими речовинами. У зв'язку з цим активно проводять роботи зі створення нових харчових продуктів на зерновій основі [6, 7]. Світова практика свідчить, що вибір продукту для збагачення необхідно здійснювати з урахуванням його поширеності і доступності, і це ще один аргумент на користь використання як основи для створення функціональних харчових продуктів зернових.

Зернові дають змогу отримувати не лише макро-, а й мікроелементи, які різняться за фізичними властивостями і реакційною здатністю, а їх функціональна активність в організмі людини може здійснюватися лише у разі, якщо вони належать до складу металоорганічних сполук певної форми і структури.

Оскільки хімічні елементи в організмі людини знаходяться переважно у вигляді координаційних сполук, обмін, транспорт, депонування, елімінування йонів металів відбувається завдяки їх властивості брати участь у процесах комплексоутворення з природними ендогенними лігандами – амінокислотами, білками, пептидами, нуклеїновими кислотами, вуглеводами, вітамінами, гормонами, а також екзогенними лігандами – компонентами харчових продуктів чи лікарських препаратів. Інтенсивність та особливості реагування організму на дисбаланс мікроелементів індивідуальні та пов'язані з механізмами підтримання мета-лолігандного гомеостазу [2, 8].

Популярність культури сорго у світовому масштабі підтверджується загальними посівними площами, які становлять приблизно 51 млн га з тенденцією прогресуючого зростання, а серед 85 країн, що вирощують зернове сорго, для майже 38 % держав-виробників воно є провідною зерновою культурою не лише кормового, а й харчового використання [9, 10].

За обсягами вирощування сорго займає п'яте місце у світі після пшениці, рису, кукурудзи і ячменю. Наразі сорго використовують у трьох основних напрямках: харчова промисловість, кормовиробництво і біоенергетика, тому інтерес до цієї культури величезний.

Частка високоякісного зерна культури використовується для виробництва борошна, хліба, круп, екструдованих продуктів, крохмалю, спирту тощо. Високий вміст білків і вуглеводів у зерні характеризує сорго як поживний злак. Присутній у ньому тіамін сприяє поліпшенню апетиту і нормалізації секреції шлунка. Регулярне вживання сорго дає змогу налагодити роботу мозку і серцево-судинної системи. До складу цієї рослини входять найпотужніші антиоксиданти, що захищають організм людини від негативного впливу зовнішніх чинників середовища [11, 12].

Зерно сорго може бути використано як сировина для крохмально-патокової промисловості (із 100 кг можна отримати 65 кг крохмалю). Зерно переробляють на харчовий та технічний етиловий спирт. Сорго зернове – це одна з найбільш економічно вигідних культур у зеленому конвеєрі [13].

За хімічним складом зерно сорго майже не відрізняється від зернофуражних культур – кукурудзи і ячменю. Вміст протеїну в сорго більший, ніж у зерні кукурудзи, однак за перетравністю речовин дещо поступається йому [14, 15].

Шавлія іспанська (*Salvia hispanica*), або чіа – малопоширена культура в Україні, її сортів та гібридів немає в Державному реєстрі сортів. Однак для людей, які ведуть вегетаріанський спосіб життя і споживають безглютенові вироби, вона надзвичайно популярна. Її насіння унікальне за своїми властивостями і хімічними складниками. Високий попит на компоненти рослини Чіа пояснюється її унікальним хімічним складом. У 100 г насіння чіа міститься: білок (20–22 г), жир (30–35 г), харчові волокна (15–30 г), вуглеводи (25–41 г), зола (4–6 г).

За даними вчених, насіння чіа містять приблизно 21 % білка, що більше за зернові, такі як пшениця (14 %), кукурудза (14 %), рис (8,5 %), овес (15,3 %), ячмінь (9,2 %), амарант (14,8 %). Вміст олії в насінні чіа становить приблизно одну третину його маси, майже 60 % якої –  $\alpha$ -ліноленова кислота, що робить цей інгредієнт джерелом омега-3 жирних кислот. Сприятливий жирнокислотний склад вказує на функціональність насіння як корисної добавки до їжі. Окрім того, у цієї рослини є здатність утворювати гель і утримувати вологу в масі, що перевищує вагу гелю в 27 разів [16, 17]. В іноземних працях насіння чіа використовують для додавання безпосередньо у вироби, отримують із нього борошно та додають його в різних частинах до борошна інших культур [18, 19].

**Метою дослідження** було вивчення та порівняльна характеристика хімічного складу

цільнозернового борошна сорго з чіа для використання у харчовій промисловості як засобу за безглютенowego харчування.

**Матеріал і методи дослідження.** У дослідженнях використовували насіння гібридів сорго зернового (*Sorghum bicolor*), які внесено до Державного реєстру сортів рослин, придатних для вирощування в Україні, селекції української (Лан 59), французької (Targga) і американської (Prime) та шавлії іспанської (чіа) (*Salvia hispanica*): Сальба, Tzotzol, Iztac.

Надалі їх зерна отримували цільнозернове борошно сорго і чіа та визначали різні хімічні складники.

Уміст харчових волокон визначали за ГОСТ Р 54014-2010, масову частку білкових речовин – методом К'ельдаля, вміст жиру – методом Сокслета, вміст крохмалю – методом Еверса, зольність – за ГОСТ 27494-87, вміст цукрів – йодометричним методом, жирнокислотний склад ліпідів – за ГОСТ 30418-96, склад окремих амінокислот – методом йонообмінної рідинної хроматографії на автоматизованому аналізаторі амінокислот ТТ 339 (Чехія), інші мікроелементи – на рентген-флуоресцентному аналізаторі методом спектроскопії, водорозчинні вітаміни – методом капілярного електрофорезу, жиророзчинні вітаміни – методом ВЕЖХ за ГОСТ 26753.1-93 та ГОСТ РФ 50929-96, а інші показники визначали згідно з загальноприйнятими методами [20–24].

Експериментальну частину роботи проводили упродовж 2017–2019 рр. в лабораторії «Оцінювання якості зерна та зернопродуктів» кафедри технології зберігання і переробки зерна Уманського національного університету садівництва.

Згідно з загальноприйнятими методами оброблено цифровий матеріал, статистичний аналіз експериментальних даних виконували за допомогою пакета прикладних програм Statistica 6.0. [25].

**Результати дослідження та обговорення.** Для отримання якісних безглютенових виробів важливо правильно підібрати сировину та її співвідношення за хімічним складом. Борошно – це одне з основних видів сировини в борошнених кондитерських виробках, тому вивчення його харчової і біологічної цінності суттєво впливає на якість готових виробів. Найдоступнішими безглютеновими видами борошна, які мають високі поживні властивості, за ціною і використанням у приготуванні різноманітних страв є кукурудзяне і рисове.

Однак, зважаючи на високу калорійність кукурудзяного борошна, є обмеження щодо його вживання у людей з підвищеним згор-

танням крові або деякими патологіями шлунково-кишкового тракту. Сьогодні частіше для виробництва безглютенових продуктів використовують нетрадиційні види борошна таких культур: сорго, рис, чумиза, гречка, амарант, кіноа, саго, монтана. Отже, доцільно вивчити і порівняти за своїм хімічним складом борошно таких культур як сорго і чіа.

Дослідженнями підтверджено, що вміст білків у борошні сорго і чіа залежить від вмісту їх у зерні, з якого воно виготовлене. Накопичення білків у зерні залежить від ряду чинників, таких як сорти, склад ґрунту, погодні умови, агротехніка вирощування, добрива і тощо. За порівняльного аналізу хімічного складу борошна сорго та чіа відмічено, що в середньому в сорго вміст білків був у межах від 9,53 до 10,6 г, а у сортів чіа – від 14,98 до 16,52 г, що в середньому на 5,8 г більше.

За даними визначення жирів у культур, у гібрида сорго української селекції цей показник становив 2,8 г, французької – 1,24 г, а американської – 3,3 г, щодо чіа, то цей показник значно вищий і варіює за сортами від 30,12 до 30,71 г. Вуглеводи є джерелом енергії та їх вміст, навпаки, значно вищий у сорго і в середньому за гібридами становить 75,78 проти 7,6 г.

Встановлено, що чим вищий сорт борошна, тим більша в ньому масова частка крохмалю. Крохмаль є основною складовою борошна, і в сорговому його масова частка становить найбільше у гібрида Prime – 63,7 г, Лан 59 – 63,1 г та найменша кількість у Targga – 62,7 г.

Борошно чіа містить харчові волокна, у сорту Сальба цей показник становить 34,1 г, найменше у Tzotzol – 33,01 г і Iztac займає проміжне місце – 33,78 г.

У сорго цей показник становить у межах від 4,9 г до 6,5 г. Значну перевагу можна відмітити у чіа за золюю – 4,5 г, сорго – лише 0,45 г (рис. 1).

Досліджено, що вміст трансжирів у сорго впродовж років незалежно від гібридного матеріалу був однаковий – лише 0,001 г, а у чіа – в середньому 10,3 г.

Встановлено, що на якість зерна сорго і чіа за роки досліджень впливали погодні умови, строки сівби і збирання та зберігання насіннєвого матеріалу.

Насичені жирні кислоти у борошні обох культур представлені пентадекановою, пальмітиною, маргариновою, стеариною, арахиною, а у сорго ще й лігноцериновою. Гібриди сорго мали показник 0,003 г у пентадеканової, арахинової і лігноцеринової кислоти, та 0,001 г – у маргаринової. Стеаринова коливалась у межах від 0,018 до 0,025 г у сорго, а у чіа – від 0,876 до 0,908 г.

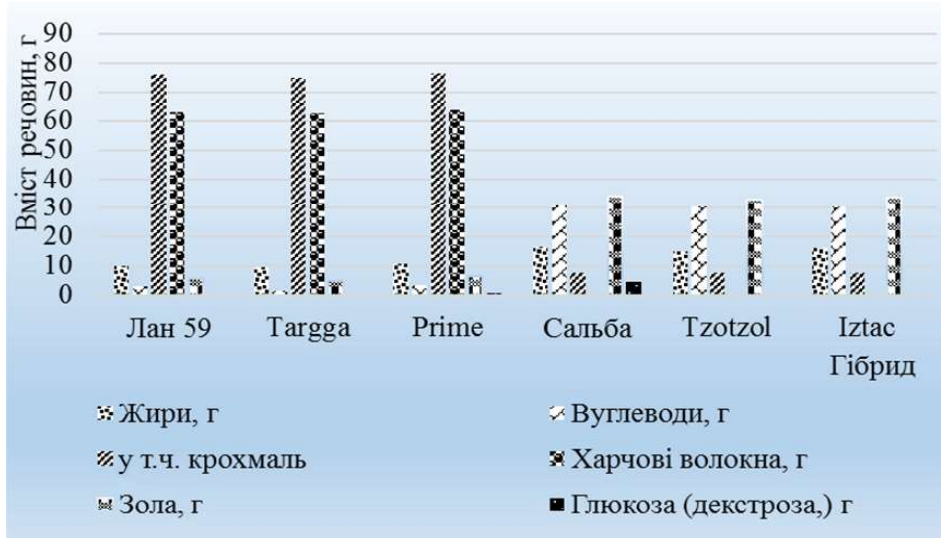


Рис. 1. Порівняльний уміст білків, жирів, вуглеводів у борошні сорго і чіа, г (2017–2019 рр.).

Встановлено, що у чіа пентадеканова кислота незалежно від сорту становила 0,03 г, показник пальмітинової коливався від 2,03 до 2,12 г, а маргарінова була в межах 0,052–0,061 г (рис. 2).

У харчуванні людини борошно є важливим джерелом надходження різних елементів. Масова частка білків, жирів, мінеральних речовин і вітамінів збільшується із зниженням сорту борошна.

Визначено, що у борошні сорго зернового і чіа високий уміст вітамінів групи В, які є кофакторами низки метаболічних процесів, тобто без них певна життєва реакція не відбувається.

Так, незалежно від гібридів вітамін В<sub>1</sub> у сорговому борошні має показник у середньому 0,35 мг, а у чіа – 0,63 мг, що на 0,28 більше.

Кількість В<sub>2</sub> в обох сумішах борошна майже однакова – 0,12 та 0,15 мг.

Важливе значення в окисно-відновних реакціях енергетичного метаболізму має вітамін РР, його кількість у чіа була в середньому 8,38 мг, що на 4,15 мг вище, ніж у сорго. Більшу кількість відмічено у чіа (1,5 мг) вітаміну С проти сорго (0,6 мг). Однак за вмістом вітаміну Е істотна перевага була у борошні сорго із показниками у Лан 59 – 0,81 мг, Targga – 0,78 мг та Prime – 0,83 мг, а чіа – лише 0,5 мг за всіма сортами, що підтверджується результатами статистичного аналізу  $HP_{0,05} = 0,02$ .

Соргове борошно, окрім перерахованих вище вітамінів, додатково містить вітаміни В<sub>9</sub>, В<sub>5</sub>, В<sub>6</sub>.

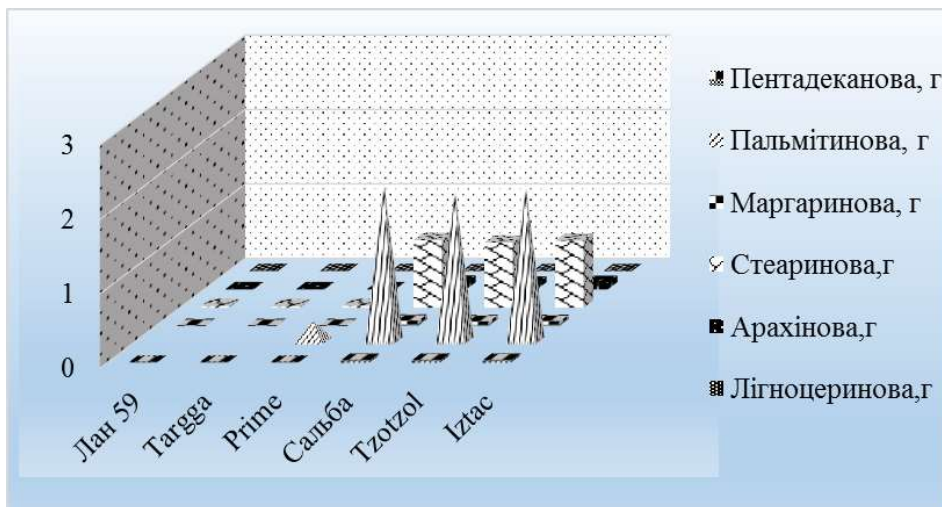


Рис. 2. Вміст насичених жирних кислот у цільнозерновому борошні сорго і чіа, г (2017–2019 рр.).

Необхідний для побудови і розвитку клітин вітамін В5 має масову частку в борошні гібридів Лан 59 – 0,184 мг, Targga – 0,182 мг та Prime – 0,184 мг, а вітамін В6, що відповідає за імунну та нервову системи, у цих гібридів має такі показники: 0,065 мг, 0,062 і 0,068 мг відповідно. Не менш важливий уміст вітаміну В9, який впливає на кровотворення і стимулює утворення еритроцитів та лейкоцитів, знижує вміст холестерину в крові та становив, відповідно, від 0,37 до 0,42 мг (рис. 3).

Основну масу мінеральних речовин становлять макроелементи: кальцій, калій, магній, сірка і хлор. Поряд із макроелементами є і мікроелементи. Основна функція макро- і мікроелементів полягає у підвищенні активності ферментів, що каталізують біохімічні процеси, зокрема у дріжджовій клітині під час бродіння.

Кращими показниками К і Са характеризувалось борошно чіа, їх середні показники становили 380 та 624 мг, а у сорговому – лише 95 та 6 мг. Подібна тенденція зберігалась і за показниками Mg, S і Ph, які в середньому в чіа становили 318 мг, 155 та 833 мг, у сорго – 62,5 мг, 95,0 та 86 мг відповідно.

Перевагу відмічено і за вмістом Fe у сортів чіа Сальба – 7,54 мг, Tzotzol – 7,11 та Iztac – 7,45 мг, а у сорго в середньому цей показник був у межах 0,95 мг.

За даними статистичного аналізу, мікроелемент Mn був істотно вищим у чіа: у сортах Сальба найбільше – 2,721 мг, найменше у Tzotzol – 2,603 та Iztac – 2,701 мг, водночас  $HP_{0,05}$  становив 0,03.

У гібридах сорго цей показник становив: Лан 59 – 0,42 мг, Targga – 0,40 мг та Prime – 0,43 мг.

Cu – це важливий мікроелемент, завдяки якому підтримується хороший обмін речовин, він необхідний для кісткового апарату та нервової системи. Серед побічних ефектів для здоров'я, що провокують нестачу міді, можна назвати глютену хворобу, тому її вміст надзвичайно важливий. У сорту Сальба Cu було найбільше – 92 мкг, найменше у Tzotzol – 90 та Iztac – 91 мкг. Соргові гібриди містили її лише 9 мкг (рис. 4).

Збалансованість амінокислотного складу, його первинна структура, зокрема вміст і кількісне співвідношення незамінних амінокислот, є одним із найважливіших показників харчової цінності борошна. Розглядаючи вміст амінокислот у борошні та порівняння з фізіологічними нормами харчування, слід зазначити, що у більшості білків хлібних злаків співвідношення амінокислот відрізняється від оптимального. Однак у борошні чіа визначено значний вміст незамінних і замінних амінокислот, що доводить цінність як складової сировини для безглютенних виробів.

Масова частка аргініну в сортах була такою: найбільше у Сальба – 2,140 г, найменше у Tzotzol – 2,128 та Iztac – 2,136 г.

Валін у середньому коливався від 0,90 до 0,93 г. Триптофан, який регулює різні функції ендокринної системи, становив 421,6 г. Сорти мали вміст метіоніну і треоніну в середньому 0,576 і 0,660 г.

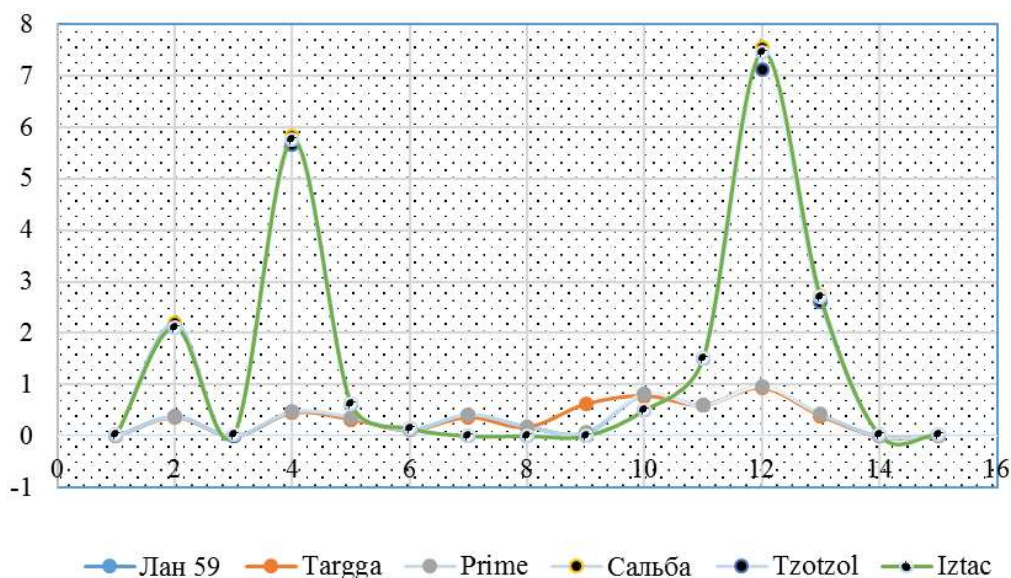


Рис. 3. Вміст вітамінів у цільнозерновому борошні сорго і чіа, г (2017–2019 рр.).

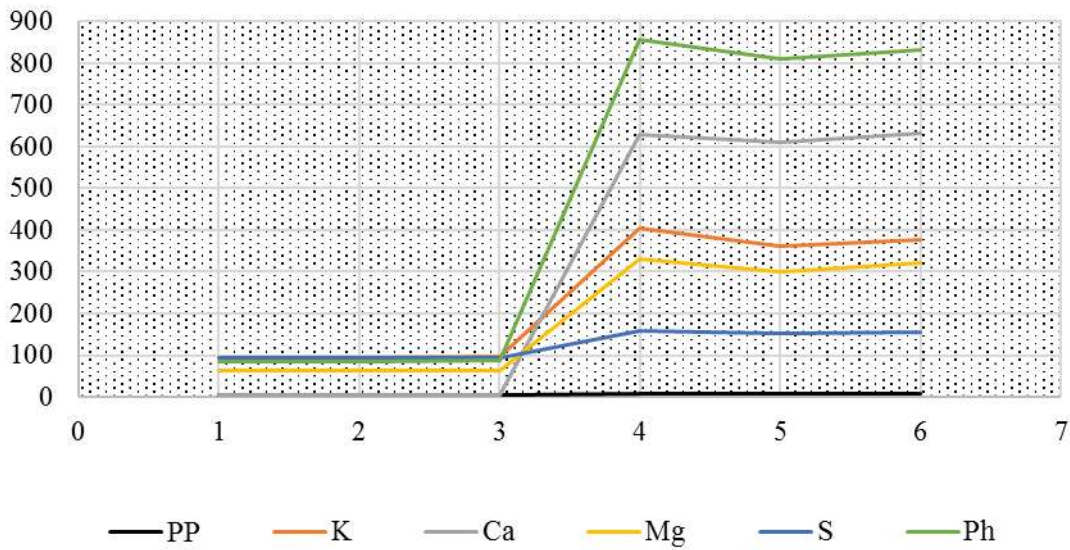


Рис. 4. Вміст макроелементів у цілнзерновому борошні сорго і чіа, г (2017–2019 рр.).

Ізолейцин – незамінна амінокислота, яка не синтезується в організмі людини, і була в сортах чіа в таких межах: Сальба – 0,786 г, Tzotzol – 0,734 та Iztac – 0,756 г. Уміст гістидину – однієї з 12 незамінних амінокислот – у середньому істотно за сортами не варіював і становив 0,513 г. Найменшу кількість відмічено вмісту лізинової (0,92 г) та значну кількість лейцинової (1,359 г) (рис. 5).

Найбільша масова частка глутамінової кислоти була в межах 3,2 г. У сортів уміст тирозину і цистеїну становив: Сальба – 0,555 і 0,401 г, Tzotzol – 0,510 і 0,377 та Iztac – 0,522 і 0,388 г. Аланін та серін у середньому в чіа були в межах 1,025 і 1,029 г.

Аспарагінова кислота є важливою для азотистого обміну в рослин, резервом азоту, а також знешкоджує амоніак, що утворюється в процесі перетворення білків. У сортів чіа ця кислота була в межах: Сальба – 1,673 г, Tzotzol – 1,612 та Iztac – 1,644 г. Гліцину найбільше було в сорту Сальба – 0,936, у Tzotzol – на 0,024 г менше, Iztac – на 0,015 г. Пролін коливався від 0,715 до 0,765 г (рис. 6).

Отже, проведений комплекс досліджень цінності борошна різних сортів і гібридів чіа та сорго довів, що за хімічних складом ці культури є повноцінними і доцільними для виробництва безглютенових продуктів.

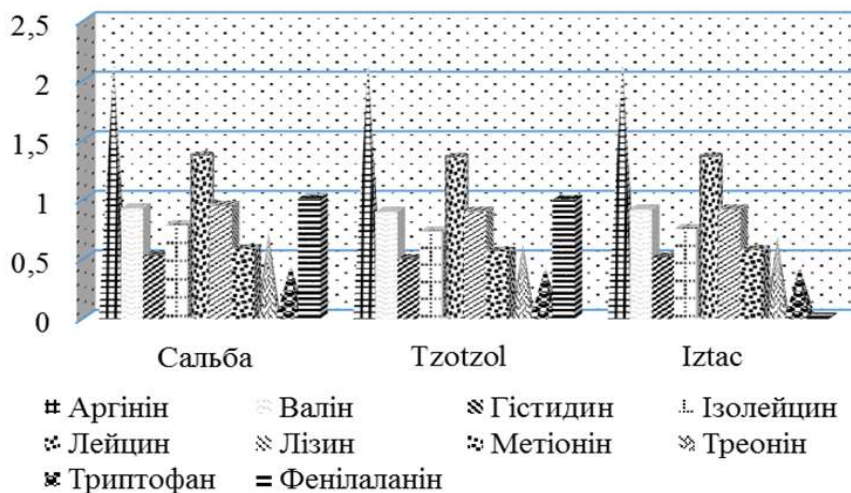


Рис. 5. Вміст незамінних амінокислот у цілнзерновому борошні чіа, г (2017–2019 рр.).

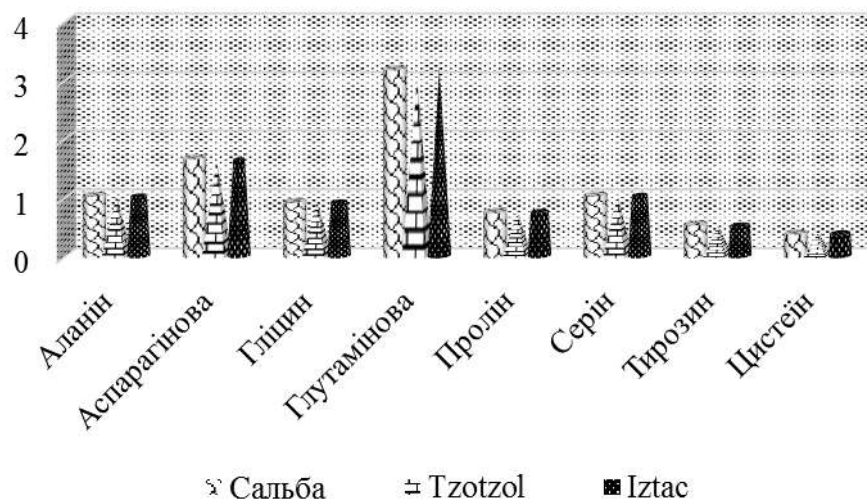


Рис. 6. Вміст заміennих амінокислот у цілнозерновому борошні чіа, г (2017–2019 рр.).

**Висновки.** Встановлено, що вміст вуглеводів значно вищий у сорго, та становив у середньому за гібридами 75,78 проти 7,6 г.

Вітамін B<sub>5</sub> має масову частку у борошні гібридів Лан 59 – 0,184 мг, Targga – 0,182 мг та Prime – 0,184 мг.

Борошно чіа містить харчові волокна, у сорту Сальба цей показник становить 34,1 г, найменше у Tzotzol – 33,01 г та Iztac займає про-

міжне місце із показником 33,78 г, а у сорго – від 4,9 до 6,5 г. Гібриди сорго мали показник 0,003 г у пентадеканової, арахінової і лігноцеринової кислоти та 0,001 г – маргаринової. Стеаринова коливалась у межах від 0,018 до 0,025 г у сорго, а у чіа – від 0,876 до 0,908 г. У борошні чіа визначено істотно вищий уміст незамінних і заміennих амінокислот, що доводить цінність його як складової сировини для безглютенових виробів.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Лісовська Т.О. Технологія бісквітного напівфабрикату з використанням борошна кукурудзяного екструдованого: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.16. Харків, 2018. 20 с.
- Шаніна О.М., Галясний І.В., Лобачова Н.Л. Обґрунтування складу борошняної сировини в технології безглютенового бездріжджового хліба. *East European Scientific Journal*. № 4, 2015. С. 56–60. URL: [http://eesa-journal.com/wpcontent/uploads/2017/01/EESJ\\_4\\_21.pdf](http://eesa-journal.com/wpcontent/uploads/2017/01/EESJ_4_21.pdf)
- Semenova A., Prikhodko Ju. Gluten-free bakery products. 8th Central European Congress on Food 2016 – Food Science for Well-being (CEFood 2016), 23–26 May 2016 p.: book of Abstracts. Kyiv: NUFT, 2016. 146 p.
- Грищенко А.М. Удосконалення технології хліба з безглютенової сировини: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01. Київ. НУХТ, 2011. 20 с.
- Науково-теоретичні засади та практичні аспекти формування еколого-безпечних технологій вирощування та переробки сорго в степовій зоні України: монографія / М.І. Федорчук та ін. Херсон, 2017. 208 с.
- Сердюк Л.В. Зерновые продукты и их роль в питании населения Украины. Зерновые продукты і комбикорми. 2005. № 4. С. 14–17.
- Казаков Е.Д., Карпиленко Г.Л. Биохимия зерна и хлебопродуктов. СПб.: ГИОРД, 2005. 512 с.
- Скальный А.В., Руденко И.А. Биоэлементы в медицине. М.: Издательский дом «Оникс 21 век»: Мир, 2004. 272 с
- Алабушев А.В., Антипенко Л.Н. Состояние и перспективы производства зернового сорго. Кукуруза и сорго. 2005. № 6. С. 7–12.
- Криницька Л.А., Рось В.І. Стан і перспективи світового виробництва сорго (огляд іноземної літератури). Таврійський науковий вісник. Херсон: Айлант. 2000. Вып. 15. С. 20–25.
- Мунтян Т.А. Сорго – культура универсального использования. *AGRO вісник*. 2006. № 11–12. С. 29–31.
- Boiko M.O. The impact of crop density and sowing time on the yield structure of grain sorghum hybrids. *Sciences of Europe: Global science center LP*. 2016. Vol. 4, № 5. P. 62–65
- Rajvanshi A.K., Nimkar N. Sweet sorghum at the Nimbkar Agricultural Research Institut (NARI). Maharashtra, India, 2008. 244 p.
- Бирол Сайгы Й. Тенденция потребления продуктов питания на основе зерновых. *Хранение и переработка зерна*. № 7(226). С. 28–33.
- Дробот В.І. Інноваційні технології дієтичних та оздоровчих хлібобулочних виробів: монографія. К.: Кондор-Видавництво, 2016. С. 1–84.
- Ручкіна Н. Чіа, шалфей іспанський. *Хімія і життя*. 2017, № 1. С. 54–56.

17. Scientific opinion of Panel on Dietetic Products Nutrition and Allergies on a request from the European Commission on the safety of Chia seed (*Salvia hispanica*) and ground whole Chia seed as a food ingredient. The EFSA Journal (2009). 996. P. 1–26.

18. Loreto. Muñoz Hernández. Mucilage from chia seeds (*Salvia hispanica*): microstructure, physico-chemical characterization and applications in food industry: PhD Thesis. Pontificia Universidad Católica de Chile, 2012. 146 p.

19. Микоенко С.Ю. Вплив продуктів переробки амаранту і чіа на якість хліба. Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Нові рішення в сучасних технологіях. 2019. 5. С. 145–151. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/vntuhpi\\_2019\\_5\\_21](http://nbuv.gov.ua/UJRN/vntuhpi_2019_5_21).

20. Piper C.S. Soil and plant analysis. Scientific Publishers 2017. 368 p.

21. J.B. Jones Jr. Laboratory guide for conducting soil tests and plant analysis. 2001. 357 p.

22. Сборник методов исследования почв и растений / Ковальчук В.П. та ін. К.: Труд-ГриПол., XXI вис., 2010. 252 с.

23. Грицаєнко З.М. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. К.: Нічлава, 2003. 316 с.

24. Основы научных исследований в агрономии: учебник / В.О. Єщенко та ін; за ред. В.О. Єщенка. Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К», 2014. 332 с.

25. Ермантраут Е.Р., Присяжнюк О.І., Шевченко І.І. Статистичний аналіз агрономічних дослідних даних у пакеті STATISTICA 6.0. Київ: Поліграф Консалтинг, 2007. 55 с.

#### REFERENCES

1. Lisovska, T.O. (2018). Tehnologija biskvitnogo napivfabrykatu z vykorystannjam boroshna kukurudzjanogo ekstrudovanogo: avtoref. dys. ... kand. tehn. nauk: 05.18.16 [Technology of biscuit semi-finished product with the use of extruded corn flour: author's ref. dis. cand. tech. Sciences: 05.18.16]. Kharkiv, 20 p.

2. Shanina, O.M. (2015). Obg'runtuvannja skladu boroshnjanoi' syrovyny v tehnologij' bezgljutenovogo bezdrizhdzhovogo hliba [Substantiation of the composition of flour raw materials in the technology of gluten-free unleavened bread]. East European Scientific Journal, no. 4, pp. 56–60. Available at: [http://eesa-journal.com/wp-content/uploads/2017/01/EESJ\\_4\\_21.pdf](http://eesa-journal.com/wp-content/uploads/2017/01/EESJ_4_21.pdf)

3. Semenova, A., Prikhodko, Ju. (2016). Gluten-free bakery products. 8th Central European Congress on Food. Food Science for Well-being (CE Food 2016): book of Abstracts. Kyiv, NUFT, 146 p.

4. Hryshchenko, A.M. (2011). Udoshkonalennja tehnologij' hliba z bezgljutenovoi' syrovyny: avtoref. dys. ... kand. tehn. nauk: 05.18.01 [Improving the technology of bread from gluten-free raw materials: author's ref. dis. cand. tech. Sciences: 05.18.01]. NUHT, 20 p.

5. Fedorchuk, M.I., Kokovikhin, S.V., Kalenskaya, S.M. (2017). Naukovo-teoretychni zasady ta praktychni aspekty formuvannja ekologo-bezpechnyh tehnologij vyroshhuvannja ta pererobky sorgo v stepovij zoni Ukraïny: monografija [Scientific and theoretical principles and practical aspects of the formation of ecological and safe technologies for growing and processing sorghum in the steppe zone of Ukraine]. Kherson, 208 p.

6. Serdiuk, L.V. (2005). Zernovye produkty i ih rol' v pitanii naselenija Ukrainy [Grain products and their role in the nutrition of the population of Ukraine]. Zernovi produkti i kombikormi [Grain products and compound feeds], no. 4, pp. 14–17.

7. Kazakov, E.D., Karpilenko, G.L. (2005). Biohimija zerna i hleboproduktov [Biochemistry of grain and bakery products]. St. Petersburg, GIOR, 512 p.

8. Skalny, A.B., Rudenko, I.A. (2004). Biojelementy v medicine [Bioelements in medicine]. Publishing House Onyx 21st Century, World, 272 p.

9. Alabushev, A.B., Antipenko, L.N. (2005). Sostojanie i perspektivy proizvodstva zernovogo sorgo [State and prospects of grain sorghum production]. Kukuruzi i sorgo [Corn and sorghum], no. 6, pp. 7–12.

10. Krynytska, L.A., Ros, V.I. (2000). Stan i perspektivy svitovogo vyrobnyctva sorgo (ogljad inozemnoi' literatury) [Status and prospects of world production of sorghum (review of foreign literature)]. Tavrijs'kyj naukovyj visnyk [Taurian Scientific Bulletin]. Kherson, Island, Issue 15, pp. 20–25.

11. Muntian, T.A. (2006). Sorgo – kul'tura universal'nogo ispol'zovanija [Sorghum – a culture of universal use]. AGRO visnyk [AGRO newsletter], no. 11–12, pp. 29–31.

12. Boiko, M.O. (2016). The impact of crop density and sowing time on the yield structure of grain sorghum hybrids. Sciences of Europe: Global science center LP. Vol. 4(5), pp. 62–65.

13. Rajvanshi, A.K., Nimkar, N. (2008). Sweet sorghum at the Nimbkar Agricultural Research Institute (NARI). Maharashtra, India, 244 p.

14. Birol Saiga, J. (2016). Tendencija potreblenija produktov pitaniya na osnove zernovyh [The trend of consumption of food based on cereals]. Hranenie i pererabotka zerna [Grain storage and processing], no. 7 (226), pp. 28–33.

15. Drobot, V.I. (2016). Innovacijni tehnologij' dijetychnyh ta ozdorovchyh hlibobulochnyh vyrobiv: monografija [Innovative technologies of dietary and health-improving bakery products]. Kyiv, Condor Publishing House, pp. 1–84.

16. Ruchkina, N. (2017). Chia, shalfej ispanskij [Chia, Spanish sage]. Himija i zhizn' [Chemistry and Life], no. 1, pp. 54–56.

17. Scientific opinion of Panel on Dietetic Products Nutrition and Allergies on a request from the European Commission on the safety of Chia seed (*Salvia hispanica*) and ground whole Chia seed as a food ingredient. The EFSA Journal (2009). 996. pp. 1–26.

18. Loreto Muñoz, Hernández (2012). Mucilage from chia seeds (*Salvia hispanica*): microstructure, physico-chemical characterization and applications in food industry: PhD Thesis. Pontificia Universidad Católica de Chile. 146 p.

19. Mykoenko, S.Yu. (2019). Vplyv produktiv pererobky amarantu i chia na jakist' hliba [Influence of amaranth and chia processing products on bread quality]. Visnyk Nacional'nogo tehničnogo universytetu "HPİ". Novi rishennja v suchasnyh tehnologijah [Bulletin of the National Technical University "KhPI". New solutions in modern technologies], no. 5, pp. 145–151. Available at: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/vntuhpi\\_2019\\_5\\_21](http://nbuv.gov.ua/UJRN/vntuhpi_2019_5_21).

20. Piper, C.S. (2017). Soil and plant analysis. Scientific Publishers. 368 p.

21. J.B. Jones, Jr. (2001). Laboratory guide for conducting soil tests and plant analysis. 357 p.

22. Kovalchuk, V.P., Vasilev, V.G., Boiko, L.V., Zosimov, V.D. (2010). Sbornik metodov issledovanija pochv i rastenij [Collection of methods for studying soils and plants]. Kyiv, Trud-GriPol., XXI, 252 p.

23. Hrytsaienko, Z.M. (2003). Metody biologichnyh ta agrohimiichnyh doslidzhen' roslin i g'runtiv [Methods of biological and agrochemical studies of plants and soils]. Kyiv, Nichlava, 316 p.

24. Yeshchenko, V.O. (2014). Osnovy naukovykh doslidzhen' v agronomii': pidruchnyk [Basics of scientific research in agronomy]. Vinnytsia, PE TD Edelweiss and K., 332 p.

25. Ermantraut, E.R., Prysiazhniuk, O.I., Shevchenko, I.L. (2007). Statystychnyj analiz agronomichnykh doslidnykh danyh u paketi STATISTICA 6.0 [Statistical analysis of agronomic research data in the package STATISTICA 6.0]. Kyiv, Poligraf Konsalting, 55 p.

### Сравнительная оценка химического состава цельнозерновой муки сорго зернового (*Sorghum bicolor*) и чиа (*Salvia hispanica*)

Третьякова С.А., Войтовская В.И., Евчук Я.В., Кононенко Л.М.

В статье освещены комплекс исследований и сравнительная оценка муки различных сортов и гибридов чиа и сорго, а также установлено, что по химическому составу эти культуры целесообразно использовать в качестве сырья для производства безглютеновых продуктов.

Для полноценной жизни люди с целиакией постоянно должны потреблять безглютеновые продукты питания. Безопасными считают рис, гречку, пшено, кукурузу, а также менее распространенные в Украине амарант, киноа, саго, чумиза, сорго.

Для получения качественных безглютеновых изделий важно правильно подобрать сырье и его соотношение по химическому составу. Поэтому целесообразно изучить и сравнить по своему химическому составу муку таких культур как сорго и чиа.

Целью исследования было изучение и сравнительная характеристика химического состава цельнозерновой муки сорго с чиа для использования в пищевой промышленности как средства при безглютеновом питании.

Экспериментальную часть работы проводили в течение 2017–2019 гг. с гибридами сорго зернового украинской (Лан 59), французской (Targga) и американской (Prime) селекций и шалфея испанского (чиа) (*Salvia hispanica*) сортов Сальба, Tzotzol, Iztac. С их зерна получали цельнозерновую муку сорго и чиа и определяли различные химические составляющие.

При сравнительном анализе химического состава муки сорго и чиа отмечено, что в среднем в сорго содержание белков было в пределах от 9,53 до 10,6 г, у сортов чиа – от 14,98 до 16,52 г, что в среднем на 5, 8 г больше.

По данным определения жиров, у гибрида сорго украинской селекции этот показатель составлял 2,8 г, французской – 1,24 г, американской – 3,3 г, что касается

чиа, то этот показатель значительно выше и варьирует по сортам от 30,12 до 30,71 г.

Крахмал является основной составляющей муки, и в сорговых его массовая доля составляет наибольшее у гибрида Prime – 63,7 г, Лан 59 – 63,1 г и наименьшее количество в Targga – 62,7 г.

Определено, что в муке сорго зернового и чиа высокое содержание витаминов группы В, которые являются коферментами ряда метаболических процессов. Мука сорговых, кроме вышеперечисленных витаминов, дополнительно содержит витамины В<sub>9</sub>, В<sub>5</sub>, В<sub>6</sub>. Высокие показатели микро- и макроэлементов установлено в сортах чиа.

**Ключевые слова:** мука, витамины, микроэлементы, белки, жиры, углеводы, целиакия, сорго, чиа.

### Comparative evaluation of whole grains flour chemical composition of grain sorghum (*Sorghum bicolor*) and chia (*Salvia hispanica*)

Tretiakova S., Voitovska V., Yevchuk Y., Kononenko L.

The article highlights a complex of studies and a comparative assessment of flour of various varieties and hybrids of chia and sorghum. It was found that, in terms of their chemical composition, these crops are advisable to use as raw materials for the production of gluten free products.

To live a full life, people with celiac disease must constantly consume gluten-free foods. Rice, buckwheat, millet, corn are considered safe, and amaranth, quinoa, sago, Setaria italica, sorghum are also less common in Ukraine.

To obtain high-quality gluten-free products, it is important to choose the right raw materials and their ratio in chemical composition. Therefore, it is advisable to study and compare the chemical composition of sorghum and chia flour.

The aim of the research was to study and compare the chemical composition of whole grain sorghum flour versus chia for use in the food industry as a source of gluten-free nutrition.

The experimental part of the work was carried out during 2017–2019 in the hybrids of grain sorghum of Ukrainian (Lan 59), French (Targga) and American (Prime) selection and Spanish sage (chia) (*Salvia hispanica*) varieties: Salba, Tzotzol, Iztac. Whole grain sorghum and chia flours were obtained from their grains and various chemical constituents were determined.

Comparative analysis of the chemical composition of sorghum and chia flour allows us to note that, on average, the protein content in sorghum was in the range from 9.53 to 10.6 g, in chia varieties from 14.98 to 16.52 g, which is on average five, 8 g more.

The data on the determination of fats show that in the hybrid of sorghum of Ukrainian selection, this indicator was 2.8 g, French 1.24 g, and American – 3.3 g, as for chia, this indicator is much higher and varies by varieties from 30, 12 to 30.71 g.

Starch is the main component of flour and in sorghum; its mass fraction is more in the Prime hybrid 63.7 g, Lan 59 – 63.1 g and the smallest amount in Targga – 62.7 g.

It has been determined that grain sorghum and chia flour has a high content of B vitamins, which act as coenzymes of a number of metabolic processes. In addition to the vitamins listed above, sorghum flour contains vitamins B9,

B<sub>5</sub>, B<sub>6</sub> as well. Chia varieties have high levels of micro- and microelements.

**Key words:** flour, vitamins, microelements, proteins, fats, carbohydrates, celiac disease, sorghum, chia.



Copyright: Третякова С.О. та ін. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



Третякова С.О.  
Войтовська В.І.  
Євчук Я.В.  
Кононенко Л.М.

ID: <https://orcid.org/0000-0002-1183-4479>  
ID: <https://orcid.org/0000-0001-5538-461X>  
ID: <https://orcid.org/0000-0002-8624-3825>  
ID: <https://orcid.org/0000-0001-7037-2692>

УДК633.34:577.118:631.541:631.559

## Вплив мікроелементів та інокуляції посівного матеріалу в технології вирощування сої

Федорук І.В. 

Подільський державний аграрно-технічний університет

 fedoryk\_i15@ukr.net



Федорук І.В. Вплив мікроелементів та інокуляції посівного матеріалу в технології вирощування сої. Збірник наукових праць «Агробіологія», 2020. № 2. С. 178–184.

Fedoruk I.V. Vplyv mikroelementiv ta inokuljacji' posivnogo materialu v tehnologii' vyroshhuvannja soi'. Zbirnyk naukovyh prac' «Agrobiologija», 2020. no. 2, pp. 178–184.

Рукопис отримано: 22.10.2020 р.

Прийнято: 05.11.2020 р.

Затверджено до друку: 24.11.2020 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2020-161-2-178-184

У статті обґрунтовано необхідність оброблення посівного матеріалу насіння сої інокулянтном та мікроелементом – препаратом Вуксал КоМо 15. Їх використання покращує здатність бобових рослин фіксувати атмосферний азот та діяльність двох важливих ферментів – нітроредуктази та нітрогенази, які необхідні для редукції нітратів та підвищення і розкриття генетичного потенціалу сорту з подальшим збільшенням якісного врожаю сої.

Один із важливих чинників, які впливають на врожай сої – це забезпеченість ґрунту вологою. Для цього необхідна здатність сорту реалізувати свій генетичний потенціал в екстремальних погодних умовах у поєднанні з обробленням насіння інокулянтами Хі Стік, Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender, а також з використанням мікродобрив на основі доступного бору через нанесення на листовий апарат у фазу бутонізації – початку цвітіння. Саме таке поєднання є вагомим елементом у технології вирощування сої.

Провівши облік врожаю варіантів з інокулянтами Хі Стік, Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender 1,42 + 1,42 л/т із додаванням Вуксал Борону було отримано різні результати залежно від групи стиглості сорту сої. Так, ранньостиглий сорт Максус збільшив урожайність до контролю на 5,5 ц/га, використання Вуксал Борону додало ще 1,8 ц/га, тимчасом середньостиглий сорт Кордоба додав 2,7 ц/га до контролю і додатково від використання Вуксал Борону – 2,6 ц/га, пізньостиглий сорт Саска збільшив урожайність до контролю на 3,7 ц/га і додатково від використання Вуксал Борону – 3,1 ц/га.

За використання сухого інокулянта на торфовій основі Хі Стік 4 кг/т та Хі Стік + Вуксал Борон також прослідковується позитивна динаміка зростання врожаю, за виключенням сорту Кордоба. На сорті Максус від використання інокулянта до контролю отримано додатково 5,2 ц/га і додатково від використання Вуксал Борону – 1,2 ц/га, на сорті Кордоба до контролю отримано додатково 1,3 ц/га, однак відбулося зменшення врожаю на 0,6 ц/га від використання Вуксал Борону через несприятливі погодні умови, на сорті Саска до контролю отримано додатково 3,2 ц/га і додатково від використання Вуксал Борону – 2,9 ц/га.

**Ключові слова:** соя, сорт, мікроелементи, інокуляція насіння, урожайність зерна.

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** Хімічний склад рослин сої може суттєво відрізнитися залежно від родючості ґрунту та балансу поживних речовин у ньому. За оптимальних умов рослини мають однаковий склад незалежно від території вирощування: 90 % сухої речовини становить вугле-

кислий газ, водень і кисень із повітря. Однак вони не засвоюються повною мірою, якщо в ґрунті недостатня кількість інших макро- і мікроелементів [1, 2, 3].

Нестача мікроелементів знижує врожайність, спричиняє ураження хворобами, погіршує якість зерна. Для росту і розвитку сої

мікроелементи надзвичайно важливі, оскільки наявність їх у достатній кількості є обов'язковою умовою інтенсивного засвоєння азоту з повітря [4, 5, 6].

Як зазначає Москалець В.В. [7], насамперед це такі мікроелементи як бор, молібден, мідь, цинк, залізо, марганець, кобальт, магній. За їх відсутності не може нормально розвиватися жодна рослина, оскільки вони входять до складу найважливіших ферментів, вітамінів, гормонів та інших фізіологічно активних речовин. Мікроелементи беруть участь у процесах синтезу білків, вуглеводів, жирів, вітамінів. Під їх впливом збільшується вміст хлорофілу в листках, посилюється асиміляційна діяльність рослини, зростає ефективність процесу фотосинтезу.

За науковими даними, на початкових фазах розвитку сої, до фази бутонізації та цвітіння, вона споживає незначну кількість NPK, однак з фази цвітіння до масового наливу бобів настає час максимального поглинання основних добрив [8, 9].

Найкращий спосіб забезпечення сільськогосподарських культур мікроелементами – позакореневе підживлення через обприскування впродовж вегетації у критичні фази розвитку культури, а саме: з фази 3–5 – трійчастих листочків, бутонізації та наливу нижніх бобів. У такий спосіб можна забезпечити потребу культур у мікроелементах на 100 % [10, 11].

Мікроелементи поглинаються соєю в меншій кількості, порівнюючи з азотом, фосфором, калієм, а інколи й кальцієм, магнієм та сіркою. Незважаючи на це, їх значення не менш важливе, а нестача мікроелементів призводить до значного уповільнення темпів росту і зниження врожайності. Цинк активує ряд ферментів, бере участь в азотному обміні речовин у рослині та формуванні білка, а також є необхідним в утворенні бульбочок під час виробництва амінокислоти триптофану. Залізо є необхідним складником хлорофілу і необхідне для дихання та процесів фотосинтезу, створення легмоглобіну. Марганець бере участь у метаболічних процесах, таких як активація ферментів, синтез хлорофілу, фотосинтез і редукція нітратів. Мідь необхідна для функціонування хлоропластів і покращення процесу фотосинтезу. Її нестача може знизити ріст і врожайність рослин сої через зниження інтенсивності фотосинтезу. Молібден забезпечує діяльність двох важливих ферментів – нітроредуктази та нітрогенази, які необхідні для редукції нітратів і для атмосферної фіксації азоту, зняття гербіцидного навантаження на культуру. Бор необхідний для активності меристеми і, отже, для росту пагонів, коренів, квіткових органів. Кобальт має важ-

ливе значення для ефективної фіксації азоту, позитивно впливає на кількість і масу бульбочкових бактерій та вміст азоту в рослині, який надходить під час основного внесення, а також позакореневого живлення [12, 13].

Оброблення посівного матеріалу препаратом Вуксал КоМо 15 позитивно впливає на отримання дружних сходів, сприяє росту і розвитку кореневої системи, зняттю гербіцидного навантаження на культуру, активізації роботи ферменту нітроредуктази, який сприяє біологічній фіксації атмосферного азоту.

Вуксал КоМо 15 – інноваційне добриво-суспензія з високим вмістом кобальту та молібдену, рекомендується для передпосівного оброблення насіння бобових культур. Молібден і кобальт беруть участь у процесі фіксації атмосферного азоту бульбочковими бактеріями, однак зазвичай містяться у низькій концентрації у ґрунті.

Вуксал КоМо 15 покращує процес азотфіксації, завдяки чому підвищується урожайність і якість продукції. Його можливо використовувати в поєднанні з іншими препаратами для оброблення насіння (протруйниками, інокулянтами тощо). Спеціальні добавки, які входять до складу, забезпечують рівномірний розподіл препарату та високе прилипання на поверхні насіння матеріалу.

Переваги:

- відмінний захист урожаю;
- повне забезпечення кобальтом і молібденом;
- цілеспрямоване живлення проростаючих рослин;
- відмінне покриття та адгезія елементів живлення на поверхні насіння;
- прекрасно сумісний з протруйниками насіння та інокулянтами;
- підвищує ефективність пестицидів для оброблення насіння [14].

Застосування добрив для сої є специфічним, враховуючи її біологічну здатність засвоювати атмосферний азот за допомогою симбіозу із бульбочковими бактеріями-азотфіксаторами та поглинати фосфор із важкодоступних сполук з ґрунту [15].

Ефективність використання фіксованого азоту і азоту з мінеральних добрив у сої суттєво залежить від сорту та умов вирощування рослин. Приріст урожайності від інокуляції може бути вищий, ніж від внесення азотних добрив.

Як і у всіх бобових, біологічна азотфіксація у сої залежить від взаємодії атмосферного азоту бактеріями під дією ферменту нітрогенази. Ця взаємодія відбувається в специфічних симбіотичних спільнотах корневих бульбочок і

вимагає великої кількості енергії (16 молекул АТФ на молекулу  $N_2$ ). Фіксація  $NO_3$  соєю також вимагає енергії на тому самому рівні, що зумовлює високу врожайність сої як у сортів з високою фіксацією азоту, так і за внесення великої кількості азотних добрив.

Соя фіксує велику кількість атмосферного азоту в симбіозі з *Bradyrhizobium*. Значна його частина використовується вегетуючою культурою сої, однак деяка частина залишається невикористаною в ґрунті і бульбочках. Після збору врожаю рештки азоту знаходяться в доступній формі для наступної культури, а їх об'єм залежить від ефективності азотфіксації [16].

Обов'язковим агроприємом для формування ефективного соєво – ризобіального симбіозу в технології вирощування сої є використання інокулянтів із високоефективними штамми бульбочкових бактерій, що характеризуються високою екологічною пластичністю до широкого спектра сучасних сортів [17, 18, 19, 20].

**Метою дослідження** було формування сортової продуктивності зерна сої залежно від інокуляції насіння та внесення мікродобрив для одержання підвищеної урожайності і якості насіння в умовах південно-західної частини Лісостепу України.

Об'єктом дослідження була культура сої, яка вирощується в умовах південно-західного Лісостепу України.

Предметом дослідження є рослини сої, інокуляція насіння інокулянтами: Хі Стік, Хай Кот Супер та Хай Кот Супер Extender, норми мікродобрив та їх внесення.

**Матеріал і методи дослідження.** Дослідження проводили в ТОВ «Гарант» (с. Оринін Кам'янець-Подільського району Хмельницької області) в сівозміні поля № 2 впродовж 2015–2017 років. Територіально дослідне поле розташоване в південно-західній Лісостеповій частині Хмельницької області; за умовами теплозабезпечення і зволоження належить до південного вологого агрокліматичного району області. Загальна площа дослідної ділянки становила 198 м<sup>2</sup>, а облікова площа – 150 м<sup>2</sup>. Повторність – чотирикратна. Спосіб розміщення варіантів у повторенні – методом рендомізованого латинського прямокутника.

**Результати дослідження та обговорення.** За результатами досліджень розроблено базовий варіант технології вирощування сої із застосуванням інокулянтів та мікродобрив в умовах південно-західного Лісостепу України.

Для визначення елементів структури врожаю зерна з кожного варіанта дослідів відбирали рослини для аналізу. Основні елементи структури врожаю рослин сої наведено в таблиці 1.

Показники врожайності за 2015 рік досить високі, особливо великий показник у варіанті дослідів з обробленням насіння інокулянтом Хай Кот на сортів Саска (30,6 ц/га), також у варіанті дослідів з обробленням насіння інокулянтом Хі Стік + Хай Кот + Вуксал Борон на сортах Кордоба (31,4 ц/га), Саска (32,0 ц/га). Високі показники врожайності має варіант дослідів з обробленням насіння інокулянтом Хай Кот + Вуксал Борон + Босфоліар на сортах Кордоба (29,4 ц/га), Саска (32,8 ц/га), а також варіант дослідів з обробленням насіння інокулянтом Хі Стік + Хай Кот + Вуксал Борон + Босфоліар на сортах Кордоба (32,0 ц/га), Саска (33,5 ц/га).

Погодно-кліматичні умови 2017 року проти минулого вегетаційного року (2016) були більш сприятливими для вирощування культури. Нестача вологи як у ґрунті, так і в повітрі впливала на урожайність сортів залежно від групи стиглості. За показниками врожайності ранньостиглий сорт Максус і середньостиглий сорт Кордоба згідно з технологічними прийомами, проведеними за схемою дослідження, мають зростання врожаю. Це зумовлено тим, що ранньостиглий сорт Максус і середньостиглий сорт Кордоба були в умовах недостатнього зволоження і подальшого його зниження, розпочинаючи з другої декади липня і до кінця третьої декади серпня. Формування врожаю у сортів Максус і Кордоба (закладка бобів, налив) відбувалися за помірної наявності вологи як у ґрунті, так і в повітрі. У пізньостиглого сорту Саска процеси цвітіння, закладання бобів, їх налив для першого-четвертого ярусів відбувалися за відносно сприятливих умов. Розпочинаючи з другої декади липня і до третьої декади серпня, відбулося зростання температури до 30–40 °С, а відносна вологість повітря падала до 25–40 %, внаслідок чого квіти і закладені боби абортувалися. Це зумовлено тим, що друге внесення Босфоліару, яке відбулося на початку першої декади липня, негативно вплинуло на врожай, що доводять дані врожайності.

В екстремальних погодно-кліматичних умовах 2017 року використання мікродобрив за низьких запасів вологи у ґрунті, повітрі та низького сокоруху у рослині пізньостиглих сортів сої негативно позначилося на врожайності. На варіантах сорту Саска відмічали передчасне розтріскування бобів, тимчасом на варіанті з однократним використанням Вуксал Борону цього не відбувалося. Це слід враховувати під час вирощування сої сортів будь-якої групи стиглості та довгострокового прогнозу погоди. Оброблення слід проводити за наявності продуктивної вологи ґрунту, рослини мають бути не в стані стресу.

Таблиця 1– Урожайність зерна сортів сої в досліді, ц/га

Чинник В – мікродобрива	Чинник С – інокуляція	Чинник А – сорти			Роки
		A0	A1	A2	
B0	C0	15,0	17,8	17,1	2015
		13,2	9,6	8,3	2016
		17,5	24,0	22,7	2017
	C1 Хі Стік	20,7	22,4	22,5	2015
		14,4	12,2	8,9	2016
		22,7	25,3	25,9	2017
	C2 Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	22,3	27,0	30,6	2015
		16,8	14,1	9,3	2016
		23,0	26,7	26,4	2017
	C3 Хі Стік+ Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	21,2	30,3	31,6	2015
		18,0	14,8	10,5	2016
		26,3	29,1	27,3	2017
B1	C0	16,5	19,7	19,3	2015
		13,5	10,1	8,5	2016
		19,7	24,5	23,6	2017
	C1 Хі Стік	22,1	23,9	24,5	2015
		14,8	12,6	9,3	2016
		23,9	24,7	28,8	2017
	C2 Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	23,2	28,3	31,5	2015
		17,9	14,7	9,8	2016
		24,8	28,6	29,5	2017
	C3 Хі Стік+ Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	22,9	31,4	32,0	2015
		19,7	15,9	11,4	2016
		27,7	31,5	29,2	2017
B2	C0	18,7	20,3	20,1	2015
		13,6	10,3	8,6	2016
		21,8	21,6	24,8	2017
	C1 Хі Стік	23,3	24,5	25,9	2015
		15,5	13,0	9,4	2016
		25,8	26,9	26,4	2017
	C2 Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	24,2	29,4	32,8	2015
		18,3	15,2	10,0	2016
		26,7	31,5	23,9	2017
	C3 Хі Стік+ Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	23,8	32,0	33,5	2015
		20,4	16,7	11,7	2016
		29,6	34,9	26,7	2017
НІР <sub>05</sub> А=1,58 ц/га; В=1,58 ц/га; С=1,83 ц/га					

За даними дослідження, у варіанті без інокулянтів та з використанням мікродобрива Вуксал Борон, незалежно від групи стиглості сортів сої, отримано прибавку врожаю від 0,5 до 2,2 ц/га, що становить відповідно 2,0–12,5 %. Повторне використання Босфоліару дало змогу отримати додатково від 1,1 до 2,1 ц/га, однак максимальний результат отримано на сорті Максус (2,1 ц/га), тимчасом сорт Саска дав змогу отримати 1,1 ц/га.

Погодно-кліматичні умови 2016 року проти вегетаційних років (2015, 2017 рр.) вирізняються більшою екстремальністю. Нестача вологи

як у ґрунті, так і в повітрі вплинула на врожайність сортів залежно від групи стиглості. За показниками врожайності ранньостиглий сорт Максус дав найкращий врожай 2016 року, порівнюючи з сортами Кордоба і Саска. Це зумовлено тим, що ранньостиглий сорт Максус в умовах недостатнього зволоження і подальшого його зниження зумів сформувати вищий урожай проти сортів Кордоба і Саска.

За період 2015–2017 років погодно-кліматичні умови в південно-західній Лісостеповій частині Хмельницької області вирізнялися нестабільними запасами вологи, однак оброблен-

ня насіння інокулянтами дало змогу отримати стабільно високі врожаї, завдяки чому рослини розкрили свій генетичний потенціал. Отже, подвійна інокуляція дає позитивні результати, тому що Хі Стік на торфовій основі краще активує рослини на початку вегетації (в період проростання – 2–3 трійчастий листок, ВВСН 05-12-13). Хай Кот Супер і Хай Кот Супер Extender активізують засвоєння азоту з фази до ВВСН 12-14, і надалі повністю розкривається генетичний потенціал сорту.

**Висновки.** 1. Завчасне оброблення посівного матеріалу інокулянтами і препаратом Вуксал КоМо 15 позитивно впливає на отримання дружних сходів, зняття гербіцидного навантаження на культуру, активізацію роботи процесів нітроредуктази. Одночасне використання інокулянтів і Вуксал КоМо 15 в баковій суміші можливе лише за умови, що період між обробленням посівного матеріалу і сівбою буде становити до тижня. У такому разі втрата бульбочкових бактерій буде мінімальною.

2. Поєднання процесу інокуляції та застосування мікродобрив у технології вирощування сої дають значні результати зі збільшення врожайності.

3. Слід обов'язково враховувати відносну вологість повітря і запаси продуктивної вологи ґрунту.

4. За результатами дослідження розроблено базовий варіант технології вирощування сої із застосуванням інокулянтів та мікродобрив в умовах південно-західного Лісостепу України.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур: навч. посіб. 4-те вид., випр., допов. Львів: НФФ «Українські технології», 2014. 492 с.
- Соя : монографія / Петриченко В.Ф. та ін. Вінниця: Діло, 2016. 392 с.
- Бабич А.О., Бабич-Побережна А.А. Селекція, виробництво, торгівля і використання сої в світі. Київ. Аграрні науки. 2011. 548 с.
- Шевніков М.Я., Коблай О.О. Застосування біологічних, хімічних та фізичних засобів у технологіях вирощування сої та кукурудзи: монографія. Полтава: ФОП Крюков Ю.Ф., 2015. 228 с.
- Чумак А. Бор у вирощуванні сої. Пропозиція. 2017. № 6. С. 88–89.
- Лихочвор В. Особенности листовой подкормки. Зерно. 2008. № 5. С. 48–53.
- Москалец В.В., Шинкаренко В.К. Застосування мікробних препаратів і мікроелементних добрив на якість зерна сої. Агроекологічний журнал. 2004. № 3. 20 с.
- Марчук І. Сучасні добрива – на варті врожаю. Пропозиція. 2009. № 4. С. 42–45.
- Фізіологія рослин : підручник / Макрушин М.М. та ін. Вінниця: Нова книга, 2006. 416 с.

10. Рекомендації з ефективного застосування мікробних препаратів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур / С.І. Мельник та ін. Міністерство аграрної політики України, Українська академія аграрних наук. Київ, 2007. 55 с.

11. До питання біологічно активних речовин сої / Кулик М.Ф. та ін. Вісник аграрної науки. 2000. № 10. С. 28–33.

12. Соя: биология, производство, использование / под редакцией Гурикбала Сингха. Факультет селекции, растений и генетики. Пенджабский сельскохозяйственный университет. Лудхиана. Индия: Зерно, 2014. 650 с.

13. Современные достижения науки и пути инновационного восхождения экономики региона, страны: международная научно-практическая конференция. г. Комрат, Н.-и. центр Прогрес, 2017. 402 с.

14. Вуксал КоМо. Спеціальна висококонцентрована суспензія для обробки насіння бобових культур (сої, квасолі, гороху, люпину тощо) з додатковими ефектами прилипача та сурфактанта. URL: <http://www.unifer.de/ua/zhivlennya-roslin/wuxal/wuxal-komo>

15. Наджерничная Е.В., Ковалевская Т.М. Влияние свободноживущих азотфиксирующих бактерий на формирование и функционирование бобово-ризобияльного симбиоза у некоторых сельскохозяйственных культур. Физиология и биохимия культурных растений. 2001. № 4. С. 355–362.

16. Від хорошого до кращого. Інокулянти компанії BASF. Агробізнес сьогодні: газета. ТОВ «Прес-медіа», 06 березня 2015. С. 20–22. URL: [agro@impress-media.kiev.ua](mailto:agro@impress-media.kiev.ua)

17. Федорук І.В. Вплив інокуляції насіння на врожай сої. Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки. Херсон, 2019. № 108. 110 с.

18. Бахмат М.І., Бахмат О.М. Розробка технологічних заходів для отримання екологічного зерна сої в умовах Західного Лісостепу. Корми і кормовиробництво. Київ, 2001. Вип. 47. С. 105–106.

19. Бахмат О.М., Федорук І.В. Формування урожайності зерна сої залежно від заходів адаптивної технології в умовах Лісостепу західного. Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка. м. Кам'янець-Подільський, 2017. Вип. 26. Ч. I. С. 9–14.

20. Федорук І.В. Формування сортової продуктивності зерна сої залежно від елементів технології вирощування. Аграрна наука та освіта в умовах євроінтеграції: збірник наукових праць міжнар. наук.-практ. конф. (Кам'янець-Подільський: ПДАТУ, 20–21 березня 2019 р.). Тернопіль: Крок, 2019. Ч. I. 163 с.

#### REFERENCES

- Petrichenko, V.F., Lihochvor, V.V. (2014). Roslinnictvo. Tehnologii' viroshhuvannja sil'skogospodars'kih kul'tur: navch. posib 4-te vid., vipr., dopov. [Plant growing. Technologies for growing crops]. Lviv, NFF Ukrainian Technologies, 492 p.
- Petrichenko, V.F., Lihochvor, V.V., Ivanjuk, S.V. (2016). Soja [Soybean]. Vynnytsia, Dilo, 392 p.
- Babich, A.O., Babich-Poberezhna, A.A. (2011). Selekcija, virobnictvo, torgivlja i vikoristannja soi' v sviti [Selection, production, trade and use of soybeans in the world]. Kyiv, Agricultural sciences, 548 p.
- Shevnikov, M.Ja., Kobljaj, O.O. (2015). Zastosuvannja biologichnih, himichnih ta fizichnih zasobiv u tehnologijah

viroshhuvannya soi' ta kukurudzii [Application of biological, chemical and physical means in soybean and corn growing technologies]. Poltava, FOP Krjukov Ju.F., 228 p.

5. Chumak, A. (2017). Bor u viroshhuvanni soi' [Boron in soybean cultivation]. Propozicija [Offer], no. 6, pp. 88–89.

6. Lihochvor, V. (2008). Osobennosti listovoj podkormki [Features of sheet top dressing]. Zerno [Grain], no. 5, pp. 48–53.

7. Moskalec', V.V., Shinkarenko, V.K. (2004). Zastosuvannya mikrobnih preparativ i mikroelementnih dobriv na jakist' zerna soi' [Application of microbial preparations and microelement fertilizers on soybean grain quality]. Agroekologichnij zhurnal [Agroecological journal], no. 3, 20 p.

8. Marchuk, I. (2009). Suchasni dobriva – na varti vrozhanja [Modern fertilizers are worth the harvest]. Propozicija [Offer], no. 4, pp. 42–45.

9. Makrushin, M.M., Makrushina, Je.M., Peterson, N.V., Mel'nikov, M.M. (2006). Fiziologija roslin [Plant physiology]. Vinnytsia, New book, 416 p.

10. Mel'nyk, S.I., Zhylkin, V.A., Gavryljuk, M.M., Snigovyj, V.S., Lisovyj, M.M. (2007). Rekomendacii z efektyvnogo zastosuvannya mikrobyh preparativ u tehnologijah vyroshhuvannya sil'skogospodars'kyh kul'tur [Recommendations for the effective use of microbial drugs in technologies for growing crops]. Ministerstvo agrarnoi' polityky Ukrainy, Ukrain's'ka akademija agrarnyh nauk [Ministry of Agrarian Policy of Ukraine, Ukrainian Academy of Agrarian Sciences]. Kyiv, 55 p.

11. Kulik, M.F., Zhmud', O.V., Babich, A.O., Zasuha, T.V., Obertjuh, Ju.V., Kulik, Ja.M., Zelins'ka, N.B. (2000). Do pitannya biologichno aktivnih rechovin soi' [On the issue of biologically active substances of soybeans]. Visnik agrarnoi' nauki [Bulletin of Agricultural Science], no. 10, pp. 28–33.

12. Gurikbal, S. (2014). Soja: biologija, proizvodstvo, ispol'zovanie [Soybean: biology, production, use]. Fakul'tet selekcii, rastenij i genetiki Pentdzhabskij sel'skohozjajstvennyj universitet Ludhiana [Faculty of Breeding, Plants and Genetics. Punjab Agricultural University. Ludhiana]. India, Zerno Publishing House, 650 p.

13. Sovremennye dostizhenija nauki i puti innovacionnogo voshozhdenija jekonomiki regiona, strany: mezhdunarodnaja nauchno-prakticheskaja konferencija [Modern achievements of science and ways of innovative ascent of economy of region, the country: the international scientific and practical conference]. Comrat, Research Center Progres, 2017, 402 p.

14. Vuksal KoMo. Special'na vysokocentrovana suspensija dlja obrobky nasinnja bobovyh kul'tur (soi', kvasoli, gorohu, ljupynu toshho) z dodatkovyju efektamy prylypacha ta surfaktanta [Vuksal KoMo. Special highly concentrated suspension for processing legume seeds (soybeans, beans, peas, lupins, etc.) with additional effects of adhesive and surfactant]. Available at: <http://www.unifer.de/ua/zhivlennya-roslin/wuxal/wuxal-komo>

15. Nadkernichnaja, E.V., Kovalevs'kaja, T.M. (2001). Vlijanie svobodnozhivushchih azotifiksirujushchih bakterij na formirovanie i funkcionirovanie bobovo-rizobial'nogo simbioza u nekotoryh sel'skohozjajstvennyh kul'tur [Influence of free-living nitrogen-fixing bacteria on the formation and functioning of bean-rhizobial symbiosis in some crops]. Fiziologija i biohimija kul'turnih rastenij [Physiology and biochemistry of cultivated plants], no. 4, pp. 355–362.

16. Vid horoshogo do krashhogo. Inokuljanty kompanii' BASF. Agrobiznes s'ogodni: gazeta. TOV «Pres-media», 06 bereznja 2015 [From Good to the Best. BASF inoculants company. Agribusiness Today: newspaper. "Press Media" LLC, 2015 March 6], pp. 1–3. Available at: [agro@impres-media.kiev.ua](mailto:agro@impres-media.kiev.ua)

17. Fedoruk, I.V. (2019). Vpliv inokuljacii' nasinnja na vrozhanja soi' [Influence of seed inoculation on soybean harvest]. Tavrijs'kij naukovij visnik. Sil'skogospodars'ki nauki [Taurian Scientific Bulletin. Agricultural sciences]. Kherson, no. 108, 110 p.

18. Bahmat, M.I., Bahmat, O.M. (2001). Rozrobka tehnologichnih zahodiv dlja otrimannya ekologichnogo zerna soi' v umovah Zahidnogo Lisostepu [Development of technological measures for obtaining organic soybean grain in the Western Forest-Steppe]. Kormi i kormovirobnictvo [Feed and feed production]. Kyiv, no. 47, pp.105–106.

19. Bahmat, O.M., Fedoruk, I.V. (2017). Formuvannya urozhanosti zerna soi' zalezno vid zahodiv adaptivnoi' tehnologii' v umovah Lisostepu zahidnogo [Formation of soybean grain yield depending on the measures of adaptive technology in the conditions of the Western Forest-Steppe]. Podil's'kij visnik: sil's'ke gospodarstvo, tehnika, ekonomika [Podolsk Bulletin: agriculture, technology, economics]. Kamyanets-Podilsky, Vol. 26, no. 1, pp. 9–14.

20. Fedoruk, I.V. (2019). Formuvannya sortovoi' produktyvnosti zerna soi' zalezno vid elementiv tehnologii' vyroshhuvannya [Formation of varietal productivity of soybean grain depending on the elements of cultivation technology]. Agrarna nauka ta osvita v umovah jevointegracii': zbirnyk naukovyh prac' mizhnar. nauk.-prakt. konf. (Kam'janec'-Podil's'kij: PDATU, 20–21 bereznja 2019 r) [Agricultural science and education in the context of European integration: a collection of scientific papers intern. scientific-practical conf., (Kamyanets-Podilsky: PDATU, March 20–21, 2019)]. Ternopil, Krok, no. 1, 163 p.

#### **Влияние микроэлементов и инокуляции посевного материала в технологии выращивания сои Федорук И.В.**

В статье обоснована необходимость обработки посевного материала семян сои инокулянтom и микроэлементом – препаратом Вуксал КоМо 15. Их использование улучшает способность бобовых растений фиксировать атмосферный азот и деятельность двух важных ферментов – нитроредуктазы и нитрогеназы, которые необходимы для редукации нитратов, повышения генетического потенциала сорта с последующим увеличением качественного урожая сои.

Одним из важных факторов, влияющих на урожай сои, является обеспеченность почвы влагой. Для этого необходима способность сорта реализовать свой генетический потенциал в экстремальных погодных условиях в сочетании с обработкой семян инокулянтами Хи Стик, Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender, с использованием микроудобрений на основе доступного бора путем нанесения на листовой аппарат в фазу бутонизации – начала цветения. Именно такое сочетание является весомым элементом в технологии выращивания сои.

При проведении учета урожая вариантов с инокулянтами Хи Стик, Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender 1,42 + 1,42 л/т с добавлением Вуксал Борона были полу-

ченые разные результаты в зависимости от группы спелости сорта сои. Так, раннеспелый сорт Максус увеличил урожайность к контролю на 5,5 ц/га, использование Вуксал Борона прибавило еще 1,8 ц/га, тогда как среднеспелый сорт Кордоба прибавил 2,7 ц/га к контролю и дополнительно от использования Вуксал Борона – 2,6 ц/га; позднеспелый сорт Саска увеличил урожайность к контролю на 3,7 ц/га и дополнительно от использования Вуксал Борона – 3,1 ц/га.

При использовании сухого инокулянта на торфяной основе Хи Стик 4 кг/т и Хи Стик + Вуксал Борон также прослеживается положительная динамика роста урожая, за исключением сорта Кордоба. На сорте Максус при использовании инокулянта к контролю получено дополнительно 5,2 ц/га и дополнительно от использования Вуксал Борона – 1,2 ц/га; сорте Кордоба дополнительно – 1,3 ц/га, но произошло уменьшение урожая на 0,6 ц/га от использования Вуксал Борона при неблагоприятных погодных условиях. По сорту Саска к контролю получено дополнительно 3,2 ц/га и дополнительно от использования Вуксал Борона – 2,9 ц/га.

**Ключевые слова:** соя, сорт, микроэлементы, инокуляция семян, урожайность зерна.

#### **Influence of microelements and seeding inoculation in soybean growing technology**

**Fedoruk I.**

The article substantiates the necessity of treating seeds of soybean with an inoculum and microelement with Vuksal CoMO 15. Their usage improves the ability of leguminous plants to fix atmospheric nitrogen and improves the activity of two important enzymes, nitroreductase and nitrogenase, which are necessary for the reduction of nitrates and increasing the potential of soybean yield. Conclusions are made on the basis of research data analysis.

One of the important factors affecting the soybean crop is the moisture availability in the soil, and here the ability of the variety becomes one of the first places to realize their genetic potential in extreme weather conditions in combination with seed treatment inoculant HiStik, HiKot Super + HiKot Super Extender, combined with the use of micronutrient fertilizers based on available boron path is applied to the leaf apparatus during the budding phase of the beginning of flowering; this combination is a significant element in soybean growing technology.

Having counted the crop according to the options with the HiCstick inoculant, HighCot Super + HighCot Super Extender 1.42+1.42 l/t with the addition of Vuksal Boron, different results were obtained depending on the ripeness group of the soybean variety. So, the early stigli grade Maxus increased the yield to control by 5.5 c/ha, while the use of Vuksal Boron down another 1.8 c/ha, while the mid-season Cordoba added 2.7 c/ha to the control and additionally from the use of Vuksal Boron 2.6 c/ha, the late-ripening Saska variety increased yields to control by 3.7 c/ha, and additionally 3.1 c/ha from the use of Vuksal Boron.

The use of dry inoculant on peat base ChiStik 4 kg/t and ChiStik + Vuksal Boron also shows a positive dynamics of crop growth with the exception of Cordoba. On the Maxus cultivar, an inoculant use for the control was additionally obtained 5.2 c/ha and additionally 1.2 c/ha from the use of Vuksal Boron, an additional 1.3 c/ha was obtained for the Cordoba control, but the yield decreased by 0.6 c/ha use of Vuksal Boron for adverse weather conditions, the Saska variety for control received an additional 3.2 c/ha, and additionally from the use of Vuksal Boron 2.9 c/ha.

**Key words:** soybeans, variety, trace elements, seed inoculation, grain yield.



Copyright: Федорук I.B. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.





Федорук I.B.


ID: <https://orcid.org/0000-0001-7439-6181>

УДК 606:634.334:632.982.9

## Визначення ефективного способу стерилізації рослинних експлантів лайма *Citrus aurantifolia* та сортів лимона *Citrus lemon* для введення в культуру *in vitro*

Шох С.С. , Сич З.Д., Карпук Л.М. 

Білоцерківський національний аграрний університет

 Шох С.С. E-mail: shochss@ukr.net

Шох С.С., Сич З.Д., Карпук Л.М. Визначення ефективного способу стерилізації рослинних експлантів лайма *Citrus aurantifolia* та сортів лимона *Citrus lemon* для введення в культуру *in vitro*. Збірник наукових праць «Агробіологія», 2020. № 2. С. 185–191.

Shoh S.S., Sych Z.D., Karpuk L.M. Vyznachennja efektyvnogo sposobu sterylizacii' roslynnyh eksplantiv lajma *Citrus aurantifolia* ta sortiv lymona *Citrus lemon* dlja vvedennja v kul'turu *in vitro*. Zbirnyk naukovykh prac' «Agrobiologija», 2020. no. 2, pp. 185–191.

Рукопис отримано: 30.10.2020 р.

Прийнято: 13.10.2020 р.

Затверджено до друку: 24.11.2020 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2020-161-2-185-191

Цитрусові рослини, які вирощують у горщику, користуються незмінним попитом, однак розмноження таких рослин потребує використання зимової теплиці та декількох добре розвинених маточних рослин для отримання садивного матеріалу. Використання мікроклонального розмноження дає змогу прискорити отримання насінневого матеріалу, однак вимагає детального розроблення методики культивування *in vitro*.

Метою досліджень було вивчення ефективності стерилізаційних речовин і способів стерилізації на вихід життєздатних мікропагонів рослин лайма (*Citrus aurantifolia*) та сортів лимона Мейєра та Ювілейний та їх ріст у культурі *in vitro*.

Дослідження проводили на базі міжкафедральної біотехнологічної лабораторії агробіотехнологічного факультету БНАУ. Вихідним матеріалом використовували мікропагони з рослин лайма (*Citrus aurantifolia*) та сортів лимона (*Citrus lemon*) Мейєра та Ювілейний. Об'єкти дослідження обрано за різномірністю генотипів, типом розвитку та сортовими особливостями. Особливістю культури *in vitro* є можливість використання для розмноження різних частин рослин. У дослідженнях використано мікропагони з брунькою.

Для знешкодження екзогенної бактеріальної та грибової мікрофлори використовували 70 % розчин етанолу C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH, гіпохлорит натрію 5 %, 15 % розчин пероксиду водню H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, сулеми (0,1) та відмивали в стерильній воді (один раз у 5–10 хв) за кількома схемами.

Установлено вплив різних режимів стерилізації для отримання стерильних експлантів та введення в культуру рослин експлантів виду лайма *Citrus aurantifolia* та сортів лимона Мейєра і Ювілейний. Виявлено, що використання ступеневої стерилізації з використанням 2,5 % розчину гіпохлориту натрію дає високий відсоток стерильного життєздатного матеріалу – 27,7 %, що суттєво більше за інші варіанти дослідів.

**Ключові слова:** мікропагони, лайм, стерильний матеріал, мікророзмноження, стерилізація, перексид водню, життєздатність експлантів.

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** Метод мікроклонального розмноження успішно використовують для швидкого розмноження цінних форм рослин. Такий метод дає змогу отримати максимальну кількість рослин, ідентичних вихідній, яку виділили за комплексом цінних ознак. Зазвичай для швидкого розмноження використовують частини рослин з точкою росту. Досягнення високих результатів у насінництві рослин можливо за допомогою мікророзмноження. Використовуючи умови

культивування *in vitro* коефіцієнт розмноження рослин зростає у кілька разів. Високі показники коефіцієнта розмноження з використанням методу мікроклонального розмноження отримано у багатьох культур: у цукрових буряків за шість місяців – 1:5000, що не може бути досягнуто використанням інших методів [5, 6].

Успіх мікророзмноження насамперед залежить від вдало підібраних методів стерилізації рослинного матеріалу. Стерильність – основна умова успішного розмноження рослин *in vitro*.

Ефективність практичного використання розмноженого матеріалу залежить також і від правильного підбору рослинного матеріалу для виділення експлантів. Особливу увагу слід приділяти відбору рослинного матеріалу вільного від інфекції, зокрема вірусної. Наявність вірусної інфекції свідчить про латентну форму інфекції, що ускладнює введення в культуру експлантів цитрусових культур. Відсутність зовнішньої – бактеріальної і грибною інфекції досягають підбором методів стерилізації та концентрацій стериліантів і експозиції обробки [7, 9].

Дослідження з мікроклонального розмноження рідкісних культур, які вирощують у кімнатних умовах, є новими для України. Цитрусові рослини, які вирощують у горщику, користуються незмінним попитом, однак розмноження таких рослин потребує використання зимової теплиці та декількох добре розвинених маточних рослин для отримання садивного матеріалу. Успішне розмноження цитрусових рослин, зокрема лайма (*Citrus aurantifolia*) та лимона (*Citrus lemon*) можливе із застосуванням клонального мікророзмноження, що дає змогу отримати велику кількість садивного матеріалу за короткий термін [3, 4].

Мікроклональне розмноження цитрусових культур стримує відсутність досліджень стерилізаційних речовин, ефективність їх концентрацій для отримання стерильної культури сортів лимона, та способів отримання стерильних мікропагонів для вирощування лайма (*Citrus aurantifolia*) в культурі *in vitro*.

**Метою дослідження** було вивчення ефективності стерилізаційних речовин і способів стерилізації на вихід життєздатних мікропагонів рослин лайма (*Citrus aurantifolia*) та сортів лимона Мейєра та Ювілейний та їх ріст у культурі *in vitro*.

**Матеріал і методи дослідження.** Дослідження проводили на базі міжкафедральної біотехнологічної лабораторії агробіотехнологічного факультету БНАУ. Вихідним матеріалом використовували мікропагони з рослин лайма (*Citrus aurantifolia*) та сортів лимона (*Citrus lemon*) Мейєра та Ювілейний. Об'єкти дослідження обрано за різномірністю генотипів, типом розвитку та сортовими особливостями. Особливістю культури *in vitro* є можливість використання для розмноження різних частин рослин. У дослідженнях використано пагони з брунькою, листком і черешком листка.

Сорт Мейєра або Китайський карлик. Карликова рослина з компактною, добре облищеною кроною. Один з найбільш низькорос-

лих сортів. Рослини сорту рано починають плодоносити. Квітки менші, ніж у інших сортів, білі, зібрані у суцвіття. Урожайний у кімнатній культурі, дає багато плодів з гладенькою і тонкою шкіркою. Плоди лимона масою до 100 г, округло-овальні, яскраво-жовті, іноді – оранжеві, шкірка легко відділяється.

Відрізняється підвищеною жаростійкістю та морозостійкістю, порівнюючи з іншими сортами лимона. Вирощують на південних і південно-західних вікнах.

Сорт Ювілейний. Дерево низькоросле, з розлогою кроною, до 1,5 м. Плоди крупні, достатньо кислі, округло-видовженої форми, товстошкірі, масою до 500 г. Рослини невибагливі до умов вирощування, жаростійкі та посухостійкі, легко переносять перепади температури до 5 °С.

Рослини швидко адаптуються до нових умов – 20–30 діб. Сорт слаборослий, часто замість пагонів формуються букетні гілочки з бутонами, які потрібно видаляти. Не вибагливий до родючості ґрунту, тіншовитривалий і посухостійкий.

Лайм – невелике дерево або кущ висотою від 1,5 до 5,0 м. Крона густа, гілки покриті короткими колючками. Суцвіття пазушні, з 1–5 квітками, цвітуть упродовж року, плоди невеликі – 4–6 см у діаметрі, яйцеподібні, м'якуш помаранчевий, кислий, має приємний духмяний аромат. Шкірка зелена, жовтувато-зелена, або жовта, за повної стиглості дуже тонка. Плодоносити починають з 3 року життя. Цвітіння і досягання плодів у рослин відбувається впродовж року. Збиральна стиглість – закінчення росту плоду та поява світло-зеленого забарвлення. Від лимона плоди відрізняються тоншою шкіркою та кислишим м'якушем.

Рослини для досліджень вирощували у горщиківій культурі в адаптаційній кімнаті біотехнологічної лабораторії, для наближення рослин до умов культивування *in vitro*. Відбір живців здійснювали у весняно-літній період за настання фази спокою (між 1 і 2 хвилиєю росту рослин). Відбирали рослини здорові ззовні, без ознак хвороб та фізіологічних відхилень.

Експланти відбирали від рослин з високим потенціалом за комплексом сортових ознак. Для введення в культуру *in vitro* мікропагонів лимона та лайма відбирали верхівкові, добре розвинені пагони, які поміщали на зволожений фільтрувальний папір та складали у поліетиленові пакети з зіп-застібкою. Після підготування рослинного матеріалу важливо швидко вводити на середовище підготовлені

мікропагони, для запобігання подальшому інфікуванню рослинного матеріалу та, унаслідок, погіршенню росту рослин.

Враховуючи значну відмінність рослинного матеріалу цитрусових культур за генотипом та сортовими і видовими особливостями, підбирали кілька варіантів оброблення для кожного стериліанта.

Для знешкодження екзогенної бактеріальної та грибкової мікрофлори використовували 70 % розчин етанолу  $C_2H_5OH$ , гіпохлорит натрію 5 %, 15 % розчин пероксиду водню  $H_2O_2$ , сулеми (0,1) та відмивали в стерильній воді (один раз у 5–10 хв) за наступною схемою:

1. Етанол – 1 хв.
2. Гіпохлорид натрію – 10 хв.
3. Пероксид водню – 5 хв.
4. Сулема – 10 хв.

Після промивання стерилізовані мікропагони висаджували в пробірки та лабораторні банки з поживним середовищем Мурасіге і Скуга (MS) [10].

Стерилізацію мікропагонів обраних сортів здійснювали у ламінар-боксі за кількома схемами:

1. Гіпохлорит натрію 2,5 %, обробка впродовж 15 хв, промивання проточною водою 10 хвилин.
2. Гіпохлорит натрію 5 %, обробка впродовж 15 хв, промивання проточною водою 10 хвилин.

3. Гіпохлорит натрію 7 %, обробка впродовж 10 хв, промивання проточною водою 15 хвилин.

4. Пероксид водню 10 %, промивання проточною водою 5 хв.

5. Пероксид водню 15 %, промивання проточною водою 2,5 хв.

6. Пероксид водню 20 %, промивання проточною водою 2,5 хв.

Оброблений матеріал промивали стерильною дистильованою водою тричі по 10 хв.

Експланти культивували за освітлення 3–4 тис. лк, температурі  $23 \pm 2$  °C і вологості повітря 75 % з 14-годинним фотоперіодом. Результати експерименту оцінювали через 6–8 тижнів культивування.

**Результати дослідження та обговорення.** Окремі стерилізаційні речовини мали негативний вплив на мікропагони. У пробірках оброблені експланти часто гинули внаслідок негативного впливу на рослинні клітини лайма (*Citrus aurantifolia*) різних концентрацій стериліанту. За зменшення концентрацій стерилізаційних речовин вихід стерильної культури суттєво зменшувався. Застосування сулеми, незважаючи на високу ефективність стерилізації у варіанті досліду (15,9 %), призводило до знебарвлення тканин мікропагонів та надалі – зменшення відсотка життєздатних експлантів (рис. 1).

Варіант стерилізації з використанням етанолу також відрізнявся за своєю дією на экс-

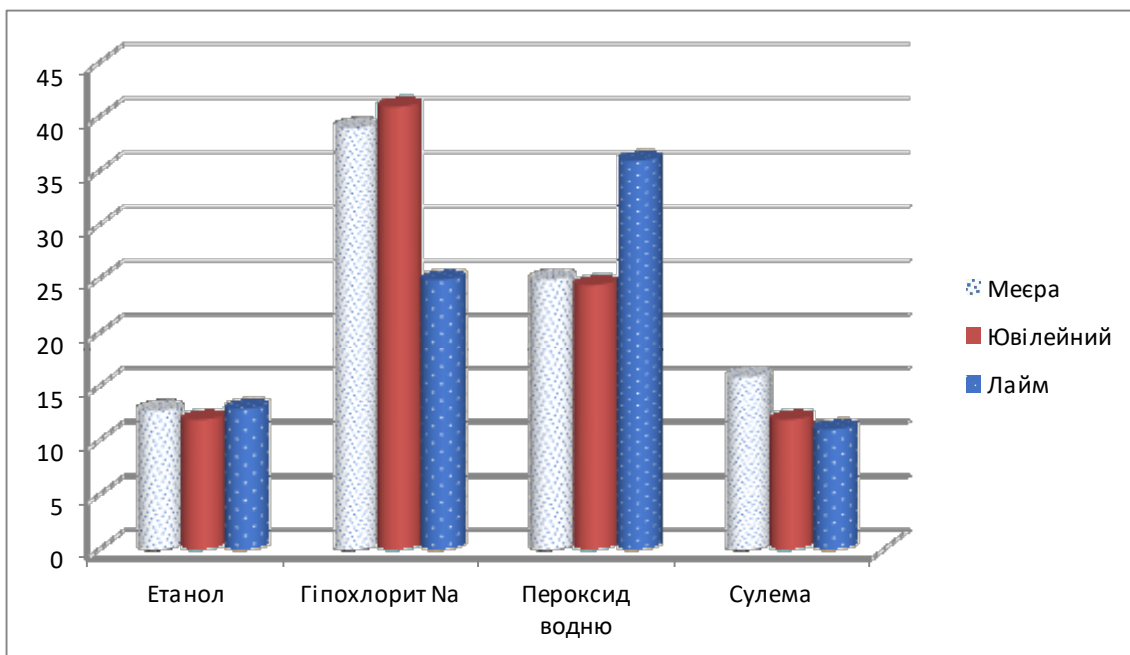


Рис. 1. Вплив стерилізуючих речовин на кількість життєздатних експлантів цитрусових культур.

планти. Незважаючи на високу ефективність, таке оброблення надалі негативно впливало на життєздатність мікропагонів під час культивування.

Серед досліджених зразків оброблення стерилізуючими речовинами негативно позначалось на життєздатності мікропагонів лайма. Варіант з обробленням пероксидом водню виявився найменш токсичним, що може бути пов'язано з морфологічною будовою кори рослин лайма.

Установлено, що за оброблення 70 % розчином етанолу (1 хв), пероксиду водню (5 хв) та сулеми (10 хв) отримано високий відсоток стерильних експлантів – 12,8–15,9 % (табл. 1). Оброблення гіпохлоритом натрію (10 хв) давало найменший відсоток стерильних пагонів (9,4 %), однак найбільшу кількість життєздатних експлантів сортів лимона Мейєра та Ювілейний.

ність оброблення та вихід життєздатних стерильних експлантів (15,7 і 14,8 % відповідно) (табл. 2).

Найбільшу ефективність у досліді відмічено у препараті гіпохлориту натрію за концентрації 2,5 % та експозиції 15 хвилин – вихід стерильних експлантів становить 27,7 %, що суттєво більше за інші варіанти досліді.

У дослідженні підібрали стерилізуючі речовини, які легко вимиваються з тканин рослин та мають мінімальний вплив на зменшення життєздатності експлантів. Для стерилізації мікропагонів лайма високу ефективність має варіант стерилізації пероксидом водню у концентрації 15 % та експозиції 5 хвилин. Під час аналізу різних концентрацій стерилізуючих речовин виявлено, що кількість життєздатних експлантів із сортів лимона була більшою у варіантів 1, 3, 5.

Таблиця 1 – Вихід життєздатних експлантів під час стерилізації пагонів цитрусових культур

Варіант	Стерилізаційні речовини	Концентрація, %	Час обробки, хв	Відсоток стерильних експлантів
1	Етанол	70	1	12,8 ± 1,4
2	Гіпохлорит Na	5	10	9,4 ± 3,9
3	Пероксид водню	15	5	13,2 ± 3,0
4	Сулема	0,1	10	15,9 ± 2,1

Таблиця 2 – Вихід життєздатних експлантів залежно від концентрації під час стерилізації мікропагонів сортів лимона Мейєра та Ювілейний

Варіант	Стерилізаційні речовини	Концентрація, %	Час обробки, хв	Відсоток стерильних експлантів
1	Гіпохлорит натрію	2,5	15	27,7 ± 4,0
2	Гіпохлорит натрію	5	15	1,4 ± 0,9
3	Гіпохлорит натрію	7	10	15,7 ± 2,0
4	Пероксид водню	10	5	4,8 ± 1,0
5	Пероксид водню	15	2,5	14,8 ± 3,1
6	Пероксид водню	20	2,5	5,2 ± 4,3

У наступному варіанті дослідження було проаналізовано різні концентрації стерилізуючих речовин – гіпохлориту натрію та пероксиду водню. Для визначення ефективної концентрації та експозиції стериліантів використовували додаткові концентрації стериліантів під час стерилізації мікропагонів. У варіантів 3 – гіпохлорит натрію (7 %, 10 хв) і 5 – пероксид водню (15 %, 2,5 хв) за збільшення концентрації збільшується ефектив-

Мікропагони з вегетативних бруньок дорослих рослин лайма характеризувалися низьким коефіцієнтом розмноження. Подальші дослідження, пов'язані з удосконаленням методики мікроклонального розмноження, потрібно спрямувати на вивчення режимів культивування мікропагонів та модифікації поживного середовища.

**Висновки.** Визначено кращу концентрацію стериліантів під час стерилізації мікропа-

гонів лайма. У варіанті пероксид водню 15 % і експозиції 5 хвилин відмічали найбільшу кількість життєздатних експлантів.

Найбільшу ефективність у досліді відмічено у препараті гіпохлорит натрію за концентрації 2,5 % та експозиції 15 хвилин – вихід стерильних експлантів становив 27,7 %, що суттєво більше за інші варіанти досліді.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Самарина Л.С., Коломієць Т.М. Особенности микроразмножения *C. limon* в условиях *in vitro*. Биотехнология в растениеводстве, животноводстве и ветеринарии: материалы IX молодежной научной конференции. Москва, 2009. ВНИИ СБ С. 25–26.

2. Горшков В.М., Самарина Л.С., Коломієць Т.М. Экологические и биологические особенности основных видов рода *Citrus* для промышленного возделывания. Субтропическое и южное садоводство России. 2009. Т. 2. С. 250–255.

3. Самарина Л.С., Коломієць Т.М. Регенерация лимона *in vitro* из стеблевых почек и нуцеллярных зародышей. Научное обеспечение АПК: сб. тез. IV науч.-практ. конф. молодых ученых. Краснодар, 2010. С. 220–222.

4. Самарина Л.С., Коломієць Т.М., Налбантова Н.С. Микроклональное размножение цитрусовых культур и их подвоев. Научное обеспечение АПК: сб. тез. VI науч.-практ. конф. молодых ученых. Краснодар, 2012. С. 51–53.

5. Кушнір Г.П., Сарнацька В.В. Мікроклональне розмноження рослин, теорія і практика. К.: Наук. думка, 2005. 270 с.

6. Подгасцький А.А., Мацкевич В.В., Подгасцький А.А. Особливості мікроклонального розмноження видів рослин: монографія. Біла Церква: БНАУ, 2018. 209 с.

7. Бутенко Р.Г. Биотехнологии на основе культивируемых *in vitro* клеток растений. Аграрная наука. 1993. № 4. С. 25–27.

8. Лейке Г., Лабес Р., Эргель К. Использование культуры тканей и органов в селекции растений и производстве посадочного материала. Петерсдорф. М.: Колос, 1980. 77 с.

9. Кунах В.А. Биотехнологія лікарських рослин. Генетичні та фізіолого-біохімічні основи. К.: Логос, 2005. 730 с.

10. Murashige T., Skoog F. Arevised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. Phys. Pia. 1962. 15, No 3. P. 473–497.

11. Биотехнологія рослин: навч. посіб. / Мельничук М.Д. та ін. К.: Видавничий центр НУБіП України, 2011. 216 с.

12. Murashige T. Plant propagation through tissue cultures. Annu. Rev. Plant Physiol. 1974. Vol. 25. P. 135–166.

13. Исследование эффективности антибиотиков и стерилизаторов нового поколения для подавления бактериальной и грибной контаминации среды и эксплантов / Л.Л. Бунцевич и др. Плодоводство и виноградарство Юга России. 2012. № 16.

14. Бунцевич Л.Л., Костюк М.А., Палецкая Е.Н. Совершенствование системы производства высококачественного безвирусного посадочного материала плодовых и ягодных культур. Разработки, формирующие со-

временный облик садоводства: монография. Краснодар: ГНУ СКЗНИИСиВ. 2011. С. 254–275.

15. Гранда Х.Р.К. Микроклональное размножение хризантем. Изв. ТСХА. 2009. № 1. С. 145–148.

16. Челябин Д.Н. Регенерационный потенциал элитных форм малины в культуре *in vitro*: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05. Брянск, 2012. 22 с.

17. Pu-nyarani Kshctrimayum, Sharma G. Jitendra Micropropagation Costus speciosus (Koen.) Sm. using nodal segment culture. Not. sci. biol. 2010. № 1. P. 58–62.

18. Response of *in vitro* strawberry to antibiotics / Y.H. Qin et al. Plant Growth Regulation. 2011. Vol. 65. № 1. P. 183–193.

19. High efficiency *in vitro* plant regeneration from epicotyl explants of Ponkan Mandarin (*Citrus reticulata* Blanco) / Zeng Lihui et al. In Vitro Cell and Dev. Biol. Plant. 2009. Vol. 45, № 5. P. 559–564.

20. Zou Ying-Ning. Micropropagation of Chinese Plum (*Prunus salicina* Lindl.) Using Mature Stem Segments. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca. Vol. 38(3). P. 214–218. URL: <https://doi.org/10.15835/nbha3834614>, 2010. Vol. 38, № 3. P. 214–218.

#### REFERENCES

1. Samarina, L.S., Kolomic, T.M. (2009). Osobnosti mikrorazmnozhenija *C. limon* v uslovijah *in vitro*. Biotehnologija v rastenievodstve, zhivotnovodstve i veterinarii: materialy IX molodezhnoi nauchnoi konferencii [Peculiarities of micropropagation of *C. limon* *in vitro*. Biotechnology in plant growing, animal husbandry and veterinary medicine: materials of the IX youth scientific conference]. Moscow, VNI SB, pp. 25–26.

2. Gorshkov, V.M., Samarina, L.S., Kolomic, T.M. (2009). Jekologicheskie i biologicheskie osobennosti osnovnyh vidov roda *Citrus* dlja promyshlennogo vzdelyvanija [Ecological and biological characteristics of the main species of the genus *Citrus* for industrial cultivation]. Subtropicheskoe i juzhnoe sadovodstvo Rossii [Subtropical and southern Russian gardening]. Vol. 2, pp. 250–255.

3. Samarina, L.S., Kolomic, T.M. (2010). Regeneracija limona *in vitro* iz steblevykh pochek i nucelljarnykh zarodyshej. Nauchnoe obespechenie APK: sb. tez. IV nauch.-prakt. konf. molodyh uchenykh [Regeneration of lemon *in vitro* from stem buds and nucellar embryos. Scientific support of the agro-industrial complex: sat. thesis. IV scientific-practical. conf. young scientists]. Krasnodar, pp. 220–222.

4. Samarina, L.S., Kolomic, T.M., Nalbantova, N.S. (2012). Mikroklonal'noe razmnozhenie citrusovykh kul'tur i ih podvoev. Nauchnoe obespechenie APK: sb. tez. VI nauch.-prakt. konf. molodyh uchenykh [Microclonal reproduction of citrus crops and their rootstocks: Scientific support of the agro-industrial complex: sat. thesis. VI scientific-practical. conf. young scientists]. Krasnodar, pp. 51–53.

5. Kushnir, G.P., Samac'ka, V.V. (2005). Mikroklonal'ne rozmnozhenija roslyn, teorija i praktyka [Microclonal plant propagation, theory and practice]. Kyiv, Scientific thought, 270 p.

6. Podgajec'kyj, A.A., Mackevych, V.V., Podgajec'kyj, A.A. (2018). Osoblyvosti mikroklonal'nogo rozmnozhenija vydiv roslyn: monografija [Features of microclonal reproduction of plant species]. Bila Tserkva, BNAU, 209 p.

7. Butenko, R.G. (1993). Biotehnologii na osnove kul'tiviruemykh *in vitro* kletok rastenij [Biotechnology based on in

vitro cultured plant cells]. Agrarnaja nauka [Agricultural science], no. 4, pp. 25–27.

8. Lejke, G., Labes, R., Jertel', K. (1980). Ispol'zovanie kul'tury tkanej i organov v selekcii rastenij i proizvodstve posadochnogo materiala. Petersdorf [The use of tissue culture and organs in plant breeding and the production of planting material. Petersdorf]. Moscow, Kolos, 77 p.

9. Kunah, V.A. (2005). Biotehnologija likars'kyh roslyn [Biotechnology of medicinal plants]. Genetychni ta fiziologo-biohimichni osnovy [Genetic and physiological and biochemical bases]. Kyiv, Logos, 730 p.

10. Murashige, T., Skoog, F. (1962). Arevised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. Phys. Pia. 15, no. 3, pp. 473–497.

11. Melnychuk, M.D., Hryhoriuk, I.P., Novak, T.V., Kliachenko, O.L., Kolomiets, Yu.V., Spirydonov, V.H., Kliuvadenko, A.A., Antipov, I.O., Overchenko, V.V., Oblap, R.V., Novak, N.B. (2011). Biotehnologija roslyn: navch. posib. [Plant biotechnology]. Kyiv, NULES Publishing Center of Ukraine, 216 p.

12. Murashige, T. (1974). Plant propagation through tissue cultures. Annu. Rev. Plant Physiol. Vol. 25, pp. 135–166.

13. Buntsevych, L.L., Kostiuk, M.A., Zakharchenko, R.S., Paletskaia, E.N. (2012). Issledovanie jeffektivnosti antibiotikov i sterilizatorov novogo pokolenija dlja podavlenija bakterial'noj i gribnoj kontaminacii sredi i jeksplantov [Investigation of the effectiveness of new generation antibiotics and sterilizers for suppressing bacterial and fungal contamination of the environment and explants]. Plodovodstvo i vinogradarstvo Juga Rossii [Fruit growing and viticulture of the South of Russia], no. 16.

14. Bunceovich, L.L., Kostjuk, M.A., Paleckaja, E.N. (2011). Sovershenstvovanie sistemy proizvodstva vysokokachestvennogo bezvirusnogo posadochnogo materiala plodovyh i jagodnyh kul'tur [Improving the production system of high-quality virus-free planting material for fruit and berry crops]. Razrabotki, formirujushhie sovremennyj oblik sadovodstva: monografija [Developments shaping the modern face of horticulture]. Krasnodar, GNU SKZNIISiV, pp. 254–275.

15. Granda, H.R.K. (2009). Mikroklonal'noe razmnozhenie hrizantem [Micropropagation of chrysanthemums]. Izv. TSHA [News of TSKHA], no. 1, pp. 145–148.

16. Cheljaev, D.N. (2012). Regeneracionnyj potencial jelitnyh form maliny v kul'ture in vitro: avtoref. dis. ... kand. s.-h. nauk: 06.01.05 [Regeneration potential of elite raspberry forms in in vitro culture: abstract of dissertation of the candidate of agricultural sciences]. Brjansk, 22 p.

17. Pu-nyarani, Kshetrimayum, Sharma, G. (2010). Jitendra Micropropagation Costus speciosus (Koen.) Sm. using nodal segment culture. Not. sci. biol. no. 1, pp. 58–62.

18. Qin, Y.H., Jaime A. Teixeira, da Silva, Bi, J.H., Zhang, S.L., Bu, G.B. Response of in vitro strawberry to antibiotics. Plant Growth Regulation. 2011. Vol. 65, no. 1, pp. 183–193.

19. Zeng, Lihui, Xu, Haifeng, Zeng Yunqi, Luan Aiye, Wang Huiquang (2009). High efficiency in vitro plant regeneration from epicotyl explants of Ponkan Man-darin (*Citrus reticulata* Blanco). In Vitro Cell and Dev. Biol. Plant. Vol. 45, no. 5, pp. 559–564.

20. Zou, Ying-Ning. Micropropagation of Chinese Plum (*Prunus salicina* Lindl.) Using Mature Stem Segments.

Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, Vol. 38(3), pp. 214–218. Available at: <https://doi.org/10.15835/nbha3834614>

### Определение эффективного способа стерилизации растительных эксплантов лайма *Citrus aurantifolia* и сортов лимона *Citrus lemon* для введения в культуру in vitro

Шох С.С., Сыч З.Д., Карпук Л.М.

Цитрусовые растения, которые выращивают в горшке, пользуются неизменным спросом, однако размножение таких растений требует использования зимней теплицы и нескольких хорошо развитых маточных растений для получения посадочного материала. Использование микроклонального размножения позволяет ускорить получение семенного материала, однако требует детальной разработки методики культивирования in vitro.

Целью исследований было изучение эффективности стерилизационных веществ и способов стерилизации на выход жизнеспособных микропобегов растений лайма (*Citrus aurantifolia*) и сортов лимона Мейера и Юбилейный и их рост в культуре in vitro.

Исследования проводили на базе межкафедральной биотехнологической лаборатории агробиотехнологического факультета БНАУ. Исходным материалом использовали микропобеги из растений лайма (*Citrus aurantifolia*) и сортов лимона (*Citrus lemon*) Мейера и Юбилейный. Объекты исследования избраны по разнородности генотипов, типу развития и сортовым особенностям. Особенностью культуры in vitro является возможность использования для размножения различных частей растений. В исследованиях использовали микропобеги с почкой.

Для обезвреживания экзогенной бактериальной и грибковой микрофлоры использовали 70 % раствор этанола  $C_2H_5OH$ , гипохлорит натрия 5 %, 15 % раствор пероксида водорода  $H_2O_2$ , сулемы (0,1) и отмывали в стерильной воде (один раз в 5–10 мин) по нескольким схемам.

Установлено влияние различных режимов стерилизации для получения стерильных эксплантов и введения в культуру растений вида лайма *Citrus aurantifolia* и сортов лимона Мейера и Юбилейный. Выявлено, что использование ступенчатой стерилизации с использованием 2,5 % раствора гипохлорита натрия дает высокий процент стерильного жизнеспособного материала – 27,7 %, что существенно больше, чем другие варианты опыта.

**Ключевые слова:** микропобеги, лайм, стерильный материал, микроразмножение, стерилизация, пероксид водорода, жизнеспособность эксплантов

### Determination of an effective method of *Citrus aurantifolia* lime and *Citrus lemon* varieties plant explants sterilization for in vitro introduction into the culture

Shokh S., Sych Z., Karpuk L.

Potted citrus plants are in constant demand, but the propagation of such plants requires the use of a winter greenhouse and several well-developed mother plants to obtain planting material. The use of microclonal propagation can accelerate the production of seed material though it requires detailed development of in vitro cultivation techniques.

The aim of the research was to study the effectiveness of sterilizing substances and methods of sterilization on the

yield of viable micro shoots of lime plants (*Citrus aurantifolia*) as well as Meyer and Jubilee lemon varieties and their growth in vitro.

The research was conducted in the interdepartmental "Biotechnological Laboratory" of the Agrobiotechnological Faculty of Bila Tserkva NAU. The source material was microshoots from lime plants (*Citrus aurantifolia*), and lemon varieties (*Citrus lemon*) Meyer and Jubilee. The objects of the study were selected according to the diversity of genotypes, development type and varietal characteristics. The possibility of using different parts of plants for reproduction is a feature of in vitro culture. We used microshoots with a bud in our research.

To neutralize the exogenous bacterial and fungal microflora, we used 70 % ethanol solution  $C_2H_5OH$ , sodium hy-

pochlorite 5 %, 15 % solution of hydrogen peroxide  $H_2O_2$ , sulema (0.1) and washed the material in sterile water (for 5–10 min) under several schemes.

The study revealed the influence of different sterilization regimes for obtaining sterile explants and the introduction into plant culture of explants of the species of lime *Citrus aurantifolia* as well as Meyer and Jubilee lemon varieties. It was found that the use of step sterilization using 2.5 % solutions of sodium hypochlorite gives a high percentage of sterile viable material – 27.7 %, which is significantly higher than in other variants of the experiment.

**Key words:** microshoots, lime, sterile material, micropropagation, sterilization, hydrogen peroxide, viability of explants.



Copyright:Шох С.С., Сич З.Д., Карпук Л.М. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



Шох С.С.  
Карпук Л.М.

ID: <https://orcid.org/0000-0002-4141-8898>  
ID: <https://orcid.org/0000-0002-2303-7899>

*Наукове видання*

## **АГРОБІОЛОГІЯ**

*Збірник наукових праць*

**№ 2 (161) 2020**

*Редактор І.М. Вергелес*  
*Комп'ютерне верстання: В.С. Мельник*

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації

**КВ № 15168-3740Р** від 03.03.2009 р.

Формат 60<sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Ум.др.арк. 19,9. Зам. 7069. Тираж 300.

Підписано до друку 24.11.2020р.

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.