

## ФОРМУВАННЯ СИМБІОТИЧНОГО АПАРАТУ СОЧЕВИЦІ ЗА ДІЇ БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ

**В. П. Карпенко**, доктор с.-г. наук, професор, проректор з наукової та інноваційної діяльності, Уманський національний університет садівництва

**E-mail:** [unuh1844@gmail.com](mailto:unuh1844@gmail.com)

**Т. П. Новікова**, аспірант кафедри біології, Уманський національний університет садівництва

**E-mail:** [seminukt@gmail.com](mailto:seminukt@gmail.com)

**Р. М. Притуляк**, кандидат с.-г. наук, доцент кафедри біології, Уманський національний університет садівництва

**E-mail:** [r-pritulyak@ukr.net](mailto:r-pritulyak@ukr.net)

***Анотація.** У статті наведено результати досліджень із вивчення особливостей формування симбіотичного апарату рослин сочевиці за дії гельної форми мікробного препарату (*Rhizobium leguminosarum biovar viceae* штам К-29) і регулятора росту рослин Регоплант (250 мл/т – передпосівна обробка насіння; 50 мл/га – посходове внесення). Ефективність бобоворизобіального симбіозу оцінювали у фази бутонізації, цвітіння та наливу бобів на рослинах сочевиці сорту Лінза. Кількість та масу бульбочок на кореневій системі культури визначали за методикою, описаною В.В. Волкогоном, вміст у бульбочках леггемоглобіну — за Г.С. Посипановим.*

*Встановлено, що при комплексному використанні досліджуваних препаратів на кореневій системі сочевиці відбувалось зростання кількості і маси бульбочок та вмісту в них леггемоглобіну. В 2014 та 2018 рр. досліджень спостерігалась тенденція найактивнішого формування симбіотичного апарату сочевиці у варіантах за передпосівної обробки насіння сумішшю мікробного препарату (*Rhizobium leguminosarum biovar viceae* штам К-29) і*

*регулятора роста растений Регоплант (250 мл/т) із наступним посходовим внесенням останнього в нормі 50 мл/га.*

*Ключові слова: сочевиця, мікробний препарат, регулятор росту рослин, симбіотична система, кількість та маса бульбочок, леггемоглобін.*

## **ФОРМИРОВАНИЕ СИМБИОТИЧЕСКОГО АППАРАТА ЧЕЧЕВИЦА ЗА ДЕЙСТВИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ**

**В. П. Карпенко**, доктор сільськогосподарських наук, професор, проректор по науковій і інноваційній діяльності, Уманський національний університет садівництва

**Т. П. Новикова**, аспірант кафедри біології, Уманський національний університет садівництва

**Р. Н. Притуляк**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри біології, Уманський національний університет садівництва

*Аннотація. В статті приведені результати досліджень по вивченню особливостей формування симбіотического апарату рослин чечевиці при дії геліної форми мікробного препарату (*Rhizobium leguminosarum biovar viceae* штам К-29) і регулятора росту рослин Регоплант (250 мл / т - передпосівна обробка насіння, 50 мл / га - повсходове внесення). Ефективність бобоворизобіального симбіоза оцінювали в фази бутонізації, цвітіння і наливу бобів на рослинах чечевиці сорту Лінза. Кількість і масу клубеньків на кореневій системі культури визначали по методикі, описаній В.В. Волкогоном, вміст леггемоглобіна - по Г. С. Посипанову.*

*Установлено, що при комплексному використанні досліджуваних препаратів на кореневій системі чечевиці відбувалося збільшення кількості і маси клубеньків і вмісту в них леггемоглобіна. В 2014 і 2018 роках досліджень спостерігалася тенденція активного формування*

*симбиотического аппарата чечевицы в вариантах с предпосевной обработкой семян смесью микробного препарата (*Rhizobium leguminosarum biovar viceae* штам К-29) и регулятора роста растений Регоплант (250 мл / т) с последующим повсходовым внесением последнего в норме 50 мл / га.*

*Ключевые слова: чечевица, микробный препарат, регулятор роста растений, симбиотическая система, количество и масса клубеньков, леггемоглобин.*

## **FORMATION OF SYMBIOTIC APPARATUS OF LENTIL UNDER THE INFLUENCE OF BIOLOGICAL PREPARATIONS**

**V. P. Karpenko**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Vice-Rector for Research and Innovation Activity, Uman National University of Horticulture

**R. M. Prytulyak**, PhD of Agricultural Sciences, Docent of Department of Biology, Uman National University of Horticulture

**T. P. Novikova**, Post-graduate Student, Uman National University of Horticulture

**Abstract.** Nowadays the biologization of agriculture is the global tendency, which scientific basis is the grain legumes introduction into the crop rotation and deepening of knowledge about the importance of soil microorganisms in the atmospheric nitrogen fixation and formation of natural soil fertility.

In view of this, the prospect of effective microbial preparations use in the grain legume crops growing technology significantly increases as evidenced by the results of numerous studies.

The article presents the results of the research on the study of the peculiarities of the symbiotic apparatus formation of lentil plants under the influence of the gel form of the microbial preparation (*Rhizobium leguminosarum biovarviceae* K-29 strain) and the plant growth regulator Regoplant (250 ml/t – a pre-sowing seed treatments; 50 ml/ha – a postemergence treatment). The effectiveness of the rhizobium-legume

symbiosis was estimated during the budding stage, flowering stage and bean-filling stage on the plants of Linza lentil variety. The number and weight of tubercles on the crop root system were determined according to the method described by V.V. Volkogon, and the leghemoglobin content in the tubercles – according to G.S. Posypanov.

It was established that in the complex use of the investigated preparations on the root system of lentil there is an increase in the number and weight of tubercles and the leghemoglobin content in them. In 2014 and 2018 the tendency for the most active formation of the lentil symbiotic apparatus in variants for pre-sowing seed treatment with a mixture of microbial preparation (*Rhizobium leguminosarum* biovar *viceae* K-29 strain) and plant growth regulator Regoplant (250 ml/t) was observed, followed by the postemergence application of the latter in the normal range of 50 ml/ha. On average, over the years of research in this variation of the combined use of biological preparations, the number of tubercles exceeded the control depending on the phase of crop development by 95 – 283 %, the weight — by 194 – 412 % and their leghemoglobin content by 230 %.

**Key words:** lentil, microbial preparation, plant growth regulator, symbiotic system, number and weight of tubercles, leghemoglobin.

**Постановка проблеми.** Зернобобові, серед яких упродовж останніх років відновлює свою популярність сочевиця, є не лише цінним джерелом амінокислот і рослинного білка, а й важливим складником функціонування бобоворизобіального симбіозу, завдяки якому зв'язуються значні кількості атмосферного азоту та покращуються фізико-хімічні показники ґрунту [1 - 3].

Нині в усьому світі простежується тенденція до біологізації землеробства, науковим підґрунтям якого є поглиблення знань про значення ґрунтових мікроорганізмів у формуванні природної родючості ґрунтів [4].

Зважаючи на це, у технологіях вирощування зернобобових культур значно зростає перспектива ефективного використання мікробних препаратів, що доведено результатами багатьох досліджень [4, 5]. Проте, слід відзначити,

що, незважаючи на значну увагу дослідників до різноманіття і функціонування мікробіоценозів ґрунту, в літературі недостатньо проаналізовано формування симбіотичного апарату бобових рослин за дії мікробних і рістрегулюючих препаратів, що вказує на перспективність та актуальність даного дослідження.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Від забезпечення сільськогосподарських культур елементами мінерального живлення, в тому числі й доступними формами азоту, залежить формування високої врожайності посівів. У зв'язку з цим, важливого практичного та екологічного значення в сільському господарстві набуває біологічна азотфіксація атмосферного азоту і трансформація його в легкодоступні форми, яка реалізується за рахунок симбіозу бобових рослин із бульбочковими бактеріями. Завдяки цій унікальній здатності зернобобові культури за вегетаційний період засвоюють близько 130-390 кг/га азоту повітря [6].

За даними В. Ф. Петриченка та ін. [7], за передпосівної обробки насіння сої інокулянт *Оптімайз 200* у фазі завершення цвітіння культури спостерігалось збільшення на кореневій системі рослин кількості бульбочок порівняно з варіантом без обробки насіння, зокрема у сорту *Монада* на 22,1 %, *КиВін* – 32,3 % та *Княжа* – 32,4 % , їх маса збільшувалась на 36,0, 38,8 та 50,2 % відповідно. Ю. І. Івасюк, В. П. Карпенко та З. М. Грицаєнко [2] також констатують зростання кількості бульбочок на корінні сої за передпосівної обробки насіння мікробіологічним препаратом *Ризобофіт* у суміші з регулятором росту рослин *Регоплант* у період проходження фази бутанізації в порівнянні з контролем на 12 шт./рослину, їх маси – на 0,23 г/рослину.

За даними досліджень О. О. Алексєєва [8], кількість бульбочок на кореневій системі сої зростала за дії передпосівної інокуляції насіння *Ризобофітом* (*Bradyrhizobium japonicum* штам М-8) у сорту *Горлиця* у фазу бутонізації на 14,4 шт., сорту *КиВін* – 12,7 шт., а у фазу кінець цвітіння – 37,3 шт. і 36,5 шт. відповідно. На жаль, комплексна дія біологічних препаратів (бульбочкових бактерій і регуляторів росту рослин) на формування

бобоворизобіального апарату в посівах сочевиці майже не вивчалася, що й визначило мету і завдання наших досліджень.

**Мета дослідження** – вивчити вплив гельної форми мікробного препарату (*Rhizobium leguminosarum biovar viceae* штам К-29) і регулятора росту рослин Регоплант (250 мл/т – передпосівна обробка насіння; 50 мл/га – посходове внесення) на формування симбіотичного апарату сочевиці.

**Методика досліджень.** Експериментальна частина роботи виконувалась на дослідних ділянках і в лабораторних умовах Уманського національного університету садівництва упродовж 2014, 2018 років.

У дослідях вивчали гелюну форму мікробного препарату (МБП) *Rhizobium leguminosarum biovar viceae* штам К-29 (титр  $3,0\text{--}3,5 \times 10^9$  життєздатних бактерій в г препарату), яким виконували передпосівну обробку насіння (100 мл/га норму насіння); регулятор росту рослин (РРР) Регоплант (д. р. – продукти життєдіяльності грибів-мікроміцетів – 0,3 г/л, насичені і ненасичені жирні кислоти С14-С28, полісахариди, 15 амінокислот, аналоги фітогормонів цитокінінової та ауксинової природи, комплекс біогенних мікроелементів – 1,75 г/л, калієва сіль альфа-нафтилоцтової кислоти 1 мл/л, аверсектин – продукт життєдіяльності актиноміцету *Streptomyces avermytilis*) використовували для обробки насінневого матеріалу (250 мл/т) і обприскування по вегетуючих рослинах (50 мл/га).

Схема досліду включала три фони з обробкою насіння сочевиці перед сівбою препаратами: МБП *Rhizobium leguminosarum biovar viceae* штам К-29 (100 мл/га н. н.) (Фон I); РРР Регоплант (250 мл/ т) (Фон II); сумішшю МБП (100 мл/га н. н.) і РРР Регоплант (250 мл/ т) (Фон III).

По даних фонах у фазі гілкування культури вносили РРР Регоплант у нормі 50 мл/га. Детальну схему досліду наведено в таблицях.

У досліді висівали сорт сочевиці Лінза з розрахунку 2,5 млн схожих насінин/га (100-120 кг/га) [9].

Ефективність бобоворизобіального симбіозу оцінювали у фазі бутонізації, цвітіння і наливу бобів сочевиці. Кількість та масу бульбочок на кореневій

системі культури визначали за методикою, описаною В.В. Волкогоном [10], вміст у бульбочках леггемоглобіну – за Г.С. Посипановим [11].

### **Основні результати досліджень.**

Аналіз одержаних даних засвідчив залежність формування симбіотичного апарату сочевиці від застосування мікробного препарату, регулятора росту рослин та погодніх умов (табл. 1). Так, кількість бульбочок на кореневій системі сочевиці у фазі бутонізації у варіанті без застосування препаратів (контроль) становила у 2014 р. 9 шт./рослину, у 2018 р. – 6 шт./рослину, їх маса – 8,7 і 9,3 мг/рослину відповідно. Подібна тенденція до формування меншої кількості та маси бульбочок простежувалась у 2018 р. також за інших фаз розвитку культури, що є наслідком безпосереднього впливу на ріст і розвиток бобоворизобіального апарату погодних умов, зокрема меншої кількості опадів у 2018 р.

У 2014 р. на фоні передпосівної обробки насіння Регоплантом та обприскування ним же вегетативної маси рослин відмічено збільшення кількості бульбочок у порівнянні з контролем у фазі бутонізації сочевиці у середньому на 3 шт./рослину, їх маси – 1,4 мг/рослину. Очевидно, що зростання кількості та маси бульбочок у варіанті з комплексним використанням РРР (обробка насіння та вегетуючих рослин) обумовлено активізацією проходження в рослинах основних фізіолого-біохімічних процесів, чим зумовлювався і більш позитивний вплив на формування спонтанного бобоворизобіального апарату сочевиці [2, 12].

Одержані експериментальні дані за передпосівної обробки насіння мікробіологічним препаратом (фон II) засвідчили зростання кількості бульбочок на коренях сочевиці у порівнянні з контролем у фазі бутонізації у 2,2 рази, їх маси – 3,6 рази, а за внесення по фону II Регопланту – у 2,3 і 4,2 рази відповідно. Найвищі показники бобоворизобіального апарату сочевиці формувались у варіанті досліді із застосуванням регулятора росту рослин Регоплант 50 мл/га, внесеного на фоні передпосівної обробки насіння сумішшю мікробіологічного препарату та Регопланту. Таке поєднання біопрепаратів

Таблиця 1

**Динаміка формування кількості (шт./рослину) і маси (мг/рослину) бульбочок на кореневій системі сочевиці за використання МБП *Rhizobium leguminosarum biovar viceae* та РРР Регоплант**

Варіант дослідю	2014 рік			2018 рік		
	Фаза розвитку рослин					
	бутонізація	цвітіння	налив бобів	бутонізація	цвітіння	налив бобів
Без застосування препаратів (контроль)	9 / 8,7*	14 / 66,6	20 / 126,1	6 / 9,3	11 / 79,2	16 / 84,3
РРР Регоплант (50 мл/га)	9 / 8,6	15 / 100,7	23 / 137,3	7 / 10,3	12 / 93,1	22 / 130,0
РРР Регоплант (250 мл/т – обробка насіння) Фон І	11 / 9,4	16 / 98,3	21 / 133,0	6 / 8,9	12 / 86,5	20 / 127,4
Фон І + РРР Регоплант (50мл/га)	12 / 10,1	18 / 106,1	24 / 135,6	10 / 11,2	14 / 192,8	19 / 134,7
МБП <i>Rhizobium leguminosarum biovar viceae</i> штам К-29 – (обробка насіння) Фон ІІ	20 / 31,7	24 / 266,4	31 / 296,7	18 / 26,8	29 / 176,4	31 / 245,0
Фон ІІ + РРР Регоплант (50 мл/га)	21 / 36,4	26 / 270,0	35 / 350,6	17 / 31,5	30 / 225,6	34 / 269,1
МБП <i>Rhizobium leguminosarum biovar viceae</i> штам К-29 + РРР Регоплант (250 мл/т) – (обробка насіння) Фон ІІІ	26 / 35,9	33 / 311,9	36 / 364,4	20 / 32,6	34 / 263,7	37 / 296,9
Фон ІІІ + РРР Регоплант (50 мл/га)	29 / 37,4	36 / 341,1	39 / 371,6	23 / 36,4	36 / 303,8	41 / 316,4
<i>НІР</i> <sub>05</sub>	0,9 / 1,1	1,1 / 9,8	1,4 / 12,0	0,7 / 1,0	1,1 / 8,9	1,4 / 9,2

*Примітка:* \* над ризкою – кількість бульбочок, шт./рослину; під ризкою – маса бульбочок, мг/рослину.

забезпечило збільшення числа бульбочок у фазі бутонізації сочевиці до контролю у 3,2 а їх маси – у 4,3 рази.

Формування симбіотичного апарату сочевиці залежало не лише від застосованих препаратів, а й від фаз розвитку культури, про що в своїх дослідженнях на різних культурах повідомляють й інші науковці [13, 14]. Так, у варіантах досліду із застосуванням МБП, МБП + Регоплант 50 мл/га, МБП + Регоплант 250 мл/т, МБП + Регоплант 250 мл/т + Регоплант 50 мл/га кількість бульбочок на кореневій системі сочевиці у фазі цвітіння зроста в порівнянні до фази бутонізації у середньому в 1,2 – 1,3 рази, а їх маса — 8,4 – 9,1 рази відповідно.

Разом з тим у фазі цвітіння у варіанті з комплексним використанням РРР (обробка насіння та вегетуючих рослин) кількість і маса бульбочок перевищувала контроль на 4 шт./рослину та 39,5 мг/рослину, а за використання вищезгаданої комбінації з МБП — на 22 шт./рослину та 274,5 мг/рослину відповідно.

У фазі наливу бобів сочевиці у 2014 р. кількість і маса бульбочок на кореневій системі в порівнянні до фаз розвитку бутонізації і цвітіння значно зросли та були найбільшими у відношенні до контролю у варіантах МБП + Регоплант 250 мл/т та МБП + Регоплант 250 мл/т + Регоплант 50 мл/га, де перевищення складало 16 і 19 шт./рослину за кількістю та 238,3 і 245,5 мг/рослину за масою.

У 2018 р. були відмічені подібні залежності у формуванні бобоворизобіального апарату сочевиці за дії МБП і РРР, що й у 2014 р. Так, за обприскування сочевиці Регоплантом спонтанне наростання бульбочок у фазі бутонізації на кореневій системі перевищувало контрольний варіант на 17 %, а їх маса – 11 %. Комплексне застосування Регопланту (обробка насіння перед сівбою та посівів) забезпечило формування спонтанного бобоворизобіального апарату більшого у відношенні до контролю на 67 і 20 % відповідно за кількістю і за масою. Водночас, за передпосівної обробки насіння мікробіологічним препаратом *Rhizobium leguminosarum biovar viceae* штам К-29

показники кількості та маси бульбочок перевищили контроль у фазі бутонізації на 200 % і 188 % відповідно. У варіанті з комплексною передпосівною обробкою насіння МБП і Регоплантом (250 мл/т) показник кількості бульбочок у фазу цвітіння перевищував контроль на 23 шт./рослину, а маси – 184,5 мг/рослину. Високі показники формування бобоворизобіального апарату спостерігались у варіанті з передпосівною обробкою насіння сумішшю МБП і регулятора росту рослин Регоплант з наступним внесенням останнього під час вегетації культури в нормі (50 мл/га), де кількість бульбочок у фазі бутонізації складала 23 шт./рослину, їх маса – 36,4 мг/рослину. Дана тенденція спостерігалась і в фазі цвітіння і наливу бобів сочевиці. Проте найвищі показники за кількістю і масою бульбочок на кореневій системі сочевиці були одержані у варіанті із застосуванням суміші МБП і РРР Регоплант для обробки насіння та в варіанті з використанням цих же препаратів для обробки насіння з наступним обприскуванням посівів Регоплантом, де кількість і маса бульбочок у відношенні до контролю зростали: у фазі цвітіння — в 3,1 – 3,3 та 3,3 і 3,8 рази; у фазі наливу бобів — у 2,3 – 2,6 та 3,5 і 3,8 рази відповідно.

Кількість симбіотично фіксованого азоту залежить не тільки від загальної кількості і маси бульбочок, а й від вмісту в них леггемоглобіну [7]. Так, Г. С. Посипанов [11] довів, що найбільш інтенсивно бобові рослини синтезують леггемоглобін у фазі цвітіння.

За результатами наших досліджень, вміст леггемоглобіну у бульбочках сочевиці у фазі цвітіння залежав як від року досліджень, так і від комбінування досліджуваних препаратів (табл. 2). Найвищий вміст леггемоглобіну у бульбочках сочевиці простежувався у 2014 р., що узгоджується з оптимальними показниками волого- і теплозабезпечення рослин. Водночас, у 2014 р. найнижчі показники вмісту леггемоглобіну були встановлені в контролі та у варіантах із самостійним використанням Регопланту, що може свідчити про низьку азотфіксувальну здатність спонтанних бульбочкових утворень.

За використання МБП *Rhizobium leguminosarum biovar viceae* штам К-29 як самостійно, так і в комплексі з РРР Регоплант вміст леггемоглобіну в

бульбочках сочевиці зростав і перевищував показник у контролі в середньому на 140 – 239 % для 2014 р. та — 182– 204 % для 2018 р. досліджень.

Таблиця 2

**Вміст леггемоглобіну в бульбочках сочевиці у фазі цвітіння за дії МБП *Rhizobium leguminosarum biovar viceae* і PPP Регоплант (мг/г сирої маси бульбочок)**

Варіант досліду	2014 рік	2018 рік	Середнє
Без застосування препаратів (контроль)	2,18	1,76	1,97
PPP Регоплант (50 мл/га)	2,83	2,09	2,46
PPP Регоплант (250 мл/т – обробка насіння) Фон I	3,00	2,79	2,90
Фон I + PPP Регоплант (50мл/га)	3,02	2,86	2,94
МБП <i>Rhizobium leguminosarum biovar viceae</i> штам К-29 – (обробка насіння) Фон II	5,23	4,96	5,10
Фон II + PPP Регоплант (50 мл/га)	5,28	4,87	5,08
МБП <i>Rhizobium leguminosarum biovar viceae</i> штам К-29 + PPP Регоплант (250 мл/т) – (обробка насіння) Фон III	7,39	5,36	6,38
Фон III + PPP Регоплант (50 мл/га)	7,52	5,49	6,50
<i>НІР</i> <sub>05</sub>	0,2	0,2	-

В середньому за роки досліджень у варіанті з передпосівною інокуляцією насіння мікробним препаратом *Rhizobium leguminosarum biovar viceae* штам К-29 вміст леггемоглобіну перевищив контроль на 159 %, а за обробки насіння перед сівбою сумішшю мікробного препарату і PPP Регоплант з наступним обприскуванням вегетативної маси цим же PPP, вищезазначений показник в середньому за 2014, 2018 рр. перевищив контроль на 230 %. Суттєве зростання вмісту леггемоглобіну в бульбочках сочевиці є прямим наслідком інокуляції насіння активними штамми мікроорганізмів [14] та інтенсифікації проходження в рослинах фізіолого-біохімічних процесів з боку дії PPP [2].

**Висновки.** Формування бобоворизобіального апарату сочевиці залежить як від погодних умов, так і від використання для інокуляції мікробіологічного

препарату і регулятора росту рослин. Найактивніше формування бобоворизобіального апарату відбувається у варіанті з передпосівною обробкою насіння сумішшю мікробного препарату *Rhizobium leguminosarum biovar viceae* штам К-29 (100 мл/га н. н.) і регулятора росту рослин Регоплант (250 мл/т) з наступним посходовим внесенням РРР Регопланту в нормі 50 мл/га, що в середньому за роки досліджень забезпечує зростання кількості бульбочок залежно від фази розвитку на 95-283 % , їх маси — 194 – 412 % і вмісту в них леггемоглобіну — до 230 %.

### Література

1. Моргун В. В., Коць С. Я. Роль біологічного азоту в азотному живленні рослин. *Вісник НАН України*. 2018. №1. С. 62–74.
2. Івасюк Ю. І., Карпенко В. П., Грицаєнко З. М. Симбіотичний стан посівів сої за дії біологічно активних речовин. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2015. №2. С. 13 –17.
3. Орехівський В. Д. та ін. Сочевиця джерело рослинного білка. *Зернові продукти і комбікорми*. 2017. Т.17, №. 4 С. 22 – 29.
4. Вознюк С. В., Титова Л. В., Ратушинська О. В., Іутинська Г. О. Формування та функціонування симбіотичних систем та мікробіоценозу ризосфери сої за використання різних фунгіцидів. *Мікробіологічний журнал*. 2016. Т. 78, № 4 С. 59 – 70.
5. Мурач О. М., Волкогон В. В. Особливості формування симбіотичного апарату сої та продуктивність культури за впливу ризогуміну, мікроелементів і стимулятора росту рослин. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2013. Вип. 18. с. 87 – 99.
6. Соя : монографія. / В. П. Петриченко та ін. Вінниця : Діло, 2016. 400 с.
7. Петриченко В. Ф., Кобак С. Я., Чорна В. М., Колісник С. І., Лихочвор В. В., Пида С. В. Формування азотфіксувального потенціалу та продуктивності сортів сої селекції інституту кормів та сільського господарства НААН. *Мікробіологічний журнал*. 2018. Т. 80, № 5, С. 63–75.

8. Алексеев О. О. Функціонування симбіотичної системи соя – *Bradyrhizobium japonicum* за умов бактеріальної і вірусної інфекцій : дис. ... канд. с.-г. наук : 03.00.07 / Вінницький національний аграрний університет, Інститут мікробіології і вірусології ім. Д. Л. Заболотного. Вінниця, 2017. 205 с.
9. Топчій О. В. Розробка елементів технології вирощування сочевиці в умовах лісостепу України : дис. ...канд. с.г. наук : 06.01.09 / Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків. Київ, 2018. 226 с.
10. Експериментальна ґрунтова мікробіологія : монографія / Волкогон В. В. та ін. Київ: Аграр. наук., 2010. 464 с.
11. Методы изучения биологической фиксации азота воздуха: справочное пособие / Г. С. Посыпанов и др. Москва: Агропомиздат, 1991. 200 с.
12. Івасюк Ю. І., Карпенко В. П., Притуляк Р. М. Біологічна активність ґрунту в агроценозі сої за роздільного та інтегрованого застосування гербіциду і біологічних препаратів. *Наукові доповіді НУБІП України*. 2016. №5. С. 62.
13. Биологическая фиксация азота: бобово-ризобильный симбиоз: монография / ред. изд.: Коць С. Я. и др. Київ : Логос, 2010. Т. 1. 506 с.
14. Патица В. П., Коць С. Я., Волкогон В. В. та ін. Біологічний азот : монографія. Київ: Світ, 2003. 424 с.

## References

1. Morhun V. V., Kots S. Ya. Rol biolohichnoho azotu v azotnomu zhyvlenni roslyn. *Visnyk NAN Ukrainy*. 2018. №1. S. 62–74.
2. Ivasiuk Yu. I., Karpenko V. P., Hrytsaienko Z. M. Symbiotychnyi stan posiviv soi za dii biolohichno aktyvnykh rehovyn. *Visnyk Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva*. 2015. №2. S. 13 –17.
3. Orekhivskiy V. D. та in. Sochevytsia dzherelo roslynnoho bilka. *Zernovi produkty i kombikormy*, 2017. Vol.17, I. 4 S. 22 – 29.
4. Vozniuk S. V., Tytova L. V., Ratushynska O. V., Iutynska H. O. Formuvannia ta funktsionuvannia symbiotychnykh system ta mikrobiotsenozu ryzosfery soi za

vykorystannia riznykh funhitsydiv. *Mikrobiolohichniy zhurnal*. 2016. T. 78, № 4 S. 59 – 70.

5. Murach O. M., Volkohon V. V. Osoblyvosti formuvannia symbiotychnoho aparatu soi ta produktyvnist kultury za vplyvu ryzohuminu, mikroelementiv i stymuliatora rostu roslyn. *Silskohospodarska mikrobiolohiia*. 2013. Vyp. 18. s. 87 – 99.

6. Soia : monohrafiia. / V. P. Petrychenko ta in. Vinnytsia : Dilo, 2016. 400 s.

7. Petrychenko V. F., Kobak S. Ya., Chorna V. M., Kolisnyk S. I., Lykhochvor V. V., Pyda S. V. Formuvannia azotfiksuvalnogo potentsialu ta produktyvnosti sortiv soi selektsii instytutu kormiv ta silskoho gospodarstva NAAN. *Mikrobiolohichniy zhurnal*. 2018. T. 80, № 5, S. 63–75.

8. Aliksieiev O. O. Funktsionuvannia symbiotychnoi systemy soia – *Bradyrhizobium japonicum* za umov bakterialnoi i virusnoi infektsii : dys. ... kand. s.-h. nauk : 03.00.07 / Vinnytskyi natsionalnyi ahrarnyi universytet, Instytut mikrobiolohii i virusolohii im. D. L. Zabolotnoho. Vinnytsia, 2017. 205 s.

9. Topchii O. V. Rozrobka elementiv tekhnolohii vyroshchuvannia sochevytsi v umovakh lisostepu Ukrainy : dys. ...kand. s.h. nauk : 06.01.09 / Instytut bioenerhetychnykh kultur i tsukrovykh buriakiv. Kyiv, 2018. 226 s.

10. Eksperymentalna gruntova mikrobiolohiia : monohrafiia / Volkohon V. V. ta in. Kyiv: Ahrar. nauk., 2010. 464 s.

11. Metody izucheniya biologicheskoy fiksatsii azota vozdukha: spravochnoye posobiye / G. S. Posypanov i dr. Moskva: Agropomizdat. 1991. 200 s.

12. Ivasiuk Yu. I., Karpenko V. P., Prytuliak R. M. Biolohichna aktyvnist gruntu v ahrotsenozi soi za rozdilnoho ta intehrovanoho zastosuvannia herbitysydu i biolohichnykh preparativ. Naukovi dopovidi NUBIP Ukrainy. 2016. №5. S. 62

13. Biologicheskaya fiksatsiya azota: bobovo-rizobilnyy simbioz: monografiya / red. izd.: Kots S. Ya. i dr. Kiiv : Logos. 2010. T. 1. 506 s.

14. Patika V. P., Kots S. Ya., Volkogon V. V. ta in. Biologichniy azot : monografiya. Kiiv: Svit. 2003. 424 s.