

**В. П. Карпенко**

доктор сільськогосподарських наук, професор,
проректор з наукової та інноваційної діяльності,
Уманський національний університет (м. Умань, Україна)
E-mail: v-biology@ukr.net
orcid.org/0000-0001-5607-7371

**Р. М. Причулак**

кандидат сільськогосподарських наук, доцент,
доцент кафедри біології,
Уманський національний університет (м. Умань, Україна)
E-mail: radak7484402@ukr.net
orcid.org/0000-0001-7572-6904

МІКРОБІОТА РИЗОСФЕРИ ЧИНИ ПОСІВНОЇ ЗА ВИКОРИСТАННЯ БІОНЕОСТИМУ І ВЕРМИСТИМУ Д

Наведено результати досліджень з вивчення дії біопрепарату Біонеостим (1,0 л/т) і регулятора росту рослин Вермистим Д (обробка насіння перед сівбою – 7,0 л/т л/т, обприскування посівів – 8,0 л/т л/га) на чисельність окремих груп мікробіоти ризосфери чини посівної (амоніфікувальної, нітрифікувальної і целюлозолітичної груп).

Дослідження виконували в польових умовах кафедри біології Уманського національного університету із закладкою досвідів систематичним методом. Повторність – триразова. Схема досліду включала варіанти з обробкою насіння перед сівбою Біонеостимом у нормі 1,0 л/т окремо й сумісно з Вермистим Д (7,0 л/т – обробка насіння та 8,0 л/га – обробка вегетуючих рослин). Насіння чини посівної за добу до сівби обробляли окремо і сумішшю Біонеостиму і Вермистиму Д. На фоні обробки насіння чини посівної Біонеостимом і Вермистимом Д посіви у фазу стеблуння обприскували регулятором росту рослин Вермистим Д у нормі 8,0 л/га.

Чисельність мікробіоти у ризосфері чини посівної обліковували у фазу цвітіння–утворення бобів. Проби ґрунту відбирали у відповідності до загальноприйнятих методик. Кількісний облік амоніфікувальних, нітрифікувальних та целюлозолітичних мікроорганізмів виконували на елективних середовищах, прописаних у відповідних методиках. Чисельність мікроорганізмів виражали в колонієутворюючих одиницях – тис. в 1 г абсолютно сухого ґрунту.

Результати досліджень з вивчення дії біопрепарату Біонеостим, внесеного за різних способів застосування регулятора росту рослин Вермистим Д, на чисельність основних еколого-трофічних груп мікроорганізмів у ризосфері чини посівної, засвідчили залежність їх розвитку від комбінації препаратів, погодних умов та фізіологічних особливостей окремих груп бактерій. Проте найбільшу стимулювальну дію препаратів на розвиток ризосферної мікробіоти відмічено за сумісного використання для обробки насіння перед сівбою біопрепаратом Біонеостим і регулятором росту рослин Вермистим Д з наступним обприскуванням вегетуючих рослин Вермистимом Д. Дана композиція забезпечила зростання у ризосфері чини посівної чисельності амоніфікувальних бактерій на 13–61%, нітрифікувальних – 26–62%, целюлозолітичних – 40–53%. Зростання чисельності окремих груп мікроорганізмів у ризосфері чини посівної за поєднаного використання біологічних препаратів узгоджується з активним проходженням фізіологічних та біохімічних процесів у рослинах, завдяки яким збільшується надходження у ризосферу корневих виділень, які є живильним субстратом для мікробіоти.

Ключові слова: мікробіота, чина посівна, біологічні препарати.

V. P. Karpenko

Doctor of Agricultural Sciences, Professor,
Vice-Rector for Scientific and Innovative Activities,
Uman National University (Uman, Ukraine)
E-mail: v-biology@ukr.net
orcid.org/0000-0001-5607-7371

R. M. Prytuliak

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of Biology,
Uman National University (Uman, Ukraine)
E-mail: radak7484402@ukr.net
orcid.org/0000-0001-7572-6904

MICROBIOTA OF THE RHIZOSPHERE OF THE SOWING ORDER FOR THE USE OF BIONEOSTIM AND VERMISTIM D

The results of studies on the effect of the biological preparation Bioneostim (1.0 l/t) and the plant growth regulator Vermistim D (seed treatment before sowing – 7.0 l/t l/t, spraying of crops – 8.0 l/t l/ha) on the number of individual groups of microbiota of the rhizosphere of the seed bed (ammonifying, nitrifying, cellulolytic groups) are presented.

The research was carried out in the field conditions of the Department of Biology of the Uman National University with the bookmark of researchers by a systematic method. Repetition – three times. The research scheme included options with pre-sowing treatment with Bioneostim at a rate of 1.0 l/t separately and in combination with Vermistim D (7.0 l/t – treatment and 8.0 l/ha – treatment of vegetative plants). The seeds of the seeding row one day before sowing were treated separately and with a mixture of Bioneostim and Vermistim D. Against the background of the treatment of the seeding row with Bioneostim and Vermistim D, the crops in the stemming phase were sprayed with the plant growth regulator Vermistim D at a rate of 8.0 l/ha.

The number of microbiota in the rhizosphere of the seed coat was recorded in the flowering-bean formation phase. Soil samples were taken in accordance with generally accepted methods. Quantitative counting of ammonifying, nitrifying and cellulolytic microorganisms was performed on selective media prescribed in the relevant methods. The number of microorganisms was expressed in colony-forming units in 1 g of absolutely dry soil.

The results of studies on the effect of the biopreparation Bioneostim, applied in different ways of applying the plant growth regulator Vermistim D, on the number of the main ecological and trophic groups of microorganisms in the rhizosphere of the seedbed, showed the dependence of their development on the combination of drugs, weather conditions and physiological characteristics of individual groups of bacteria. However, the greatest stimulating effect of drugs on the development of rhizosphere microbiota was observed when the biopreparation Bioneostim and the plant growth regulator Vermistim D were used together for seed treatment before sowing with the subsequent spraying of vegetative plants with Vermistim D. This composition provided an increase in the number of ammonifying bacteria in the rhizosphere of the seedbed by 13–61%, nitrifying bacteria by 26–62%, and cellulolytic bacteria by 40–53%. The increase in the number of individual groups of microorganisms in the rhizosphere of the seed bed with the combined use of biological preparations is consistent with the active course of physiological and biochemical processes in plants, due to which the influx of root secretions into the rhizosphere increases, which are a nutrient substrate for the microbiota.

Key words: microbiota, sowing rank, biological preparations.

Постановка проблеми. Мікробіота відіграє надзвичайно велике значення у відновленні родючості ґрунту, збереженні гомеостазу та підтриманні екологічної рівноваги ґрунтової екосистеми [1, 2]. Разом з тим за зростання обсягів використання у сільськогосподарському виробництві хімічних речовин, мікробні угруповання зазнають все більшого негативного впливу. Тому вивчення структури і складу мікробних угруповань є фундаментальним завданням у з'ясуванні проблем спрямованості проходження біологічних процесів у ґрунті з метою біологізації технологій вирощування сільськогосподарських культур [3, 4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

За даними досліджень [5–7], сучасні біопрепарати значно впливають на ростові процеси сільськогосподарських рослин в різні фази їх розвитку, зумовлюючи перерозподіл асимілятів, від яких залежить розвиток ризосферної мікробіоти.

Доведено [8], що інокуляція насіння чини посівної біопрепаратом Ризогумін сприяє кращому розвитку мікробіоти, в тому числі симбіотичної – маса бульбочок становила 24,2 шт./рослину і 1,01 г/рослину (контроль – 15,4 шт./рослину і 0,6 г/рослину), що забезпечувало зростання урожайності на 0,48 т/га, висоти рослин – 4,5 см, кількості бобів – 3 шт./рослину, маси насіння – 1,1 г/рослину, маси 1000 насінин – 13,3 г відносно контрольного варіанту, де біопрепарат не застосовували.

За даними авторів [9–11], застосування регуляторів росту рослин у посівах гороху, сої, квасолі, ячменю і злакових кормових трав сприяє суттєвій активізації симбіотичної та асоціативної азотфіксації.

З'ясовано, що ризосфера рослин забезпечує мікробіоту ексудатами (карбогідратами, амінокислотами, органічними кислотами, флаваноїдами,

глюкозинолатами, ауксини тощо) та кореневими залишками [12], водночас мікроорганізми продукують низку фітогормонів та інших біологічно-активних речовин, які пригнічують ґрунтових патогенів та підвищують доступність для рослин поживних речовин [13, 14].

На жаль, нині дія біопрепаратів та регуляторів росту рослин на стан ґрунтової мікробіоти є вивченою недостатньо, особливо в посівах чини посівної, що й склало основу даних досліджень.

Мета статті – з'ясувати вплив біопрепарату Біонеостим (1,0 л/т) і регулятора росту рослин Вермистим Д (обробка насіння перед сівбою – 7,0 л/т л/т, обприскування посівів – 8,0 л/т л/га) на чисельність окремих еколого-трофічних груп мікроорганізмів у ризосфері чини посівної (амоніфікувальні, нітрифікувальні і целюлозолітичні).

Методика досліджень. Польові дослідження закладали систематичним методом в сівозміні кафедри біології дослідного поля Уманського національного університету впродовж 2024 і 2025 років. Дію біопрепарату (БП) Біонеостим (N, P₂O₅, K₂O, Mg, Mn, CaO, S, B, Mo, Fe, Cu, Zn, водорозчинні гумінові речовини – 0,25–20 г/л, *Pseudomonas* sp. D-1, *Paenibacillus polymyxa* 5, *Trichoderma* sp. D-1 – 1,0×10⁵–1,0×10⁶ КУО/см³, виробник – Перфект Агро, ТОВ, Україна) і регулятора росту рослин (РРР) Вермистим Д (амінові, гумінові, специфічні білкові і фульвокислоти, вітаміни, фітогормони, бактерії: *Lactobacillus plantarum* (>100 тис), *Lactobacillus casei* (>10 тис), *Rhodopseudomonas palustris* (>10 тис), *Saccharomyces cerevisiae* (>10 тис), виробник – Біоконверсія, ПП, Україна) вивчали в посівах чини посівної сорту Іволга.

Схема дослідження включала варіанти у трьохразовій повторності з обробкою насіння перед сівбою біопрепаратом Біонеостим у нормі 1,0 л/т окремо

й сумісно з регулятором росту рослин Вермистим Д нормі (7,0 л/т – обробка насіння та 8 л/га – обробка вегетуючих рослин). Насіння чини посівної за добу до сівби обробляли біопрепаратом, регулятором росту рослин та їх сумішами. На фоні обробки насіння чини посівної Біонеостимом і Вермистимом Д посіви у фазу стеблуння обприскували обприскувачем DS-3WF-3 регулятором росту рослин Вермистим Д у нормі 8,0 л/га із розрахунку витрати робочої суміші 200 л/га. Деталізовану схему досліду приведено у таблицях.

Чисельність мікробіоти у ризосфері чини посівної обліковували у фазу цвітіння–утворення бобів. Проби ґрунту відбирали у відповідності до загальноприйнятих методик [15]. Кількісний облік амоніфікувальних, нітрифікувальних та целюлозолітичних мікроорганізмів виконували на елективних середовищах, прописаних у відповідних методиках [15, 16]. Чисельність мікроорганізмів виражали в колонієутворюючих одиницях – тис. в 1 г абсолютно сухого ґрунту.

Результати досліджень. Результати досліджень з вивчення дії БП Біонеостим, внесенного за різних способів застосування PPP Вермистим Д, на чисельність основних еколого-трофічних груп мікроорганізмів у ризосфері чини посівної, засвідчили залежність їх розвитку від комбінації препаратів, погодних умов та фізіологічних особливостей окремих груп бактерій (табл. 1). Так, у 2024 році у фазі цвітіння–утворення бобів у варіантах, де використовували для передпосівної обробки насіння чини біопрепарат Біонеостим у нормі 1,0 л/т кількість амоніфікувальних бактерій перевищувала контроль на 30%. Вищою кількістю даних бактерій також була у варіантах із сумісним використанням для передпосівної обробки насіння Біонеостиму (1,0 л/т) з PPP Вермистим Д у нормі 7,0 л/т, перевищення до контролю складало 33%.

Використання PPP Вермистим Д у нормі 8,0 л/га на фоні дії Біонеостиму (1,0 л/т) зумовлювало зростання чисельності амоніфікувальних бактерій

у відношенні до варіанту із передпосівною обробкою насіння сумішшю біопрепаратів на 18 тис. клітин/г ґрунту, до контролю – 68 тис. клітин/г ґрунту. Найбільшу кількість досліджуваних бактерій виявлено в разі поєданого застосування передпосівної обробки насіння сумішшю Біонеостиму і Вермистиму Д з наступним обприскуванням вегетуючих рослин Вермистимом Д: у варіанті Фон III + PPP Вермистим Д (8 л/га) чисельність амоніфікувальних мікроорганізмів перевищила показники контролю на 92 тис. клітин/г ґрунту; в порівнянні з варіантом БП Біонеостим Фон I + PPP Вермистим Д Фон II (Фон III) – 42 тис. клітин/г ґрунту.

Дослідження амоніфікувальних бактерій у 2025 р. (табл. 2) продемонструвало зниження їх чисельності за збереження подібної залежності розвитку мікробіоти від норм та способів внесення Біонеостиму і Вермистим Д. Найбільшу кількість амоніфікувальних бактерій було відмічено у варіантах із застосуванням для обробки насіння передсівною сумішшю Біонеостиму в нормі 1,0 л/т з Вермистимом Д у нормі 7,0 л/т з наступною обробкою посівів Вермистимом Д у нормі 8,0 л/га, що забезпечило перевищення показників контролю на 41 тис. клітин/г ґрунту, а варіанту з обробкою насіння перед сівбою сумішшю Біонеостиму з Вермистимом Д – на 20 тис. клітин/г ґрунту.

Подібною була дія досліджуваних препаратів на ріст і розвиток у ризосфері чини посівної нітрифікувальних бактерій. У 2024 та 2025 рр. за передпосівної обробки насіння чини біопрепаратом Біонеостим чисельність нітрифікувальних бактерій збільшилася на 26% та на 11% відповідно до років. За сумісного використання препаратів для передпосівної обробки насіння відмічено активізацію росту цих бактерій до 33% і 15% відповідно рокам досліджень.

Найвищий показник росту даних бактерій відмічено за передпосівної обробки насіння сумішшю препаратів Біонеостим у нормі 1,0 л/т і Вермистим

Таблиця 1

Кількість еколого-трофічних груп мікроорганізмів у ризосфері чини посівної за використання БП Біонеостим і PPP Вермистим Д (цвітіння–утворення бобів, 2024 р.)

Варіант досліджу	Амоніфіку-вальні, тис. клітин/г ґрунту	Нітрифіку-вальні, тис. клітин/г ґрунту	Целюлозо-літичні, тис. клітин/г ґрунту
Без застосування препаратів (контроль)	151	39	172
БП Біонеостим (1,0 л/т – обробка насіння) Фон I	196	49	208
PPP Вермистим Д (7,0 л/т – обробка насіння) Фон II	183	45	197
БП Біонеостим Фон I + PPP Вермистим Д Фон II (Фон III)	201	52	219
PPP Вермистим Д (8,0 л/га – обробка вегетуючих рослин)	178	42	183
Фон I + PPP Вермистим Д (8,0 л/га)	219	59	242
Фон II + PPP Вермистим Д (8,0 л/га)	202	54	226
Фон III + PPP Вермистим Д (8,0 л/га)	243	63	263
НІР05	10,2	2,1	5,1

Таблиця 2

Кількість основних еколого-трофічних груп мікроорганізмів у ризосфері чини посівної за використання БП Біонеостим і PPP Вермистим Д (фаза цвітіння–утворення бобів, 2025 р.)

Варіант досліджу	Амоніфікувальні, тис. клітин/г ґрунту	Нітрифікувальні, тис. клітин/г ґрунту	Целюлозолітичні, тис. клітин/г ґрунту
Без застосування препаратів (контроль)	125	27	159
БП Біонеостим (1,0 л/т – обробка насіння) Фон I	141	30	176
PPP Вермистим Д (7,0 л/т – обробка насіння) Фон II	136	28	167
БП Біонеостим Фон I + PPP Вермистим Д Фон II (Фон III)	146	31	191
PPP Вермистим Д (8,0 л/га – обробка вегетуючих рослин)	134	28	164
Фон I + PPP Вермистим Д (8,0 л/га)	161	32	213
Фон II + PPP Вермистим Д (8,0 л/га)	151	31	199
Фон III + PPP Вермистим Д (8,0 л/га)	166	34	223
НІР05	5,7	0,9	6,9

Д у нормі 7,0 л/т з наступним обприскуванням посівів Вермистимом Д у нормі 8,0 л/га – 62 і 26% відповідно до років досліджень.

Зростання чисельності окремих груп мікроорганізмів у ризосфері чини посівної за поєднаного використання біологічних препаратів узгоджується з активним проходженням фізіологічних та біохімічних процесів у рослинах, завдяки яким збільшується надходження у ризосферу корневих виділень, які є живильним субстратом для мікробіоти [6, 7].

Стосовно розвитку целюлозолітичних бактерій, то у 2024 році за передпосівної обробки насіння чини посівної біопрепаратом Біонеостим їх чисельність збільшувалася у фазу цвітіння–утворення бобів на 21%. За використання суміші Біонеостиму (1,0 л/т) з Вермистимом Д (7,0 л/т) чисельність целюлозолітичних бактерій збільшилась на 27%. За передпосівної обробки насіння сумішшю препаратів Біонеостим у нормі 1,0 л/т і Вермистим Д у нормі 7,0 л/т з наступним обприскуванням посівів Вермистимом Д у нормі 8,0 л/га їх чисельність перевищила контроль на 53%.

У 2025 році розвиток целюлозолітичних бактерій засвідчив зниження їх кількості у порівнянні з 2024 р.: за передпосівної обробки насіння чини БП Біонеостим (1,0 л/т) чисельність целюлозолітичних бактерій збільшувалася на 17 тис. клітин/г ґрунту; за використання суміші Біонеостиму з Вермистим Д (7,0 л/т) – на 32 тис. клітин/г ґрунту; найвищу чисельність даних бактерій було відмічено за передпосівної обробки насіння сумішшю препаратів Біонеостим у нормі 1,0 л/т і Вермистим Д у нормі 7,0 л/т з наступним обприскуванням посівів Вермистимом Д у нормі 8,0 л/га – перевищення контролю склало 64 тис. клітин/г ґрунту.

Висновки. Досліджувані препарати демонструють позитивний вплив на ріст і розвиток у ризосфері чини посівної амоніфікувальних, нітрифікувальних та целюлозолітичних мікроорганізмів. Найбільший стимулювальний ефект від дії препаратів на розвиток ризосферної

мікробіоти відмічено за сумісного використання для обробки насіння перед сівбою БП Біонеостим (1,0 л/т) і PPP Вермистим Д (7,0 л/т) з наступним обприскуванням вегетуючих рослин Вермистимом Д (8,0 л/га). Дана композиція забезпечила зростання в ризосфері чини посівної амоніфікувальних бактерій на 13–61%, нітрифікувальних – 26–62%, целюлозолітичних – 40–53%.

Література

- Патика В. П., Макаренко Н. А., Моклячук Л. І. [та ін.]. Агроекологічна оцінка мінеральних добрив та пестицидів : монографія; за ред. В. П. Патики. К. : Основа, 2005. 300 с.
- Kumar A., Nayak A. K., Shukla A. K., Panda B. B., Raja R., Shahid M., Tripathi R., Mohanty S., Rath P. C. Microbial biomass and carbon mineralization in agricultural soils as affected by pesticide addition. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 2012. № 88 (4). Р. 538–542.
- Карпенко В. П., Притуляк Р. М. Формування ризобіального апарату чини посівної за дії біологічних препаратів. Тези доповідей XVI з'їзду Товариства мікробіологів України ім. С. М. Виноградського, 2–6 червня 2025 р. Київ, 2025. С. 36.
- Arora S., Sahni D. Pesticides effect on soil microbial ecology and enzyme activity – An overview. *J App. Nat. Sci.* 2016. № 8 (2). Р. 1126–1132.
- Фурдичко О. І. Агроекологія : монографія. К. : Аграрна наука. 2014. 400 с.
- Біологізована технологія вирощування нуту : монографія / В. П. Карпенко, І. І. Мостов'як, О. О. Коробко, Р. М. Притуляк ; за редакцією І. І. Мостов'яка. Умань : ВПЦ «Візаві», 2021. 125 с.
- Карпенко В. П., Грицаєнко З. М., Івасюк Ю. І. Симбіотичний стан посівів сої за дії біологічно активних речовин. *Вісник Уманського національного університету садівництва.* 2015. № 2. С. 13–16.
- Данильченко О. М., Коваленко І. М., Бутенко А. О. Продуктивність чини при внесенні різних доз мінеральних добрив та інокуляції насіння в умовах Північно-Східного Лісостепу України. «*НАУКОВИ*

ГОРИЗОНТИ», «SCIENTIFIC HORIZONS». 2018. № 2 (65). С. 29–33.

9. Небаба К. С. Симбіотична продуктивність гороху посівного залежно від впливу мінеральних добрив та регуляторів росту в умовах Лісостепу Західного. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка. ПДАТУ*. Кам'янець-Подільський. 2020. Вип. 32. С. 54–58.

10. Буряк Ю. І., Чернобаб О. В., Бондаренко Л. В. Застосування регуляторів росту при вирощуванні насіння ярого ячменю. *Вісник Центру наукового забезпечення агропромислового виробництва в Харківській області*. Харків. 2006. Вип. 4. С. 14–21.

11. Вишнівський П. С., Фурман О. В. Продуктивність сої залежно від елементів технології вирощування в умовах Правобережного Лісостепу України. *Рослинництво та ґрунтознавство*. 2020. Вип. 11. № 1. С. 13–22.

12. Zhalnina K. [et al.]. Dynamic root exudate chemistry and microbial substrate preferences drive patterns in rhizosphere microbial community assembly. *Nature microbiology*. 2018. Vol. 3. № 4. P. 470–480. DOI: 10.1038/s41564-018-0129-3

13. Кириченко О. В., Титова Л. В., Жеймода А. В. [та ін.]. Симбіотичні властивості *Bradyrhizobium japonicum* 6346 за дії фіторегулятора *Reglgal*. *Мікробіологічний журнал*. 2008. Т. 70. № 1. С. 17–25.

14. Карпенко В. П., Пати́ка В. П., При́туляк Р. М. [та ін.]. Біологізована технологія вирощування гречки: рекомендації виробництву / за ред. В. П. Карпенка. Умань: Видавничо-поліграфічний центр «Візаві». 2016. 16 с.

15. Волкогон В. В., Надкернична О. В., Томакова Л. М. [та ін.]. Експериментальна ґрунтова мікробіологія / за редакцією В. В. Волкогона. К. : Аграрна наука. 2010. 464 с.

16. Грицаєнко З. М., Грицаєнко А. О., Карпенко В. П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. Київ : Нічлава. 2003. 320 с.

References

1. Patyka V. P., Makarenko N. A., Mokliachuk L. I. [та ін.] (2005). Ahroekolohichna otsinka mineralnykh dobryv ta pestytsydiv: monohrafiia [Agroecological assessment of mineral fertilizers and pesticides : monograph] ; za red. V. P. Patyky. K. : Osnova, 2005. 300 s. [in Ukrainian].

2. Kumar A., Nayak A. K., Shukla A. K., Panda B. B., Raja R., Shahid M., Tripathi R., Mohanty S., Rath P. C. (2012). Microbial biomass and carbon mineralization in agricultural soils as affected by pesticide addition. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 2012. № 88 (4). P. 538–542.

3. Karpenko V. P., Prytuliak R. M. (2025). Formuvannya ryzobialnoho aparatu chyny posivnoi za dii biolohichnykh preparativ. [Formation of the rhizobial apparatus of the seed coat under the action of biological preparations]. *Tezy dopovidei XVI zizdu Tovarystva mikrobiolohiv Ukrainu im. S.M. Vynohradskoho*, 2–6 chervnia 2025 r. Kyiv, 2025. S. 36. [in Ukrainian].

4. Arora S., Sahni D. (2016). Pesticides effect on soil microbial ecology and enzyme activity – An overview. *J App. Nat. Sci.* 2016. № 8 (2). P. 1126–1132.

5. Furdychko O. I. (2014). Ahroekolohiia: monohrafiia. [Agroecology: monograph]. K. : Ahrarna nauka. 2014. 400 s. [in Ukrainian].

6. Karpenko V. P. (2021). Biolohizovana tekhnolohiia vyroshchuvannya nutu : monohrafiia [Biologized chickpea growing technology: monograph] / V. P. Karpenko, I. I. Mostoviyak, O. O. Korobko, R. M. Prytuliak. Za redaktsiieiu I. I. Mostoviaka. Uman : VPTs «Vizavi», 2021. 125 s. [in Ukrainian].

7. Karpenko V. P., Hrytsaienko Z. M., Ivasiuk Yu. I. (2015). Symbiotychnyi stan posviv soi za dii biolohichno aktyvnykh rechovyn. [Symbiotic state of soybean crops under the action of biologically active substances]. *Visnyk Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva*. 2015. № 2. S. 13–16. [in Ukrainian].

8. Danylchenko O. M., Kovalenko I. M., Butenko A. O. (2018). Produktivnist chyny pry vnesenni riznykh doz mineralnykh dobryv ta inokuliatsii nasinnia v umovakh Pivnichno-Skhidnoho Lisostepu Ukrainy. [Productivity of the rowan when applying different doses of mineral fertilizers and seed inoculation in the conditions of the North-Eastern Forest-Steppe of Ukraine]. «*NAUKOVI HORYZONTY*», «*SCIENTIFIC HORIZONS*». 2018. № 2 (65). S. 29–33. [in Ukrainian].

9. Nebaba K. S. (2020). Symbiotychna produktivnist horokhu posivnoho zalezno vid vplyvu mineralnykh dobryv ta rehuliatoriv росту v umovakh Lisostepu Zakhidnoho. [Symbiotic productivity of field peas depending on the influence of mineral fertilizers and growth regulators in the conditions of the Western Forest-Steppe]. *Podilskyi visnyk: silske hospodarstvo, tekhnika, ekonomika. PDAU*. Kamianets-Podilskyi. 2020. Vyp. 32. S. 54–58. [in Ukrainian].

10. Buriak Yu. I., Chernobab O. V., Bondarenko L. V. (2006). Zastosuvannya rehuliatoriv росту pry vyroshchuvanni nasinnia yaroho yachmeniu. [The use of growth regulators in growing spring barley seeds]. *Visnyk Tsentru naukovooho zabezpechennia ahropromyslovoho vyrobnytstva v Kharkivskii oblasti. Kharkiv*. 2006. Vyp. 4. S. 14–21. [in Ukrainian].

11. Vyshnivskiy P. S., Furman O. V. (2020). Produktivnist soi zalezno vid elementiv tekhnolohii vyroshchuvannya v umovakh Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy. [Soybean productivity depending on elements of growing technology in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine]. *Roslynnystvo ta gruntoznavstvo*. 2020. Vyp. 11. № 1. S. 13–22. [in Ukrainian].

12. Zhalnina K. [et al.] (2018). Dynamic root exudate chemistry and microbial substrate preferences drive patterns in rhizosphere microbial community assembly. *Nature microbiology*. 2018. Vol. 3. № 4. P. 470–480. DOI: 10.1038/s41564-018-0129-3

13. Kyrychenko O. V., Tytova L. V., Zheimoda A. V. [та ін.] (2008). Symbiotychni vlastyvoli *Bradyrhizobium japonicum* 634b za dii fitorehuliatora *Reglgal*. [Symbiotic properties of *Bradyrhizobium japonicum* 634b under the action of the phyto regulator *Reglgal*]. *Mikrobiolohichni zhurnal*. 2008. T. 70. № 1. S. 17–25. [in Ukrainian].

14. Karpenko V. P., Patyka V. P., Prytuliak R. M. [та ін.] (2016). Biolohizovana tekhnolohiia vyroshchuvannya hrechky: rekomendatsii vyrobnytstvu. [Biologized technology for growing buckwheat: recommendations for production]. Za red. V. P. Karpenka. Uman : Vydavnycho-polihrafichniy tsentr «Vizavi». 2016. 16 s. [in Ukrainian].

15. Volkohon V. V., Nadkernychna O. V., Tokmakova L. M. [ta in.] (2010). Eksperymentalna gruntova mikrobiologhiia. [Experimental soil microbiology]. Za redakt-siieiu V. V. Volkohona. K : Ahrarna nauka. 2010. 464 s. [in Ukrainian].

16. Hrytsaienko Z. M., Hrytsaienko A. O., Karpenko V. P. (2003). Metody biolohichnykh ta ahrokh-imichnykh doslidzhen roslyn i gruntiv. [Methods of biological and agrochemical research of plants and soils]. Kyiv : Nichlava. 2003. 320 s. [in Ukrainian].

Дата першого надходження рукопису до видання: 15.09.2025
Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 30.10.2025
Дата публікації: 28.11.2025