

[Glyphosate: Environmental fate and levels of residues]. *Sovremennyye problemy toksikologii – Modern Problems of Toxicology*, 1, 87–95 [in Russian].

7. Galiulin, R.V. & Galiulina, R.A. (2012). Osobennosti razlozheniia gerbitcida 2,4-D v sis-

teme pochva–voda–donnye otlozheniia [2,4-D herbicide degradation in soil–water–bottom sediment system]. *Voda: khimiia i ekologiia – Water: Chemistry and Ecology*, 1, 86–89 [in Russian].

УДК 631.847.211: 633.34

## КОРЕКЦІЯ РИЗОБІАЛЬНИХ УГРУПОВАНЬ ҐРУНТУ ЗА ІНТРОДУКЦІЇ *BRADYRHIZOBIUM JAPONICUM* РІЗНИХ ГЕНЕТИЧНИХ ГРУП

Д.В. Крутило<sup>1</sup>, О.В. Надкернична<sup>1</sup>, О.В. Шерстобоева<sup>2</sup>, М.А. Ушакова<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН

<sup>2</sup> Інститут агроекології і природокористування НААН

*Досліджено ефективність бінарної композиції штамів *B. japonicum* 46 + *B. japonicum* KB11 як основи мікробних препаратів Ризобіот та Ризогумін для сої. Висвітлено, що поєднання у біопрепаратах двох штамів бульбочкових бактерій сої різних генетичних груп та інтродукція їх у агроценози дає змогу провести корекцію ризобіальних угруповань ґрунту. Обробка насіння сої композицією штамів *B. japonicum* забезпечує формування збалансованих симбіотичних систем за дії інтродукованих та місцевих ризобій. Цей прийом надає можливість інтенсифікувати процес бульбочкоутворення, підвищити рівень симбіотичної азотфіксації, збільшити врожайність культури на 18–35% порівняно з контролем (без інокуляції). Найефективнішим за різних ґрунтово-кліматичних умов є використання торфової форми біопрепарату Ризогумін.*

**Ключові слова:** ризобіальне угруповання ґрунту, *Bradyrhizobium japonicum*, серогрупи, симбіотична система, соя, урожайність.

Однією з важливих особливостей бобових культур є їх здатність до симбіозу із азотфіксуючими мікроорганізмами — бульбочковими бактеріями, які частково або повністю забезпечують потреби рослин у цьому елементі. Використання активних штамів бульбочкових бактерій для покращення росту та живлення бобових вважається перспективним підходом в екологічному землеробстві [1, 2]. Як основа біологічних препаратів вони забезпечують підвищення врожайності бобових культур, поліпшення якості одержуваної продукції та сприяють формуванню в агроценозах місцевих угруповань специфічних бульбочкових бактерій. Представників ґрунтових популяцій ризобій розглядають як цінний генетичний ресурс для біотехнології сіль-

ського господарства, а з іншого боку, вони можуть бути конкурентами штамів-інокулянтів, знижуючи ефективність мікробних препаратів [1, 3, 4].

Наші попередні дослідження засвідчили, що в ґрунтах України популяції бульбочкових бактерій сої є доволі гетерогенними [5]. Їх представляють дві групи штамів: з повільним та інтенсивним ростом, що різняться за фенотиповими та генотиповими властивостями. Повільно-рослі ризобії віднесено до кількох генетичних груп: USDA 4, USDA 6 та USDA 110, тоді як інтенсивно-рослі штами є менш різномірними — вони належать до однієї генетичної групи USDA 123 [6]. На основі відібраних активних штамів сформовано колекцію бульбочкових бактерій сої з різною швидкістю росту. Встановлено, що інтенсивно-рослі штами краще, ніж повільно-рослі, приживаються у ґрунті [7], і це

© Д.В. Крутило, О.В. Надкернична, О.В. Шерстобоева, М.А. Ушакова, 2018

може бути використано на практиці для розробки нових мікробних препаратів з широким спектром корисної дії.

Останнім часом перелік інокулянтів для рослинництва значно розширився і налічує препарати, створені на основі мікроорганізмів різних функціональних груп, а також препарати бінарної дії, одержані внаслідок поєднання кількох мікроорганізмів [8]. Порівняно з окремими культурами, консорціями характеризуються підвищеною ефективністю і стабільністю дії на рослини, що обумовлює перспективність їх використання у сільськогосподарській практиці [9, 10].

Можливість застосування у біопрепаратах кількох штамів бульбочкових бактерій, які належать до одного виду, потребує детального вивчення. Для раціонального використання потенціалу бобово-ризобіального симбіозу необхідно звертати увагу не лише на ефективність нових штамів і їх сумісність, але й знати, за яких умов штам-інокулянти можуть успішно конкурувати з представниками ґрунтових популяцій специфічних бульбочкових бактерій та колонізувати кореневу систему рослин.

З огляду на вищевикладене, метою нашої роботи було вивчити ефективність поєданого застосування штамів *B. japonicum* різних генетичних груп як основи препаратів для сої та оцінити їх вплив на місцеві ризобіальні угруповання ґрунту.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Об'єкти досліджень: бінарна композиція повільно- та інтенсивнорослого штамів бульбочкових бактерій — *B. japonicum* 46 (генетична група USDA 6) + *B. japonicum* KB11 (група USDA 123), рідка та тверда форми біопрепаратів для сої Ризобіфіт і Ризогумін, рослини сої (*Glycine max* (L.) Merr.) різних сортів (Сузір'я та КиВін).

Польові досліді щодо ефективності застосування бінарної композиції штамів *B. japonicum* 46 + *B. japonicum* KB11 як основи мікробних препаратів проводили у зоні Полісся України на чорноземі вилугуваному (Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового вироб-

ництва НААН — ІСМАВ). Застосовували рідку та тверду (торфову) форми біопрепарату Ризобіфіт (ТУУ 319.00494456-006-2002) і нового комплексного препарату Ризогумін (ТУУ 24.1-00497360-003:2007). До складу Ризобіфіту (рідка форма) входить бактеріальна суспензія бульбочкових бактерій *B. japonicum* 46 та *B. japonicum* KB11. У твердій формі цього препарату ризобії розмножено у стерильному торфі. До складу Ризогуміну (рідка форма), крім бульбочкових бактерій (компонент № 1), входить комплекс біологічно активних речовин вермикомпосту (компонент № 2): регулятори росту рослин, гумінові кислоти, амінокислоти, вітаміни, незначна кількість макроелементів та мікроелементи в хелатованому вигляді [11, 12]. Тверда форма Ризогуміну — це бінарна композиція штамів *B. japonicum* та компоненти вермикомпосту у нестерильному торфі. У дослідях використовували насіння сої сорту Сузір'я. Протруйники та гербіциди не застосовували. Повторність — чотириразова. Площа облікової ділянки — 6 м<sup>2</sup>. Розміщення ділянок — рендомізоване.

Ефективність бобово-ризобіального симбіозу оцінювали за такими показниками: кількість та маса бульбочок, нітрогеназна активність бульбочок, продуктивність рослин. Активність симбіотичної азотфіксації визначали ацетилен-етиленовим методом [13] на газовому хроматографі «Chrom-4» з полум'яно-іонізаційним детектором.

Зміни у «бульбочкових» популяціях ризобій сої, які опосередковано відображають стан ґрунтових угруповань бульбочкових бактерій, оцінювали за допомогою реакції аглютинації із застосуванням специфічних антисироваток (46, M8, KB11, 6346) та гомогенатів бульбочок. Різноманіття бульбочкових бактерій у бульбочках оцінювали за допомогою індексу Шеннона, який розраховували за формулою [14]:

$$H = -\sum P_i \ln P_i,$$

де  $H$  — індекс різноманіття Шеннона;  $P_i$  — відносна яскравість  $i$ -го штаму, розрахована як  $n_i/N$ , де  $N$  — загальна кількість бульбочок, утворених різними штамми бульбоч-

кових бактерій сої,  $ni$  — кількість бульбочок, сформованих штамом ризобій певної серогрупи.

Виробничу перевірку було здійснено у ДП «Науковий інноваційно-технологічний центр» Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН (с. Агрономічне Вінницького р-ну Вінницької обл.). Тип ґрунту — сірий лісовий. Сорт сої — Ки-Він. Насіння сої протруювали Вітаваксом 200 ФФ (2,5 л/т) за один тиждень до інокуляції. У день посіву насіння обробляли біопрепаратом Ризогумін. Система захисту від бур'янів: Харнес (2,2 л/га), у фазу 3-й трійчастий листок — Базагран (1,8 л/га) + Хармоні (7 г/га), через п'ять днів після застосування страхової бакової суміші — гербіцид Пантера (1,6 л/га). Обсяг виробничої перевірки — 12 га.

Статистичну обробку даних здійснювали загальноприйнятими методами із застосуванням комп'ютерних програм Microsoft Office Excel і Statistica 7.0.

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Відомо, що ефективність біопрепаратів для бобових культур насамперед залежить від їх біоагентів — штамів бульбочкових бактерій. Попередньо у вегетаційних та польових дослідах нами проведено скринінг перспективних штамів ризобій сої з цінними агрономічними властивостями. У підсумку, створено бінарну композицію штамів *V. japonicum* 46 + *V. japonicum* KB11, які належать до різних генетичних груп (USDA 6 і USDA 123 відповідно) і у функціональному аспекті взаємодоповнюють та підсилюють дію один одного (синергічний ефект), що надає їм змогу повніше реалізувати свій симбіотичний потенціал [15].

Ефективність бінарної композиції штамів *V. japonicum* 46 + *V. japonicum* KB11 як основи розроблених у ІСМАВ мікробних препаратів Ризобофіт та Ризогумін вивчали в серії польових дослідів у ґрунтово-кліматичних умовах Полісся України.

Дослідження засвідчили, що впродовж трьох років на коренях рослин сої контрольного варіанта (без інокуляції) утворювались численні бульбочки (10,8–

23,5 од./рослину), ініційовані представниками місцевих популяцій специфічних бульбочкових бактерій (табл. 1).

На фоні ґрунтової ризобіальної мікробіоти використання біопрепаратів Ризобофіт та Ризогумін сприяло інтенсифікації процесу бульбочкоутворення. У варіантах із торфовими формами препаратів кількість бульбочок збільшувалась на 4,3–15,1% (залежно від фази розвитку рослин) порівняно з обробкою насіння рідкими препаратами. Помітнішою ця різниця була у фазу наливу бобів. У середньому за три роки максимальне формування бульбочок (43,2 од./рослину) зафіксовано за інокуляції сої бінарною композицією штамів *V. japonicum* 46 + *V. japonicum* KB11 у складі торфової форми Ризогуміну.

Важливим показником симбіотичної взаємодії бульбочкових бактерій і бобових рослин, який має тісні кореляційні зв'язки із продуктивністю культури, є маса бульбочок. Уже на початкових етапах онтогенезу рослин (фаза стеблування) у варіантах із обробкою сої різними формами Ризобофіту та Ризогуміну цей показник був у 2,1–2,6 раза вищим, ніж у контрольному варіанті. Найвищі значення маси бульбочок зафіксовано у фазу наливу бобів за інокуляції насіння рідкою та торфвою формами Ризогуміну (1,19 та 1,25 г/рослину відповідно).

Використання бінарної композиції штамів *V. japonicum* у складі біопрепаратів сприяло активізації симбіотичної азотфіксації порівняно із контролем (у 1,5–2,8 раза). Максимальний рівень фіксації молекулярного азоту відзначено у фазі цвітіння та наливу бобів за обробки насіння сої Ризогуміном (20,56–23,47 мгк N/рослину за 1 год). Загалом, цей біопрепарат забезпечував істотне підвищення нітрогеназної активності бульбочок порівняно із Ризобофітом — на 6,3–24,5% (залежно від фази розвитку рослин та форми біопрепарату), що може бути обумовлено наявністю у його складі біологічно активних речовин природного походження та їх безпосередньою дією на рослини сої, а також мікросимбіонтів. У попередніх дослідженнях нами обґрунтовано, що метаболіти бульбочкових

Таблиця 1

**Вплив обробки насіння сої сорту Сузір'я різними формами біопрепаратів на основі бінарної композиції штамів *V. jarrowii* на симбіотичні показники (польові досліді, середнє за 2015–2017 рр.)**

Варіанти досліду	Кількість бульбочок			Маса бульбочок			Активність азотфіксації		
	од./рослину	% до контролю	% до Ризобофїту	г/рослину	% до контролю	% до Ризобофїту	мгг N/ рослину за 1 год	% до контролю	% до Ризобофїту
<i>Стеблцвання</i>									
Без обробки (контроль)	10,78	100,0	–	0,07	100,0	–	3,07	100,0	–
Ризобофїт (рідка форма)	18,83	174,7	100,0	0,16	228,6	100,0	6,19	201,6	100,0
Ризогумїн (рідка форма)	19,17	177,8	101,8	0,16	228,6	100,0	6,58	214,3	106,3
Ризобофїт (торфова форма)	20,64	191,5	100,0	0,15	214,3	100,0	5,67	184,7	100,0
Ризогумїн (торфова форма)	20,00	185,5	96,9	0,18	257,1	120,0	7,02	228,7	123,8
<i>Цвітіння</i>									
Без обробки (контроль)	15,53	100,0	–	0,40	100,0	–	8,43	100,0	–
Ризобофїт (рідка форма)	24,36	156,9	100,0	0,73	182,5	100,0	16,52	195,7	100,0
Ризогумїн (рідка форма)	27,64	178,0	113,5	0,75	187,5	102,7	20,56	243,9	124,5
Ризобофїт (торфова форма)	26,45	170,3	100,0	0,75	187,5	100,0	19,40	230,1	100,0
Ризогумїн (торфова форма)	30,14	194,1	114,0	0,82	205,0	109,3	23,47	278,4	121,0
<i>Налив бобів</i>									
Без обробки (контроль)	23,47	100,0	–	0,67	100,0	–	12,62	100,0	–
Ризобофїт (рідка форма)	30,92	131,7	100,0	1,06	158,2	100,0	18,95	150,2	100,0
Ризогумїн (рідка форма)	38,08	162,2	123,2	1,19	177,6	112,3	20,90	165,6	110,3
Ризобофїт (торфова форма)	35,58	151,6	100,0	1,07	159,7	100,0	20,32	161,0	100,0
Ризогумїн (торфова форма)	43,17	183,9	121,3	1,25	186,6	116,8	23,39	185,3	115,1

бактерій також позитивно впливають не лише на рослину-господаря, але і на представників ґрунтових популяцій ризобій, підвищуючи їх симбіотичну активність [15].

Як відомо, взаємозв'язки інтродукованих у ґрунт мікроорганізмів із резидентною мікробіотою є складними та різноманітними (нейтралізм, симбіоз, конкуренція, антагонізм тощо). Характер взаємодії представників мікробного ценозу між собою, а також із навколишнім природним середовищем визначає екологічну нішу, яку займає кожен вид мікроорганізмів [16]. Так, від здатності штамів-інокулянтів конкурувати з представниками ґрунтових популяцій бульбочкових бактерій значною мірою

залежить ефективність біопрепаратів для сої. Тому наступним етапом нашої роботи було вивчити структуру бульбочкових популяцій ризобій сої та оцінити вплив біоагентів досліджуваних препаратів на місцеві угруповання специфічних мікросимбіонтів.

За результатами серологічного аналізу бульбочок сої в контрольних варіантах встановлено, що ґрунтові популяції специфічних бульбочкових бактерій є гетерогенними та різняться залежно від року досліджень. До їх складу входять повільно- та інтенсивнорослі штами, що належать до двох — чотирьох серологічних груп: 46, М8, КВ11, 6346 (табл. 2). У бульбочках сої ви-

Таблиця 2

**Частка штамів *B. japonicum* у бульбочках сої за використання різних форм препаратів (польові досліди, 2015–2017 рр.)**

Варіанти досліду	Частка штамів ризобій сої у бульбочках, %					Індекс Шеннона (H)
	46	М8	КВ11	6346	Інші*	
<i>2015</i>						
Без обробки (контроль)	14,58	10,42	60,42	0	14,58	1,10
Ризобофіт (рідка форма)	33,33	14,58	43,75	0	8,33	1,22
Ризогумін (рідка форма)	39,58	14,58	27,08	0	18,75	1,31
Ризобофіт (торфова форма)	31,25	10,42	45,83	0	12,50	1,22
Ризогумін (торфова форма)	29,17	12,50	37,50	0	20,83	1,31
<i>2016</i>						
Без обробки (контроль)	4,17	2,08	68,75	4,17	20,83	0,93
Ризобофіт (рідка форма)	45,83	0	41,67	0	12,50	0,98
Ризогумін (рідка форма)	29,17	4,17	41,67	0	25,00	1,20
Ризобофіт (торфова форма)	31,25	4,17	47,92	10,42	6,25	1,26
Ризогумін (торфова форма)	35,42	0	35,42	8,33	20,83	1,27
<i>2017</i>						
Без обробки (контроль)	27,08	0	58,33	0	14,58	0,95
Ризобофіт (рідка форма)	45,83	0	43,75	0	10,42	0,96
Ризогумін (рідка форма)	39,58	0	35,42	0	25,00	1,08
Ризобофіт (торфова форма)	37,50	0	43,75	0	18,75	1,05
Ризогумін (торфова форма)	39,58	0	39,58	0	20,83	1,06

Примітка: \* — бульбочкові бактерії сої, не віднесені до відомих серогруп.

явлено також ризобії, не віднесені до відомих серогруп, частка яких варіює у межах 14,6–20,8%. Домінуючими мікросимбіонтами сої впродовж трьох років експерименту були інтенсивнорослі бульбочкові бактерії серогрупи KB11 (58,3–68,8% бульбочок). Раніше нами було доведено, що ці штами належать до генетичної групи USDA 123 і характеризуються підвищеною сапрофітною компетентністю (приживаністю у ґрунті) [7].

На фоні ґрунтових популяцій ризобій сої використання бінарної композиції штамів *B. japonicum* 46 + *B. japonicum* KB11 спричиняло істотні зміни у структурі місцевих угруповань бульбочкових бактерій. За обробки насіння сої як Ризобіофітом, так і Ризогуміном спостерігалось зростання у бульбочках частки повільнорослого штаму-інокулянту *B. japonicum* 46 від 4,2–27,1 до 29,2–45,8%. Натомість, внаслідок перегруповання ризобій у бульбочкових популяціях частка інтенсивнорослого штаму *B. japonicum* KB11 зменшувалась від 58,3–68,8 (у контрольному варіанті) до 27,1–47,9% (за інокуляції).

Місцеві бульбочкові бактерії сої також займали свою екологічну нішу, утворюючи азотфіксувальні бульбочки на коренях рослин. Слід зауважити, що використання Ризобіофіту спричиняло зменшення, порівняно з контролем, кількості бульбочок, сформованих ризобіями невизначених серологічних груп. Проте у варіантах із комплексним біопрепаратом Ризогумін їх частка у бульбочках була на рівні контролю або дещо вищою. На нашу думку, це також може бути обумовлено наявністю у складі досліджуваного препарату біологічно активних речовин, які позитивно впливають на нодуляційну здатність представників ризобіальних угруповань ґрунту.

Аналіз отриманих даних засвідчив, що за певних умов штамми-інокулянти можуть повністю витіснити із бульбочкових популяцій ризобії, які містяться в агроценозі у мінорних кількостях. Свідченням цього є те, що у варіантах з інокуляцією насіння Ризобіофітом та Ризогуміном (2016 р.) місцеві бульбочкові бактерії серогруп M8

та 634b не були спроможними утворювати бульбочки.

Загалом, використання бінарної композиції штамів *B. japonicum* різних генетичних груп надало змогу провести корекцію складу ризобіальних угруповань ґрунту. Інокуляція сприяла рівномірнішому розподілу мікросимбіонтів у бульбочках порівняно із контрольним варіантом. Різкого домінування певних штамів у популяціях не спостерігалось, а сформовані симбіотичні системи були більш збалансованими. Про це свідчать значення індексу різноманіття Шеннона (у середньому за 3 роки): за використання торфової форми Ризобіофіту  $H = 1,18$  та обох форм Ризогуміну —  $H = 1,20–1,21$ . У контрольному варіанті (без інокуляції)  $H = 0,99$ .

Інтегральним показником ефективності бактеризації насіння є отриманий урожай. Встановлено, що на фоні гетерогенних популяцій бульбочкових бактерій досліджувані біопрепарати забезпечували вірогідне підвищення врожайності сої сорту Сузір'я на 18–28% порівняно з контролем (табл. 3). Найефективнішим упродовж трьох років експерименту виявилось застосування торфової форми Ризогуміну. У цьому варіанті врожайність сої була на 7–9% вищою порівняно з використанням обох форм Ризобіофіту.

Важливою умовою впровадження біоагентів мікробних препаратів у виробництво є їх перевірка в існуючих технологіях вирощування бобової культури за використання гербіцидів та хімічних засобів захисту рослин від хвороб і шкідників. Ефективність Ризогуміну на основі бінарної композиції штамів *B. japonicum* вивчали у виробничому досліді із соєю в зоні Центрального Лісостепу України (ДП «Науковий інноваційно-технологічний центр» Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН).

Встановлено, що за наявності у ґрунті місцевої популяції бульбочкових бактерій сої бактеризація насіння рослин сорту КиВін сприяла підвищенню продуктивності культури на 35% порівняно з контролем (без інокуляції).

**Вплив обробки насіння сої сорту Сузір'я різними формами біопрепаратів  
на основі бінарної композиції штамів *B japonicum* 46 + *B japonicum* KB11  
на продуктивність рослин (польові досліді, 2015–2017 рр.)**

Варіанти досліді	Урожайність зерна, т/га				Приріст урожаю	
	2015	2016	2017	Середнє	т/га	%
Без обробки (контроль)	2,05	2,75	2,38	2,39	–	100
Ризобофіт (рідка форма)	2,40	3,23	2,81	2,81	+0,42	118
Ризогумін (рідка форма)	2,54	3,38	2,89	2,94	+0,55	123
Ризобофіт (торфова форма)	2,45	3,21	2,89	2,85	+0,46	119
Ризогумін (торфова форма)	2,56	3,53	3,08	3,06	+0,67	128
НІР <sub>05</sub>	0,20	0,21	0,19			

### ВИСНОВКИ

Використання бінарної композиції штамів *B. japonicum* 46 + *B. japonicum* KB11 як основи мікробних препаратів Ризобофіт та Ризогумін є ефективним прийомом у технологіях вирощування сої. Поєднання у біопрепаратах двох штамів *B. japonicum* різних генетичних груп та інтродукція їх у агроценози дає змогу здійснити корекцію ризобіальних угруповань ґрунту. Обробка насіння сої композицією штамів забезпечує формування збалансованих симбіотичних систем без істотного домінування інтродукованих та місцевих ризобій у бульбочках. Такий прийом надає можливість інтенсифікувати процес бульбочкоутворення,

підвищити рівень симбіотичної азотфіксації, збільшити врожайність культури на 18–35% порівняно з контролем (без інокуляції). Найефективнішим за різних ґрунтово-кліматичних умов виявилось застосування торфової форми комплексного біопрепарату Ризогумін.

Подальше вивчення поєданого використання штамів *B. japonicum* різних генетичних груп надасть змогу глибше розкрити особливості формування і функціонування ефективних симбіотичних систем та розробити оптимальну стратегію застосування мікробних препаратів на основі кількох штамів бульбочкових бактерій.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Биологическая фиксация азота: бобово-ризобильный симбиоз / [С.Я. Коць, В.В. Моргун, В.Ф. Патыка и др.]. – Т. 2. – К.: Логос, 2011. – 523 с.
2. Спайнк Г. *Rhizobiaceae*. Молекулярная биология бактерий, взаимодействующих с растениями / [Г. Спайнк, А. Кондороши, П. Хукас]; пер. с англ. И.А. Тихоновича, Н.А. Проворова. – СПб.: Бионт, 2002. – 558 с.
3. Толкачев Н.З. Потенциальные возможности симбиотической азотфиксации при выращивании сои на юге Украины / Н.З. Толкачев // Микробиол. журн. – 1997. – Т. 59, № 4. – С. 34–41.
4. Патица В.П. Вплив аборигенних популяцій бульбочкових бактерій сої на симбіотичну активність інтродукованого штаму *Bradyrhizobium japonicum* 6346 / В.П. Патица, Д.В. Крутило, Т.М. Ковалевська // Микробиол. журн. – 2004. – Т. 66, № 3. – С. 14–21.
5. Біологічна різноманітність бульбочкових бактерій сої в ґрунтах України / Д.В. Крутило, О.В. Надкернична, Т.М. Ковалевська, В.П. Патица // Микробиол. журн. – 2008. – Т. 70, № 6. – С. 27–34.
6. Krutylo D.V. Genotypic analysis of nodule bacteria nodulating soybean in soils of Ukraine / D.V. Krutylo, V.S. Zotov // Russian Journal of Genetics: Applied Research. – 2015. – Vol. 5, Issue 2. – P. 102–109.
7. Штам бульбочкових бактерій сої з підвищеною сапрофітною компетентністю як основа біопрепаратів / Д.В. Крутило, М.А. Ушакова, С.І. Колісник та ін. // Корми і кормовиробництво. – 2015. – Вип. 80. – С. 59–65.

8. Сытников Д.М. Биотехнология микроорганизмов-азотфиксаторов и перспективы применения препаратов на их основе / Д.М. Сытников // Биотехнология. — 2012. — Т. 5, № 4. — С. 34–45.
9. Злотников А.К. Взаимосвязь нитрогеназной активности, устойчивости и относительного содержания компонентов смешанных культур диазотрофных бактерий / А.К. Злотников, О.Б. Глаголева, М.М. Умаров // Микробиология. — 1997. — Т. 66, № 6. — С. 807–812.
10. Masciarelli O. A new PGPR co-inoculated with *Bradyrhizobium japonicum* enhances soybean nodulation / O. Masciarelli, A. Llanes, V. Luna // Microbiol. Res. — 2014. — Vol. 169, No. 8. — P. 609–615.
11. Методологія і практика використання мікробних препаратів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур / [В.В. Волкогон, А.С. Зарішняк, І.В. Гриник та ін.]; за наук. ред. В.В. Волкогона. — К.: Аграр. наука, 2011. — 156 с.
12. Комок М.С. Оптимізація вмісту фітогормонів у біопрепараті комплексної дії Ризогуміні / М.С. Комок, С.Б. Дімова, В.В. Волкогон // Сільськогосподарська мікробіологія. — 2010. — Вип. 12. — С. 27–37.
13. The acetylene-ethylene assay for N<sub>2</sub>-fixation: Laboratory and field evaluation / R.W.F. Hardy, R.D. Holsten, E.K. Jackson, R.C. Burns // Plant Physiol. — 1968. — Vol. 43, No. 8. — P. 1185–1207.
14. Pielou E.C. Ecological diversity and its measurement / E.C. Pielou // An Introduction to Mathematical Ecology. — New York: Wiley Interscience. John Wiley & Sons, 1969. — P. 221–235.
15. Крутило Д.В. Формування симбіотичної системи сої за впливу штамів *Bradyrhizobium japonicum* — продуцентів речовин фітогормональної дії / Д.В. Крутило, Н.О. Леонова, Г.О. Іутинська // Агроекологічний журнал. — 2017. — № 3. — С. 138–147.
16. Екологія мікроорганізмів: Посібник / [В.П. Патики, Т.Г. Омелянець, І.В. Гриник, В.Ф. Петриченко]; за ред. В.П. Патики. — К.: Основа, 2007. — 192 с.

## REFERENCES

1. Kots, S.Ya., Morgun, V.V., Patyka, V.F., Malichenko, S.M., Mamenko, P.M., Kiriziy, D.A., Mykhalkiv, L.M., Beregovenko, S.K., Melnykova, N.M. (2011). *Biologicheskaya fiksatsiya azota: bobovorizobialnyj simbioz [Biological nitrogen fixation: legume-rhizobial symbiosis]*. (Vol. 2). Kyiv: Logos [in Russian].
2. Spaink, H.P., Kondorosi, A., Hooykaas, P. (2002). *Rhizobiaceae. Molekulyarnaya biologiya bakterij, vzaimodejstvuyushih s rasteniyami [The Rhizobiaceae: Molecular biology of model plant-associated bacteria]*. (A. Tikhonovich, N.A. Provorov, Trans.) — St. Petersburg: Biont [in Russian].
3. Tolkachov, N.Z. (1997). Potencialnye vozmozhnosti simbioticheskoy azotifikatsii pri vyrashivanii soi na yuge Ukrainy [Potentialities of soybean symbiotic nitrogen fixation in the south of Ukraine]. *Mikrobiologichnyi zhurnal — Microbiological journal*, 59, 4, 34–41 [in Russian].
4. Patyka, V.P., Krutylo, D.V., Kovalevska T.M. (2004). Vplyv aboryhenykh populatsii bulbochkovykh bakterii soi na symbiotychnu aktyvnist introdukovanohto shtamu *Bradyrhizobium japonicum* 634b [Natural populations of nodule bacteria of soybean and their influence on symbiotic activity of introduction strain *Bradyrhizobium japonicum* 634b]. *Mikrobiologichnyi zhurnal — Microbiological journal*, 66, 3, 14 – 21 [in Ukrainian].
5. Krutylo, D.V., Nadkernychna, O.V., Kovalevska, T.M., Patyka, V.P. (2008). Biolohichna riznomanitnist bulbochkovykh bakterii soi v gruntakh Ukrainy [Biodiversity soybean rhizobia in soils of Ukraine]. *Mikrobiologichnyi zhurnal — Microbiological journal*, 70, 6, 27–34 [in Ukrainian].
6. Krutylo, D.V., Zotov, V.S. (2015). Genotypic analysis of nodule bacteria nodulating soybean in soils of Ukraine. *Russian Journal of Genetics: Applied Research*, 5, 2, 102–109 [in English].
7. Krutylo, D.V., Ushakova, M.A., Kolesnik, S.I., Ivanyuk, S.V., Kobak, S.Y. (2015). Shtam bulbochkovykh bakterii soi z pidvyshchenoiu saprofitnoiu kompetentnistiu yak osnova biopreparativ [Strain of soybean nodule bacteria having high saprophytic competence as the basis of biopreparations]. *Kormy i kormovyrobnytstvo — Feeds and Feed Productions*, 80, 59–65 [in Ukrainian].
8. Sytnikov, D.M. (2012). Biotehnologiya mikroorganizmiv — azotifikatorov i perspektivy primenyeniya preparatov na ih osnovе [Biotechnology of microbial nitrogen fixers and future trends of their preparations applications]. *Biotekhnohohiia — Biotechnology*, 5, 4, 34–45 [in Russian].
9. Zlotnikov, A.K., Glagoleva, O.B., Umarov, M.M. (1997). Vzaimosv'yaz nirogenaznoy aktivnosti, ustoychivosti i otnositel'nogo soderzhaniya komponentov smeshannykh kultur diazotrofnyykh bakteriy [Interrelation of nitrogenase activity, stability and relative contents of components of mixed cultures of diazotrophyc bacteria]. *Mikrobiologiya — Microbiology*, 66, 6, 807–812 [in Russian].
10. Masciarelli, O., Llanes, A., Luna, V. (2014). A new PGPR co-inoculated with *Bradyrhizobium japonicum* enhances soybean nodulation. *Microbiological Research*, 169, 8, 609–615 [in English].
11. Volkohon, V.V., Zarishnyak, A.S., Grinik, I.V. et al. (2011). *Metodolohiia i praktyka vykorystannia mikrobynykh preparativ u tekhnolohiakh vyroshchuvannia silskohospodarskykh kultur [Methodology and practice of the use of microbial preparations in technologies of growing of agricultural crops]*. Kyiv: Ahrarna nauka [in Ukrainian].
12. Komok, M.S., Dimova, S.B., Volkogon, V.V. (2010). Optymizatsiia vmistu fitohormoniv u biopreparati kompleksnoi dii Ryzohumini [Optimization of phytohormones contents in complex biopreparation Rhizohumin]. *Selskohozyaystvennaya biologiya*



- ya — *Agricultural biology*, 12, 27–37 [in Ukrainian].
13. Hardy, R.W.F., Holsten, R.D., Jackson, E.K., Burns, R.C. (1968). The acetylene-ethylene assay for N<sub>2</sub>-fixation: Laboratory and field evaluation. *Plant Physiology*, 43, 8, 1185–1207 [in English].
  14. Pielou, E.C. (1969). *Ecological diversity and its measurement*. In *An Introduction to Mathematical Ecology*. New York: Wiley Interscience. John Wiley & Sons [in English].
  15. Krutylo, D.V., Leonova, N.O., Iutynska, G.O. (2017). Formuvannia symbiotychnoi systemy soi za vplyvu shtamiv *Bradyrhizobium japonicum* — productsentiv rechovyn fitohormonalnoi dii [Soybean symbiotic system formation under influence of *Bradyrhizobium japonicum* strains which produce the substances with phytohormonal action]. *Ahroekolohichnyi zhurnal — Agroecological journal*, 3, 138–147 [in Ukrainian].
  16. Patyka, V.P., Omelyanets, T.G., Grinik, I.V., Petrynenko, V.F. (2007). *Ekolohiia mikroorganizmiv: posibnyk [Ecology of microorganisms: manual]*. Kyiv: Osnova [in Ukrainian].

УДК 581.522.4+581.95(477.5)

## ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ НАТУРАЛІЗОВАНИХ ЛІКАРСЬКИХ РОСЛИН

Т.Л. Шевченко, Л.А. Глущенко

*Дослідна станція лікарських рослин ІАП НААН*

*Досліджено особливості процесів натуралізації деяких лікарських видів-інтродуцентів. На прикладі трьох видів лікарських рослин із різним ступенем натуралізації — *Glaucium flavum* Crantz, *Nepeta grandiflora* Vieb. *Echinops sphaerocephalus* L. викладено результати багаторічних екологічних та морфометричних досліджень, а також доведено можливість використання лікарської рослинної сировини натуралізованих видів для потреб фармацевтичних підприємств. Уміст біологічно активних речовин у сировині досліджуваних видів відповідає нормативним вимогам і не залежить від умов зростання (для *Glaucium flavum* уміст глауцину — 1,2%, *Nepeta grandiflora* — ефірної олії 0,24, *Echinops shaerocephalus* — нативного алкалоїду 1,5%).*

**Ключові слова:** інтродукція, натуралізація, ектопи, лікарські рослини, біологічно активні речовини.

У світі зростає попит на натуральні лікувальні засоби, продукти безпечного харчування, косметичку з природної сировини, зокрема з лікарських рослин. Розширення сфер застосування лікарської рослинної сировини, зокрема для створення нових ефективних лікарських засобів рослинного походження, має проводитися у комплексі з оцінкою сировинної бази та природоохоронними заходами.

Останніми роками стан використання природних рослинних ресурсів України, у т.ч. лікарських рослин, характеризується як кризовий. Зважаючи на зміни погодних умов, техногенні забруднення, перевипас і

ущільнення ґрунту, розорювання земель, їх осушення тощо, значно скоротилися площі з цінними дикорослими видами, зменшилася якість фітосировини. До того ж інтенсивна експлуатація природних запасів загострює проблеми, зумовлені невиснажливим використанням та економічною доцільністю проведення заготівель лікарської рослинної сировини в природних умовах.

Альтернативним шляхом формування сировинної бази для потреб економіки, що широко використовується у всьому світі, є культивування цінних видів рослин як місцевої, так і адвентивної флори.

Інтродукція рослин — це один з методів вивчення та збереження видів за межами їх природних місць зростання, спосіб задово-