

DOI: [https://www.doi.org/10.32636/01308521.2020-\(67\)-1-2](https://www.doi.org/10.32636/01308521.2020-(67)-1-2)

УДК 633.11:631.531:579.83/.88

О. П. ВОЛОЩУК, доктор сільськогосподарських наук

І. С. ВОЛОЩУК, В. В. ГЛИВА, кандидати сільськогосподарських наук

Г. С. ГЕРЕШКО, науковий співробітник

М. С. ЗАПСОЦЬКА, аспірант

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН

вул. Грушевського, 5, с. Оброшине Пустомитівського р-ну

Львівської обл., 81115, e-mail: olexandravoloschuk53@gmail.com

БАКТЕРІАЛЬНІ ПРЕПАРАТИ В ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ НАСІННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В ЗАХІДНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Впровадження в галузь насінництва інноваційних досягнень науки залежить від раціонального теоретично-наукового обґрунтування окремих його ланок. Вони забезпечать обсяги виробництва високоякісного добазового насіння для насінницьких господарств регіону та сприятимуть розширенню площ посівів високих генерацій. Скорочення витрат на вирощування насіння за рахунок ресурсоощадних технологій дасть можливість здешевити вартість виробленого насіння й підвищити його конкурентоспроможність. Особливо гострою є проблема високоякісного насіннєвого матеріалу в Західному Лісостепу, який охоплює ряд підзон (лісостепову, поліську, передгірську і гірську) із різними ґрунтовими відмінами, що характеризуються низькою природною родючістю, підвищеною кислотністю, промивним режимом і великою кількістю опадів у період формування – збирання зерна.

Дослідження проводили в лабораторії насіннезнавства Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН впродовж 2010–2014 рр.

Наведено дані щодо вивчення впливу бактеріальних препаратів в технології вирощування насіння пшениці озимої за різного живлення рослин. Встановлено, що в ґрунтово-кліматичних умовах Західного Лісостепу за достатнього вологозабезпечення посівного шару ґрунту (0–10 см) у період сівби пшениці озимої ефективність застосування бактеріальних препаратів азотфіксуючої й фосформобілізуючої дії є високою. Одержані експериментальні дані дозволяють стверджувати, що активна ґрунтова мікрофлора, обумовлена передпосівною обробкою насіння азотфіксуючими (діазофіт і агробактерин) та фосформобілізуючим (поліміксобактерин) бактеріальними препаратами, підвищувала польову схожість насіння на 2,1–2,7 %. Під їх впливом поліпшувався ріст і розвиток рослин в осінній період. Спостерігали збільшення накопичення цукрів у вузлах кущіння (на 6,7–8,2 %), що забезпечувало вищий відсоток перезимівлі рослин (на 1,7–6,1 %) порівняно з неіноккульованим насінням. Бактеріальні препарати позитивно впливали на стійкість рослин до основних хвороб, що сприяло приросту врожайності

© Волощук О. П., Волощук І. С., Глива В. В.,
Герешко Г. С., Запесоцька М. С., 2020

насіння на 0,21–0,23 т/га за застосування агробактерину і діазофіту до фону мінерального живлення $N_{90}P_{90}K_{90}$. Ефективність поліміксобактерину була вищою на фоні $N_{30}P_{90}K_{90} + N_{30}$ в IV і VII етапах органогенезу, за якого приріст становив 0,59 т/га, і дещо нижчою (0,44 т/га) – за норми внесення фосфору P_{45} .

Ключові слова: пшениця озима, сорт, погодні фактори, інокуляція насіння, бактеріальні препарати, урожайність, посівні якості насіння.

Voloshchuk O., Voloshchuk I., Hlyva V., Hereshko H., Zapisotska M.
Bacterial preparations in the technology of growing winter wheat seeds in the western Forest-Steppe of Ukraine

The introduction of innovative achievements of science into the seed-growing industry depends on rational theoretical and scientific substantiation of individual its links. They will ensure the production of high-quality sub-base seeds for seed farms in the region and contribute to the expansion of the areas of high-generation crops. Reducing the cost of growing seeds due to resource-saving technologies will reduce the cost of produced seeds and increase its competitiveness. Particularly acute is the problem of high-quality seed material in the western Forest-Steppe, which covers a number of subzones (Forest-Steppe, Polissia, foothill and mountainous) with different soil differences, characterized by low natural fertility, increased acidity, leaching regime and a large amount of precipitation during formation – collection of grain.

The studies were carried out in the seed production laboratory of the Institute of Agriculture of Carpathian region of NAAS during 2010–2014.

The data on the study of the effect of bacterial preparations in the technology of growing winter wheat seeds for different plant nutrition are presented. It was established that in the soil and climatic conditions of the western Forest-Steppe with sufficient moisture supply of the soil sowing layer (0–10 cm) during the sowing of winter wheat, the effectiveness of the use of bacterial preparations of nitrogen-fixing and phosphoformobilizing action is high. The obtained experimental data suggest that the active soil microflora, due to the pre-sowing treatment of seeds with nitrogen-fixing (diazofit and agrobacteryn) and phosphoformobilizing (polimixobacteryn) bacterial preparations, increased the field germination of seeds by 2,1–2,7 %. Under their influence, the growth and development of plants in the autumn period improved. An increase in the accumulation of sugars in tillering nodes (by 6,7–8,2 %) was observed, which ensured a high percentage of wintering of plants (by 1,7–6,1 %) compared to non-inoculum seeds. Bacterial preparations had a positive effect on the resistance of plants to major diseases, which contributed to an increase in seed yield by 0,21–0,23 t/ha for the use of agrobacteryn and diazofit against the background of mineral nutrition $N_{90}P_{90}K_{90}$. The efficacy of polimixobacteryn was higher against the background of $N_{30}P_{90}K_{90} + N_{30}$ in the IV and VII stages of organogenesis, at which the increase was 0,59 t/ha, and slightly lower (0,44 t/ha) – at a rate of P_{45} phosphorus application.

Key words: winter wheat, variety, weather factors, seed inoculation, bacterial preparations, yield, sowing qualities of seeds.

Вступ. Передпосівна обробка насіння різними препаратами як невід’ємний елемент технології вирощування будь-якої культури є доступним, легким у технологічному процесі, економічно ефективним способом. За таких умов насіння отримує повний комплекс живлення в найважливіший період свого проростання, коли формується коренева система [6–8, 27, 29]. Цей агрозахід сприяє збільшенню життєздатності та енергії проростання, підвищує захисні функції до збудників хвороб, стійкість до засухи та морозів, забезпечує дружність польових сходів, поліпшує врожайні показники та якість продукції в цілому [9, 23, 25].

За останні роки підвищився інтерес до нетрадиційних методів землеробства і рослинництва, які включають широке використання біологічних способів захисту і живлення рослин, зокрема бактеріальних препаратів азотфіксуючої й фосформобілізуючої дії, які дозволяють суттєво знизити використання отрутохімікатів і зменшити норми удобрення [2, 11, 16, 19, 26].

За даними В. Ф. Патики, сільськогосподарська продукція на Землі щорічно виносить близько 100–110 млн т азоту, тому дослідження факторів, які впливають на утворення активних бульбочок і інтенсивність симбіотичної азотфіксації, дуже важливі у вирішенні проблеми азотонагромадження в ґрунті [5, 32].

Важливим питанням є вивчення "стартового" азоту та його впливу на інокуляцію сільськогосподарських культур, одні автори рекомендують внесення невисоких доз азотних добрив, що сприяють зменшенню дефіциту азотного живлення в період до початку азотфіксації, інші заперечують [1, 4, 17, 20, 30, 35, 36].

Сьогодні у багатьох країнах світу проводять дослідження, спрямовані на поліпшення фосфорного живлення рослин із використанням мікробних препаратів, які є значно дешевшими й не забруднюють навколишнє середовище [37].

Фосформобілізуючі біопрепарати мають певну антибіотичну дію і значною мірою знижують захворюваність рослин. На відміну від азотфіксуючих вони менш вибагливі до температурного режиму, рівня вологозабезпечення і кислотності, але також потребують наявності в ґрунті достатньої кількості органічної речовини [3, 12].

Розчинні сполуки фосфору, отримані внаслідок життєдіяльності фосформобілізуючих організмів, добре використовують не тільки вищі рослини, але й ґрунтові мікроорганізми, зокрема азотфіксуючі, тому для кращого забезпечення життєдіяльності доцільно їх застосовувати в комплексі [28, 31].

За даними Л. М. Токмакова, Л. А. Шевченко, І. В. Ларченко, О. П. Лепеха, застосування поліміксобактерину забезпечує зростання в

ризосферному ґрунті рослин чисельності бактерій, які розчиняють орґанофосфати і мінеральні фосфати Ca^{2+} , Fe^{3+} , Al^{3+} , та підвищення фосфатазної активності. Водночас зростає ступінь рухомості фосфатів, поліпшується фосфорне живлення рослин [34].

За результатами наукових досліджень Т. М. Григор'євої, проведених на Кіровоградській державній сільськогосподарській дослідній станції НААН, встановлено, що використання мікробних препаратів для передпосівної інокуляції насіння ячменю ярого як окремо, так і в комбінації з РРР біолоном позитивно впливало на врожайність та якісні показники як на природному фоні, так і при внесенні мінеральних добрив [10].

Дослідженнями О. М. Берднікова, Л. В. Потапенко, О. В. Васильченко, Н. Д. Василюка підтверджено можливість заміни технічного фосфору (P_{20}) інокуляцією насіння поліміксобактерином, а також ефективніше використання бактеризованими рослинами вівса вологи, сполук кальцію, магнію, азоту і відповідно значне зменшення надходження цих елементів у ґрунтові води внаслідок інфільтрації, що вказує на ресурсозбереження у технологіях вирощування культури [15]. Отже, наукові праці ряду вчених [18, 21, 22, 24, 33] вказують на підвищення продуктивності різних культур за рахунок використання бактеріальних препаратів, однак переконливих даних щодо їх впливу на врожайність і посівні якості насіння пшениці озимої м'якої в зоні Західного Лісостепу України недостатньо, що спонукало нас до проведення досліджень.

Матеріали і методи. Дослідження проводили в лабораторії насіннезнавства Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН впродовж 2010–2014 рр.

Ґрунт дослідних ділянок – сірий лісовий поверхнево оглеєний на лесоподібних відкладах з перегнійно-елювіальним горизонтом (20–30 см), за механічним складом – крупнувато-легкосуглинковий, майже безструктурний, після дощів запливає, утворюючи кірку, дуже ущільнюється. Характеристику орного шару подано в табл. 1.

1. Фізико-хімічні та агрохімічні властивості ґрунту (2010–2014 рр.)

Рік дослідження	Гумус (за Тюрнім), %	pH сольове	Ступінь насиченості ґрунту основами, %	Гідролітична кислотність, мг-екв на 100 г ґрунту	Сума увібраних основ, мг-екв на 100 г ґрунту	Рухомий фосфор (за Кірсановим), мг/кг ґрунту	Обмінний калій (за Кірсановим), мг/кг ґрунту	Легкогідролізований азот (за Корнфільдом), мг/кг ґрунту
2010	1,8	4,8	89,8	2,92	5,5	98	86	88
2011	1,9	4,8	89,2	2,91	5,4	98	85	87
2012	2,0	4,9	90,1	2,90	5,3	97	85	85
2013	1,7	4,7	88,5	2,86	5,4	98	84	87
2014	1,9	4,9	89,1	2,93	5,3	98	84	85
Середнє	1,9	4,8	89,3	2,90	5,4	98	85	87

За гідротермічним коефіцієнтом найвологішими були 2010 і 2011 рр. і оптимальним забезпеченням характеризувалися 2012–2014 рр. (рис. 1).

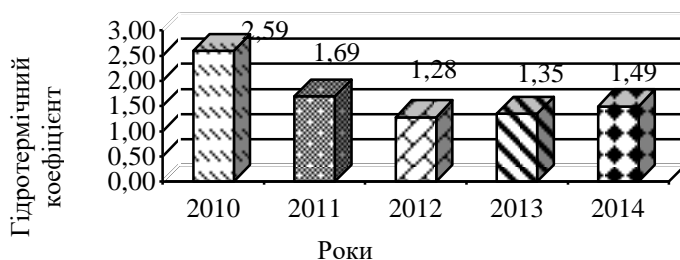


Рис. 1. Рівень зволоження (2010–2014 рр.)

Примітка: ГТК – рівень зволоження: 0,5–0,7 – слабе; 0,8–1,0 – середнє; 1,1–1,5 – оптимальне; > 1,6 – надлишкове.

Вихідним матеріалом слугувати сучасні сорти пшениці м'якої озимої: Золотоколоса, Романтика, Ясочка, Либідь (оригіатор – Білоцерківська дослідно-селекційна станція Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН). Агротехніка вирощування культури – загальноприйнята для зони. Спосіб сівби – звичайний

рядковий (15 см). Норма висіву насіння – 5,5 млн шт./га. Схему досліду подано в табл. 2.

2. Схема досліду

Удобрення			
основне	етап органогенезу		інокуляція біопрепаратом, тис. бактерій на насінину, 700–730
	IV	VII	
Абсолютний контроль (без добрив і обробки насіння)			
Контроль (N ₃₀ P ₉₀ K ₉₀)	N ₃₀	N ₃₀	–
N ₃₀ P ₉₀ K ₉₀	N ₃₀	N ₃₀	діазофіт
N ₃₀ P ₉₀ K ₉₀	N ₃₀	N ₃₀	агробактерин
N ₃₀ P ₄₅ K ₉₀	N ₃₀	N ₃₀	поліміксобактерин
N ₃₀ P ₉₀ K ₉₀	N ₃₀	N ₃₀	

Площа дослідної ділянки – 56 м², облікової – 50 м². Розміщення варіантів – систематичне, повторність – 3-разова. Посівні якості висіяного за роки насіння сортів пшениці озимої відповідали ДСТУ 4138-2002 [14].

Обробку та узагальнення результатів досліджень проводили за допомогою програми Microsoft Excel. Одержані дані обробляли методом дисперсійного та кореляційного аналізу за Б. О. Доспеховим [13].

Результати та обговорення. За роки наших досліджень погодні умови в період сівби – сходів характеризувалися строкатістю як за температурою повітря, так і за кількістю опадів. Так, III декада вересня 2010 р. характеризувалася вищою на 1,0 °С температурою повітря і меншою кількістю опадів (10,5 мм) за середньобагаторічної норми 19,0 мм. Вищим на 2,8 °С був температурний режим і в 2011 р. з меншою на 11,0 мм кількістю опадів, яка становила 57 % норми. У 2012 р. температура повітря переважала середньобагаторічний показник на 3,2 °С, а кількість опадів становила 7,7 мм, однак у II декаді їх випало більше (32 мм за норми 20 мм). У 2013 р. спостерігали зниження на 2,3 °С температури повітря та зменшення кількості опадів (69 % до норми). У другій декаді опади становили 42,1 мм за норми 20 мм. Температурні умови періоду сівба – сходів 2014 р. були в межах середньобагаторічних показників з нижчим вологозабезпеченням (12,4 мм).

Продуктивна вологість посівного шару ґрунту, яка в 2010 р. становила 32 мм, 2011 р. – 33 мм, 2012 р. – 38 мм, 2013 р. – 39 мм, 2014 р. – 34 мм, була достатньою для одержання дружних сходів.

Середній показник польової схожості насіння 4 сортів на контролі становив 83,3 % (рис. 2). Вищим на 0,9 % був цей показник за варіанта протруєння насіння вітаваксом 200 ФФ, 34 % в.с.к. (3,0 л/т) на фоні мінерального живлення $N_{30}P_{90}K_{90}$.

Передпосівна бактеризація насіння діазофітом на цьому ж фоні живлення рослин сприяла зростанню цього показника на 2,7 %, а агробактерином – на 2,2 %. Вплив фосформобілізуючого препарату поліміксобактерин на фонах мінерального живлення $N_{30}P_{45}K_{90}$ та $N_{30}P_{90}K_{90}$ з поетапним внесенням азоту по 30 кг д.р. (IV і VII етапи органогенезу) на цей показник був на рівні діазофіту й агробактерину.

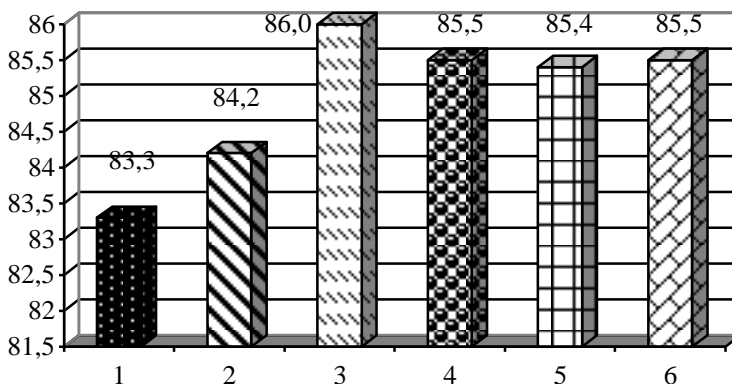


Рис. 2. Польова схожість насіння пшениці озимої залежно від застосування бактеріальних препаратів (2010–2014 рр.), %

Примітка. 1 – абсолютний контроль (без добрив і обробки насіння), 2 – контроль (Ф – $N_{30}P_{90}K_{90}$ + по N_{30} (IV і VII етапах органогенезу)), 3 – Ф + діазофіт, 4 – Ф + агробактерин, 5 – Ф (P_{45}) + поліміксобактерин, 6 – Ф (P_{90}) + поліміксобактерин.

За середнього значення $HP_{0,05} = 0,3-0,5$ % достовірні відмінності спостерігали між варіантами застосування мінеральних добрив і бактеріальними препаратами та рівнозначні – між азотфіксуючими і фосформобілізуючими.

Внесені бактерії в ризосферу ґрунту сприяли кращому засвоєнню елементів живлення, а це позитивно позначилося на рості й розвитку рослин пшениці озимої в осінній період.

За роки наших досліджень усі сорти накопичили високий відсоток цукрів у вузлах кушіння (рис. 3). На абсолютному контролі (без добрив і обробки насіння) цей показник становив 20,3 %, за застосування мінеральних добрив – 25,6 %. Передпосівна бактеризація насіння діазофітом на фоні мінерального живлення сприяла

підвищенню цього показника на 1,4 %, агробактерином – на 1,9 %, а поліміксобактерином – на 1,8–2,9 %.



Рис. 3. Вміст цукрів у вузлах кущіння та перезимівля рослин пшениці озимої залежно від застосування бактеріальних препаратів (2010–2014 рр.), %

Примітка. 1 – абсолютний контроль (без добрив і обробки насіння), 2 – контроль (Ф – $N_{30}P_{90}K_{90}$ + по N_{30} (IV і VII етапах органогенезу)), 3 – Ф + діазофіт, 4 – Ф + агробактерин, 5 – Ф (P_{45}) + поліміксобактерин, 6 – Ф (P_{90}) + поліміксобактерин.

Перезимівля рослин залежала від погодних умов, які склалися в зимові періоди, адаптивних властивостей сортів та передпосівної обробки насіння бактеріальними препаратами. Середній показник перезимівлі рослин на абсолютному контролі (без добрив і обробки насіння) був найнижчий – 84,8 %. Мінеральні добрива підвищували цей показник на 2,1 %. За рахунок передпосівної бактеризації насіння діазофітом й агробактерином на фоні внесення мінеральних добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ з поетапним (IV і VII етапах органогенезу) застосуванням азоту (N_{30}) підвищувалася асоціативна азотфіксація, яка сприяла стійкості рослин до зовнішніх факторів, тому відсоток перезимівлі був вищим на 3,8–5,0 %.

Ефективність поліміксобактерину, ймовірно, була вищою через засвоєння доступних форм фосфору кореневою системою. За рівня мінерального живлення $N_{30}P_{45}K_{90}$ відсоток перезимівлі рослин становив 92,5 %, а за більшої норми застосування добрив $N_{30}P_{90}K_{90}$ – 93,0 %, різниця (0,5 %) була недостовірною ($HP_{0,05} = 1,6$ %).

Найвищим цей показник був у 2012 р., а найнижчий – у 2011 р.

3. Урожайність насіння сортів пшениці озимої залежно від застосування бактеріальних препаратів та рівня мінерального живлення (2011–2015 рр.), т/га

Удобрення		Рік					Середнє	± до контролю	
		2011	2012	2013	2014	2015			
основне	етап органогенезу	інокуляція біопрепаратом, тис. бактерій на насінину, 700–730	2011	2012	2013	2014	2015	-	
	IV		2,23	2,13	2,71	2,19	1,99		
Абсолютний контроль (без добрив і обробки насіння)			2,23	2,13	2,71	2,19	1,99	-	
Контроль (N ₃₀ P ₉₀ K ₉₀)	N ₃₀	–	3,46	3,37	3,92	2,92	3,12	0,99	
	N ₃₀	Діазофіт	3,95	3,44	4,13	3,13	3,37	3,44	1,20
N ₃₀ P ₉₀ K ₉₀	N ₃₀	Агробактерин	3,85	3,45	4,18	3,18	3,35	3,46	1,22
	N ₃₀	Поліміксо-бактерин	4,47	3,00	4,26	3,30	3,49	3,67	1,43
N ₃₀ P ₄₅ K ₉₀	N ₃₀		4,53	3,56	4,29	3,23	3,55	1,58	
	N ₃₀		0,20	0,11	0,19	0,18	0,15	0,59	
НІР _{0,05}									

За п'ять років досліджень середня врожайність насіння сортів пшениці озимої на абсолютному контролі (без добрив і обробки насіння) становила 2,24 т/га (табл. 3). Вплив мінеральних добрив був суттєвим – 0,99 т/га ($HP_{0,05} = 0,10$ т/га). Процеси біологічної трансформації азоту в кореневій зоні пшениці озимої за фізіологічно оптимальних норм азоту, внесених у IV і VII етапах органогенезу, на сірих лісових поверхнево оглеєних ґрунтах підвищували активність азотфіксації, що сприяло формуванню врожайності 3,44–3,46 т/га, або на 1,20–1,22 т/га більше до абсолютного контролю і на 0,21–0,23 т/га – мінеральних добрив.

Прискорення вегетативних процесів під впливом фосфорних добрив і фосформобілізуючого бактеріального препарату поліміксобактерин збільшувало насінневу продуктивність рослин сортів пшениці озимої, тому врожайність насіння була вищою на 3,67–3,82 т/га, приріст порівняно з абсолютним контролем (без добрив і обробки насіння) становив 1,43–1,58 т/га, з застосуванням мінеральних добрив – 0,44–0,59 т/га.

Порівняно з азотфіксуючими бактеріями вплив на врожайність насіння сортів пшениці озимої фосформобілізуючих був достовірно більшим на 0,23–0,36 т/га.

Висновки. Передпосівна обробка насіння бактеріальними препаратами азотфіксуючої (діазофіт і агробактерин) й фосформобілізуючої (поліміксобактерин) дії забезпечила достовірне підвищення польової схожості насіння (на 2,1–2,7 %) та біометричних показників (приріст кореневої системи – 3,2–3,8 см, висоти рослин – 4,3–5,1 см, кількості пагонів на рослині – 1,0–1,4 шт., листків – 2,6–2,9 шт., вміст цукрів у вузлах кушіння – 1,4–2,9 %), що сприяло збільшенню на 3,8–8,2 % перезимівлі рослин.

Бактеризація насіння препаратами агробактерин і діазофіт на фоні мінерального живлення $N_{30}P_{90}K_{90}$ з поетапним внесенням азоту по N_{30} на IV і VII етапах органогенезу забезпечила приріст урожайності насіння 0,21–0,23 т/га порівняно з контролем (фон $N_{90}P_{90}K_{90}$); за застосування поліміксобактерину цей показник був вищим на 0,59 т/га. Зменшення в основному удобренні фосфору вдвічі до P_{45} зумовило зниження приросту врожайності насіння до 0,44 т/га. Спостерігали підвищення якості насіння: маси 1000 насінин – на 0,7–2,4 г, енергії проростання – на 4–5 % та лабораторної схожості – на 1–3 % порівняно з контролем.

Список використаної літератури

1. Біологічні аспекти систем удобрення сільськогосподарських культур / В. В. Вол-

References

1. Biological aspects of crop fertilizer systems / V. V. Volkohon et al.

- когон та ін. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2015. Вип. 22. С. 13–29.
2. Волкогон В. В., Надкєрнична О. В., Токмакова Л. М. Експериментальна ґрунтова мікробіологія / за ред. В. В. Волкогона. Київ : Аграрна наука, 2010. 464 с.
3. Волкогон В. В., Токмакова Л. М., Трепач А. О. Рухомість фосфатів у кореневій зоні пшениці озимої за дії бактерій *Rhizobium radiobacter*. *Вісник аграрної науки*. 2012. № 3. С. 13–16.
4. Волощук І. С. Вплив передпосівної обробки насіння мікробними препаратами на зимостійкість рослин пшениці озимої. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2011. Вип. 53 (II). С. 11–17.
5. Вплив біологічних препаратів на стимуляцію процесів проростання насіння пшениці озимої / О. П. Волощук та ін. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2014. Вип. 56 (II). С. 9–15.
6. Вплив комплексної бактеризації насіння на продуктивність пшениці озимої / Ю. В. Білявський та ін. *Агроєкологічний журнал*. 2010. № 4. С. 68–71.
7. Вплив макро- і мікродобрив на врожайність і якість зерна за вирощування озимої пшениці на сірому лісовому ґрунті / К. С. Ткачук та ін. *Збірник наукових праць Інституту землеробства УААН*. 2005. Вип. 3. С. 22–27.
8. Гаврилюк В. А., Дідковська Т. П. Ефективність застосування нових видів мікробіологічних препаратів і стимуляторів росту. *Вісник ХНАУ*. 2008. № 4. С. 42–49.
9. Городній М. М., Мазуревич Л. І., Шквир Т. М. Вплив застосування добрив і передпосівної бактеризації мікробіологічним препаратом на врожайність та якісні показники пшениці ярої. *Науковий вісн. Нац. ун-ту біоресурсів і природокористування України*. 2010. № 149. С. 80–86.
10. Григор'єва Т. М. Ефективність застосування мінеральних добрив у комбінаціях з мікробними препаратами при вирощуванні ячменю ярого. *Сільськогосподарська мікробіологія* : міжвід. темат. наук. зб. 2014. Вип. 19. С. 21–26.
- Silskohospodarska mikrobiologhiia*. 2015. Issue 22. P. 13–29.
2. Volkohon V. V., Nadkernychna O. V., Tokmakova L. M. Experimental Soil Microbiology / ed. by V. V. Volkohon. Kyiv : Ahrarna nauka, 2010. 464 p.
3. Volkohon V. V., Tokmakova L. M., Trepach A. O. The mobility of phosphates in the root zone of winter wheat due to the action of bacteria *Rhizobium radiobacter*. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2012. No 3. P. 13–16.
4. Voloshchuk I. S. The effect of presowing seed treatment with microbial preparations on the winter hardiness of winter wheat plants. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo*. 2011. Issue 53 (II). P. 11–17.
5. The influence of biological preparations on the stimulation of the processes of germination of winter wheat seeds / O. P. Voloshchuk et al. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo*. 2014. Issue 56 (II). P. 9–15.
6. The effect of complex seed bacterization on winter wheat productivity / Yu. V. Biliavskiy et al. *Ahroekolohichnyi zhurnal*. 2010. No 4. P. 68–71.
7. The influence of macro- and micronutrient fertilizers on the yield and quality of grain for growing winter wheat on gray forest soil / K. S. Tkachuk et al. *Zbirnyk naukovykh prats Instytutu zemlerobstva UAAN*. 2005. Issue 3. P. 22–27.
8. Havryliuk V. A., Didkovska T. P. The effectiveness of the use of new types of microbiological preparations and growth stimulants. *Visnyk KhNAU*. 2008. No 4. P. 42–49.
9. Horodnii M. M., Mazurevych L. I., Shkvyr T. M. The effect of the use of fertilizers and pre-sowing bacterization with microbiological preparation on the yield and quality indicators of spring wheat. *Naukovyi visn. Nats. un-tu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy*. 2010. No 149. P. 80–86.
10. Hryhorieva T. M. The effectiveness of the use of mineral fertilizers in combination with microbial preparations for the cultivation of spring barley.

11. Гриник І. В., Пати́ка В. П., Шка́тула Ю. М. Мікробіологічні основи підвищення врожайності та якості зернових культур. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2011. № 4. С. 7–11.
12. Гуляев Б. И., Патыка В. П. Фосфор как энергетическая основа процессов фотосинтеза, роста и развития растений. *Агрокол. журн.* 2004. № 2. С. 3–9.
13. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Изд. 5-е, доп. и перераб. Москва, 1985. 351 с.
14. ДСТУ 4138-2002. Насіння сільськогосподарських культур. Методика визначення якості. [Чинний від 07-10-2011]. Київ : Держспоживстандарт України, 2003. 173 с.
15. Ефективність мінеральних добрив, передпосівної бактеризації та їх поєднань при вирощуванні вівса голозерного в Поліссі / О. М. Берднікова та ін. *Сільськогосподарська мікробіологія* : міжвід. темат. наук. зб. 2013. Вип. 18. С. 7–15.
16. Засвоєння культурними рослинами поживних речовин за впливу мікробних препаратів / В. В. Волкогон та ін. *Вісник ХНАУ*. 2012. № 3. С. 84–89.
17. Козар С. Ф., Євтушко Т. А., Нестеренко В. М. Вплив речовин різного хімічного складу на життєздатність діазотрофів на насінні сільськогосподарських культур. *Сільськогосподарська мікробіологія* : міжвід. темат. наук. зб. 2017. Вип. 25. С. 10–17.
18. Копилов Є. П. Бактерії роду *Azospirillum* як біоагенти препаратів для підвищення урожайності ярих колосових культур. *Зб. наук. праць ННЦ «Інститут землеробства УААН»*. 2006. Спецвип. С. 161–168.
19. Коць С. Я. Сучасний стан досліджень біологічної фіксації азоту. *Фізіологія і біохімія культурних рослин*. 2011. Т. 43, № 3. С. 212–225.
20. Малиновська І. М., Ткаченко М. А. Чисельність та фізіолого-біохімічна активність мікроорганізмів горизонтів сірого лісового ґрунту. *Збірник наукових Silskohospodarska mikrobiolohiia* : mizhvid. temat. nauk. zb. 2014. Issue 19. P. 21–26.
11. Hrynyk I. V., Patyka V. P., Shkatula Yu. M. Microbiological basis for increasing the yield and quality of grain crops. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. 2011. No 4. P. 7–11.
12. Guljaev B. I., Patyka V. P. Phosphorus as an energy basis for photosynthesis, plant growth and development. *Ahroekol. zhurn.* 2004. No 2. P. 3–9.
13. Dospheov B. A. Field experiment methodology (with the basics of statistical processing of research results). 5th ed., ext. and rework. Moscow, 1985. 351 p.
14. DSTU 4138-2002. Seeds of crops. Methodology for determining quality. [Chynnyi vid 07-10-2011]. Kyiv : Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2003. 173 p.
15. The effectiveness of mineral fertilizers, pre-sowing bacterization and their combinations in the cultivation of naked oats in Polissia / O. M. Berdnikova et al. *Silskohospodarska mikrobiolohiia* : mizhvid. temat. nauk. zb. 2013. Issue 18. P. 7–15.
16. The assimilation of nutrients by cultural plants for using of microbial agents / V. V. Volkohon et al. *Visnyk KhNAU*. 2012. No 3. P. 84–89.
17. Kozar S. F., Yevtushko T. A., Nesterenko V. M. The effect of substances of different chemical composition on the viability of diazotrophs on seeds of agricultural crops. *Silskohospodarska mikrobiolohiia* : mizhvid. temat. nauk. zb. 2017. Issue 25. P. 10–17.
18. Kopylov Ye. P. Bacteria of the genus *Azospirillum* as bioagents of drugs to increase the yield of spring spike crops. *Zb. nauk. prats NNTs «Instytut zemlerobstva UAAAN»*. 2006. Special issue. P. 161–168.
19. Kots S. Ya. Current status of research on biological fixation of nitrogen. *Fiziologija i biokhimiya kul'turnyh rastenij*. 2011. Vol. 43, No 3. P. 212–225.
20. Malynovska I. M., Tkachenko M. A. Quantity and physiological and biochemical activity of microorganisms in horizons of

праць Національного наукового центру «Інститут землеробства НААН». 2015. Вип. 2. С. 13–15.

21. Мікробні препарати в сучасних аграрних технологіях (науково-практичні рекомендації) / за ред. В. В. Волкогона. Київ, 2015. 248 с.

22. Надкернична О. В., Копилов Є. П. Діазотрофи кореневої зони рослин пшениці ярої. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2014. Вип. 19. С. 21–26.

23. Перспективи використання мікробних поверхнево-активних речовин у рослинництві / Т. П. Пирог та ін. *Мікробіологічний журнал*. 2018. Т. 80 (3). P. 115–135. DOI: <https://doi.org/10.15407/microbiolj80.03.115>.

24. Рекомендації з ефективного застосування мікробних препаратів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур / С. І. Мельник та ін. Київ, 2007. 52 с.

25. Розвиток бактерій азотного циклу в ризосфері рослин пшениці озимої за дії добрив та передпосівної бактеризації / П. В. Ковпак та ін. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2013. Вип. 18. С. 64–75.

26. Симбіотична азотфіксація та врожай / Г. М. Господаренко та ін. ; за заг. ред. Г. М. Господаренка. Умань : Видавець «Сочінський М. М.», 2017. 324 с.

27. Симочко Л. Ю., Симочко В. В., Бігарій І. Й. Спрямованість мікробіологічних процесів у ґрунті агробіогеоценозів при застосуванні різних агрозаходів. *Науковий вісник Ужгородського університету*. Серія: Біологія. 2010. Вип. 28. С. 47–51.

28. Сіроштан А. А., Кавунець В. П., Центилю Л. В. Посівні якості насіння та врожайність пшениці м'якої озимої залежно від передпосівної обробки біологічними добривами. *Миронівський вісник*. 2015. Вип. 1. С. 146–153.

29. Созінов О. О., Патика В. П., Тараріко О. Г. Рекомендації по комплексному застосуванню біопрепаратів на основі азотфіксуючих, фосформобілізуючих мікроорганізмів, фізіологічно-активних речовин і біологічних засобів захисту рослин / Ін-т агробіології та біотехнології УААН, Ін-т с.-г. мікробіології. Київ, 2000.

gray forest soil. *Zbirnyk naukovykh prats Natsionalnoho naukovooho tsentru «Instytut zemlerobstva NAAN»*. 2015. Issue 2. P. 13–15.

21. Microbial preparations in modern agricultural technologies (scientific and practical recommendations) / ed. by V. V. Volkohon. Kyiv, 2015. 248 p.

22. Nadkernychna O. V., Kopylov Ye. P. Diazotrophs of the root zone of spring wheat plants. *Silskohospodarska mikrobiolohiia*. 2014. Issue 19. P. 21–26.

23. Prospects of using microbial surfactants in plant growing / T. P. Pyroh et al. *Mikrobiolohichnyi zhurnal* 2018. Vol. 80 (3). P. 115–135. DOI: <https://doi.org/10.15407/microbiolj80.03.115>.

24. Recommendations for the effective use of microbial preparations in agricultural crop growing technologies / S. I. Melnyk et al. Kyiv, 2007. 52 p.

25. The development of nitrogen cycle bacteria in the rhizosphere of winter wheat plants due to the effects of fertilizers and presowing bacterization / P. V. Kovpak et al. *Silskohospodarska mikrobiolohiia*. 2013. Issue 18. P. 64–75.

26. Symbiotic nitrogen fixation and harvest / H. M. Hospodarenko et al. ; ed. by H. M. Hospodarenko. Uman : Vydavets «Sochinskyi M. M.», 2017. 324 p.

27. Symochko L. Yu., Symochko V. V., Biharij I. Y. Orientation of microbiological processes in the soil of agrobiogeocenoses using various agro-measures. *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho universytetu*. Seria: Biolohiia. 2010. Issue 28. P. 47–51.

28. Siroshstan A. A., Kavunets V. P., Tsentylo L. V. Sowing quality of seeds and productivity of soft winter wheat, depending on the pre-sowing treatment with biological fertilizers. *Myronivskyi visnyk*. 2015. Issue 1. P. 146–153.

29. Sozinov O. O., Patyka V. P., Tarariko O. H. Recommendations for the integrated use of biopreparations based on nitrogen-fixing, phosphorus-mobilizing microorganisms, physiologically active substances and biological plant protection products / In-t ahrobiolohii ta biotekhnolohii UAAN, In-t s.-h. mikrobiolohii. Kyiv, 2000.

40 с.

30. Спрямованість мінералізаційних процесів у сірому лісовому ґрунті за вапнування та мінерального удобрення / І. М. Малиновська та ін. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2016. № 3/4. С. 23–34.

31. Трепач А. О. Характер життєдіяльності *Rhizobium radiobacter* на поверхні насіння і в зоні коріння рослини пшениці ярої. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2013. Вип. 17. С. 7–12.

32. Умаров М. М., Кураков А. В., Степанов А. Л. Микробиологическая трансформация азота в почве. Москва : ГЕОС, 2007. 138 с.

33. Хоменко Г. В., Бердніков О. М., Потапенко Л. В. Ефективність застосування діазофіту в різних системах удобрення при вирощуванні пшениці ярої. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2009. Вип. 10. С. 116–122.

34. Чисельність фосфатмобілізуючих бактерій у чорноземі вилуженому та трансформація фосфору в кореневій зоні рослин кукурудзи за впливу поліміксобактерину / Л. М. Токмакова та ін. *Сільськогосподарська мікробіологія* : міжвід. темат. наук. зб. 2018. Вип. 28. С. 53–62.

35. Boddey R., Dodereiner J. Association of Azospirillum and other diastotrophs with tropical Gramineae. *Proc. 12-th Intern. Congr. Soil Sci.* New Delhi, 1982. Vol. 1. P. 28–47.

36. Dobreiner J., Day D. Associative symbioses in tropical grasses: Characterisation of microorganisms and dinitrogen fixing sites. *Proc. First Intern. Symp. on Nitrogen Fixation* (Washington, 25 February, 1976). Washington : Washington State Univ. press, 1976. Vol. 2. P. 518–538.

37. Towards global phosphorus security: A systems framework for phosphorus recovery and reuse options / D. Cordell et al. *Chemosphere*. 2011. Vol. 84, No 6. P. 747–758. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2011.02.032>.

40 p.

30. The focus of mineralization processes in gray forest soil with liming and mineral fertilizers / I. M. Malynovska et al. *Zbirnyk naukovykh prats NNTs «Instytut zemlerobstva NAAN»*. 2016. No 3/4. P. 23–34.

31. Trepach A. O. The nature of the life of *Rhizobium radiobacter* on the surface of seeds and in the zone of roots of spring wheat plants. *Silskohospodarska mikrobiolohiia*. 2013. Issue 17. P. 7–12.

32. Umarov M. M., Kurakov A. V., Stepanov A. L. Microbiological transformation of nitrogen in the soil. Moscow : GEOS, 2007. 138 p.

33. Khomenko H. V., Berdnikov O. M., Potapenko L. V. The effectiveness of diazofit in various fertilizer systems for growing spring wheat. *Silskohospodarska mikrobiolohiia*. 2009. Issue 10. P. 116–122.

34. The number of phosphate-mobilizing bacteria in leached chernozem and phosphorus transformation in the root zone of corn plants for influence of polymyxobacteryn / L. M. Tokmakova et al. *Silskohospodarska mikrobiolohiia* : mizhvid. temat. nauk. zb. 2018. Issue 28. P. 53–62.

35. Boddey R., Dodereiner J. Association of Azospirillum and other diastotrophs with tropical Gramineae. *Proc. 12-th Intern. Congr. Soil Sci.* New Delhi, 1982. Vol. 1. P. 28–47.

36. Dobreiner J., Day D. Associative symbioses in tropical grasses: Characterisation of microorganisms and dinitrogen fixing sites. *Proc. First Intern. Symp. on Nitrogen Fixation* (Washington, 25 February, 1976). Washington : Washington State Univ. press, 1976. Vol. 2. P. 518–538.

37. Towards global phosphorus security: A systems framework for phosphorus recovery and reuse options / D. Cordell et al. *Chemosphere*. 2011. Vol. 84, No 6. P. 747–758. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2011.02.032>.

Отримано 09.12.2019