

## УРОЖАЙНІСТЬ ТА ПОСІВНІ ЯКОСТІ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ПЕРЕДПОСІВНОЇ БАКТЕРИЗАЦІЇ НАСІННЯ В УМОВАХ ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

**І. С. Волощук**

*Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, вул. Грушевського, 5, с. Оброшине  
Пустомитівський район, Львівська область, 81115, Україна*

За достатнього рівня вологозабезпечення зони західного Лісостепу України застосування препаратів, що містять азотфіксуючі (Діазофіт, Агробактерин) і фосфатмобілізуючі бактерії (Поліміксобактерин) для передпосівної обробки насіння, простежувалося підвищення насінневої продуктивності пшениці м'якої озимої.

Завдяки діяльності мікроорганізмів польова схожість насіння збільшувалась на 2,1–2,7 %, накопичувалась достатня кількість цукрів у вузлах кущення – 27,0–28,5 %, підвищувалась виживаність рослин на 3,8–8,2 %, поліпшувались їх ростові процеси, як результат – достовірний приріст урожайності зерна становив 0,21–0,23 т/га (Агробактерин і Діазофіт) і 0,44–0,59 т/га (Поліміксобактерин) до фону мінерального живлення  $N_{90}P_{90}K_{90}$ , за рахунок більшої маси 1000 насінин. При використанні вказаних вище препаратів мало місце підвищення коефіцієнта розмноження насіння, виходу кондиційного насіння і його посівних якостей.

**Ключові слова:** пшениця озима, бактеріальні препарати, урожайність, посівні якості насіння.

Зменшення обсягів використання мінеральних та органічних добрив, засобів захисту рослин і спрощення технологій вирощування пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L.) зумовлюють необхідність пошуку додаткових чинників для підвищення врожайності цієї культури – це можуть бути біопрепарати комплексної дії. Впродовж багатьох років науковці вивчають особливості живлення рослин залежно від впливу ризосферних мікроорганізмів [1]. Даний напрям досліджень має особливе значення для подолання дефіциту азоту й фосфору в живленні рослин, підвищенні ефективності використання орних земель, родючості ґрунту, зменшенні грошових витрат на придбання синтетичних мінеральних добрив тощо [2].

Останніми роками досягнуто значних успіхів у створенні біопрепаратів на основі асоціативних мікроорганізмів, впровадженням яких активно займається низка провідних вітчизняних та іноземних компаній світу. Серед них перше місце в Україні посідає Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН, науковцями якого створено ряд препаратів для передпосівної обробки насіння [3]. У разі їх використання підвищуються життєздат-

ність та енергія проростання насіння, захисні функції рослинного організму проти збудників хвороб, посилюється стійкість до посухи і морозів, покращуються врожайні властивості та якість продукції в цілому [4].

З сільськогосподарською продукцією на планеті щорічно виноситься майже 100–110 млн т азоту, тому застосування мікробних препаратів, які впливають на інтенсивність азотфіксації, дуже важливе у вирішенні проблеми азотонагромадження в ґрунті [5]. Також значна увага приділяється фосфорному живленню рослин у разі використання мікробних препаратів [6]. Біопрепарати на основі фосфатмобілізуючих мікроорганізмів відзначаються певною антибіотичною дією і значною мірою знижують захворюваність рослин. На відміну від азотфіксуючих вони менш вибагливі до температурного режиму, рівня вологозабезпечення і кислотності, але потребують достатньої кількості органічної речовини в ґрунті [7].

На прикладі застосування Поліміксобактерину показано, що передпосівна бактеризація насіння призводить до збільшення в ґрунті чисельності бактерій, які розчиняють орґанофосфати і мінеральні фосфати –  $Ca^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Al^{3+}$  та підвищують фосфатазну актив-

### Інформація про автора:

**Волощук Ігор Степанович**, канд. с.-г. наук, старший науковий співробітник, завідувачий лаб. насіннєзнавства, e-mail: olexandravoloschuk53@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-2509-9452>

ність, одночасно посилюється рухомість фосфатів, покращується фосфорне живлення рослин [8].

Результати наукових досліджень, одержані на Кіровоградській державній сільськогосподарській дослідній станції НААН, підтверджують, що мікробні препарати для передпосівної інокуляції насіння ячменю ярого позитивно впливають на урожайність та якість зернової продукції при використанні їх окремо і в комбінації з РРР Біолан, як на природному фоні, так і при внесенні мінеральних добрив [9–14].

Можливість заміни технічного фосфору ( $P_{20}$ ) інокуляцією насіння Поліміксобактерином, а також більш ефективного використання бактеризованими рослинами вівса вологи, сполук кальцію, магнію, азоту і відповідно значного зменшення надходження цих елементів у ґрунтові води внаслідок інфільтрації, показано лізіметричними дослідженнями [15, 16].

Отже, наукові праці низки вчених [17, 18] свідчать про підвищення продуктивності різних культур за рахунок використання бактеріальних препаратів, однак переконливих даних відносно їх впливу на урожайність пшениці озимої м'якої і посівних якостей її насіння в зоні західного Лісостепу України недостатньо, що й спонукало нас до проведення досліджень в даному напрямі.

**Мета дослідження** – встановити ефективність передпосівної обробки насіння такими бактеріальними препаратами, як Діазо-

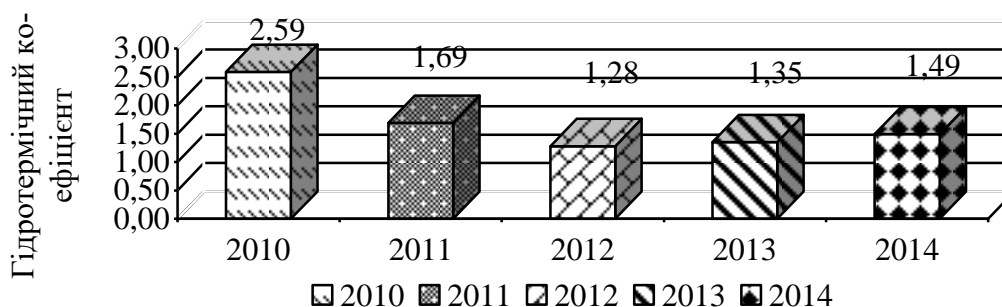
фіт, Агробактерин, Поліміксобактерин, в технології вирощування пшениці м'якої озимої.

#### **Матеріали та методи дослідження.**

Дослідження проводили в лабораторії насінництва Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН упродовж 2010–2015 рр. Загальнонаукові: робоча гіпотеза – для вибору напрямів наукових досліджень, дослід, спостереження, аналіз; спеціальні: польовий, лабораторний, метод морфологічного, математичного і статистичного аналізу.

Ґрунт дослідних ділянок – сірий лісовий поверхнево-оглешений на лесовидних відкладах, має перегнійно-слювіальний горизонт (20–30 см), за механічним складом – крупнопилувато-легкосуглинковий, майже безструктурний, після дощів запливає, утворюючи кірку, дуже ущільнюється. Орний шар ґрунту характеризується наступними показниками: вміст гумусу (за Тюріним) – 1,9 %, рН сольової витяжки (потенціометричний метод) – 4,8, гідролітична кислотність (за Каппеном-Гільковицем) – 2,90 мг-екв./100 г ґрунту, вміст рухомого фосфору і обмінного калію (за Кірсановим) – 98 і 85 мг на 1 кг ґрунту, лужногідролізованого азоту (за Корнфілдом) – 89 мг/кг ґрунту. За градацією такий ґрунт має дуже низьке забезпечення азотом і калієм, середнє – фосфором.

Зважаючи на гідротермічний коефіцієнт, високим рівнем забезпечення вологою відзначались 2010 і 2011 рр., оптимальним – 2012–2014 рр. (рис. 1).



**Рис. 1. Рівень вологозабезпечення по роках (ГТК: 0,5–0,7 – низький; 0,8–1,0 – середній недостатній; 1,1–1,5 – оптимальний; > 1,6 – надлишковий).**

У досліді вивчали ефективність таких бактеріальних препаратів, як Діазофіт, Агробактерин, Поліміксобактерин, сумісно з протруйником насіння Вітавакс 200 ФФ, 34 % в. с. к. (2,5 л/т). Вихідним матеріалом були

сучасні сорти пшениці м'якої озимої: Золотоколоса, Романтика, Ясочка, Либідь (оригінатор – Білоцерківська дослідно-селекційна станція Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН).

Агротехніка вирощування пшениці озимої – загальноприйнята для зони. Спосіб сівби – звичайний рядковий (15 см). Норма висіву – 5,5 млн схожих насінин/га. Азотфіксуючі бактеріальні препарати (Діазофіт, Агробактерин) вивчали на фоні внесення мінеральних добрив  $N_{30}P_{90}K_{90}$  під передпосівну культивування та при підживленні рослин на IV і VII етапах органогенезу по  $N_{30}$ , фосфатмобілізуючий бактеріальний препарат (Поліміксобактерин) – за двох норм  $P_{45}$  і  $P_{90}$ .

Площа посівної ділянки 56 м<sup>2</sup>, облікової – 50 м<sup>2</sup>. Розміщення варіантів – систематичне, повторність – 3-разова. Норма висіву – 5,5 млн схожих насінин/га. Посівні якості насіння сортів пшениці озимої відповідали ДСТУ 4138-2002 [19]. Обробку і узагальнення результатів досліджень проводили спираючись на програму Microsoft Excel. Одержані дані обробляли методом дисперсійного аналізу [20].

Виробник препаратів – Інститут сільськогосподарської мікробіології НААН України.

*Діазофіт* – одержаний шляхом культивування активних специфічних штамів бактерій *Agrobacterium radiobacter* 204 в стерильному поживному середовищі. В 1 мл препарату міститься не менше 4–6 млрд життєздатних бактерій. Витрата препарату – 100 мл на гектарну норму насіння, розведення у воді з розрахунку 2,5 л суспензії.

*Агробактерин* – створений на основі бактерій *Rhizobium radiobacter* 1333, які продукують у зовнішнє середовище органічні кислоти, стимулятори росту рослин, вітаміни групи В, стійкі до фунгіцидів, не втрачають життєздатність протягом кількох місяців. В 1 мл препарату міститься не менше 5 млрд клітин бактерій. Витрата препарату становить 150 мг, розведеного в 2,5 л води на гектарну норму насіння.

*Поліміксобактерин* – бактерії *Paenibacillus polymyxa* KB резистентні до ряду пестицидів. Норма витрати – 150 мл на гектарну норму висіву насіння. Робоча суміш становить 4,0 л, містить захисні стимулюючі речовини, 150 мл бактеріального препарату, в тому числі 40 г Na КМЦ попередньо розчиненого у 3850 мл води.

За роки досліджень погодні умови в період сівби - сходи відзначались строкатіс-

тю як за температурою повітря, так і за кількістю опадів. Третя декада вересня 2010 р. відзначалась вищою на 1,0 °C температурою повітря і меншою кількістю опадів (10,5 мм) за середньобогаторічної норми 19,0 мм. Вищим на 2,8 °C був температурний режим у 2011 р. з меншою (11,0 мм) кількістю опадів – 57 % норми. У 2012 р. температура повітря переважала середньобогаторічний показник на 3,2 °C, а кількість опадів становила 7,7 мм, однак у II декаді випало їх більше – 32 мм за норми 20 мм. У 2013 р. мало місце зниження на 2,3 °C температури повітря і зменшення кількості опадів (69 % до норми). У другій декаді опади становили 42,1 мм за норми 20 мм. Температурні умови періоду сівби - сходи 2014 р. були в межах середньобогаторічних показників, але рівень вологозабезпечення був нижчим – 12,4 мм.

В 2010 р. у посівному шарі ґрунту продуктивної вологи було 32 мм; 2011 р. – 33; 2012 р. – 38; 2013 р. – 39; 2014 р. – 34 мм, що достатньо для одержання дружних сходів.

**Результати дослідження.** Середній показник польової схожості насіння по 4 сортах в контролі становив 83,3 %. Вищі на 0,9 % його значення були у варіанті з протруєнням насіння препаратом Вітавакс 200 ФФ, 34 % в. с. к. (2,5 л/т) на фоні мінерального живлення  $N_{30}P_{90}K_{90}$ . Передпосівна бактеризація насіння Діазофітом на цьому ж фоні живлення рослин зумовлювала підвищення польової схожості на 2,7 %, Агробактерином – на 2,2 %. Вплив Поліміксобактерину на різних 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) був аналогічний дії Діазофіту і Агробактерину. За середнього значення  $HP_{05}$  0,3–0,5 достовірні відмінності мали місце між варіантами застосування мінеральних добрив та бактеріальних препаратів і були рівнозначні між останніми. Більші на 0,9 % були показники польової схожості у разі протруєння насіння Вітаваксом 200 ФФ, 34 % в. с. к. (2,5 л/т) на фоні мінерального живлення  $N_{30}P_{90}K_{90}$ . Передпосівна бактеризація насіння Діазофітом на цьому ж фоні живлення рослин призводила до підвищення його польової схожості на 2,7 %, Агробактерином – на 2,2 %.

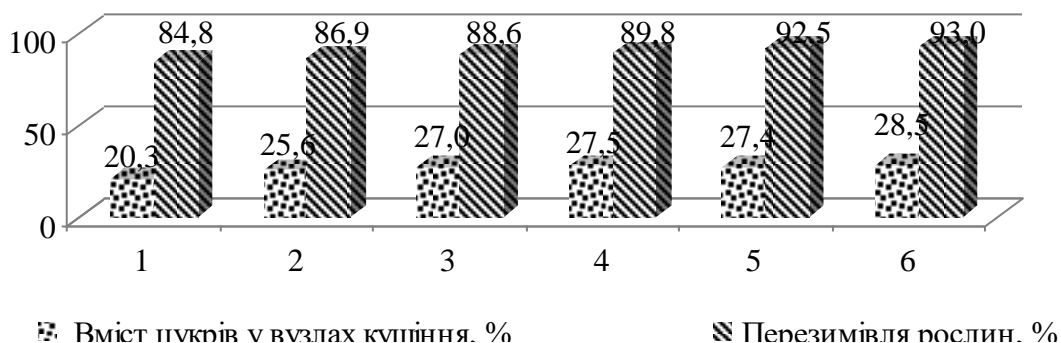
Інтродуковані в агроценоз бактерії

сприяли кращому засвоєнню елементів живлення рослинами пшениці озимої, що позитивно позначилося на їх рості та розвитку в осінній період.

За роки досліджень рослини усіх сортів накопичували значну кількість цукрів у вузлах куцнення (рис. 2). В абсолютному конт-

ролі цей показник становив 20,3 %, у разі застосування мінеральних добрив – 25,6 %.

Передпосівна бактеризація насіння Діазофітом на фоні мінерального живлення призводила до підвищення даного показника на 1,4 %, Агробактерином – на 1,9 %, а Поліміксобактерином – на 1,8–2,9 %.



**Рис. 2. Вміст вуглеводів у вузлах куцнення та виживаність рослин пшениці озимої залежно від застосування бактеріальних препаратів (2010–2014 рр.):**

**1 – абсолютний контроль (без добрив і обробки насіння), 2 – контроль (Фон –  $N_{30}P_{90}K_{90}$  + по  $N_{30}$  (IV і VII етапах органогенезу)), 3 – Фон + Діазофіт, 4 – Фон + Агробактерин, 5 – Фон ( $P_{45}$ ) + Поліміксобактерин, 6 – Фон + Поліміксобактерин.**

Виживаність рослин залежала від погодних умов в зимовий період, адаптивних властивостей сортів та передпосівної обробки насіння бактеріальними препаратами. Середній показник в абсолютному контролі був найнижчим – 84,8 %, за рахунок внесення мінеральних добрив його значення підвищувалося на 2,1 %. Передпосівна бактеризація насіння Діазофітом і Агробактерином на фоні внесення мінеральних добрив у дозі  $N_{30}P_{90}K_{90}$  забезпечила перезимівлю рослин в межах 88,6–89,8 %.

Ефективність Поліміксобактерину була вищою. За рівня мінерального живлення  $N_{30}P_{45}K_{90}$  виживаність рослин становила 92,5 %, а за більшої дози внесення фосфорних добрив ( $N_{30}P_{90}K_{90}$ ) – 93,0 %, різниця в 0,5 % була недостовірною (НР<sub>05</sub> 1,6). Найвищі значення даного показника були у 2012 р., а найнижчі – у 2011 р.

За п'ять років досліджень середня урожайність сортів пшениці озимої в абсолютному контролі становила 2,24 т/га (табл. 1). Вплив мінеральних добрив був суттєвим, приріст зерна досягав 0,99 т/га (НР<sub>05</sub> 0,2). Процеси біологічної трансформації азоту в кореневій зоні рослин пшениці озимої за фізіологічно оптимальних доз азоту, внесених на IV і VII етапах органогенезу на сірих

лісових поверхнево-оглеєних ґрунтах, зумовлювали збільшення коефіцієнта засвоєння діючої речовини з добрив, як результат – формувалась вища урожайність зерна – 3,44–3,46 т/га, приріст до абсолютного контролю становив 1,20–1,22 т/га, а до варіанту мінеральних добрив – 0,21–0,23 т/га.

Прискорення ростових процесів під впливом фосфорних добрив і Поліміксобактерину зумовлювало збільшення продуктивності рослин пшениці озимої, як наслідок – урожайність зерна становила 3,67–3,82 т/га, приріст порівняно до абсолютного контролю досягав 1,43–1,58 т/га, із додатковим застосуванням мінеральних добрив – 0,44–0,59 т/га. Порівняно з дією препаратів на основі азотфіксуючих бактерій вплив на урожайність сортів пшениці озимої Поліміксобактерину був достовірно більшим (приріст зерна становив 0,23–0,36 т/га).

Коефіцієнт розмноження насіння також змінювався залежно від варіантів досліду, які вивчалися. В середньому за роки досліджень в абсолютному контролі (без добрив і обробки насіння) він становив 9,0 одиниць, у варіантах з мінеральним живленням рослин збільшувався на 4,0 одиниці, передпосівною бактеризацією азотфіксуючими бактеріями – на 4,8, фосфатмобілізуєчими – на 5,7–6,3

**1. Урожайність, коефіцієнт розмноження і вихід кондиційного насіння сортів пшениці озимої залежно від застосування бактеріальних препаратів і рівня мінерального живлення (2011–2015 рр.)**

Удобрєння				Урожайність			Коефіцієнт розмноження			Вихід кондицій- ного насіння		
основне	етапи органо- генезу		інокуляція біопрепаратом	т/га	приріст до контролю		одиниць	приріст до контролю		%	приріст до контролю	
	IV	VII										
Абсолютний (контроль без добрив і обробки насіння)				2,24	-	-	9,0	-	-	59	-	-
Контроль (N <sub>30</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> )	N <sub>30</sub>	N <sub>30</sub>	—	3,23	0,99	-	13,0	4,0	-	73	14	-
N <sub>30</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>			Діазофіт	3,44	1,20	0,21	13,8	4,8	0,8	75	16	2
			Агробактерин	3,46	1,22	0,23	13,8	4,8	0,8	74	15	1
N <sub>30</sub> P <sub>45</sub> K <sub>90</sub>			Поліміксо- бактерин	3,67	1,43	0,44	14,7	5,7	1,7	76	17	3
N <sub>30</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>				3,82	1,58	0,59	15,3	6,3	2,3	76	17	3
НІР <sub>05</sub>				0,2			0,6			0,8		

одиниць (НІР<sub>05</sub> 0,6). За рахунок Поліміксобактерину, який застосовували для передпосівної обробки насіння за обох фонів мінерального живлення рослин, коефіцієнт розмноження збільшувався на 0,9–1,5 одиниці.

Даний агрозахід є особливо актуальним і цінним при нарощуванні об'ємів добазового насіння з метою швидкого впровадження нового сорту в сільськогосподарське виробництво. Недостатня забезпеченість рослин поживними речовинами в абсолютному контролі була основною причиною низького виходу кондиційного насіння – 59 %. У разі застосування мінеральних добрив даний показник підвищувався на 14 %, бактеріальних

препаратів на основі діазотрофів – на 1–2 %, а фосфатмобілізуєчих мікроорганізмів – на 3,0 % (НІР<sub>05</sub> 0,8).

Різниця за впливом Агробактерину і Діазофіту порівняно з Поліміксобактерином становила 1 %, що підтверджує опосередкований вплив цих препаратів на вихід кондиційного насіння, зважаючи на масу 1000 насінин.

П'ятирічний середній показник маси 1000 насінин по сортах в абсолютному контролі становив 39,6 г, на фоні мінерального живлення рослин збільшувався на 3,3 г (табл. 2).

При застосуванні мікробних препаратів на основі азотфіксаторів (Діазофіт і Аг-

**2. Посівні якості насіння пшениці озимої залежно від застосування бактеріальних препаратів і рівня мінерального живлення (2011–2015 рр.)**

Удобрєння				Маса 1000 насінин, г		Енергія проростання, %		Лабораторна схожість, %	
основне	етапи органогенезу		інокуляція біопрепаратом	серед- не	± до конт- ролю	серед- не	± до конт- ролю	серед- не	± до конт- ролю
	IV	VII							
Абсолютний контроль (без добрив і обробки насіння)				39,6	-	82	-	86	-
Контроль (N <sub>30</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> )	N <sub>30</sub>	N <sub>30</sub>	-	42,9	3,3	87	5	93	7
N <sub>30</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>			Діазофіт	43,6	4,0	91	9	94	8
			Агробактерин	44,0	4,4	91	9	94	8
N <sub>30</sub> P <sub>45</sub> K <sub>90</sub>			Поліміксо- бактерин	44,7	5,1	91	9	95	9
N <sub>30</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>				45,3	5,7	92	10	96	10
НІР <sub>05</sub>				0,8	1,2	1,0			

робактерин) маса 1000 насінин збільшувалася на 4,0–4,4 г до контролю і на 0,7–1,1 г до фону мінерального живлення  $N_{30}P_{90}K_{90} + N_{30}$  на IV і  $N_{30}$  на VII етапах органогенезу. За рахунок використання Поліміксобактерину маса 1000 насінин підвищувалась на 44,7 г на нижчому фоні фосфорного живлення  $P_{45}$  і на 45,3 г на вищому –  $P_{90}$ , що на 5,1–5,7 г більше від контролю, на 1,8–2,4 г – від фону мінерального живлення і на 1,1–1,7 г – від застосування азотфіксаторів. Оскільки маса 1000 насінин різнилася залежно від впливу бактеріальних препаратів, енергія проростання зібраного насіння коливалася в межах 82–92 %. У контролі даний показник був нижчим на 5 % порівняно з варіантом мінерального живлення рослин.

Діазофіт і Агробактерин суттєво впливали на енергію проростання насіння – підвищення становило 9–10 % до контролю, а до показників варіантів із застосуванням добрив – 4–5 %. При використанні Поліміксобактерину енергія проростання насіння посилювалась на 11–12 % до контролю, на 6–7 % до варіанту з мінеральними добривами і на 2–3 % до значень варіантів із застосуванням бактеріальних препаратів на основі діазотрофів.

Аналогічна закономірність мала місце лась і відносно лабораторної схожості насіння. В контролі без добрив і обробки насіння бактеріальними препаратами середній показник лабораторної схожості по сортах становив 86 %, у варіанті застосування мінеральних добрив у дозі  $N_{90}P_{90}K_{90}$  з поетапним внесенням азоту він зростав на 7 %. Діазофіт і Агробактерин зумовлювали підвищення значень цього показника на 8 % до контролю і на 1 % до показника варіанту з внесенням мінеральних добрив. Вплив Поліміксобактерину був значнішим порівняно з Діазофітом і Агробактерином – на 1–2 % ( $HP_{05}$  1,0).

#### Використана література

1. Пирог Т. П., Палійчук О. І., Іутинська Г. О., Шевчук Т. А. Перспективи використання мікробних поверхнево-активних речовин у рослинництві. *Mikrobiol. Z.* 2018. 80 (3): 115–135, Ukrainian. doi: <https://doi.org/10.15407/microbioly.80.03.115>.
2. Козар С. Ф., Євтушко Т. А., Нестеренко В. М. Вплив речовин різного хімічного складу на життєздатність діазотрофів на насінні сільськогосподарських культур. *С.-х. мікробіологія*. 2017. Вип. 25. С. 10–17.

#### Висновки

Одержані експериментальні дані дають можливість стверджувати, що за рахунок передпосівної обробки насіння пшениці озимої бактеріальними препаратами його польова схожість підвищується на 2,1–2,7 %. У разі використання мікробних препаратів активізуються фізіологічні процеси в насінні, що в подальшому призводить до поліпшення росту і розвитку рослин в осінній період. Інтродуковані в агроценози мікроорганізми зумовлювали підвищення виживаності рослин на 3,8–8,2 %.

При застосуванні бактеріальних препаратів Агробактерин і Діазофіт на фоні мінерального живлення  $N_{90}P_{90}K_{90}$  спостерігався кращий ріст і розвиток рослин, при цьому приріст врожайності зерна становив 0,21–0,23 т/га, ефективність Поліміксобактерину була вищою на фоні мінерального живлення  $N_{30}P_{90}K_{90} + N_{30}$  на IV і VII етапах органогенезу – 0,59 і 0,44 т/га за меншої дози внесення фосфору ( $P_{45}$ ).

Бактеріальні препарати позитивно впливали на насіннєву продуктивність рослин: коефіцієнт розмноження насіння підвищувався на 0,8–2,3 одиниці, а вихід кондиційного насіння – на 1–3 %.

На фоні мінерального живлення  $N_{30}P_{90}K_{90}$  з поетапним внесенням азоту в дозі  $N_{30}$  і використанням мікробних препаратів на основі азотфіксуючих та фосфатмобілізуючих бактерій маса 1000 насінин відповідно препаратам становила 43,6–44,0 і 44,7–45,3 г. Показники енергії проростання і лабораторної схожості зібраного насіння переважно залежали від погодних умов в період його формування, однак у разі передпосівної інкуляції посівного матеріалу їх значення були вищими відповідно на 5–10 і 7–11 % (до абсолютного контролю) і на 4–7 і 1–3 % (до фону мінерального живлення рослин).

3. Волкогон В. В., Надкернична О. В., Токмакова Л. М. Експериментальна ґрунтова мікробіологія; за ред. В. В. Волгонона. Київ: Аграр. наука. 2010. 464 с.
4. Волкогон В. В., Бердніков О. М., Волкогон К. І., Штанько Н. П. Засвоєння культурними рослинами поживних речовин за впливу мікробних препаратів. *Вісн. ХНАУ*. 2012. № 3. С. 84–89.
5. Волкогон В. В., Бердніков Л. В., Центилю Л. В. Мікробні препарати. Особливості застосування у

- технологіях вирощування сільськогосподарських культур. *Посібник українського хлібороба* : наук.-практ. щорічник. 2013. Т. 2. С. 44–76.
6. Гриник І. В., Патики В. П., Шкатула Ю. М. Мікробіологічні основи підвищення врожайності та якості зернових культур. *Вісн. Полтавської держ. аграр. акад.* 2011. № 4. С. 7–11.
  7. Білявський Ю. В., Матвєєва О. Ю., Шерстобєєва О. В., Чабанюк Я. В. Вплив комплексної бактеризації насіння на продуктивність пшениці озимої. *Агрокологічний журнал*. 2010. № 4. С. 68–71.
  8. Городній М. М., Мазуревич Л. І., Шквир Т. М. Вплив застосування добрив і передпосівної бактеризації мікробіологічним препаратом на врожайність та якісні показники пшениці ярої. *Наук. вісн. Нац. ун-ту біоресурсів і природокористування України*. 2010. № 149. С. 80–86.
  9. Токмакова Л. М., Шевченко Л. А., Ларченко І. В., Лепеха О. П. Чисельність фосфатмобілізувальних бактерій у чорноземі вилуженому та трансформація фосфору в кореневій зоні рослин кукурудзи за впливу Поліміксобактерину. *С.-х. мікробіологія: міжвід. темат. наук. зб.* 2018. Вип. 28. С. 53–62.
  10. Токмакова Л., Трепач А. Мікробіологічний засіб підвищення продуктивності пшениці озимої та ріпаку озимого. *Аграрний тиждень*. Україна. 2011. № 27. С. 15.
  11. Григор'єва О. М., Семеняка І. М., Григор'єва Т. М., Іщенко В. А. Технологічні аспекти застосування біопрепаратів при вирощуванні сільськогосподарських культур в умовах північного Степу України (науково-практичні рекомендації з ефективного застосування мікробних препаратів при вирощуванні сільськогосподарських культур за різних систем удобрення та обробітку ґрунту). Кіровоград, 2013. 30 с.
  12. Чучвага І. Г. Усвоение азота растений ржи озимой при совмещении бактеризации и минеральных удобрений. *Вестн. Алтайского гос. аграр. ун-та*. 2014. № 2. С. 35–39.
  13. Господаренко Г. М., Невлад В. І., Прокопчук І. В., Прокопчук С. В. Симбіотична азотфіксація та врожай / за заг. ред. Г. М. Господаренка. Умань: Видавець Сочінський М. М., 2017. 324 с.
  14. Ковпак П. В., Волкогон К. І., Журба М. А., Штанько Н. П., Ларченко І. В. Розвиток бактерій азотного циклу в ризосфері рослин пшениці озимої за дії добрив та передпосівної бактеризації. *С.-х. мікробіологія: міжвід. темат. наук. зб.* Чернігів: Сівер-Друк, 2013. Вип. 18. С. 64–75.
  15. Волкогон В. В., Токмакова Л. М., Трепач А. О. Рухомість фосфатів у кореневій зоні пшениці озимої за дії бактерій *Rhizobium radiobacter*. *Вісн. аграр. науки*. 2012. № 3. С. 13–16.
  16. Надкернична О. В., Копилов Є. П. Діазотрофи кореневої зони рослин пшениці ярої. *С.-х. мікробіологія: міжвід. темат. наук. зб.* 2014. Вип. 19. С. 21–26.
  17. Хоменко Г. В., Бердніков О. М., Потапенко Л. В. Ефективність застосування діазофіту в різних системах удобрення при вирощуванні пшениці ярої. *С.-х. мікробіологія: міжвід. темат. наук. зб.* 2009. Вип. 10. С. 116–122.
  18. Трепач А. О. Характер життєдіяльності *Rhizobium radiobacter* на поверхні насіння і в зоні коріння рослин пшениці ярої. *С.-х. мікробіологія: міжвід. темат. наук. зб.* 2013. Вип. 17. С. 7–12.
  19. Національний стандарт України. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості: ДСТУ 4138-2002. Київ: Держспоживстандарт України, 2003. 173 с.
  20. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.

## References

1. Pirog, T. P., Paliychuk, O. I., Iutinskaya, G. A., Shevchuk, T. A. (2018). Prospects for the use of microbial surfactants in crop production. *Mikrobiologicheskiiy zurnal* [Microbiology journal], 80 (3), 115–135, Ukrainian. doi: <https://doi.org/10.15407/microbioly.80.03.115>. [in Ukrainian]
2. Kozar, S. F., Evtushenko, T. A., Nesterenko, V. N. (2017). Effect of substances of different chemical composition on the viability of diazotrophs on the seeds of agricultural crops. *S.-h. mikrobiologiya* [Agricultural Microbiology], 25, 10–17. [in Ukrainian]
3. Volkogon, V. V., Nadkernichna, O. V., Tokmakova, L. M. (2010). Experimental soil microbiology / V. V. Volkogon (Ed.). Kiev: Agrarian science. 464 p. [in Ukrainian]
4. Volkogon, V. V., Berdnikov, A. N., Volkogon, K. I., Shtanko, N. P. (2012). Assimilation of nutrients by cultivated plants when exposed to microbial agents. *Visn. HNAU* [Bulletin of KNAU], 3, 84–89. [in Ukrainian]
5. Volkogon, V. V., Bertnikov, L. V., Centilo, L. V. (2013). Microbial preparations. Features of application in technologies of cultivation of agricultural crops. *Posibnyk ukrainskogo hliboroba* [The leadership of the Ukrainian farmer], 2, 44–76. [in Ukrainian]
6. Grynyk, I. V., Patyka, V. P., Shkatula, Yu. M. (2011). Microbiological basis for increasing the yield and quality of grain crops. *Visnyk Poltavskoi derzavnyi agrarnoi akademii* [Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy], 4, 7–11. [in Ukrainian]
7. Belyavsky, Yu. V., Matveeva, A. Yu., Sherstoboeva, O. V., Chabanyuk, Ya. V. (2010). The Effect of Complex Bacterization of Seeds on Winter Wheat Productivity. *Agronomichnyy zurnal* [Agrienvronmental journal], 4, 68–71. [in Ukrainian]
8. Gorodnyy, M. M., Mazurevich, L. I., Shkvir, T. M. (2010). The effect of the use of fertilizers and pre-sowing bacterization with a microbiological preparation on the yield and quality indicators of spring wheat. *Scientific Bulletin of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*, 149, 80–86. [in Ukrainian]
9. Tokmakova, L. M., Shevchenko, L. A., Larchen-

- ko, I. V., Lepekha, A. P. (2018). The number of phosphate-mobile bacteria in leached chernozem and the transformation of phosphorus in the root zone of corn plants when exposed to Polymyxobacterin. *S.-h. mikrobiologiya* [Agricultural Microbiology], 28, 53–62. [in Ukrainian]
10. Tokmakova, L., Trepach, A. (2011). Microbiological means of increasing the productivity of winter wheat and winter rape. *Agrarniy tyzden* [Agrarian week]. *Ukraine*, 27, 15 p. [in Ukrainian]
  11. Grigorieva, A. N., Semenyaka, I. M., Grigorieva, T. M., Ishchenko, V. A. (2013). Technological aspects of the use of biological products for growing crops in the conditions of the northern Steppe of Ukraine (scientific and practical recommendations for the effective use of microbial preparations for growing crops with various systems of fertilizer and tillage). Kirovograd. 30 p. [in Ukrainian]
  12. Chuchvaga, I. G. (2014). The nitrogen assimilation of winter rye plants with the combination of bacterization and mineral fertilizers. *Vestnik Altayskogo gos. agrar. un-ta* [Bulletin of the Altai State Agrarian University], 2, 35–39. [in Ukrainian]
  13. Gospodarenko, G. M., Nevlad, V. I., Prokopchuk, I. V., Prokopchuk, S. V. (2017). Symbiotic nitrogen fixation and harvest. G. M. Gospodarenko (Ed.). Uman: Publisher Sochinskiy M. M. 324 p. [in Ukrainian]
  14. Kovpak, P. V., Volkogon, K. I., Zhurba, M. A., Shtanko, N. P., Larchenko, I. V. (2013). Development of the nitrogen cycle bacteria in the rhizosphere of winter wheat plants due to fertilizer and pre-sowing bacterization. *S.-h. mikrobiologiya* [Agricultural Microbiology], 18, 64–75. [in Ukrainian]
  15. Volkogon, V. V., Tokmakova, L. M., Trepach, A. A. (2012). Phosphate mobility in the winter wheat root zone for the actions of the bacteria *Rhizobium radiobacter*. *Visnyk agrarnoi nauky* [Bulletin of agrarian science]. 3. 13–16. [in Ukrainian]
  16. Nadkernichna, O. V., Kopylov, E. P. (2014). Diazotrophs in the root zone of spring wheat plants. *S.-h. mikrobiologiya* [Agricultural Microbiology], 19, 21–26. [in Ukrainian]
  17. Khomenko, G. V., Berdnikov, A. N., Potapenko, L. V. (2009). Efficiency of using diazofite in various fertilizer systems for growing spring wheat. *S.-h. mikrobiologiya* [Agricultural Microbiology], 10, 116–122. [in Ukrainian]
  18. Trepach, A. A. (2013). The nature of vital activity of *Rhizobium radiobacter* on the surface of seeds and in the zone of roots of spring wheat plants. *S.-h. mikrobiologiya* [Agricultural Microbiology], 17, 7–12. [in Ukrainian]
  19. National standard of Ukraine (2003). Crop seeds. Methods for determining quality: DSTU 4138-2002. Kiev: Derzhstavrstandard of Ukraine. 173 p.
  20. Dospekhov, B. A. (1985). *Metodika polevogo opyta s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy* [Methodology of field experience with the basics of statistical processing of research results] (5<sup>th</sup> ed. rev.). Moscow: Ahropromizdat. [in Russian]

УДК 633.11:631.53.01:631.86

**Волощук І. С. Урожайність і посівні якості пшениці озимої в залежності від передпосівної бактеризації насіння в умовах західної Лесостепі України.**

*Зернові культури. 2020. Т. 4. № 1. С. 71–79.*

*Інститут сільськогосподарського району Карпатського регіону НААН, ул. Грушевського, 5, с. Оброшине, Пустомытовський район, Львівська область, 81115, Україна*

Изложены результаты применения бактериальных препаратов азотфиксирующего (Диазофит, Агробактерин) и фосфатмобилизирующего действия (Полимиксобактерин) для предпосевной обработки семян, это способствовало повышению семенной продуктивности и посевных качеств семян пшеницы мягкой озимой (*Triticum aestivum* L.). Благодаря деятельности микроорганизмов полевая всхожесть семян повышалась на 2,1–2,7 %, в узлах кущения накапливалось достаточное количество сахаров – 27,0–28,5 %, выживаемость растений возрастала на 3,8–8,2 %, улучшались их ростовые процессы, усиливалась устойчивость к основным болезням, как результат – достоверный прирост урожайности зерна был на уровне 0,21–0,23 т/га (Агробактерин и Диазофит) и 0,44–0,59 т/га (Полимиксобактерин) к фону минерального питания  $N_{90}P_{90}K_{90}$  (за счет более высокой массы 1000 семян). Указанные выше препараты способствовали получению высоких показателей: коэффициента размножения семян, выхода кондиционных семян и их посевных качеств.

**Ключевые слова:** пшеница озимая, бактериальные препараты, урожайность, посевные качества семян.

UDC 633.11: 631.53.01: 631.86

**Voloshchuk I. S. Yield and sowing qualities of winter wheat depending on pre-sowing bacterization of seeds in the conditions of western Forest-Steppe of Ukraine.** *Grain Crops. 2020. 4 (1). 71–79.*

*Institute of Agriculture of the Carpathian region NAAS, 5 Grushevskogo Str., Obroshin village Pustomytovskogo area Lviv region, 81115, Ukraine*

The widespread use of biological methods of plant protection and nutrition is of great interest to producers of both grain and seed products. Microbial preparations today are considered as one of the ele-



ments of energy-saving technologies. With their help, it is possible to influence the growth and development of plants, given the agricultural background not exceeding the physiological needs for nutrients. Only through the interaction of introduced bacteria with the host plant will their maximum and effective action be manifested.

In recent years, significant progress has been achieved in the creation of biological products based on associative microorganisms, the implementation of which is actively involved in a number of leading domestic and foreign companies in the world, among them the leader in Ukraine is the Institute of Agricultural Microbiology and Agro-Industrial Production of the NAAS, whose scientists have proposed a number of inoculants for presowing seed treatment.

With sufficient moisture supply of the soil-climatic zone of the Western Forest-Steppe of Ukraine, the use of bacterial preparations of nitrogen-fixing action (Diazofit, Agrobacterin) and phosphomobilizing (Polymyxobacterin) in pre-sowing seed treatment provided an increase in seed productivity and sowing qualities of soft winter wheat seeds.

Over the years of research, weather conditions during the sowing-seedling period were characterized by variegation both in air temperature and in the amount of precipitation. The third decade of September 2010 was characterized by 1,0 °C higher air temperature and less rainfall (10,5 mm) with an average annual norm of 19,0 mm. The temperature was higher by 2,8 °C in 2011 with a lower (11,0 mm) amount of precipitation, which amounted to 57 % of the norm. In 2012, air temperature prevailed over a long-term average of 3.2 °C, and the amount of precipitation was 7,7 mm, however, in the second decade it was more than 32 mm with a norm of 20 mm. In 2013, a decrease of 2.3 °C in air temperature and a decrease in precipitation were observed (69 % to normal). In the second decade, precipitation amounted to 42,1 at a rate of 20,0 mm. The temperature conditions of the sowing-seedling season 2014 were within the long-term average of indicators with low moisture supply – 12,4 mm.

The productive moisture of the sown soil layer, which in 2010 was 32 mm, in 2011 – 33 mm, in 2012 – 38 mm, in 2013 – 39 mm, in 2014 – 34 mm was sufficient to produce friendly seedlings.

The obtained experimental data suggest that pre-sowing treatment of winter wheat seeds with bacterial preparations increased field germination of seeds by 2,1–2,7 %. When using microbial preparations, physiological processes in the seed were activated, which subsequently affected the best growth and development of plants in the autumn period. The microorganisms introduced into the agrocenoses contributed to the higher wintering of plants by 3,8–8,2 %.

Under the influence of bacterial preparations, the best growth and development of plants was observed, which contributed to an increase in yield of 0,21–0,23 t/ha, for the application of Agrobacterin and Diazofit to the background of mineral nutrition  $N_{90}P_{90}K_{90}$ . The effectiveness of Polymyxobacterin was higher against the background of the mineral nutrition  $N_{30}P_{90}K_{90} + N_{30}$  in the IV and VII stages of organogenesis – 0,59 t/ha and 0,44 t/ha – at a lower rate of phosphorus application ( $P_{45}$ ).

Bacterial preparations positively affected the seed productivity of plants, increasing the seed reproduction rate by 0,8–2,3 units, the yield of conditioned seeds by 1–3 %.

Against the background of mineral nutrition  $N_{30}P_{90}K_{90}$  with phased introduction of nitrogen in the norm  $N_{30}$ , microbial preparations based on nitrogen fixators contributed to the formation of a mass of 1000 seeds in the range 43,6–44,0 g, on the basis of phosphate mobilization bacteria – 44,7–45,3 g. Germination energy and laboratory germination of the collected seeds mostly depended on the weather conditions of the period of its formation, however, with options for seed pre-sowing inoculation, these indicators were higher, by 5–10 and 7–11 %, respectively, until absolute control and by 4–7 and 1–3 % to the background of mineral nutrition of plants.

**Keywords:** winter wheat, bacterial preparations, productivity, sowing qualities of seeds.