

## ВПЛИВ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ІНОКУЛЯЦІЇ НАСІННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ РІЗНИХ СОРТІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

**Шевченко Любов Анатоліївна**

кандидат сільськогосподарських наук, доцент  
Національний університет «Чернігівська політехніка», м. Чернігів, Україна  
ORCID: 0000-0002-2637-1999  
shevchenkolyubov@ukr.net

**Селінний Михайло Михайлович**

кандидат економічних наук, доцент  
Національний університет «Чернігівська політехніка», м. Чернігів, Україна  
ORCID: 0000-000-5682-7099  
selm@meta.ua

**Рябуха Галина Ігорівна**

кандидат економічних наук, доцент  
Національний університет «Чернігівська політехніка», м. Чернігів, Україна  
ORCID: 0000-0003-2146-7489  
g.gyabukha@gmail.com

**Кудряшова Катерина Миколаївна**

кандидат економічних наук, доцент  
Національний університет «Чернігівська політехніка», м. Чернігів, Україна  
ORCID: 0000-0002-5626-0958  
Katrinchernigov@gmail.com

Досліджено дію передпосівної інокуляції *Azospirillum* sp. і *Bacillus* sp. 4 та сортових особливостей пшениці озимої на зернову продуктивність культури. Визначено вплив досліджуваних факторів на формування елементів структури урожаю. Зокрема, встановлено, що маса 1000 насінин по варіантам у середньому становила від 32,8 до 37,9 г для сорту Артіст, та від 40,4 до 43,3 г для сорту Тобак. При інокуляції посівного матеріалу показник знаходився у межах 33,6–35,9 г (сорт Артіст) та 41,3–42,3 г (сорт Тобак). Сумісне застосування *Azospirillum* sp. та *Bacillus* sp. 4 для бактеризації сприяло збільшенню маси 1000 насінин, яка становила 37,9–43,3 г залежно від сорту пшениці озимої.

У середньому за результатами досліджень озерненість колосу у контрольному варіанті становила 24,6–33,6 шт. з масою 1,05–1,18 г залежно від сорту. Варіант з передпосівною інокуляцією *Azospirillum* sp. + *Bacillus* sp. 4 сприяв формуванню 37,1–43,3 шт. з масою зерна 1,90–2,09 г.

Встановлено вплив застосування передпосівної бактеризації на урожайність зерна пшениці озимої. Найбільші прирости до контролю становили для сорту Артіст 19,4 %, Тобак – 21,0 %. Найвищою урожайністю пшениці була зафіксована при сумісному застосуванні азотфіксувальних та фосфатмобілізувальних бактерій на посівах пшениці озимої сортів Артіст та Тобак за рахунок формування кращих показників структури колоса завдяки сприятливому режиму кореневого живлення.

Отже, експериментально доведена ефективність застосування передпосівної інокуляції насіння суспензіями досліджуваних мікроорганізмів у технології вирощування пшениці озимої. Найбільш ефективним для підвищення урожайності зерна було поєднане застосування бактерій *Azospirillum* sp. та *Bacillus* sp. 4. Бактеризація насіння окремо кожним мікроорганізмом забезпечувала середню прибавку до урожайності на рівні 5,5 % по сорту Артіст та 7,9 % по сорту Тобак.

Порівняльний аналіз урожайності і структури урожаю двох сортів пшениці озимої дозволив виявити, що при обробці насіння бактеріями *Azospirillum* sp. та *Bacillus* sp. 4 окремо та у комплексі, відбувається збільшення величини параметрів колосу пшениці, що призводить до підвищення урожайності зерна культури. Отже, застосування передпосівної бактеризації насіння пшениці досліджуваних сортів позитивно вплинуло на показники урожайності культури, що свідчить про доцільність застосування даного агротехнологічного прийому.

**Ключові слова:** пшениця озима, бактеризація насіння, азотфіксувальні мікроорганізми, фосфатмобілізувальні мікроорганізми, продуктивність, структура урожаю.

DOI <https://doi.org/10.32845/agrobio.2022.1.19>

Пшениця озима (*Triticum aestivum* L.) є цінною високоврожайною зерновою культурою. Не зважаючи на те, що пшеницю почали вирощувати ще за 9 600 років до н.е. пошуки шляхів підвищення її урожайності тривають

і до нині (Colledge, 2007). Селекціонери займаються створенням високопродуктивних сортів, генетичний потенціал продуктивності яких перевищує 10 т/га, а робота агропромисловців спрямована на створення опти-

мальних умов для отримання потенційної урожайності зерна пшениці.

Одним з ефективних заходів підвищення продуктивності пшениці озимої є застосування мікробних препаратів для бактеризації посівного матеріалу. Дослідження біологізації землеробства і рослинництва при вирощуванні озимої пшениці проводились вітчизняними та закордонними вченими (Shuvar et al., 2020; Khalid et al., 1999; Hrabovska & Melnyk, 2017; Ulukan, 2005). Біологічні заходи підвищення урожайності зерна пшениці є актуальними та практичними, оскільки така технологія вирощування сільськогосподарських культур дозволяє отримати органічну продукцію, та не створює додаткового навантаження на агроєкосистеми.

Кількість наукових публікацій у нашій країні та за кордоном присвячених дослідженню впливу біопрепаратів на продукційний процес агрокультур доволі велика. Але це не свідчить про вирішення проблеми вибору системи удобрення і захисту сільськогосподарських культур на практиці. Адже більшість агропромисловців схильні надавати перевагу мінеральним добривам, регуляторам росту синтетичного походження, хімічним засобам захисту рослин. Тому на сьогоднішній день актуальність вивчення дії біопрепаратів на урожайність сільськогосподарських культур та пошук активних агентів мікробних препаратів підвищується. Мета науковців – переконати агропромисловців у дієвості біопрепаратів, їх безпечності, енергоощадності та економічності.

Вплив біопрепаратів на ростові процеси рослин є завжди комплексним – починаючи від ріст стимулюючої дії фітогормональних сполук до підвищення імунного статусу рослин.

Зважаючи на досвід вирощування пшениці у таких країнах, як Великобританія, Німеччина, середня урожайність зерна пшениці в яких становить 6–8 т/га, українські агропромисловці працюють над удосконаленням технології вирощування даної культури, адже ґрунтово-кліматичні умови нашої країни за своїм потенціалом можуть забезпечувати набагато більшу урожайність ніж станом на сьогодні.

Тому мета роботи полягала у дослідженні та обґрунтуванні ефективності застосування передпосівної бактеризації насіння у технології вирощування пшениці озимої сортів Тобак та Артїст в умовах Північного Лісостепу України, адже за результатами моніторингу наукової літератури, подібні дослідження не проводились.

**Матеріали і методи досліджень.** Польовий дослід проводили на земельній ділянці НВД «Деснянка» (Чернігівський р-н, с. Деснянка). Ґрунт – дерново-слабопідзолистий з невеликою глибиною гумусового горизонту (15–25 см). Площа однієї дослідної ділянки становила 250 м<sup>2</sup>. Розташування ділянок у досліді систематичне. Норма висіву – 5 млн насінин на гектар. Ширина міжрядь – 15 см.

У дослідженні використовували пшеницю озиму сортів Артїст і Тобак, які належать до середньоранньої групи стиглості.

Сорт Артїст цінується, перш за все, середньораннім та швидким наливом зерна (до настання критично висо-

ких температур), що забезпечує формування урожайності на високому рівні. Належить до сортів компенсаційного типу, який забезпечує рівномірну виповненість усіх колосів на рослині.

Високопродуктивний сорт пшениці м'якої Тобак з масою 1000 насінин 37,3–43,3 г характеризується раннім дозріванням, низькою ламкістю колоса та високою стійкістю до вилягання.

Попередник – гречка посівна (*Fagopyrum esculentum* M.).

Дослідження проводили у двофакторному досліді. Фактор А – районовані сорти пшениці озимої – Артїст, Тобак; фактор Б – передпосівна бактеризація насіння. Схема досліду передбачала застосування інокуляції насіння пшениці суспензіями бактерій *Azospirillum* sp., *Bacillus* sp. 4 та їх комбінування. Норма витрати експериментальних препаратів становила 200 мл з розрахунку на посівну норму 1 га.

#### Схема досліду

Фактор А (сорт)	Фактор Б (варіант обробки посівного матеріалу)
Артїст	Контроль (без бактеризації)
	Бактеризація насіння <i>Azospirillum</i> sp.
	Бактеризація насіння <i>Bacillus</i> sp. 4
	Бактеризація насіння <i>Azospirillum</i> sp. + <i>Bacillus</i> sp. 4
Тобак	Контроль (без бактеризації)
	Бактеризація насіння <i>Azospirillum</i> sp.
	Бактеризація насіння <i>Bacillus</i> sp. 4
	Бактеризація насіння <i>Azospirillum</i> sp. + <i>Bacillus</i> sp. 4

Бактерії *Azospirillum* sp. проявляють здатність до фіксації молекулярного азоту з повітря, що забезпечуватиме збагачення ґрунту даним макроелементом. *Bacillus* sp. 4 – є активним фосфатмобілізатором та синтезує біологічно активні речовини з ріст стимулюючою здатністю. Для підвищення ефективності кореневого живлення рослин пшениці застосовували також поєднання бактерій *Azospirillum* sp. + *Bacillus* sp. 4 для бактеризації насіння.

Масу 1000 насінин пшениці визначали згідно з ДСТУ 4138-2002 (DSTU 4138-2002, 2003).

Польовий дослід проводили за методикою Б. А. Доспехова (Dospheov, 1985). Аналіз структури урожаю проводили згідно з (Metodyka derzhavnoho sortovuprobuvannia silskohospodarskykh kultur, 2001). Збирання урожаю проводили у фазу повної стиглості зерна подільночно і з перерахунком на 14% вологість. Математичну обробку даних проводили з використанням комп'ютерної програми Microsoft Office Excel.

**Результати.** Збільшення урожайності зерна – це інтегральний показник ефективності будь-якого агротехнічного заходу чи прийому. Але для більш детального вивчення механізму дії бактеризації посівного матеріалу на процес формування урожайності зерна пшениці варто звернути особливу увагу на її структуру та формування елементів продуктивності культури на окремих сортах.

Особливості формування врожайності можна досліджувати за такими параметрами: кількість продуктивних стебел на 1 м<sup>2</sup>, число колосків у колосі, кількість зерен у колосі, маса 1000 насінин (МТН), маса зерна з одного колосу тощо. Чим більшими будуть показники перерахованих параметрів, тим вища буде урожайність.

Кущіння має важливе агрономічне значення для зернових культур, оскільки може частково або повністю компенсувати різницю у кількості рослин після сходів чи перезимівлі. Але не всі пагони утворюють колос, адже частина з них відмирає ще до початку цвітіння. Кількість продуктивних пагонів, у першу чергу, визначається генотипом сорту, умовами середовища та густотою посіву. За сприятливих умов та правильної агротехніки вирощування кількість фертильних пагонів має становити – 1,5 шт. на 1 рослину (Gallagher & Biscoe, 1978).

У нашому дослідженні ми спостерігали збільшення кількості репродуктивних пагонів з розрахунку на одну рослину залежно як від сорту пшениці, так і від варіанту бактеризації (табл. 1). Різниця між сортами, виходячи з вище наведеного, буде генетично обумовлена, а щодо варіантів обробки насіння можемо зробити припущення про покращення умов живлення культури. Передпосівна бактеризація насіння бактеріями *Azospirillum* sp. + *Bacillus* sp. 4 забезпечувала формування 1,9 продуктивних пагонів на одну рослину (у контрольному варіанті – 1,4 шт./рослину) пшениці озимої сорту Артїст.

Маса 1000 насінин (МТН) зростала відносно до контролю залежно від варіанту та сорту пшениці. Бактеризація насіння *Azospirillum* sp. + *Bacillus* sp. 4 сприяє формуванню цього показника на рівні 37,9 г для сорту Артїст та 43,3 г для сорту Тобак, що на 15,5 та 12,8%, відповідно, перевищує контроль. МТН у варіантах з моноштамовою інокуляцією *Azospirillum* sp. та *Bacillus* sp. 4 суттєво не відрізнявся – маса 1000 зерен була у межах 33,6–35,9 г (сорт Артїст) та 41,3–42,3 г (сорт Тобак).

Значно більший показник числа репродуктивних пагонів відмічено у досліді з сортом Тобак, так у контролі на одну рослину їх кількість становила 1,9 шт., у варіанті з інокуляцією насіння *Azospirillum* sp. + *Bacillus* sp. 4 – 2,4 шт. Це свідчить про краще кореневе живлення рослин пшениці у варіанті з бактеризацією. І це цілком виправдано, оскільки з літературних джерел відомо,

бактерії роду *Azospirillum* здатні до фіксації молекулярного азоту атмосфери (Volkogon, 1997), відповідно, бактеризація насіння цими мікроорганізмами сприятиме забезпеченню азотного живлення рослин. Інший рід – *Bacillus* – має представників, здатних до трансформації важкорозчинних сполук фосфору у ґрунті (Malynovska et al., 2015). Тому поєднання цих видів мікроорганізмів сприятиме інтенсифікації азотного та фосфорного живлення рослин пшениці.

Довжина колосу є одним із параметрів, що впливають на продуктивність пшениці озимої. У межах цього досліді, ми не можемо порівнювати довжину колосу пшениці у варіантах з сортами Артїст і Тобак, адже цей параметр найбільше залежить від сортових ознак. Певні сорти можуть мати короткий, але щільний колос з близько розташованими один до одного колосками, або ж довгий нещільний колос у якому проміжки між колосками будуть більшими. Крім того, матиме вплив і висота рослин – високорослі сорти мають більш довгий колос, а низькорослі навпаки – короткий, але щільний колос (Кирегіман, 1977).

За результатами наших досліджень можна зазначити, що агроприйом бактеризації насіння мав більший вплив на збільшення довжини колосу рослин пшениці сорту Артїст – від 7,15 см у контролі до 8,46 см у варіанті з бактеризацією *Azospirillum* sp. + *Bacillus* sp. 4. Майже у 2,5 раза менше цей параметр змінювався за дії бактеризації у рослин сорту Тобак – від 8,08 у контролі, до 8,56 см у дослідному варіанті з бактеризацією насіння. Отже, у межах одного сорту прослідковувалася позитивна тенденція збільшення розміру колоса за дії передпосівної інокуляції насіння.

Пряма залежність урожайності зерна пшениці спостерігається за кількістю колосків у колосі. Насамперед, їх кількість буде залежати від генетичних особливостей сорту. Серед інших чинників – метеорологічні умови та забезпеченість елементами мінерального живлення. Застосування бактеризації насіння біопрепаратами ми розглядаємо їх як альтернативу застосуванню мінеральних добрив або ж поєднання даних прийомів для підвищення ефективності засвоєння останніх.

За результатами наведеними у табл. 2 можна зазначити, що кількість колосків у колосі більша при комбіну-

Таблиця 1

**Біометричні показники пшениці (фаза дозрівання)**

Варіант досліді	Кількість продуктивних пагонів, шт./рослину	Довжина колосу, см	Маса 1000 зерен, г
Сорт Артїст			
Контроль – без бактеризації	1,4±0,1	7,15±0,06	32,8±0,3
<i>Azospirillum</i> sp.	1,8±0,1	8,35±0,09	33,6±0,2
<i>Bacillus</i> sp. 4	1,8±0,1	8,23±0,04	35,9±0,4
<i>Azospirillum</i> sp. + <i>Bacillus</i> sp. 4	1,9±0,1	8,46±0,15	37,9±0,3
Сорт Тобак			
Контроль – без бактеризації	1,9±0,1	8,08±0,12	38,4±0,3
<i>Azospirillum</i> sp.	1,8±0,1	8,36±0,07	41,3±0,5
<i>Bacillus</i> sp. 4	2,4±0,1	8,02±0,09	42,3±0,4
<i>Azospirillum</i> sp. + <i>Bacillus</i> sp. 4	2,4±0,1	8,56±0,09	43,3±0,4

## Елементи продуктивності колоса озимої пшениці залежно від варіанту бактеризації

Варіант	Кількість колосків у колосі, шт.	Кількість зерен в одному колосі, шт.	Маса зерен з одного колосу, г
Сорт Артїст			
Контроль – без бактеризації	16,5±0,1	24,6±0,8	1,05±0,04
<i>Azospirillum</i> sp.	16,6±0,1	36,6±0,2	1,69±0,03
<i>Bacillus</i> sp. 4	17,0±0,1	34,5±0,5	1,58±0,05
<i>Azospirillum</i> sp. + <i>Bacillus</i> sp. 4	17,3±0,2	37,1±0,6	1,90±0,03
Сорт Тобак			
Контроль – без бактеризації	15,3±0,1	33,6±0,6	1,18±0,3
<i>Azospirillum</i> sp.	15,7±0,2	35,8±0,7	1,38±0,10
<i>Bacillus</i> sp. 4	16,3±0,2	40,7±1,1	1,49±0,08
<i>Azospirillum</i> sp. + <i>Bacillus</i> sp. 4	17,3±0,2	43,3±0,6	2,09±0,11

ванні бактерій *Azospirillum* sp. та *Bacillus* sp. 4 при інокуляції посівного матеріалу у середньому на 1–2 одиниці. Також зазначена схема обробки забезпечила збільшення кількості зерен з одного колосу, що надалі сприяло отриманню більш високого урожаю.

Зміна потенційної урожайності може залежати як від кількості зерен у колосі, так і від маси зерен з колоса. Відомо, що кількість зерен у колосі визначається у період за 20–30 днів до цвітіння і за 10 днів після цвітіння. Непродуктивні квіткі у цей період відмирають. Наявність доступної вологи та поживних елементів надалі визначатимуть інтенсивність наливу зерна. За їх нестачі зерно буде формуватись невиповненим, особливо на верхівці колоса, адже саме до дистальних зернівок кількість асимілятів надходитиме у значно меншій кількості.

Маса зерна з головного колосу збільшилась на 81 % за передпосівної бактеризації *Azospirillum* та *Bacillus* у досліді з сортом Артїст, та на 77 % у рослин озимої пшениці сорту Тобак. Паралельно зі збільшенням кількості зерен у колосі відбувалось і зростання маси зерна з колосу, зернівки при цьому були виповнені. Обґрунтовуючи позитивний вплив бактеризації насіння мікроорганізмами, крім покращення мінерального живлення рослин, варто зазначити і не менш важливе значення біологічно активних речовин – продуктів метаболізму бактерій, а саме – фітогормональних сполук. Інокуляція насіння агрономічно цінними мікроорганізмами може призводити до збільшення ендогенного пулу фітогормонів у рослинному організмі. Серед функцій, які виконують фітогормони у рослин варто виокремити атрагуючу дію, що опосередковано впливатиме на формування більш виповнених зернівок.

Про позитивний вплив біологізованих систем удобрення на продуктивність колоса пшениці повідомляється у роботі Дубицького О. зі співавторами. Встановлено, що збільшення вмісту сухої речовини у колосі пшениці озимої супроводжується зростанням ефективності використання й інтенсивності відпливу асимілятів (неструктурних вуглеводів) із верхніх листків озимої пшениці (Dubutskyi et al., 2017).

Максимальна врожайність зерна отримана при застосуванні передпосівної інокуляції культурами *Azospirillum* sp. + *Bacillus* sp. 4 (табл. 3). Прибавка до контролю становила +0,7 т/га (+19,4 %) для сорту Артїст. При засто-

суванні цього варіанту обробки посівного матеріалу пшениці озимої сорту Тобак урожайність збільшилась на 0,8 т/га (21,0 %). Отже, технологія застосування бактерій *Azospirillum* sp. та *Bacillus* sp. 4 дозволила отримати прибавку урожайності до контролю у середньому по сортах 0,7–0,8 т/га.

Таблиця 3

## Вплив передпосівної інокуляції на урожайність зерна озимої пшениці

Варіант	Урожайність, т/га	
	сорт Артїст	сорт Тобак
Контроль – без бактеризації	3,6±0,1	3,8±0,1
<i>Azospirillum</i> sp.	3,9±0,1	4,1±0,2
<i>Bacillus</i> sp. 4	3,7±0,2	4,1±0,1
<i>Azospirillum</i> sp. + <i>Bacillus</i> sp. 4	4,3±0,1	4,6±0,2

**Обговорення.** Біопрепарати мають суттєвий вплив на формування елементів структури урожаю та врожайності зерна озимої пшениці. Важливо зазначити, що застосування бактеризації насіння пшениці озимої мало позитивний вплив на формування елементів структури урожаю. Відмічено зростання кількості продуктивних пагонів, колосків і зерен у колосі, маси зерна з колосу. Порівняно з контролем (без бактеризації), ці показники збільшувалися з різною інтенсивністю.

Найбільш ефективним є поєднання штамів бактерій: врожайність з їх застосуванням збільшувалась на 0,7–0,8 т/га. Урожайність у варіантах *Azospirillum* sp. та *Bacillus* sp. 4 відрізнялась несуттєво – 3,7–3,9 для сорту Артїст та взагалі не відрізнялась у досліді з сортом Тобак і становила 4,1 т/га.

Про позитивний вплив біопрепаратів на рівень продуктивної кущистості рослин, кількість зерен у колосі та масу 1000 зерен зазначав у своїй роботі О.А. Коваленко (Kovalenko et al., 2015).

Крім того, вибір препаратів для передпосівної обробки насіння пшениці, як і інших сільськогосподарських культур не обмежується лише бактеріальними препаратами з ріст стимулюючою активністю. До цього переліку найчастіше включають і мікроорганізми з антагоністичною дією, які захищають рослини на різних етапах онтогенезу

від захворювань чи пошкоджень шкідниками (Volkohon, 2015; Dumych & Shkoropad, 2018; Shuvar et al., 2020). Додавання мікроелементів, біологічно активних речовин природного чи синтетичного походження також практикується у технології підготовки посівного матеріалу (Smetanko & Buriachkovskiy, 2009). Ефективність дії того чи іншого обраного агента для бактеризації відрізняється залежно від культури, сорту чи гібриду, концентрації та способів обробки тощо, що підтверджує необхідність проведення досліджень як на окремих культурах, так і обраних сортах.

Проведені дослідження дозволяють зробити висновок, бактерії *Azospirillum* sp. та *Bacillus* sp. 4 окремо або

у поєднанні можна використати як основу для створення біопрепаратів з ріст стимулюючою дією.

**Висновок.** Запропонована технологія застосування бактерій *Azospirillum* sp. та *Bacillus* sp. 4 для передпосівної бактеризації насіння пшениці озимої сортів Артїст та Тобак мала істотний вплив на формування елементів продуктивності та забезпечувала приріст урожайності зерна. Найбільш ефективним було поєднання бактерій *Azospirillum* sp. та *Bacillus* sp. 4 – урожайність зростала на 19,4–21,0 %. Зростання врожайності при застосуванні бактеризації насіння було обумовлене збільшенням як кількості колосків на 1 м<sup>2</sup>, так і кількості зерен у колосі.

#### Бібліографічні посилання:

1. Colledge, S. (2007). The origins and spread of domestic plants in southwest Asia and Europe. University College, London. Institute of Archaeology, 40.
2. Dospheov, B. A. (1985). Metodika polevogo opyita [Field experiment methodology]. Agropromizdat. M. (in Russian).
3. Dubytskyi, O., Kachmar, O., Dubytska, A. & Shcherba, M. (2017). Produktyvniost kolosu ta efektyvnist utvorennia y vidplyvu asimilativ z lystkiv ozymoi pshenytsi za biolohizovanykh system udobrennia [Ear productivity and efficiency of formation and outflow of assimilates from wheat leaves under biological fertilizer systems]. Visnyk Lvivskoho universytetu. Seriya biolohichna, 76, 215–223 (in Ukrainian).
4. Dumych, V. & Shkoropad, L. (2018). Doslidzhennia efektyvnosti zastosuvannia biopreparativ u tekhnolohiiakh vyroshchuvannia ozymykh zernovykh kultur [Research of efficiency of application of biologicals in technologies of cultivation of grain crops]. Tekhnika i tekhnolohii APK, 2, 19–22 (in Ukrainian).
5. Gallagher, J.N. & Biscoe, P.V. (1978). A physiological analysis of cereal yield. II. Partitioning of dry matter. Agric. Prog., 53, 51–70.
6. Hrabovska, T. O. & Melnyk, H. H. (2017). Vplyv biopreparativ na produktyvnist pshenytsi ozymoi za orhanichnoho vyrobnytstva [Influence of biological products on the productivity of winter wheat in organic production]. Ahrobiolohiia, 1, 81–85 (in Ukrainian).
7. Khalid, M., Zahir, A.Z. & Azhar, W. (1999). Azotobacter and L-tryptophan Application for Improving Wheat Yield. Pakistan Journal of Biological Sciences, 2 (3), 739–742.
8. Kovalenko, O.A., Kliuchnyk, M.A. & Chebanenko, K.V. (2015). Zastosuvannia biopreparativ dlia obrobky nasinnievoho materialu pshenytsi ozymoi [The use of biological products for the treatment of seeds of winter wheat]. Naukovi pratsi Chornomorskoho derzhavnoho universytetu imeni Petra Mohyly kompleksu «Kyievo-Mohylianska akademiia». Seriya Ekolohiia, 256, 244, 74–77 (in Ukrainian).
9. Kuperman, F.M. (1977). Morfofiziologiya rastenyi [Plant morphology]. Vysshaja shkola, M. (in Russian).
10. Malynovska, I.M., Chernysh, O.O. & Yula, V.M. (2015). Osoblyvosti zastosuvannia kompozytsii mikroorhanizmiv u tekhnolohii vyroshchuvannia pshenytsi yaroї [Features of the application of the composition of microorganisms in the technology of growing spring wheat]. Zbirnyk naukovykh prats NNTs «Instytut zemlerobstva NAAN», 3, 24–31 (in Ukrainian).
11. Metodyka derzhavnoho sortovyprobuvannia silskohospodarskykh kultur [Methods of state varietal testing of crops]. Kyiv, 2001 (in Ukrainian).
12. Mikrobni preparaty v suchasnykh ahrarykh tekhnolohiiakh [Microbial preparations in modern agricultural technologies] / za red. V.V.Volkohona. Kyiv, 2015 (in Ukrainian).
13. Nasinnia silskohospodarskykh kultur [Seeds of agricultural crops] (2003). Metody vyznachennia yakosti: DSTU 4138-2002. [Chynnyi vid 2004-01-01]. K. : Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 173 (in Ukrainian).
14. Shuvar, A.M., Behen, L.L., Dorota, H.M. & Tymkiv, M.Iu. (2020). Zastosuvannia biolohichnykh preparativ v orhanichnii tekhnolohii vyroshchuvannia pshenytsi ozymoi [Application of biological preparations in organic technology of winter wheat cultivation]. Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynytstvo, 67(1), 143–155 (in Ukrainian). doi: 10.32636/01308521.2020(67)-1-10
15. Smetanko, O.V. & Buriachkovskiy, V.H. (2009). Efektyvnist biolohichnykh funhitsydiv, stymulatoriv rostu, mikrodo-bryv pry zastosuvanni pid ozymu pshenytsiu [The effectiveness of biological fungicides, growth stimulants, microfertilizers in the use of winter wheat]. Visnyk ahrarynoi nauky pivdennoho rehionu, 10, 100–107 (in Ukrainian).
16. Ulukan, H. (2005). Effect of Foliar Fertilizer as Seed Pre-treatment on Yield Components in Common Wheat (*Triticum aestivum* L.). TARIM BİLİMLERİ DERGİSİ, 11 (4), 368–372.
17. Volkogon, V. V. (1997). Effektivnost bakterizatsii zlakovyih trav azospirillami [Efficiency of bacterization of cereal grasses with azospirilles]. Selskohozyaystvennaya biologiya, 5, 73–77 (in Ukrainian).

**Shevchenko, L. A.**, PhD (Agricultural Sciences), Associate Professor, Chernihiv Polytechnic National University, Chernihiv, Ukraine

**Selinyi M. M.**, PhD (Economic Sciences), Associate Professor, Chernihiv Polytechnic National University, Chernihiv, Ukraine

**Ryabukha G.I.**, PhD (Economic Sciences), Associate Professor, Chernihiv Polytechnic National University, Chernihiv, Ukraine

**Kudriashova K.M.**, PhD (Economic Sciences), Associate Professor, Chernihiv Polytechnic National University, Chernihiv, Ukraine

#### **Influence of pre-sowing inoculation on the productivity of different varieties of winter wheat**

The effect of pre-sowing inoculation of *Azospirillum* sp. and *Bacillus* sp. 4 and varietal characteristics of winter wheat for the formation of grain productivity of the crop has been studied. The influence of the studied factors on the formation of the crop structure elements has been determined. In particular, it has been found that the 1000 seed weight in the variants averaged from 32.8 to 37.9 g for the Artist variety, and from 40.4 to 43.3 g for the Tobak variety. After pre-sowing inoculation the indicator was in the range of 33.6–35.9 g (Artist variety) and 41.3–42.3 g (Tobak variety). Simultaneous use of *Azospirillum* sp. and *Bacillus* sp. 4 for inoculation assisted in the largest increase in the 1000 seed weight: it varied from 37.9 to 43.3 g, depending on variety.

On average, the grain number per ear in control was 24.6–33.6 pieces with a weight of 1.05–1.18 g depending on the variety. Variant with pre-sowing inoculation with *Azospirillum* sp. + *Bacillus* sp. 4 led to formation of 37.1–43.3 grains with a seed weight of 1.90–2.09 g.

The influence of pre-sowing inoculation on winter wheat yield has been established. The largest increase to control was for the Artist variety 19.4 %, for Tobak variety – 21.0 %. The highest yield of wheat was fixed with the combination of nitrogen-fixing and phosphate-mobilizing bacteria for varieties of Artist and Tobak. It was explained by formation of better ear structure due to favorable root nutrition.

Therefore, the effectiveness of pre-sowing inoculation with *Azospirillum* sp. and *Bacillus* sp. 4 suspensions in the technology of winter wheat growing has been experimentally proved. For yield increasing the most effective variant was the combined use of bacteria *Azospirillum* sp. and *Bacillus* sp. 4. Separately inoculation with each species of microorganism provided an average increase in yield of 5.5 % for the Artist variety and 7.9 % for the Tobak variety.

Comparative analysis of yield and its structure of two winter wheat varieties revealed that inoculation with *Azospirillum* sp. and *Bacillus* sp. 4 separately and simultaneously, growth in ear parameters of plants and increase of crop yield. Therefore, the use of pre-sowing inoculation of both varieties had a positive effect on yields and indicated the feasibility of this agro-technological method.

**Key words:** winter wheat, seed inoculation, nitrogen-fixing microorganisms, phosphate-mobilizing microorganisms, productivity, crop structure.