

## МІКРОБІОЛОГІЯ

УДК 631.461.5

### БАКТЕРІАЛЬНІ КОМПОЗИЦІЇ – ЕФЕКТИВНИЙ ЕЛЕМЕНТ БІОТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ПШЕНИЦІ

© 2013 р. О. В. Кириченко

*Інститут фізіології рослин і генетики  
Національної академії наук України  
(Київ, Україна)*

Наведено результати польових досліджень впливу комплексних бактеріальних композицій при передпосівній інокуляції насіння ярої та озимої пшениці (*Triticum aestivum* L.) на урожайність рослин. Показано ефективність біологічних композицій на основі азотфіксуючих мікроорганізмів, виділених із ризосфери пшениці, а також специфічного для рослин лектину (аглютиніну зародків пшениці) як елементів екологічного землеробства. Обговорюються аспекти позитивної дії ризосферних агрономічно корисних бактерій на компоненти системи «рослина–грунт–мікроорганізми» та перспективність застосування комплексних бактеріальних композицій як ефективних елементів агробіотехнології вирощування пшениці.

**Ключові слова:** *Triticum aestivum* L., бактеріальні композиції, інокуляція насіння, ризосферні мікроорганізми, зернова продуктивність, екологічне землеробство

Актуальним напрямом розвитку біологічного землеробства є створення методів і технологій формування, підтримання й ефективного функціонування високоінтегрованих мікробно-рослинних систем, в яких поєднані агрономічно корисні властивості як рослин, так і мікроорганізмів (Тихонович, Проворов, 2007), прикладом чого є мікробні біотехнології. Розробка стратегії екологічно стійкого землеробства і рослинництва базується на обґрунтованій заміні агрохімікатів (пестицидів, мінеральних добрив та ін.) мікробними препаратами (Тихонович, Круглов, 2005). Дослідження, спрямовані на створення високопродуктивних агрофітоценозів шляхом селекції активних комплементарних партнерів (рослина–мікроорганізми) є актуальними для агробіотехнології. Мікроорганізми забезпечують формування в ризосфері рослин фонду доступних їм поживних речовин і фізіологічно активних сполук. До складу мікробних метаболітів входять також антибіотичні

речовини, які пригнічують розвиток фітопатогенів.

Механізм позитивного впливу агрономічно корисних мікроорганізмів на рослини має кілька складових. По-перше, урожайність культур значною мірою визначається їх забезпеченням елементами живлення, і в першу чергу, азотом та фосфором. Джерелом екологічно чистого азоту в ґрунті є мікроорганізмидіазотрофи, які здатні до фіксації молекулярного азоту атмосфери (Умаров, 2007). В агроценозі рослин і діазотрофів відбувається симбіотична взаємовигідна кооперація, в якій бактерії здійснюють зв'язування азоту за рахунок функціонування ферменту нітрогенази, і переводять його у форму, доступну для рослин, тоді як продукти фотосинтетичної діяльності рослин є енергетичними субстратами як для живлення й росту бактерій, так і для процесу фіксації азоту (Коць и др., 2010). За рахунок мікробної азотфіксації був створений та нині підтримується азотний статус усіх природних екосистем і біосфери в цілому. Загальна біологічна фіксація азоту на Землі становить  $17,2 \cdot 10^7$  тонн за рік. Азотний статус планети поповнюється, в основному, за рахунок функціонування діазо-

*Адреса для кореспонденції:* Кириченко Олена Василівна, Інститут фізіології рослин і генетики НАН України, вул. Васильківська, 31/17, Київ, 03022, Україна; e-mail: leki07@mail.ru

трофних мікроорганізмів, які здатні фіксувати за рік від 2-5 до 500 кг/га азоту (Биорегуляция ..., 2010).

Іншим позитивним ефектом ризобактерій у системі «рослина–грунт–мікроорганізми» є їхня здатність до трансформації недоступних рослинам сполук фосфору, які містяться в ґрунті. Дана функція бактерій здійснюється з участю бактеріальних ферментів фосфатаз (Kang et al., 2006). При цьому фосфатмобілізуючі мікроорганізми також здатні до синтезу метаболітів (сидерофорів, літичних ферментів тощо), які пригнічують розвиток фітопатогенної мікрофлори (Prathuanhwong, Buensanteai, 2007; Raza et al., 2008). Таким чином, вони здійснюють біологічний контроль зараження рослин фітопатогенами.

Більша частина мікроорганізмів, що утворюють асоціації з рослинами, синтезує біологічно активні речовини – фітогормони, вітаміни, амінокислоти, тощо (Цавкелова и др., 2006а, 2006б; Narula et al., 2006), які чинять прямий рістрегуляторний вплив на рослини. Агрономічно корисною властивістю ризобактерій є також їхня здатність до синтезу екзополісахаридів (вуглеводних сполук) (Vargas-Garcia et al., 2003), що забезпечує в'язкість суспензії і дає можливість бактеріям формувати агрегати з іншими ґрунтовими мікроорганізмами, утворювати асоціації з рослинами, захищати клітину від дії факторів навколишнього середовища.

Екологічно важливою є роль ризобактерій в очищенні ґрунтів від поллютантів, розщепленні рослинних метаболітів, що викликають втому ґрунтів, відновленні (біоремедіації) ґрунтів, деградованих при видобутку корисних копалин і забруднених важкими металами, а також засолених і висушених ґрунтів (Као et al., 2005; Egamberdieva et al., 2008; Кругова и др., 2009).

Комплекс позитивних ефектів агрономічно корисних бактерій на рослини і ґрунт широко використовується в практиці рослинництва, зокрема, шляхом бактеріальної інокуляції насіння або ж обприскування рослин в період вегетації. Використання в агробіотехнології бактеріальних препаратів, створених на основі азотфіксуючих мікроорганізмів і рістстимулюючих ризо бактерій, є технологічними прийомами, які сприяють підвищенню урожаю культурних рослин і накопиченню в ґрунті біологічного азоту (Тихонович, Круглов, 2005; Волкогон, 2007; Биорегуляция ..., 2010).

Позитивний ефект бактеризації насіння залежить від ряду факторів: активності штаму мікроорганізмів, концентрації клітин і кількості біологічно активних речовин в інокуляційній суспензії, терміну обробки насіння, виду та сорту рослин, стану аборигенної ґрунтової мікрофлори в момент висіву насіння, особливостей ґрунту, умов агротехнічного комплексу, агрокліматичних умов. При цьому достовірний стимулюючий ефект біопрепарати на основі однієї культури агрономічно корисних бактерій забезпечують лише на 60-70 %, оскільки монокультура є більш чутливою до негативних факторів середовища. Стабілізація агрономічно корисних ефектів бактеріальних препаратів при інокуляції сільськогосподарських культур досягається шляхом створення полікомпонентних препаратів (біокомпозицій) на основі бактерій з різними екологічними функціями, а також біологічно активними речовинами природного походження, які активують або стабілізують бактеріальний компонент композицій. Ефективними в агробіотехнології є також різні комбінації мікробних агентів біоконтролю розвитку захворювання рослин як з іншими мікроорганізмами, так і з хімічними фунгіцидами (Биорегуляция ..., 2010). Більш того, на основі мікроорганізмів розробляються так звані біологічні гербіциди (Zhang, 2006).

Препарати полівалентної дії на основі композицій кількох мікроорганізмів за умови індивідуального комплементарного добору штамів із урахуванням їх еколого-фізіологічної сумісності характеризуються більшою стабільністю та ефективністю в різних агрокліматичних умовах. Більш вдало та ефективно відбувається інокуляція насіння штамми бактерій, які були ізолювані з ризоплани або ризосфери того ж виду рослин.

У зв'язку з цим у відділі симбіотичної азотфіксації Інституту фізіології рослин і генетики НАН України (ІФРГ НАНУ) протягом останнього десятиліття активно проводяться роботи з дослідження різних аспектів ґрунтових ризосферних азотфіксуючих мікроорганізмів (скринінг ізолятів із ґрунту та ризосфери рослин, селекція культур за активністю росту на селективних середовищах, нітрогеназною активністю та ефективністю, вивчення морфолого-культуральних і фізіолого-біохімічних властивостей даних мікроорганізмів, їх ефективності за моно- і комплексної інокуляції зернових культур). У результаті проведеної роботи з ризосфери озимої та ярої пшениці нами виділені ізоляти мікроорганізмів, які мали значну азот-

## БАКТЕРІАЛЬНІ КОМПОЗИЦІЇ

фіксує активність в умовах чистої культури (Кириченко і др., 2007). За культурально-морфологічними і фізіолого-біохімічними властивостями (Определитель Берги, 1997) дані мікроорганізми ідентифіковані як бактерії роду *Enterobacter* (Кириченко та ін., 2009). На їх основі створено препаративну бактеріальну композицію (робоча назва Коктейль) для передпосівної обробки насіння зернової групи з метою поліпшення азотного живлення рослин і підвищення їхньої продуктивності (Кириченко та ін., 2005).

На основі бактерій *Azotobacter chroococcum* T79 і лектину пшениці створено лектин-бактеріальну композицію Азолек (Кириченко, 2011; Кириченко, Коць, 2011). Штам *A. chroococcum* T79 відселектований із чорноземного ґрунту Полтавської області за ознакою «азотфіксує активність» у відділі симбіотичної азотфіксації ІФРГ НАНУ (Пат. України, 2003). Встановлено ефективність бактеризації насіння пшениці ярої даним штамом у монокультурі (Кириченко і др., 2010) та запропоновано спосіб вирощування ярої пшениці з використанням передпосівної інокуляції насіння штамом *A. chroococcum* T79 (Пат. України, 2011). Лектин пшениці (аглютинін зародків пшениці «Лектинотест», м. Львів) як біологічно активна речовина у композиції був застосований для стимуляції росту, розвитку й продуктивності рослин пшениці (Курчченко, 2008), а також для активації бактеріального компоненту (Кириченко, Титова, 2005).

Метою даної роботи було дослідження впливу комплексних композицій бактеріальної та лектин-бактеріальної природи при передпосівній інокуляції насіння ярої та озимої пшениці (*Triticum aestivum* L.) на урожайність рослин у польових умовах.

### МЕТОДИКА

Ефективність бактеризації насіння комплексними композиціями оцінювали в умовах польових дослідів (2004–2008 рр.) на сортах ярої (Рання 93) й озимої (Подільська, Поліська 90) пшениці (*Triticum aestivum* L.) української селекції за зерновою продуктивністю рослин і зміною мікробіологічної характеристики ґрунту (кількості й азотфіксує активності ризосферних мікроорганізмів). Досліди проводили на полях Бородянської сортодослідної станції Київського філіалу Українського інституту експертизи сортів рослин (сmt. Бородянка, Київська обл.).

Ґрунт дерново-підзолистий супіщаний, має такі агрохімічні й фізико-хімічні показники орного шару: вміст гумусу – 1,1-1,6%; рН<sub>KCl</sub> 4,0-5,0; гідролітична кислотність – 1,3-4,2; вміст ввібраних основ – 3,4-4,9; легкогідролізованого азоту за Корнфілдом – 81-98 мг/кг, рухомого фосфору 65-84 мг/кг, обмінного калію 64-72 мг/кг. Забезпеченість рослин пшениці на цих ґрунтах є низькою за вмістом гідролізованого азоту та обмінного калію, а за вмістом рухомого фосфору – середньою. Глибина залягання ґрунтових вод 3,5-4,0 м. Агрохімічна оцінка ґрунту 21-24 бали, еколого-агрохімічна – 19-22 бали. Зона проведення досліджень належить до першого агрокліматичного району Правобережного Полісся України з помірно теплим та вологим кліматом, який характеризується як помірно континентальний з нестійким зволоженням. За багаторічними даними, гідротермічний коефіцієнт у цій місцевості становить 1,5. У роки проведення досліджень гідротермічний коефіцієнт був у межах 0,5-1,3. Площа облікових ділянок (одне повторення) становила 50 м<sup>2</sup>, повторність у варіантах 3-4-разова. Вирощування рослин здійснювали на ґрунті без внесення мінеральних добрив (абсолютний контроль).

Бактеризацію насіння проводили у день посіву з розрахунку 100 мл препарату на гектарну норму насіння при титрі мікроорганізмів в інокуляційній суспензії не менше за 10<sup>8</sup> кл/мл.

Збір урожаю зерна здійснювали прямим комбайнуванням. Структуру урожаю зерна розраховували з рослин, зібраних з метрових ділянок (снопи). Кількість олігоазототрофних мікроорганізмів ризосферного ґрунту визначали методом послідовних розведень водної ґрунтової суспензії з наступним її висівом на селективне агаризоване середовище Ешбі без сполук азоту з органічним джерелом енергії сахарозою та підрахунком колоній, що вирости (Антипчук та ін., 2010). Азотфіксує активність ризосферних діазототрофів тестували ацетиленовим методом за Харді зі співавт. (Hardy et al., 1973) на приладі Chromatograf 504 (Польща, «Mera Elwro»).

Статистичну обробку результатів здійснювали за допомогою програми Statgraphyc (V. 3.0). У таблицях наведено середні арифметичні значення та стандартні похибки (M±m), а також найменша ймовірна різниця з рівнем значущості 5% (HP<sub>0,05</sub>) (Доспехов, 1985).

Виробниче випробування ефективності бактеріальної композиції Коктейль при перед-

посівній інокуляції насіння пшениці проведено в СГТОВ "Гостролуччя" Баришевського району Київської області. Інокуляцію насіння пшениці ярої сорту Рання 93 (100 га) і озимої сорту Поліська 90 (200 га) проводили в день посіву з розрахунку 100 мл препарату на гектарну норму насіння. Контролем були ділянки (70 га), на яких висівали необроблене насіння.

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Показано, що обробка насіння комплексними композиціями бактеріальної та лектин-бактеріальної природи викликала збільшення зернової продуктивності пшениці ярої та озимої. Урожай зерна ярої пшениці за обробки насіння бактеріальною композицією Коктейль підвищився на 13,4 %, що становило 2,6 ц/га. Композиція Азолек забезпечила прибавку зерна 17,7 %, що на 3,4 ц/га перевищувало контроль (табл. 1).

Прибавка урожаю отримана за рахунок збільшення на 10 % продуктивної куцистості рослин на 1 м<sup>2</sup> поля. Дослідні рослини формували на 6-7 % більше колосків, довжина колоса при цьому зросла на 13-15 %. Виявлено також збільшення кількості зерен у колосі рослин на 18-26 % і маси зерен із рослини на 24-33 %.

Відношення маси зерна до маси соломи рослин на 9 % перевищувало контрольний показник, що може свідчити про можливість корекції прийомом передпосівної інокуляції насіння спрямованості продуктивного потенціалу рослин на формування зерна, а не вегетативної маси (табл. 2).

Бактеризація насіння пшениці ярої комплексними композиціями позитивно впливала на розвиток популяції агрономічно корисної азотфіксуючої мікрофлори у ризосфері рослин (табл. 3), що вказує на поліпшення мікробіологічної характеристики ґрунту. Чисельність ризосферних азотфіксуючих мікроорганізмів змінювалася залежно від дії комплексних інокулянтів і фаз вегетації рослин. Аналіз динаміки розвитку популяції олігоазотрофів у ризосфері пшениці свідчить про суттєве збільшення їхньої кількості в першій половині вегетації рослин. Бактеризація насіння композицією Коктейль сприяла збільшенню в 3,7; 1,9; 2,6 і 1,4 раза відповідно до фаз розвитку рослин числа мікроорганізмів, які здатні до фіксації азоту в ризосферному ґрунті рослин протягом усього вегетаційного періоду.

При використанні композиції Азолек для бактеризації насіння кількість агрономічно ко-

Таблиця 1. Урожай зерна ярої пшениці сорту Рання 93 під впливом біологічних композицій на насіння (польовий дослід, 2005 р.)

Варіант (обробка насіння)	Урожай зерна		Прибавка урожаю	
	ц/га		%	
Вода (контроль)	19,5±0,7		–	–
Коктейль	22,1±0,6*		+13,4	+2,6
Азолек	22,9±0,7*		+17,7	+3,4
НІР <sub>0,05</sub>	2,5			

Примітка. Тут і надалі: \* – достовірно відмінно відносно контролю при  $p \leq 0,05$ .

Таблиця 2. Структура урожаю ярої пшениці під впливом комплексної бактеризації насіння (польовий дослід, 2005 р.)

Варіант (обробка насіння)	Продуктивна куцистість		Кількість колосків із 10 рослин		Довжина колоса		Кількість зерен у колосі		Маса зерен із 10 рослин		Маса соломи з 10 рослин		Співвідношення між масою зерна і соломи	
	шт./м <sup>2</sup>	%	шт.	%	см	%	шт.	%	г	%	г	%	зерно/солома	%
Вода	314,7 ±11,8	100	12,3 ±0,4	100	5,3 ±0,1	100	23,4 ±2,4	100	9,53 ±0,97	100	14,58 ±0,85	100	0,65 ±0,03	100
Коктейль	346,0 ±14,0*	<b>110</b>	13,0 ±0,2*	<b>106</b>	6,0 ±0,1*	<b>113</b>	27,7 ±3,1	118	11,79 ±1,32*	<b>124</b>	17,60 ±0,52*	<b>121</b>	0,71 ±0,02*	<b>109</b>
Азолек	344,7 ±22,3	110	13,1 ±0,1*	<b>107</b>	6,1 ±0,3*	<b>115</b>	29,5 ±2,1*	<b>126</b>	12,71 ±0,89*	<b>133</b>	17,86 ±0,85*	<b>123</b>	0,71 ±0,02*	<b>109</b>

## БАКТЕРІАЛЬНІ КОМПОЗИЦІЇ

**Таблиця 3. Зміна чисельності та нітрогеназної активності азотфіксуючих мікроорганізмів в ризосфері ярої пшениці сорту Рання 93 при комплексній бактеризації насіння (кількість колонієутворюючих одиниць мікроорганізмів – КУО в грамі абсолютно сухого ґрунту, польовий дослід, 2005 р.)**

Варіант	КУО		Азотфіксуюча активність	
	клітин/г ґрунту	%	нмоль C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> / (рослину • год)	%
Вихідний ґрунт	(20,2±0,4) x 10 <sup>6</sup>	–	–	–
<b>кущіння</b>				
Вода	(39,7±9,2) x 10 <sup>8</sup>	100	–	–
Коктейль	(146,3±11,1) x 10 <sup>8*</sup>	<b>369</b>	–	–
Азолек	(147,7±11,0) x 10 <sup>8*</sup>	<b>372</b>	–	–
<b>трубкування</b>				
Вода	(57,5±9,7) x 10 <sup>8</sup>	100	0,66±0,13	100
Коктейль	(109,2±6,6) x 10 <sup>8*</sup>	<b>190</b>	1,80±0,26	<b>272</b>
Азолек	(185,2±18,6) x 10 <sup>8*</sup>	<b>322</b>	1,33±0,01*	<b>200</b>
<b>налив зерна</b>				
Вода	(141,0±21,1) x 10 <sup>8</sup>	100	0,31±±0,08	100
Коктейль	(376,7±22,1) x 10 <sup>8*</sup>	<b>263</b>	0,47±0,00	<b>152</b>
Азолек	(511,0±22,2) x 10 <sup>8*</sup>	<b>362</b>	0,61±0,07*	<b>197</b>
<b>повна стиглість зерна</b>				
Вода	(2,8±0,1) x 10 <sup>8</sup>	100	–	–
Коктейль	(3,8±0,1) x 10 <sup>8*</sup>	<b>137</b>	–	–
Азолек	(4,1±0,1) x 10 <sup>8*</sup>	<b>147</b>	–	–

Примітка. "–" – не визначали

рисних азотфіксуючих мікроорганізмів у ризосфері рослин збільшилася відповідно в 3,7; 3,2; 3,6 і 1,5 рази. Даний факт можна пояснити інтродукцією й активним розвитком у ризосфері рослин певної кількості мікроорганізмів, які входять до складу бактеріальних композицій, що використані для інокуляції насіння.

Азотфіксуюча активність ризосферного комплексу мікроорганізмів у ярої пшениці в фази трубкування і наливу зерна збільшилася в 2,7; 1,5 рази за умов обробки насіння бактеріальною композицією Коктейль та вдвічі – лектин-бактеріальною композицією Азолек (табл. 3). При цьому в фазу наливу зерна пшениці порівняно до фази трубкування, азотфіксуюча активність ризосферної мікрофлори істотно зменшилася в усіх варіантах, що вказує на послаблення функціональної здатності мікроорганізмів наприкінці вегетаційного періоду рослин. Позитивним і господарсько-важливим ефектом є те, що в ґрунті у період збору урожаю зерна пшениці чисельність азотфіксуючих бактерій в 1,4-1,5 рази перевищувала контрольне значення, що свідчить про поліпшення якості ґрунту за рахунок розвитку агрономічно корисної популяції діазотрофних мікроорганізмів.

Передпосівна бактеризація насіння комплексними композиціями в технології вирощування озимої пшениці сорту Подолянка (табл.

4) забезпечила приріст урожаю, в середньому за три роки, на 11,6 % або 2,7 ц/га (Коктейль) і на 9,1 % або 2,1 ц/га (Азолек) при прямому комбайнуванні. У результаті перерахунку зернової продуктивності пшениці (ц/га) з урожаю зерна снопа (1 м<sup>2</sup>), так звана «потенційна урожайність», встановлено збільшення урожаю відповідно на 21,9 і 17,5 %, що становило 6,0 і 4,8 ц/га (середнє за три роки, табл. 4).

Аналіз структури урожаю показав (табл. 5), що прибавка урожаю зерна отримана за рахунок збільшення показників довжини колоса на 13,4 і 11 %, кількості зерен у колосі на 28,2 і 29,2 %, маси зерен колоса на 33,3 % і маси 1000 зерен на 10,2 %.

Таким чином, передпосівна інокуляція насіння пшениці озимої сорту Подолянка біологічними композиціями Коктейль бактеріальної природи і Азолек лектин-бактеріальної природи може бути одним із елементів біологічного землеробства у технології вирощування даної культури в Правобережному Поліссі України.

Виробниче випробування ефективності дії бактеріальної композиції Коктейль при передпосівній інокуляції насіння пшениці ярої сорту Рання 93 і озимої сорту Поліська 90 показало (табл. 6), що урожай ярої пшениці підвищився на 12 %, що становило 2,2 ц/га, озимої пшениці – на 14,8 % або 4,1 ц/га.

**КИРИЧЕНКО**

**Таблиця 4. Урожай зерна пшениці озимої сорту Подолянка при передпосівній інокуляції насіння бактеріальною композицією Коктейль і лектин-бактеріальною композицією Азолек**

Варіант (обробка насіння)	2005–2006 рр.			2006–2007 рр.			2007–2008 рр.			середнє		
	ц/га	+ ц/га	+%	ц/га	+ ц/га	+%	ц/га	+ ц/га	+%	ц/га	+ ц/га	+%
<b>Урожай зерна (снопи, м<sup>2</sup>)</b>												
Вода	18,6	0	0	23,2	0	0	40,5	0	0	27,4	0	0
Коктейль	23,9*	5,3	28,5	28,4*	5,2	22,4	48,0*	7,5	18,5	33,4	6,0	<b>21,9</b>
Азолек	22,6*	4,0	21,5	27,1*	3,9	16,8	47,0*	6,5	16,1	32,2	4,8	<b>17,5</b>
НІР <sub>0,05</sub>		0,9			1,2			1,5				
<b>Урожай зерна (пряме комбайнування, 50 м<sup>2</sup>)</b>												
Вода	12,6	0	0	19,2	0	0	37,7	0	0	23,2	0	0
Коктейль	14,1*	1,5	11,9	19,8	0,6	3,1	43,9*	6,2	16,5	25,9	2,7	<b>11,6</b>
Азолек	12,4	-0,2	-1,6	19,8	0,6	3,1	43,8*	6,1	16,2	25,3	2,1	<b>9,1</b>
НІР <sub>0,05</sub>		1,0			1,0			1,9				

**Таблиця 5. Структура урожаю пшениці озимої сорту Подолянка при передпосівній інокуляції насіння бактеріальною композицією Коктейль і лектин-бактеріальною композицією Азолек (снопи, м<sup>2</sup>)**

Варіант (обробка насіння)	2005–2006 рр.	2006–2007 рр.	2007–2008 рр.	Середнє	
<b>Довжина колоса, см</b>				см	%
Вода	6,80	6,02	7,04	6,62	0
Коктейль	8,00*	6,71*	7,83*	7,51*	<b>+13,4</b>
Азолек	7,88*	6,54	7,62*	7,35*	<b>+11,0</b>
НІР <sub>0,05</sub>	0,38	0,31	0,28	0,31	
<b>Кількість зерен у колосі, шт.</b>				шт.	%
Вода	20,43	18,17	29,58	22,73	0
Коктейль	30,40*	21,82*	35,20*	29,14*	<b>+28,2</b>
Азолек	31,10*	23,38*	33,63*	29,37*	<b>+29,2</b>
НІР <sub>0,05</sub>	1,2	0,86	1,47	1,18	
<b>Маса зерен колоса, г</b>				г	%
Вода	0,57	0,49	1,18	0,75	0
Коктейль	0,85*	0,66*	1,48*	1,00*	<b>+33,3</b>
Азолек	0,91*	0,68*	1,41*	1,00*	<b>+33,3</b>
НІР <sub>0,05</sub>	0,06	0,04	0,07	0,06	
<b>Маса 1000 зерен, г</b>				г	%
Вода	25,99	26,41	38,27	30,22	0
Коктейль	28,15*	29,54*	42,20*	33,30*	<b>+10,2</b>
Азолек	29,35*	28,60*	41,98*	33,31*	<b>+10,2</b>
НІР <sub>0,05</sub>	0,76	0,79	0,95	0,83	

**Таблиця 6. Зернова продуктивність пшениці ярої та озимої при інокуляції насіння бактеріальною композицією Коктейль (виробниче випробування)**

Варіант	Посівна площа	Урожай зерна	Прибавка урожаю	
	га	ц/га	ц/га	%
Пшениця яра сорту Рання 93, 2004 р.				
Контроль	70	18,3	–	–
Дослід	100	20,5	+2,2	<b>+12,0</b>
Пшениця озима сорту Поліська 90, 2003–2004 рр.				
Контроль	69	29,7	–	–
Дослід	200	34,1	+4,1	<b>+14,8</b>

**Примітка.** Контроль – насіння не обробляли, дослід – насіння інокулювали бактеріальною композицією Коктейль із розрахунку 100 мл/га норму насіння

## БАКТЕРІАЛЬНІ КОМПОЗИЦІЇ

Використання в сільськогосподарському виробництві мінеральних добрив суттєво впливає на розвиток і функціональну активність азотфіксуючих мікроорганізмів у ризосфері рослин та ефективність інокуляції насіння. При дослідженні продуктивності азотфіксації, урожайності зеленої маси злакових трав і вмісту в них нітратів у залежності від азотного живлення (дози азоту від 10 до 280 кг/га на фоні  $P_{60}K_{60}$ ) (Волкогон, 2007), висока азотфіксуюча активність виявлена у варіантах із застосуванням азотних добрив від 10 до 80 кг/га. Доза 120 кг/га забезпечила показник азотфіксації на рівні контролю, тоді як дози, які перевищували 120 кг/га, пригнічували біологічну фіксацію молекулярного азоту мікроорганізмами. На основі отриманих результатів автор вважає, що екологічно оптимальною є доза мінерального азоту 20 кг/га, тоді як екологічно придатними можуть бути дози азоту до 120 кг/га. При вирощуванні озимої пшениці на луго-чорноземному ґрунті екологічно оптимальною дозою мінерального азоту є 30 кг/га, екологічно виправданою – 60-90 кг/га. Подальше підвищення дози азоту, за результатами дослідника, є невиправданим. При вирощуванні ярого ячменю на дерново-підзолистому ґрунті оптимальним агрофоном визнано  $N_{60}K_{25}$  у поєднанні з біодобривом мікрогумін (біоагент *Azospirillum brasilense* 410). Урожайність культури за даних технологій вирощування ячменю збільшилася на 17,9-28,7 %, вміст білка в зерні становив 10,88 % порівняно до контрольних 10,55 % (Волкогон, 2007). Окрім того, згідно з результатами досліджень Патики зі співавт. (2005), мінеральні добрива в дозі 120-240 кг/га діючої речовини в чорноземі звичайному знижували процеси гумусоутворення на 36-37 %, що негативно відобразалося на родючості ґрунту.

Польові експерименти за дослідженням ефективності дії комплексних біологічних композицій Коктейль і Азолек при передпосівній обробці насіння озимої пшениці сортів Подільянка і Поліська 90 на фоні внесення мінеральних добрив у дозі  $(NPK)_{60}$  і проведення підживлення рослин  $N_{30}$  у фазі кушіння, трубкування, колосіння проведено спільно зі співробітниками кафедри технології зберігання, переробки і стандартизації продукції рослинництва Національного університету біоресурсів і природокористування України та відділу симбіотичної азотфіксації ІФРГ НАНУ. Отримані результати засвідчили перспективність удосконалення технології вирощування озимої пшениці в Правобережному Поліссі України (Кожухар, 2010)

із залученням економічно вигідних і екологічно безпечних елементів мікробних біотехнологій (Кугученко et al., 2010). У результаті роботи доведено позитивну дію композицій Коктейль і Азолек на ріст і розвиток рослин (Кожухар, Кириченко, 2010), накопичення хлорофілу в листках (Кожухарь и др., 2010), урожай зерна (Кожухарь, Кириченко, 2009; Танчик, Кожухар, 2010) і його якість (Кожухар та ін., 2008; Кожухар, Кириченко, 2009), а також посівні властивості насіння пшениці озимої за різних режимів зберігання (Кожухар та ін., 2007). На основі отриманих результатів наведено агротехнічне обґрунтування та запропоновано нові підходи для вирішення задачі підвищення продуктивності пшениці озимої на основі комплексного впровадження сортів інтенсивного типу, мінеральних добрив у екологічно придатних дозах і бактеризації насіння діазототрофними мікроорганізмами, а також розроблено ряд рекомендацій із метою оптимізації технології вирощування та зберігання пшениці озимої в умовах Правобережного Полісся України (Кожухар, 2010).

Таким чином, біологічні композиції Коктейль і Азолек за передпосівної інокуляції насіння є дієвими елементами екологобезпечної агробіотехнології вирощування пшениці. Науково обґрунтоване використання бактеріальних перпаратів як елементів біологічного землеробства у технологіях вирощування різних сільськогосподарських культур і, в першу чергу, стратегічно важливих для України культур зернової групи, дозволяє суттєво підвищити урожайність і поліпшити якість продукції рослинництва, а також зменшити хімічне навантаження на екосистеми за рахунок зниження використання мінеральних добрив і хімічних засобів захисту рослин, поліпшити фітосанітарний стан ґрунтів за рахунок інтродукції та розвитку в ризосфері рослин агрономічно корисних мікроорганізмів.

## ЛІТЕРАТУРА

- Антипчук А.Ф., Піляшенко-Новохатний А.І., Євдокименко Т.М. Практикум з мікробіології. Навч. посібник. – К.: Університет «Україна», 2011. – 156 с.
- Биорегуляция микробно-растительных систем / Под ред. Г.А. Иутинской, С.П. Пономаренко. — К.: Нічлава, 2010. – 472 с.
- Волкогон В.В. Мікробіологічні аспекти оптимізації азотного удобрення сільськогосподарських культур. – К.: Аграрна наука, 2007. – 143 с.

- Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1985. – 371 с.
- Кириченко Е., Титова Л., Коць С. Эффективность бактериализации семян пшеницы яровой новым штаммом *Azotobacter chroococcum* T79 // Аграрная наука. – 2010. – № 1. – С. 21-24.
- Кириченко Е.В., Коць С.Я. Использование *Azotobacter chroococcum* T79 для создания комплексных биологических препаратов // Биотехнология. – 2011. – 4, № 3. – С. 74-81.
- Кириченко Е.В., Титова Л.В. Влияние растительных лектинов на рост культур почвенных микроорганизмов // Агроекол. журнал. – 2005. – № 4. – С. 52-56.
- Кириченко О.В. Роль лектинов у регуляції утворення та функціонування фітобактеріальних симбіозів і асоціацій: Автореф. дис. ... доктора біол. наук. – К., 2011. – 47 с.
- Кириченко О.В., Жемойда А.В., Капралова Ю.О. Морфолого-культуральні та фізіолого-біохімічні властивості ізолятів ризосферних діазотрофів пшениці // XII з'їзд Тов-ва мікробіологів України. – Ужгород: Патент, 2009. – С. 378.
- Кириченко О.В., Жемойда А.В., Капралова Ю.О. Особливості розвитку рослин ярої пшениці та ризосферних мікроорганізмів-азотфіксаторів за умов передпосівної бактеризації насіння // Живлення рослин: теорія і практика. – К.: Логос, 2005. – С. 306-314.
- Кириченко О.В., Титова Л.В., Коць С.Я. Скринінг ефективних азотфіксувальних мікроорганізмів ризосферного ґрунту // Досягнення і проблеми генетики, селекції та біотехнології. – К.: Логос, 2007. – С. 351-355.
- Кожухар Т.В. Продуктивність пшениці озимої залежно від норм добрив та обробки насіння азотфіксуючими мікроорганізмами у Правобережному Поліссі України: Автореф. дис. ... канд. с.-г. наук. – К., 2010. – 21 с.
- Кожухар Т.В., Кириченко О.В. Вплив бактеризації насіння та мінерального удобрення на вміст хлорофілу в листках і розвиток рослин пшениці озимої // Вісн. Харків. нац. аграрн. ун-ту. Сер. Біологія. – 2010. – Вип. 1 (19). – С. 83-90.
- Кожухар Т.В., Кириченко О.В. Вплив передпосівної обробки насіння біологічними композиціями і мінерального удобрення на якість зерна пшениці озимої // Фізіологія рослин: проблеми та перспективи розвитку. – К.: Логос, 2009. – Т. 1. – С. 486-491.
- Кожухар Т.В., Кохан С.С., Кириченко О.В. Варіювання врожайності та якості зерна пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L.) в межах одного сорту залежно від удобрення // Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. – 2008. – № 1 (7). – С. 15-20. (доп. 2008. – № 2 (8). – С. 130).
- Кожухар Т.В., Кохан С.С., Кириченко О.В. Вплив біологічних препаратів на посівні властивості насіння озимої пшениці за різних режимів зберігання // Науковий вісник національного аграрного університету. – 2007. – № 105. – С. 99-105.
- Кожухар Т., Кириченко Е. Влияние биологических препаратов и минерального удобрения на формирование элементов структуры урожая пшеницы озимой // Аграрная наука. – 2009. – № 1. – С. 15-19.
- Кожухар Т.В., Кириченко Е.В., Кохан С.С. Влияние предпосевной обработки семян биологическими композициями и минеральных удобрений на содержание хлорофилла в листьях пшеницы озимой // Агрехимия. – 2010. – № 1. – С. 61-67.
- Коць С.Я., Моргун В.В., Патыка В.Ф., Даценко В.К., Кругова Е.Д., Кириченко Е.В., Мельникова Н.Н., Михалкив Л.М. Биологическая фиксация азота: бобово-ризобияльный симбиоз: монография в 4 т. – Киев: Логос, 2010. – Т. 1. – 306 с.
- Кругова О.Д., Мандровська Н.М., Кириченко О.В. Утворення симбіозу рослинами конюшини та *Rhizobium leguminosarum* bv. *trifolii* 22 із плазмідною біодеградацією ксенобіотиків RP4:TOL // Агроекол. журнал. – 2009. – № 4. – С. 52-57.
- Определитель бактерий Берги / Под ред. Дж. Хоулта, Н. Крига, П. Снита, Дж. Стейли, С Уильямса. – М.: Мир, 1997. – 432 с.
- Пат. України на винахід № 62820А, С05F11/08, С12N1/20: Штам бактерій *Azotobacter chroococcum* T79 для одержання бактеріального добрива під сою: / С.Я. Коць, Л.В. Титова, О.В. Кириченко, С.В. Омельчук, А.В. Жемойда; заявник та патентовласник Інститут фізіології рослин і генетики НАН України. – № 2003065695; заявл. 19.06.2003; опубл. 15.12.2003, Бюл. № 12. – 6 с.
- Пат. України на корисну модель № 59561, МПК С05F 11/08 (2006.01), С12N 1/20 (2006.01): Спосіб вирощування ярої пшениці з використанням штаму *Azotobacter chroococcum* T79: / В.В. Моргун, С.Я. Коць, О.В. Кириченко; заявник та патентовласник Інститут фізіології рослин і генетики НАН України – № u2010 11344; заявл. 23.09.2010; опубл. 25.05.2011, Бюл. № 10. – 10 с.
- Патика В.П., Макаренко Н.А., Моклячук Л.І., Середя Л.П., Шкатула Ю.М., Гриник І.В. Агроекологічна оцінка мінеральних добрив та пестицидів. – К.: Основа, 2005. – 300 с.
- Танчик С.П., Кожухар Т.В. Вплив передпосівної інокуляції насіння азотфіксуючими мікроорганізмами на урожайність та якість зерна пшениці



## БАКТЕРІАЛЬНІ КОМПОЗИЦІЇ

- озимої (електронний ресурс) // Наукові доповіді НУБіП України. – 2010 – № 2 (18). – Режим доступу до журналу: <http://www.nbuiv.gov.ua/e-journals/Nd/2010-2/10tspgww.pdf>
- Тихонович І.А., Круглов Ю.В.* Биопрепараты в сельском хозяйстве (Методология и практика использования микроорганизмов в растениеводстве и кормопроизводстве) – М.: Россельхозакадемия, 2005. – 154 с.
- Тихонович І.А., Проворов Н.А.* Кооперация растений и микроорганизмов: новые подходы к конструированию экологически устойчивых агроэкосистем // Успехи соврем. биологии. – 2007. – Т. 127, № 4. – С. 339-359.
- Умаров М.М.* Азотфиксация в биосфере и биотехнологический потенциал diaзотрофов // Бюл. Моск. о-ва испыт. природы. Отд. биол. – 2007. – Прил. № 1. – С. 150-155.
- Цавкелова Е.А., Климова С.Ю., Чердынцев Т.А., Нетрусов А.И.* Гормоны и гормоноподобные соединения микроорганизмов // Прикл. биохимия и микробиология. – 2006а. – Т. 42, № 3. – С. 261-268.
- Цавкелова Е.А., Климова С.Ю., Чердынцев Т.А., Нетрусов А.И.* Микроорганизмы – продуценты стимуляторов роста растений и их практическое применение // Прикл. биохимия и микробиология. – 2006б. – Т. 42, № 2. – С. 133-143.
- Egamberdieva D., Kamilova F., Validov Sh., Gafurova L., Kucharova Z., Lugtenberg B.* High incidence of plant growth-stimulating bacteria associated with the rhizosphere of wheat grown on salinated soil in Uzbekistan // Environ. Microbiol. – 2008. – V. 10, № 1. – P. 1-9.
- Hardy R.W.F., Burns R.C., Holsten R.D.* Application of the acetylene-ethylene assay for measurement of nitrogen fixation // Soil. Biol. Biochem. – 1973. – V. 5, № 1. – P. 41-83.
- Kang S.H., Cho K.K., Bok J.D., Kim S.C., Cho J.S., Lee P.C., Kang S.K., Lee H.G., Woo J.H., Lee H.J., Lee S.C., Choi Y.J.* Cloning, sequencing and characterization of a novel phosphatase gene, *phoI*, from soil bacterium *Enterobacter* sp.4 // Curr. Microbiol. – 2006. – V. 52, №4. – P. 243-248.
- Kao C.M., Li S.H., Chen Y.L., Chen S.S.* Utilization of the metal-cyano complex tetracyanonickelate by *Azotobacter vinelandii* // Lett. Appl. Microbiol. – 2005. – V. 41, № 2. – P. 216-220.
- Kyrychenko O., Kozhukhar T., Kots S.* Effect of complex bacterial composition on the winter wheat growth and productivity under the use of mineral fertilizers // Innovations and Technologies News (In Bref). – 2010. – № 4 (9). – P. 3-4.
- Kyrychenko O.V.* Practice of soybean and wheat lectins use for the plant growing // Probl. Biogeochem. Geochem. Ecol. – 2008. – V. 1, № 5. – P. 99-105.
- Narula N., Deubel A., Gans W., Behl R.K., Merbach W.* Paranodules and colonization of wheat roots by phytohormone producing bacteria in soil // Plant Soil Environ. – 2006. – V. 52, № 3. – P. 119-129.
- Prathuanhwong S., Buensanteai N.* *Bacillus amyloliquefaciens* induced systemic resistance against bacterial pustule pathogen with increased phenols, phenylalanine ammonia lyase, peroxidases and 1,3- $\beta$ -glucanases in soybean plants // Acta Phytopatol. Entomol. Hung. – 2007. – V. 42, № 2. – P. 321-330.
- Pat. 7141407 USA, МПК7 C12N1/20, A01N63/100.* Chickweed bioherbicides: Alberta Research Council Inc., Zhang W., Sulz M. N10/793643; заявл. 05.03.2004; Опубл. 28.11.2006; НПК 435/252.1.
- Raza W., Yang W., Shen Q.R.* *Paenibacillus polymyxa*: Antibiotics, hydrolytic enzymes and hazard assessment // J. Plant Pathol. – 2008. – V. 90, № 3. – P. 419-430.
- Vargas-Garcia M.C., Lopez M.J., Elorrieta M.A., Suarez F., Moreno J.* Properties of polysaccharide produced by *Azotobacter vinelandii* cultured on 4-hydroxybenzoic acid // J. Appl. Microbiol. – 2003. – V. 94, № 3. – P. 388-395.

Надійшла до редакції  
18.01.2013 р.

**КИРИЧЕНКО**

**BACTERIAL COMPOSITIONS – EFFECTIVE ELEMENTS  
OF WHEAT AGROBIOTECHNOLOGY GROWING**

O. V. Kyrychenko

*Institute of Plant Physiology and Genetics  
National Academy of Science of Ukraine  
(Kyiv, Ukraine)*

The results of field experiments on the effect of presowing seeds treatment by complex bacterial compositions on the grain productivity of spring and winter wheat (*Triticum aestivum* L.) are presented. The efficiency of biological compositions on the basis of nitrogen-fixing microorganisms isolated from soil and rhizosphere of wheat plants as well as the plant-specific lectin (wheat germ agglutinin) as elements of ecological farming was shown. The aspects of the positive effects of rhizospheric agricultural valuable bacteria on the components of the «plant–soil– microorganisms» system and the perspectives of application of the complex biological compositions as acting elements in the agrobiotechnologies of the wheat growing were discussed.

**Key words:** *Triticum aestivum* L., bacterial compositions, inoculation, rhizospheric microorganisms, grain productivity, ecological farming

**БАКТЕРИАЛЬНЫЕ КОМПОЗИЦИИ – ЭФФЕКТИВНЫЙ ЭЛЕМЕНТ  
БИОТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ ПШЕНИЦЫ**

Е. В. Кириченко

*Институт физиологии растений и генетики  
Национальной академии наук Украины  
(Киев, Украина)*

Представлены результаты полевых исследований влияния комплексных бактериальных композиций при предпосевной инокуляции семян яровой и озимой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) на урожайность растений. Показана эффективность биологических композиций на основе азотфиксирующих микроорганизмов, выделенных из ризосферы пшеницы, а также специфичного для растений лектина (агглютинина зародышей пшеницы) как элементов экологического земледелия. Обсуждаются аспекты положительных эффектов ризосферных агрономически полезных бактерий на компоненты системы «растение–почва–микроорганизмы» и перспективность применения комплексных бактериальных композиций как действующих элементов агrobiотехнологии выращивания пшеницы.

**Ключевые слова:** *Triticum aestivum* L., инокуляция семян, бактериальные композиции, ризосферные микроорганизмы, зерновая продуктивность, экологическое земледелие