

## ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ МІКРОБНИХ ПРЕПАРАТІВ ПРИ ВИРОЩУВАННІ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО НА ЧОРНОЗЕМАХ ЗВИЧАЙНИХ

*А. Г. Мусатов, доктор сільськогосподарських наук  
Інститут сільського господарства степової зони НААН України*

*О. М. Григор'єва, кандидат сільськогосподарських наук;*

*Т. М. Григор'єва*

*Кіровоградський інститут агропромислового виробництва НААН України*

*Дослідженнями встановлено високу ефективність мікробних препаратів у посівах ярого ячменю (Созонівський, Сталкер) в умовах північної степової зони. За рахунок використання цих препаратів прибутковість становить 270–300 грн/га, а енергетична ефективність – 58–63%.*

**Ключові слова:** ячмінь ярий, мікробні препарати, економічна і енергетична ефективність.

Відомо, що інтенсивна господарча діяльність людини призводить до втрат в Україні понад 20 млн т гумусу щорічно. Крім того, має місце забруднення ґрунтів пестицидами і важкими металами, як наслідок – погіршення якості продукції рослинництва. В зв'язку з цим все більшого значення набуває екологічне землеробство, суть якого полягає у використанні потенційних можливостей екосистем і мінімальної кількості хімічних речовин при вирощуванні сільськогосподарських культур [1, 2].

Одним з напрямків розвитку сучасного землеробства є його біологізація – використання природних ресурсів для відтворення родючості ґрунту і одержання екологічно чистої продукції рослинництва. Серед існуючих біологічних засобів пріоритетна роль належить мікробіологічним препаратам [3], за рахунок яких посилюється живлення рослин і засвоєння азоту з повітря, а отже, зростає рівень урожайності сільськогосподарських культур та якість рослинницької продукції. Не менш важливим аргументом на користь застосування біопрепаратів є те, що вони екологічно безпечні та мають відносно низьку вартість, проте їх ефективність великою мірою залежить від погодних умов та культури землеробства [4]. Крім того, мікробні препарати сприяють зростанню чисельності ґрунтових мікроорганізмів, що свідчить про метаболічні зміни бактеризованих рослин, та змінюють на краще продукційний процес сільськогосподарських культур [5].

Розробка і впровадження у виробництво існуючих та удосконалених елементів технологій, в яких передбачена й інокуляція насіння ячменю ярого мікробними препаратами вітчизняного виробництва, дають можливість не тільки поліпшити умови росту, розвитку культурних рослин, підвищити їх зернову продуктивність, але й зменшити виробничі витрати та собівартість продукції, підвищити її конкурентоспроможність.

Мета досліджень – визначити ефективність та оптимальні параметри використання регуляторів росту і біопрепаратів при вирощуванні сучасних сортів ячменю ярого для підвищення рівня економічної ефективності; довести можливість використання мікробних препаратів як складових елементів зональних технологій вирощування сільськогосподарських культур.

Експериментальні дослідження були проведені у 2007–2009 рр. на базі Кіровоградського інституту агропромислового виробництва шляхом постановки польових дослідів.

Ґрунт – чорнозем звичайний середньогумусний важкосуглинковий з вмістом гумусу в орному шарі 5,5–5,8 %, легкогідролізованого азоту 3,6–5,2 мг, рухомого фосфору 9–12 мг і обмінного калію 15–20 мг на 100 г сухого ґрунту.

Досліди закладали методом блоків, розміщення варіантів – систематичне, повторність – 4-разова. Площа облікової ділянки 10 м<sup>2</sup>. Висівали насіння районованих сортів ярого ячменю Сталкер та Созонівський. Одночасно з сівбою вносили складне мінеральне добриво – нітроамофоску з розрахунку NPK по 15 кг/га д. р. Попередник – соя. Сівбу проводили сівалкою СН-10 Ц. Вивчали ефективність біопрепаратів мікробного походження: ризоентерин, БСП, фосфоентерин, КЛІ-9, які надійшли з Кримського філіалу інституту мікро-

біології, та поліміксобактерин і мікрогумін – з Інституту сільськогосподарської мікробіології. Обробляли насіння препаратами в день сівби.

При постановці польових дослідів користувалися загальноприйнятими методиками і рекомендаціями [6, 7].

Погодні умови 2007 р. у період вегетації ярого ячменю характеризувались посушливістю та підвищеним температурним режимом. Вміст продуктивної вологи у шарі ґрунту 0–100 см у травні становив 104,8 мм, у липні – 25,4 мм.

Рослини ячменю були низькорослими, колос – слабоозерненим, зерно – щупле.

Погодні умови вегетаційного періоду 2008 р. виявилися більш сприятливими для формування врожаю ярого ячменю. Весняний період характеризувався підвищеною кількістю опадів порівняно з середньобогаторічними показниками. Так, у квітні сума опадів перевищила норму на 43%, а у травні – на 109 %. Добрі умови зволоження ґрунту та підвищений температурний режим повітря в цілому забезпечили дружне з'явлення сходів та краще укорінення рослин ячменю.

Сприятливі погодні умови 2008 р. зумовили формування порівняно високої урожайності зерна ячменю ярого.

Веgetаційний період 2009 р. в цілому був посушливим. Так, за період квітень – липень зафіксовано 137,5 мм опадів, однак розподіл їх протягом вегетації був не рівномірний. Дефіцит опадів, перепади температур повітря та довготривала дія суховійних чинників в цілому зумовили інтенсивне висихання верхнього шару ґрунту. Дефіцит опадів за травень становив 38,9 %.

Середньодобова температура повітря у червні досягала 23,2°C, що на 4,6°C більше від середньобогаторічного показника. Такі погодні умови певним чином позначилися і на продуктивності рослин ячменю ярого.

Комплексний аналіз погодних умов вирощування різних сортів ячменю при застосуванні біопрепаратів, а також результатів обліку та спостережень виявив значну залежність рівня врожайності від дії препаратів і факторів зовнішнього середовища.

У зв'язку з несприятливими погодними умовами 2007 р. врожайність ячменю ярого в контрольному варіанті, де насіння перед сівбою обробляли лише водою, була незначною: при вирощуванні сорту Созонівський – 1,93 т/га, Сталкер – 1,75 т/га (табл. 1).

За негативного сполучення у 2007 р. погодних факторів, і перш за все через недостатній вміст вологи у кореневмісному шарі ґрунту, дія біопрепаратів дещо нівелювалась і у варіантах їх застосування мала місце стабілізація рівня врожайності. Так, обробка препаратами насіння сорту Созонівський сприяла зростанню урожайності зерна на 0,08–0,15 т/га ( $НІР_{05} = 0,08$  т/га). При цьому найбільш ефективним при вирощуванні даного сорту виявилось застосування мікробних препаратів КЛ-9 (100 мл/гектарну норму висіву) – 2,08 т/га та поліміксобактерину (100 мл/гектарну норму висіву) – 2,07 т/га, це дало можливість додатково отримати відповідно 0,15 і 0,14 т зерна з кожного гектара.

При застосуванні мікробних препаратів прибавка врожаю у сорту Сталкер становила 0,08–0,13 т/га. Кращі результати отримали при обробці насіння фосфоентерином – 1,88 т/га та ризоентерином – 1,87 т/га, вдалося додатково отримати 0,13 та 0,12 т/га зерна відповідно при  $НІР_{05} = 0,08$  т/га.

В 2008 р. істотну прибавку врожаю у сорту Созонівський отримали у варіантах з застосуванням біопрепаратів фосфоентерин – 0,70 т/га та мікрогумін – 0,68 т/га. При цьому урожайність становила 4,92 та 4,90 т/га відповідно. У сорту Сталкер істотну прибавку врожаю отримали за рахунок інокуляції насіння біопрепаратами фосфоентерин – 0,72 т/га та ризоентерин – 0,71 т/га, при урожайності відповідно 4,61 і 4,60 т/га ( $НІР_{05} = 0,16$  та 0,17 т/га).

Найвищу урожайність сорт Созонівський у 2009 р. забезпечив у варіанті з застосуванням біопрепарату фосфоентерин – 4,20 т/га т/га ( $НІР_{05} = 0,12$  т/га). У сорту Сталкер вищі показники урожайності отримали при застосуванні препаратів ризоентерин – 2,97 т/га, фосфоентерин – 2,97 т/га та сумісній обробці ризоентерином, БСП та фосфоентерином – 2,96 т/га ( $НІР_{05} = 0,13$  т/га). Прибавка до контролю становила відповідно 0,31; 0,31 та 0,30 т/га.

В середньому за 2007–2009 рр. урожайність зерна ячменю ярого від застосування біопрепаратів у сорту Созонівський збільшилась на 0,09–0,42 т/га, у сорту Сталкер – на 0,13–0,38 т/га. Найкраще себе зарекомендували препарати фосфоентерин, мікрогумін та ризоентерин. Урожайність в середньому при застосуванні вказаних біопрепаратів становила 3,44; 3,33 та 3,32 т/га відповідно.

**1. Урожайність зерна ячменю ярого залежно від обробки насіння біопрепаратами, т/га (2007–2009 рр.)**

Сорт	Варіант	Урожайність, т/га					Середнє по сорту	Середнє по препаратах
		2007 р.	2008 р.	2009 р.	середнє	± до контролю		
Созонівський	Контроль (обробка насіння водою)	1,93	4,22	3,76	3,30	-	3,48	3,04
	Ризоентерин	2,05	4,65	3,76	3,49	0,19		3,32
	БСП	2,04	4,38	3,90	3,44	0,14		3,17
	Фосфоентерин	2,05	4,92	4,20	3,72	0,42		3,44
	Ризоентерин + БСП + фосфоентерин	2,01	4,35	3,85	3,40	0,10		3,17
	КЛ-9	2,08	4,51	3,79	3,46	0,16		3,27
	Поліміксобактерин	2,07	4,34	3,76	3,39	0,09		3,17
	Мікрогумін	2,02	4,90	3,96	3,63	0,33		3,33
	НІР <sub>05</sub> , т/га	0,08	0,16	0,11				
Сталкер	Контроль	1,75	3,89	2,66	2,77	-	2,99	
	Ризоентерин	1,87	4,60	2,97	3,15	0,38		
	БСП	1,83	4,04	2,84	2,90	0,13		
	Фосфоентерин	1,88	4,61	2,97	3,15	0,38		
	Ризоентерин + БСП + фосфоентерин	1,74	4,10	2,96	2,93	0,16		
	КЛ-9	1,84	4,52	2,86	3,07	0,30		
	Поліміксобактерин	1,63	4,48	2,73	2,95	0,18		
	Мікрогумін	1,85	4,41	2,79	3,02	0,25		
	НІР <sub>05</sub> , т/га	0,08	0,17	0,16				

В цілому при вирощуванні на фоні без застосування біопрепаратів сорт Созонівський був більш продуктивним порівняно з сортом Сталкер – на 0,18 т/га, а при їх сумісному застосуванні, навпаки – у сорту Сталкер прибавка була на 25 % більшою.

Розрахунки показників економічної ефективності застосування мікробних препаратів для інокуляції насіння ячменю ярого показують, що даний агрозахід є економічно доцільним. Так, при вирощуванні ячменю ярого сорту Созонівський у контрольному варіанті виробничі витрати становили 1947,9 грн, а умовно-чистий дохід – 527,1 грн/га при окупності витрат 0,3 раза. Застосування регуляторів росту забезпечило збільшення умовно-чистого доходу на 61,0–294,8 грн/га. Найвищу економічну ефективність отримали у варіанті з застосуванням фосформобілізуючого препарату фосфоентерин, де при виробничих витратах 1968,1 грн умовно-чистий дохід становив 821,9 грн/га при окупності витрат 0,4 раза (табл. 2).

У сорту Сталкер кращі показники економічної ефективності були у варіантах при застосуванні препаратів ризоентерин та фосфоентерин. В цих варіантах додаткові витрати становили 19,3 грн/га, а додатковий умовно-чистий дохід – 265,7 грн/га при окупності додаткових витрат 13,7 раза.

Технологія вважається ефективною тоді, коли затрати енергії на вирощування культури менші, ніж міститься її в урожаї основної продукції. Відношення цих двох величин і є показником енергетичної ефективності. Розрахунки біоенергетичної ефективності вирощування ячменю ярого показали, що у варіантах з інокуляцією насіння мікробними препаратами зростають затрати енергії, порівняно з контрольним варіантом, пов'язані з їх застосуванням та збиранням додатково отриманого урожаю. Коефіцієнт енергетичної ефективності сорту Созонівський у варіантах з використанням біопрепаратів збільшився на 1,2–5,8 % порівняно з контролем, у сорту Сталкер – відповідно на 2,2–6,3 % (табл. 3).

Для сорту Созонівський найвищий коефіцієнт енергетичної ефективності одержали у варіанті з використанням препарату фосфоентерин, він становив 4,40, що більше порівняно з контрольним варіантом на 5,8 %. У сорту Сталкер більш ефективним виявилось застосування ризоентерину – 3,71 та фосфоентерину – 3,71, що на 6,3 % більше порівняно з контрольним варіантом.

## 2. Економічна ефективність інокуляції насіння ячменю ярого біопрепаратами (2007–2009 рр.)

Сорт	Показники	Урожайність, т/га	Приріст урожайності, т/га	Вартість врожаю, грн	Вартість прибавки врожаю, грн	Умовно чистий дохід, грн/га	Додаткові витрати, грн/га	Додатковий умовно чистий дохід, грн/га	Окупність додаткових витрат, раз (грн/грн)
Созонівський	Контроль	3,30	-	2475	-	527,1	-	-	-
	Ризоентерин	3,49	0,19	2617,5	142,5	640,4	29,2	113,3	3,9
	БСП	3,44	0,14	2580	105	618,0	14,1	90,9	6,4
	Фосфоентерин	3,72	0,42	2790	315	821,9	20,2	294,8	14,6
	КЛ-9	3,46	0,16	2595	120	588,1	59,0	61,0	1,0
	Поліміксобактерин	3,39	0,09	2542,5	67,5	580,1	14,6	52,9	3,6
	Мікрогумін	3,63	0,33	2722,5	247,5	761,6	13,1	234,4	18,0
Сталкер	Контроль	2,77	-	2077,5	-	141,1	-	-	-
	Ризоентерин	3,15	0,38	2362,5	285	406,8	19,3	265,7	13,7
	БСП	2,90	0,13	2175	97,5	224,7	13,9	83,6	6,0
	Фосфоентерин	3,15	0,38	2362,5	285	406,8	19,3	265,7	13,7
	КЛ-9	3,07	0,30	2302,5	225	304,0	62,0	163,0	2,6
	Поліміксобактерин	2,95	0,18	2212,5	135	261,1	15,0	120,0	8,0
	Мікрогумін	3,02	0,25	2265	187,5	299,6	29,0	158,5	5,5

## 3. Біоенергетична оцінка використання мікробних препаратів (2007–2009 рр.)

Сорт	Варіант	Енергомісткість урожаю, МДж/га	Енергомісткість технології, МДж/га	Коефіцієнт енергетичної ефективності
Созонівський	Контроль	35376,0	8512,4	4,16
	Ризоентерин	37412,8	8760,4	4,27
	БСП	36876,8	8694,9	4,24
	ФМБ	39878,4	9061,7	4,40
	Ризоентерин +БСП+ФМБ	36448,0	8642,5	4,22
	КЛ-9	37091,2	8721,1	4,25
	Поліміксобактерин	36340,8	8629,4	4,21
	Мікрогумін	38913,6	8943,8	4,35
Сталкер	Контроль	29694,4	8512,4	3,49
	Ризоентерин	33768,0	9105,7	3,71
	БСП	31088,0	8715,4	3,57
	ФМБ	33768,0	9105,7	3,71
	Ризоентерин +БСП+ФМБ	31409,6	8762,2	3,58
	КЛ-9	32910,4	8980,8	3,66
	Поліміксобактерин	31624,0	8793,5	3,60
	Мікрогумін	32374,4	8902,7	3,64

Таким чином, при вирощуванні різних сортів ячменю ярого в умовах північного Степу України на чорноземах звичайних середньогумусних важкосуглинкових застосування мікробних препаратів є енергетично та економічно доцільним агрозаходом. За рахунок використання цих препаратів прибутковість зростає від 270 до 300 грн/га, а енергетична ефек-

тивність – на 5,8–6,3 %.

### Бібліографічний список

1. *Патика В. П.* Єдність і протиріччя біосфери та ноосфери // Вісн. НАУ. – 2004. – № 6. – С. 304–309.
2. *Кожемяков А. П.* Продуктивность азотфиксации в агроценозах // Мікробіол. журн. – 1997. – Т. 59. – С. 22–27.
3. Биологическая защита зерновых культур от вредителей / *К. Е. Вороний, В. А. Шапиро, Г. А. Пукинская*; ВАСХНИЛ. – М.: Агропромиздат, 1989. – 198 с.
4. *Хоменко Г. В.* Ефективність застосування діазофіту в різних системах удобрення при вирощуванні пшениці ярої / *Г. В. Хоменко, О. М. Бердніков, Л. В. Потапенко* [та ін.] // С.-г. мікробіологія. – 2009. – Вип. 10. – С. 116–122. – (Міжвід. темат. наук. зб.).
5. *Шестобаєва О. В.* Реакція мікробного угруповання кореневої зони озимої пшениці на інтродукцію діазотрофів // Агроекол. журн. – 2003. – № 3. – С. 42–47.
6. Рекомендації по ефективному застосуванні біопрепаратів азотфіксуючих та фосфоромобілізуєчих бактерій в сучасному ресурсозберігаючому землеробстві. – К.: МінАПУ. – 1997. – С. 19.
7. *Доспехов Б. А.* Методика полевого опыта / *Доспехов Б. А.* – М.: Колос, 1983. – 423 с.