

О.Г. Рубан

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРЕПАРАТОВ АЗОТФИКСИРУЮЩИХ БАКТЕРИЙ ПРИ ОБРАБОТКЕ СЕМЯН *HORDEUM VULGARE L.*

ячмень, биопрепарат, обработка семян, урожай

Улучшить качество продукции растениеводства и одновременно обереечь экологическую чистоту окружающей среды позволяет применение биологических препаратов азотфиксирующих бактерий, используемых при обработке семян различных сельскохозяйственных культур, в частности таких родов как пшеница (*Triticum L.*), ячмень (*Hordeum L.*) и рис (*Oryza L.*).

Внимание современных ученых в настоящее время концентрируется на азотфиксации как альтернативе азотным удобрениям [8]. Важность азотфиксации для сельского хозяйства привела к интенсивным исследованиям бактерий, способных вступать в симбиотические отношения с растениями [1, 4, 5, 8]. При попадании в почву вместе с семенами эти бактерии, вступая в ассоциативный симбиоз с растениями, совершают биологический перевод азота воздуха в органические азотсодержащие соединения, доступные для растений и эквивалентные по действию 30–60 кг/га минерального азота, что, в свою очередь, даёт возможность уменьшить количество вносимых азотных удобрений и, таким образом, сократить энергетические затраты и снизить загрязнение окружающей среды вредными нитратами [4, 5, 6, 7].

В данной работе мы приводим результаты исследований действия препаратов азотфиксирующих бактерий на продуктивность ячменя двурядного *Hordeum vulgare L. subsp. distichon (L.) Koern. var. medicum Koern.* [3]. Препараты, разработчиком которых является Крымский филиал микробиологии почв УкрНИИ земледелия, выпускаются в гельной и торфяной формах. Гельный препарат хорошо удерживается на семенах, что исключает необходимость в применении прилипателей. Семена обрабатывают методом полусухого протравливания непосредственно перед высевом: так называемая отлёжка обработанного семенного материала в течение суток снижает эффективность биопрепаратов до 50 %. Расход гелевых форм биопрепаратов – 400 г на тонну семян, расход рабочего раствора – 10 л/т [6, 7].

С 1993 по 1995 гг. в отделе земледелия и растениеводства Донецкого института агропромышленного производства в условиях богары изучали биопрепараты ризоагрин, ризоэнтерин и штамм 8201 на агрофонах: без удобрений, $P_{60}K_{60}$ и $N_{30}P_{60}K_{60}$. Эталонном служил фон $N_{60}P_{60}K_{60}$. Семена ярового ячменя сорта 'Прерия' обрабатывали биопрепаратами непосредственно перед посевом согласно рекомендациям разработчика. Контроль – посев необработанными семенами. Норма высева семян – 4,5 млн./га. Предшественник – кукуруза на зерно.

Почва опытного участка – чернозем обыкновенный маломощный, среднесуглинистый. Валовые запасы основных питательных веществ: N – 0,28–0,31 %; P_2O_5 – 0,16–0,18; K_2O – 1,8–2,0 %; содержание гумуса в пахотном горизонте – 4,9, в подпахотном – 4,2; pH – слабощелочная. Обеспеченность фосфором – средняя, калием – повышенная. Размещение делянок в полевым опыте – систематическое, повторность – четырёхкратная, учётная площадь делянки – 59,4 м².

Методика учётов и наблюдений – в соответствии с общепринятыми методиками. Учёт урожая осуществляли методом сплошного обмолота ячменя с опытных делянок с помощью комбайна Сампо 500 с дальнейшим пересчетом на 14 % влажность и 100 % чистоту. Статистическую обработку урожайных данных – согласно "Методике полевого опыта" по Б.А. Доспехову [2].

Таблица 1. Полевая всхожесть и густота продуктивных стеблей ячменя в зависимости от обработки семян различными препаратами азотфиксирующих бактерий, 1993–1995 гг.

Фон	Биопрепарат	Полевая всхожесть, %			Густота продуктивных стеблей, шт./м ²		
		1993	1994	1995	1993	1994	1995
Без удобрений	контроль	85,3	73,1	62,9	491	538	380
	ризоагрин	80,9	69,8	73,5	488	574	431
	ризоэнтерин	90,7	81,1	62,9	495	594	440
	штамм 8201	76,0	82,9	70,2	513	583	472
P ₆₀ K ₆₀	контроль	82,2	74,7	64,0	520	647	463
	ризоагрин	79,3	71,6	68,7	550	640	476
	ризоэнтерин	86,9	86,4	66,9	517	680	491
	штамм 8201	72,7	80,7	64,0	524	635	503
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	контроль	74,9	76,2	65,1	609	723	436
	ризоагрин	74,0	70,4	69,8	613	704	544
	ризоэнтерин	81,6	81,6	65,3	602	794	601
	штамм 8201	76,4	84,9	69,4	622	740	569
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (эталон)	—	73,1	76,2	74,2	620	778	528

Различные условия увлажнения, которые складывались за годы исследований, по-разному влияли на изменение полевой всхожести ячменя в зависимости от действия изучаемых нами препаратов-азотфиксаторов. Так, если в более мягких погодных условиях 1993–1994 гг. наибольшую полевую всхожесть по всем фонам обеспечило применение ризоэнтерина, то в условиях 1995 г. положительное влияние на полевую всхожесть, независимо от фона удобрений, оказали ризоагрин и штамм 8201 (на фонах без удобрений и N₃₀P₆₀K₆₀). Что касается ризоэнтерина, то в отличие от предыдущих лет исследований, он не влиял на изменение полевой всхожести, однако существенное увеличение количества продуктивных стеблей на единице площади, особенно на фонах P₆₀K₆₀ и N₃₀P₆₀K₆₀ было отмечено именно в вариантах с использованием ризоэнтерина, а также штамма 8201 (табл. 1).

В целом все изучаемые биопрепараты способствовали увеличению продуктивного стеблестоя, и, как следствие – росту урожайности. Но, в зависимости от фона минерального питания, прибавки сильно варьировали. Так, наименее эффективным оказалось действие азотфиксирующих препаратов на фоне без удобрений – прибавки колебались в среднем от 1,4 до 1,6 ц/га. Наиболее существенные прибавки были получены на фосфорно-калийном фоне, особенно в варианте с применением ризоэнтерина (+ 5,6 ц/га), который на протяжении трёх лет исследований обеспечивал максимальную продуктивность ячменя (41 ц/га на фоне P₆₀K₆₀ и 46,9 ц/га на фоне N₃₀P₆₀K₆₀) – (табл. 2).

На фоне N₃₀P₆₀K₆₀ урожайность в вариантах с инокуляцией семян биопрепаратами приближалась, а иногда и превышала (1994 г. – ризоэнтерин, 1993 г. – ризоагрин и штамм 8201) показатели урожая на фоне N₆₀P₆₀K₆₀, который служил эталоном. Эти данные свидетельствуют о том, что в условиях Донецкой обл. использование биопрепаратов-азотфиксаторов равно по эффективности внесению минеральных удобрений в дозе N₃₀.

Таблица 2. Влияние препаратов азотфиксирующих бактерий на урожайность ярового ячменя, 1993–1995 гг.

Фон	Биопрепарат	Урожай по годам			Среднее	Прибавка + к контролю
		1993	1994	1995		
Без удобрений	контроль	40,6	33,7	22,6	32,5	—
	ризоагрин	43,7	34,1	23,5	33,8	+1,5
	ризоэнтерин	42,1	35,9	23,2	33,7	+1,4
	штамм 8201	42,9	34,9	24,0	33,9	+1,6
P ₆₀ K ₆₀	контроль	44,6	38,3	23,9	35,6	—
	ризоагрин	49,6	42,6	27,2	39,8	+4,2
	ризоэнтерин	49,8	45,2	28,5	41,2	+5,6
	штамм 8201	48,5	38,5	26,0	37,7	+2,1
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	контроль	55,3	48,7	26,3	43,4	—
	ризоагрин	58,4	51,4	27,4	45,7	+2,3
	ризоэнтерин	56,0	56,3	28,3	46,9	+3,5
	штамм 8201	59,6	52,1	27,5	46,4	+3,0
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (эталон)	—	58,6	54,6	28,4	47,2	—
НСР05, ц P, %		1,6 1,1	1,8 1,4	1,0 1,4	— —	— —

Таблица 3. Структурные показатели урожая ячменя в зависимости от обработки семян различными препаратами азотфиксирующих бактерий, среднее за 1994–1995 гг.

Фон	Биопрепарат	Длина, см		Количество зерен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г
		стебля	колоса		
Без удобрений	контроль	55,6	6,3	16,1	51,0
	ризоагрин	57,4	6,6	16,7	50,4
	ризоэнтерин	57,3	6,4	16,4	50,3
	штамм 8201	58,1	6,6	16,5	50,3
P ₆₀ K ₆₀	контроль	57,6	6,6	16,6	51,3
	ризоагрин	59,0	6,7	16,8	51,6
	ризоэнтерин	58,9	6,6	16,8	51,7
	штамм 8201	59,8	6,7	16,8	51,4
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	контроль	58,1	6,7	16,7	51,3
	ризоагрин	60,7	6,7	17,0	51,8
	ризоэнтерин	60,7	6,9	17,2	52,0
	штамм 8201	60,3	6,6	16,9	51,5
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (эталон)	—	61,8	6,6	16,8	51,8

Таблица 4. Содержание сырого протеина и зольных элементов в зерне ячменя в зависимости от обработки семян различными биопрепаратами, %, 1994, 1995 гг.

Фон	Биопрепарат	Сырой протеин		P ₂ O ₅		K ₂ O	
		1994	1995	1994	1995	1994	1995
Без удобрений	контроль	11,37	12,59	0,80	0,89	0,51	0,58
	ризоагрин	10,61	12,65	0,80	0,90	0,51	0,58
	ризоэнтерин	10,60	12,95	0,81	0,91	0,51	0,58
	штамм 8201	11,32	12,27	0,81	0,89	0,52	0,58
P ₆₀ K ₆₀	контроль	10,77	13,28	0,79	0,89	0,51	0,60
	ризоагрин	11,11	13,47	0,79	0,91	0,52	0,60
	ризоэнтерин	10,94	13,95	0,79	0,92	0,52	0,61
	штамм 8201	11,12	13,07	0,79	0,90	0,52	0,61
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	контроль	11,18	12,76	0,79	0,92	0,52	0,59
	ризоагрин	11,17	12,32	0,78	0,89	0,52	0,58
	ризоэнтерин	11,38	12,94	0,78	0,92	0,53	0,61
	штамм 8201	11,48	12,54	0,78	0,89	0,53	0,59
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (эталон)	—	12,06	12,56	0,77	0,91	0,51	0,59

В процессе исследований установлено, что обработка семян ячменя препаратами азотфиксирующих бактерий, как правило, способствует и улучшению важных структурных показателей урожая ячменя, а именно – удлинению стебля от 1,4 до 2,5 см в зависимости от агрофона и биопрепарата, увеличению озерненности колоса, а на фонах P₆₀K₆₀ и N₃₀P₆₀K₆₀ – увеличению массы 1000 зерен. Но наибольшее количество зерен в колосе и их масса 1000 шт. отмечались в варианте с применением ризоэнтерина на фоне N₃₀P₆₀K₆₀ (табл. 3).

Результаты агрохимических анализов свидетельствуют о том, что если в условиях 1994 г. четкой закономерности относительно содержания сырого протеина в зерне ячменя в зависимости от инокуляции семян биопрепаратами не выявлено, то в условиях 1995 г. прослеживается общая тенденция к увеличению данного показателя на фоне P₆₀K₆₀, особенно в варианте с ризоэнтеринном, где содержание протеина в зерне превышало контроль на 0,67, а эталон – на 1,39 % (табл. 4). Что касается зольных элементов фосфора и калия, то их содержание в зерне было практически одинаковым во всех вариантах.

Таким образом, при использовании различных биологических препаратов азотфиксирующих бактерий следует обращать внимание на уровень минерального питания, так как каждый из штаммов не одинаково реагирует на содержание питательных веществ в почве. Наиболее эффективным из всех изучаемых нами биопрепаратов оказался ризоэнтерин, который при любом уровне плодородия почвы обеспечивает стабильные прибавки урожая ячменя и способствует повышению содержания сырого протеина в зерне на 0,5–1,0 % (в зависимости от агрофона), что является важным показателем качества урожая. Применение азотфиксирующих препаратов на фоне без удобрений и на фоне с повышенным содержанием азота (более N₃₀) нецелесообразно из-за резкого снижения их эффективности.

- 1 Андреев Е.И., Иутинская Г.А., Дульгеров А.Н. Почвенные микроорганизмы и интенсивное землепользование. – Киев: Наук. думка, 1988. – 192 с.
- 2 Достехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
- 3 Культурная флора СССР: В 5 т. – Л.: Агропромиздат, 1990. – Т. 2., ч. 2. – 421 с.
- 4 Мишустин Е.Н., Шильникова В.К. Биологическая фиксация атмосферного азота. – М.: Наука, 1968. – 532 с.
- 5 Мишустин Е.Н. Микроорганизмы и продуктивность земледелия. – М.: Наука, 1972. – 342 с.
- 6 Патька В.Ф., Шерстобоев Н.К. Ризоагрин – новый вид бактериального удобрения для повышения урожая и качества зерна пшеницы и риса // Информ. листок. – Крым. МПЦНТИ, Симферополь, 1989. – № 89. – 0019/Р. – 4 с.
- 7 Патька В.Ф., Шерстобоева Е.В. Использование биоудобрений при выращивании пшеницы и ячменя // Информ. листок. – Херсон. МПЦНТИ, Херсон, 1990. – № 2–90. – 4 с.
- 8 Экологическая биотехнология. – Л.: Химия, 1990. – 384 с.

Донецкий институт
агропромышленного производства

Получено: 14.01.2000

УДК 633.16:631.847.21

Использование препаратов азотфиксирующих бактерий при обработке семян *Hordeum vulgare* L. / Рубан О. Г. // Промышленная ботаника. – 2001. – Вып. 1. – С. 145–149.

На базе Донецкого института агропромышленного производства изучен ряд новых биологических препаратов азотфиксирующих бактерий, используемых при обработке семян ячменя. В результате исследований определен наиболее эффективный для данной сельскохозяйственной культуры биопрепарат ризоэнтерин, обеспечивающий стабильные прибавки урожая ячменя при любом уровне плодородия почвы. Установлена реакция штаммов азотфиксирующих бактерий на содержание питательных веществ в почве, на основании чего даны рекомендации по применению биопрепаратов этих бактерий в зависимости от агрофона.

Табл. 4 Библиогр.: 8 назв.

The use of nitrogen-fixing bacteria preparations under treatment of *Hordeum vulgare* L. seeds / Ruban O. G. // Industrial botany. – 2001. – V. 1. – P. 145–149.

A number of new biological preparations of nitrogen-fixing bacteria, used in barley seeds treatment, have been studied on the basis of the Donetsk Institute of agroindustrial production. The results of investigations enabled to determine the most effective (for this agricultural crop) biopreparation rhyzoenterin providing consistent additions to barley yield at any level of soil fertility. The response of nitrogen-fixing bacteria strains to the content of nutrient substances has been found, on the basis of which guidelines on the use of these bacteria biopreparations, depending on agrobbackground, are given.