

7. Hendrix S. D. Variation in seed weight and its effects on germination in *Pastinaca sativa* L. (*Umbelliferae*) // Am. J. Bot., 1984. V. 71: 795-802.

8. Mandak B. Seed heteromorphism and the life cycle of plants: a literature review. // Preslia, 1997. 69: 129-159.

9. Bralewski T.W., Szopinska D., Morozowska M. Study for the evaluation of dill (*Anethum graveolens* L.) seeds // Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj, 2005. XXXIII: 20-24.

10. Baleev D.N., Bukharov A.F., Bagrov R.A. Povrezhdenie ovoshchnykh zontichnykh kultur shchit-

nikom polosatym (*Graphosoma lineatum* L.) kak faktor snizheniya produktivnosti i kachestva semyan // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2014. – № 10 (120). – S. 19-25.

11. Bukharov A.F., Baleev D.N., Ivanova M.I. Morfometriya raznokachestvennosti semyan ovoshchnykh zontichnykh kultur v protsesse formirovaniya i prorastaniya // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2014. – № 7 (117). – S. 26-32.



УДК 633.11.631.461:631.559

В.С. Курсакова, Л.А. Ступина
V.S. Kursakova, L.A. Stupina

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРЕПАРАТОВ КОРНЕВЫХ ДИАЗОТРОФОВ И МИКОРИЗЫ В ТЕХНОЛОГИЯХ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В СТЕПНОЙ ЗОНЕ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

THE EXPERIENCE OF APPLICATION OF ROOT DIAZOTROPH AND MYCORHIZA PREPARATIONS IN GRAIN CROP CULTIVATION TECHNOLOGIES IN THE STEPPE ZONE OF THE ALTAI REGION

Ключевые слова: биопрепараты, diazotroфы, ризосферные бактерии, инокуляция, микориза, пшеница, удобрения, микроорганизмы, урожайность.

В течение длительного периода времени более 10 лет изучали действие биопрепаратов ассоциативных азотфиксирующих бактерий для небобовых культур в посевах яровой пшеницы на черноземной почве в степной зоне Алтайского Приобья. Объектами служили сорта мягкой и твердой яровой пшеницы, рекомендованные для возделывания в этой зоне. В исследованиях использовали отечественные биопрепараты, разработанные в институте сельскохозяйственной микробиологии. Изучение действия биопрепаратов корневых diazotрофов в посевах яровой пшеницы в разных погодных условиях показало достаточно высокую эффективность всех используемых биопрепаратов. Увеличение урожайности разных сортов пшеницы от инокуляции монопрепаратами в разные годы составило 8,0-53,5%. Реакция растений на инокуляцию очень сильно зависела от сорта и погодных условий. В условиях засухи на фоне снижения урожайности эффект действия препаратов был выше, чем в более увлажненный период. Эффективность препаратов повышалась на фоне минеральных удобрений с дозой азота 30 и 60 кг д.в/га до 45-129% от контроля. Аналогичное увеличение урожайности наблюдалось в бинарных смесях препаратов ассоциативных бактерий с грибным препаратом «Микориза». Такой продуктивный симбиоз обусловлен их разным механизмом действия, кото-

рый в сумме лучше обеспечивает растения элементами питания, стимуляторами роста и фунгицидными метаболитами. Увеличение урожайности происходило за счет более высокой всхожести и сохранности растений на инокулированных вариантах, а также улучшения показателей элементов структуры: продуктивной кустистости, количества колосков в колосе, зерен в колосе, массы зерна в колосе, массы 1000 зерен.

Keywords: biological preparations, diazotrophs, rhizosphere bacteria, inoculation, mycorrhiza, wheat, fertilizers, microorganisms, yielding capacity.

The effect of biological preparations of associative nitrogen-fixing bacteria for non-legume crops was studied for well over ten years in spring wheat crops on chernozem soil in the steppe zone of the Altai Region's area. The research targets were soft and hard spring wheat varieties released for this zone. The domestic biological preparations developed in the Institute of Agricultural Microbiology were used in the research. The study of the effect of root diazotroph biological preparations in spring wheat crops under different weather conditions revealed quite high effectiveness of all biological preparations used. Yield increase of different wheat varieties due to the inoculation with mono-preparations in different years ranged 8.0-53.5%. The plant response to inoculation was largely dependent on the variety and weather conditions. Under drought, against the background of lower yields, the effect of the preparations was higher than in moister periods.

The effectiveness of the preparations increased against the background of mineral fertilizers with nitrogen rate of 30 and 60 kg of primary plant nutrient per ha to 45-129% of the control. Similar yield increase was revealed in binary mixtures of associative bacteria preparations and mycorrhiza fungus preparation. Such a productive symbiosis is due to their different mechanism of action, which in the aggregate provides

plants with nutrients, growth promoters and fungicidal metabolites. The yield increase was due to higher germination rates and plant survival on inoculated variants, as well as the improvement of yield formula components: productive tilling capacity, spikelet number per ear, grains in the ear, kernel number per ear, kernel weight per ear, and thousand-kernel weight.

Курсакова Валентина Сергеевна, д.с.-х.н., проф. каф. ботаники, физиологии растений и кормопроизводства, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 20-30-92. E-mail: kursakova-v@mail.ru.

Ступина Лилия Александровна, к.с.-х.н., доцент, зав. каф. ботаники, физиологии растений и кормопроизводства, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 20-30-92. E-mail: stupina-liliya@mail.ru.

Kursakova Valentina Sergeyevna, Dr. Agr. Sci., Prof., Chair of Botany, Plant Physiology and Forage Production, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 20-30-92. E-mail: kursakova-v@mail.ru.

Stupina Liliya Aleksandrovna, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Head, Chair of Botany, Plant Physiology and Forage Production, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 20-30-92. E-mail: stupina-liliya@mail.ru.

Проблема снижения почвенного плодородия является одной из главных в современном земледелии, что связано, в первую очередь, с сокращением использования в сельском хозяйстве минеральных и органических удобрений. В то же время минеральные удобрения обеспечивают половину прибавки урожая продовольственных и кормовых культур. Особенно растения нуждаются в азоте, поэтому наиболее востребованы азотные удобрения, которые применяются более широко. В годы интенсификации сельского хозяйства это привело к деградации почвенного плодородия, что обусловлено целым рядом причин.

Здесь относятся, в первую очередь, микробиологические потери гумуса. Являясь физиологически кислыми, азотные удобрения способствуют подкислению почв, что приводит к снижению полезной микрофлоры – бактерий и актиномицет и увеличению численности микроскопических грибов, многие из которых являются патогенными для растений. Поэтому повышается токсичность таких почв, снижается плодородие, увеличивается заболеваемость растений.

Вследствие микробиологической трансформации азотных удобрений в почвах образуется большое количество нитратов, которые легко вымываются, загрязняя окружающую среду и сельскохозяйственную продукцию. Нитраты на животный организм и человека оказывают негативное воздействие вплоть до онкологических заболеваний, мутаций и других. Потери удобрений из-за микробиологических превращений достигают 50-70% [1, 2].

Реальной альтернативой азотным удобрениям являются микробные препараты, содержащие микроорганизмы, фиксирующие азот воздуха и

превращающие его в аммиачную форму, доступную растениям. Это дает возможность получать экологически чистую высококачественную продукцию, лишенную нитратов, сокращать объемы применения минеральных азотных удобрений при одновременном снижении энергетических затрат на производство продукции. Поэтому изучение биологической азотфиксации и использование микроорганизмов-азотфиксаторов является актуальным.

В последние десятилетия в России разработаны микробиологические препараты на основе ризосферных бактерий, отличающиеся высокой физиологической активностью. Для не бобовых культур созданы земледобрительные препараты на основе ассоциативных азотфиксирующих бактерий, обладающие достаточно высокой эффективностью и положительно зарекомендовавшие себя как в России, так и за её пределами. Это такие препараты как «Агрофил», «Азоризин», «Флавобактерин», «Ризоагрин», «Мизорин», «Биоплант-К» и др. [3].

Многолетние испытания препаратов показывают их высокую эффективность на самых разных культурах в различных почвенно-климатических зонах. Урожайность культур на инокулированном препаратами фоне сравнима или зачастую даже превосходит урожайность на полном минеральном удобрении NPK с дозой действующих веществ 60 кг/га. Урожайность при этом повышается в среднем на 20-40% [1, 4, 5].

Одной из ведущих зерновых культур в Сибири и Алтайском крае является яровая пшеница, где ее посевы занимают более половины площади пашни. Однако урожайность её остается низкой и крайне неустойчивой по годам, потенциальные

возможности этой культуры реализуются не полностью. Поэтому увеличение урожайности ценных сортов пшеницы является важной государственной задачей.

Решать эту проблему необходимо путем применения современных достижений науки на основе широкого внедрения качественно новых технологий с использованием экологически безопасных биологических препаратов корневых diaзотрофов [6-8].

По данным испытаний в Географической сети опытов использование таких препаратов заменяет до 70% минеральных удобрений, поэтому применение их экономически выгодно [1, 2]. Кроме основной функции – фиксировать азот атмосферы, микроорганизмы в составе препаратов обладают рядом полезных свойств, которые оказывают в комплексе очень благоприятное действие на растения. Благодаря выработке фитогормонов, витаминов и антибиотиков они оказывают ростостимулирующее и защитное действие, повышают иммунитет и устойчивость растений к неблагоприятным факторам среды [1, 3]. Однако они имеют определенную избирательность по отношению к различным культурам, сортам и к почвенно-климатическим условиям, поэтому изучение их эффективности необходимо проводить в каждой конкретной зоне с разными культурами.

Цель исследования заключалась в оценке эффективности различных препаратов корневых diaзотрофов и микоризы для повышения продуктивности сортов яровой пшеницы в Приобской зоне Алтайского края.

Объекты и методы исследований

Исследования проводили в мелкоделяночных опытах на опытном поле учебного хозяйства Алтайского ГАУ, расположенного в пригороде г. Барнаула, начиная с 2000 и по 2016 гг. В 2011 г. был проведен производственный посев пшеницы в Мамонтовском районе. Климат Приобской зоны характеризуется как резко континентальный с высокой повторяемостью засушливых периодов. Количество осадков по годам колеблется в пределах 229-633 мм, из них 30% выпадает в твердом виде. Годы исследований характеризовались как недостаточно увлажненные (2001, 2007-2009, 2012, 2014, 2015 гг.), увлажненные (2016 г.) и засушливые (2000, 2010, 2011, 2013 гг.).

Преобладающей почвой зоны является чернозём выщелоченный, характеризующийся невысоким содержанием гумуса около 5%, величиной рН

близкой к нейтральной, достаточным содержанием подвижных соединений фосфора и калия и низким азота.

В разные годы изучали влияние препаратов ассоциативных азотфиксирующих бактерий: «Биоплант-К» (содержит культуру бактерий *Klebsiellaplanticola*), «Мобилин» (*Klebsiellamobile*), «Мизорин» (*Arthrobactermysorens*, шт. 7), «Ризоагрин» (*Agrobacteriumradiobacter*, шт. 204), «Флавобактерин» (*Flavobacteriumsp.*, шт. 30), «Азоризин» (*Azospirillumlipoferum*), штамм Я-2 (*Corinebacteriumfreneyi*), 2П-5 (*Pseudomonassp.*), а также препарата «Микориза» (содержит культуру гриба *Glomusintraradices*, шт. 8). Препараты предоставлялись нам заведующим лабораторией экологии микроорганизмов ВНИИСХМ к.б.н. А.П. Кожемяковым. В опытах использовали рекомендуемые для зоны сорта яровой мягкой и твердой пшениц. Технология возделывания культур соответствовала зональной системе земледелия. Обработку семян биопрепаратами проводили перед посевом [3]. Урожай учитывали в период полной спелости зерна по методике Госсортоиспытания в трех повторностях [9], математическую обработку проводили по Б.А. Доспехову [10].

Результаты исследований

Как показали многочисленные исследования, инокуляция семян зерновых культур препаратами ризосферных diaзотрофов способствует стимуляции прорастания семян, увеличению биомассы корней, повышению поступления в корневую систему элементов питания, увеличению роста и, следовательно, продуктивности растений [3-5].

В наших опытах реакция растений пшеницы на инокуляцию биопрепаратами в разные годы несколько различалась, но урожайность на обработанных препаратами вариантах в разной степени превышала контроль. Кроме того, инокуляция ускоряла рост и развитие растений пшеницы.

Результаты опыта 2000-2001 гг. представлены в таблице 1. В 2000 г. в засушливых погодных условиях достоверное увеличение урожайности зерна пшеницы сорта Целинная 60 было только на вариантах, обработанных препаратами «Агрофил» и «Мизорин» (42-43%). На ризоагрене и флавобактерине прибавки были недостоверными (8,5-9,2%).

В 2001 г., более увлажненном, наблюдалось существенное увеличение урожайности пшеницы на всех инокулированных вариантах, особенно на флавобактерине (38,8%). В сумме за 2 года были

получены достоверные положительные результаты по применению ризосферных diaзотрофов. Прибавки составили 19,2-34,0%. Этот сорт яровой пшеницы более всего был отзывчив на препараты «Агрофил» и «Мизорин».

В таблице 2 представлены результаты по изучению влияния биопрепаратов на урожайность яровой мягкой пшеницы сортов Алтайская 530 и Алтайская 325 в 2007-2008 гг.

Инокуляция биопрепаратами увеличивала урожайность сортов мягкой пшеницы в оба года исследований. Прибавки к контролю в 2007 г. составили 11,4-23,7%, в 2008 г. – 9,0-27,1%. Более высокая отзывчивость на изученные препараты была у сорта Алтайская 325. В 2007 г. наибольшая прибавка у этого сорта получена от препарата «Флавобактерин» (23,7%), а в 2008 г. – от препарата «Ризоагрин» (27,1%). В среднем за два года более эффективным оказался препарат «Ри-

зоагрин». Сорт Алтайская 530 также показал более высокие прибавки от этого препарата.

В 2009, 2010 и 2012 гг. проводили испытание биопрепарата «Биоплант-К» на яровой мягкой пшенице сортов Омская 36, Алтайская 100 и Алтайская 105. Результаты представлены в таблицах 3-4.

Бактеризация семян пшеницы Омская 36 препаратом «Биоплант-К» способствовала существенному увеличению её урожайности во все годы исследования (табл. 3). Несмотря на низкий уровень урожайности в 2010 засушливом году прибавка от инокуляции была более высокой, чем в увлажненном 2009, и составила 73%. В 2012 г. урожайность этого сорта была еще более низкой – 0,6 т/га на контроле, что также связано с очень засушливыми погодными условиями. Инокуляция увеличила урожайность на 83%, что превышает уровень прибавки 2010 г.

Таблица 1

Урожайность пшеницы Целинная 60, 2000-2001 гг.

Вариант	2000 г.			2001 г.			Среднее за 2 года		
	т/га	прибавка к контролю		т/га	прибавка к контролю		т/га	прибавка к контролю	
		т/га	%		т/га	%		т/га	%
Контроль	0,791	-	-	0,886	-	-	0,839	-	-
Агрофил	1,123	0,332	42,0	1,096	0,210	23,7	1,109	0,270	32,2
Мизорин	1,134	0,343	43,4	1,122	0,236	26,6	1,128	0,289	34,4
Ризоагрин	0,858	0,067	8,5	1,144	0,254	28,6	1,000	0,161	19,2
Флавобактерин	0,864	0,073	9,2	1,230	0,344	38,8	1,046	0,208	24,8
НСР ₀₅		0,140			0,160				

Таблица 2

Урожайность пшеницы Алтайская 530 и Алтайская 325, 2007-2008 гг.

Вариант	Урожайность						Среднее за 2 года		
	2007 г.			2008 г.			т/га	прибавка к контролю	
	т/га	прибавка к контролю т/га	%	т/га	прибавка к контролю т/га	%		т/га	%
Алтайская 530									
Контроль	1,84	-	-	2,99	-	-	2,42	-	-
Флавобактерин	2,02	0,21	11,4	3,45	0,46	15,4	2,74	0,32	13,2
Азоризин	2,24	0,40	21,7	3,26	0,27	9,0	2,75	0,33	13,6
Ризоагрин	2,20	0,36	19,6	3,41	0,42	14,0	2,80	0,38	15,7
НСР ₀₅		0,20			0,20			0,19	
Алтайская 325									
Контроль	1,81	-	-	3,10	-	-	2,45	-	-
Флавобактерин	2,24	0,43	23,7	3,67	0,57	18,3	2,95	0,50	20,4
Азоризин	2,08	0,27	14,9	3,61	0,51	16,4	2,85	0,40	16,3
Ризоагрин	2,06	0,25	13,8	3,94	0,84	27,1	3,00	0,55	22,4
НСР ₀₅		0,14			0,12			0,11	

Несколько меньшая прибавка от инокуляции Биоплантом-К была получена на сортах пшеницы Алтайская 100 и Алтайская 105 (табл. 4).

В 2009 г. она составила 10,9-12,3%, а в 2010 г., более засушливом, – 53,5-21,6%. Более высокие прибавки получены на фоне минеральных удобрений N₃₀P₆₀K₆₀. В среднем за 2 года они составили 61,4-24,5%. Из полученных данных следует, что разные сорта пшениц обладают неодинаковой способностью к ассоциативному симбиозу с бактериями препарата «Биоплант».

В 2011 г. в производственных посевах в Мамонтовском районе также получены хорошие результаты от «Биоплант-К» на сорте пшеницы Ом-

ская 36 и препарата «Мизорин» на сорте Сибирская 12 (табл. 5).

Несмотря на очень засушливые условия вегетационного периода урожайность обоих сортов пшеницы была достаточно высокой даже на контроле: у сорта Омская 36 – 3,0 т/га, Сибирская 12 – 2,51 т/га. На инокулированных вариантах прибавки составили: у сорта Омская 36 – 1,25 т/га, Сибирская 12 – 0,96 т/га, или 41-38% соответственно.

В 2011-2013 гг. испытывали действие препаратов «Мизорин», «Ризоагрин» и «Флавобактерин», а в 2013 г. – и Микоризы на двух сортах твердой пшеницы Алтайский янтарь и Алейская (табл. 6).

Таблица 3

Урожайность и качество зерна пшеницы Омская 36

Вариант	Урожайность, т/га			Содержание белка, %			Содержание клейковины, %		
	2009 г.	2010 г.	2012 г.	2009 г.	2010 г.	2012 г.	2009 г.	2010 г.	2012 г.
Контроль	3,5	1,9	0,6	13,43	12,45	14,5	30,24	23,24	32,8
Биоплант-К	4,4	3,3	1,1	13,78	11,96	15,7	31,84	23,72	34,9
НСР ₀₅	0,7	0,9	0,4						

Таблица 4

Урожайность пшеницы Алтайская 100 и Алтайская 105, 2009-2010 гг.

Вариант	2009 г.			2010 г.			Среднее за 2 года		
	урожайность, т/га	прибавка к контролю		урожайность, т/га	прибавка к контролю		урожайность, т/га	прибавка к контролю	
		т/га	%		т/га	%		т/га	%
Алтайская 100									
Контроль	3,28	-	-	2,00	-	-	2,64	-	-
Биоплант-К	3,64	0,36	10,9	3,07	1,07	53,5	3,36	0,72	27,3
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ -фон	3,90	0,62	18,9	2,45	0,45	22,5	3,18	0,54	20,5
Фон+Биоплант	4,17	0,89	27,1	4,36	2,36	118,0	4,26	1,62	61,4
НСР ₀₅	0,44			0,23					
Алтайская 105									
Контроль	4,79	-	-	2,87	-	-	3,83	-	-
Биоплант-К	5,38	0,59	12,3	3,49	0,65	21,6	4,44	0,61	15,9
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ -фон	5,29	0,50	10,4	3,31	0,44	15,3	4,30	0,47	12,3
Фон+Биоплант	5,35	0,56	11,7	4,19	1,32	45,9	4,77	0,94	24,5
НСР ₀₅	0,48			0,36			0,39		

Таблица 5

Урожайность пшеницы в Мамонтовском районе, 2011 г.

Культура	Вариант	Урожайность, т/га	Разность с контролем	
			т/га	%
Омская 36	Контроль	3,01		
	Биоплант-к	4,26	1,25	41,0
НСР ₀₅		0,50		
Сибирская 12	Контроль	2,51		
	Мизорин	3,47	0,96	38,0
НСР ₀₅		0,35		

Урожайность пшеницы Алейская и Алтайский янтарь, 2011-2013 гг.

Вариант	Урожайность, т/га					
	2011 г.	2012 г.	2013 г.	среднее за 3 года	отклонение от контроля	
					т/га	%
Алейская						
Контроль	2,91	0,51	2,00	1,81	-	-
Мизорин	3,77	0,65	2,26	2,23	0,42	23,2
Ризоагрин	3,05	0,69	2,16	1,97	0,16	8,8
Флавобактерин	3,56	0,62	2,94	2,37	0,56	30,9
Мизорин+ризоагрин+флавобактерин	3,54	0,79	2,48	2,27	0,46	25,4
Микориза	-	-	2,50	-	-	-
НСР ₀₅	0,31	0,12	0,20	0,22		
Алтайский янтарь						
Контроль	2,01	0,45	1,97	1,48	-	-
Мизорин	2,83	0,63	2,24	1,90	0,42	28,4
Ризоагрин	2,93	0,86	2,33	2,04	0,56	37,8
Флавобактерин	3,03	0,77	2,55	2,11	0,63	42,6
Мизорин+ризоагрин+флавобактерин	3,08	0,75	2,55	2,13	0,65	43,9
Микориза	-	-	2,47	-	-	-
НСР ₀₅	0,34	0,10	0,10	0,22		

Бактеризация биопрепаратами способствовала увеличению урожайности обоих сортов пшеницы. Инокуляция обеспечила прибавку урожая сорта Алейская в среднем за 3 года на 8,8-30,9%. Сорт Алтайский янтарь оказался более отзывчивым на инокуляцию биопрепаратами, его урожайность увеличилась по сравнению с контролем на 28,4-43,9%. Максимальная урожайность была получена на варианте с применением смеси препаратов – 2,13 т/га. Микориза повысила урожайность обоих сортов в среднем на 25%.

В опыте, проведенном в 2015 г. с яровой пшеницей сорта Степная волна, наибольшая урожайность получена на бинарных смесях препаратов «Мобилин» и штамм Я-2 с «Микоризой» (табл. 7). Урожайность на смеси препаратов «Мобилина» с «Микоризой» превышала контроль на 58,1%, Я-2 с «Микоризой» – на 63,3% и составила 3,32-3,43 т/га соответственно. В чистом виде более эффективным был препарат «Мобилин», обеспечивший прибавку 0,56 т/га, или 26,8%.

Таблица 7

Урожайность яровой пшеницы и ярового ячменя, 2015 г.

Вариант	Пшеница сорт Степная волна			Ячмень сорт Сигнал		
	урожайность, т/га	прибавка		урожайность, т/га	прибавка	
		т/га	%		т/га	%
Контроль	2,10	-	-	2,04	-	-
Мобилин	2,66	0,56	26,8	2,41	0,37	18,1
Штамм Я-2	2,47	0,37	17,6	3,03	0,99	48,5
Микориза	2,24	0,14	6,7	2,22	0,18	8,8
Мобилин+микориза	3,32	1,22	58,1	3,37	1,33	65,2
Штамм Я-2+микориза	3,43	1,33	63,3	3,10	1,06	51,9
НСР ₀₅	0,12	-	-	0,07	-	-

Урожайность пшеницы сорта Степная волна, 2016 г.

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка к контролю		Прибавка к фону	
		т/га	%	т/га	%
Фон без удобрений					
Контроль	1,63	-	-	-	-
Мобилин	1,99	0,36	22,1		
Ризоагрин	2,08	0,45	27,6		
2П-5	2,22	0,59	36,2		
Микориза	1,95	0,33	19,6		
Смесь	2,23	0,60	36,8		
Фон 1 – N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀					
Фон 1	1,89	0,26	16,0	-	-
Мобилин	3,61	1,98	121,5	1,72	91,0
Ризоагрин	2,40	0,77	45,8	0,51	27,0
2П-5	2,51	0,88	54,0	0,62	32,8
Микориза	2,74	1,11	68,1	0,85	45,0
Смесь	2,57	0,94	57,7	0,68	36,0
Фон 2 – N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀					
Фон 2	2,08	0,45	27,6	-	-
Мобилин	3,73	2,10	128,8	1,65	79,3
Ризоагрин	2,50	0,87	53,3	0,42	20,2
2П-5	2,31	0,68	41,7	0,23	11,0
Микориза	2,92	1,29	79,1	0,84	40,4
Смесь	2,99	1,36	83,4	0,91	43,8
НСП ₀₅		0,23			

При инокуляции семян ярового ячменя препаратами большой эффект получен от штамма Я-2. Этот препарат содержит в своем составе бактерии, полученные из ризосферы дикого ячменя. Прибавка составила 0,99 т/га, или 48,5% к контролю. В бинарном сочетании лучшей оказалась смесь мобилина с микоризой. Урожайность на этом варианте была выше контрольных значений на 1,33 т/га, или 65,2%. Смесь штамма Я-2 с микоризой показала несколько меньший результат – 51,9%.

Эффективность бинарных сочетаний ассоциативных ризосферных бактерий с грибным препаратом «Микориза» намного превосходит действие монопрепаратов. Такой продуктивный симбиоз обусловлен их разным механизмом действия на растения, который в сумме лучше обеспечивает растения элементами питания, стимуляторами роста и фунгицидными метаболитами.

В 2016 г. опыт с биопрепаратами на пшенице Степная волна провели на разных фонах минеральных удобрений (табл. 8). Все препараты в чистом виде увеличивали продуктивность пшеницы на 19,6-36,2%. В этом году при очень высокой влагообеспеченности лучшим был препарат 2П-5,

содержащий псевдомонады, обладающие высокой способностью подавлять фитопатогены и фиксировать молекулярный азот. Увеличение урожайности пшеницы на этом варианте составило 36,2% от контроля. Смесь всех препаратов действовала аналогично. А вот на фонах минеральных удобрений существенное увеличение урожайности этого сорта наблюдалось при инокуляции мобилином – 121,5-128,8%. Высокие прибавки на фонах удобрений обеспечили также микориза и смесь препаратов – 57,7-83,4%.

Выводы

1. Изучение действия биопрепаратов корневых diaзотрофов в посевах яровой мягкой и твердой пшеницы в разных погодных условиях в степной зоне Алтайского края показало достаточно высокую эффективность всех используемых биопрепаратов. Увеличение урожайности пшениц от инокуляции монопрепаратами в разные годы составило 8,0-53,5%.

2. Реакция растений на инокуляцию очень сильно зависела от сорта и погодных условий. В условиях засухи эффект действия препаратов был выше, чем в более увлажненный период.

3. На фоне минеральных удобрений с дозой азота 30 и 60 кг д.в/га эффективность препаратов увеличивается. Аналогичное увеличение наблюдается на фоне грибного препарата «Микоризы».

4. Увеличение урожайности происходило за счет улучшения всхожести и сохранности растений на инокулированных вариантах и показателей элементов структуры: продуктивной кустистости, количества колосков в колосе, зерен в колосе, массы зерна в колосе, массы 1000 зерен.

Библиографический список:

1. Завалин А.А. Биопрепараты, удобрения и урожай. – М.: Изд-во ВНИИА, 2005. – 302 с.
2. Тихонович И.А., Завалин А.А., Благовещенская Г.Г., Кожемяков А.П. Использование биопрепаратов – дополнительный источник элементов питания растений // Плодородие. – 2011. – № 3. – С. 9-13.
3. Биопрепараты в сельском хозяйстве. Методология и практика использования микроорганизмов в растениеводстве и кормопроизводстве / под ред. И.А. Тихоновича, Ю.В. Круглова. – М.: Россельхозакадемия, 2005. – 154 с.
4. Кожемяков А.П., Шотт П.Р., Литвинцева Т.А. Испытание новых штаммов азотфиксирующих бактерий на посевах пивоваренного ячменя // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник статей: в 3 кн. / III Международная научно-практическая конференция (12-13 марта 2008 г.). – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2008. – Кн. 1. – С. 85-88.
5. Шотт П.Р., Литвинцев П.А., Литвинцева Т.А., Кожемяков А.П. Применение препаратов корневых diaзотрофов при возделывании зерновых на Алтае // Достижения науки и техники в АПК. – 2010. – № 6. – С. 29-31.
6. Оценка эффективности микробных препаратов в земледелии / под ред. А.А. Завалина. – М.: Россельхозакадемия, 2000. – 82 с.
7. Vassyuk L.F., Popova T.A., Kozhemyakov A.P., Tchepotar V.K. Fungistatic action of bacterial preparation Flavobacterin after application of the cereal, potato and veneylands // European J. of Plant Pathology. – 1995. – P. 1310.
8. Кожемяков А.П., Хотянович А.В. Перспективы применения биопрепаратов ассоциативных азотфиксирующих микроорганизмов в сельском хозяйстве // Бюлл. ВИУА. – 1997. – Вып. 110. – С. 4-5.

9. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М., 1971. – 237 с.

10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

References

1. Zavalin A.A. Biopreparaty, udobreniya i urozhay. – M.: Izd-vo VNIIA, 2005. – 302 s.
2. Tikhonovich I.A., Zavalin A.A., Blagoveshchenskaya G.G., Kozhemyakov A.P. Ispolzovanie biopreparatov – dopolnitelnyy istochnik elementov pitaniya rasteniy // Plodorodie. – 2011. – № 3. – S. 9-13.
3. Biopreparaty v selskom khozyaystve. Metodologiya i praktika ispolzovaniya mikroorganizmov v rastenievodstve i kormoproizvodstve // pod red. I.A. Tikhonovicha, Yu.V. Kruglova. – M.: Rosselkhozakademiya, 2005. – 154 s.
4. Kozhemyakov A.P., Shott P.R., Litvintseva T.A. Ispytanie novykh shtammov azotfiksiryushchikh bakteriy na posevakh pivovarenного yachmenya // Agrarnaya nauka - selskomu khozyaystvu: sbornik statey: v 3 kn. / III Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya (12-13 marta 2008 g.). – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2008. – Kn. 1. – S. 85-88.
5. Shott P.R., Litvintsev P.A., Litvintseva T.A., Kozhemyakov A.P. Primenenie preparatov kornevykh diazotrofov pri vozdeleyvanii zernovykh na Altae // Dostizheniya nauki i tekhniki v APK. – 2010. – № 6. – S. 29-31.
6. Otsenka effektivnosti mikrobnykh preparatov v zemledelii / pod red. A.A. Zavalina. – M.: Rosselkhozakademiya, 2000. – 82 s.
7. Vassyuk L.F., Popova T.A., Kozhemyakov A.P., Tchepotar V.K. Fungistatic action of bacterial preparation Flavobacterin after application of the cereal, potato and veneylands // European J. of Plant Pathology. – 1995. – P. 1310.
8. Kozhemyakov A.P., Khotyanovich A.V. Perspektivy primeneniya biopreparatov assotsiativnykh azotfiksiryushchikh mikroorganizmov v selskom khozyaystve // Byul. VIUA. – 1997. – Vyp. 110. – S. 4-5.
9. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya selskokhozyaystvennykh kultur. – M., 1971. – 237 s.
10. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta. – M.: Agropromizdat, 1985. – 351 s.

