

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И БИОПРЕПАРАТА ФЛАВОБАКТЕРИН НА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЕ

Н.С. Алметов, д.с.-х.н., Н.В. Горячкин, Х.З. Назмиев, Марийский ГУ,
Л.Н. Самойлов, к.б.н., А.А.Завалин, д.с.-х.н., ВНИИ

Показано, что применение биопрепарата для инокуляции семян в технологии возделывания яровой пшеницы в севообороте обеспечивает наибольшую прибавку урожая в сравнении с контролем. Окупаемость минеральных удобрений прибавкой урожая повышается.

Ключевые слова: минеральные удобрения, биопрепарат флавобактерин, яровая пшеница, урожайность, качество зерна.

В Нечерноземной зоне Приволжского федерального округа (в том числе и в Республике Марий Эл) на дерново-подзолистых почвах из всех элементов питания пшеницы основная роль принадлежит азоту [1].

В настоящее время в этой республике применяют 26 кг д.в. NPK/га [2]. Если учесть, что под зерновые культуры вносят около 60% азота (от всего NPK), то каждый гектар получает 16 кг азота, в то время как зерновым на этих почвах требуется 60-80 кг/га этого элемента питания.

Важнейшая задача земледельца - увеличение источников азота для зерновых культур. Этого можно достичь за счет роста посевов бобовых культур как предшественников (увеличение резервов азота почвы за счет симбиотической азотфиксации), а также за счет увеличения несимбиотической фиксации, посредством использования биопрепаратов, образующих ризосферные ассоциации в зоне корней небобовых растений [3-5]. Один из таких препаратов – флавобактерин (ФБ) был эффективен на многих культурах: озимых зерновых (рожь, пшеница, тритикале), яровых (ячмень, пшеница, овес), картофеле и др.

При этом наибольший интерес представляют исследования с биопрепаратами, проводимые в севообороте с учетом различных предшественников зерновой культуры.

Методика. Исследования по изучению влияния биопрепарата флавобактерин на урожайность и качество зерна яро-

вой пшеницы сорта Симбирка проводили на дерново-слабоподзолистой среднесуглинистой почве Марийского аграрного колледжа. Исходная средневзвешенная характеристика почвы: высокое содержание подвижного фосфора – 24,2 (по Кирсанову), среднее – подвижного калия – 18,3 мг/100 г почвы (по Кирсанову), среднее содержание гумуса – 2,17% (по Тюрину) и близкая к нейтральной реакция почвенного раствора (рН 5,9). Эффективность биопрепарата изучали на трёх фонах минерального питания: 1. Контроль (без удобрений), 2. $P_{60}K_{60}$, 3. $N_{30}P_{60}K_{60}$. Минеральные удобрения в виде Naa , Rcd , Kx вносили под предпосевную культивацию. Инокуляцию семян яровой пшеницы проводили в день посева из расчета 600 г препарата на гектарную норму высева семян. Агротехника культуры общепринятая для условий республики [6]. Предшественник пшеницы – тимopheевка луговая 2-го г.п., сорт Казанская юбилейная. Общая площадь делянки 108 м², учетной 80 м². Расположение вариантов систематическое, повторность 3-кратная. Отбор образцов растений и почвы проводили по стандартной методике, агрохимические анализы - в аккредитованной лаборатории. Статистическую обработку данных урожая осуществляли по Б.А. Доспехову [7].

Результаты и их обсуждение. В процессе вегетации яровой пшеницы содержание элементов питания в растениях закономерно снижалось. Однако, в каждой из фаз наблюдаются четкие изменения только по содержанию азота под влиянием биопрепарата, который способствует увеличению содержания этого элемента как при отсутствии удобрений, так и при применении только РК (даже при достаточном обеспечении почвы этими элементами) или при добавлении N_{30} на фоне внесения фосфорного и калийного удобрений. Подобная закономерность сохранялась до полного созревания растений (табл. 1).

1. Содержание элементов питания в растениях яровой пшеницы по фазам вегетации, % на воздушно-сухое вещество (среднее за 3 года)

Вариант опыта	Кущение			Трубкование			Колошение			Солома (при уборке)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1. Контроль (б/у)	2,80	0,83	3,02	0,97	0,49	2,35	0,97	0,49	2,35	0,37	0,20	0,61
2. Вар. 1 + ФБ	2,90	0,83	3,01	1,15	0,50	2,37	1,15	0,50	2,37	0,39	0,20	0,64
3. $P_{60}K_{60}$	2,81	0,83	3,25	1,00	0,63	2,40	1,00	0,63	2,40	0,41	0,24	0,73
4. $P_{60}K_{60}$ + ФБ	2,89	0,83	3,20	1,12	0,64	2,45	1,12	0,64	2,45	0,42	0,24	0,82
5. $N_{30}P_{60}K_{60}$	3,17	0,83	3,24	1,05	0,85	2,65	1,05	0,85	2,65	0,44	0,27	0,80
3,22	0,83	4,01	1,34	0,84	2,64	1,34	0,84	2,64	0,46	0,28	0,84	

При анализе составляющих элементов структуры урожая отметим, что увеличение урожайности зерна при использовании флавобактерина произошло в результате возрастания содержания азота в растениях, начиная с ранних фаз развития растений и до полной спелости зерна, увеличения длины колоса и числа зерен в нем, а также более выполненного зерна, о чем свидетельствует масса 1000 зерен (табл. 2).

2. Структура урожая яровой пшеницы (среднее за 3 года)

Вариант опыта	Длина	Длина	Число зерен в колосе	Масса 1000 зерен, г
	стебля	колоса		
	см			
1. Контроль (б/у)	67,7	6,6	22,5	31,2
2. Вар.1+ ФБ	72,4	7,1	24,2	32,0
3. P ₆₀ K ₆₀	68,1	6,5	23,1	31,2
4. P ₆₀ K ₆₀ + ФБ	72,6	6,9	23,7	32,2
5. N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	81,4	7,9	23,2	32,7
6. N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + ФБ	86,0	8,3	24,2	35,4

Примечание. Продуктивная кустистость по всем вариантам – 2 шт.

Анализируя данные по урожайности (табл. 3), выделим ряд закономерностей. Так, за счет естественного плодородия почвы в лучший по погодным условиям год получено 26,4 ц/га зерна пшеницы. Влияние погоды на урожайность прослеживается в течение трёх лет довольно рельефно: при увеличении количества атмосферных осадков и обеспечении оптимальной инсоляции в период вегетации урожайность зерна возрастала практически в 2-2,5 раза по годам проведения опыта. Максимальная урожайность зерна получена в 2011 г. Во все годы отмечен рост сбора зерна в результате улучшения азотного питания яровой пшеницы за счет внесения азотного удобрения и инокуляции семян флавобактерином.

При использовании флавобактерина на фоне NPK получен максимальный урожай зерна – 42 ц/га, причем биопрепарат был эффективен при различных погодных условиях. Отметим, что эти урожаи получены на фоне не самого лучшего предшественника для пшеницы. Прибавки урожайности зерна от биопрепарата в среднем за 3 года составили на

фоне без удобрений и при внесении $P_{60}K_{60}$ 2,5-2,6 ц/га, что уступало эффективности от внесения N_{30} . Однако, при посеве инокулированных семян по фону с внесением полного минерального удобрения наблюдался эффект синергизма от их использования, прибавка к фону без удобрений составила 12,3 ц/га. Применение флавобактерина увеличило окупаемость 1 кг вносимых под яровую пшеницу минеральных удобрений с 1,3 до 5,9-8,2 кг зерна.

Таким образом, в зависимости от удобренности и погодных условий примененный микробиологический препарат обеспечил прибавку урожая от 2,5 до 3,5 ц/га. Конечно, он более эффективен на фоне полного минерального удобрения, так как эта культура наиболее отзывчива на азотное питание [1, 8, 9].

3. Влияние удобрений и флавобактерина на урожайность зерна яровой пшеницы

Вариант опыта	Урожайность, ц/га				Прибавка, ц/га			Окупаемость удобрений урожаем зерна, кг/кг
	2009 г.	2010 г.	2011 г.	средняя	к контролю	от биопрепарата	от азота	
1. Контроль (б/у)	11,4	13,2	26,4	17,0	—	—	—	—
2. Вар.1+ФБ	14,0	16,3	28,1	19,5	2,5	2,5	—	—
3. $P_{60}K_{60}$	12,6	14,5	28,6	18,6	1,6	—	—	1,3
4. $P_{60}K_{60}$ +ФБ	15,5	17,5	30,6	21,2	4,2	2,6	—	3,5
5. $N_{30}P_{60}K_{60}$	18,1	20,2	39,0	25,8	8,8	—	7,2	5,9
6. $N_{30}P_{60}K_{60}$ +ФБ	21,9	24,1	42,0	29,3	12,3	3,5	8,1	8,2
НСР _{0,5} , ц/га	1,20	1,14	1,45	0,80				

Улучшение условий азотного питания за счет внесения азотного удобрения и применения флавобактерина отразилось на качестве зерна яровой пшеницы (табл. 4). Наблюдается тенденция к повышению в зерне содержания общего азота, сырого белка и сырой клейковины. Более заметно это проявилось при использовании флавобактерина для инокуляции семян, высеваемых по фону РК- и НРК-удобрений. Внесение под яровую пшеницу минеральных удобрений и использование флавобактерина не отразились на показателе индекса деформации клейковины, зерно яровой пшеницы соответствовало 3-му классу качества. Наряду с повышением в зерне содержания азота, от использования биопрепарата и минеральных удобрений, в нем слабо возросла концентрация фосфора, что может быть связано как с положительным действием бактерий, входящих в состав биопрепарата, так и с увеличением потребления P_2O_5 из хорошо обеспеченной этим элементом почвы.

4. Качество зерна яровой пшеницы, % (среднее за 3 года)

Вариант опыта	N	P_2O_5	K_2O	Сырой белок	Сырая клейковина	ИДК, у.е.
1. Контроль(б/у)	1,62	0,80	0,34	9,2	20,4	72
2. Вар. 1+ФБ	1,73	0,84	0,36	9,9	21,1	73
3. $P_{60}K_{60}$	1,65	0,89	0,36	9,4	21,0	70
4. $P_{60}K_{60}$ +ФБ	1,72	0,91	0,37	9,8	21,4	67
5. $N_{30}P_{60}K_{60}$	1,86	0,90	0,36	10,9	22,4	68
6. $N_{30}P_{60}K_{60}$ +ФБ	1,97	0,94	0,40	11,2	22,8	75

Efficiency of mineral fertilizers and biopreparation Flavobacterin for spring wheat

N.S. Almetov¹, N.V. Goryachkin¹, Kh.Z. Nazmiev¹, L.N. Samoilov², A.A. Zavalin²

¹Mari State University, pl. Lenina 1, Yoshkar-Ola, 424001 Republic of Mari El, Russia

²Pryanishnikov All-Russian Scientific Research Institute of Agrochemistry, Russian Academy of Agricultural Sciences, ul. Pryanishnikova 31a, Moscow, 127550 Russia

It was shown that the application of biopreparation for seed inoculation at the cultivation of spring wheat in a crop rotation ensured the maximum gain in yield compared to the control. The recoupage of mineral fertilizers by the yield increment increased.

Keywords: mineral fertilizers, biopreparation Flavobacterin, spring wheat, yield, grain quality.

Изменение урожайности и химического состава основной и побочной продукции отразилось на выносе элементов питания яровой пшеницы (табл. 5).

5. Вынос элементов питания урожаем основной и побочной продукции, кг/га (среднее за 3 года)

Вариант опыта	Вынос, всего			Вынос на 1 т			Дополнительный вынос за счет инокуляции		
	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O
1. Контроль (б/у)	35,7	18,0	19,3	21,0	10,6	11,4	—	—	—
2. Вар.1+ФБ	43,6	21,5	23,3	22,4	11,0	12,0	7,9	3,5	4,0
3. $P_{60}K_{60}$	41,9	22,9	26,6	22,5	12,3	14,3	—	—	—
4. $P_{60}K_{60}$ +ФБ	48,1	25,9	30,4	22,7	12,2	14,3	6,2	3,0	3,8
5. $N_{30}P_{60}K_{60}$	62,7	32,3	36,1	24,3	12,5	14,0	—	—	—
6. $N_{30}P_{60}K_{60}$ +ФБ	75,2	38,2	43,7	25,7	13,0	14,9	12,5	5,9	7,6

Вынос азота, фосфора и калия с зерном и соломой увеличился по сравнению с контролем в 2 раза. В результате инокуляции семян флавобактерином наблюдается дополнительный вынос урожаем азота, фосфора и калия, при этом небольшое его увеличение получено по азоту. Увеличение выноса этих элементов с урожаем отразилось и на затратах элементов питания для получения 1 т зерна яровой пшеницы с соответствующим количеством соломы (табл. 5).

Обращает на себя внимание увеличенный вынос фосфора на 1 т зерна и соломы (на 4 кг/т, в сравнении со средневзвешенными данными [9]), что, видимо, связано с высоким содержанием фосфора в почве и увеличением его доступности за счет применения флавобактерина. За счет инокуляции вынос элементов питания увеличился соответственно: N-P-K на 12,5-5,9-7,6 кг/га.

Таким образом, при использовании в технологии выращивания яровой пшеницы флавобактерина наблюдается увеличение урожайности зерна, но действие биопрепарата уступает внесению N_{30} . Максимальный эффект от биопрепарата проявляется при посеве инокулированными семенами на фоне $N_{30}P_{60}K_{60}$, в этом случае наблюдается максимальный синергетический эффект и прибавка урожая зерна достигает 12,3 ц/га, или 72% к контролю. При применении флавобактерина окупаемость минеральных удобрений прибавкой урожая зерна яровой пшеницы повышается с 5,9 до 8,2 кг/кг.

Литература

1. Кореньков Д.А. Агроэкологические аспекты применения азотных удобрений. — М.: Агроконсалт, 1999. — 296 с.
2. Чекмарев П.А. Состояние плодородия почв и мероприятия по его повышению в 2012 году// Агрохимический вестник. — 2012. — №1. — С. 2-4.
3. Завалин А.А. Применение биопрепаратов при возделывании полевых культур.// Достижения науки и техники АПК. — 2011. — №8. — С. 9-11.
4. Тихонович Н.А. и др. Биопрепараты в сельском хозяйстве (Методология и практика применения микроорганизмов в растениеводстве и кормопроизводстве). — М.: Россельхозакадемия, 2005. — 154 с.
5. Умаров М.М. Ассоциативная азотфиксация. — М.: МГУ, 1986. — 136 с.
6. Шарифуллин Л.Р. Яровая пшеница. Методические указания по курсу растениеводства по интенсивной технологии возделывания сельскохозяйственных культур. — Марийский университет, 1987. — 37 с.
7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. — М.: Агропромиздат, 1985. — 351 с.
8. Виноградова Л.В. Роль ассоциативных диатрофов в формировании урожая сортов яровой пшеницы.—М.: ВИУА// Автореф. канд. дисс., 1999.—17 с.
9. Иванов А.Л. и др. Рекомендации по проектированию интегрированного применения средств химизации в ресурсосберегающих технологиях адаптивно-ландшафтного земледелия.—М.: Росинформагротех, 2010.—464 с.