УДК 631.8; 633.1

ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ И ФЛАВОБАКТЕРИНА НА ЯЧМЕНЬ

А.А Завалин[1], член-корр., Н.С. Алметов[2], В.В. Бердников[3], Н.Е. Никандрова[2],
[1]ВНИИА, [2]Марийский государственный университет, [3]Марийский аграрный колледж

Приведены результаты полевых исследований по оценке эффективности применения под ячмень биопрепарата флавобактерин. Показано, что биопрепарат улучшает минеральное питание растений, повышает урожайность зерна и содержание в нем протеина. В результате роста урожайности зерна за счет биопрепарата возрастает окупаемость минеральных удобрений прибавкой урожая зерна, а также использование растениями азота удобрений для формирования урожая.

Ключевые слова: *флавобактерин, удобрения, урожайность и качество зерна ячменя, окупаемость удобрений, коэффициент использования растениями удобрений.*

Введение. Среди факторов, оказывающих воздействие на формирование урожайности ячменя, важнейшее значение принадлежит условиям минерального питания растений и погодным условиям в период его вегетации [2, 4, 6]. Созданный в предыдущие годы высокий уровень обеспеченности почв республики подвижными формами фосфора и калия выдвигает на первое место снабжение растений азотом. Однако, в последние годы в Республике Марий Эл, как и в других регионах Российской Федерации, произошло резкое снижение объемов применения минерального азота, что ставит необходимость поиска новых дополнительных источников азотного питания. Одним из них может стать азот биологический, фиксированный на корнях сельскохозяйственных культур ассоциативными микроорганизмами. Согласно современным представлениям ассоциативные диазотрофы – это микроорганизмы, образующие экзоризосферные ассоциации на корнях небобовых растений, таких как рис, пшеница, ячмень, кукуруза, просо, многолетние злаковые травы и т.д. Открытие явления ассоциативной азотфиксации обосновало возможность искусственного обогащения ризосферы небобовых растений отобранными штаммами бактерий, способных к активному связыванию молекулярного азота. Наиболее доступным способом повышения уровня азотфиксации является введение активных штаммов бактерий в ризосферу растений, в результате инокуляции семян или корней [1, 3, 5, 7].

Методика. Влияние биопрепарата флавобактерин на урожайность и качество ячменя сорта Зазерский 85 проводили на дерново-слабоподзолистой среднесуглинистой почве СПК СА «Сердежское» Сернурского района в 2001-2003 гг. и ГОУ СПО «Марийский аграрный колледж» Медведевского района в 2006-2008 гг. Пахотный слой почвы характеризовался близкой к нейтральной реакцией почвенной среды, высоким содержанием подвижного фосфора (по Кирсанову), средним и повышенным подвижного калия (по Кирсанову) и средним содержанием гумуса (по Тюрину). Эффективность биопрепарата изучали на трех фонах питания: 1) Контроль, 2) $P_{60}K_{60}$, 3) $N_{30}P_{60}K_{60}$. Минеральные удобрения в виде $N_{аа}$, $P_{сд}$, K_x вносили под предпосевную культивацию почвы вручную вразброс согласно схеме опыта. Инокуляцию семян ячменя проводили в день посева из расчета 600 г препарата на гектарную норму высева. Агротехника возделывания ячменя – общепринятая, площадь делянки – 120 м^2, учетной – 80 м^2, повторность – трехкратная, расположение вариантов – систематическое.

В период вегетации и перед уборкой брали образцы растений для определения нарастания биомассы и ее химического состава, а также элементов структуры урожая и показателей качества основной и побочной продукции. Уборку урожая проводили в фазу полной спелости зерна комбайном СК-5 «Нива». Урожайность зерна приведена к 100% чистоте и стандартной влажности. Отбор проб растений и почвы выполняли по стандартной методике, агрохимические анализы осуществляли в аккредитованной лаборатории. Статистическую обработку результатов проводили на IBM PC с использованием пакетов статистической обработки данных, разработанной в ВИУА «Stat».

Результаты исследований. Эффективность минеральных удобрений и биопрепарата определяется погодными условиями вегетационного периода. Максимальная эффективность от $P_{60}K_{60}$ получена в условиях засушливого 2002 г., прибавка урожайности достигла 0,39 т/га, а от использования биопрепарата – 0,22 т/га. В среднем за шесть лет исследований увеличение урожайности зерна ячменя от $P_{60}K_{60}$ составило 0,15 т/га. От внесения азотного удобрения прибавка урожайности в среднем за шесть лет достигла 0,73 т/га (табл. 1).

При инокуляции семян флавобактерином как без внесения минеральных удобрений, так и на фоне $P_{60}K_{60}$ прибавки в среднем за 6 лет составили 0,2 т/га. На фоне полного минерального удобрения дополнительный сбор зерна от инокуляции семян флавобактерином составил 0,33 т/га или в 1,5 раза больше, чем без внесения под ячмень азотного удобрения. Этот факт свидетельствует о положительной роли азота удобрений в эффективности биопрепарата, о чем было показано ранее [1].

1.Урожайность и качество зерна ячменя. Среднее за 6 лет

Вариант	Сбор зерна, т/га	Прибавка			Окупать удобрений урожаем зерна, кг/кг	Сырой белок в зерне, %
		к фону без удобрений	от биопрепарата	от азота удобрений		
1. Контроль	1,50	-	-	-	-	9,8
2. Флавобактерин (Ф)	1,70	0,20	0,20	-	-	10,9
3.$P_{60}K_{60}$	1,65	0,15	-	-	1,2	10,1
4.$P_{60}K_{60}$+Ф	1,85	0,35	0,20	-	1,7	11,1
5.$N_{30}P_{60}K_{60}$	2,38	0,88	-	0,73	5,9	11,3
6.$N_{30}P_{60}K_{60}$+Ф	2,71	1,21	0,33	0,86	8,1	12,0
НСР $_{05}$	0,10					

Поскольку урожайность зерна при внесении под ячмень $P_{60}K_{60}$ получена низкой, минимальной была и окупаемость минеральных удобрений прибавкой урожая зерна. Внесение N_{30}, увеличив прибавку урожайности, обеспечило существенный рост окупаемости минеральных удобрений – 5,9 кг/кг, при этом окупаемость каждого кг азота составила 24,3 кг зерна. Использование биопрепарата увеличивало окупаемость NPK до 8,1 кг зерна, в том числе 1 кг N – 28,7 кг зерна.

Рост урожайности ячменя может быть связан с улучшением фитосанитарного состояния посевов. Установлено, что минеральные удобрения снижали заболеваемость растений корневыми гнилями, при этом полный фон минеральных удобрений был более эффективным. Отмечается снижение распространенности и развития корневых гнилей ячменя от использования биопрепаратов на обоих фонах удобренности.

Внесение $P_{60}K_{60}$ существенно не влияло на длину стебля, колоса, количество зерен в колосе, но увеличивало массу 1000 зерен. Дополнительное внесение N_{30} на фоне $P_{60}K_{60}$ способствовало увеличению показателей элементов структуры урожая. Инокуляция семян ячменя флавобактерином на всех фонах удобренности и во все годы исследований увеличивала длину стебля и колоса, количество зерен в колосе и массу 1000 зерен. Минеральные удобрения и биопрепарат не оказали какого-либо влияния на продуктивную кустистость. Максимальная длина стебля и колоса, количество зерен в колосе и масса 1000 зерен получены в варианте $N_{30}P_{60}K_{60}$ + флавобактерин,

что в конечном итоге обеспечило получение более высокого урожая зерна.

Внесение под ячмень минеральных удобрений положительно сказалось на улучшении минерального питания, о чем свидетельствуют данные концентрации NPK в растениях в основные фазы развития растений (табл.2). Бактеризация семян существенно не влияла на содержание фосфора и калия в биомассе ячменя по фазам вегетации, но увеличивала содержание в растениях азота, свидетельствующее об улучшении азотного питания ячменя.

2. Содержание азота, фосфора и калия в растениях ячменя, % на воздушно-сухое вещество (среднее за шесть лет)

№ вар.	Кущение			Трубкование			Колошение		
	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O
1	2,93	0,84	4,83	1,91	0,78	3,14	1,20	0,57	1,43
2	3,02	0,85	4,85	1,97	0,79	3,14	1,25	0,57	1,47
3	3,02	0,86	4,94	2,00	0,82	3,42	1,34	0,60	1,61
4	3,10	0,87	4,94	2,07	0,82	3,47	1,39	0,61	1,65
5	3,38	0,87	5,03	2,15	0,83	3,52	1,47	0,61	1,66
6	3,54	0,88	5,03	2,25	0,86	3,53	1,53	0,63	1,69

Флавобактерин не влиял на концентрацию фосфора и калия в зерне и соломе, но способствовал увеличению концентрации азота в основной и побочной продукции. Увеличение содержания азота от биопрепарата составило в зерне 0,11-0,19% и в соломе 0,02-0,05%. Улучшение азотного питания ячменя положительно отразилось на накоплении в зерне сырого белка, максимальное содержание белка в зерне (12%) достигнуто в варианте с инокуляцией семян флавобактерином и применением $N_{30}P_{60}K_{60}$. В этой связи важно заметить, что для производства кормового зерна целесообразно производить посев инокулированными семенами на фоне полного минерального удобрения, а для производства зерна для пивоварения – на фоне $N_{30}P_{60}K_{60}$, или сеять семенами, которые обработаны биопрепаратом.

Минеральные удобрения, улучшая питание растений, увеличили поступление азота, фосфора и калия в зерно и солому ячменя. При этом максимальное количество азота и фосфора трансформировалось в зерно, а калия – в солому. Максимальная концентрация азота, фосфора и калия в зерне и соломе получена при выращивании ячменя инокулированными семенами на фоне $N_{30}P_{60}K_{60}$. Изменения массы зерна и соломы, а также концентрации в них азота, фосфора и калия при использовании минеральных удобрений и биопрепаратов отразилось на выносе этих элементов с урожаем, который существенно возрастал (табл. 3). От использования биопрепарата без азотного удобрения дополнительный вынос азота с урожаем ячменя составил около 10 кг/га, фосфора 2-3 и калия 5-6 кг/га, на фоне с внесением N_{30} он увеличился по азоту в 1,6 раза, фосфора в 2,5 раза и калия почти в два раза. Увеличение выноса азота связано с использованием ячменем азота почвы, а также биологического, фиксированного бактериями, входящими в состав биопрепарата, о чем было показано ранее с применением стабильного изотопа азота [1]. Рост выноса фосфора и калия связан с использованием растениями этих элементов из почвы и вносимых минеральных удобрений. Применение флавобактерина способствует также росту в 1,5 раза коэффициента использования растениями азота из удобрения.

3. Вынос элементов питания с урожаем (зерно + солома), кг/га. Среднее за 6 лет

№вар.	Вынос всего			Дополнительный вынос за счет инокуляции		
	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O
1	40,6	16,3	30,8			
2	51,3	19,3	37,4	10,7	3,0	6,6
3	48,3	21,3	40,4			
4	58,1	24,3	46,0	9,8	2,3	5,4
5	82,0	31,3	63,3			
6	98,4	36,2	71,4	16,4	4,9	10,1

Заключение. Инокуляция семян ячменя флавобактерином увеличивает урожайность зерна ячменя как без внесения, так и на фоне N_{30}, при этом более высокая прибавка зерна получена при внесении под ячмень азотного удобрения. Биопрепарат улучшает азотное питание растений, что приводит к росту содержания в зерне сырого белка. В результате роста урожайности зерна за счет биопрепарата возрастает окупаемость минеральных удобрений прибавкой урожая зерна, а также коэффициент использования растениями азота удобрений.

Литература

1. Завалин А.А Биопрепараты, удобрения и урожай. – М.: Издательство ВНИИА. 2005. -302с. 2. Жученко А.А Ресурсный потенциал производства зерна в России (теория и практика). – М.:ООО «Издательство Агрорус». 2004.-1110с. 3. Кожемяков А.П., Хотянович А.В. Перспективы применения биопрепаратов ассоциативных азофиксирующих микроорганизмов в сельском хозяйстве. // Бюлл. ВИУА, № 110. 1997. – С. 4-5. 4. Минеев В.Г. Химизация земледелия и природная среда. – М.: Агропромиздат. 1990 – 287с. 5. Наумов Г.Ф., Подоба Л.В. и др. Агроэкологические основы использования биопрепаратов диазотрофных бактерий при выращивании ячменя и амаранта в условиях восточной лесостепи Украины. // Микробиологический журнал, 1997, Том 59. №4. С. 63-70. 6. Романенко Г.А, Тютюнников А.И., Сычев В.Г. Удобрения: значение, эффективность применения М.: РАСХН, 1998.- 378с. 7. Тихонович И.А., Кожемяков А.П. ,Чеботарь В.К. и др. Биопрепараты в сельском хозяйстве. М.: Россельхозакадемия, 2005. 154 с.

Effect of fertilizers and Flavobacterin on barley

A.A.Zavalin, N.S. Almetov*, V.V. Berdnikov**, N.E. Nikandrova*

Pryanishnikov All-Russian Research Institute Agricultural Chemistry, ul. Pryanishnikova 31a, Moscow, 127750 Russia

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

**Mari Agrarian College, Ezhovo, Medvedevo raion,

452224, Republic of Mari El, Russia

Summary. The efficiency of the biopreparation Flavobacterin for barley was studied. It was shown that Flavobacterin improved the mineral nutrition of plants and increased the yield of grain and its protein content. Therefore, the recoupment of mineral fertilizers by the yield increment increased, as well as the use of fertilizer nitrogen by barley plants for the formation of yield.

Key words: Flavobacterin, fertilizers, barley grain yield and quality, recoupment of fertilizers, operating ratio plants of fertilizers.