

**ВЛИЯНИЕ СЛОЖНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ  
И БИОПРЕПАРАТА БИСОЛБИФИТ НА УРОЖАЙНОСТЬ  
И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ**

**А.Ю. Гаврилова, к.б.н., ФГБНУ ФНЦ ЛК<sup>1</sup>, Л.С. Чернова, к.с.-х.н., А.А. Завалин, ак. РАН,  
ФГБНУ «ВНИИ агрохимии» им. Д.Н. Прянишникова<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>170041, Россия, г. Тверь, Комсомольский проспект, 17/56

<sup>2</sup>127434, г. Москва, ул. Прянишникова, д. 31а, e-mail: zavalin52@mail.ru

Приведены данные по влиянию удобрений, на гранулы которых нанесен микробный препарат БисолбиФит (микробиологическое удобрение), на урожайность и качество зерна ярового ячменя. Установлено, что на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве Смоленской области применение аммофоса, диаммофоски и азофоски увеличивало урожай зерна на 29 – 46%, или на 0,7 – 1,1 т/га. За счет обработки вышеуказанных удобрений биопрепаратом БисолбиФит урожайность повышалась ещё на 11 – 13%. Биомодификация удобрений оказала положительное действие и на элементы структуры урожая ячменя: повысились озёрность колоса – на 3%, масса зерна с 1 колоса – на 22-39, масса 1000 зерен – до 4%.

**Ключевые слова:** яровой ячмень, минеральные удобрения, биоминеральные удобрения, биомодификация удобрений, биопрепарат, БисолбиФит, урожайность, качество зерна.

DOI: 10.25680/S19948603.2019.109.01

Ассоциации растений с микроорганизмами, не подавляющими (и даже стимулирующими) их развитие, привлекают внимание ученых с точки зрения не только изучения фундаментальных основ сосуществования и взаимодействия различных организмов, но и возможно их использования в практике экологически ориентированного производства сельскохозяйственных продуктов.

В последнее десятилетие большинство сельскохозяйственно ориентированных исследований направлено на изучение ризосферных микроорганизмов. Среди них бактерии являются наиболее технологичными с точки зрения как производства, так и применения микробных препаратов в сельском хозяйстве [1, 2].

Микробиологический препарат БисолбиФит изготовлен в ФГБНУ ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии на основе штамма ризосферных азотфиксирующих ростостимулирующих бактерий. Действующее вещество препарата – споры *Bacillus subtilis*, штамм Ч-13 и метаболиты, полученные в процессе культивирования штамма, нанесенные на тонкоизмельченный органический кремний. Эти бактерии образуют ассоциации с растениями и обладают способностью активно колонизировать корни, улучшают развитие корневых волосков и их поглотительную способность. Кроме того, данные бактерии способны продуцировать фитогормоны и витамины, обладают способностью синтезировать в процессе своего роста антибиотики и литические ферменты (хитиназы), сдерживающие развитие патогенной микрофлоры. Микроорганизмы, входящие в состав биопрепарата, повышают усвояемость питательных веществ из минеральных удобрений и мобилизуют их почвенные запасы. БисолбиФит представляет собой порошок от светло – серого до кремового цвета с титром живых клеток не менее 100 млн КОЕ/г препарата, обладающий хорошей сыпучестью, великолепной адгезией (прилипательной способностью), специфическим запахом [3, 4]. Дополнительный эффект обусловлен высоким содержанием доступного кремния, который способствует лучшему обмену в тканях растений азота

и фосфора, выполняет важную роль в формировании устойчивости к различным стрессам, в том числе биотическим.

**Методика.** Исследования по изучению эффективности комплексных минеральных удобрений (аммофоса – АФ – 12% N, 52% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, диаммофоски – ДАФК – 10:26:26, азофоски – АЗФК – 15:15:15) и биопрепарата БисолбиФит проводили на опытных полях ФГБНУ Смоленской ГОСХОС Починковского района в 2012 – 2014 гг. Почва опытных участков дерново-подзолистая легкосуглинистая с низким содержанием гумуса (2,0%) и слабокислой реакцией почвенной среды (рН<sub>KCl</sub> 5,4). Содержание подвижного фосфора (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) низкое (42-48 мг/кг почвы), подвижного калия (K<sub>2</sub>O) среднее (101-105 мг/кг почвы). Общая площадь делянки 60 м<sup>2</sup>, учётная – 48 м<sup>2</sup>. Повторность опыта – трёхкратная. Расположение вариантов – рендомизированное. Изучаемая культура – яровой ячмень сорта Гонар. Удобрения в дозе N<sub>45</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub> (кроме аммофоса – N<sub>45</sub>P<sub>45</sub>) вносили под предпосевную культивацию.

В данных исследованиях термин «биомодификация» равнозначен понятию «биоминеральные удобрения» и означает нанесение биопрепарата на гранулы минеральных удобрений. Биомодификацию минеральных удобрений проводили в день посева путём механического перемешивания из расчёта 5 кг БисолбиФита на 1 т удобрения [5]. Учёт урожая зерна осуществляли в третью декаду августа со всей учётной площади поделочно. Урожайность зерна приводили к стандартной 14%-ной влажности. Показатели структуры урожая определяли по методике Госсортосети. Анализ почвы, зерна и растений выполняли по соответствующим ГОСТам и общепринятым методикам. Статистическую обработку данных проводили методом дисперсионного анализа с использованием программы STAT VNIA.

**Результаты и их обсуждение.** Анализ структуры урожая позволил установить закономерности формирования урожая и проследить его зависимость от многообразия факторов внешней среды, а также от действия различных химических веществ. Влияние минеральных

удобрений и биопрепарата на структуру урожая ярового ячменя показано в таблице 1. Установлено, что в вариантах с применением биопрепарата процесс формирования элементов структуры урожая протекал более активно.

**1. Влияние минеральных удобрений и биопрепарата БисолбиФит на структуру урожая ярового ячменя (в среднем за 2012 – 2014 гг.)**

Вариант опыта	Число зерен в 1 колосе	Масса зерна с 1 колоса, г	Масса 1000 зерен, г
1. Контроль (б/у)	14,6	0,54	37,1
2. АФ	17,1	0,66	38,9
3. АФ + БП	17,6	0,69	39,4
4. ДАФК	18,1	0,75	41,6
5. ДАФК + БП	18,6	0,80	43,2
6. АЗФК	18,4	0,74	40,5
7. АЗФК + БП	18,9	0,78	41,6
НСР <sub>05</sub> : А	1,5	0,08	1,5
В	0,4	0,03	0,8

Примечание. Фактор А – минеральные удобрения, фактор В – биопрепарат БисолбиФит (БП).

Количество зёрен в колосе при применении аммофоса, диаммофоски и азофоски увеличилось на 17-26% по сравнению с контролем. Биомодификация перечисленных минеральных удобрений повышала исследуемый показатель на 0,5 шт., или на 3%.

Улучшение условий минерального питания растений положительно сказывалось и на формировании массы зерна с одного колоса, увеличивая её на 0,12-0,21 г, или на 22-39%. Применение биопрепарата также повышало массу зерна с 1 колоса до 7%.

Установлено положительное действие минеральных удобрений и биопрепарата на выполненность и крупность зерна. При внесении всех форм удобрений создавались лучшие условия для налива зерна, о чём свидетельствует увеличение массы 1000 зёрен на 5-12%. Нанесение биопрепарата на гранулы удобрений способствовало дальнейшему росту массы 1000 зёрен, дополнительно повышая её на 4%.

Таким образом, обработка удобрений биопрепаратом усиливала формирование генеративных органов, что в итоге отразилось на величине урожайности зерна ячменя.

Несмотря на то, что погодные условия 2012 г. характеризовались резким изменением суммы выпавших осадков (от 145 мм в июне до 24 мм в июле), в этот год получен максимальный урожай зерна за всё время проведения эксперимента (табл. 2). При внесении минеральных удобрений урожайность зерна ячменя возросла на 22-41%. Обработка удобрений биопрепаратом БисолбиФит увеличила урожай зерна по сравнению с контролем в 1,3-1,5 раза.

**2. Влияние минеральных удобрений и биопрепарата БисолбиФит на урожайность зерна ярового ячменя сорта Гонар**

№ варианта опыта	2012 г.		2013 г.		2014 г.		В среднем	
	урожайность, т/га	прибавка от БП, %	урожайность, т/га	прибавка от БП, %	урожайность, т/га	прибавка от БП, %	урожайность, т/га	прибавка от БП, %
1	2,7	-	2,1	-	2,4	-	2,4	-
2	3,3	-	2,9	-	3,0	-	3,1	-
3	3,6	9	3,3	14	3,5	17	3,5	13
4	3,7	-	3,2	-	3,5	-	3,4	-
5	3,9	5	3,6	13	3,8	9	3,8	12
6	3,8	-	3,3	-	3,4	-	3,5	-
7	4,0	5	3,8	12	3,9	12	3,9	11
Р, %	4,90		4,78		4,65		4,80	
НСР <sub>05</sub> : А	0,4		0,3		0,3		0,3	
В	0,2		0,2		0,2		0,2	

Метеоусловия 2013 г. были достаточно благоприятными для развития растений ярового ячменя. Применение аммофоса, диаммофоски и азофоски повышало урожайность ячменя на 38-57%. Нанесение биопрепарата на гранулы вышеуказанных форм удобрений давало дополнительно 14-13% зерна.

В среднем за три года исследований урожайность ячменя только от применения минеральных удобрений повысилась на 0,7-1,1 т/га, или на 29-46%. Обработка удобрений биопрепаратом БисолбиФит дополнительно увеличила урожайность на 11-13%.

Один из наиболее важных показателей, характеризующих потребность сельскохозяйственной культуры в минеральных удобрениях, – химический состав растений. Анализ полученных данных свидетельствует о том, что содержание азота, фосфора и калия, как в зерне ярового ячменя, так и в соломе зависело от условий питания. Содержание азота и фосфора было выше в зерне, калия – в соломе (табл. 3).

**3. Содержание и вынос основных элементов питания урожаем ярового ячменя (в среднем за 2012 – 2014 гг.)**

№ вариан- та опыта	Азот			Фосфор	Калий	Суммарный вынос урожа- ем (зерно + солома), кг/га		
	%							
Зерно						Азот	Фосфор	Калий
1	1,59		0,79	0,51	61	28	46	
2	1,67		0,83	0,55	81	38	63	
3	1,71		0,86	0,58	93	45	75	
4	1,68		0,86	0,60	88	43	78	
5	1,71		0,89	0,61	97	49	84	
6	1,63		0,87	0,59	89	46	77	
7	1,69		0,89	0,60	99	51	86	
Солома								
1	0,66		0,27	1,01	-	-	-	
2	0,70		0,30	1,08	-	-	-	
3	0,73		0,34	1,20	-	-	-	
4	0,69		0,31	1,30	-	-	-	
5	0,72		0,34	1,33	-	-	-	
6	0,70		0,33	1,23	-	-	-	
7	0,71		0,35	1,32	-	-	-	

Обработка минеральных удобрений биопрепаратом повышала содержание в зерне ячменя азота и фосфора – на 2-4%, калия – на 2-5%. Также происходило увеличение содержания основных макроэлементов в соломе: азота – до 4%, фосфора – до 13 и калия – до 11%.

Химический состав растений служит основой для расчёта выноса элементов питания с урожаем. В среднем за три года исследований биомодификация минеральных удобрений обеспечила устойчивое дополнительное возрастание суммарного выноса с урожаем: азота на 11-14%, фосфора – на 12-18, калия – на 12-19%.

Агрономическую эффективность использования минеральных удобрений и биомодификации удобрений биопрепаратом оценивали по окупаемости 1 кг NPK прибавкой урожая зерна: чем больше получено кг зерна на 1 кг д.в. удобрений, тем эффективнее используемая технология. Окупаемость биоминеральных удобрений прибавкой урожая зерна ярового ячменя свидетельствует об их высокой агрономической эффективности. При внесении обычных форм удобрений окупаемость колебалась от 8,4 до 11,8 кг зерна ячменя на 1 кг д.в. удобрений (рис.). Биомодификация минеральных удобрений дополнительно повышала данный показатель на 2,4-6,8 кг/кг (по сравнению с вариантом без обработки биопрепаратом).

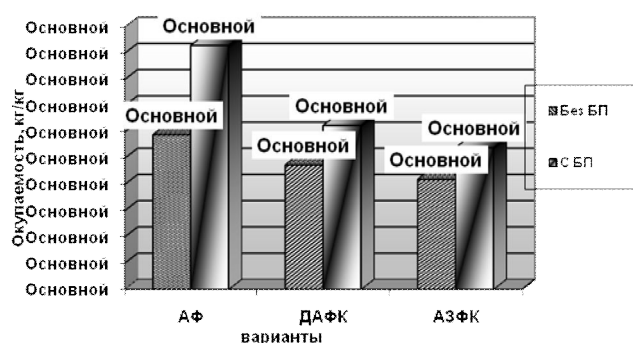


Рис. Окупаемость удобрений прибавкой урожая зерна ярового ячменя при использовании биопрепарата (в среднем за 2012 – 2014 гг.)

#### 4. Окупаемость дополнительных затрат на модификацию минеральных удобрений (в среднем за 2012-2014 гг.)

Показатель	АФ	ДАФК	АЗФК
1. Доза внесённых удобрений, кг д.в./га	87	173	300
2. Доза модификатора на 1 кг удобрений, кг		0,005	
3. Доза модификатора в расчёте на 1 га, кг	0,435	0,865	1,5
4. Цена 1 кг модификатора с НДС, руб.		250	
5. Стоимость модификатора в расчёте на 1 га, руб.	108,8	216,3	375,0
6. Стоимость модификации 1 т удобрений, руб. (устанавливает завод)		1300	
7. Дополнительная прибавка урожайности ячменя за счёт использования биомодификатора, ц/га	3,8	3,1	3,3
8. Дополнительные затраты, руб/га:			
на модификатор	108,8	216,3	375,0
модификацию	113,1	224,9	390,0
уборку дополнительного урожая	28,5	23,3	24,8
Всего дополнительных затрат, руб/га	250,4	464,4	789,8
9. Цена ячменя, руб/ц		1000	
10. Прибавка урожайности за счёт модификации удобрений в денежном выражении, руб/га	3800	3100	3300
11. Прибыль, руб/га	3549,7	2635,6	2510,3
12. Окупаемость дополнительных затрат на модификацию удобрений, руб/руб.	14,2	5,7	3,2

С учетом стоимости прибавки урожая зерна ячменя за счёт модификации удобрений, дополнительных затрат на модификацию и уборку дополнительного урожая, стоимости биопрепарата рассчитаны прибыль от модификации минеральных удобрений и окупаемость дополнительных затрат на модификацию удобрений (табл. 4).

Окупаемость дополнительных затрат на использование биомодифицированных минеральных удобрений, в зависимости от формы удобрений, равна 3,2-14,2 руб/руб, что и составляет чистую прибыль.

**Закключение.** Таким образом, проведенные исследования по возделыванию ярового ячменя с использованием биоминеральных удобрений, позволяют сделать вывод о том, что обработка комплексных минеральных удобрений биопрепаратом БисолбиФит оказала положительное влияние на урожайность, структуру урожая, химический состав зерна и вынос основных элементов питания урожаем ячменя. Использование биомодифицированных удобрений, как и любых других инноваций, требует дополнительных затрат. Однако эти дополнительные затраты дают эффект, в 3,2-14,2 раза превышающий данные затраты.

#### Литература

1. Пашкевич, Е.Б. Биологическое обоснование создания и особенности применения биопрепаратов, содержащих *Bacillus subtilis*, для защиты растений от фитопатогенов / Е.Б. Пашкевич // Проблемы агрохимии и экологии. – 2009. – №2. – С. 41-47.
2. Чернова, Л.С. Ячмень / Л.С. Чернова, А.Ю. Гаврилова. – В кн.: Применение биомодифицированных минеральных удобрений: [моногр.] / В.К. Чеботарь, А.А. Завалин, А.Г. Ариткин. – Ульяновск: Ульяновский государственный университет, 2014. – С. 47-67.
3. Chebotar, V. EXTRASOL – A new multifunctional biopreparation for ecologically safe agriculture / V. Chebotar, A. Khotyanovich, A. Cazacov // In: Practice Oriented Results on Use and Production of Neem Ingredients and Pheromones IX. H. Kleeberg & C.P.W. Zebits (eds), 2000. Druck & Graphic, Giessen. – P. 127-134.
4. Завалин, А.А. Влияние минеральных удобрений, биомодифицированных микробным препаратом БисолбиФит, на урожай ярового ячменя / А.А. Завалин, Л.С. Чернова, А.Ю. Гаврилова, В.К. Чеботарь // Агрохимия. – 2015. – №4. – С. 21-33.
5. Завалин, А.А. Биологизация минеральных удобрений как способ повышения эффективности их использования / А.А. Завалин, В.К. Чеботарь, А.Г. Ариткин, Д.Б. Сметов // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – №9. – С. 45-48.

## INFLUENCE OF COMPLEX MINERAL FERTILIZERS AND BIOLOGICAL PRODUCT BISOLBIFIT ON THE YIELD AND QUALITY OF SPRING BARLEY GRAIN

A.Yu. Gavrilova<sup>1</sup>, L.S. Chernova<sup>2</sup>, A.A. Zavalin<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Federal Research Center of Fiber Crops, Komsomolskiy pr. 17/56, 170041 Tver, Russia

<sup>2</sup> Pryanishnikov Institute of Agrochemistry, Pryanishnikova ul. 31A, 127434 Moscow, Russia,  
e-mail: zavalin52@mail.ru

The data on the effect of fertilizers on the granules of which the microbial preparation BisolbiFit (microbiological fertilizer), on the yield and grain quality of spring barley are presented. It was established that the use of ammophos, diamphoska and azophoska on the soddy-podzolic light loamy soil of the Smolensk region increased the grain yield by 29-46%, or 0.7-1.1 t/ha. Due to the processing of the above fertilizers with BisolbiFit biological product, the yield increased by another 11-13%. Fertilizer biomodification had a positive effect on the elements of the structure of the barley crop: the spike grains increased by 3%, the grain weight from 1 spike by 22-39%, the weight of 1000 grains up to 4%.

Key words: spring barley, mineral fertilizers, biomineral fertilizers, biomodification of fertilizers, biological product, BisolbiFit, productivity, grain quality.