

## ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ И ФЛАВОБАКТЕРИНА НА УРОЖАЙНОСТЬ И ВЫНОС ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ ЯЧМЕНЕМ ЯРОВЫМ В ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

*В.В. Суров, к.с.-х.н., О.В. Чухина, к.с.-х.н., Е.И. Куликова, к.с.-х.н., С.Л. Анфимова, Вологодская ГМХА*

В условиях Вологодской области на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве применение расчетных систем удобрения существенно повышало урожайность зерна ячменя ярового в 7-польном полевом севообороте, как на фоне биопрепарата Флавобактерин, так и без него. Удобрения и бактериализация семян ячменя Флавобактерином достоверно увеличивали по сравнению с контролем вынос азота, фосфора, калия с урожаем и фактические балансовые коэффициенты использования элементов питания из удобрений и почвы, оплату удобрений прибавкой урожая.

**Ключевые слова:** ячмень яровой, урожайность, севооборот, доза удобрения, Флавобактерин, балансовые коэффициенты, оплата удобрений прибавкой урожая.

Одна из основных зерновых культур, высеваемых в Вологодской области, - ячмень яровой. Применение удобрений в интенсивном земледелии дает высокую оплату только, если учитываются все факторы, влияющие на их эффективность [9]. Использование дерново-подзолистых почв без пополнения запасов органического вещества и питательных элементов заметно снижает их плодородие. Длительное внесение только минеральных удобрений отрицательно сказывается на химических, физико-химических и биологических свойствах почвы [1].

Биопрепараты комплексного действия на основе ризосферных микроорганизмов помогают резко сократить применение минеральных и органических удобрений. Ассоциативная азотфиксация обособивает возможность искусственно обогащать ризосферу не бобовых растений путем инокуляции семян или корней отобранными штаммами бактерий, которые активно связывают молекулярный азот [6,8].

От применения биопрепарата Флавобактерин без азотного удобрения дополнительный вынос азота урожаем ячменя достигает 10 кг/га, фосфора 2-3 и калия 5 кг/га, а на фоне  $N_{30}$  он возрастает, соответственно, в 1,6; 2,5 и 2 раза, что связано с поглощением растениями почвенного азота, а также биологического и фиксированного бактериями препарата. Флавобактерин повышает коэффициент потребления растениями азота из удобрений в 1,5 раза [7].

В географической сети опытов по исследованию отзывчивости сортов ячменя на бактериализацию значительное увеличение выноса азота с урожаем от биопрепаратов к фону без внесения азота отмечено на дерново-подзолистой легкосуглинистой и менее значительное на дерново-подзолистой среднесуглинистой почвах. Доказано, что инокуляция семян ячменя препаратами ризосферных диазотрофов в различных почвенно-климатических условиях повышает хозяйственный вынос азота по сравнению с фосфорно-калийным фоном за счет роста урожайности основной и побочной продукции и накопления в ней этого элемента [3].

По данным Е.Г. Волкова [2], применение фосфорно-калийных удобрений увеличивает содержание белка в зерне ячменя до 9,4%, а внесение НРК - до 9,7%. Бактериализация семян ячменя Флавобактерином влияет на белковость зерна: на РК фоне прибавка 0,1%, на НРК - 0,6%.

Цель исследований - оценить эффективность применения биопрепарата Флавобактерин в чистом виде и на фоне различных систем удобрения под ячмень яровой в звене полевого севооборота. В условиях полевого севооборота данный вопрос в Вологодской области не изучен.

**Методика.** В 2010 г. на опытном поле ВГМХА заложен 7-польный полевой севооборот, развёрнутый в пространстве и во времени. Например, в 2012 г. чередование культур по полям было следующим: 1 - картофель, 2 - ячмень с подсевом клеверотимофеечной смеси, 3 - клеверотимофеечная смесь 1-го года пользования, 4 - клеверотимофеечная смесь 2-го года пользования, 5 - лён-долгунец, 6 - викоовсяная смесь, 7 - озимая рожь. Чередование культур в 2013 г.: 1 - ячмень + клеверотимофеечная смесь, 2 - клеверотимофеечная смесь 1-го г.п., 3 - клеверотимофеечная смесь 2-го г.п., 4 - лён-долгунец, 5 - викоовсяная смесь, 6 - озимая рожь, 7 - картофель.

Изучали ячмень яровой (сорт Отра) с подсевом клеверотимофеечной смеси (клевер - сорт Седум + тимopheвка - сорт ВИК 9) в звене семипольного севооборота (викоовсяная смесь, озимая рожь, картофель, ячмень). Почва опытного участка дерново-подзолистая легкосуглинистая среднекультуренная. Перед закладкой опыта пахотный слой почвы опытного участка имел следующие показатели:  $pH_{KCl}$  5,4, содержание гумуса 1,54%, подвижного фосфора - 270 мг/кг, подвижного калия - 124 мг/кг почвы.

В опыте исследовали дозы удобрений, рассчитанные по методике Ю.П. Жукова [5], учитывая последствие торфо-навозного компоста, на получение плановой урожайности ячменя (на 3-5 вар.) - 3,5 т/га. Содержание элементов питания в торфо-навозном компосте (%): N - 0,45,  $P_2O_5$  - 0,19,  $K_2O$  - 0,56. В вариантах с удобрениями балансовые коэффициенты ( $K_6$ ) по фосфору соответствовали 100%, по калию - 200%, а по азоту были разными.

Схема опыта включала: 1 вар. - без удобрений (контроль); 2 вар. -  $P_{30}$  ( $K_6=100\%$ ) +  $K_{35}$  ( $K_6=200\%$ ) - минеральная система удобрения (Фон); 3 вар. - Фон +  $N_{90}$ ,  $K_6 = 110\%$  - минеральная система удобрения; 4 вар. -  $P_{10}K_{10} + N_{60}$ ,  $K_6 = 70\% + 40$  т/га торфо-навозного компоста, внесенного под предшествующий (под картофель) - органоминеральная система удобрения, эквивалентная 5 варианту по количеству вносимого действующего вещества; 5 вар. -  $P_{30}K_{35} + N_{140}$ ,  $K_6 = 70\%$  - минеральная система удобрения.

Дозы удобрений изучали без обработки посевного материала Флавобактерином (1) и с обработкой (2).

Микробиологический препарат Флавобактерин содержит ассоциативные ризобактерии с заданным титром и определенными свойствами, которые относятся к роду *Flavobacterium sp.*. Продуцируемые ими физиологически активные вещества с антибиотиком флавоцин обладают широким спектром действия [10].

Площадь каждой опытной делянки 11 м<sup>2</sup> (5,5 м x 2 м), учетная площадь - не менее 10 м<sup>2</sup>. Повторность опыта - четырехкратная, размещение вариантов - систематическое. Использовали двойной суперфосфат (43%), хлорид калия (60%) и аммиачную селитру (34%). Бактериализацию Флавобактерином проводили вручную под навесом непосредственно в день посевных работ из расчета 600 г на гектарную норму посева семян.

Технология возделывания - общепринятая для Северо-Западной зоны. Учёт урожайности проводили сплошным методом - взвешиванием основной продукции с учетной площадью делянки. Урожай соломы определяли по пробному снопу. Урожай приведён к стандартной влажности: зерно - 14%, солома - 16%.

Обработка полученных данных осуществлена методом двухфакторного дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову с использованием табличного процессора Microsoft Excel [4].

**Результаты и их обсуждение.** Как известно, ячмень обладает повышенной жароустойчивостью, а от фазы выхода в трубку до колошения наиболее чувствителен к недостатку влаги. Если в фазе выхода в трубку почвенной влаги недостаточно, в колосе увеличивается число бесплодных колосков, что приводит к снижению урожая.

Сравнительно короткий период вегетации ячменя ярового не позволил в 2010-2012 гг. получить плановый урожай зерна в 3,5 т/га. Это объясняется сильной засухой (особенно в 2010 и 2011 г.) с середины июня до середины июля, когда растения проходят фазу выход в трубку-цветение. Плановая урожайность была получена только в 2013 г. (табл. 1).

### 1. Урожайность зерна ячменя с подсевом клеверотимофеечной смеси, т/га

№	По фактору А (удобрения)	По фактору В (обработка Флавобактерином)								Среднее по фактору В	
		2010 г.		2011 г.		2012 г.		2013 г.			
		1*	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	Без удобрений	2,0	2,3	1,8	2,1	2,0	2,3	2,9	2,9	2,2	2,4
2	P <sub>30</sub> K <sub>35</sub>	2,2	2,4	2,1	2,3	2,4	2,7	3,3	3,5	2,5	2,7
3	P <sub>30</sub> K <sub>35</sub> + N <sub>90</sub>	2,5	2,6	2,2	2,5	2,6	3,1	3,5	3,8	2,7	3,0
4	P <sub>10</sub> K <sub>10</sub> +N <sub>60</sub> +40 т/га т.к.(1-й год послед. действия)	2,6	2,9	2,5	2,6	2,6	3,4	3,7	3,9	2,8	3,2
5	P <sub>30</sub> K <sub>35</sub> + N <sub>140</sub>	2,7	2,8	2,4	2,6	2,6	3,2	3,6	3,9	2,8	3,1
Среднее по фактору А		2,4	2,6	2,2	2,4	2,4	2,9	3,4	3,6	2,6	2,9
HCP <sub>05</sub>		HCP <sub>A</sub> = 0,09 HCP <sub>B</sub> = 0,06 HCP <sub>AB</sub> = -	HCP <sub>A</sub> = 0,16 HCP <sub>B</sub> = 0,10 HCP <sub>AB</sub> = -	HCP <sub>A</sub> = 0,13 HCP <sub>B</sub> = 0,08 HCP <sub>AB</sub> = 0,06	HCP <sub>A</sub> = 0,11 HCP <sub>B</sub> = 0,07 HCP <sub>AB</sub> = -	HCP <sub>A</sub> = 0,13 HCP <sub>B</sub> = 0,08 HCP <sub>AB</sub> = -					

\* Здесь и в последующих таблицах: 1- без обработки биопрепаратом, 2- с обработкой.

### 2. Содержание азота, фосфора, калия в зерне и соломе ячменя, % на абсолютно сухое вещество

Вариант опыта	Зерно		Солома		Зерно		Солома		Зерно		Солома	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
	Азот				Фосфор				Калий			
1. Контроль	1,83	1,87	0,82	0,87	0,81	0,84	0,33	0,34	0,71	0,75	2,01	2,07
2. P <sub>30</sub> K <sub>35</sub>	1,95	2,04	0,87	0,96	0,81	0,85	0,34	0,37	0,71	0,77	2,05	2,13
3. P <sub>30</sub> K <sub>35</sub> + N <sub>90</sub>	2,06	2,17	0,94	1,02	0,83	0,88	0,35	0,38	0,74	0,81	2,06	2,18
4. P <sub>10</sub> K <sub>10</sub> + N <sub>60</sub> +т.к	2,16	2,38	1,06	1,17	0,87	0,92	0,39	0,43	0,79	0,89	2,11	2,34
5. P <sub>30</sub> K <sub>35</sub> + N <sub>140</sub>	2,12	2,26	1,05	1,11	0,88	0,94	0,39	0,42	0,76	0,82	2,16	2,33
HCP <sub>05</sub>	HCP <sub>A</sub> = 0,09 HCP <sub>B</sub> = 0,06 HCP <sub>AB</sub> = -		HCP <sub>A</sub> = 0,10 HCP <sub>B</sub> = - HCP <sub>AB</sub> = -		HCP <sub>A</sub> = 0,03 HCP <sub>B</sub> = 0,02 HCP <sub>AB</sub> = -		HCP <sub>A</sub> = 0,02 HCP <sub>B</sub> = 0,01 HCP <sub>AB</sub> = -		HCP <sub>A</sub> = 0,03 HCP <sub>B</sub> = 0,02 HCP <sub>AB</sub> = -		HCP <sub>A</sub> = 0,11 HCP <sub>B</sub> = 0,07 HCP <sub>AB</sub> = -	

Наибольшее содержание азота и фосфора в зерне ячменя отмечено при применении Флавобактерина. Расчетные системы удобрения (вар. 3-5) повысили содержание азота в зерне – в 1,1-1,2 раза, в соломе – в 1,1-1,3 раза. При применении биопрепарата наблюдалась тенденция к увеличению содержания азота в зерне и соломе на 2-10%.

Содержание фосфора в получаемой продукции изменялось (в среднем в 1,1 раза) в зависимости от дозы внесения удобрений, что объясняется очень высоким количеством подвижного фосфора в почве и доступностью его для растений. На фоне применения биопрепарата увеличивалось содержание фосфора в зерне (на 3-7%) и соломе (на 3-10%).

Изучаемые расчетные системы удобрения достоверно увеличивали содержание калия в основной и побочной продукции, в среднем в 1,1-1,2 раза. При применении биопрепарата так же возрастало содержание калия в зерне (на 5-12%) и соломе (на 3-11%).

Доза азота 140 кг д.в./га не дала значительной прибавки зерна ячменя по сравнению с дозой 90 кг д.в./га. В среднем за годы наблюдений фосфорно-калийные удобрения обеспечили прибавку урожая 0,3 т/га (13%) без бактериализации Флавобактерином и также 0,3 т/га (12%) при его использовании. Варианты с расчетными системами удобрения (вар. 3-5) обеспечили прибавку зерна 0,5-0,6 т/га (23-27%) без обработки биопрепаратом и 0,6-0,8 т/га (25-33%) при инокуляции семян, а в целом, соответственно, 77-80 и 86-91% плановой урожайности.

В среднем за годы исследований бактериализация семян ячменя Флавобактерином достоверно повышала урожайность (на 0,2-0,4 т/га, что соответствует 8-14%); влияние взаимодействия биопрепарата и различных доз удобрений (фактор АВ) не установлено. На контроле Флавобактерин в среднем повышал урожайность культуры всего на 9%.

Более высокие ежегодные урожаи зерна ячменя отмечены при органоминеральной системе удобрения (N<sub>60</sub>P<sub>10</sub>K<sub>10</sub> + 1 год послед. действия 40 т/га торфонавозного компоста) с бактериализацией Флавобактерином, что подтверждает отзывчивость культуры на удобрения.

Соотношение зерна к соломе ячменя по годам исследований мало изменялось в зависимости от изучаемых доз удобрений и незначительно от применения биопрепарата – в среднем на 1-5%.

Урожайность соломы заметно зависела от природного фактора. Кроме того, расчетные системы удобрения и инокуляция Флавобактерином достоверно увеличили её, соответственно, в 1,2-1,4 раза, или на 10-17%. Максимальная урожайность соломы ячменя (3,4 т/га), превысив урожай зерна, отмечена при органоминеральной системе удобрения на фоне биопрепарата. В целом, более высокие дозы азота способствовали накоплению большей биомассы растений, а соответственно и побочной продукции.

За весь период наблюдений расчетные системы удобрения увеличивали содержание азота, фосфора и калия в зерне и соломе ячменя, а внесение только фосфорно-калийных удобрений незначительно влияло на содержание минеральных элементов (табл. 2).

В среднем за годы исследований расчетные системы удобрения (вар. 3-5) обеспечили продуктивность ячменя 2,87-3,02 т к.ед/га в год. Флавобактерин на этих же вариантах увеличивал продуктивность на 0,32-0,44 т к.ед/га (рис. 1).

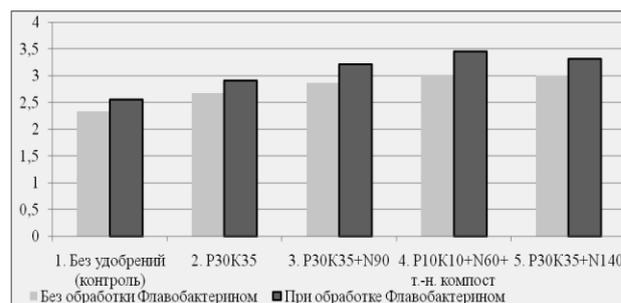


Рис. 1. Продуктивность ячменя (в среднем за годы исследований), т к.ед/га

Наибольшая продуктивность ячменя в среднем за годы исследований отмечена при органо-минеральной системе питания (4 вар.). Как видно из рисунка 1, бактерицизация биопрепаратом достоверно повышала продуктивность ячменя, она достигла 3,46 т к.ед./га в год при обработке Флавобактерином.

Вносимые удобрения увеличивали содержание сырого протеина в зерне ячменя (рис. 2).

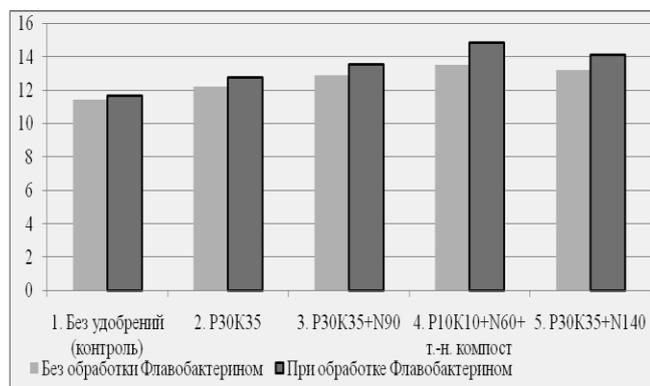


Рис. 2. Содержание сырого протеина в зерне ячменя (в среднем за годы исследований), %

Фосфорно-калийные удобрения увеличивали содержание сырого протеина в среднем на 0,76%, а возрастающие дозы азота по сравнению с контролем повышали его на 1,45-2,09%. Применение Флавобактерина достоверно увеличивало содержание сырого протеина в зерне на 0,23-1,31%.

Сбор сырого протеина с урожаем закономерно возрастал по вариантам в зависимости от его содержания в зерне и получаемой урожайности. Наибольший сбор сырого протеина в зерне ячменя (0,38-0,4 т/га в абсолютно сухом веществе) отмечен при органо-минеральной и минеральной системах удобрения в 4 и 5 вариантах (с максимальной дозой азота) на фоне обработки Флавобактерином.

Результат отрицательного баланса свидетельствует о том, что достигнут высокий уровень урожайности ярового ячменя (табл. 3).

### 3. Баланс питательных элементов под ячменем (в среднем за годы исследований)

Показатель	Элемент, соединенные	Вариант опыта							
		2		3		4		5	
		1	2	1	2	1	2	1	2
Средневзвешенный ежегодный хозяйственный вынос, кг/га	N	60	70	68	81	77	98	75	89
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	24	28	26	32	30	37	30	35
	K <sub>2</sub> O	58	67	60	74	69	89	67	81
Среднегодовое внесение удобрений, кг/га	N	-	-	90	90	140	140	140	140
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	30	30	30	30	30	30	30	30
	K <sub>2</sub> O	35	35	35	35	35	35	35	35
Баланс, кг/га	N	-	-	+2	+9	+6	+4	+6	+5
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	+6	+2	+4	-2	0	-7	0	-5
	K <sub>2</sub> O	-23	-32	-25	-39	-34	-54	-32	-46
Балансовые коэффициенты (K <sub>б</sub> ), %	N	-	-	75	90	55	70	53	63
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	80	93	87	106	100	123	100	117
	K <sub>2</sub> O	165	191	171	211	197	254	191	231

В результате запланированного отрицательного баланса по калию (K<sub>б</sub> = 200%), лимитирующим фактором в опыте оказался его недостаток, возможно, поэтому более высокая урожайность не получена.

Хозяйственный вынос ячменем элементов питания из удобрений и почвы менялся по годам наблюдений в зависимости от величины урожая основной и побочной продукции и содержания в ней азота, фосфора, калия и возрастал с повышением вносимых доз удобрений.

В среднем за 2010-2013 гг. исследований хозяйственный вынос азота, фосфора, калия с урожаем ячменя на контроле составил, соответственно, 49, 20, 47 кг/га без Флавобактерина и 56, 24, 56 кг/га при его применении. Расчетные дозы азотных, фосфорных и калийных удобрений увеличили по сравнению с контролем вынос азота с урожаем в 1,4-1,6 раза, фосфора и калия в 1,3-1,5 раза. При применении Флавобактерина вынос азота, фосфора и калия с урожаем увеличился, соответственно, на 14-27, 17-23, 15-29%.

Фактические балансовые коэффициенты (K<sub>б</sub>) использования азота ячменем уменьшаются при внесении более высоких доз азота, а фосфора и калия, наоборот, возрастают. Флавобактерин способствует увеличению K<sub>б</sub> использования элементов питания из почвы и удобрений (рис. 3).

В среднем за период наблюдений, фактические K<sub>б</sub> использования азота удобрений и почвы были ниже планового в вар. 3-5 без применения Флавобактерина на 15-35%. Это свидетельствует о неиспользовании растениями ячменя значительного количества азота удобрений, возможно, из-за недостаточного количества влаги, что привело к уменьшению урожая в неблагоприятные годы.

В вариантах как без обработки Флавобактерином, так и с его применением, при внесении меньшей дозы азота (отрицательный баланс, K<sub>б</sub>=110%) фактические K<sub>б</sub> были выше, чем при более высоких дозах (вар. 4 и 5). Это связано с усиленным потреблением растениями ячменя почвенного азота для создания урожая, что приводит к истощению его запасов. При повышенных дозах азота в вар. 4 и 5 (положительный баланс, K<sub>б</sub>=70%) в среднем фактические K<sub>б</sub> по азоту с применением биопрепарата были практически равны плановым.

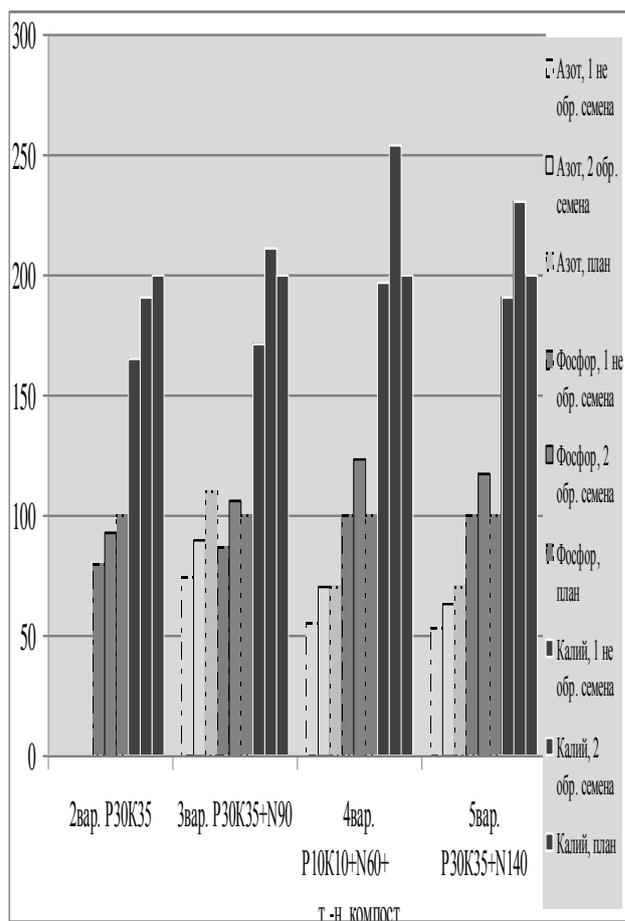


Рис. 3. Фактические K<sub>б</sub> использования азота, фосфора, калия ячменем из удобрений и почвы в сравнении с плановыми за годы исследований, %

Фактические K<sub>б</sub> по фосфору (нулевой баланс, K<sub>б</sub>=100%) и калию (отрицательный баланс, K<sub>б</sub>=200%) в среднем были близки к плановым в вар. 3-5 без Флавобактерина. Фактические K<sub>б</sub> по калию были ниже плановыми.

вого уровня при внесении фосфорно-калийных удобрений без применения биопрепарата (вар. 2) на 35%, а в вар.3-5 – на 2-29%. Видимо, лимитирующим фактором в опыте является также содержание в пахотном слое почвы доступных для растений форм азота.

Более высокие фактические  $K_6$  использования фосфора и калия ячменем отмечены при органоминеральной системе, что связано с лучшей доступностью элементов растениям в данном варианте.

Применение биопрепарата Флавобактерин для инокуляции семян ячменя увеличило  $K_6$  азота на 10-15%, фосфора – на 14-23, калия – на 27-58%. Флавобактерин за счет ассоциативных diaзотрофов способствует доступности азота атмосферы растениям ячменя, что улучшает азотный режим и, в целом, повышает коэффициент потребления других элементов питания из почвы и минеральных удобрений.

Исучаемые дозы удобрений в среднем за 2010-2013 гг. исследований обеспечили высокую эффективность. Прибавка урожая зерна ячменя от них составила 0,3-0,8 т/га (табл. 4).

#### 4. Оплата удобрений прибавкой урожайности зерна ячменя в среднем за годы исследований

Вариант опыта	Доза удобрения, кг д.в/га		Прибавка урожая, кг/га		Оплата, кг/кг д.в.	
	1	2	1	2	1	2
1. Без удобрений (контроль)	-	-	-	-	-	-
2. $P_{30}K_{35}$ (Фон)	65	65	300	300*	4,6	4,6
3. $P_{30}K_{35} + N_{90}$	155	155	500	600	3,2	3,9
4. $P_{10}K_{10} + N_{60} + 40$ т/га т.н. к.(1-й год последствия)	205	205	600	800	2,9	3,9
5. $P_{30}K_{35} + N_{140}$	205	205	600	700	2,9	3,4

\*Прибавка дана к контролю без удобрений с применением биопрепарата.

Наибольшая прибавка зерна ячменя, особенно на фоне обработки Флавобактерином, отмечена в вар. 4 (органоминеральная система), что подтверждает повышение эффективности удобрений за счет последствия внесенного торфонавозного компоста.

Возрастающие дозы азотных удобрений не обеспечили высокую оплату урожаем ячменя. Применение Флавобактерина увеличило оплату удобрений на 0,5-1,0 кг зерна ячменя, причем наибольшее увеличение оплаты от биопрепарата наблюдается при органоминеральной системе удобрения (вар. 4).

Учитывая дозу удобрения под ячмень и продуктивность культуры в среднем за годы исследований, рассчитана оплата 1 кг действующего вещества удобрений прибавкой кормовых единиц при обработке Флавобактерином и без обработки (рис. 4). В среднем за годы исследований применение удобрений на ячмене обеспечило высокую оплату 1 кг д. в. удобрений прибавкой кормовых единиц, а возрастающие дозы азотных удобрений не обеспечили повышения оплаты. Инокуляция зерна на ячмене флавобактерином увеличивала оплату удобрений прибавкой кормовых единиц на 0,44-1,03 кг к.ед/кг д.в.

**Заключение.** В Вологодской области в условиях полевого севооборота за 2010-2013 г. исследований выявлена оптимальная доза удобрения для ячменя ярового:  $N_{60}P_{10}K_{10} + 40$  т/га торфонавозного компоста (1-й год последствия) с применением Флавобактерина ( $K_6$  по азоту = 70%). Рассчитанные с помощью балансовых коэффициентов дозы удобрений и применение биопрепарата позволили получить высокий уровень урожайности ячменя, о чем свидетельствуют результаты отрицательного баланса. Расчетные системы удобрения (вар. 3-5) увеличивали содержание азота и калия в зерне и соломе ячменя, а на фоне биопрепарата – и фосфора.

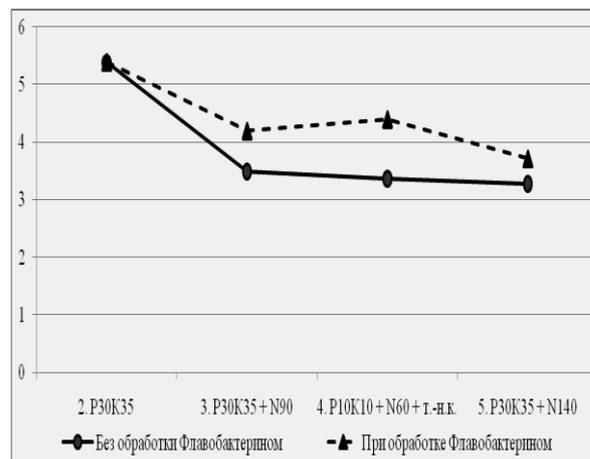


Рис. 4. Оплата удобрений прибавкой кормовых единиц (в среднем за 2010-2013 г. исследований), кг к.ед/кг д.в.

Применение изучаемых доз удобрений обеспечило продуктивность ячменя на уровне 2,87-3,02 т к.ед/га в год, а возрастающие дозы азота увеличили содержание сырого протеина в ячмене на 2,09%. Фактические балансовые коэффициенты ( $K_6$ ) использования азота ячменем уменьшаются при внесении более высоких доз азота, а фосфора и калия, наоборот, возрастают в зависимости от расчетных систем удобрения. Отмечено повышение агрономической эффективности минеральных удобрений последствием внесимого торфонавозного компоста в дозе 40 т/га. При внесении только фосфорно-калийных удобрений вынос элементов питания единицей урожая увеличивался мало, а с внесением полного минерального удобрения достоверно повышался вынос азота и калия, в то же время хозяйственный вынос азота, фосфора и калия возрастал с повышением доз азота, особенно на фоне биопрепарата. Применение Флавобактерина повышало урожайность ячменя на 14%, достоверно увеличивало содержание азота в зерне в 1,1 раза, фосфора – в 1,07, калия – в 1,12 раза, улучшало качество основной продукции увеличением содержания сырого протеина в зерне на 0,23-1,31%, достоверно повышало продуктивность в кормовых единицах на 0,44 т/га, увеличивало окупаемость удобрений прибавкой урожайности на 1,0 кг зерна и окупаемость удобрений прибавкой кормовых единиц на 1,03 кг к.ед/кг д.в., увеличивало  $K_6$  по азоту на 10-15%, по фосфору – на 14-23, по калию – на 27-58%, уменьшало себестоимость продукции за счет повышения урожайности.

#### Литература

- Балабко, П.Н. Зависимость урожайности картофеля на дерново-подзолистых почвах от применения нетрадиционных органических и минеральных удобрений / П.Н. Балабко, А.М. Головкин, Т.И. Хуснетдинова, Н.Ф. Черкашина и др. // *АгроЭкоИнфо*. – 2012. – №1 (Электронный журнал) URL: [http://agroecoinfo.narod.ru/journal/TEXT/RUSSIAN/2012/st\\_12\\_annot.html](http://agroecoinfo.narod.ru/journal/TEXT/RUSSIAN/2012/st_12_annot.html).
- Волков, Е.Г. Влияние биопрепаратов и азотного удобрения на урожайность и качество зерна озимой ржи и ячменя на дерново-слабоподзолистой среднесуглинистой почве: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.04. – М., 2003. – 17 с.
- Волкогон, В.В. Влияние стимуляторов роста растений на активность процесса ассоциативной азотфиксации // *Микробиологический журнал*. – 1997. – Т.59. – №4. – С. 70-78.
- Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
- Жуков, Ю.П. Система удобрения в хозяйствах Нечерноземья. – М.: Московский рабочий, 1983. – 144 с.
- Завалин, А.А. Биопрепараты, удобрения и урожай. – М.: Изд-во ВНИИА, 2005. – 302 с.
- Завалин, А.А. Влияние удобрений и флавобактерина на ячмень / А. Завалин, Н. Алметов, Н. Никандрова, В. Бердников // *Главный агроном*. – 2010. – №11. – С. 22-25.
- Петров, В. Б. Микробиологические препараты в биологизации земледелия России / В. Б. Петров, В. К. Чеботарь, А. Е. Казаков // *Достижения науки и техники АПК*. – 2002. – №10. – С. 12-15.
- Стрижова, Ф.М. Растениеводство: учебное пособие / Ф.М. Стрижова, Л.Е. Царева, Ю.Н. Титов. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2008. – 219 с.
- Экос. Биопрепараты. Использование микробиологических препаратов на основе клубеньковых и ассоциативных ризобактерий в сельском хозяйстве. Описание и характеристика препаратов. – Каталог

**EFFECT OF FERTILIZERS AND FLAVOBAKTERIN ON THE YIELD OF SPRING BARLEY AND THE REMOVAL OF NUTRIENTS BY THE CROP IN THE VOLOGDA OBLAST**

**V.V. Surov, O.V. Chukhina, E.I. Kulikova, S.L. Anfimova, Vereshchagin Vologda State Dairy Farming Academy, ul. Shmidta 2, Molochnoe, Vologda oblast, 160555 Russia, [Dekanagro@molochnoe.ru](mailto:Dekanagro@molochnoe.ru)**

*The use of calculated fertilizing systems significantly increased the grain yield of spring barley in a seven-course field crop rotation on sandy loamy soddy-podzolic soil in Vologda oblast both with and without the application of the biological preparation Flavobakterin. Fertilization and the bacterization of barley seeds by Flavobakterin reliably increased, compared to the control, the removal of nitrogen, phosphorus, and potassium with the crop, the actual utilization coefficients of nutrients from fertilizers and soil, and the recoupage of fertilizers by grain increase.*

*Keywords: spring barley, yield, crop rotation, fertilizer rate, Flavobakterin, balance coefficients, recoupage of fertilizers.*

**Внимание! В статье авторов Жуков Ю.П., Чухина О.В., Токарева Н.В., Куликова Е.И. «Влияние различных доз удобрений на урожайность культур севооборота и агрохимические свойства дерново-подзолистой почвы», №2 2015 г. на стр. 15, третий абзац сверху, четвёртая- третья строки снизу ошибка в дозах гербицидов. Необходимо читать «...на картофеле – Лазурит, 1,0 кг/га, на ячмене – Сека-тор Турбо, МД – 0,07 л/га...».**