

ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ И МИКРОПРЕПАРАТОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ И ВЫНОС ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ КУЛЬТУРАМИ ЗВЕНА ПОЛЕВОГО СЕВООБОРОТА

О.В. Чухина, к.с.-х.н., В.В. Суров, Вологодская ГМХА

В условиях Вологодской области на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве применение расчетных систем удобрения существенно повышало урожайность зеленой массы викоовсяной смеси, зерна озимой ржи, клубней картофеля и зерна ячменя в 7-польном полевом севообороте как на фоне микропрепаратов Микориза и Флавобактерин, так и без инокуляции ими. Удобрения значительно увеличили по сравнению с контролем вынос азота, фосфора и калия с урожаем культур. Применение микропрепаратов увеличило вынос и фактические балансовые коэффициенты использования азота, фосфора и калия из удобрений и почвы, оплату удобрений.

Ключевые слова: викоовсяная смесь, озимая рожь, картофель, ячмень, урожайность, севооборот, доза удобрений, микропрепараты, балансовые коэффициенты, оплата удобрений.

Опыт мирового земледелия показывает, что уровень урожайности находится в прямой зависимости от количества применяемых удобрений. Удобрениям принадлежит решающая роль в повышении урожайности сельскохозяйственных культур, в увеличении производства продукции растениеводства [7]. Кроме того, освоение на дерново-подзолистых почвах Нечерноземной зоны севооборотов, насыщенных многолетними бобовыми травами, особенно при использовании удобрений, позволяет достигнуть положительный баланс органического вещества в почве и повысить продуктивность гектара севооборотной площади [8].

Применение микробиологических препаратов в земледелии РФ обеспечивает: экономию до 1 млн т азотных удобрений в год, оптимизацию фосфорного питания при выращивании растений, дополнительный сбор белка 3-4 млн т в год, снижение применения экологически небезопасных агрохимикатов в 1,5-2 раза, получение нормативно безопасной продукции [1].

Биопрепараты на основе ассоциативных микроорганизмов комплексного действия хорошо зарекомендовали себя в широком спектре сельскохозяйственных культур в России и за рубежом. Микроорганизмы, наряду с азотфиксацией, продуцируют физиологически активные вещества, которые, воздействуя на растения, стимулируют их рост и развитие. Новые штаммы микроорганизмов способны подавлять развитие патогенной микрофлоры, что в итоге снижает заболеваемость растений, повышает их продуктивность и улучшает качество растениеводческой продукции. В результате ассоциативной азотфиксации искусственно обогащается ризосфера не бобовых растений отобранными штаммами бактерий, способных к активному связыванию молекулярного азота [4].

Применение микропрепаратов в чистом виде и в комплексе с минеральными удобрениями в севообороте ещё не изучено в условиях Вологодской области.

Цель наших исследований – поиск наиболее оптимальной системы удобрения с применением или без него микропрепаратов под культуры звена полевого севооборота.

Методика. В 2010 г. на опытном поле ВГМХА имени Н.В. Верещагина заложен 7-польный полевой севооборот, развернутый 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 – вико-овсяная смесь; 6 – озимая рожь; 7 – картофель.

Изучалось звено 7-польного севооборота: викоовсяная смесь (сорт вики – Немчиновская 72 + овёс – Боррус), озимая рожь (сорт Волхова), картофель (сорт Елизавета), ячмень (сорт Отра) с подсевом клеверотимофеечной смеси (Седум + ВИК 9). Технология возделывания культур – общепринятая для Северо-Западной зоны. Почва опытного участка дерново-подзолистая легкосуглинистая. Перед закладкой опыта пахотный слой почвы опытного участка имел следующую характеристику pH_{KCl} 5,4, содержание гумуса – 1,54%, подвижного фосфора – 270 мг/кг, обменного калия – 124 мг/кг почвы.

Содержание элементов питания в торфонавозном компосте (%): N – 0,45, P_2O_5 – 0,19, K_2O – 0,56. Исследуемые микропрепараты: на злаковых и картофеле – флавобактерин, на бобовых – микориза. Дозы удобрений изучали без обработки посевного и посадочного материала микропрепаратом (1) и с обработкой препаратом (2). Обработку посадочного материала микропрепаратами проводили непосредственно перед высеваем семян и посадкой клубней.

В опыте в 3–5 вариантах исследовали дозы удобрений, рассчитанные на получение плановых уровней урожайности культур: викоовсяная смесь – 25 т/га, озимая рожь – 4, картофель – 22, ячменя – 3,5 т/га с помощью балансовых коэффициентов (K_6) по формуле: $D = (B_y / K_6) \cdot 100$, где D – доза элемента в удобренном варианте, кг/га; B_y – вынос с урожаем элемента питания в удобренном варианте, кг/га; K_6 – балансовый коэффициент использования элемента, %; 100 – коэффициент перевода из % [3]. В вариантах с удобрениями K_6 по фосфору соответствовали 100%, по калию – 200%, а по азоту различались.

Схема опыта включала следующие варианты: 1 – контроль (без удобрений); 2 – фосфорно-калийные удобрения (Фон 1) – минеральная система удобрения; 3 – Фон 1 + N; $K_6 = 110\%$ – минеральная система удобрения; 4 – Фон 1 + N; $K_6 = 80\%$ (в среднем за звено ротации) + торфонавозный компост (под картофель) – органоминеральная система удобрения, эквивалентная 5-му варианту по количеству вносимого действующего вещества; 5 – Фон 1 + N; $K_6 = 80\%$ (в среднем за звено ротации) – минеральная система удобрения.

В опыте изучали микробиологический препарат Флавобактерин, выпускаемый ГПП «Экос» ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии. Входящие в состав препарата бактерии (относящиеся к роду *Flavobacterium* sp.) фиксируют азот из атмосферного воздуха и питают им растения, продуцируют высокоактивный антибиотик флавоцин с широким спектром действия на фитопатогенные грибы и бактерии. Препарат стимулирует рост и развитие растений за счет продуцирования физиологически активных веществ, позволяет получать экологически безопасную продукцию, улучшая её качество. Препарат Микориза содержит споры и активный мицелий девяти различных микоризобразующих грибов, включая виды с повышенной зимостойкостью, а также специальный биостимулятор. Он стимулирует рост корневой системы растений, способствует насыщению растения питательными веществами и влагой, оптимизирует баланс питания, повышает жизнестойкость и сопротивляемость растений к различным болезням и экологическим стрессам [5].

Площадь опытной делянки 11 м² (5,5 м х 2 м), учётная площадь – не менее 10 м² (на картофеле 7,7 м²). Повторность 4-кратная, размещение вариантов систематическое. Обработ-

ка данных проведена методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [2].

Учёт урожайности клубней картофеля, зеленой массы викоовсяной смеси, зерна озимой ржи и ячменя осуществляли сплошным методом – взвешиванием основной продукции с учетной площади делянки. Урожай побочной продукции изучаемых культур определяли по пробному снопу. Урожай приведен к стандартной влажности: зерно – 14%, солома – 16, викоовсяная смесь на зеленую массу, клубни и ботва картофеля – 75% [6].

Результаты исследований и их обсуждение. Урожайность викоовсяной смеси и озимой ржи была стабильно высокой по годам исследований. В 2010-2012 гг. сложились неблагоприятные погодные условия для роста и развития картофеля, что явилось причиной низкой урожайности, а в 2013 г. урожайность культуры превысила плановый уровень. Урожайность ячменя в 2010-2012 гг. была значительно ниже плановой – 3,5 т/га, чему способствовала засуха в период налива зерна, а в 2013 г. превысила этот уровень (табл. 2).

Средняя урожайность культур звена севооборота (в 4-кратной повторности) за 2010-2013 гг. исследований приведена в таблицах 1, 2.

Во все годы исследований применение удобрений существенно повышало урожайность всех культур звена севооборота, как на фоне микропрепаратов, так и без них. Применение азотных удобрений для викоовсяной смеси в дозе 115 кг д.в./га имело существенное преимущество перед дозой 95 кг д.в./га, как при органоминеральной, так и при минеральной системах удобрения. Инокуляция семян вики препаратом Микориза, а семян овса препаратом Флавобактерин обеспечила существенную прибавку урожайности зеленой массы во всех изучаемых вариантах, которая составила 0,7-1,4 т/га, причем наибольшая отмечена на фоне минеральных систем удобрения (3 и 5 вар.). За 2010-2013 гг. взаимодействия микропрепаратов и различных доз удобрений (фактор АВ) на викоовсяной смеси не выявлено (Фф. < Fт.).

Доза азота 135 кг д.в./га имела существенное преимущество перед дозой 110 кг д.в./га на озимой ржи как при органоминеральной, так и минеральной системах удобрения. Аналогичная ситуация наблюдается с урожаем картофеля, где доза азота 170 кг д.в./га имела преимущество перед дозой 110 кг д.в./га. Доза азота 140 кг д.в./га не дала значительной прибавки зерна ячменя по сравнению с дозой 90 кг д.в./га. Бактеризация семян озимой ржи флавобактерином существенно повышала урожайность культуры (на 0,1-0,6 т/га). Такая же закономерность отмечена и с урожайностью клубней картофеля и зерна ячменя. При инокуляции посадочного и посевного материала микропрепаратом прибавка составила, соответственно, 0,6-1,3 и 0,2-0,4 т/га. В среднем за годы исследований выявлено значительное влияние взаимодействия флавобактерина и различных доз удобрений (фактор АВ) на озимой ржи, картофеле и ячмене.

1. Средняя урожайность культур звена севооборота по годам исследований, т/га

№ п/п	Вариант опыта	Препарат	2010г.	2011г.	2012г.	2013г.
Викоовсяная смесь (зеленая масса)						
1	Без удобрений (контроль)	1	16,8	16,6	17,5	17,6
		2	17,3	17,2	18,6	18,4
2	P ₃₅ K ₅₅	1	18,8	19,0	20,6	21,1
		2	19,7	20,1	22,4	22,7
3	P ₃₅ K ₅₅ + N ₉₅	1	21,7	21,6	24,4	25,3
		2	23,1	23,6	25,4	26,2
4	P ₂₅ K ₄₅ + N ₈₅ + 40 т/га т.-н.к. (2-й год последействия)	1	24,6	23,6	26,9	27,4
		2	25,3	24,7	27,4	27,9
5	P ₃₅ K ₅₅ + N ₁₁₅	1	24,3	24,2	27,8	28,1
		2	25,4	25,7	29,1	29,4
Озимая рожь (зерно)*						
1	Без удобрений (контроль)	1	-	2,2	2,3	2,5
		2	-	2,5	2,5	2,6
2	P ₄₅ K ₅₀	1	-	2,8	2,9	2,8
		2	-	3,2	3,3	3,4
3	P ₄₅ K ₅₀ + N ₁₁₀	1	-	3,5	3,4	3,5
		2	-	3,7	3,9	4,2
4	P ₄₀ K ₄₅ + N ₁₀₀ + 40 т/га т.-н.к. (3-й год последействия)	1	-	4,0	4,1	4,2
		2	-	4,5	4,7	4,8
5	P ₄₅ K ₅₀ + N ₁₃₅	1	-	3,8	3,9	3,9
		2	-	4,2	4,4	4,8
Картофель (клубни)						
1	Без удобрений (контроль)	1	12,1	11,6	12,1	18,8
		2	12,4	12,4	12,6	19,4
2	P ₄₅ K ₁₀₀	1	13,1	13,2	14,6	18,9
		2	13,4	13,5	15,4	20,8
3	P ₄₅ K ₁₀₀ + N ₁₁₀	1	15,7	15,2	17,4	21,6
		2	16,5	16,2	18,6	22,4
4	P ₁₀ K ₂₀ + N ₇₀ + 40 т/га т.-н.к.	1	17,1	17,2	19,0	22,9
		2	18,7	18,4	20,8	23,8
5	P ₄₅ K ₁₀₀ + N ₁₇₀	1	17,5	17,0	19,2	22,4
		2	18,5	18,6	20,2	23,2
Ячмень (зерно)						
1	Без удобрений (контроль)	1	2,0	1,8	2,0	2,9
		2	2,3	2,1	2,3	2,9
2	P ₃₀ K ₃₅	1	2,2	2,1	2,4	3,3
		2	2,4	2,3	2,7	3,5
3	P ₃₀ K ₃₅ + N ₉₀	1	2,5	2,2	2,6	3,5
		2	2,6	2,5	3,1	3,8
4	P ₁₀ K ₁₀ + N ₆₀ + 40 т/га т.-н.к. (1-й год последействия)	1	2,6	2,5	2,6	3,7
		2	2,9	2,6	3,4	3,9
5	P ₃₀ K ₃₅ + N ₁₄₀	1	2,7	2,4	2,6	3,6
		2	2,8	2,6	3,2	3,9

*В 2010 г. вместо озимой ржи высевали ячмень

Примечание. Здесь и в последующих таблицах 1 – без обработки микропрепаратами; 2 – при обработке.

Наибольшая урожайность зеленой массы викоовсяной смеси, с превышением плановой, отмечена на 4- и 5-м вариантах, как с препаратами, так и без них. Наибольшая урожайность зерна озимой ржи, с превышением плановой, была на 4-м варианте (органоминеральная система удобрения) как с инокуляцией семян, так и без неё. Для лучшего роста клубней картофеля и получения более высокого урожая зерна ячменя наиболее оптимальна органоминеральная система удобрения с применением флавобактерина.

В среднем за годы наблюдений фосфорно-калийные удобрения дали прибавку урожая зеленой массы викоовсяной смеси 2,8 т/га без инокуляции микропрепаратами и 3,3 т/га при их использовании. Прибавка урожая зерна озимой ржи составила, соответственно, 0,4 и 0,8 т/га, клубней картофеля – 1,3 и 1,6, зерна ячменя – 0,3 и 0,3 т/га.

Расчетные системы удобрения (3-5 вар.) обеспечили прибавку зеленой массы викоовсяной смеси 6,1-9,0 т/га без обработки микропрепаратами и 6,7-9,5 т/га при инокуляции семян препаратами Микориза и Флавобактерин. В этих же вариантах рост урожайности зерна озимой ржи составил 1,1-1,7 т/га без применения Флавобактерина и 1,4-2,2 т/га при инокуляции им, клубней картофеля 3,9-5,5 и 4,2-6,2 т/га, зерна ячменя 0,5-0,6 и 0,6-0,8 т/га соответственно.

2. Урожайность культур звена севооборота (в среднем за 2010-2013 гг.), т/га

№ варианта Фактор А (удобрения)	В среднем за 2010-2015 гг., т/га							
	Викоевская смесь		Озимая рожь		Картофель		Ячмень	
	Фактор В (микропрепараты)							
	1	2	1	2	1	2	1	2
1	17,1	17,9	2,4	2,5	13,6	14,2	2,2	2,4
2	19,9	21,2	2,8	3,3	14,9	15,8	2,5	2,7
3	23,2	24,6	3,5	3,9	17,5	18,4	2,7	3,0
4	25,6	26,3	4,1	4,7	19,1	20,4	2,8	3,2
5	26,1	27,4	3,9	4,4	19,0	20,1	2,8	3,1
НСР _{0,5}	НСР _А = 0,70 НСР _В = 0,44		НСР _А = 0,19 НСР _В = 0,11 НСР _{AB} = 0,02		НСР _А = 0,42 НСР _В = 0,26 НСР _{AB} = 0,13		НСР _А = 0,12 НСР _В = 0,08 НСР _{AB} = 0,01	

Хозяйственный вынос азота, фосфора и калия из удобрений и почвы с урожаем культур в среднем за годы исследований возрос с повышением вносимых доз удобрений (табл. 3).

3. Хозяйственный вынос азота, фосфора и калия из удобрений и почвы с урожаем культур (в среднем за 2010-2013 гг.) исследований, кг/га

№ варианта Фактор А (удобрения)	Викоовсяная смесь		Озимая рожь		Картофель		Ячмень	
	Фактор В (микропрепараты)							
	1	2	1	2	1	2	1	2
Азот								
1	82	95	52	60	73	81	49	56
2	99	114	66	90	80	87	60	69
3	121	138	87	107	99	110	68	81
4	143	156	106	135	110	125	77	98
5	142	159	99	133	109	127	75	88
Фосфор								
1	31	33	26	32	28	33	21	24
2	36	40	30	41	32	36	24	28
3	42	48	39	51	38	43	26	32
4	49	55	47	64	43	49	30	37
5	48	54	46	61	39	43	30	35
Калий								
1	80	87	44	57	149	165	49	57
2	95	106	51	71	166	181	59	68
3	116	127	74	93	200	218	61	75
4	136	147	89	116	225	251	69	91
5	133	153	87	115	224	242	68	81

Расчетные дозы азотных, фосфорных и калийных удобрений увеличили по сравнению с контролем вынос азота, фосфора и калия с урожаем викоовсяной смеси, соответственно, в 1,4-1,7, 1,3-1,6, 1,4-1,7 раза, озимой ржи в 1,6-2,2, 1,5-1,8, 1,7-2,0, картофеля в 1,3-1,5, 1,3-1,5, 1,3-1,5, ячменя в 1,3-1,7, 1,2-1,5, 1,2-1,5 раза. Применение микропрепаратов увеличило вынос азота, фосфора и калия с урожаем викоовсяной смеси, соответственно, на 9-15, 6-14, 8-15%, с урожаем озимой ржи на 15-36, 23-36, 25-39, с урожаем картофеля на 8-16, 10-18, 8-

12, с урожаем ячменя на 14-27, 14-23, 15-32%.

Удобрения увеличивали содержание сырого протеина в зелёной массе викоовсяной смеси, зерне озимой ржи, в клубнях картофеля и в зерне ячменя (табл. 4).

Возрастающие дозы азотного удобрения значительно повышали содержание сырого протеина в основной продукции изучаемых культур, наблюдалась тенденция к повышению содержания сырого протеина и при применении микропрепаратов. Наибольший сбор сырого протеина с урожаем отмечен на 4- и 5-м вариантах на фоне обработки микропрепаратами.

Изучаемые дозы удобрений в среднем за годы исследований обеспечили высокую агрономическую эффективность. Прибавка урожая викоовсяной смеси от них колебалась от 2800 до 9500 кг/га, озимой ржи – от 400 до 2200, картофеля – от 1300 до 6200, ячменя – от 300 до 800 кг/га (рис. 1).

В опыте получена высокая оплата удобрений, которая составила 31,1-46,3 кг/кг д.в. зелёной массы викоовсяной смеси, 4,2-9,5 кг зерна озимой ржи, 8,9-19,7 кг/кг д.в. клубней картофеля. Применение возрастающих доз азотных удобрений на ячмене и картофеле не дало высокой оплаты урожаем. Использование микропрепаратов увеличило оплату удобрений на 2,4-5,6 кг зелёной массы викоовсяной смеси, на 1,4-4,2 зерна озимой ржи, на 1,2-2,2 клубней картофеля, на 0,5-1,0 кг зерна ячменя. Причём наибольшее увеличение оплаты удобрений от микропрепаратов наблюдается в варианте с внесением минимальной дозы удобрений, за исключением ячменя.

Фактические балансовые коэффициенты (K_6) использования азота удобрений и почвы были выше планового во всех вариантах без применения микропрепаратов (3-5-й вар.) на 17-34% (викоовсяная смесь), ниже планового на 12-31 (озимая рожь), 6-20 (картофель), 15-35% (ячмень) (табл. 5, рис. 2).

4. Содержание и сбор сырого протеина (СП) изучаемыми культурами звена севооборота (в среднем за 2010-2013 гг.)

Вариант опыта	Викоовсяная смесь		Озимая рожь		Картофель		Ячмень	
	Со- дер- жа- ние СП, %	Сбор СП с уро- жаем, т/га	Со- дер- жа- ние СП, %	Сбор СП с уро- жаем, т/га	Со- дер- жа- ние СП, %	Сбор СП с уро- жаем, т/га	Со- дер- жа- ние СП, %	Сбор СП с уро- жаем, т/га
	1	2	1	2	1	2	1	2
1	12,12	0,52	9,60	0,20	9,66	0,33	11,44	0,22
	13,31	0,60	10,23	0,22	10,12	0,36	11,69	0,24
2	12,44	0,62	10,35	0,25	9,54	0,36	12,19	0,26
	13,50	0,72	10,86	0,31	9,72	0,38	12,75	0,29
3	13,12	0,76	10,92	0,33	10,12	0,44	12,87	0,30
	14,12	0,87	11,09	0,37	10,52	0,48	13,56	0,35
4	14,00	0,90	10,75	0,38	10,18	0,49	13,50	0,33
	14,87	0,98	11,33	0,46	10,75	0,55	14,87	0,40
5	13,68	0,89	10,52	0,35	10,18	0,48	13,25	0,32
	14,56	1,00	11,27	0,42	11,27	0,56	14,12	0,38

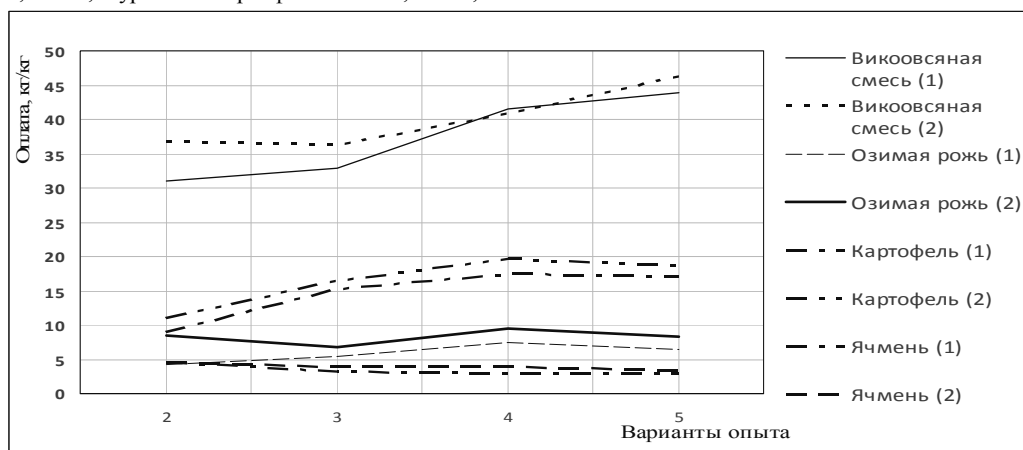


Рис. 1. Оплата удобрений прибавкой урожайности культур

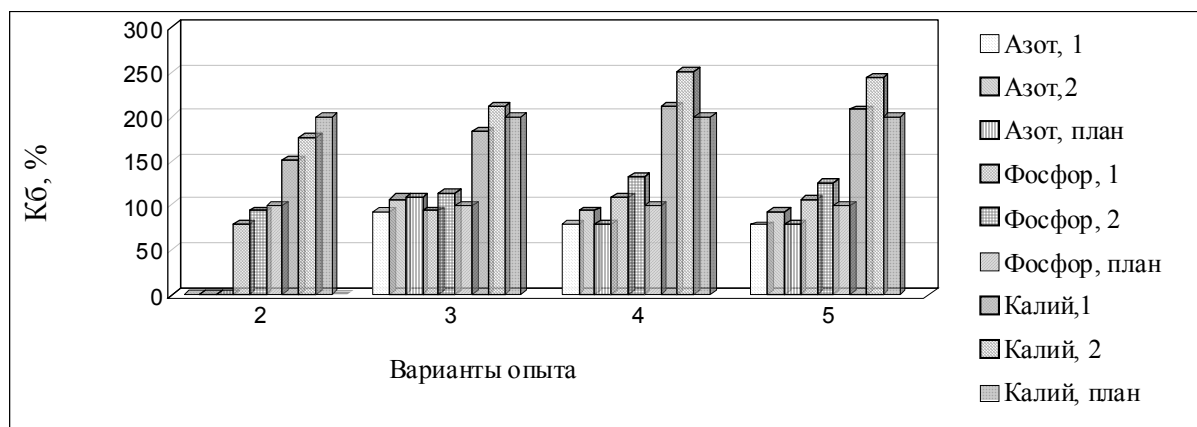


Рис. 2. Фактические балансовые коэффициенты (K_6) использования азота, фосфора и калия из удобрений и почвы в сравнении с плановыми за годы исследований

Это свидетельствует о не использовании этими культурами значительного количества азота удобрений, возможно, из-за недостаточного количества влаги.

Фактические балансовые коэффициенты использования фосфора удобрений и почвы викоовсяной смесью были выше планового на 3-40%, остальными культурами в вариантах с азотными удобрениями (3-5 вар.) без применения микропрепаратов близки или равны плановому уровню.

Фактические K_6 использования из удобрений и почвы калия были ниже плановых в вариантах без азотных удобрений (2-й вар.) на 28% (викоовсяная смесь), 98 (озимая рожь), 34 (картофель), 32% (ячмень). В вариантах с применением азотных удобрений K_6 были выше плановых на 10-47% (викоовсяная смесь), 24-25 (картофель) и ниже плановых на 22-52 (озимая рожь), 3-26% (ячмень). Видимо, лимитирующим фактором в опыте было содержание в пахотном слое почвы дос-

тупных для растений форм азота. Флавобактерин за счет ассоциативных diaзотрофов способствует доступности растениям азота атмосферы, что улучшает азотный режим и содержание других элементов в почве. Микориза способствует насыщению растений вики питательными веществами и влагой, благодаря чему в вариантах с применением микропрепарата фактические K_6 увеличились.

Микориза и флавобактерин на викоовсяной смеси увеличили фактические балансовые коэффициенты использования азота, фосфора и калия, соответственно, на 11-18, 11-17, 20-37%. Применение флавобактерина для инокуляции семян озимой ржи увеличило K_6 азота, фосфора и калия, соответственно, на 18-25, 24-38, 38-56%, инокуляция клубней картофеля – на 9-10, 9-13, 18-26, инокуляция семян ячменя – на 10-15, 13-23, 26-63%.

5. Балансовые коэффициенты (K_6) использования элементов питания из удобрений и почвы, %

№ вар-та	По фактору А (удобрения)	Фактические К ₆						Плановые К ₆		
		азот		фосфор		калий				
		По фактору В (микропрепараты)								
		1	2	1	2	1	2	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Викоовсяная смесь										
1	Без удобрений	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	P ₃₅ K ₅₅	-	-	103	114	172	192	-	100	200
3	P ₃₅ K ₅₅ + N ₉₅	127	145	120	137	210	230	110	100	200
4	P ₂₅ K ₄₅ + N ₈₅ + (2 г после-вия т.-н.-к.)	124	135	140	157	247	267	90	100	200
5	P ₃₅ K ₅₅ + N ₁₁₅	123	138	137	154	241	278	90	100	200
Озимая рожь										
1	Без удобрений	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	P ₄₅ K ₅₀	-	-	67	91	102	142	-	100	200
3	P ₄₅ K ₅₀ + N ₁₁₀	79	97	87	113	148	186	110	100	200
4	P ₄₀ K ₄₅ + N ₁₀₀ + (3 г после-вия т.-н.-к.)	78	100	104	142	178	232	90	100	200
5	P ₄₅ K ₅₀ + N ₁₃₅	73	98	102	135	174	230	90	100	200
Картофель										
1	Без удобрений	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	P ₄₅ K ₁₀₀	-	-	71	80	166	181	-	100	200
3	P ₄₅ K ₁₀₀ + N ₁₁₀	90	100	84	95	200	218	110	100	200
4	P ₁₀ K ₂₀ + N ₇₀ + 40 т/га т.-н.-к.	64	73	95	108	225	251	70	100	200
5	P ₄₅ K ₁₀₀ + N ₁₇₀	64	74	86	95	224	242	70	100	200
Ячмень										
1	Без удобрений	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	P ₃₀ K ₃₅	-	-	80	93	168	194	-	100	200
3	P ₃₀ K ₃₅ + N ₉₀	75	90	86	106	174	214	110	100	200
4	P ₁₀ K ₁₀ + N ₆₀ + (1 г после-вия т.-н.-к.)	55	70	100	123	197	260	70	100	200
5	P ₃₀ K ₃₅ + N ₁₄₀	53	63	100	116	194	231	70	100	200
Все культуры (в среднем)										
1		-	-	-	-	-	-	-	-	-
2		-	-	80	94	152	177	-	100	200
3		93	108	94	113	183	212	110	100	200
4		80	94	110	132	212	252	80	100	200
5		78	93	106	125	208	245	80	100	200

Заключение. За период исследований 2010-2013 гг. применение удобрений существенно повышало урожайность всех культур звена севооборота как на фоне микропрепаратов, так и без них. Инокуляция семян вики препаратом Микориза, а семян овса препаратом флавобактерин обеспечила существенную прибавку урожайности зеленой массы во всех изучаемых вариантах, которая составила 0,7-1,4 т/га. Инокуляция семян озимой ржи, клубней картофеля и семян ячменя флавобактерином существенно повышала урожайность культур, соответственно, на 0,1-0,6, 0,6-1,3, 0,2-0,4 т/га. Расчетные дозы удобрений увеличили по сравнению с контролем вынос азота, фосфора и калия с урожаем культур викоовсяной смеси, соответственно, в 1,4-1,7, 1,3-1,6, 1,4-1,7 раза, озимой ржи в 1,6-2,2, 1,5-1,8, 1,7-2,0, картофеля в 1,3-1,5, 1,3-1,5, 1,3-1,5, ячменя в 1,3-1,7, 1,2-1,5, 1,2-1,5 раза. Применение микропрепаратов увеличило вынос и фактические балансовые коэффициенты использования азота, фосфора и калия из удобрений и почвы, оплату удобрений. Изучаемые дозы удобрений в среднем за годы исследований были высокоэффективны.

Литература

1. *Биопрепараты* в сельском хозяйстве (Методология и практика

применения микроорганизмов в растениеводстве и кормопроизводстве) / И.А. Тихонович, А.П. Кожемяков, В.К. Чеботарь, Ю.В. Круглов и др. / Под ред. И.А. Тихоновича, Ю.В. Круглова. – ГНУ ВНИИСХМ. – М., 2005. – 154 с.

2. *Доспехов, Б.А.* Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

3. *Жуков, Ю.П.* Система удобрения в хозяйствах Нечерноземья / Ю.П. Жуков – М.: Московский рабочий, 1983. – 144 с.

4. *Завалин, А.А.* Биопрепараты, удобрения и урожай / А.А. Завалин. – М.: Изд-во ВНИИА, 2005. – 302 с.

5. *Использование* микробиологических препаратов на основе клубеньковых и ассоциативных ризобактерий в сельском хозяйстве. Описание и характеристика препаратов. – Каталог филиала «Экос» ГНУ ВНИИСХМ, 2012. – 24 с.

6. *Практикум по агрохимии: учебное пособие* / Под ред. акад. В.Г. Минеева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МГУ, 2001. – 689 с.

7. *Суков, А.А.* Разработка системы удобрения сельскохозяйственных культур в северной части европейской России / А.А. Суков, О.В. Чухина. – Вологда – Молочное: ИЦ ВГМХА, 2013. – 152 с.

8. *Шрамко, Н.В.* Севооборот – основа повышения плодородия дерново-подзолистых почв / Н.В. Шрамко, И.Г. Мельцаев, Г.В. Вихорева // Земледелие. – 2008. – №1. – С. 20-21.

EFFECT OF FERTILIZERS AND MICROPREPARATIONS ON THE PRODUCTIVITY OF ROTATION CROPS AND THEIR REMOVAL OF NUTRIENTS

O.V. Chukhina, V.V. Surov, Vereshchagin Vologda State Dairy Farming Academy, ul. Shmidta 2, Molochnoe, Vologda oblast, 160555 Russia

In Vologda oblast, the use of calculated fertilizer rates on sandy loamy soddy-podzolic soil has significantly increased the yields of vetch-oat green mass, winter rye grain, potato tubers, and barley grain in a seven-course field crop rotation with and without application of the micropreparations Mikoriza and Flavobakterin. The fertilizers have considerably increased the removal of nitrogen, phosphorus, and potassium by crops compared to the control. The application of micropreparations increased the removal and the actual balance coefficients of nitrogen, phosphorus, and potassium from fertilizers and soil, as well as the efficiency of fertilizers.

Keywords: vetch-oat mixture, winter rye, potato, barley, productivity, crop rotation, fertilizer application rate, micropreparations, balance coefficients, efficiency of fertilizers.