

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ И БИОПРЕПАРАТОВ НА ВИКООВСЯНОЙ СМЕСИ В ЗВЕНЕ ПОЛЕВОГО СЕВООБОРОТА

*О.В. Чухина, к. с.-х. н., В.В. Суков, к. с.-х. н., Н.В. Токарева, к. с.-х. н.,
О.А. Сорокина, Вологодская ГМХА*

Показано, что на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве Вологодской области применение удобрений существенно повышало урожайность зеленой массы викоовсяной смеси в 7-польном полевом севообороте, как на фоне биопрепаратов флавобактерин и микориза, так и без них. Удобрения и бактериализация посевного материала достоверно увеличивали по сравнению с контролем вынос азота, фосфора, калия с урожаем, хозяйственный вынос и фактические балансовые коэффициенты использования элементов питания из удобрений и почвы, содержание сырого протеина в зеленой массе, оплату удобрений прибавкой урожая и прибавкой кормовых единиц.

Ключевые слова: викоовсяная смесь, урожайность, севооборот, доза удобрения, флавобактерин, микориза, сырой протеин, балансовые коэффициенты, оплата удобрений.

Викоовсяная смесь, возделываемая на зеленую массу в занятом пару, – одна из основных кормовых культур Вологодской области. Кроме того, это ценный предшественник для яровых и озимых культур. Зеленая масса богата протеином, незаменимыми аминокислотами, витаминами, минеральными солями [9].

В настоящее время актуальна экологизация сельскохозяйственного производства – широкое применение биологических средств повышения продуктивности пашни. Наметившийся дефицит производства фосфорных удобрений с каждым годом обостряется. В связи с этим важны альтернативные пути снабжения фосфором сельскохозяйственных растений, например, за счет арбускулярно-микоризных грибов [1].

Ассоциативные диазотрофы – это микроорганизмы, образующие экзоризосферные ассоциации на корнях не бобовых растений. При этом часть энергии фотосинтеза расходуется на процесс преобразования атмосферного азота в доступные для растений азотистые формы. Симбиотическая азотфиксация – биологический процесс фиксации азота клубеньковыми бактериями, живущими в симбиозе с высшими бобовыми растениями. Микориза потребляет воду и питательные вещества из почвы гораздо быстрее, чем обычные корни. Также арбускулярно-микоризные грибы в корнях растений ускоряют потребление азота, фосфора, кальция, цинка и других биофильных элементов. Поэтому биопрепараты комплексного действия на основе ризосферных микроорганизмов позволяют существенно сократить применение минеральных и органических удобрений [4].

Действие препарата арбускулярной микоризы эндомикоризного гриба *Glomus intraradices* на вике посевной яровой равноценно эффекту влияния фосфорных и калийных удобрений на качество зеленой массы [5].

Рассчитанные с помощью балансовых коэффициентов использования питательного вещества из удобрений и почвы дозы удобрений, позволяют увеличить

концентрацию сырого протеина в зелёной массе викоовсяной смеси в среднем за ротацию севооборота на 1,5% по сравнению с контролем на типичных для Вологодской области почвах. Кроме того, применение минимальных и расчетных доз удобрений повышает содержание в зеленой массе азота на 0,1-0,5% и калия на 0,1-0,6% [6, 12].

По утверждению исследователей, в условиях Вологодской области увеличение доз вносимых удобрений под викоовсяную смесь может привести к снижению энергетической эффективности при производстве культуры. Поэтому авторы рекомендуют для выращивания вики с овсом наиболее оптимальную систему удобрения $N_{50}P_{20}K_{65}$ + последствие 40 т/га торфонавозного компоста, что более эффективно в оплате удобрений обменной энергией [8, 10, 13].

Цель исследований – изучить эффективность применения биопрепаратов флавобактерин и микориза в чистом виде и на фоне различных систем удобрения на викоовсяной смеси, возделываемой на зеленую массу в звене полевого севооборота.

Методика. В 2010 г. на опытном поле Вологодской ГМХА 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 клеверотимфеющей смеси; 3 – клеверотимфеющая смесь 1-го года пользования; 4 – клеверотимфеющая смесь 2-го года пользования; 5 – лён-долгунец; 6 – викоовсяная смесь; 7 – озимая рожь. Чередование культур в 2013 г.: 1 – ячмень + клеверотимфеющая смесь; 2 – клеверотимфеющая смесь 1-го г.п.; 3 – клеверотимфеющая смесь 2-го г.п.; 4 – лён-долгунец; 5 – викоовсяная смесь; 6 – озимая рожь; 7 – картофель.

Изучали викоовсяную смесь (сорт вики посевной яровой – Немчиновская юбилейная, овса ярового – Боррус) в звене семиротного 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 [3], учитывая последствие торфонавозного компоста, на получение плановой урожайности викоовсяной смеси (в 3-5 вариантах) 25 т/га. Содержание элементов питания в торфонавозном компосте (%): N – 0,45, P_2O_5 – 0,19, K_2O – 0,56.

На опытном участке очень высокое содержание подвижного фосфора в почве и повышенное подвижного калия [7]. Исходя из этого, для поддержания содержания фосфора на том же уровне в опыте во всех вариан-

тах запланирован его нулевой баланс ($K_6=100\%$), а по калию в целях эксперимента намечен отрицательный баланс ($K_6=200\%$). По азоту K_6 были разными. В настоящее время многие сельхозтоваропроизводители не в состоянии вносить полную дозу минеральных удобрений, поэтому важно изучать влияние отрицательного баланса на продуктивность культур.

Схема опыта включала: 1 вар. – без удобрений (контроль); 2 вар. – P_{35} ($K_6=100\%$) + K_{55} ($K_6=200\%$) – минеральная система удобрения (Фон); 3 вар. – Фон + N_{95} , $K_6 = 110\%$ – минеральная система удобрения; 4 вар. – $P_{25}K_{45} + N_{85}$, $K_6 = 90\% + 40$ т/га торфонавозного компоста, внесенного под картофель (2-й год последствий) – органоминеральная система удобрения, эквивалентная 5 варианту по количеству вносимого действующего вещества; 5 вар. – Фон + N_{115} , $K_6 = 90\%$ – минеральная система удобрения. Дозы удобрений изучали как без обработки семян вики перед посевом микоризой, а семян овса флавобактерином (1), так и с обработкой семян биопрепаратами (2).

Несмотря на то, что содержание подвижного фосфора в почве опытного участка очень высокое (по Кирсанову) и относится к 6-й группе, доступность его растениям не является такой же. Было решено изучить действие биопрепарата микориза на вику, так как данный препарат способствует усвоемости бобовыми растениями труднодоступных форм фосфора и, кроме того, симбиотической азотфиксации и насыщению растений влагой.

Микробиологический препарат микориза содержит споры и активный мицелий девяти различных микоризных (VAM) грибов, в том числе виды с повышенной зимостойкостью, и специальный биостимулятор. Биопрепарат флавобактерин содержит ассоциативные ризобактерии с заданным титром и определенными свойствами. Продуцируемые ими физиологически активные вещества с антибиотиком флавоцин обладают широким спектром действия на растения [15].

Площадь опытной делянки – 11 м² (5,5 x 2), учетная площадь – не менее 10 м². Повторность опыта – четырехкратная, размещение вариантов – систематическое. Использовали двойной суперфосфат (43%), хлорид калия (60%) и аммиачную селитру (34%). Бактеризацию

биопрепаратами 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. Учет урожайности проводили сплошным методом – взвешиванием зеленой массы с учетной площади делянки. Урожай приведен к стандартной влажности – 75%.

Обработка полученных данных осуществлена методом двухфакторного дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову с использованием табличного процессора Microsoft Excel [2].

Результаты и их обсуждение. В нашем опыте урожайность зеленой массы викоовсяной смеси была стабильной по годам исследований и высокой (табл. 1).

Как известно, нехватка влаги снижает доступность питательных элементов растению, а высокие температуры ещё более угнетают рост. Так, в 2010 и 2011 г. в период активного роста вики и овса (июнь-июль) помимо недостатка влаги сильное влияние на формирование урожая оказали высокие температуры, значительно превышающие среднегодовые значения. Более стабильные режимы влагообеспеченности и температуры воздуха в 2012 и 2013 г. позволили получить урожайность, превышающую плановую (25 т/га) в вариантах с расчетными системами удобрения.

Во все годы исследований применение минеральных удобрений существенно повышало урожайность викоовсяной смеси, как на фоне микробиологических препаратов, 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 (2-й год последствий торфонавозного компоста), так и при изучении минеральной системы удобрения. Инокуляция семян вики биопрепаратом микориза, а семян овса биопрепаратом флавобактерин обеспечила достоверную прибавку урожайности зеленой массы во всех изучаемых вариантах, она составила 0,7-1,4 т/га, причем наибольшей была на фоне минеральных систем удобрения (3- и 5-й варианты). За 2010-2013 г. взаимодействия биопрепаратов и различных доз удобрений (фактор АВ) на викоовсяной смеси не выявлено ($F_{\text{факт.}} < F_{\text{теор.}}$).

1. Урожайность зеленой массы викоовсяной смеси, т/га

По фактору А (удобрения)	1. Урожайность зерновой массы викоовсяной смеси, т/га								Среднее по фактору В	
	2010 г.		2011 г.		2012 г.		2013 г.			
	По фактору В (обработка микоризой и флавобактерином)									
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1. Контроль	16,8	17,3	16,6	17,2	17,5	18,6	17,6	18,4	17,1	17,9
2. P ₃₅ K ₅₅	18,8	19,7	19,0	20,1	20,6	22,4	21,1	22,7	19,9	21,2
3. P ₃₅ K ₅₅ + N ₉₅	21,7	23,1	21,6	23,6	24,4	25,4	25,3	26,2	23,2	24,6
4. P ₂₅ K ₄₅ +N ₈₅ +40 т/га т-н.к.(2 г. посл-вие)	24,6	25,3	23,6	24,7	26,9	27,4	27,4	27,9	25,6	26,3
5. P ₃₅ K ₅₅ + N ₁₁₅	24,3	25,4	24,2	25,7	27,8	29,1	28,1	29,4	26,1	27,4
Среднее по фактору А	21,2	22,2	21,0	22,3	23,4	24,6	23,9	24,9	22,4	23,5
HCP ₀₅	HCP _А =0,45		HCP _А =0,94		HCP _А =0,85		HCP _А =0,57		HCP _А =0,61	
	HCP _В =0,28		HCP _В =0,59		HCP _В =0,54		HCP _В =0,36		HCP _В =0,39	
	HCP _{AB} = -		HCP _{AB} = -		HCP _{AB} = -		HCP _{AB} = -		HCP _{AB} = -	

Примечание. 1 – без обработки биопрепаратами; 2 – с обработкой (здесь и в последующих таблицах).

В среднем за годы наблюдений фосфорно-калийные удобрения дали прибавку урожая зеленой массы викоовсяной смеси 2,8 т/га (16%) без инокуляции биопрепаратами и 3,3 т/га (18%) при их использовании. Расчетные системы удобрения (3-5 вар.) обеспечили прибавку зеленой массы 6,1-9,0 т/га (35-52%) без обработки биопрепаратами и 6,7-9,5 т/га (37-53%) при инокуляции, а в целом, 93-104 и 98-110% плановой урожайности соот-

ветственно.

В варианте без внесения удобрений (контроль) биопрепараты повышали урожайность викоовсяной смеси в среднем всего на 5%.

За 4 года исследований наибольшая урожайность зеленой массы викоовсяной смеси, с превышением плановой, отмечена при органоминеральной (4-й вар.) и эквивалентной ей минеральной системах удобрения (5-

й вар.) с дозами $N_{115}P_{35}K_{55}$, как на фоне биопрепаратов, так и без них.

Соотношение вики к овсу в смеси менялось мало в зависимости от изучаемых доз удобрений и незначительно от применения микробиологических препаратов – в среднем на 0,8-5%.

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

2. Содержание азота, фосфора и калия в зеленой массе викоовсяной смеси, % на абсолютно сухое вещество

Вариант опыта	Азот		Фосфор		Калий	
	1	2	1	2	1	2
1. Контроль	1,94	2,13	0,74	0,75	1,89	1,95
2. $P_{35}K_{55}$	1,99	2,16	0,74	0,77	1,92	2,01
3. $P_{35}K_{55} + N_{95}$	2,10	2,26	0,73	0,79	2,00	2,07
4. $P_{25}K_{45} + N_{85} + 40 \text{ т/га т.-н.к.}$	2,24	2,38	0,77	0,84	2,13	2,24
5. $P_{35}K_{55} + N_{115}$	2,19	2,33	0,74	0,80	2,05	2,24
HCP_{05}	$HCP_A = 0,07$ $HCP_B = 0,05$ $HCP_{AB} = -$		$HCP_A = 0,02$ $HCP_B = 0,01$ $HCP_{AB} = -$		$HCP_A = 0,09$ $HCP_B = 0,06$ $HCP_{AB} = -$	

Большее содержание азота установлено в викоовсяной смеси на фоне обработки микоризой и флавобактерином. Расчетные системы удобрения (3-5-й вар.) повысили содержание азота в зеленой массе – в 1,1 раза, калия – 1,1-1,2 раза. Минимальная система удобрения (2-й вар.) либо не повышала, либо незначительно повышала количество минеральных элементов. Наименьшее содержание азота и калия отмечено на контроле.

Содержание фосфора в получаемой продукции изменялось незначительно (в среднем в 1,1 раза) в зависимости от дозы внесения удобрений, возможно из-за очень высокого количества подвижного фосфора в почве опытного участка и доступности его для растений.

При применении биопрепаратов наблюдалась тенденция к увеличению содержания азота в зеленой массе – на 6-9%, фосфора – на 1-9, калия – на 3-9%.

В среднем за годы исследований расчетные системы удобрения (3-5-й вар.) обеспечили продуктивность викоовсяной смеси 1,16-1,31 т.к.ед/га в год. Микробиологические препараты в этих же вариантах увеличивали продуктивность на 0,04-0,07 т.к.ед/га (рис. 1).

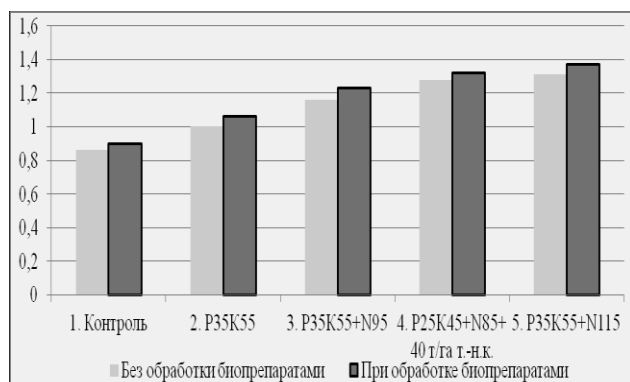


Рис. 1. Продуктивность викоовсяной смеси в среднем за годы исследований, т.к.ед/га

Наибольшая продуктивность викоовсяной смеси в среднем за годы исследований отмечена в 5-м варианте (минеральная система питания). Как видно из рисунка 1, бактериализация биопрепаратами достоверно повышала

продуктивность викоовсяной смеси, достигнув 1,37 т.к.ед/га в год при обработке флавобактерином и микоризой.

Вносимые удобрения увеличивали содержание сырого протеина в зеленой массе викоовсяной смеси (рис. 2).

Фосфорно-калийные удобрения увеличивали содержание сырого протеина в зеленой массе викоовсяной смеси в среднем на 0,38%, а возрастающие дозы азота по сравнению с контролем – на 1,03-1,88%. Применение микоризы и флавобактерина достоверно повышало содержание сырого протеина в зеленой массе на 0,91-1,24%.

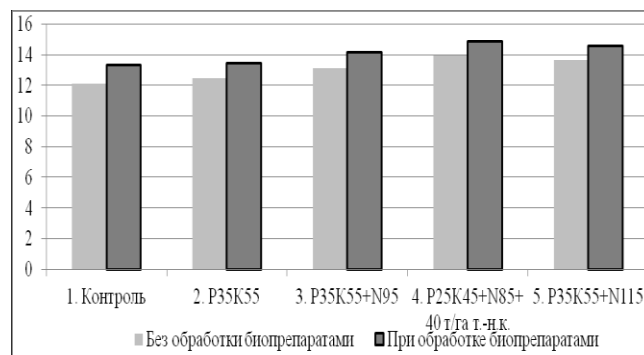


Рис. 2. Содержание сырого протеина в зеленой массе викоовсяной смеси в среднем за годы исследований, %

Сбор сырого протеина с урожаем закономерно возрастал по вариантам в зависимости от его содержания в зеленой массе и получаемой урожайности. Наибольший сбор сырого протеина в зеленой массе (0,98-1,0 т/га в абсолютно сухом веществе) отмечен при органоминеральной и минеральной системах удобрения в 4- и 5-м вариантах (с максимальной дозой азота) на фоне обработки микробиологическими препаратами.

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

3. Баланс питательных элементов под викоовсяной смесью (в среднем за годы исследований)

Показатель	Элемент, соединение	Вариант опыта							
		2		3		4		5	
		1	2	1	2	1	2	1	2
Средневзвешенный ежегодный хозяйственный вынос, кг/га	N	99	114	122	139	143	157	143	160
	P_2O_5	36	40	42	48	49	55	48	54
	K_2O	95	106	116	127	136	147	133	153
Среднегодовое внесение удобрений, кг/га	N	-	-	95	95	115	115	115	115
	P_2O_5	35	35	35	35	35	35	35	35
	K_2O	55	55	55	55	55	55	55	55
Баланс, кг/га	N	-	-	-27	-44	-28	-42	-28	-45
	P_2O_5	-1	-5	-7	-13	-14	-20	-13	-19
	K_2O	-40	-51	-61	-72	-81	-92	-78	-98

В результате запланированного отрицательного баланса по калию ($K_6 = 200\%$), наиболее лимитирующим фактором в опыте оказался его недостаток, поэтому, возможно, ещё более высокая урожайность не получена.

Хозяйственный вынос викоовсяной смесью элементов питания из удобрений и почвы менялся по годам наблюдений в зависимости от величины убираемого с поля урожая зеленой массы 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 викоовсяной смеси на контроле составил, соответственно, 83; 31; 81 кг/га без биопрепаратов и 95; 34; 87 кг/га при их применении. Расчетные дозы минеральных удобрений увеличили по сравнению с контролем вынос азота с урожаем в 1,5-1,7 раза, фосфора в 1,3-1,6, калия в 1,4-1,7 раза. Применение для бактериализации посевного материала микоризы и флавобактерина увеличило вынос азота, фосфора и калия с урожаем, соответственно, на 9-15; 6-14; 8-15%.

Фактические балансовые коэффициенты (K_6) использования азота викоовсяной смесью уменьшаются при внесении более высоких доз азота, а фосфора и калия, наоборот, возрастают. Применяемые биопрепараты способствуют увеличению K_6 использования элементов питания из почвы и удобрений (табл. 4).

4. Фактические K_6 использования азота, фосфора, калия викоовсяной смесью из удобрений и почвы в сравнении с плановыми за годы исследований, %

Вариант опыта	Годы исследования, %						Плановые К ₆		
	Фактические К ₆								
	азот		фосфор		калий		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
	1	2	1	2	1	2			
1. Контроль	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2. P ₃₅ K ₅₅	-	-	104	116	172	193	-	100	200
3. P ₃₅ K ₅₅ + N ₉₅	128	146	120	137	210	230	110	100	200
4. P ₂₅ K ₄₅ + N ₈₅ + 40 т/га т.-н.к.	124	136	140	157	246	267	90	100	200
5. P ₃₅ K ₅₅ + N ₁₁₅	124	138	137	155	241	278	90	100	200

Данные по фактическим K_6 соответствуют таковым по приведенному в таблице 3 балансу питательных элементов.

В вариантах как без обработки биопрепаратами, так и с их применением при внесении меньшей дозы азота (отрицательный баланс, $K_6=110\%$) фактические K_6 были выше, чем при более высоких дозах (вар. 4 и 5). Это связано с усиленным потреблением растениями вики и овса почвенного азота для создания зеленой массы, что приводит к истощению его запасов.

В среднем за период наблюдений, фактические K_6 использования азота удобрений и почвы были выше планового в вариантах 3-5 без применения микробиологических препаратов на 18-34%.

Фактические K_6 использования фосфора из удобрений и почвы викоовсяной смесью (нулевой баланс, $K_6=100\%$) были выше планового на 4-40% в вариантах без биопрепаратов. Фактические K_6 по калию (отрицательный баланс, $K_6=200\%$) были ниже планового при внесении фосфорно-калийных удобрений без применения биопрепаратов (2-й вар.) на 28%, а в вариантах 3-5 – выше планового на 10-46%.

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

Применение микоризы для инокуляции семян вики и флавобактерина для инокуляции семян овса увеличило K_6 азота и фосфора на 12-18%, калия – на 20-37%. Биопрепараты улучшают азотный режим и, в целом, повышают коэффициент потребления других элементов питания из почвы и минеральных удобрений, о чем свидетельствует увеличение фактических K_6 на их фоне.

В завершении первой ротации звена севооборота (2013 г.) с опытного участка отбирали почвенные образцы для проведения агрохимического анализа. По сравнению с началом закладки опыта (2010 г.) в горизонте А₁ (0-20 см) на контроле (1-й вар.) отмечено незначительное снижение подвижных форм фосфора и калия, а в 2-5-м вариантах – повышение. Но, в целом, во всех вариантах показатели остались на прежнем уровне – очень высокое содержание фосфора и повышенное калия.

Изучаемые дозы удобрений в среднем за 2010-2013 гг. исследований обеспечили высокую эффективность. Прибавка урожая зеленой массы викоовсяной смеси от них составила 2,8-9,5 т/га.

Наибольшая прибавка зеленой массы викоовсяной смеси, особенно на фоне обработки биопрепаратами, отмечена в вар. 5 (минеральная система). Возрастающие дозы азотных удобрений обеспечили высокую оплату урожаем. В опыте получена высокая оплата удобрений – 31,1-46,3 кг зеленой массы викоовсяной смеси. Микориза и флавобактерин увеличили оплату удобрений на 2,4-5,6 кг зеленой массы, причем наибольшее увеличение оплаты от их применения отмечено в вар. 2 при внесении минимальной дозы удобрения.

Учитывая дозу удобрения под викоовсяную смесь и продуктивность культуры в кормовых единицах в среднем за годы исследований, рассчитана оплата 1 кг действующего вещества удобрений прибавкой кормовых единиц при обработке биопрепаратами и без обработки (рис. 3).

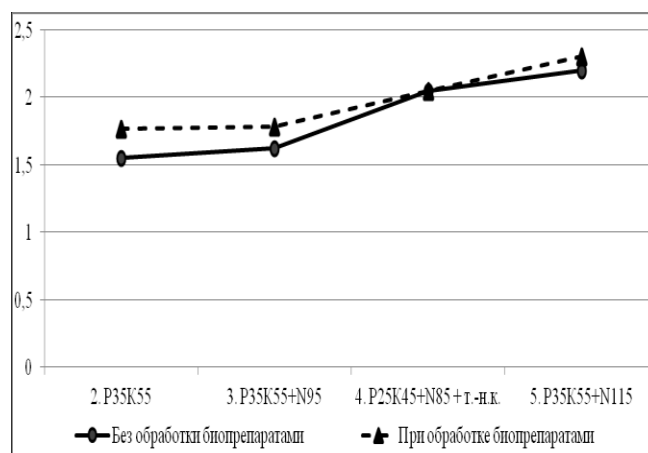


Рис. 3. Оплата удобрений прибавкой кормовых единиц (в среднем за 2010-2013 гг.), кг.ед/кг д.в.

В среднем за годы исследований применение удобрений на викоовсяной смеси обеспечило высокую оплату 1 кг действующего вещества удобрений прибавкой кормовых единиц, в том числе и возрастающие дозы азота. Бактеризация посевного материала микоризой и флавобактерином увеличивала оплату удобрений прибавкой кормовых единиц – на 0,1-0,22 кг.ед/кг д.в [8, 11, 14].

Заключение. В Вологодской области в условиях полевого севооборота за 2010-2013 гг. исследований наибольшая урожайность (в среднем до 27,4 т/га) зеленой массы викоовсяной смеси, с превышением плановой, отмечена при органоминеральной (4-й вар.) и эквивалентной ей минеральной (5-й вар.) с дозами N₁₁₅P₃₅K₅₅ (K_6 по азоту 90%) системах удобрения, как на

фоне биопрепаратов микоризы и флавобактерин, так и без них, поэтому данная доза рекомендуется как оптимальная. Рассчитанные с помощью балансовых коэффициентов дозы удобрений и применение биопрепаратов позволили получить высокую урожайность викоовсяной смеси, о чем свидетельствуют результаты отрицательного баланса, и обеспечили 93-104% плановой урожайности культуры без биопрепаратов и 98-110% при их применении. Увеличение доз вносимых удобрений оказало более значительное влияние на рост содержания азота и калия, менее значительное на содержание фосфора в получаемой продукции. Кроме того, применение изучаемых доз удобрений обеспечивает продуктивность викоовсяной смеси 1,16-1,31 т к.ед/га в год, а возрастающие дозы азота увеличивают содержание сырого протеина в зеленой массе до 1,88%. Фактические K_6 использования азота викоовсяной смесью уменьшаются при внесении более высоких его доз, а фосфора и калия, наоборот, возрастают. Отмечено повышение эффективности фосфорных и калийных минеральных удобрений последствием вносимого торфо-навозного 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 возрастал вынос азота, фосфора, калия. В то же время и хозяйственный вынос элементов питания возрастал с повышением доз азота, особенно на фоне биопрепаратов. При применении микоризы и флавобактерина сбор зеленой массы увеличивался до 1,4 т/га, а также наблюдалась тенденция к увеличению содержания в зеленой массе азота, фосфора, калия на 1-9%, улучшалось ее качество, увеличивалось содержание сырого протеина на 0,91-1,24%, достоверно повышалась продуктивность в кормовых единицах – на 0,07 т/га, увеличивались окупаемость удобрений прибавкой урожайности – на 5,6 кг зеленой массы и окупаемость удобрений – на 0,22 кг к.ед/кг д.в., возросли K_6 по азоту и фосфору на 12-18%, по калию – на 20-37%.

Литература

1. Домарадский, И.В. Очерки микологии для экологов / И.В. Домарадский, Н.Б. Градова; под ред. И.Б. Ушакова. – М.: Истоки, 2007. – 86 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. Применение биопрепаратов и биологический азот в земледелии Нечерноземья / А.А. Завалин, Н.С. Алме-

тов. – М.: Изд-во ВНИИА, 2009. – 152 с.

5. Завалин, А.А. Влияние фосфорно-калийных удобрений и арбускулярной микоризы на урожайность зеленой массы вики посевной яровой на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве / А.А. Завалин, В.А. Соколенко, В.А. Соколов, Г.Г. Благовещенская // Агрохимия. – 2009. – №3. – С.28-35.
6. Куликова, Е.И. Влияние различных доз удобрений на продуктивность культур и плодородие дерново-подзолистой почвы в севообороте: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.04. – М., 2012. – 162 с.
7. Налиухин, А.Н. Почвы опытного поля ВГМХА имени Н.В. Верещагина и их агрохимическая характеристика / А.Н. Налиухин, О.В. Чухина, О.А. Власова // Молочно-хозяйственный вестник. – 2015. – №3(19) (Электронный журнал) URL: molochnoe.ru/journal. – С.35-46.
8. Суров, В.В. Продуктивность культур звена полевого севооборота при применении удобрений и микробиологических препаратов в условиях Северо-запада НЗ РФ: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.04. – М., 2015. – 142 с.
9. Суров, В.В. Продуктивность викоовсяной смеси, озимой ржи, картофеля и ячменя в звене севооборота / В.В. Суров, О.В. Чухина // Современные проблемы и перспективы развития сельского хозяйства и лесного комплекса: сборник трудов международной научно-практической конференции. – Вологда-Молочное: ИЦ ВГМХА, 2013. – С.48-52.
10. Суров, В.В. Продуктивность звена полевого севооборота / В.В. Суров, О.В. Чухина // Молочно-хозяйственный вестник. – 2012. – №4(8) (Электронный журнал) URL: molochnoe.ru/journal. – С.18-23.
11. Суров, В.В. Эффективность применения удобрений и микробиологических препаратов на викоовсяной смеси в Вологодской области / В.В. Суров, Н.В. Токарева, О.В. Чухина // Влияние науки на инновационное развитие: сборник статей международной научно-практической конференции. – Уфа: РИО МЦИИ ОМЕГА САЙНС, 2015. – С.66-70.
12. Чухина, О.В. Влияние удобрений на продуктивность викоовсяной смеси для условий Вологодской области / О.В. Чухина, К.А. Усова, Н.В. Токарева // Комплексное применение средств химизации в адаптивно-ландшафтном земледелии: материалы 44-й международной научной конференции. – М.: ВНИИА, 2010. – С. 338-340.
13. Чухина, О.В. Влияние удобрений на питательную ценность викоовсяной смеси / О.В. Чухина, Н.В. Токарева // Кормопроизводство. – 2013. – №6. – С.9-11.
14. Чухина, О.В. Качество и урожайность культур звена севооборота при применении удобрений и микробиологических препаратов в Вологодской области / О.В. Чухина, В.В. Суров, Н.В. Токарева, С.Л. Анфимова // Плодородие. – 2015. – №1(82). – С.25-29.
15. Экос. Биопрепараты. Использование микробиологических препаратов на основе клубеньковых и ассоциативных ризобактерий в сельском хозяйстве. Описание и характеристика препаратов. – Каталог филиала «Экос» ГНУ ВНИИСХМ, 2012. – 24 с.

AGRONOMIC EFFICIENCY OF FERTILIZERS AND BIOLOGICAL PREPARATIONS FOR VETCH-OAT MIXTURE IN THE LINK OF FIELD CROP ROTATION

*O.V. Chukhina, V.V. Surov, N.V. Tokareva, O.A. Sorokina, Vereshchagin Vologda State Dairy Farming Academy
ul. Shmidta 2, Molochnoe, Vologda oblast, 160555 Russia, E-mail: dekanagro@molochnoe.ru*

It has been shown that the use of fertilizers with and without biological preparations Flavobakterin and Mycorrhiza significantly increased the green mass of vetch-oat mixture in a seven-course field crop rotation on light loamy soddy-podzolic soil in the Vologda oblast. The fertilization and bacterization of sowing material reliably increased the removal of nitrogen, phosphorus, and potassium by the crop; the economic removal; the actual balance efficiencies of nutrients from fertilizers and the soil; the content of crude protein in green mass; and the recoupage of fertilizers by an increase in crop yield and fodder units, as compared with the control.

Keywords: vetch-oat mixture, yield, crop rotation, fertilizer rate, Flavobakterin, mycorrhiza, crude protein, balance coefficients, recoupage of fertilizers.