

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЕ

И. Р. Вильдфлуш, О. И. Мишура

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, г. Горки, Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

Из многолетних бобовых трав в Беларуси наибольшие площади посева занимают многолетние виды клевера. Доминирующим из них является клевер луговой – 400 тыс. га в смесях трав и почти 200 тыс. га в чистом виде [1].

Зеленая масса и сено клевера характеризуется высокими кормовыми достоинствами. В зеленой массе клевера лугового в среднем содержится 77,1 % воды, 3,8 % сырого протеина, 0,8 % жира, 6,5 % клетчатки, 10,1 % безазотистых экстрактивных веществ, 1,7 % золы [2].

Как показали исследования, внесение фосфорных и калийных удобрений существенно повышает урожайность клевера лугового. В опытах кафедры агрохимии Белорусской государственной сельскохозяйственной академии на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве исследовалось влияние доз фосфорных и калийных удобрений в зависимости от уровня плодородия почвы. Максимальная урожайность сена клевера лугового достигалась на низком и среднем фонах плодородия при внесении весной $P_{60}K_{90}$ [2]. На высоком фоне плодородия максимальная урожайность сена клевера достигалась уже при более низких дозах фосфора и калия ($P_{40}K_{60}$). Содержание сырого белка в сене клевера, по сравнению с неудобренным контролем, существенно возрастало на низком фоне плодородия (содержание подвижного фосфора и калия 100–120 мг/кг). На среднем (160–180 мг/кг P_2O_5 и K_2O) и высоком (240–260 мг/кг) эта тенденция была выражена менее четко [2].

Микроэлементы потребляются растениями в малых количествах, но играют важную роль в их жизнедеятельности [3]. Для каждой культуры имеются определенные микроэлементы, недостаток которых значительно снижает их продуктивность [4]. Для бобовых культур наиболее важными микроэлементами являются бор и молибден [5, 6, 7].

В опытах М.В. Рак с соавторами [8] на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве некорневые подкормки люцерны микроудобрением МикроСтим-Молибден (0,66 л/га) повышало урожайность сухой массы за три укоса на 9,7 ц/га, МикроСтим-Молибден, Бор (в дозах 1,0 л/га и 2,0 л/га) – на 10,5 и 12,3 ц/га. Выход сырого белка при этом возрастал на 2,9, 3,4 и 4,8 ц/га соответственно.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Целью исследований было изучение влияния систем удобрений на урожайность и качество клевера лугового и их экономическая оценка на дерново-подзолистой почве, развивающейся на легком лесовидном суглинке, подстилаемом с глубины около 1 м моренным суглинком, на территории УНЦ «Опытные поля БГСХА».

Агрохимические показатели почвы, приведенные в табл. 1 свидетельствуют о том, что почва опытных участков с клевером имела слабокислую и близкую к нейтральной реакцию, среднее содержание гумуса, повышенное подвижного фосфора, среднее и повышенное калия.

Таблица 1

Агрохимическая характеристика почвы опытных участков до закладки опыта с клевером

рН _{KCl}	Гумус, %	H _r	S	T	V, %	P ₂ O ₅	K ₂ O
		мэкв на 100 г почвы				в 0,2 м HCl мг/кг почвы	
2012 г.							
5,8	1,71	1,9	15,7	17,7	89	202	213
2013 г.							
6,2	1,67	2,2	155	17,7	88	228	191

Определение агрохимических показателей почвы и качества урожая клевера производили общепринятыми методиками согласно ГОСТа и ОСТА [9]. Экспериментальные данные обработаны методом дисперсионного анализа на ЭВМ. Расчет экономической эффективности проводился по методике Института почвоведения и агрохимии [10].

Общая площадь делянки в опытах – 36 м², учетная – 24,7 м², повторность – четырехкратная, способ учета урожая – сплошной, поделяночный. Клевер сорта ТОС высевался сеялкой СПУ-3 под ячмень (N₆₀ кг/га д.в.) с нормой высева семян 10 кг/га. Метеорологические условия по годам исследований в целом были благоприятными для клевера, что и обусловило получение высокой урожайности этой культуры.

Минеральные удобрения применяли в подкормку на посевах клевера первого года пользования (2012 г. – поле 1, 2013 г. – поле 2) в форме аммонизированного суперфосфата и хлористого калия. Некорневые подкормки клевера молибденом (40 г/га) и бором (50 г/га) проводили в фазе стеблевания растений молибденово-кислым аммонием и борной кислотой. При пересчете зеленой массы клевера в кормовые единицы использовали коэффициент 0,21.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В среднем за 2012–2013 гг. на почве, хорошо обеспеченной подвижными формами фосфора (202–228 мг/кг) и калия (191–213 мг/кг), благоприятной реакцией почвенной среды (рН_{KCl} 5,8–6,2) в варианте без удобрений была получена высокая урожайность клевера лугового, которая составила 664 ц/га, или 139,4 ц/га кормовых единиц (табл. 2).

Таблица 2

Влияние систем удобрения на урожайность клевера лугового первого года пользования

Вариант	Урожайность зеленой массы, ц/га						Среднее за 2 года			
	2012 г.			2013 г.			среднее за 2012–2013 гг.	окупаемость 1 кг NPK кг з/м	урожайность сухой массы, ц/га	выход к. е., ц/га
	1 укос	2 укос	сумма 2 укосов	1 укос	2 укос	сумма 2 укосов				
1. Без удобрений	334	351	685	304	340	644	664	–	141,4	139,4
2. N ₉ P ₄₀ K ₆₀ в подкормку весной	385	366	751	366	350	716	733	63,3	164,6	153,9
3. N ₉ P ₄₀ K ₆₀ в подкормку после уборки покровной культуры	408	358	766	391	345	736	751	79,8	160,0	157,7
4. N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀ после уборки покровной культуры	440	428	868	438	384	822	845	109,0	180,0	177,5
5. N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀ в подкормку весной	438	411	849	450	371	821	835	103,0	177,9	175,4
6. N ₉ P ₄₀ K ₆₀ после уборки покровной культуры + N ₉ P ₄₀ K ₆₀ под 2 укос	435	430	865	450	376	826	846	87,5	180,2	177,7
7. N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀ в подкормку весной + В, Мо	496	452	948	468	395	849	895	97,0	190,6	187,9
НСР ₀₅	15,6	16,2	18,9	19,1	13,2	20,9	18,1	–	–	–

Применение N₉P₄₀K₆₀ в подкормку весной или после уборки ячменя значительно повышало урожайность зеленой массы клевера, но существенных различий по урожайности при подкормке клевера весной после возобновления вегетации или после уборки покровной культуры (ячменя) не отмечено.

Увеличение доз удобрений с N₉P₄₀K₆₀ до N₁₆P₆₀K₉₀ способствовало увеличению урожайности зеленой массы, но так же, как и при внесении N₉P₄₀K₆₀, существенных различий при ранневесенней подкормке и после уборки покровной культуры не наблюдалось (табл. 2).

Двукратная подкормка клевера после уборки покровной культуры в дозе N₉P₄₀K₆₀ и под 2 укос не имела преимуществ перед внесением более высокой дозы удобрений (N₁₆P₆₀K₉₀) за один прием в подкормку весной или после уборки покровной культуры в один прием.

При внесении в подкормку весной $N_9P_{40}K_{60}$ урожайность зеленой массы возросла по сравнению с неудобренным контролем на 69 ц/га, а $N_{16}P_{60}K_{90}$ – на 177 ц/га. Окупаемость 1 кг НРК кг зеленой массы в этих вариантах опыта составила 63,3 кг и 103,0 кг.

Урожайность сухой массы клевера при внесении весной в подкормку $N_{16}P_{60}K_{90}$ составила 177,9, а в подкормку после уборки покровной культуры – 180 ц/га. Выход кормовых единиц в этих вариантах был 175,4 и 177,5 ц/га соответственно.

Обработка посевов микроэлементами обеспечивала существенную прибавку урожайности зеленой массы клевера. Применение бора и молибдена на фоне $N_{16}P_{60}K_{90}$ в подкормку весной увеличивало урожайность зеленой массы клевера в среднем за 2012–2013 гг. на 60 ц/га.

В варианте с некорневой подкормкой бором и молибденом получена максимальная урожайность клевера (895 ц/га зеленой массы, 190,6 ц/га сухой массы, 187,9 ц/га к.е.). Повышение урожайности клевера при внесении бора, по-видимому, связано с тем, что он имеет важное значение для развития клубеньков на корнях бобовых растений [1]. Положительное влияние молибдена на урожайность обусловлено тем, что он входит в ферменты нитратредуктазу и нитрогеназу, усиливает активность дегидрогеназ–ферментов, обеспечивающих непрерывный поток водорода, который необходим для связывания азота атмосферы [2].

Внесение минеральных удобрений в дозах $N_9P_{40}K_{60}$ и $N_{16}P_{60}K_{90}$ после уборки покровной культуры весной, а также в два приема ($N_9P_{40}K_{60}$ после уборки покровной культуры + $N_{16}P_{60}K_{90}$ под второй укос) по сравнению с вариантом без удобрений не способствовало увеличению содержания сырого белка в зеленой массе клевера. Это, по-видимому, связано с достаточно хорошей обеспеченностью почвы подвижными формами фосфора и калия (табл. 3).

Таблица 3

Влияние систем удобрения на качество урожая зеленой массы клевера первого года пользования, среднее за 2012–2013 гг.

Вариант опыта	Сырой белок, %	Выход сырого белка, т/га	Выход переваримого протеина, т/га	Обеспеченность к. е. переваримым протеином, г
1. Без удобрений	23,14	3,27	1,96	140,6
2. $N_9P_{40}K_{60}$ в подкормку весной	23,65	3,89	2,33	151,4
3. $N_9P_{40}K_{60}$ в подкормку после уборки покровной культуры	24,94	3,99	2,39	151,6
4. $N_{16}P_{60}K_{90}$ после уборки покровной культуры	23,31	4,19	2,51	141,4
5. $N_{16}P_{60}K_{90}$ в подкормку весной	24,03	4,27	2,56	146,0
6. $N_9P_{40}K_{60}$ после уборки покровной культуры + $N_9P_{40}K_{60}$ под 2 укос	24,28	4,37	2,62	147,4
7. $N_{16}P_{60}K_{90}$ в подкормку весной + В, Мо	25,52	4,86	2,92	155,9
НСР ₀₅	2,25	–	–	–

Существенное возрастание содержания сырого белка (на 2,38 %) по сравнению с неудобренным контролем произошло только в варианте с подкормкой клевера микроэлементами, бором и молибденом, на фоне $N_{16}P_{60}K_{90}$ в подкормку весной, что связано с улучшением азотфиксации клубеньковыми бактериями при внесении этих микроэлементов [1, 2].

Нами с учетом коэффициента переваримости (0,6) был рассчитан выход переваримого протеина и обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином у клевера.

Более высокий выход сырого белка и переваримого протеина был в вариантах с применением $N_9P_{40}K_{60}$ после уборки покровной культуры + $N_9P_{40}K_{60}$ во втором укосе (4,37 и 2,62 т/га) и при некорневой подкормке в фазе стеблевания бором и молибденом на фоне $N_{16}P_{60}K_{90}$ в подкормку весной (4,86 т/га и 2,92 т/га). Наиболее высокая обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином (155,9 г) была в варианте $N_{16}P_{60}K_{90}$ в подкормку весной + В и Мо.

Расчет экономической эффективности проводился в ценах 2013 г.

Расчеты экономической эффективности показали, что все удобряемые варианты опыта, кроме варианта с внесением $N_9P_{40}K_{60}$ в подкормку весной, обеспечивали получение чистого дохода и были рентабельны (табл. 4).

Применение $N_9P_{40}K_{60}$ в подкормку весной было экономически невыгодным. Низкий чистый доход (7,1 USD/га и 9,6 USD/га) был в вариантах с применением $N_9P_{40}K_{60}$ в подкормку после уборки покровной культуры (ячменя) и при внесении высоких доз удобрений в два приема ($N_9P_{40}K_{60}$ после уборки покровной культуры + $N_9P_{40}K_{60}$ под второй укос). В этих вариантах опыта была и самая низкая рентабельность, которая составила 3,4 и 2,2 %.

Таблица 4

Экономическая эффективность применения средств химизации под клевер, среднее за 2012–2013 гг.

Вариант	Прибавка з/м, ц/га	Стоимость прибавки, USD/га	Всего затрат, USD/га	Чистый доход, USD/га	Рентабельность, %
1. Без удобрений	–	–	–	–	–
2. $N_9P_{40}K_{60}$ в подкормку весной	69	172,5	202,0	–	–
3. $N_9P_{40}K_{60}$ в подкормку после уборки покровной культуры	87	217,5	210,4	7,1	3,4
4. $N_{16}P_{60}K_{90}$ после уборки покровной культуры	181	452,5	299,0	153,5	51,3
5. $N_{16}P_{60}K_{90}$ + в подкормку весной	171	427,5	295,6	131,9	44,6
6. $N_9P_{40}K_{60}$ после уборки покровной культуры + $N_9P_{40}K_{60}$ под 2 укос	182	455,0	445,9	9,6	2,2
7. $N_{16}P_{60}K_{90}$ + в подкормку весной + В, Мо	161	402,5	304,1	98,4	24,4

Выше чистый доход был в вариантах с внесением $N_9P_{40}K_{60}$ в подкормку весной (131,9 USD/га) и $N_{16}P_{60}K_{90}$ в подкормку после уборки покровной культуры (153,5 USD/га). Рентабельность также была наибольшей в этих вариантах опыта и составила 44,6 и 51,3 % соответственно.

ВЫВОДЫ

1. Применение $N_9P_{40}K_{60}$ и $N_{16}P_{60}K_{90}$ в подкормку весной и после уборки покровной культуры было равнозначным и повышало урожайность зеленой массы при дозе $N_9P_{40}K_{60}$ на 69 и 87 ц/га, а при дозе $N_{16}P_{60}K_{90}$ – на 171 и 181 ц/га соответственно. Окупаемость 1 кг NPK кг зеленой массы клевера при внесении весной $N_{16}P_{60}K_{90}$ составила 103,0 и после уборки покровной культуры – 109,0 кг.

2. Некорневая подкормка бором и молибденом на фоне $N_{16}P_{60}K_{90}$ в подкормку весной способствовало повышению урожайности зеленой массы клевера на 60 ц/га (с 835 до 895 ц/га), обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином – на 9,9 г (с 146 до 155,9 г).

3. Применение $N_{16}P_{60}K_{90}$ в подкормку весной и после уборки покровной культуры обеспечивало получение более высокого чистого дохода (131,9 и 153,5 USD/га) при рентабельности 44,6 и 51,3 % соответственно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур: учебно-методическое пособие / И. Р. Вильдфлуш [и др.]; под ред. И. Р. Вильдфлуша, П. А. Саскевича – Горки: БГСХА, 2016. – 383с.
2. Удобрение и качество урожая сельскохозяйственных культур / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – Минск: Технопринт, 2005. – 276с.
3. Школьник, М. Я. Микроэлементы в жизни растений / М. Я. Школьник. – Л.: Наука, 1974. – 252с.
4. Микроэлементы в окружающей среде: биогеохимия, биотехнология и биоремедиация / Под ред.: М. Н. В. Прасад, К. С. Саджван, Р. Найду; пер. Д. И. Башмаков, А. С. Лакутин. – М.: Физматлит, 2009. – 816с.
5. Анспок, П. И. Микроудобрения. Справочник / П. И. Анспок. – Ленинград: Агропромиздат, 1990. – 272 с.
6. Ягодин, Б. А. Агрохимия: учебн. для студент, высш. учебн. заведений для агроном, спец. / Б. А. Ягодин.

дин, Ю. П. Жуков, В. И. Кобзаренко. – М.: Колос, 2002. – 584 с.

7. Эффективность применения микроудобрений и регуляторов роста при возделывании сельскохозяйственных культур / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – Минск: Беларус. навука, 2011. – 293 с.

8. Эффективность некорневых подкормок жидкими микроудобрениями МикроСтим при возделывании сельскохозяйственных культур на дерново-подзолистых почвах / М. В. Рак [и др.]. – Почвоведение и агрохимия. – 2008. – № 1. – С. 180–192.

9. Агрохимия – Практикум: учебное пособие для высш. учеб. завед. / И.Р. Вильдфлуш [и др.]; под ред. И. Р. Вильдфлуша, С. П. Кукреш. – Минск: ИВЦ Минфина, 2010. – 368с.

10. Методика определения агрономической и экономической эффективности удобрений и прогнозирования урожая с.-х. культур / И. М. Богдевич. [и др.]. – Минск: Ин-т почвоведения и агрохимии, 2010. – 24 с.

THE EFFECTIVENESS APPLICATION OF SYSTEMS OF FERTILIZERS IN THE CULTIVATION OF RED CLOVER ON SOD-PODZOLIC LIGHT LOAMY SOIL

I. R. Vildflush, O. I. Mishura

Summary

On sod-podzolic light loamy soil the application $N_9P_{40}K_{60}$ and $N_{16}P_{60}K_{90}$ in top dressing in the spring and after the harvesting the cover crop (barley) was equivalent and increased the yield of green mass at the dose of $N_9P_{40}K_{60}$ 69 and 87 kg/ha and the dose of $N_{16}P_{60}K_{90}$ – on 171 and 181 kg/ha, respectively. The return of 1 kg of NPK kg of green mass of clover of application in the spring of $N_{16}P_{60}K_{90}$ was 103,0 kg and after harvesting the cover crope 109,0 kg. Non-root dressing in spring with boron and molybdenum on the background of $N_{16}P_{60}K_{90}$ to the increase in the yield of green clover mass by 60 c/ha (from 835 to 895 c/ha), the provision of feed unit with digestible protein by 9,9 g (from 146 to 155,9 g). The use of $N_{16}P_{60}K_{90}$ in top dressing in the spring and after the harvesting the cover crop provided a higher net income (131,9 and 153,5 USD/ha) with a profitability of 44.6 and 51,3 %, respectively.

Поступила 05.12.18