УДК 633.321:631.8

АГРОЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ МАКРО-, МИКРОУДОБРЕНИЙ И РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО

И. Р. ВИЛЬДФЛУШ, О. И. МИШУРА

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail:agrohim_bgsha@mail.ru

(Поступила в редакцию 23.01.2019)

Исследовалось действие макро-, микроудобрений и регуляторов роста при возделывании клевера лугового на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве. Установлена достаточно высокая эффективность некорневых подкормок различными формами микроудобрений.

Некорневая подкормка бором и молибденом способствовала возрастанию зеленой массы на фоне $N_{16}P_{60}K_{90}$ в подкормку весной на 60 ц/га. Наиболее высокая урожайность зеленой массы клевера (952 ц/га) и сухой массы (202,8 ц/га) получена в варианте с применением комплексного микроудобрения с регулятором роста МикроСил В, Cu на фоне $N_{16}P_{60}K_{90}$ в подкормку весной. Применение Эпина и Экосила на фоне $N_{16}P_{60}K_{90}$ в подкормку весной не обеспечило достоверной прибавки урожайности зеленой массы клевера. Наиболее высоким содержание азота в зеленой массе клевера (4,1 %) было в варианте с применением бора и молибдена на фоне $N_{16}P_{60}K_{90}$ в подкормку весной. Содержание фосфора и калия в зеленой массе клевера было более стабильным и колебалось в пределах 0,87–1,0 % P_2O_5 и 4,22–4,70 % K_2O.

Более высоким содержание белка было в вариантах с внесением бора и молибдена (25,52 %) и Адоб бора (25,06 %) на фоне $N_{16}P_{60}K_{90}$ в подкормку весной. Обработка посевов МикроСил В, Cu на фоне $N_{16}P_{60}K_{90}$ обеспечивала получение максимального выхода сырого белка (5,05 т/га) и переваримого протеина (3,03 т/га). Обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином максимальных значений (155,9 г) достигала в варианте с внесением бора и молибдена на фоне $N_{16}P_{60}K_{90}$ в подкормку весной. Наиболее высокий чистый доход (356,5 USD/га) при рентабельности 101,1 % был получен при применении МикроСил В, Cu на фоне $N_{16}P_{60}K_{90}$.

Ключевые слова: *клевер луговой, макро- и микроудобрения, регуляторы роста, урожайность.*

We have conducted research into the influence of macro-, micronutrients and growth regulators in the cultivation of meadow clover on sward-podzolic light loamy soil. A rather high efficiency of foliar fertilizing with various forms of micronutrients has been established.

Foliar fertilization with boron and molybdenum contributed to an increase in green mass against the background of $N_{16}P_{60}K_{90}$ in top dressing in the spring at 6 t / ha. The highest yield of green mass of clover (952 kg / ha) and dry weight (202.8 kg / ha) was obtained in the variant with the use of complex microfertilizer with growth regulator MicroSil B, Cu against the background of $N_{16}P_{60}K_{90}$ in top dressing in spring. The application of Epin and Ecosil against the background of $N_{16}P_{60}K_{90}$ in top dressing in the spring did not provide a reliable increase in the yield of green clover. The highest nitrogen content in green mass of clover (4.1 %) was in the variant with the use of boron and molybdenum against the background of $N_{16}P_{60}K_{90}$ in top dressing in spring. The content of phosphorus and potassium in the green mass of clover was more stable and ranged between 0.87-1.0 % P_2O_5 and 4.22-4.70 % K_2O.

The higher protein content was in the variants with the addition of boron and molybdenum (25.52%) and Adob with boron (25.06 %) against the background of $N_{16}P_{60}K_{90}$ in top dressing in spring. Treatment of crops with Microsil B, Cu against the background of $N_{16}P_{60}K_{90}$ provided obtaining the maximum yield of crude protein (5.05 t / ha) and digestible protein (3.03 t / ha). The content of digestible protein in a feed unit reached maximum values(155.9 g) in the variant with the introduction of boron and molybdenum on the background of $N_{16}P_{60}K_{90}$ in top dressing in the spring. The highest net income (356.5 USD / ha) with a profitability of 101.1 % was obtained using MicroSil B, Cu against the background of $N_{16}P_{60}K_{90}$.

Key words*: meadow clover, macro- and micro-fertilizers, growth regulators, yield.*

Введение

В настоящее время большое внимание уделяется внедрению энергосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур. Одним из приемов снижения энергетических затрат и повышения экономической эффективности является использование комплексных удобрений со сбалансированным соотношением элементов питания для конкретных сельскохозяйственных культур [1, 2, 3].

Разработаны новые формы удобрений в хелатной и органоминеральной форме, эффективность которых значительно выше, чем простых солей [4]. Повысить эффективность применения микроудобрений можно за счет перевода их в комплексные соединения (хелаты), которые хорошо совместимы с регуляторами роста растений. При этом первостепенное значение имеют регуляторы роста природного происхождения

(Экосил, Гуматы и др.), которые имеют преимущества, поскольку они включаются в естественные природные цепи превращений, легко расщепляются до простых химических соединений [5].

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 $P_{60}K_{90}$ [6]. 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 выраженна менее четко [7].

В опытах М. В. Рак с соавторами [8] на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, некорневые подкормки люцерны микроудобрением МикроСтим Молибден (0,66 л/га) повышали 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.

Целью исследований было изучение влияния макро-, микроудобрений и регуляторов роста на урожайность и качество клевера лугового и их экономическая оценка.

Основная часть

Исследования с клевером проводили в 2012–2013 гг. на дерново-подзолистой почве, развивающейся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины около 1 м моренным суглинком, на территории УНЦ «Опытные поля БГСХА». Почва опытных участков имела слабокислую и близкую к нейтральной реакцию(pH_{KCL} 5,8–6,2), среднее содержание гумуса (1,67–1,71 %), повышенное подвижного фосфора (202–228 мг/кг), среднее и повышенное калия (191–213 мг/кг).

Определение агрохимических показателей почвы и качества урожая клевера производили общепринятыми методиками согласно ГОСТа и ОСТа. Экспериментальные данные обработаны методом дисперсионного анализа на ЭВМ. Общая площадь делянки в опытах – 36 $м^2$, учетная – 24,7 $м^2$, повторность четырехкратная, способ учета урожая сплошной, поделяночный. Клевер сорта ТОС высевался сеялкой СПУ –3 под ячмень с нормой высева семян 10 кг/га.

Минеральные удобрения применяли в форме аммонизированного суперфосфата и хлористого калия. Некорневые подкормки клевера микроудобрениями проводили ЭлеГум-В (150 г/л, 10 г/л гуминовых веществ), ЭлеГум Cu (50 г/л Cu, 10 г/л гуминовых веществ), МикроСил-Бор, Медь (40,0 г/л B, 40,0 г/л Cu, 130 г/л N, 30,0 мл/л Экосила), Адоб-В (в одном литре – 150 г B). ЭлеГум-В, ЭлеГум-Cu и МикроСил-Медь, Бор вносились в дозе 1 л/га, молибдат аммония 0,08 кг/га и борная кислота 0,6 кг/га в фазе отрастания клевера. Регуляторы роста Эпин применялся в дозе 80 мл/га и Экосил – 50 л/га также в фазе отрастания клевера.

Эпин – препарат на основе эпибрассинолида, который относится к классу природных фитогормонов – брассиностероидам. Он является биорегулятором роста и развития растений, антистрессовым адаптогенном, который повышает устойчивость растений к неблагоприятным факторам внешней среды (погодные условия, болезни, ядохимикаты и т.п.). Отличительной особенностью брассиностероидов является действие на рост и развитие растений в очень малых концентрациях. Производится в

Беларуси. Среднетоксичен для теплокровных, практически безопасен для пчел.

Экосил – регулятор роста и индикатор иммунитета растений. Действующее вещество – сумма тритерпеновых кислот. Препаративная форма – 5 %-я водная эмульсия тритерпеновых кислот, тягучая жидкость темно-зеленого цвета, негорючая, невзрывоопасная, нетоксичная для человека и животных. Производитель, регистрант в Беларуси и поставщик – УП «БелУниверсалПродукт». Препарат зарегистрирован в республике на 28 культурах.

Определение агрохимических показателей почвы и качество клевера производили общепринятыми методами согласно ГОСТу и ОСТу. Экспериментальные данные обработаны методом дисперсионного анализа на ЭВМ.

При пересчете зеленой массы клевера в кормовые единицы использовали коэффициент 0,21. Сырой белок – расчетным путем (умножением общего азота на коэффициент 6,25). С учетом коэффициента переваримости (0,6) был рассчитан выход переваримого протеина и обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином у клевера.

Расчет экономической эффективности проводился в ценах 2013 года по методике разработанной РУП « Институт почвоведения и агрохимии» [9].

Метеорологические условия по годам исследований в целом были благоприятными для клевера, что и обусловило получение высокой урожайности этой культуры.

В 2013 году и в среднем за 2012–2013 гг. на почве, хорошо обеспеченной подвижными формами фосфора и калия с благоприятной реакцией почвенной среды была получена высокая урожайность клевера лугового, которая составила в среднем за 2012–2013 гг. 664 ц/га зеленой массы, или 139,4 ц/га кормовых единиц (табл. 1).

При внесении в подкормку весной $N_{16}P_{60}K_{90}$ урожайность зеленой массы клевера возросла по сравнению с неудобренным контролем на 177 ц/га. Окупаемость 1 кг NPK кг зеленой массы в этом варианте опыта составила 103,0 кг. Внесение Эпина и Экосила на фоне $N_{16}P_{60}K_{90}$ в подкормку весной не обеспечило достоверной прибавки урожайности зеленой массы клевера.

Таблица 1. **Влияние макро-, микроудобрений и регуляторов роста на урожайность клевера лугового**

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. $N_{16}P_{60}K_{90}$ в подкормку весной	438	411	849	450	371	821	835	103,0	177,9	175,4
3. $N_{16}P_{60}K_{90}$ в подкормку весной + Эпин	451	416	867	443	396	839	853	113,9	181,7	179,1
4. $N_{16}P_{60}K_{90}$ в подкормку весной + Экосил	439	422	861	430	387	817	839	105,4	178,8	176,2
5. $N_{16}P_{60}K_{90}$+ ЭлеГум В	492	452	944	458	445	903	923	156,0	196,6	193,8
6. $N_{16}P_{60}K_{90}$ + МикроСил В, Cu	494	460	954	478	472	950	952	172,3	202,8	199,9
7. $N_{16}P_{60}K_{90}$+ ЭлеГум Cu	357	395	752	491	415	906	829	99,4	176,6	174,1
8. $N_{16}P_{60}K_{90}$ в подкормку весной + В, Mo	496	452	948	468	395	849	895	97,0	190,6	187,9
9. $N_{16}P_{60}K_{90}$ в подкормку весной + Адоб В	501	458	859	466	441	907	933	162,0	198,7	195,9
$НСР_{05}$	15,6	16,2	18,9	19,1	13,2	20,9	18,1			

Обработка посевов микроэлементами и комплексными препаратами на основе микроэлементов и регуляторов роста, кроме препарата ЭлеГум Cu, обеспечивала

существенную прибавку урожайности зеленой массы клевера. Применение Адоб В на фоне $N_{16}P_{60}K_{90}$ в подкормку весной увеличивало урожайность зеленой массы клевера в среднем за 2012–2013 гг. на 98 ц/га, ЭлеГум В – на 88, бора и молибдена – на 60, МикроСил В, Cu – на 129 ц/га. Комплексный препарат ЭлеГум Cu не способствовал повышению урожайности зеленой массы клевера.

Наиболее высокая урожайность зеленой массы клевера (952 ц/га) и сухой массы (202,8 ц/га) получена в варианте с применением комплексного микроудобрения с регулятором роста МикроСил В, Cu на фоне $N_{16}P_{60}K_{90}$ в подкормку весной. В этом варианте был максимальным и выход кормовых единиц с 1 га (199,9 ц/га).

Потребление элементов минерального питания является сложным физиологическим процессом, зависящим от биологических особенностей растения и условий окружающей среды. Проведенные исследования показали, что применение макро-, микроудобрений и регуляторов роста оказали наиболее существенное влияние на содержание азота в зеленой массе клевера. Содержание азота в зеленой массе клевера в удобряемых вариантах по сравнению с неудобренным контролем несколько возросло (табл. 2).

Таблица 2. **Содержание основных элементов питания в зелёной массе клевера (2012–2013 гг.)**

Варианты	Содержание макроэлементов (%) сух. вещества.								
	N		среднее	P_2O_5		среднее	K_2O		среднее
	2012	2013		2012	2013		2012	2013	
1.Без удобрений	3,69	3,71	3,70	0,92	0,92	0,92	4,63	4,15	4,39
2. $N_9P_{40}K_{60}$ в подкормку весной	3,75	3,82	3,78	0,97	0,97	0,97	4,75	3,93	4,34
3. $N_9P_{40}K_{60}$ в подкормку после уборки покровной культуры	3,98	4,00	3,99	1,05	0,89	0,97	4,80	3,92	4,36
4. $N_{16}P_{60}K_{90}$ после уборки покровной культуры	3,66	3,80	3,73	1,03	0,97	1,00	4,82	4,38	4,60
5. $N_{16}P_{60}K_{90}$ + в подкормку весной	3,86	3,83	3,83	1,01	0,89	0,95	4,77	4,63	4,70
6. $N_{16}P_{60}K_{90}$ + Эпин	3,94	3,98	3,96	0,99	1,01	1,00	4,72	4,59	4,65
7. $N_{16}P_{60}K_{90}$ + Экосил	4,11	3,74	3,92	0,97	0,90	0,94	4,78	3,59	4,18
8. $N_{16}P_{60}K_{90}$ + ЭлеГум В	4,07	3,91	3,99	0,93	0,93	0,93	4,68	3,76	4,22
9. $N_{16}P_{60}K_{90}$ + МикроСил В, Cu	4,24	3,87	4,05	0,91	0,83	0,87	4,69	3,89	4,29
10. $N_{16}P_{60}K_{90}$ + ЭлеГум Cu	4,13	3,74	3,93	0,92	0,88	0,90	4,82	3,67	4,24
11. $N_{16}P_{60}K_{90}$ + В, Mo	4,21	3,96	4,10	0,93	0,88	0,91	4,34	4,25	4,29
12. $N_{16}P_{60}K_{90}$ + Адоб В	4,11	3,98	4,04	0,93	0,84	0,89	4,99	4,15	4,57

Наиболее высоким содержание азота в зеленой массе клевера (4,1 %) было в варианте с применением бора и молибдена на фоне $N_{16}P_{60}K_{90}$ в подкормку весной. Содержание фосфора и калия в зеленой массе клевера было более стабильным и колебалось в пределах 0,87–1,0 % P_2O_5 и 4,22–4,70 % K_2O.

Более высоким содержание сырого белка было в вариантах с внесением бора и молибдена (25,52 %) и Адоб бора (25,06 %) на фоне $N_{16}P_{60}K_{90}$ в подкормку весной. Наибольшим выход сырого белка 5,05 т/га был в варианте с внесением МикроСил В, Cu и в варианте Адоб В (4,97 т/га) на фоне $N_{16}P_{60}K_{90}$ в подкормку весной (табл. 3).

Таблица 3. **Влияние макро-, микроудобрений и регуляторов роста на качество клевера лугового (среднее за 2012–2013гг.)**

Вариант	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. $N_{16}P_{60}K_{90}$ в подкормку весной	24,03	4,27	2,56	146,0
3. $N_{16}P_{60}K_{90}$ в подкормку весной + Эпин	24,75	4,49	2,69	150,2
4. $N_{16}P_{60}K_{90}$ в подкормку весной + Экосил	24,53	4,38	2,62	147,0
5. $N_{16}P_{60}K_{90}$ + ЭлеГум В	24,93	4,90	2,94	151,7
6. $N_{16}P_{60}K_{90}$ + МикроСил В, Cu	24,93	5,05	3,03	151,6
7. $N_{16}P_{60}K_{90}$ + ЭлеГум Cu	24,59	4,34	2,60	149,3
8. $N_{16}P_{60}K_{90}$ в подкормку весной + В, Mo	25,52	4,86	2,92	155,9
9. $N_{16}P_{60}K_{90}$ в подкормку весной + Адоб В	25,06	4,97	2,98	152,1
$НСР_{05}$	3,19			

С учетом коэффициента переваримости был рассчитан выход переваримого протеина. Максимальным он был при применении $N_{16}P_{60}K_{90}$ + МикроСил В, Cu (3,03 т/га), а также в вариантах с применением Элегум В, Адоб В, молибдена и бора на фоне $N_{16}P_{60}K_{90}$ (2,92–2,98 т/га).

Обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином в удобряемых вариантах опыта возрастала по сравнению с неудобренным контролем. Максимальных значений (155,9 г) она достигала в варианте с внесением бора и молибдена на фоне $N_{16}P_{60}K_{90}$ в подкормку весной и возросла по сравнению с неудобренным контролем на 15,3 г. Несколько ниже обеспеченность 1 кормовой единицы г переваримого протеина была в вариантах с применением препарата ЭлеГум В и микроудобрения Адоб В на фоне $N_{16}P_{60}K_{90}$ в подкормку весной, которая составила 151,7 и 152,1 г (табл. 3).

Экономическая эффективность применения удобрений зависит от целого ряда факторов. В современных экономических условиях при невозможности применять в большинстве хозяйств удобрения для обеспечения полной потребности в связи с их высокой ценой, необходимо строго соизмерять затраты на применение удобрений с прогнозируемым урожаем. Основными показателями экономической эффективности применения удобрений является: прибыль (чистый доход) от удобрений и его производные – чистый доход на рубль производственных затрат, на единицу внесения удобрений, рентабельность. Для определения чистого дохода предварительно рассчитывалась стоимость прибавки урожая, полученной за счет применения макро- , микроудобрений и регуляторов роста и затраты на их применение, а также уборку и доработку полученного прироста урожая.

Расчеты экономической эффективности показали, что все удобряемые варианты опыта, обеспечивали получение чистого дохода и были рентабельны (табл. 4).

Таблица 4. **Экономическая эффективность применения макро-, микроудобрений и регуляторов роста под клевер (среднее за 2012–2013 гг.)**

Вариант	Прибавка, ц/га	Стоимость прибавки, USD	Всего затрат, USD	Чистый доход, USD	Рентабельность, %
1.Без удобрений	–	–	–	–	–
2. $N_{16}P_{60}K_{90}$ + в подкормку весной – фон	171	427,5	295,6	131,9	44,6
3. $N_{16}P_{60}K_{90}$ в подкормку весной + Эпин	189	472,5	315,0	157,5	50,0
4. $N_{16}P_{60}K_{90}$ в подкормку весной + Экосил	175	437,5	306,5	131,1	42,8
5. $N_{16}P_{60}K_{90}$ + ЭлеГум В	259	647,5	347,7	299,8	86,2
6. $N_{16}P_{60}K_{90}$ + МикроСил В, Cu	286	715,0	358,5	356,5	101,1
7. $N_{16}P_{60}K_{90}$ + ЭлеГум Cu	165	412,5	303,9	105,6	34,4
8. $N_{16}P_{60}K_{90}$ в подкормку весной + В, Mo	161	402,5	304,1	98,4	24,4
9. $N_{16}P_{60}K_{90}$ в подкормку весной + Адоб В	269	672,5	349,7	322,8	92,3

Максимальный чистый доход (356,5 USD/га) при рентабельности 101,1 % был получен при применении МикроСил В, Cu на фоне $N_{16}P_{60}K_{90}$. Достаточно высоким чистый доход (299,8–322,8 USD/га) при рентабельности 86,2–92,3 % был и в вариантах с обработкой посевов ЭлеГум В и Адоб В на фоне $N_{16}P_{60}K_{90}$ весной.

Заключение

Применение $N_{16}P_{60}K_{90}$ в подкормку весной клевера лугового повышало урожайность зеленой массы на 171 ц/га при окупаемости 1 кг NPK зеленой массой клевера 103 кг. Некорневая подкормка бором и молибденом способствовала возрастанию урожайности зеленой массы на фоне $N_{16}P_{60}K_{90}$ в подкормку весной на 60 ц/га (с 835 до 895 ц/га) и обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином на 9,9 г (с 146 до 155,9 г).

Обработка посевов МикроСил В, Cu на фоне $N_{16}P_{60}K_{90}$ обеспечивала получение максимальной урожайности зеленой массы клевера (952 ц/га), выхода сырого белка (5,05 т/га), чистого дохода (356,5 USD/га) и рентабельности (101,1 %).

ЛИТЕРАТУРА

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. Школьник, М. Я. Микроэлементы в жизни растений / М. Я. Школьник. – Л.: Наука, 1974. – 252 с.

3. 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.

4. Анспок, П. И. Микроудобрения. Справочник / П. И. Анспок. – Л.: Агропромиздат, 1990. – 272 с.

5. Ягодин, Б. А. Агрохимия: учебн. для студент, высш. учебн. заведений для агроном, спец. / Б. А. Ягодин, Ю. П. Жуков, В. И. Кобзаренко. – М.: Колос, 2002. – 584 с.

6. Удобрение и качество урожая сельскохозяйственных культур / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – Минск: Технопринт, 2005. – 276 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. Методика определения агрономической и экономической эффективности удобрений и прогнозирования урожаев с.-х. культур / И. М. Богдевич. [и др.]. – Минск.: Ин-т почвоведения и агрохимии, 2010. – 24 с.