
РАЗДЕЛ 2

РАСТЕНИЕВОДСТВО

УДК 631.582.9:631.81

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ ЭЛЕМЕНТАМИ ПИТАНИЯ МНОГОЛЕТНЕЙ КОРМОВОЙ КУЛЬТУРЫ КОЗЛЯТНИК ВОСТОЧНЫЙ (*GALEGA ORIENTALIS LAM.*) В УСЛОВИЯХ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Илюшкина О.В.

Отдел северного земледелия Омский аграрный научный центр

В статье представлены данные по результатам многолетнего опыта с нетрадиционной кормовой культурой козлятник восточный. В результате проводимых исследований установлена наилучшая доза и соотношение вносимых элементов питания под культуру на серой лесной тяжелосуглинистой почве подтаежной зоны Западной Сибири. Установлена зависимость в системе «удобрение-почва-растение» Определены оптимальные параметры как в почве, так и в растениях содержания питательных веществ, ниже которых растение будет иметь их дефицит.

Ключевые слова: почва, козлятник восточный, удобрения, дозы, урожайность.

THE EFFECT OF MINERAL FERTILIZERS ON THE SUPPLY OF NUTRIENTS TO THE PER- ENNIAL FODDER CROP OF THE EASTERN GOAT (*GALEGA ORIENTALIS LAM.*) IN THE CONDITIONS OF THE NON-CHERNOZEM ZONE OF WESTERN SIBERIA

Ilyushkina O.V.

Omsk Agrarian Scientific Center

The article presents data on the results of many years of experience with non-traditional fodder culture of the eastern goat. As a result of the conducted research, the best dose and ratio of the introduced nutrients for culture was established on the gray forest heavy loamy soil of the subtaiga zone of Western Siberia. The dependence in the "fertilizer-soil-plant" system has been established, optimal parameters have been determined both in the soil and in plants of the nutrient content, below which the plant will have their deficiency.

Key words: soil, eastern goat, fertilizers, doses, yield.

Козлятник восточный многолетняя кормовая культура семейства бобовых, главным достоинством которой является способность произрастать на одном месте более 20 лет, не снижая своих продуктивных показателей. Первые научные эксперименты по изучению козлятника восточного как бобового компонента в различных травосмесях велись с 1990 до 2020 года на полях отдела северного земледелия (бывшая Тарская сельскохозяйственная опытная станция). В результате было установлено, что данная культура обладает хорошим выходом продукции от 40 до 50 т/га зеленой массы с одного укоса или от 60 до 70 т/га за два укоса, а также научно-доказана возможность его долголетнего использования [6]. Первые посевы козлятника восточного в условиях производства были заложены в 1989 г. на полях ООО «Ложноконское» Тарского района, которые сохранились до 2022 г. и дают возможность за короткий вегетационный период 97-110 суток сибирского лета получить два полноценных укоса. Территория подтаежной зоны Омской области в основном представлена нечерноземными типами почв, которые обладают недостаточным содержанием питательных веществ, а козлятник восточный, как и любая другая культура нуждается в пище и предъявляет свои требования к их выносу.

Разработанный в 1970-х годах учеными Омского ГАУ метод почвенной диагностики «ИСПРОД» (интерактивная система почвенной растительной диагностики), на протяжении сорока лет был апробирован и успешно внедрялся на территории черноземной зоны Западной Сибири [1]. На территории нечерноземной зоны впервые применен для изучения диагностики минерального питания козлятника восточного. Метод «ИСПРОД» позволил на основании полевых опытов, лабораторных исследований и статистического анализа полученных данных установить оптимальные агрохимические показатели минерального питания культуры [2,3].

Объекты и методы исследований

Объекты исследования – козлятник восточный (сорт Гале), почва серая лесная, минеральные удобрения, вносимые в запас на 4 года вперед.

Научная исследовательская работа по изучению диагностики питания козлятника восточного осуществлялась с 2013 по 2016 гг. Опыты закладывались на полях отдела северного земледелия Омского АНЦ, почва под опытами серая лесная маломощная, грунтово-глееватая тяжелосуглинистая типичная для зоны. Метеорологические условия типичны для Сибири, климат резко континентальный, сумма эффективных температур за период вегетации составляет 1600-1800°C, гидротермический коэффициент в среднем равен 1,4, что указывает на достаточное увлажнение территории.

Опыты закладывались в 4-х кратной повторности, размещение вариантов последовательное, в один ярус. Всего было заложено 32 делянки, площадь одной делянки составляла 16 м². Обработку данных проводили методом дисперсионного и корреляционного анализов по Доспехову Б.А., 1985 [1].

Результаты и их обсуждение

Согласно полученным данным, были установлены основные закономерности влияния различных доз и сочетаний минеральных удобрений на продуктивность козлятника восточного (таблица 1).

Таблица 1

Урожайность и агрохимические показатели плодородия почвы по вариантам

Варианты опыта	Содержание в почве,			Урожайность, т/га		
	мг/кг			В сумме за 2013-2016 гг.	Прибавка	
	N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O		т/га	%
Контроль (без уд.)	9,5	75,4	63,4	96,7	-	-
N ₄₅	10,9	87,9	68,4	109,9	13,2	13,6
N ₄₅ P ₁₈₀	10,3	125,6	74,2	131,3	34,6	35,8
N ₄₅ P ₃₆₀	11,1	135,9	76,8	134,3	37,6	38,9
N ₄₅ P ₅₄₀	17,5	162,9	81,7	114,7	18,0	18,6
N ₄₅ P ₁₈₀ K ₁₈₀	16,2	156,9	89,6	120,5	23,8	24,6
N ₄₅ P ₃₆₀ K ₁₈₀	16,0	156,5	89,7	131,4	34,7	35,9
N ₄₅ P ₁₈₀ K ₃₆₀	15,5	150,0	112,5	142,1	45,4	46,9
HCP ₀₅	-	-	-	2,55	-	-

Максимальную прибавку урожая 45,4 т/га позволило получить соотношение вносимых полных доз азотно-фосфорно-калийных удобрений 1:4:8, т.е. при внесении $N_{45}P_{180}K_{360}$ кг д.в./га. Содержание основных элементов питания в данном варианте составило, мг/кг: $N-NO_3 - 15,5$, $P_2O_5 - 150,0$, $K_2O - 112,5$. Согласно градации по методики Кирсанова содержание подвижного фосфора находится в пределах 150-250 мг/кг – высокая обеспеченность, обменного калия в интервале 81-120 мг/кг – средняя обеспеченность. Потребность в азотном питании устранена за счет внесения азотных удобрений и возделыванием бобовой культуры, в результате данных агротехнологий увеличилось содержание нитратного азота в слое почвы 0-20, 20-40 см до среднего значения (согласно градации 15-20 мг/кг – среднее содержание). Наименьшее содержание элементов питания в почве получен в варианте где удобрения не применялись, в результате урожайность составила зеленой массы 96,7 т/га.

С учетом полученных данных по урожайности и содержанию элементов питания в почве, можно сказать, что козлятник восточный хорошо реагирует на фосфорные и калийные минеральные удобрения, применяемые в основное внесение раз в четыре года. Математическая обработка опытных данных позволяет установить зависимость между содержанием элементов питания в почве и дозами вносимых удобрений, т.е. в системе удобрение–почва, через уравнения регрессии. Для фосфора уравнение имеет вид – $Ур = 0,131 \cdot X + 92,7$, $r = 0,96$, для калия – $Ук = 0,11 \cdot X + 72,9$, $r = 0,99$. Для азота уравнение регрессии рассчитывалось на основании изменения содержания подвижного фосфора ($УР_2O_5 = 0,270 \cdot N_{кг} + 75,4$) и обменного калия ($УК_2O = 0,111 \cdot N_{кг} + 63,4$), в результате получены коэффициенты интенсивного действия ($br - 0,270$ мг/кг, $bk - 0,111$ мг/кг) и разработана формула определения оптимального содержания питательных веществ в системе почва-удобрение: $C_{P_2O_5, K_2O, мг/кг} = C_1 \text{ мг/кг} + DN \cdot br + Др \cdot br + Дк \cdot br$. Подставляя свои значения по фосфору получаем следующий расчет: $C_{P_2O_5, мг/кг} = 75,4 \text{ мг} + N_{45} \cdot 0,27 \text{ мг} + P_{180} \cdot 0,131 \text{ мг} + K_{360} \cdot 0,11 \text{ мг} = 150,7$, аналогично по калию: $C_{K_2O, мг/кг} = C_1 (68,4 \text{ мг}) + DK \cdot 0,111 \text{ мг/кг} + ДР \cdot 0,024 = 112,7$ мг/кг почвы.

Данные расчеты позволили установить оптимальные уровни содержания в почве подвижного фосфора на уровне – 150 мг/кг, обменного калия 112 мг/кг. Оптимальный параметр по содержанию в почве нитратного азота определялся по формуле: $N_M, \text{ кг/га} = B, \text{ кг/га} + NO-NH, \text{ кг/га}$, где $N_M, \text{ кг/га}$ – накопление доступного азота в почве для растений, B – вынос азота растениями, кг/га, NO – остаток азота под растениями в период уборки, NH – содержание нитратного азота весной (период весеннего отрастания).

Пример расчета баланса: $B_{N-NO_3} = 35,5 \text{ кг} + 119,8 \text{ кг} = 155,3 \text{ кг/га}$, что при переводе в мг/кг соответствует уровню 15,5.

Знание содержания основных элементов питания в серой лесной почве отображают не полную картину агрохимических показателей ее плодородия, поэтому дополнительно представлены данные по содержанию и соотношению микроэлементов, аммиачного азота и серы, которые поясняют, что именно при таком химическом составе в почве проявляются положительные действия внесенных минеральных удобрения (таблица 2).

Таблица 2

**Оптимальные уровни содержания и соотношения
элементов питания в серой лесной почве, мг/кг**

Содержание	Макроэлементы				
	P ₂ O ₅	N-NO ₃	N-NH ₄	K ₂ O	S
	150	15,0	2,5	112	34
Микроэлементы					
Mo	Mn	Cu	Zn	B	Co
1,3	44	9,5	2,8	1,7	1,2
Оптимальное соотношение					
P ₂ O ₅ ≈10(N-NO ₃) ≈2,6(N-NH ₄) ≈1,33(K ₂ O) ≈4,4S; Mn≈4,6Cu≈15,7Zn≈25,9B≈36,7Co≈33,8Mo					

Исследования без изучения содержания оптимальных параметров макро- и микроэлементов в самом растении были бы неполноценными. Поэтому далее в таблице 3 представлены оптимальные уровни содержания и соотношения элементов в зеленой массе козлятника восточного, соотношение главных элементов представлены данными за два укоса, а микроэлементов усредненными данными.

Таблица 3

**Оптимальные уровни содержания и соотношения элементов питания в растениях,
мг/кг**

Укос	Макроэлементы			Микроэлементы				
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mo	Co	Mn	Cu	Zn
первый	1,60	1,30	2,72	2,25	0,118	32,10	3,31	26,1
второй	2,10	1,57	2,63	2,41	0,134	32,26	3,47	26,6
Соотношение элементов питания								
Первый укос – %N≈1,23%P≈0,59%K; Второй укос – %N≈1,34%P≈0,80%K за два укоса: Mn≈13.9Mo ≈29Co ≈9.55Cu ≈1.2Zn								

Таким образом, определение оптимальных параметров содержания элементов питания в почве и в растениях, в рамках системы «ИСПРОД» позволило создать гибкую систему применения удобрений и установить их эффективность, а также определить зависимости в системе почва – удобрение – растение. В случае применения несбалансированного соотношения элементов питания в виде доз удобрений урожайность снижается и нарушается гармоничность питания, а продуктивность растения достигает наименьшего эффекта [6].

Выводы

С учетом полученной максимальной урожайности – 142,1 т/га зеленой массы в сумме за 4 года исследований, оптимальной дозой внесения минеральных удобрений является N₄₅P₁₈₀K₃₆₀ или соотношение 1:4:8. Именно данная доза позволила увеличить содержание элементов питания в почве до N-NO₃ – 15,5 мг/кг, P₂O₅ – 150,0 мг/кг, K₂O – 112,5 мг/кг, данные значения на основе системы «ИСПРОД» установлены как оптимальные.

Список литературы

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. 5-ое изд. доп. и перераб. / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
2. Ермохин Ю.И. Оптимизация минерального питания козлятника восточного (*Galega orientalis* Lam.) на основе почвенной диагностики серой лесной почвы / Ю.И. Ермохин, О.В. Илюшкина // Вестник Омского ГАУ. – 2017. – №3 (27). – С. 35-41.
3. Ермохин Ю.И. Урожайность козлятника восточного (*Galega orientalis* Lam.) в зависимости от уровня содержания элементов питания в серой лесной почве / Ю.И. Ермохин, О.В. Илюшкина // Вестник Омского ГАУ. – 2017. – №4(28). – С. 33-38.
4. Ермохин Ю.И. Управление плодородием серых лесных почв и питание козлятника восточного в практике применения удобрений / Ю.И. Ермохин, О.В. Илюшкина // 21-я Международная науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию ОмГАУ. – Омск: Изд-во ОмГАУ, 2018 – С. 137-142
5. Илюшкина О.В. Диагностика потребности растений в удобрениях с учетом оптимальных уровней и баланса равновесия минеральных элементов в серой лесной почве / О.В. Илюшкина // Агрэкологические и экономические аспекты применения средств химизации в условиях интенсификации сельскохозяйственного производства: мат. 51-й Международной науч. конф. молодых ученых, специалистов-агрохимиков и экологов, приуроченной к Году экологии в Российской Федерации, ВНИИ агрохимии им. Д.Н. Прянишникова. – М.: Изд-во ВНИИА, 2017. – С. 35-40
6. Казанцев В.П. Продуктивность многолетних бобовых трав при сенокосном использовании в нечернозёмной полосе Западной Сибири / В.П. Казанцев // Вестник ОмГАУ. – 2012. – № 1. – С.158-161.

Илюшкина Ольга Владимировна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, Отдел северного земледелия, Омский аграрный научный центр
646531 Омская область, г. Тара, ул. Вавилова, д.4
E-mail: olga-cheboha@mail.ru