

Продуктивность люцерны второго года жизни при оптимизации минерального питания растений на черноземе выщелоченном Западного Предкавказья

Чухиль А.А. и Шеуджен А.Х.

Приведены результаты исследований, которые получены в условиях многолетнего стационарного опыта кафедры агрохимии Кубанского ГАУ. Установлены оптимальные дозы микроудобрений при различных уровнях минерального питания, позволяющие получить максимальный урожай зеленой массы люцерны высокого качества. Выявлена динамика накопления элементов питания в растениях на протяжении вегетации.

Рациональное использование биоклиматического потенциала культурных растений, систематическое воспроизводство плодородия почв, улучшение баланса элементов питания без отрицательного воздействия на все компоненты агроландшафтов способствует получению стабильных урожаев. Ведущее место среди многолетних бобовых трав на Кубани принадлежит люцерне (Дроздова и др., 2014). Ее практическая ценность не ограничивается только кормовыми достоинствами – она обогащает почву азотом, служит хорошим предшественником для многих сельскохозяйственных культур, уменьшает действие водной и ветровой эрозии (Шеуджен и др., 2006а; Василько и др., 2013).

Важную роль в повышении урожайности люцерны играют микроудобрения. Микроэлементы – молибден, марганец, кобальт, медь, цинк и бор участвуют в обмене веществ, стимулируют процессы дыхания и фотосинтеза, повышают устойчивость растений к неблагоприятным условиям внешней среды, увеличивают урожайность сельскохозяйственных культур, улучшают качество продукции и сокращают сроки созревания (Хурум и др., 2009; Шеуджен и др., 2013).

Однако система удобрения люцерны сегодня базируется исключительно на использовании азотных, фосфорных и калийных удобрений, а применение микроудобрений под данную культуру весьма ограничено, что приводит к несбалансированному потреблению элементов питания, снижению урожайности и качества зеленой массы. Научные работы по изучению действия микроэлементов на рост и развитие растений люцерны и оценке эффективности применения микроудобрений в люцерновом агроценозе выполнены на почвах рисовых полей и исключительно в рисовом севообороте. Поэтому они не могут быть приняты на вооружение сельхозпроизводителями, ведущими свое хозяйство на черноземах выщелоченных в условиях зерно-травяно-пропашного севооборота (Бондарева и др. 2010; Шеуджен и др., 2006б; 2007; 2009). В связи с этим нами была изучена необходимость включения микроэлементов в систему удобрения люцерны в данных условиях.

Цель исследований – повышение продуктивно-

сти люцерны второго года жизни путем оптимизации системы удобрения. В задачу исследований входило установление действия микроудобрений на динамику содержания азота, фосфора и калия в растениях люцерны 2-го года жизни; выявление влияния микроудобрений на рост и развитие растений люцерны; изучение влияния микроудобрений на урожайность и качество зеленой массы люцерны. В настоящей статье представлены результаты, полученные в 2014 и 2015 годах.

Схема опыта приведена в соответствующих таблицах данной статьи, повторность вариантов – четырехкратная, расположение – рандомизированное, учетная площадь микроделанки – 30 м². Минеральные удобрения вносили в форме нитроаммофоски, сульфатов кобальта, марганца, меди и цинка, молибдата аммония и борной кислоты под ранневесеннее боронование. Агротехника в опыте – общепринятая для данной зоны. Выращивалась люцерна сорта Фея. Почва – чернозем выщелоченный слабогумусный сверхмощный легкоглинистый на лессовидных тяжелых суглинках. Агрохимическая характеристика почвы приведена в других работах (Василько и др., 2013; Шеуджен, 2015). Обеспеченность чернозема выщелоченного учхоза Кубань подвижными формами большинства микроэлементов – низкая: Мо – 0.11, Со – 0.07, Си – 0.10, Zn – 0.55 и В – 0.42 мг/кг почвы. Только по марганцу для почвы характерен средний класс обеспеченности – 11.2 мг/кг почвы. Содержание подвижных соединений Со, Си, Zn и Mn в почве определялось по методу Крупского и Александровой в модификации ЦИНАО, Мо – по



Растения люцерны за неделю до первого укоса (12.05.2015)

Таблица 1. Содержание азота в растениях люцерны при внесении микроудобрений, %.

Вариант опыта	1-й укос		2-й укос		3-й укос	
	2014	2015	2014	2015	2014	2015
N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀ (фон)	2.53	3.15	2.51	3.29	2.49	3.12
Фон + Мо	2.99	3.57	2.90	3.61	2.81	3.52
Фон + Мп	2.71	3.36	2.63	3.29	2.55	3.20
Фон + Со	2.84	3.39	2.74	3.42	2.66	3.49
Фон + Си	2.91	3.45	2.80	3.40	2.78	3.50
Фон + Zn	2.60	3.38	2.63	3.33	2.55	3.41
Фон + В	2.62	3.22	2.59	3.30	2.52	3.17

Таблица 2. Содержание фосфора в растениях люцерны при внесении микроудобрений, %.

Вариант опыта	1-й укос		2-й укос		3-й укос	
	2014	2015	2014	2015	2014	2015
N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀ (фон)	0.69	0.75	0.70	0.78	0.72	0.80
Фон + Мо	0.71	0.79	0.71	0.80	0.73	0.81
Фон + Мп	0.72	0.81	0.74	0.80	0.74	0.83
Фон + Со	0.71	0.79	0.71	0.79	0.73	0.80
Фон + Си	0.70	0.80	0.72	0.82	0.73	0.82
Фон + Zn	0.67	0.76	0.69	0.79	0.71	0.78
Фон + В	0.74	0.82	0.75	0.81	0.77	0.82

методу Григга в модификации ЦИНАО, а В – по методу Бергера и Труога в модификации ЦИНАО (Минеев и др., 2001).

Растительные образцы отбирали поделяночно с каждого варианта и каждой повторности. Проводили мокрое озоление растительных образцов в смеси серной кислоты и перекиси водорода. Содержание азота определяли по Кьельдалю, фосфора – колориметрически, калия – на пламенном фотометре. В течение всей вегетации наблюдали за изменением линейного роста растений и накоплением сухого вещества. Учет урожая зеленой массы проводили поделяночно методом сплошной уборки. Статистическая оценка экспериментальных данных осуществлялась методом дисперсионного анализа.

Микроудобрения, улучшая условия питания люцерны микроэлементами, оказали положительное влияние на потребление азота, фосфора и калия растениями. Так, при применении микроудобрений количество азота в растениях значительно возрастает (табл. 1). Это происходит из-за положительного влияния микроэлементов на процессы поглощения азота и включение его в метаболические процессы. Различная физиологическая роль микроэлементов характеризует их неодинаковую степень воздействия на поглощение и накопление азота. В оба года исследований бор и марганец не оказали существенного влияния на эти процессы. Наиболее значительное воздействие на поглощение азота оказывают молибден и медь. Так, в 2014 г. при внесении N20P20K20 содержание общего азота в надземных органах растений составило: 1-й укос – 2.53%, 2-й – 2.51%



Разбивка опыта (25.05.2015)

и 3-й – 2.49%. При включении молибдена в систему удобрения – 2.99, 2.90 и 2.81% соответственно. Медные удобрения позволили получить следующие показатели в рассматриваемом году: 1-й укос – 2.91%, 2-й – 2.80% и 3-й – 2.78%.

В условиях 2015 г. тенденция положительного влияния молибденовых и медных удобрений на накопление азота в зеленой массе люцерны сохранилась, однако сами показатели были выше, чем в предыдущий год исследований: в варианте с применением фонового удобрения содержание азота в растениях в 1-й укос достигало 3.15%, во 2-й – 3.29% и в 3-й – 3.12%. При использовании молибденовых удобрений рассматриваемый показатель увеличивался в 1-й укос до 3.57%, во 2-й – до 3.61% и в 3-й – до 3.52%. Медные удобрения повышали содержание азота в растениях до уровней 3.45, 3.40 и 3.50% соответственно. В 2015 г. проявилось действие кобальтовых удобрений: в 1-й укос рассматриваемый показатель составил 3.39%, во 2-й – 3.42% и в 3-й – 3.49%.

Растения люцерны содержат значительно меньше фосфора, чем азота. Наибольшее содержание фосфора в вегетативных органах растений люцерны отмечено в период весеннего отрастания. По мере развития растений количество фосфора постепенно снижается и достигает минимума в фазу цветения (укосы).

Воздействие микроудобрений на динамику содержания фосфора в растениях различно (табл. 2). В 2014 г. борные и марганцевые удобрения оказали положительное влияние на поглощение фосфора растениями люцерны. По сравнению с контролем его содержание в растениях в этих вариантах возрастало по укосам на 0.05% и 0.02-0.04% соответственно. При внесении молибденовых, кобальтовых и медных удобрений различия в содержании фосфора в растениях люцерны были незначительны, а цинковые удобрения даже в некоторой степени снижали данный показатель – на 0.01-0.02%.

Исследования 2015 г. показали, что характер накопления фосфора в растениях люцерны при использовании микроудобрений остался прежним. Максимальное содержание фосфора также отмечено в вариантах с марганцевыми и борными удобрениями. Больше положительное влияние в

условиях этого года оказали медные удобрения.

Люцерна нуждается в интенсивном калийном питании. Недостаток калия приводит к ослаблению азотфиксирующей активности клубеньковых

бактерий (Шеуджен и др., 2006а; 2013). Повышение обеспеченности люцерны микроэлементами за счет вносимых микроудобрений положительно сказалось на содержании калия в растениях (табл. 3). В 2014-2015 гг. наибольшее его количество накапливалось в вариантах с внесением молибденовых и цинковых удобрений. В среднем по укосам данный показатель был выше контроля на 0.06% в вариантах с молибденовым удобрением и на 0.05% – с цинковым. Влияние кобальтового, медного и марганцевого удобрений на содержание калия в растениях люцерны было значительно слабее. Превышение над контролем составило всего лишь 0.02-0.04%.

Рост и развитие растений тесно связаны с минеральным питанием, фотосинтезом, водообменом и, в конечном счете, определяют структуру, величину и качество урожая. Интенсивность ростовых процессов определяется генотипом сорта, но степень реализации сортового потенциала в значительной мере зависит от почвенно-климатических условий и технологии возделывания культуры (Шеуджен и др., 2006а; 2013).

Микроудобрения создают благоприятные условия для корневого питания люцерны и тем самым смягчают остроту конкурентных взаимоотношений между отдельными растениями в агроценозе. Последнее определяет формирование более высокой густоты стояния растений и лучшую их выживаемость (Шеуджен и др., 2013). Микроудобрения оказали положительное воздействие на густоту стояния (табл. 4). В 2014 г. оно было наиболее выраженным в варианте с внесением молибденового удобрения, где отмечено превышение над контролем на 42 шт./м². Слабее было действие цинкового, борного и марганцевого удобрений.

В 2015 г. в среднем за три укоса густота стояния растений в варианте с применением молибденового удобрения превышала контроль на 32 шт./м², медного – на 25 шт./м², а кобальтового и цинкового – на 20 шт./м².

К концу вегетации люцерны число растений сокращалось. Изреживание растений снижалось при внесении цинкового, медного и молибденового удобрения в оба года исследований.

Таблица 3. Содержание калия в растениях люцерны при внесении микроудобрений, %.

Вариант опыта	1-й укос		2-й укос		3-й укос	
	2014	2015	2014	2015	2014	2015
N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀ (фон)	1.78	1.81	1.83	1.76	1.74	1.81
Фон + Mo	1.83	1.89	1.88	1.82	1.79	1.86
Фон + Mn	1.81	1.84	1.86	1.79	1.77	1.84
Фон + Co	1.80	1.83	1.85	1.80	1.76	1.83
Фон + Cu	1.81	1.85	1.86	1.81	1.77	1.84
Фон + Zn	1.82	1.85	1.87	1.83	1.78	1.85
Фон + B	1.79	1.82	1.84	1.79	1.75	1.82

Таблица 4. Густота стояния растений по укосам люцерны при внесении микроудобрений, шт./м².

Вариант опыта	1-й укос		2-й укос		3-й укос	
	2014	2015	2014	2015	2014	2015
N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀ (фон)	350	368	302	325	254	250
Фон + Mo	392	400	344	356	296	284
Фон + Mn	378	385	328	340	278	268
Фон + Co	386	390	334	341	282	273
Фон + Cu	383	395	338	343	293	280
Фон + Zn	380	388	332	335	285	279
Фон + B	375	381	324	329	273	258
HCP _{0.05}	20	17	20	13	21	14

Таблица 5. Высота растений люцерны при внесении микроудобрений, см.

Вариант опыта	1-й укос		2-й укос		3-й укос	
	2014	2015	2014	2015	2014	2015
N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀ (фон)	79	53	64	40	54	37
Фон + Mo	88	60	76	52	68	48
Фон + Mn	82	57	71	48	63	46
Фон + Co	85	59	74	49	66	47
Фон + Cu	86	59	76	50	68	48
Фон + Zn	91	62	80	54	72	49
Фон + B	83	56	70	46	61	44
HCP _{0.05}	6	4	8	5	9	5

Таблица 6. Урожайность зеленой массы люцерны 2-го года при внесении микроудобрений.

Вариант опыта	Урожайность по укосам, ц/га						Прибавка в среднем за 3 укоса			
	1-й		2-й		3-й		ц/га		%	
	2014	2015	2014	2015	2014	2015	2014	2015	2014	2015
N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀ (фон)	437	250	328	204	278	174	-	-	-	-
Фон + Mo	445	257	338	213	292	182	11	8	3	4
Фон + Mn	441	255	334	208	286	178	6	4	2	2
Фон + Co	443	257	336	210	288	180	8	6	2	3
Фон + Cu	444	257	335	211	287	179	8	6	2	3
Фон + Zn	440	254	334	210	287	179	6	5	2	2
Фон + B	439	254	332	209	286	178	5	4	1	2
HCP _{0.05}	4	3	6	4	8	5	-	-	-	-

Таблица 7. Качество зеленой массы люцерны при внесении микроудобрений в среднем за 3 укоса.

Вариант опыта	Кормовые единицы, ц/га		Протеин, %		Зола, %	
	2014	2015	2014	2015	2014	2015
N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀ (фон)	69.5	67.3	22.6	21.9	7.9	7.5
Фон + Mo	71.6	70.6	23.7	23.1	8.2	7.9
Фон + Mn	70.7	68.5	22.8	22.5	8.1	8.0
Фон + Co	71.1	68.9	23.3	22.9	8.3	8.0
Фон + Cu	71.1	69.7	23.5	22.7	8.2	7.9
Фон + Zn	70.7	68.4	22.8	22.5	8.0	7.8
Фон + B	70.5	68.2	22.7	22.3	8.0	7.7

Наблюдения за динамикой роста растений показали, что микроудобрения способствовали увеличению высоты стебля (табл. 5). Степень воздействия микроэлементов на высоту растений различна. В 2014 г. кобальтовое и медное удобрение увеличивали высоту растений в 1-й укос на 6 и 7 см, во 2-й – на 10 и 12 см и в 3-й – на 12 и 14 см соответственно; а молибденовое и цинковое – на 9 и 12, 12 и 16, 14 и 18 см соответственно по укосам.

Полученные в 2015 г. данные также свидетельствуют о положительном воздействии микроудобрений на высоту растений, однако сами показатели имели небольшую величину, что обусловлено неблагоприятными погодными условиями во время летней вегетации.

Микроудобрения способствовали формированию высокой урожайности люцерны (табл. 6). Наиболее существенным было влияние молибденового, медного и кобальтового удобрений. Их положительное воздействие на продуктивность люцерны наблюдалось в течение всего вегетационного периода. В 2014 г. в этих вариантах прибавка урожайности зеленой массы люцерны по сравнению с контролем в среднем за 3 укоса составила 11, 8 и 8 ц/га соответственно, а в 2015 г. – 8, 6 и 6 ц/га соответственно. Под воздействием цинкового, марганцевого и борного удобрений урожайность зеленой массы люцерны повышалась в среднем за 3 укоса соответственно на 6, 6 и 5 ц/га в 2014 г. и на 5, 4 и 4 ц/га в 2015 г.

Удобрения, применяемые на посевах люцерны второго года, повышают ее питательную ценность. При включении микроэлементов в систему удобрения люцерны сбор кормовых единиц, переваримого протеина и зольных элементов увеличивается еще в большей мере. Как видно из табл. 7, выход кормовых единиц был наибольшим при внесении молибденового, медного и кобальтового удобрений. В 2014 г. прибавки по этим вариантам составили соответственно 2.1, 1.6 и 1.6 ц/га кормовых единиц, а в 2015 г. – 3.3, 2.4 и 1.6 ц/га соответственно. Эти же микроудобрения в наибольшей степени увеличивали содержание протеина в зеленой массе. Микроудобрения не оказали

существенного влияния на зольность зеленой массы люцерны.

Таким образом, включение микроэлементов в систему удобрения люцерны способствует усилению ростовых процессов, повышению урожайности зеленой массы и улучшению ее кормовых достоинств.

Чухиль А.А. – аспирант 3-го года обучения кафедры агрохимии; e-mail: a.chukhil91@mail.ru.

Шеуджен А.Х. – доктор биологических наук, член-корреспондент РАН, профессор, заведующий кафедрой агрохимии.

Кубанский государственный аграрный университет (г. Краснодар).

Литература

- Дроздова В.В., Шеуджен А.Х. и Хуако А.Ю. 2014. Научный журнал КубГАУ, 99(05): 1-14.
- Шеуджен А.Х., Куркаев В.Т. и Котляров Н.С. 2006а. Агрохимия. Майкоп: «Афиша», 1075 с.
- Василько В.П., Сысенко И.С., Новоселецкий С.И., Попондопуло А.С. 2013. Научный журнал КубГАУ, 93(09): 951-971.
- Хурум Х.Д., Шеуджен А.Х. и Онищенко Л.М. 2009. Вестник Казанского государственного университета, №1(11): 115-117.
- Шеуджен А.Х., Бондарева Т.Н. и Кизинек С.В. 2013. Агрохимические основы применения удобрений. Майкоп: ОАО «Полиграф-ЮГ», 572 с.
- Бондарева Т.Н., Хурум Х.Д., Шеуджен А.Х. и Онищенко Л.М. 2010. Доклады Россельхозакадемии, 2: 17-19.
- Шеуджен А.Х., Онищенко Л.М. и Хурум Х.Д. 2006б. Плодородие, 1(28): 18-19.
- Шеуджен А.Х., Онищенко Л.М. и Хурум Х.Д. 2007. Тр. КубГАУ, 3(7): 112-115.
- Шеуджен А.Х., Онищенко Л.М., Бондарева Т.Н. и Хурум Х.Д. 2009. Аграрный вестник Урала, 2 (56): 71-73.
- Шеуджен А.Х. 2015. Агрохимия чернозема. Майкоп: ОАО «Полиграф-ЮГ», 232 с.
- Минеев В.Г., Сычев В.Г., Амелянчик О.А., Болышева Т.Н. и др. 2001. Практикум по агрохимии. М.: Изд-во МГУ. 689 с.