

ВЛИЯНИЕ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЛЮЦЕРНЫ

В. П. Данилов

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук,
р. п. Краснообск, Новосибирская обл., Россия
vicdan@list.ru

АННОТАЦИЯ. Отражены результаты исследований по изучению влияния разных норм азотных удобрений на урожайность люцерны в условиях лесостепной зоны Западной Сибири. Проведено определение методом сравнения с небобовой культурой количество фиксированного люцерной биологического азота. Определена энергетическая эффективность внесения различных норм азота на травостой люцерны.

Ключевые слова: люцерна, костреч безостый, азот, урожайность, норма.

Источником белкового корма в большинстве районов Западной Сибири служит люцерна, посевы которой, например, в Новосибирской области занимают 44,4% площадей всех многолетних трав. Кроме белка в ней содержится большое количество минеральных веществ – кальция, фосфора, магния, серы и др. Люцерна исключительно богата витаминами.

Вопрос азотного питания бобовых трав наиболее сложный и до настоящего времени дискуссионный. Результаты исследований по азотному питанию растений можно разделить на группы:

1. бобовым травам минеральный азот не нужен и даже вреден;
2. необходимы «стартовые» дозы азота;
3. под бобовые травы следует применять средние дозы удобрений;
4. необходимо полное обеспечение азотом бобовых трав.

К числу причин, приводящих ученых в разногласия по этому вопросу следует отнести: проведение опытов на почвах, различных по окультуренности и механическому составу, с неодинаковой реакцией среды при разной обеспеченности её макро- и микроэлементами, без учета активности клубеньковых бактерий. Неодинаков и режим использования бобовых трав.

В опытах [1] люцерна, возделываемая после хлопчатника, не реагировала на внесение азота до N_{150} . Есть мнение, что люцерна в азотных удобрениях не нуждается, хотя подкормка весной N_{30} желательна.

Люцерна наиболее урожайна на второй год жизни. При планировании получения более 40 т/га зеленой массы необходимо внесение азотных удобрений. Ряд авторов придерживаются мнения, что бобовым необходимы небольшие «стартовые» дозы для роста и развития растений до начала азотфиксации в количествах не более 30 кг/га д.в. [2, 3].

Положительный эффект от «стартовых» доз азота на люцерне получен в опытах на щелоченных черноземах и на серых лесных почвах [4, 5].

По другим результатам, «стартовые» дозы не давали положительных результатов или даже снижали урожай. Делается вывод, что клубеньковые бактерии весьма чувствительны к минеральным удобрениям, внесенные даже в малых количествах [6].

Необходимость применения под бобовые культуры азотных удобрений в средних дозах объясняется тем, что часто условия для бобово-ризобияльного симбиоза оказываются неблагоприятными, в результате растениями фиксируется мало азота и для повышения их урожайности необходимо сочетание симбиотрофного питания азотом с минеральным.

Считается, что на кислых почвах с $pH = 5,0$ и ниже нормы внесения азотных удобрений под укос необходимо увеличивать до 100 кг/га [7].

Современные исследования по биохимии азотфиксации на молекулярном и ферментном уровне симбиотических и несимбиотических азотфиксаторов показывают несовместимость активной азотфиксации с внесением повышенных доз азота [8].

Таблица 1. Урожайность сухой массы люцерны в зависимости от норм азотных удобрений, т/га

Вариант	1987 г.	1988 г.	1989 г.	В среднем	П р и б а в к а	
					т/га	%
Контроль	7,31	9,13	7,19	7,88	–	–
N ₂₀	8,21	9,02	6,96	8,06	+ 0,18	2,3
N ₆₀	8,50	8,76	7,39	8,21	+ 0,33	4,2
N ₉₀	8,05	8,64	7,33	8,00	+ 0,12	1,5
N ₁₂₀	8,50	8,56	7,73	8,26	+ 0,38	4,8
N ₁₅₀	8,05	8,01	7,28	7,78	– 0,10	– 1,3
HCP ₀₅	0,44	0,29	0,38	0,28	–	–

Минеральный азот подавляет азотфиксацию, растения переходят на минеральный тип питания азотом. И все же складывается точка зрения на удобрение бобовых азотом: отказаться от «услуг» клубеньковых бактерий и перевести бобовые на питание минеральным азотом. В ряде работ сделаны выводы, например, о том, что люцерна в чистом виде требует от 120 до 240 кг/га азота, а в смеси со злаковыми – 360 кг/га [9].

Цель исследований – определить влияние разных норм азотных удобрений на урожайность люцерны, используемой на кормовые цели, в условиях лесостепной зоны Западной Сибири.

Наблюдения и учеты проводились в опыте «Влияние азотных удобрений на продуктивность не- и инокулированной люцерны» на полевом стационаре СибНИИ кормов в условиях лесостепной зоны.

Со второго года жизни трав на каждый из вариантов наложена схема ежегодного внесения в начале отрастания люцерны азотных удобрений (мочевины): 0, 20, 60, 90, 120, 150 кг/га д.в. Нормы азота больше 90 кг/га вносили в два приема – N₉₀ весной, а оставшуюся часть – после первого укоса. Для инокуляции люцерны использовали штамм 18^{II}, представленный Центральным Сибирским Ботаническим Садам. Учетная площадь делянки 36 м², размещение их в четыре яруса, повторность вариантов четырехкратная. В качестве предшественника использовали однолетние травы – уравнильные посевы овса.

Многолетние травы высевались под покров овса (сорт Сельма – 3,5 млн./га всхожих

семян). Овес высевали сеялкой СЗТ-3,6, люцерну сеялкой СН-16. Покровную культуру в фазе выметывания метелки убирали на зеленый корм комбайном Е-281. Фосфорные удобрения (240 кг/га д.в. двойного гранулированного суперфосфата) вносили в запас на три года пользования под предпосевную культивацию. Калийные (45 кг/га д.в. хлористого калия) под предпосевную культивацию и ежегодно весной. Азотные удобрения, предусмотренные схемой опыта, вносили ежегодно весной со второго года жизни трав. Высевали люцерну Тулунскую гибридную, костреч СибНИИСХоз 189. Норма высева люцерны и костреча в чистом виде 15 и 25 кг/га, в смеси – 10 и 6 кг/га всхожих семян соответственно. Инокуляцию семян штаммами клубеньковых бактерий проводили в день посева.

Год посева был благоприятным для люцерны по агрометеорологическим условиям. Благодаря большим запасам почвенной влаги (238 мм в метровом слое) получены дружные всходы. Приживаемость люцерны составила 60%, при густоте стояния перед уходом в зиму 357 растений/м² с коэффициентом ветвистости 2,4. Содержание почвенной влаги с годами снижалось: в первый год – 182 и 171 мм в слое 0–100 см после первого и второго укосов, далее – 120 и 116, 86 и 50 мм соответственно.

В первый год пользования, наиболее благоприятный по увлажнению, достоверные прибавки урожая люцерны по отношению к контролю получены при внесении азотных удобрений в нормах N₂₀, N₆₀, N₁₂₀ (табл. 1).

Между собой у этих норм достоверной разницы в урожайности нет. Отмечаемое по-

Таблица 2. Содержание общего азота в сухой массе люцерны,%
(среднее из двух укосов)

Вариант	1-й год пользования	2-й год пользования	Среднее	В т.ч. белковый от общего, %
Контроль	3,17	2,77	2,97	62
N ₂₀	3.70	2.77	2.97	63
N ₆₀	2.98	2.80	2.89	67
N ₉₀	3.16	2.80	2.98	73
N ₁₂₀	3.15	2.84	2.99	72
N ₁₅₀	3.20	2.79	2.99	78

вышение урожайности в варианте N₁₂₀ связано со стимулированием люцерны небольшой дозой азота (N₃₀), внесенной после первого укоса.

Во второй год пользования с холодным маем, июнем и жаркой, сухой погодой во второй половине лета при норме увеличения норм азота более 20 кг/га урожайность люцерны снижалась. На третий год с засушливой второй половиной вегетационного периода, прибавка урожая люцерны получена только в варианте N₁₂₀ и отмечена тенденция к росту урожайности при N₆₀. В среднем за три года пользования достоверное повышение урожайности люцерны получено в вариантах N₆₀ и N₁₂₀–0,33 и 0,38 т/га сухой массы.

Нормы азота не оказали существенного влияния на биометрические показатели травостоя. Коэффициент парной корреляции между урожаем и высотой растений в среднем за три года составил 0,66.

Количество клубеньков на корнях люцерны в первый год пользования на контроле и варианте с достоверной прибавкой урожая сухой массы (N₂₀) составило соответственно: 58 и 37 штук на растение, во второй год – оно было практически одинаково (25 и 26 шт.).

Нормы азота не повлияли на накопление общего азота в люцерне. Соотношение между белковым и общим азотом в люцерне было довольно стабильным по вариантам, хотя наблюдается некоторое увеличение белкового азота по мере увеличения норм минерального азота (табл. 2).

По мере увеличения норм азотных удобрений возрастало содержание нитратного азота в зеленой массе растений. Тенденция к увеличению наблюдалась во все годы пользования. В среднем за 3 года концентрация нитратов

возрастала от 154 на контроле до 318 мг/кг при N₁₅₀. Предельно допустимая концентрация (200 мг/кг) может быть достигнута уже при 90 кг/га азота.

Исследования симбиотической системы позволило определить методом сравнения с небобовой культурой (кострец безостый) количество фиксированного люцерной азота атмосферы за счет клубеньковых бактерий. Оно довольно значительно и составило в среднем за два первых года пользования при нормах азота 0 и 60 кг/га соответственно: 271 и 285 кг/га.

Биоэнергетическая оценка показала целесообразность использования на люцерне азотных удобрений в нормах N₂₀, N₆₀ и особенно N₁₂₀, где затраты на приобретение мочевины и её внесение превысили энергию в прибавке урожая на 10059 МДж/га. Энергетически выгодно вносить минеральный азот в нормах N₂₀ и N₆₀ в годы, благоприятные по увлажнению. Коэффициент энергетической эффективности на прибавку урожая при N₂₀ составил при этом 3,42; при N₆₀ значительно меньше – 1,52.

Положительное действие инокуляции проявилось уже в год посева, чему способствовали большие запасы почвенной влаги. Приживаемость инокулированной люцерны составила 90,0%, неинокулированной – 60,0%. Густота стояния растений перед уходом в зиму составила 428, неинокулированной – 357 шт./м². В первый год пользования достоверная прибавка урожая получена на всех вариантах с внесением азотных удобрений. Однако существенных различий в урожайности между ними не было (табл. 3).

Аналогичная ситуация сложилась и далее. Вариант N₁₂₀ обеспечил повышение урожайности, которое, как и в опыте с неинокулированной

Таблица 3. Влияние азотных удобрений на урожайность инокулированной люцерны, т/га сухой массы

Вариант	1-й год пользования	2-й год пользования	3-й год пользования	В среднем	П р и б а в к а	
					т/га	%
N ₀	8,34	9,34	8,04	8,57	–	–
N ₂₀	8,84	9,71	8,43	8,99	+0,42	4,9
N ₆₀	9,05	9,72	8,44	9,07	+0,50	5,8
N ₉₀	9,05	9,71	8,39	9,05	+0,48	5,6
N ₁₂₀	9,10	10,26	8,77	9,38	+0,81	9,5
N ₁₅₀	9,05	9,71	8,50	9,09	+0,52	6,1
HCP ₀₅	0,44	0,29	0,38	0,28	–	–

ной люцерной обусловлено небольшой дозой азота (N₃₀), внесенной после первого укоса. Во втором и третьем годах пользования закономерности формирования урожайности люцерны по вариантам опыта были одинаковыми. В среднем за три года пользования прибавки урожая по отношению к контролю достоверна на всех вариантах внесения азотных удобрений. При норме N₁₂₀ достигается достоверное повышение урожайности к другим вариантам опыта.

Сбор сухой массы инокулированной люцерны в среднем за три года был выше, чем в неинокулированной на 0,7–1,3 т/га. Эта прибавка росла по мере увеличения норм азота, что позволяет говорить о положительной реакции инокулированной люцерны на азотные удобрения.

Можно отметить, что инокуляция увеличила ветвистость люцерны, особенно при внесении азота. Максимальна она при норме N₁₂₀–628 шт./м². Азотные удобрения не влияли на высоту и массу побега инокулированной люцерны. Азотные удобрения не оказали существенного влияния на накопление общего азота в инокулированной люцерне. Соотношение между белковым азотом и общим было довольно стабильным по вариантам внесения удобрений. Содержание белкового азота от общего по вариантам составило 74, 70, 61, 71, 73%. По мере увеличения норм азота возрастало содержание нитратов (R=0,84). Предельно допустимая концентрация нитратного азота в инокулированной люцерне может быть достигнута при внесении N₆₀.

По методу сравнения с небобовой культурой подсчитано количество фиксированного инокулированной люцерной азота атмосферы. В среднем за первые два года пользования оно составило на варианте без удобрений 297, при внесении N₆₀–322 кг/га. Это больше, чем у неинокулированной люцерны соответственно на 26 и 27 кг/га.

Биоэнергетическая оценка показала превышение затрат энергии при использовании азотных удобрений над энергией, составляющую прибавку урожая. Исключение – вариант с внесением N₂₀. У него коэффициент энергетической эффективности – 1,14.

Таким образом, достоверное повышение урожайности неинокулированной люцерны в условиях лесостепной зоны Западной Сибири достигается при внесении азотных удобрений в нормах 60 и 120 кг/га д.в. Прибавки урожая в среднем за 3 года пользования составили, соответственно 0,33 и 0,38 т/га сухой массы. Однако биоэнергетическая оценка показывает нецелесообразность использования минерального азота в этих нормах. Энергетически выгодно вносить в годы, благоприятные по увлажнению, азот в норме N₂₀.

Урожайность инокулированной люцерны повышается при внесении азотных удобрений в нормах от N₂₀ до N₁₅₀. Прибавки урожая в среднем за 3 года пользования составили 0,42–0,81 т/га сухой массы. На варианте N₁₂₀ прибавка достоверна по отношению к другим вариантам с внесением азота. Биоэнергетическая оценка показывает превышение затрат энергии при использовании азотных удобрений

ний над энергией, составляющей прибавку урожая. Исключение – вариант с внесением N₂₀.

Количество биологически связанного люцерной азота в среднем за 2 года составило 271 кг/га. Внесение минерального азота

в норме 60 кг/га увеличило его накопление на 24 кг/га. Инокуляция усилила этот процесс.

Дополнительное количество биологически связанного азота составило: на контроле – 26, при внесении N₆₀ – 27 кг/га.

INFLUENCE OF NITROGEN FERTILIZERS ON ALLFALFA YIELD

V. P. Danilov

*Siberian Federal Scientific Center of Agrobiotechnology, Russian Academy of Sciences,
Krasnoobsk, Novosibirsk oblast, Russi
vicdan@list.ru*

ABSTRACT. The results of studies on the influence of different rates of nitrogen fertilizers on alfalfa yields in the forest-steppe zone of Western Siberia are reflected. The amount of biological nitrogen fixed by alfalfa was determined by comparison with a non-legume crop. The energy efficiency of applying different rates of nitrogen to alfalfa grass has been determined.

Keywords: *alfalfa, awnless rump, nitrogen, yield, nor*

Литература

- 1 Задорожный Г., Мауленов А., Сандыбаев У. Влияние азотных удобрений на урожайность люцерны // Хлопководство. – 1983. – № 1. – С. 17–18.
- 2 Бирюкович А. В. Влияние азотной подкормки на урожай сена люцерны на эродированной дерново-подзолистой почве // Агрохимия. – 1983. – № 7. – С. 25–28.
- 3 Базилинская М. В. Программированное возделывание кормовых культур // Земледелие. – 1984. – № 9. – С. 43–45.
- 4 Левцова О. О. О влиянии нитрагина на урожай зеленой массы люцерны // Сб. науч. тр. / АНИИЗиС. – Барнаул, 1977. – С. 116–119.
- 5 Кретович В. Л., Романов В. И. Фотоассимилянты и азотфиксация в клубеньках бобовых растений // Минеральный и биологический азот в земледелии СССР. – М.: Наука, 1985. – С. 244–252.
- 6 Коць С. Я., Ничик М. М., Старченков Е. П. Влияние возрастающих доз азота на интенсивность азотфиксации, усвоение азота и продуктивность люцерны // Агрохимия. – 1990. – № 6. – С. 11–17.
- 7 Посыпанов Г. С. Об условиях бобово-ризобияльного симбиоза и его роли формировании урожая бобовых культур // Изв. ТСХА. – 1972. – Вып. 3. – С. 28–37.
- 8 Трепачев Е. П. Знание биологического и минерального азота в проблеме белка // Минеральный и биологический азот в земледелии СССР. – М.: Наука, 1985. – С. 27–37.
- 9 Солошко Н. Методы интенсификации кормопроизводства и кормоприготовления // Люцерна в Карачаево-Черкесии. – Ставрополь, 1990. – С. 82–85.