ПОТРЕБЛЕНИЕ АЗОТА ПОСЕВАМИ ЛЮЦЕРНЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РЕЖИМА АЗОТНОГО ПИТАНИЯ

М.Ю. Козырева, аспирант; Л.Ж. Басиева, кандидат с.-х. наук, доцент

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Горский государственный аграрный университет»,
г. Владикавказ, Россия, тел. 8-8672-53-52-31, e-mail: ironlag@mail.ru

Приведены результаты полевых исследований потребления азота посевами люцерны в зависимости от режима азотного питания и симбиотической активности посевов за 2017...2019 годы. Опыты с люцерной синегрибридной проведены в экологических условиях предгорной зоны РСО-Алания на черноземе выщелоченном с близким залеганием галечника. Сравнивались минеральный и симбиотрофный режимы азотного питания растений люцерны. Установлено, что в год посева потребление азота посевами люцерны составило от 105,0 до 135,4 кг/га, при этом к первому укосу потребление было в 1,1...1,2 раза больше, чем ко второму укосу. На второй и третий годы пользования посевами потребление азота выросло в 1,7...1,9 раза в сравнении с показателями года посева. Показатели вариантов с естественными условиями (контроль) и внесением стартовых доз азотных удобрений (N_{30}) были практически идентичными. Показатели вариантов с инокуляцией семян высокогорным инокулюмом (Ин-1800) и внесением стартовых доз азотных удобрений на фоне инокуляции (N_{30} + Ин) во второй и третий годы пользования посевами были практически идентичными. Объемы потребления азота в указанных вариантах составили свыше 235 кг/га, или на 25,6...27,1 % выше показателей контрольного варианта. В сумме за три года исследований посевы люцерны в контрольном варианте усвоили 483,3 кг/га азота. Стартовые дозы азотных удобрений (N_{30}) увеличили данный показатель всего на 1,4 %. Предпосевная инокуляция семян способствовала увеличению потребления азота во всех вариантах: в варианте с промышленным штаммом ризоторфина (Шт. 425а) – на 17,8 %, с высокогорным инокулюмом на фоне внесения стартовых доз минеральных азотных удобрений (N_{30} + Ин) – на 24,6 %, с высокогорным инокулюмом в чистом виде (Ин-1800) – на 27,1 %.

Ключевые слова: люцерна, режим питания, симбиотическая активность, минеральный азот, биологический азот, потребление азота.

Введение

В свете принятия в России Федерального закона об органической продукции всё более широкое применение находят технологические приемы, направленные на биологизацию и экологизацию сельского хозяйства [1, 2, 6]. Сокращение внесения в почву искусственных загрязнителей (агрохимикатов) будет способствовать оздоровлению почвы и повышению экологической устойчивости агроценозов, а также позволит существенно снизить себестоимость продукции как в денежном, так и в энергетическом выражении [11, 13]. Наиболее затратной статьей в традиционных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур являются агрохимические средства, и, в первую очередь, минеральные азотные удобрения. В США энергозатраты на производство и использование азотных удобрений составляют около 35 % от общего объема энергопотребления в сельском хозяйстве, а в странах Западной Европы 42 % [12].

В этой ситуации роль бобовых культур резко возрастает благодаря их уникальной

способности фиксировать молекулярный азот атмосферы за счет симбиотических взаимоотношений с клубеньковыми бактериями рода *Sinorhizobium* [9, 10, 16]. Однако, при достаточно хорошей изученности вопросов агротехники бобовых культур, в то же время, по отдельным элементам технологии нет единого мнения ученых, что вызывает споры в научных кругах. К таким нерешенным элементам относится вопрос применения под бобовые культуры минеральных форм азота.

Учитывая, что растения и микроорганизмы связаны между собой многочисленными, сложившимися в процессе коэволюции связями, их необходимо изучать как единую систему, открытую и лабильную, мгновенно реагирующую на любые изменения в биоценозе [5, 7].

В этой связи, цель исследований заключалась в изучении симбиотической активности и продуктивности люцерны в зависимости от режима азотного питания и наличия вирулентного активного штамма

ризобий в экологических условиях Предгорной зоны РСО-Алания.

Научной работой определены задачи по определению влияния режима азотного питания на урожайность и потребление азота посевами люцерны.

Методы и материалы

Исследования проведены в 2017...2019 гг. на территории учебно-научно-производственного отдела Горского государственного аграрного университета. Почва – чернозем выщелоченный, подстилающийся галечником с глубины 60-80 см и характеризующийся средним содержанием гумуса 4,5-6,0 %.

Объектами исследований являлись люцерна синегибридная (*Medicago varia* Mart.) районированная в Северо-Кавказском регионе сорта Вега 87, а также клубеньковые бактерии рода *Sinorhizobium*.

В полевом опыте для предпосевной инокуляции семян использовали инокулюм на основе диких (аборигенных) рас клубеньковых бактерий, отобранных в высокогорных условиях (1800 метров над уровнем моря, с. Зарамаг РСО-Алания) [8], а также промышленный штамм ризоторфина марки 425а (ВНИИСХМ, г. Санкт-Петербург), рекомендуемый исследователями в данных природно-климатических условиях [4, 14]. Стартовые дозы минеральных форм азота вносили ежегодно: 30 кг/га д.в. под предпосевную культивацию, 30 кг рано весной на посевах второго года жизни растений и 30 кг рано весной на посевах третьего года жизни растений.

Схема опыта и её обоснование:

1. Контроль – естественные условия.
2. Ин-1800 – предпосевная инокуляция семян инокулюмом штаммов азотфиксирующих бактерий, отобранных в высокогорных условиях, для изучения вопросов их интродукции и определения конкурентоспособности в равнинных, более благоприятных экологических условиях.
3. Шт. 425а – предпосевная инокуляция семян промышленным штаммом ризоторфина, для сравнительной оценки с местными штаммами ризобий и дикими высокогорными расами клубеньковых бактерий.
4. N₃₀ – ежегодное внесение стартовых доз азотных удобрений, для изучения активности симбиотической деятельности бобоворизобияльного ценоза в присутствии минеральных форм азота.
5. N₃₀ + Ин – применение предпосевной инокуляции семян высокогорными штаммами азотфиксирующих бактерий на фоне ежегодных стартовых доз минеральных форм азота, для изучения возможности совместного

использования указанных агротехнических приемов.

Потребление азота посевами люцерны определяли на основе данных о содержании азота в вегетативных органах растений и накоплении в них сухого вещества к уборочной спелости.

Методики проведения полевого опыта и статистической обработки данных – общепринятые [3].

Результаты

Урожайность – показатель, зависящий от многих факторов среды, в т.ч. и от уровня обеспеченности азотом, а также режима азотного питания. При этом главным условием реализации максимального биологического потенциала агроценозов являются оптимальные параметры факторов жизни растений. Избыток, как и недостаток определенного фактора, могут снижать урожай, его качество и необоснованно завышать себестоимость получаемой продукции.

В наших исследованиях за три года пользования посевами было получено восемь полноценных укосов люцерны – два в год посева и по три в последующие годы (рис. 1). В первый год пользования посевами с каждым укосом в вариантах опыта было получено от 1,30 до 1,90 т/га сена, при этом с первым укосом было получено примерно на 0,30...0,35 т/га больше сена, чем со вторым. Минимальная урожайность в обоих укосах была получена в посевах контрольного варианта, а урожай за год составил 2,91 т/га. Максимальным урожаем отличались варианты опыта, обработанные высокогорным инокулюмом клубеньковых бактерий, при этом следует отметить, что дополнительное внесение стартовых доз азота в варианте «N₃₀ + Ин-1800» не дало существенного эффекта.

Последующие годы пользования посевами отличались значительно большими объемами полученной продукции. Так, в посевах второго года жизни растений в сумме за три укоса было получено от 5,46 до 6,34 т/га сена, увеличиваясь по мере улучшения обеспеченности растений азотом. При этом существенно больший положительный эффект был получен от биологически фиксированного азота, нежели от минеральных форм (стартовые дозы).

В посевах третьего года пользования объемы полученного урожая на 3...9 % были ниже показателей второго года, что связано, прежде всего, с естественными причинами – сильной изреживаемостью посевов люцерны в осенне-весенний период и в течение вегетации. Урожай сена по вариантам опыта изменялся в диапазоне

5,00...6,14 т/га в той же закономерности, что и в первый и второй годы опытов.

В сумме за три года пользования посевами в контрольном варианте с урожаем получено 13,38 т/га сена. Стартовые дозы азотных удобрений в чистом виде не проявили эффективности, а при дополнительной инокуляции семян активными штаммами ризобий на их фоне прибавка составила 2,49 т/га,

или 18,6 %. Промышленный штамм ризобий 425а способствовал росту урожая на 1,57 т/га, или 11,7 %. Наибольший урожай был сформирован в посевах, отличившихся максимальным уровнем симбиотической активности (Ин-1800), и составил 16,01 т/га, что на 19,7 % выше показателей контрольного варианта.

Рис. 1. Влияние режима азотного питания на урожай сена люцерны

Потребление элементов питания из почвы является составной частью продукционного процесса растений. При этом оптимальные параметры среды способствуют лучшему и более полному их потреблению [15, 17]. Поступление азота в бобовые растения имеет ряд особенностей в отличие от других групп культур. Во-первых, бобовые имеют дополнительный источник азота – молекулярный азот атмосферы и при активной симбиотической азотфиксации у растений преобладает симбиотрофный тип питания азотом. Во-вторых, при внесении минеральных азотных удобрений симбиотическая деятельность ослабевает, бобоворизобийный аппарат становится менее активным и растения переходят, в основном, на минеральный тип питания азотом. В наших исследованиях количество потребления азота посевами люцерны определялось, в основном, активностью симбиотической системы и наличием минеральных форм азотных удобрений (табл. 1).

В год посева потребление азота посевами люцерны составило от 105,0 до 135,4 кг/га, при этом к первому укосу потребление

было в 1,1...1,2 раза больше, чем ко второму укос. Внесение стартовой дозы минеральных азотных удобрений увеличило потребление азота всего на 5,3 кг/га. Предпосевная инокуляция семян промышленным штаммом ризоторфина, активизировав симбиотическую активность посевов, увеличила потребление азота на 22,4 кг/га, или 21,3 %. Высокогорный инокулюм клубеньковых бактерий способствовал максимальному в опыте потреблению азота, которое достигло 135,4 кг/га, или на 29,0 % больше показателей контрольного варианта. Дополнительное внесение стартовой дозы минеральных азотных удобрений на фоне высокогорного инокулюма (N₃₀ + Ин) снизило активность симбиотического аппарата и, как следствие, уменьшило потребление азота посевами на 8,1 кг/га, или на 6,0 %. На второй и третий годы пользования посевами потребление азота выросло в 1,7...1,9 раза в сравнении с показателями года посева. Показатели вариантов с естественными условиями (контроль) и внесением стартовых доз азотных удобрений (N₃₀) были практически идентичными. Это обстоятельство

свидетельствует о достаточном содержании для люцерны легкогидролизуемых форм азота в почве опытного участка.

Активизация симбиотической деятельности посевов при инокуляции семян

промышленным штаммом ризоторфина (Шт. 425а) увеличила потребление азота на 30,4 кг/га во второй год пользования посевами и на 33,2 кг/га на третий год, или 15,9 и 17,7 % соответственно.

Таблица 1

Потребление азота посевами люцерны
в зависимости от режима азотного питания (кг/га)

Период расчета	Вариант опыта				
	Контроль	Ин-1800	Шт. 425а	N ₃₀	N ₃₀ + Ин
2017 (год посева)					
первый укос	56,9	70,5	67,3	60,5	66,8
второй укос	48,1	64,9	60,1	49,8	60,5
Всего за год:	105,0	135,4	127,4	110,3	127,3
2018 (второй год жизни)					
первый укос	74,7	95,2	89,2	73,7	98,1
второй укос	62,8	78,1	71,5	64,2	75,8
третий укос	53,5	67,6	60,7	54,8	65,9
Всего за год:	191,0	240,9	221,4	192,6	239,8
2019 (третий год жизни)					
первый укос	74,0	90,8	84,0	74,8	89,3
второй укос	59,9	78,6	70,9	59,7	78,2
третий укос	53,4	68,8	65,6	52,5	67,6
Всего за год:	187,3	238,1	220,5	187,1	235,2

Показатели вариантов с инокуляцией семян высокогорным инокулюмом (Ин-1800) и внесением стартовых доз азотных удобрений на фоне инокуляции (N₃₀ + Ин) во второй и третий годы пользования посевами также были практически идентичными. Это связано, по-видимому, с хорошо развитым симбиотическим аппаратом посевов люцерны во второй и последующий годы жизни растений и несущественным, в связи

с этим, влиянием стартовых доз удобрений на процессы усвоения азота. Объемы потребления азота в указанных вариантах составили во второй и третий годы опытов свыше 235 кг/га, или на 25,6...27,1 % выше показателей контрольного варианта.

В сумме за три года исследований посе́вы люцерны в контрольном варианте усвоили 483,3 кг/га азота (рис. 2).

Рис. 2. Потребление азота посевами люцерны в зависимости от режима азотного питания в сумме за три года опытов (кг/га)

Стартовые дозы азотных удобрений (N_{30}) увеличили данный показатель всего на 1,4 %. Предпосевная инокуляция семян способствовала увеличению потребления азота во всех вариантах: в варианте с промышленным штаммом ризоторфина (Шт. 425а) – на 17,8 %, с высокогорным инокулюмом на фоне внесения стартовых доз минеральных азотных удобрений (N_{30} + Ин) – на 24,6 %, с высокогорным инокулюмом в чистом виде (Ин-1800) – на 27,1 %.

Заключение

Изучив вопросы потребления азота посевами люцерны следует отметить, что стартовые дозы минеральных азотных удобрений не оказали существенного влияния на потребление азота растениями. Активная симбиотическая деятельность позволила растениям усвоить на 17,8...27,1 % больше азота, чем в посевах контрольного варианта, при этом максимальный эффект получен при использовании высокогорного инокулюма клубеньковых бактерий.

Литература

1. Алборова П. В., Базаева Л. М., Ханаева Д. К. Экологические приемы повышения болезнеустойчивости и продуктивности донника желтого в степной зоне РСО-Алания. Известия Горского государственного аграрного университета, 2016, т. 53, № 4, с. 23-28.
2. Доев Д. Н. Активность штаммов клубеньковых бактерий люцерны в зависимости от условий вертикальной зональности. Известия Горского государственного аграрного университета, 2014, т. 51, № 1, с. 248-255.
3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки исследований). 6-е изд. Москва: Альянс, 2011, 352 с.
4. Козырев А. Х. Продуктивность посевов люцерны в зависимости от интенсивности азотфиксации в условиях Центральной части Северного Кавказа. Кормопроизводство, 2009, № 7, с. 28-31.
5. Козырева М. Ю., Басиева Л. Ж. Накопление сухого вещества посевами люцерны в зависимости от типа азотного питания. Вестник Алтайского государственного аграрного университета, 2020, № 5 (187), с. 19-27.
6. Козырева М. Ю., Басиева Л. Ж. Формирование симбиотического аппарата люцерны в зависимости от типа азотного питания. Вестник Казанского государственного аграрного университета, 2020, № 1 (57), с. 10-16. DOI 10.12737/2073-0462-2020-10-16
7. Овчаренко Н. С., Козырев А. Х. Микромицеты ароматических и лекарственных растений Крыма: монография. Владикавказ: Горский ГАУ, 2018, 256 с.
8. Патент РФ № 2670169, МПК A01N 63/00, A01G 22/40, A01G 7/00. Способ сохранения активности клубеньковых бактерий при интродукции. А.Х. Козырев, С.А. Бекузарова, Н.О. Болатати [и др.]. Оpubл. 18.10.2018, Бюл. № 29.
9. Фарниев А. Т. Продуктивность донника желтого в зависимости от условий минерального питания. Известия Горского государственного аграрного университета, 2011, т. 48, № 2, с. 36-39.
10. Цоциева В. П. Динамика накопления сухого вещества и урожайность посевов клевера в зависимости от штамма клубеньковых бактерий. Известия Горского государственного аграрного университета, 2015, т. 52, № 4, с. 57-62.
11. Цоциева В. П., Болатати Н. О. Размеры и активность симбиотического аппарата посевов клевера при использовании высокогорных штаммов клубеньковых бактерий. Известия Горского государственного аграрного университета, 2015, т. 52, № 4, с. 26-32.
12. Агроэкология. Под редакцией В. А. Черникова, А. И. Чекереса. Москва: КолосС, 2000, 536 с.
13. Bekuzarova S. A., Basiev S. S. Ecological significance of winter camelina in biological agriculture. Journal of Pharmaceutical Sciences and Research. 2018, v. 10, № 4, p. 893-895.
14. Doev D. N., Tsotsieva V. P., Basieva L. G. Biological nitrogen share in lucerne plants nutrition depending on the activeness of nodule bacteria strain. Научный альманах стран Причерноморья, 2015, № 4 (4), с. 34-37.
15. Farniev A. T. [et al.] Biologizing technologies for crops cultivation. Indo American Journal of Pharmaceutical Sciences, 2019, v. 6, № 5, p. 8956-8962. DOI: 10.5281/zenodo.2669529.
16. Farniev A. T., Kozyrev A. Kh., Sabanova A. A., Kokoev Kh. P. The role of biopreparations and their tank mixtures in increasing disease resistance and productivity of soybean. Volga Region Farmland, 2019, № 4(4), p. 58-62. DOI: 10.26177/VRF.2020.4.4.012.
17. Nagham M. Al-Azawi et al. Analysis of genetic parameters and estimation of oil and protein percentage by using full diallel cross in maize. Plant Archives, 2020, v. 20, № 1, p. 3421-3425.

THE NITROGEN CONSUMPTION BY ALFALFA CROPS DEPENDING ON THE NITROGEN NUTRITION PATTERN

*M. Yu. Kozyreva, Postgraduate;
L. Zh. Basieva, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor*

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Gorsky State Agrarian University", Vladikavkaz, Russia, tel. 8-8672-53-52-31, e-mail: ironlag@mail.ru

The results of field studies of nitrogen consumption in alfalfa crops depending on the nitrogen nutrition pattern and symbiotic activity of crops for 2017...2019 are presented. Experiments with the alfalfa purple were carried out in the ecological conditions of the foothill zone of the North Ossetia-Alania, on leached chernozem with a close occurrence of gravel. Mineral and symbiotrophic patterns of nitrogen nutrition of alfalfa plants were compared. It was found that in the year of planting, the nitrogen consumption of alfalfa crops ranged from 105.0 to 135.4 kg/ha, and by the first mowing, the consumption was 1.1...1.2 times bigger than by the second mowing. In the second and third years of crop use, nitrogen consumption increased by 1.7...1.9 times compared to the year of planting. The parameters of the options with natural conditions (control) and the addition of starting doses of nitrogen fertilizers (N_{30}) were almost identical. In the second and third years of use of crops, parameters of options with inoculation of seeds with high-altitude inoculum (In-1800) and the addition of starting doses of nitrogen fertilizers within the background of inoculation ($N_{30} + \text{in}$) were almost identical. In these options, the amount of nitrogen consumption was more than 235 kg/ha, or 25.6...27.1 % higher than in the control variant. In total, over three years of research, in the control option alfalfa crops took 483.3 kg/ha of nitrogen. Starting doses of nitrogen fertilizers (N_{30}) increased this indicator by only 1.4 %. Pre-planting inoculation of seeds contributed to an increase in nitrogen consumption in all options: in the option with the industrial strain of risotorphine (St. 425a) – by 17.8 %, with high-altitude inoculum within the background of adding starting doses of mineral nitrogen fertilizers ($N_{30} + \text{In}$) – by 24.6 %, with high-altitude inoculum in pure form (In-1800) – by 27.1 %.

Keywords: alfalfa, nutrition pattern, symbiotic activity, mineral nitrogen, biological nitrogen, nitrogen consumption.

References

1. Alborova P. V., Bazaeva L. M., Khanaeva D. K. Ecological methods of improving diseases resistance and productivity of yellow melilot in the steppe zone of North Ossetia-Alania. Proceedings of Gorsky State Agrarian University, 2016, vol. 53, no. 4, pp. 23-28.
2. Doev D. N. Activity legume bacteria strains of alfalfa depending on the conditions of vertical zonality. Proceedings of Gorsky State Agrarian University, 2014, vol. 51, no. 1, pp. 248-255.
3. Dospekhov B. A. Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research). 6th ed. Moscow: Alians, 2011, 352 p.
4. Kozyrev A. Kh. The productivity of alfalfa crops depending on the intensity of nitrogen fixation in the Central part of the North Caucasus. Kormoproizvodstvo, 2009, no. 7, pp. 28-31.
5. Kozyreva M. Yu., Basieva L. Zh. Accumulation of dry matter by alfalfa crops depending on the type of nitrogen nutrition. Bulletin of Altai State Agricultural University, 2020, no. 5 (187), pp. 19-27.
6. Kozyreva M. Yu., Basieva L. Zh. Formation of a symbiotic apparatus of alfalfa depending on the nitrogen nutrition type. Vestnik of the Kazan State Agrarian University, 2020, no. 1 (57), pp. 10-16. DOI 10.12737/2073-0462-2020-10-16
7. Ovcharenko N. S., Kozyrev A. Kh. Micromycetes of aromatic and medicinal plants of the Crimea: monograph. Vladikavkaz: Gorsky GAU, 2018, 256 p.
8. The Russian Federation Patent No. 2670169, IPC A01N 63/00, A01G 22/40, A01G 7/00. Method for preserving the activity of nodule bacteria during introduction. A. Kh. Kozyrev, S. A. Bekuzarova, N. O. Bolatati [et al.]. Publ. 18.10.2018, Bul. No. 29.
9. Farniev A. T. Productivity of melilotus officinalis in dependence on conditions of mineral nutrition. Proceedings of Gorsky State Agrarian University, 2011, vol. 48, no. 2, pp. 36-39.
10. Tsotsieva V. P. Dynamics of dry matter accumulation and yield of clover crops depending on the strain of nodule bacteria. Proceedings of Gorsky State Agrarian University, 2015, vol. 52, no. 4, pp. 57-62.

11. Tsotsieva V. P., Bolatati N. O. The size and activity of symbiotic apparatus of clover crops when using high-mountain strains of nodule bacteria. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*, 2015, vol. 52, no. 4, pp. 26-32.
12. *Agroecology*. Edited by V. A. Chernikov, A. I. Chekeres. Moscow: ColosS, 2000, 536 p.
13. Bekuzarova S. A., Basiev S. S. Ecological significance of winter camelina in biological agriculture. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*. 2018, v. 10, № 4, p. 893-895.
14. Doev D. N., Tsotsieva V. P., Basieva L. G. Biological nitrogen share in lucerne plants nutrition depending on the activeness of nodule bacteria strain. *Science Almanac of Black Sea Region Countries*, 2015, № 4 (4), p. 34-37.
15. Farniev A. T. [et al.] Biologizing technologies for crops cultivation. *Indo American Journal of Pharmaceutical Sciences*, 2019, v. 6, № 5, p. 8956-8962. DOI: 10.5281/zenodo.2669529.
16. Farniev A. T., Kozyrev A. Kh., Sabanova A. A., Kokoev Kh. P. The role of biopreparations and their tank mixtures in increasing disease resistance and productivity of soybean. *Volga Region Farmland*, 2019, № 4(4), p. 58-62. DOI: 10.26177/VRF.2020.4.4.012.
17. Nagham M. Al-Azawi et al. Analysis of genetic parameters and estimation of oil and protein percentage by using full diallel cross in maize. *Plant Archives*, 2020, v. 20, № 1, p. 3421-3425.