

DOI 10.33952/2542-0720-2020-4-24-72-80

УДК 633.313; 631.461.52

Козырева М. Ю., Басиева Л. Ж., Козырев А. Х.

СИМБИОТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПОСЕВОВ ЛЮЦЕРНЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТИПА АЗОТНОГО ПИТАНИЯ

ФГБОУ ВО «Горский государственный аграрный университет»

Реферат. *Вопрос применения под бобовые культуры минеральных форм азота до сих пор вызывает споры ученых. С целью изучения активности симбиотической системы и продуктивности люцерны в зависимости от типа азотного питания и наличия симбиоза с вирулентным активным штаммом ризобий были заложены полевые опыты в экологических условиях предгорной зоны РСО-Алания. Исследования проводили на черноземе выщелоченном в 2017–2019 гг. Объектами являлись: посевы люцерны, промышленный штамм ризоторфина 425а, инокулюм высокогорных штаммов клубеньковых бактерий, а также стартовые дозы азотных удобрений. Размеры симбиотического аппарата изучали по методике Г. С. Посыпанова. Удельная активность симбиоза по годам варьировала от 4,2 до 9,0 мг/кг. Максимальное количество азота воздуха в сумме за три года фиксировано симбиотической системой люцерны в варианте с предпосевной инокуляцией семян высокогорными штаммами клубеньковых бактерий – 456,1 кг/га, что свидетельствует об их более высокой активности и конкурентоспособности в сравнении с промышленным штаммом ризоторфина 425а и аборигенными штаммами ризобий предгорной зоны РСО-Алания. Минеральные формы азота заметно ингибировали активность симбиотической системы, в связи с чем количество фиксированного азота сократилось на 3,5–9,0 %. В естественных условиях предгорной зоны рост и развитие растений были обеспечены атмосферным азотом на 66 %, остальную потребность в элементе (34 %) они удовлетворяли почвенным азотом. Максимальным вовлечением молекулярного азота атмосферы в биологический круговорот отличились варианты с предпосевной инокуляцией семян вирулентными активными штаммами ризобий, в которых доля участия азота воздуха в питании растений в среднем за три года составила 71–73 %.*

Ключевые слова: *люцерна (*Medicago varia* Mart.), штаммы, ризоторфин, азотфиксация, минеральный азот, симбиотический аппарат.*

Введение

В аграрной науке наметилась тенденция перехода на органическое сельское хозяйство, предполагающее широкое использование биологических методов оптимизации факторов среды для реализации биоресурсного потенциала агроценозов [1–4]. Сокращение или полный отказ от химических веществ в аграрном производстве позволит увеличить их экологическую безопасность [5, 6]. Технологии производства, лишённые искусственных удобрителей (загрязнителей) среды, будут окупаться высоким качеством получаемой продукции и оздоровлением всей экологической обстановки. Кроме того, сокращение антропогенного химического влияния на сельскохозяйственные посевы при одновременном увеличении естественных механизмов воздействия позволит существенно снизить себестоимость продукции, как в денежном, так и в энергетическом выражении.

Наиболее затратной статьёй 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 % [7]. Повышая стоимость получаемой продукции почти в полтора–два раза, минеральные формы азота чаще всего снижают её качество и загрязняют окружающую среду.

В этой ситуации бобовым культурам и их уникальной способности вступать в симбиотические отношения с клубеньковыми бактериями, в результате которой фиксируется азот атмосферы, отводится особо ценная роль в биологизации земледелия и переходе на органическое сельское хозяйство [8, 9].

Растения и микроорганизмы связаны между собой многочисленными, сложившимися в процессе коэволюции связями, потому их необходимо изучать как единую систему, открытую и лабильную, мгновенно реагирующую на любые изменения в биоценозе [10]. 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.

Цель исследований – изучение симбиотической активности и продуктивности люцерны в зависимости от типа азотного питания в экологических условиях предгорной зоны РСО-Алания.

На обсуждение в данной статье вынесены задачи по определению общего и активного симбиотических потенциалов, удельной активности симбиоза, объемов азотфиксации, а также доли участия источников азота в питании растений люцерны.

Материалы и методы исследований

Полевые опыты проведены в условиях учебно-научно-производственного отдела Горского ГАУ в 2017–2019 гг. Территория опытного участка расположена в III агроклиматическом районе, в предгорной зоне РСО-Алания на высоте 520 м над уровнем моря (н.у.м.). Район характеризуется как недостаточно влажный, с коэффициентом увлажнения в пределах 0,20–0,26. Осадков за год выпадает 420–650 мм. Почвенный покров представлен в основном черноземом выщелоченным, который подстилается галечником с глубины 60–80 см и характеризуется средним содержанием гумуса 4,5–6,0 % [11].

В полевом опыте изучали симбиотическую активность инокулюма на основе местных штаммов клубеньковых бактерий [12], отобранных в высокогорных условиях (1800 м н.у.м., с. Зарамаг, РСО-Алания), а также промышленный штамм ризоторфина 425а, рекомендуемый исследователями в данных природно-климатических условиях [13, 14]. Инокуляцию семян проводили непосредственно перед посевом из расчета 300 г препарата на гектарную норму семян. Для изучения целесообразности применения минеральных форм азота использовали аммиачную селитру в форме стартовых доз: 30 кг/га д.в. под предпосевную культивацию, 30 кг/га – рано весной на посевах второго года жизни растений и 30 кг/га – рано весной на посевах третьего года жизни растений.

Схема опыта и его обоснование:

1. Контроль – естественное плодородие почвы.
2. Ин-1800 – предпосевная инокуляция семян инокулюмом штаммов азотфиксирующих бактерий, отобранных в высокогорных условиях.
3. Шт. 425а – предпосевная инокуляция семян промышленным штаммом ризоторфина (штамм 425а) (Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии, г. Санкт-Петербург).
4. N₃₀ – ежегодное внесение стартовых доз минеральных форм азота.
5. N₃₀ + Ин – совместное применение предпосевной инокуляции семян

высокогорными штаммами азотфиксирующих бактерий и ежегодных стартовых доз минеральных форм азота.

Размеры симбиотических потенциалов, активность и объемы азотфиксации определяли и рассчитывали по методике, предложенной Посыпановым Г. С. [15].

Результаты и их обсуждение

Основным показателем, определяющим размеры симбиотического аппарата бобовых растений, многие исследователи считают симбиотический потенциал [16, 17], который определяется по аналогии с фотосинтетическим потенциалом (ФП). В отличие от ФП по симбиотическому потенциалу определяют два показателя – общий и активный (таблица 1).

Таблица 1 – Симбиотические потенциалы люцерны в зависимости от типа азотного питания (кг × дней/га)

Год	Вариант					НСР ₀₅
	контроль	Ин-1800	шт. 425а	N ₃₀	N ₃₀ + Ин	
Общий симбиотический потенциал (ОСП)						
2017 (год посева)	5 290	8 800	7 870	5 130	7 230	380
2018 (второй год жизни)	38 400	49 390	46 980	36 070	48 950	875
2019 (третий год жизни)	21 950	28 850	28 120	21 850	25 640	633
Активный симбиотический потенциал (АСП)						
2017 (год посева)	4 920	8 220	7 440	4 770	6 690	342
2018 (второй год жизни)	37 330	48 100	45 630	34 990	47 670	810
2019 (третий год жизни)	21 730	28 590	27 870	21 630	25 380	590
Доля АСП в ОСП (%)						
2017 (год посева)	93,0	93,4	94,5	93,0	92,5	
2018 (второй год жизни)	97,2	97,4	97,1	97,0	97,4	
2019 (третий год жизни)	99,0	99,1	99,1	99,0	99,0	

Общий симбиотический потенциал (ОСП), характеризующий размеры всего симбиотического аппарата за вегетацию, находился в нашем опыте в диапазоне 5 130–49 390 кг × дней/га в зависимости от года пользования посевами и типа азотного питания.

Минимальные объемы ОСП были сформированы в год посева, при этом в контрольном варианте величина ОСП составила 5290 кг × дней/га. Минеральные формы азота в варианте N₃₀ ингибировали симбиотический аппарат и ОСП в данном случае был минимальным во все годы исследований (5130 кг × дней/га в 2017 г., 36070 кг × дней/га в 2018 г. и 21850 кг × дней/га в 2019 г.). Предпосевная инокуляция семян активными штаммами ризобий на фоне стартовых доз азотных удобрений (N₃₀ + Ин) существенно увеличила размеры ОСП (на 2100 кг × дней/га в 2017 г., на 12880 кг × дней/га в 2018 г. и на 3790 кг × дней/га в 2019 г.), но и здесь можно констатировать факт ингибирования бобоворизобияльного симбиоза также, как и в варианте без минеральных форм азота, а лишь с инокуляцией семян (Ин-1800), размеры ОСП были сформированы существенно больше (на 1570 и 3210 кг × дней/га в 2017 и 2019 гг. соответственно).

В сравнении с контрольным вариантом стартовые дозы азотных удобрений снизили ОСП в год посева на 3,0 % (до 5130 кг × дней/га), в остальных вариантах опыта наблюдали увеличение показателя ОСП: инокуляция семян промышленным штаммом ризоторфина – на 48,8 % (до 7870 кг × дней/га), высокогорные штаммы ризобий – на 66,4 % (до 8800 кг × дней/га), внесение стартовых доз азота на фоне инокуляции семян активными штаммами ризобий – на 36,7 % (до 7230 кг × дней/га).

Во второй и третий годы пользования посевами размеры ОСП значительно возросли, однако различия между вариантами заметно выровнялись. Так, если в год

посева разница между контролем и вариантом Ин-1800 достигала 66,4 % (3 510 кг × дней/га), то в последующие годы она сократилась до 28–31 % (6 900–10 990 кг × дней/га). Негативный эффект от стартовых доз азота в пятом варианте также сократился: с 17,8 % (1570 кг × дней/га) в год посева до 0,9–11,1 % (440–3210 кг × дней/га) на второй и третий годы жизни в сравнении со вторым вариантом (Ин-1800).

На формирование размеров активного симбиотического потенциала (АСП) оказывали действие те же факторы, что и на ОСП, в связи с чем общая закономерность в размерах АСП между вариантами сохранилась с учетом лишь того, что доля АСП в ОСП составляла в год посева от 92,5 до 94,5 %, а во второй и третий годы опытов – 97,0–99,1 %.

Анализируя данные по годам, можно отметить, что в начале второго года пользования посевами все варианты опыта имели уже определенный сформированный симбиотический аппарат после года посева, поэтому размеры симбиотических потенциалов за вегетацию второго года жизни были на порядок выше и достигали максимума за всё время опытов (см. таблицу 1). Этим же можно объяснить и тот факт, что внесение стартовых доз азота весной в посевах второго года пользования оказало менее существенное влияние на размеры симбиотических аппаратов, нежели в год посева. Аналогичную закономерность отмечали и в посевах третьего года пользования, из чего можно заключить, что минеральные формы азота оказывают отрицательное влияние на развитие симбиотического аппарата. Следует отметить, что на начальных этапах формирования симбиотического аппарата негативное действие минерального азота более выражено, чем в последующие сроки, когда клубеньковые бактерии на корнях бобовых уже развиты и активно вовлечены в процесс азотфиксации.

Важным показателем при изучении симбиотического аппарата бобовых растений является показатель удельной активности симбиоза (УАС), которая, согласно методике [15] может быть рассчитана лишь в сравнении между двумя вариантами и при условии отсутствия внесения минеральных форм азота. Поэтому мы провели расчеты между контрольным вариантом и вариантами с предпосевной инокуляцией семян высокогорными штаммами ризобий и промышленным штаммом ризоторфина, после чего вывели средние показатели по годам (рисунок 1).

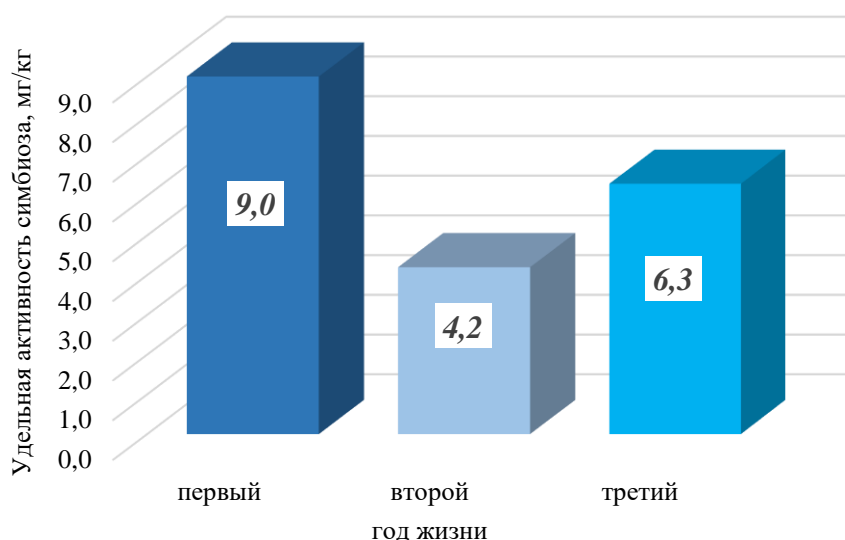


Рисунок 1 – Удельная активность симбиоза

Расчеты УАС показали сравнительно высокие показатели по годам – от 4,2 до 9,0 мг/кг, при этом показатели первого года пользования посевами были выше показателей последующих годов. Многие исследователи связывают различия величины УАС по годам только с климатическими условиями года. На наш взгляд, к данному мнению необходимо добавить еще и биологию самих ризобий, которые в первый год развития на корневой системе бобовых (год инфицирования) проявляют бóльшую активность в сравнении с последующими периодами. Кроме того, существенным недостатком в данных расчетах является несовершенство самой методики, основанной на одинаковой активности ризобий в различных вариантах опыта.

Итоговым показателем, характеризующим активность симбиотической системы бобовых и ризобий, является количество фиксированного молекулярного азота атмосферы (таблица 2).

В первый год жизни растений симбиотической системой люцерны зафиксировано от 42,9 до 74,0 кг/га азота. Минимальное количество азота фиксировано в варианте с внесением стартовой дозы азотных удобрений, практически столько же азота (на 1,4 кг/га больше) фиксировали посевы в естественных условиях (контроль). Предпосевная инокуляция семян позволила существенно увеличить показатель азотфиксации. Так, в варианте N₃₀ + Ин зафиксировано на 17,3 кг/га (40,3 %) больше азота, чем в варианте N₃₀, а для вариантов, где применяли только инокуляцию семян активными штаммами ризобий превышение над контролем составило 22,7–29,7 кг/га или 51–67 %.

Таблица 2 – Количество фиксированного азота воздуха симбиотической системой люцерны в зависимости от типа азотного питания (кг/га)

Год	Вариант					НСР ₀₅
	контроль	Ин-1800	Шт. 425a	N ₃₀	N ₃₀ +Ин	
2017 (год посева)	44,3	74,0	67,0	42,9	60,2	2,8
2018 (второй год жизни)	156,8	202,0	191,6	147,0	195,2	4,9
2019 (третий год жизни)	136,9	180,1	175,6	136,3	159,9	4,2
Сумма за три года	338,0	456,1	434,2	326,2	415,3	

На второй год пользования посевами объемы азотфиксации были максимальными в опыте – 147,0–202,0 кг/га, сохранив ту же закономерность между вариантами, которую отмечали в год посева. На третий год пользования посевами объемы азотфиксации несколько сократились и составили 136,3–180,1 кг/га.

В сумме за три года опытов максимальное количество азота воздуха (456,1 кг/га) было фиксировано посевами люцерны в варианте с предпосевной инокуляцией семян высокогорными штаммами клубеньковых бактерий, что свидетельствует об их более высокой активности и конкурентоспособности в сравнении с промышленным штаммом ризоторфина 425a и аборигенными штаммами ризобий предгорной зоны РСО-Алания (контрольный вариант). Минеральные формы азота заметно ингибировали активность симбиотической системы, в связи с чем количество фиксированного азота сократилось на 3,5–9,0 % в соответствующих вариантах за всё время пользования посевами.

Большой научный и практический интерес представляют сведения об участии источников азота в питании растений. В наших исследованиях помимо азота почвы и атмосферы, растения получали азот из минеральных азотных удобрений в четвертом и пятом вариантах. Доля участия азота воздуха в общем потреблении этого элемента растениями зависит от активности симбиотической системы, которая была значительно выше в вариантах с предпосевной инокуляцией семян активными штаммами ризобий и существенно различалась по годам пользования посевами. Средние данные по вариантам за три года опытов обобщены на рисунке 2.

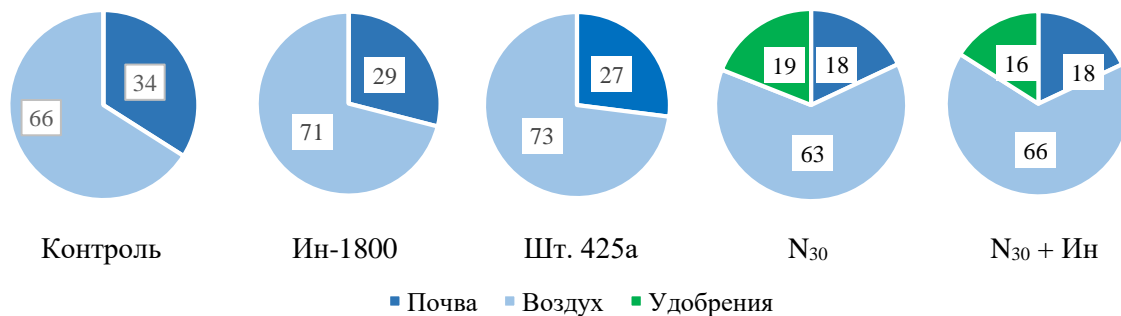


Рисунок 2 – Доля источников азота в питании растений люцерны, %

В естественных условиях (контрольный вариант) рост и развитие растений были обеспечены атмосферным азотом на 66 %, остальную потребность в элементе (34 %) они удовлетворяли почвенным азотом. На таком же уровне азот воздуха использовался посевами пятого варианта, однако остальная часть была получена как из почвы – 18 %, так и из азотных удобрений – 16 %. Наименьшее количество азота воздуха – 63 %, использовали посевы в четвертом варианте, где применяли только стартовые дозы минеральных форм азота, а остальная часть потребленного азота распределилась примерно одинаково между почвой и удобрениями. Максимальным вовлечением молекулярного азота атмосферы в биологический круговорот, как и следовало ожидать, отличились варианты с предпосевной инокуляцией семян вирулентными активными штаммами ризобий, в которых доля участия азота воздуха в питании растений в среднем за три года составила 71–73 %.

Выводы

Минеральные формы азота оказывают отрицательное влияние на развитие симбиотического аппарата, причем на начальных этапах его формирования негативное действие минерального азота более выражено, чем в последующие сроки, когда клубеньковые бактерии на корнях бобовых уже развиты и активно вовлечены в процесс азотфиксации.

Удельная активность симбиоза составила по годам от 4,2 до 9,0 мг/кг, при этом показатели первого года пользования посевами были выше показателей последующих годов.

В сумме за три года опытов максимальное количество азота воздуха было фиксировано посевами люцерны (456,1 кг/га) в варианте с предпосевной инокуляцией семян высокогорными штаммами клубеньковых бактерий, что свидетельствует об их более высокой активности и конкурентоспособности в сравнении с промышленным штаммом ризоторфина 425a и аборигенными штаммами ризобий предгорной зоны РСО-Алания (контрольный вариант). Минеральные формы азота ингибировали активность симбиотической системы, в связи с чем количество фиксированного азота сократилось на 3,5–9,0 % в соответствующих вариантах за всё время пользования посевами.

В естественных условиях предгорной зоны рост и развитие растений были обеспечены атмосферным азотом на 66 %, остальную потребность в элементе (34 %) они удовлетворяли почвенным азотом. Максимальным вовлечением молекулярного азота атмосферы в биологический круговорот отличились варианты с предпосевной инокуляцией семян вирулентными активными штаммами ризобий, в которых доля участия азота воздуха в питании растений в среднем за три года составила 71–73 %.

Литература

1. Базаева Л. М., Алборова П. В., Ханаева Д. К. Агрэкологические приемы повышения иммунных и продуктивных свойств озимой пшеницы // Агропродовольственная политика России. 2017. № 11 (71). С. 102–105.
2. Патент РФ № 2284680. Способ некорневой подкормки семенников бобовых трав. Бекузарова С. А., Фарниев А. Т., Щедрина Д. И. 10.10.2006.
3. Кокоев Х. П., Сабанова А. А. Влияние биопрепаратов и баковых смесей на структуру урожая и продуктивность сои // Материалы Всероссийской научно-практической конференции в честь 90-летия факультета технологического менеджмента «Инновационные технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции» Владикавказ: ФГБОУ ВО «Горский госагроуниверситет», 2019. С. 82–85.
4. Рябова О. В. PGPR-свойства ризосферного изолята *Streptomyces sp.* A-4 // Таврический вестник аграрной науки. 2019. № 4(20). С. 96–110. DOI: 10.33952/2542-0720-2019-4-20-96-110.
5. Патент РФ № 2250586. Способ создания долголетних культурных пастбищ на склоновых землях // Басаев Б. Б., Бекузарова С. А., Газданов А. У. 27.04.2005.
6. Патент РФ № 2137340. Способ внесения удобрений при возделывании бобовых трав // Фарниев А. Т., Бекузарова С. А., Герасименко М. В. 20.09.1999.
7. Агрэкология // Под ред. Черникова В. А., Чекереса А. И. М.: Колос, 2000. 536 с.
8. Bekuzarova S. A., Kozyrev A. Kh., Shabanova I. A., Lushenko G. V., Weissfeld L. I. Enhancing of nitrogen fixation by legumes // BIO Web Conf. 2020. No. 23. 02006. DOI: 10.1051/bioconf/20202302006.
9. Kozyreva M. Yu., Basieva L. Zh., Nagham M. H., Chibirova A. Kh., Khetagurov Kh. M. Growth and development of Alfalfa depending on the type of nitrogen nutrition // BIO Web Conf. 2020. No. 23. 03007. DOI: 10.1051/bioconf/20202303007.
10. Овчаренко Н. С., Козырев А. Х. Микромицеты ароматических и лекарственных растений Крыма. Владикавказ: ФГБОУ ВО «Горский госагроуниверситет», 2018. 256 с.
11. Дзанагов С. Х. Плодородие почв и удобрения. Орджоникидзе: Ир, 1987. 199 с.
12. Патент РФ № 2188531. Способ инокуляции семян бобовых трав // Бекузарова С. А., Фарниев А. Т., Сабанова А. А. 10.09.2002.
13. Доев Д. Н., Козырев А. Х. Агрэкологическое значение посевов люцерны в условиях вертикальной зональности РСО-Алания // Известия Горского государственного аграрного университета. 2016. Т. 53. № 4. С. 223–228.
14. Посыпанов Г. С. Методы изучения биологической фиксации азота воздуха. М.: Агропромиздат, 1991. 300 с.
15. Фарниев А. Т., Козырев А. Х. Ресурсосберегающая технология возделывания люцерны на сено и семена // Известия Горского государственного аграрного университета. 2013. Т. 50. № 2. С. 67–75.
16. 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.
17. Farniev A. T., Kozyrev A. Kh., Sabanova A. A., Kokoev Kh. P., Khanaeva D. K., Bazaeva L. M., Alborova P. V. Biologizing technologies for crops cultivation // Indo American Journal of Pharmaceutical Sciences. 2019. Iss. 6. No. 5. P. 8956–8962. DOI: 10.5281/zenodo.2669529.

References

1. Bazaeva L. M., Alborova P. V., Khanaeva D. K. Agroecological techniques to increase immune and productive properties of winter wheat // Agro-Food Policy of Russia. 2017. No. 11 (71). P. 102–105.
2. Patent of the Russian Federation No. 2284680. Method of non-root feeding of leguminous grass seeds // Bekuzarova S. A., Farniev A. T., Shchedrina D. I. 10.10.2006.
3. Kokoev Kh. P., Sabanova A. A., Farniev A. T. Effects of biopreparations and tank mixtures on crop structure and soybean productivity // Materials of the All-Russian scientific and practical conference in honor of the 90th anniversary of the faculty of technological management “Innovative technologies for agricultural production and processing”. Vladikavkaz: Gorsky State Agrarian University, 2019. P. 82–85.
4. Ryabova O. V. PGPR-properties of the rhizosphere isolate *Streptomyces sp.* A-4 // Taurida Herald of the Agrarian Science. 2019. No. 4(20). P. 96–110. DOI: 10.33952/2542-0720-2019-4-20-96-110.
5. Patent of the Russian Federation No. 2250586. Way to create long-lasting cultural pastures on slope lands // Basaev B. B., Bekuzarova S. A., Gazdanov A. U. 27.04.2005.
6. Patent of the Russian Federation No. 2137340. Method of fertilization during cultivation of leguminous herbs // Farniev A. T., Bekuzarova S. A., Gerasimenko M. V. 20.09.1999.
7. Agroecology: a textbook for university students // Ed. by Chernikov V. A., Chekeres A. I. Moscow: Kolos, 2000. 536 p.
8. Bekuzarova S. A., Kozyrev A. Kh., Shabanova I. A., Lushenko G. V., Weissfeld L. I.

Enhancing of nitrogen fixation by legumes // BIO Web Conf. 2020. No. 23. 02006. DOI: 10.1051/bioconf/20202302006.

9. Kozyreva M. Yu., Basieva L. Zh., Nagham M. H., Chibirova A. Kh., Khetagurov Kh. M. Growth and development of Alfalfa depending on the type of nitrogen nutrition // BIO Web Conf. 2020. No. 23. 03007. DOI: 10.1051/bioconf/20202303007.

10. Ovcharenko N. S., Kozyrev A. Kh. Micromycetes of aromatic and medicinal plants of Crimea. Vladikavkaz: Gorsky State Agrarian University, 2018. 256 p.

11. Dzanagov S. Kh. Soil fertility and fertilizers. Ordzhonikidze: Ir, 1987. 199 p.

12. Patent of the Russian Federation No. 2188531. Method of inoculation of leguminous grass seeds // Bekuzarova S. A., Farniev A. T., Sabanova A. A. 10.09.2002.

13. Doev D. N., Kozyrev A. Kh. The agro-environmental value of alfalfa crops in conditions of vertical zonation in North Ossetia–Alania // Proceedings of Gorsky State Agrarian University. 2016. Vol. 53. No. 4. P. 223–228.

14. Posypanov G. S. Methods of studying biological fixation of air nitrogen. Moscow: Agropromizdat, 1991. 300 p.

15. Farniev A. T., Kozyrev A. Kh. Resource-saving technology to cultivate lucerne on hay and seeds // News of Gorsky State Agrarian University. 2013. Vol. 50. No. 2. P. 67–75.

16. 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. P. 26–32.

17. Farniev A. T., Kozyrev A. Kh., Sabanova A. A., Kokoev Kh. P., Khanaeva D. K., Bazaeva L. M., Alborova P. V. Biologizing technologies for crops cultivation // Indo American Journal of Pharmaceutical Sciences. 2019. Iss. 6. No. 5. P. 8956–8962. DOI: 10.5281/zenodo.2669529.

UDC 633.313; 631.461.52

Kozyreva M. Yu., Basieva L. Zh., Kozyrev A. Kh.

SYMBIOTIC ACTIVITY OF *MEDICAGO VARIA* MART. DEPENDING ON THE TYPE OF NITROGEN NUTRITION

Summary. *The issue of the use of mineral forms of nitrogen for legumes is still a source of debate among scientists. Under the environmental conditions of the foothill zone of RNO-Alania, the field experiments were laid to study the activity of the symbiotic system and the productivity of the alfalfa depending on the type of nitrogen nutrition and the presence of a virulent active strain of rhizobia. The research was carried out in 2017–2019. Soil – chernozems leached. Objects: crops of *Medicago varia* Mart.; industrial strain of rhizotorphin 425a; inoculum of high-mountain strains of nodule bacteria; starting doses of nitrogen fertilizers. The dimensions of the symbiotic apparatus were studied according to the G.S. Posypanov method. The specific activity of symbiosis was 4.2 to 9.0 mg/kg. The maximum amount of air nitrogen (456.1 kg/ha) for three years of experiments was fixed by the symbiotic system of alfalfa in the variant with pre-sowing seed inoculation with high-mountain strains of nodule bacteria. This indicates their higher activity and competitiveness compared to the industrial strain of rhizotorphin 425a and indigenous strains of rhizobia from the pre-mountain zone of RNO-Alania. Mineral forms of nitrogen significantly inhibited the activity of the symbiotic system. As a result, the amount of fixed nitrogen decreased by 3.5–9.0 %. In the pre-mountain zone, under natural conditions, the growth and development of plants were provided with atmospheric nitrogen by 66 %, the rest of the need for the element (34 %) they satisfied with soil nitrogen. The maximum involvement of molecular nitrogen of the atmosphere in the biological cycle was distinguished by the variant with pre-sowing inoculation of seeds by virulent active strains of rhizobia, in which the share of air nitrogen participation in plant nutrition averaged 71–73 % over the three years of research.*

Keywords: *Medicago varia* Mart., strains, rhizotorphin, nitrogen fixation, mineral nitrogen, symbiotic apparatus.

Козырева Марина Юрьевна, аспирант, ФГБОУ ВО «Горский государственный аграрный университет»; 362040, Россия, Республика Северная Осетия-Алания, г. Владикавказ, ул. Кирова, 37; e-mail: marina.kozyreva.85@mail.ru.

Басиева Лариса Жураповна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры землеустройства и экологии ФГБОУ ВО «Горский государственный аграрный университет»; 362040, Россия, Республика Северная Осетия-Алания, г. Владикавказ, ул. Кирова, 37; e-mail: alagirka@yandex.ru.

Козырев Асланбек Хасанович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры землеустройства и экологии ФГБОУ ВО «Горский государственный аграрный университет»; 362040, Россия, Республика Северная Осетия-Алания, г. Владикавказ, ул. Кирова, 37; e-mail: ironlag@mail.ru.

Kozyreva Marina Yurievna, postgraduate student, Federal State Budget Educational Institution of Higher Education “Gorsky State Agrarian University”; 37, Kirov str., Vladikavkaz, Republic of North Ossetia-Alania, Russia, 362040; e-mail: marina.kozyreva.85@mail.ru.

Basieva Larisa Zhurapovna, Cand. Sc. (Agr.), associate professor of the Department of land administration and ecology, Federal State Budget Educational Institution of Higher Education “Gorsky State Agrarian University”; 37, Kirov str., Vladikavkaz, Republic of North Ossetia-Alania, Russia, 362040; e-mail: alagirka@yandex.ru.

Kozyrev Aslanbek Khasanovich, Dr. Sc. (Agr.), professor of the Department of land administration and ecology, Federal State Budget Educational Institution of Higher Education “Gorsky State Agrarian University”; 37, Kirov str., Vladikavkaz, Republic of North Ossetia-Alania, Russia, 362040; e-mail: ironlag@yandex.ru.

Дата поступления в редакцию – 21.04.2020.

Дата принятия к печати – 12.07.2020