

11. Karyagina L.A. Opredelenie aktivnosti polifenoloksidazy i peroksidazy v pochve / L.A. Karyagina, N.A. Mikhaylovskaya // Vestnik AN BSSR. – 1986. – No. 2. – S. 40-41.

12. Demina O.N. Vliyanie udobreniy na mikrofloru pakhotnogo chernozema lesostepnoy zony Zauralya / O.N. Demina, D.I. Eremin // Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2020. – No. 2. (155). – S. 63-71.

13. Eremin D.I. Biologicheskaya aktivnost chernozema pri vnesenii vozrastayushchikh doz mineralnykh udobreniy / D.I. Eremin, O.N. Demina // Vestnik Gosudarstvennogo agrarnogo

universiteta Severnogo Zauralya. – 2018. – No. 1. – S. 25-33.

14. Ananeva Yu.S. Biologicheskaya aktivnost Altayskogo Priobya pri vnesenii organo-mineralnykh udobreniy / Yu.S. Ananeva // Plodorodie. – 2008. – No. 6. (45). – S. 27-28.

15. Eremin D.I. Vliyanie mineralnykh udobreniy na intensivnost razlozheniya tsellyulozy v pakhotnom chernozeme lesostepnoy zony Zauralya / D.I. Eremin, O.N. Popova O.N. // Vestnik Gosudarstvennogo agrarnogo universiteta Severnogo Zauralya. – 2016. – No. 4. (35). – S. 27-33.



УДК 633.313; 631.847.211

М.Ю. Козырева, Л.Ж. Басиева
M.Yu. Kozyreva, L.Zh. Basiyeva

НАКОПЛЕНИЕ СУХОГО ВЕЩЕСТВА ПОСЕВАМИ ЛЮЦЕРНЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТИПА АЗОТНОГО ПИТАНИЯ

DRY MATTER ACCUMULATION BY ALFALFA CROPS DEPENDING ON THE TYPE OF NITROGEN NUTRITION

Ключевые слова: люцерна, симбиотическая активность, сухое вещество, минеральный азот, биологический азот, ризоторфин.

Приведены результаты полевых исследований за 2017-2019 гг. по накоплению сухого вещества посевами люцерны (*Medicago varia* Mart.) в зависимости от типа азотного питания и симбиотической активности посевов в экологических условиях предгорной зоны РСО-Алания на черноземе выщелоченном. Сравнивались минеральный и симбиотрофный типы

азотного питания растений люцерны. Схема опыта помимо контроля включала варианты: Ин-1800 – обработка семян инокулюмом штаммов азотфиксирующих бактерий, отобранных в высокогорных условиях (1800 м над уровнем моря); Штамм 425а – инокуляция семян промышленным штаммом ризоторфина (штамм 425а); N₃₀ – стартовые дозы азота; N₃₀ + Ин – совместное применение высокогорных штаммов бактерий и стартовых доз азота. Выявлено, что в год посева за вегетацию было накоплено 3503-4252 кг/га сухого вещества, в т.ч. минимальное коли-

чество было накоплено в посевах контрольного варианта, максимальное – в варианте с самой высокой симбиотической активностью (Ин-1800). При этом в листьях формируется около 43%, в стеблях – около 35% и в корнях – около 22% сухого вещества. В последующие годы опытов посева люцерны сформировали по 3 полноценных укоса, в связи с чем накопление сухого вещества было существенно больше – на 75-88% во второй год и на 62-74% в третий год пользования посевами. Установлено, что накопление сухого вещества как отдельными органами, так и целым растением люцерны, в решающей степени зависит от режима азотного питания и, в частности, от обеспеченности растений биологически фиксированным азотом. Активизация симбиотической деятельности посевов высокогорными штаммами клубеньковых бактерий как в чистом виде, так и на фоне стартовых доз минеральных азотных удобрений (варианты «Ин-1800» и «N₃₀+Ин») позволяет растениям при каждом укосе накапливать на 18-20% больше сухого вещества, чем в контрольном варианте.

Keywords: *alfalfa, symbiotic activity, dry matter, mineral nitrogen, biological nitrogen, rhizotorphin.*

The results of field studies of 2017-2019 on dry matter accumulation by alfalfa crops depending on the type of

nitrogen nutrition and symbiotic activity of crops are discussed. The tests with *Medicago varia* Mart. were carried out under the environmental conditions of the pre-mountain zone of the Republic of North Ossetia - Alania on leached chernozem soil. Mineral and symbiotrophic types of nitrogen nutrition of alfalfa plants were compared. It was revealed that on the year of sowing, 3503-4252 kg ha of dry substance was accumulated for the growing season; the minimum amount was accumulated in crops of the control variant; the maximum amount - in the variant with the highest symbiotic activity (In-1800). About 43% of dry matter was formed in leaves, about 35% - in stems and about 22% - in roots. In the following years of experiments, alfalfa crops formed 3 full-fledged harvests; the accumulation of dry matter was significantly more - by 75-88% on the second year and by 62-74% more on the third year of the crop use. It was found that the accumulation of dry matter both by individual organs and by the whole plant of alfalfa depended to a critical extent on the regime of nitrogen nutrition and, in particular, on the availability of biologically fixed nitrogen. The activation of symbiotic activity of crops with high-mountain strains of nodule-forming bacteria both in pure form and against the background of starting doses of mineral nitrogen fertilizers (variants "In-1800" and "N₃₀+In") allowed the plants to accumulate by 18-20% more dry matter at each harvest than in the control variant.

Козырева Марина Юрьевна, аспирант, каф. землеустройства и экологии, Горский государственный аграрный университет. E-mail: ironlag@mail.ru.

Басиева Лариса Жураповна, к.с.-х.н., доцент каф. землеустройства и экологии, Горский государственный аграрный университет. E-mail: alagirka@yandex.ru.

Kozyreva Marina Yuryevna, post-graduate student, Gorskiy State Agricultural University. E-mail: ironlag@mail.ru.

Basiyeva Larisa Zhurapovna, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Gorskiy State Agricultural University. E-mail: alagirka@yandex.ru.

Введение

Современное сельское хозяйство характеризуется массовым техногенным развитием и, как следствие, загрязнением и ухудшением состояния окружающей среды. В этой ситуации в аграрных технологиях всё большее значение приобретает их экологическая составляющая. Широкое внедрение органического сельского хозяйства сдерживается недостаточной изученностью отдельных моментов, касающихся естественных механизмов регуляции продукционного процесса агроценозов, способов биологического воз-

действия на них для поддержания экологического равновесия в экосистеме.

Бобовые культуры приобретают особое значение в биологизации земледелия и переходе на органическое сельское хозяйство с учетом их уникальной способности симбиоза с азотфиксирующими бактериями рода *Rhizobium*, в результате которой происходит фиксация атмосферного азота [1-3].

При условиях активной симбиотической азотфиксации бобовые растения хорошо обеспечиваются биологически связанным азотом, что оказывает положительное влия-

ние на весь продукционный процесс и, в частности, на рост и развитие растений, накопление сухого вещества, урожай [4, 5]. С целью увеличения объемов симбиотической азотфиксации рекомендуется проводить инокуляцию семян бобовых растений непосредственно перед посевом биопрепаратами, содержащими ризобии (ризоторфин, нитрагин) [6]. При этом препараты производят на основе промышленных штаммов микроорганизмов, и чаще всего не учитывается их конкурентоспособность в конкретных агроклиматических условиях. Применение же диких (аборигенных) штаммов клубеньковых бактерий, адаптированных к данным условиям, неприемлемо ввиду их недостаточной изученности [7].

Учитывая, что технологические вопросы возделывания бобовых растений изучены достаточно полно, в то же время по отдельным элементам агротехники нет единого мнения ученых. К таким нерешенным элементам относится вопрос применения под бобовые культуры минеральных форм азота.

С учетом того, 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 [8].

В этой связи **цель** исследований заключалась в изучении симбиотической активности и продуктивности люцерны в зависимости от типа азотного питания и наличия вирулентного активного штамма ризобий в экологических условиях Предгорной зоны РСО-Алания.

На обсуждение в данной статье вынесены **задачи** по определению накопления сухого вещества посевами люцерны в зави-

симости от типа азотного питания и симбиотической активности посевов.

Методика исследований

Полевые опыты проведены в 2017-2019 гг. на территории опытного поля Горского государственного аграрного университета (УНПО Горского ГАУ). Почва опытного участка – чернозем выщелоченный, подстилающийся галечником с глубины 60-80 см, со следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса – 4,5-6,0% (по Тюрину), легкогидролизуемый азот – 80 мг/кг (по Коневу), подвижный фосфор – 90 мг/кг (по Чирикову), обменный калий – 150 мг/кг (по Чирикову), $pH_{\text{сол.}}$ – 5,9-6,3 [9].

Объекты исследований: люцерна изменчивая (синегибридная) (*Medicago varia* Mart.) сорта Вега 87, районированного в Северо-Кавказском регионе; изолят аборигенных штаммов клубеньковых бактерий (*Sinorhizobium*), выделенный из ризосферы люцерны в высокогорных условиях центральной части Северного Кавказа (РСО-Алания) [10].

В полевом опыте для предпосевной инокуляции семян применяли инокулюм на основе диких рас клубеньковых бактерий, отобранных в высокогорных условиях (1800 м над у.м., с. Зарамаг РСО-Алания), а также промышленный штамм ризоторфина марки 425а (ВНИИСХМ, г. Санкт-Петербург), рекомендуемый исследователями в данных природно-климатических условиях [11, 12]. 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.

Обоснование схемы опыта.

1. Контроль – без обработки (естественные условия).

2. Ин-1800 – обработка семян (инокуляция) непосредственно перед посевом 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 бобоворизобиального 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.

Методики проведения полевого опыта и статистической обработки данных общепринятые в сельскохозяйственной науке [13].

Результаты и их обсуждение

Формирование и накопление сухого вещества являются главной функцией продукционного процесса растений. Необходимо учитывать, что при изучении данного показателя в посевах многолетних бобовых трав имеется ряд аспектов. Во-первых, листья и основная часть стеблей с каждым укосом обновляются и полностью попадают в расчеты. Во-вторых, нижняя часть стеблей (около 10 см в зависимости от высоты среза) переходит из укоса в укос, в связи с чем нужно избегать повторного их учета. В-третьих, корневая система у данной группы

растений формируется весь период жизни, по данным ряда ученых [14, 15] с каждым укосом к массе корней прибавляется всего лишь около 30% от их общей массы. С учетом вышеуказанных особенностей нами был произведен расчет накопления сухого вещества посевами люцерны отдельно по каждому органу растений (табл.).

В год посева в вариантах опыта за вегетацию было накоплено 3503-4252 кг/га сухого вещества, при этом минимальное количество было накоплено в посевах контрольного варианта, максимальное – в варианте с самой высокой симбиотической активностью (Ин-1800). Стартовые дозы азотных удобрений дали прибавку сухого вещества всего 217 кг, или 6,2%, дополнительная инокуляция (N₃₀ + Ин) увеличила показатель ещё на 471 кг, или на 19,6% в сравнении с естественными условиями (контроль). Эффект от инокуляции семян промышленным штаммом ризоторфина (Шт.425а) составил 15,8%, или 555 кг/га прибавки. Максимальное накопление сухого вещества было отмечено в посевах, семена которых обработали высокогорным инокулюмом клубеньковых бактерий, а прибавка достигла 749 кг, или 21,4%.

Если рассмотреть показатели накопления сухого вещества в год посева в разрезе укосов, то на долю первого укоса приходится большая половина – 53,3-56,0%, на долю второго укоса – 44,0-46,7%.

Анализ соотношения по накоплению сухого вещества различными органами растений показал, что в листьях формируется около 43%, в стеблях – около 35 и в корнях – около 22% сухого вещества.

В последующие годы опытов посева люцерны сформировали по 3 полноценных укоса, в связи с чем накопление сухого вещества было существенно больше – на 75-88% во второй год и на 62-74% в третий год пользования посевами.

**Накопление сухого вещества посевами люцерны
в зависимости от типа азотного питания, кг/га**

Укос	Орган растения	Варианты опыта				
		контр.	Ин-1800	Шт.425а	№30	№30 + Ин
2017 г. (1-й год пользования посевами)						
1	Корни	456	533	511	490	540
	Стебли	655	760	742	707	774
	Листья	828	972	938	886	974
	Сумма за укос	1939	2264	2191	2083	2289
2	Корни	312	389	369	326	381
	Стебли	554	709	667	585	675
	Листья	698	890	831	726	846
	Сумма за укос	1564	1988	1866	1637	1902
Итого за вегетацию		3503	4252	4058	3720	4191
2018 г. (2-й год пользования посевами)						
1	Корни	435	509	485	428	521
	Стебли	980	1139	1080	970	1180
	Листья	1330	1555	1469	1312	1599
	Сумма за укос	2746	3204	3035	2710	3300
2	Корни	230	266	248	237	259
	Стебли	812	922	858	822	901
	Листья	1078	1233	1134	1097	1201
	Сумма за укос	2120	2420	2240	2156	2360
3	Корни	227	259	242	229	251
	Стебли	627	746	671	646	723
	Листья	856	1006	906	870	977
	Сумма за укос:	1710	2011	1819	1746	1951
Итого за вегетацию		6575	7635	7094	6611	7611
2019 г. (3-й год пользования посевами)						
1	Корни	211	247	228	204	243
	Стебли	1055	1256	1166	1071	1238
	Листья	1179	1399	1303	1194	1385
	Сумма за укос	2445	2902	2697	2469	2866
2	Корни	152	193	172	148	186
	Стебли	854	1076	966	855	1076
	Листья	933	1175	1053	923	1170
	Сумма за укос:	1939	2445	2191	1926	2432
3	Корни	142	177	170	146	173
	Стебли	718	897	859	708	879
	Листья	790	974	934	773	960
	Сумма за укос	1650	2048	1964	1627	2012
Итого за вегетацию		6034	7395	6852	6022	7310
Итого за 3 года		16113	19282	18003	16353	19112

Максимальным накоплением сухого вещества отличился второй год пользования посевами, при этом в варианте с применением промышленного штамма ризоторфина было накоплено свыше 7 т/га, а в вариантах с использованием высокогорного инокулюма – свыше 7,6 т/га сухого вещества.

В разрезе укосов во второй год пользования посевами распределение в накоплении сухого вещества сложилось следующим образом: 41-43% в первом укосе, 31-33% во втором и 25-26% в третьем укосе.

Анализ соотношения между различными органами растений показал, что на второй год пользования посевами доля надземных органов увеличивается в сравнении с годом посева. Так, в листьях формируется около 49%, в стеблях – около 37 и в корнях – около 14% сухого вещества. Данный факт связан с

тем, что значительная часть корневой системы была сформирована в первый год жизни растений и не попала в расчеты второго года.

На третий год пользования посевами общая закономерность по накоплению сухого вещества как между вариантами опыта, так и по укосам, и по органам растений была аналогична посевам второго года жизни, но уступала по показателям примерно на 10-15%. Главной причиной снижения явилась сильная изреживаемость посевов люцерны как в зимний период, так и в течение вегетации.

Научный и практический интерес представляют сведения о накоплении сухого вещества органами растений, рассчитанные в среднем за всё время пользования посевами (среднее по 8 укосам) (рис.).

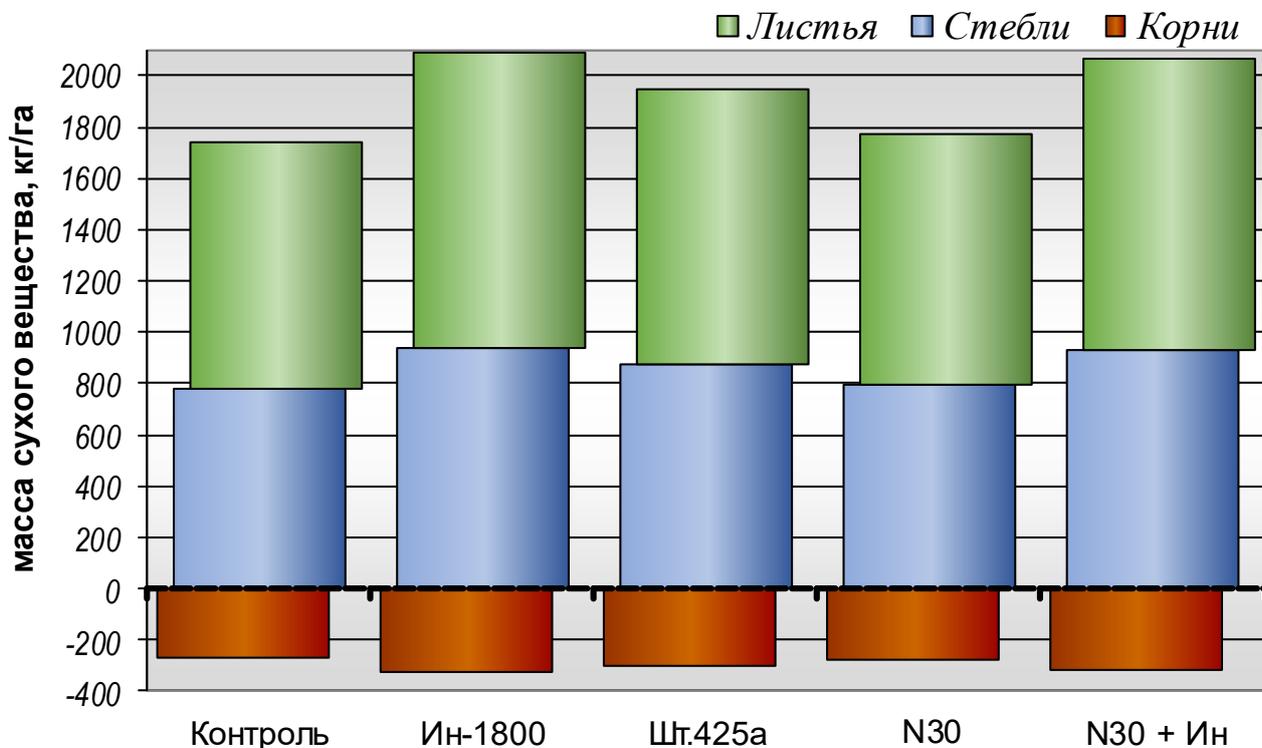


Рис. Накопление сухого вещества органами растений люцерны в зависимости от типа азотного питания (в среднем за 1 укос, 2017-2019 гг.)

Данные рисунка показывают, что накопление сухого вещества растениями в решающей степени зависит от типа азотного питания и, в частности, от обеспеченности растений биологически фиксированным азотом. Эта зависимость выявляется при анализе данного показателя и по отдельным органам, и в целом по растениям.

Активизация симбиотической деятельности посевов высокогорными штаммами клубеньковых бактерий как в чистом виде, так и на фоне стартовых доз минеральных азотных удобрений (варианты «Ин-1800» и «N₃₀ + Ин») позволяет растениям при каждом укосе накапливать сухое вещество на 18-20% больше, чем в посевах с естественными условиями (контроль).

Выводы

1. В первый год жизни посевы люцерны накапливают от 3503 до 4252 кг/га сухого вещества, при этом минимальное количество было накоплено в посевах контрольного варианта, наибольшее – в варианте с максимальной симбиотической активностью (Ин-1800).

2. Наибольшее количество сухого вещества накапливается во второй год пользования посевами, при этом в варианте с применением промышленного штамма ризоторфина было накоплено свыше 7 т/га, а в вариантах с использованием высокогорного инокулюма – свыше 7,6 т/га сухого вещества.

3. Во второй и последующие годы пользования посевами доля надземных органов увеличивается в сравнении с годом посева. Так, в листьях формируется около 49%, в стеблях – около 37 и в корнях – около 14% сухого вещества.

4. Активизация симбиотической деятельности посевов высокогорными штаммами

клубеньковых бактерий как в чистом виде, так и на фоне стартовых доз минеральных азотных удобрений (варианты «Ин-1800» и «N₃₀ + Ин») позволяет растениям при каждом укосе накапливать в среднем на 18-20% больше сухого вещества, чем в контрольном варианте.

Библиографический список

1. Цоциева, В. П. Размеры и активность симбиотического аппарата посевов клевера при использовании высокогорных штаммов клубеньковых бактерий / В. П. Цоциева, Н. О. Болатати, А. Х. Козырев. – Текст: непосредственный // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2015. – Т. 52, № 4. – С. 26-32.

2. Фарниев, А. Т. Продуктивность донника желтого в зависимости от условий минерального питания / А. Т. Фарниев, А. Х. Козырев, Р. Б. Темираев, П. В. Алборова. – Текст: непосредственный // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2011. – Т. 48, № 2. – С. 36-39.

3. Козырев А. Х. Симбиотическая активность и продуктивность люцерны в зависимости от режима минерального питания (в предгорной зоне РСО-Алания): автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук: 06.01.09 / Козырев А. Х. – Владикавказ, 1999. – 20 с. – Текст: непосредственный.

4. Козырев А. Х. Продуктивность посевов люцерны в зависимости от интенсивности азотфиксации в условиях Центральной части Северного Кавказа / А. Х. Козырев, А. Т. Фарниев. – Текст: непосредственный // Кормопроизводство. – 2009. – № 7. – С. 28-31.

5. Цоциева, В. П. Динамика накопления сухого вещества и урожайность посевов клевера в зависимости от штамма клубень-

ковых бактерий / В. П. Цоциева, Л. Ж. Басиева, А. Х. Козырев. – Текст: непосредственный // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2015. – Т. 52, № 4. – С. 57-62.

6. Фарниев, А. Т. Роль агротехнических приемов в повышении интенсивности азотофиксации клубеньковыми бактериями люцерны на выщелоченных черноземах РСО-Алания / А. Т. Фарниев, А. Х. Козырев. – Текст: непосредственный // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 1998. – № 1. – С. 87-95.

7. Доев, Д. Н. Активность штаммов клубеньковых бактерий люцерны в зависимости от условий вертикальной зональности / Д. Н. Доев, А. Х. Козырев. – Текст: непосредственный // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2014. – Т. 51, № 1. – С. 248-255.

8. Овчаренко, Н. С. Микромицеты ароматических и лекарственных растений Крыма: монография / Н. С. Овчаренко, А. Х. Козырев. – Владикавказ: ФГБОУ ВО «Горский госагроуниверситет», 2018. – 256 с. – ISBN 978-5-906647-55-9. – Текст: непосредственный.

9. Дзанагов, С. Х. Плодородие почв и удобрения / С. Х. Дзанагов. – Орджоникидзе: Ир, 1987. – 199 с. – Текст: непосредственный.

10. Патент № 2670169 Российская Федерация, МПК А01N 63/00, А01G 22/40, А01G 7/00. Способ сохранения активности клубеньковых бактерий при интродукции: № 2017144988: заявл. 20.12.2017: опубл. 18.10.2018 / Козырев А. Х., Бекузарова С. А., Болатати Н. О. [и др.]; заявитель ФГБОУ ВО Горский ГАУ. – 5 с. – Текст: непосредственный.

11. Козырев А. Х. Биологическая фиксация азота воздуха донником желтым в пред-

горной зоне РСО-Алания / А. Х. Козырев, А. Л. Уртаев, П. В. Алборова. – Текст: непосредственный // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2014. – Т. 51, № 3. – С. 71-77.

12. Фарниев, А. Т. Ресурсосберегающая технология возделывания люцерны на сено и семена / А. Т. Фарниев, А. Х. Козырев. – Текст: непосредственный // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2013. – Т. 50, № 2. – С. 67-75.

13. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки исследований): учебник / Б. А. Доспехов. – 6-е изд. – Москва: Альянс, 2011. – 352 с.

14. Фарниев, А. Т. Биологическая фиксация азота воздуха, урожайность и белковая продуктивность бобовых культур в Алании / А. Т. Фарниев, Г. С. Посыпанов. – Владикавказ: Иростон, 1997. – 210 с. – Текст: непосредственный.

15. Доев, Д. Н. Агроэкологическое значение посевов люцерны в условиях вертикальной зональности РСО-Алания / Д. Н. Доев, А. Х. Козырев. – Текст: непосредственный // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2016. Т. 53, № 4. – С. 223-228.

References

1. Tsotsieva V.P. Razmery i aktivnost simbioticheskogo apparata posevov klevera pri ispolzovanii vysokogornykh shtammov klubenkovykh bakteriy / V.P. Tsotsieva, N.O. Bolatati, A.Kh. Kozyrev // Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2015. – Т. 52. – No. 4. – S. 26-32.

2. Produktivnost donnika zheltogo v zavisimosti ot usloviy mineralnogo pitaniya / A.T. Farniev, A.Kh. Kozyrev, R.B. Temiraev, P.V. Alborova // Izvestiya Gorskogo gosudar-

stvennogo agrarnogo universiteta. – 2011. – Т. 48. – No. 2. – S. 36-39.

3. Kozyrev A.Kh. Simbioticheskaya aktivnost i produktivnost lyutserny v zavisimosti ot rezhima mineralnogo pitaniya (v predgornoy zone RSO-Alaniya): avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk: 06.01.09. – Vladikavkaz, 1999. – 20 s.

4. Kozyrev A.Kh. Produktivnost posevov lyutserny v zavisimosti ot intensivnosti azot-fiksatsii v usloviyakh Tsentralnoy chasti Severnogo Kavkaza / A.Kh. Kozyrev, A.T. Farniev // Kormoproizvodstvo. – 2009. – No. 7. – S. 28-31.

5. Tsotsieva V.P. Dinamika nakopleniya sukhogo veshchestva i urozhaynost posevov klevera v zavisimosti ot shtamma klubenkovykh bakteriy / V.P. Tsotsieva, L.Zh. Basieva, A.Kh. Kozyrev // Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2015. – Т. 52. – No. 4. – S. 57-62.

6. Farniev A.T. Rol agrotekhnicheskikh priemov v povyshenii intensivnosti azotofiksatsii klubenkovymi bakteriyami lyutserny na vyshchelochennykh chernozemakh RSO-Alaniya / A.T. Farniev, A.Kh. Kozyrev // Izvestiya Timiryazevskoy selskokhozyaystvennoy akademii. – 1998. – No. 1. – S. 87-95.

7. Doev D.N. Aktivnost shtammov klubenkovykh bakteriy lyutserny v zavisimosti ot usloviy vertikalnoy zonalnosti / D.N. Doev, A.Kh. Kozyrev // Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2014. – Т. 51. – No. 1. – S. 248-255.

8. Ovcharenko N.S. Mikromitsety aromaticeskikh i lekarstvennykh rasteniy Kryma: monografiya / N.S. Ovcharenko, A.Kh. Kozyrev. – Vladikavkaz: FGBOU VO «Gorskiy gosagrouniversitet», 2018. – 256 s.

9. Dzanagov S.Kh. Plodorodie pochv i udobreniya / S.Kh. Dzanagov. – Ordzhonikidze: Ir, 1987. – 199 s.

10. Patent No. 2670169 Rossiyskaya Federatsiya, MPK A01N 63/00, A01G 22/40, A01G 7/00. Sposob sokhraneniya aktivnosti klubenkovykh bakteriy pri introduktsii: No. 2017144988: zayavl. 20.12.2017: opubl. 18.10.2018 / Kozyrev A.Kh., Bekuzarova S.A., Bolatati N.O. [i dr.]; zayavitel FGBOU VO Gorskiy GAU. – 5 s.

11. Kozyrev A.Kh. Biologicheskaya fiksatsiya azota vozdukha donnikom zhelytm v predgornoy zone RSO-Alaniya / A.Kh. Kozyrev, A.L. Urtaev, P.V. Alborova // Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2014. – Т. 51. – No. 3. – S. 71-77.

12. Farniev A.T. Resursosberegayushchaya tekhnologiya vozdeyvaniya lyutserny na seno i semena / A.T. Farniev, A.Kh. Kozyrev // Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2013. – Т. 50. – No. 2. – S. 67-75.

13. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki issledovaniy): uchebnik / B.A. Dospekhov. – 6-e izd. – Moskva: Alyans, 2011. – 352 s.

14. Farniev A.T. Biologicheskaya fiksatsiya azota vozdukha, urozhaynost i belkovaya produktivnost bobovykh kultur v Alanii / A.T. Farniev, G.S. Posypanov. – Vladikavkaz: Iriston, 1997. – 210 s.

15. Doev D.N. Agroekologicheskoe znachenie posevov lyutserny v usloviyakh vertikalnoy zonalnosti RSO-Alaniya / D.N. Doev, A.Kh. Kozyrev // Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2016. – Т. 53. – No. 4. – S. 223-228.

