УДК 633.2/.3.03:631.87(470.6)
DOI: 10.31279/2222-9345-2018-7-32-124-127

И. Э. Солдатова, Э. Д. Солдатов

Soldatova I. E., Soldatov E. D.

РОЛЬ БИОЛОГИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ В ВОССТАНОВЛЕНИИ БИОРАЗНООБРАЗИЯ ГОРНЫХ АГРОЭКОСИСТЕМ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА

THE ROLE OF BIOLOGICAL FERTILIZERS IN RESTORING THE BIODIVERSITY OF MOUNTAIN AGRO-ECOSYSTEMS OF THE NORTHERN CAUCASUS

Одним из главных направлений развития кормопроизводства горной зоны Республики Северная Осетия–Алания является внедрение эффективных, малозатратных приемов улучшения и разработка системы рационального использования кормовых экосистем, повышение их продуктивного долголетия и средообразующей роли на основе организации природных сообществ. Исследования проводились на горном стационаре СКНИИГПСХ ВНИЦ РАН, с. Дагравс Пригородного района РСО-Алания. Деградированный участок с изреженным низкорослым травостоем продуктивностью 0,95–1,2 т/га сухой надземной массы. Под субальпийской растительностью сформированы горно-луговые типичные почвы. Исследовалось влияние различных доз и сочетаний цеолитсодержащей агроруды и перегноя овечьего навоза на фоне предварительного внесения биопрепарата «Экстра-сол». Изменение видового состава травостоя под влиянием различных видов внесенных удобрений, их доз и сочетаний сформировало трёхъярусный фитоценоз продуктивностью от 3,8 до 7,8 т/га сухой массы, позволяющей применять на восстановленных участках различные режимы использования. Выявлено, что по мере увеличения злаково-бобового компонента под действием биологически активных удобрений формировался лугопастбищный корм высокой питательной ценности от 124 до 135 грамм переваримого протеина на одну кормовую единицу, что при рациональном использовании способствует значительному повышению продуктивности животных. Установлено, что корневая масса исследуемых фитоценозов варьировала в значительных пределах: от 4,0 т/га СВ на контроле, 5,7–8,0 т/га в вариантах с внесением агроруды и 9,8–11,6 т/га при внесении навоза. Как и по другим показателям, наивысшие результаты накопления подземной массы были отмечены в варианте с комплексным внесением удобрений – 13,3 т/га.

Ключевые слова: удобрения, агроруда, биопрепарат, навоз, агроэкосистемы, рациональное использование, восстановление.

One of the main directions of development of forage production of the mountain zone of the Republic of North Ossetia–Alania is the introduction of effective, low-cost methods of improvement and development of a system of rational use of forage ecosystems, increasing their productive longevity and environmental role on the basis of the organization of natural communities. The research was carried out at the mining hospital of the North Caucasus research Institute of mining and foothill agriculture – a branch of the Federal state budgetary institution of science of the Federal scientific center «Vladikavkaz scientific center of the Russian Academy of Sciences», v. Dagravs, suburban district of RSO-Alania. Degraded area with sparse undersized grass productivity of 0.95–1.2 t/ha of dry aboveground mass. Under the subalpine vegetation formed mountain-meadow typical soil. The influence of different doses and combinations of zeolite-containing agro-ore and humus of sheep manure on the background of preliminary application of the biological product «Extrasol» was studied. Changes in the species composition of the herbage under the influence of various types of fertilizers, their doses and combinations formed a three-tier phytocenosis productivity of 3.8 to 7.8 t/ha of dry mass, which allows to use different modes of use in the restored areas. It was revealed that as the grain-legume component increased under the action of biologically active fertilizers, grassland feed of high nutritional value from 124 to 135 grams of digestible protein per one feed unit was formed, which, when used rationally, contributes to a significant increase in animal productivity. It was found that the root mass of the studied phytocenoses varied significantly: from 4.0 t/ha DM at the control, 5.7–8.0 t/ha in variants with the introduction of agricultural ore and 9.8–11.6 t/ha with the introduction of manure. As with other indicators, the highest results of the accumulation of underground mass were noted in the variant with complex fertilizer application – 13.3 t/ha.

Key words: fertilizers, agricultural ore, biological product, manure, agroecosystems, rational use, restoration.

Солдатова Ирина Эдуардовна – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории горного луговодства и животноводства
ФГБНУ «Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного сельского хозяйства»
с. Михайловское
Тел.: 8-906-188-01-38
E-mail: irasha2012@mail.ru

Солдатов Эдуард Дмитриевич – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела рационального использования горных земель
ФГБНУ «Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного сельского хозяйства»
с. Михайловское
Тел.: 8(8672)73-04-15
E-mail: skniigpsh@mail.ru

Soldatova Irina Eduardovna – Ph.D of Biological Science, Head of the Laboratory of Mountain Meadows and Livestock
FSBSI «North Caucasian Research Institute of Mountain and Piedmont Agriculture»
Mikhailovsky vil.
Tel.: 8-906-188-01-38
E-mail: irasha2012@mail.ru

Soldatov Eduard Dmitrievich – Ph.D of Agriculture Science, Head of the Department of Rational use of Mountain Land
FSBSI «North Caucasian Research Institute of Mountain and Piedmont Agriculture»
Mikhailovsky vil.
Tel.: 8(8672)73-04-15
E-mail: skniigpsh@mail.ru

Сокращение, а в некоторых местах и исчезновение аборигенных пород скота, адаптированных к природно-климатическим условиям гор, привело к тому, что значительные площади высокогорных и крутосклонных пастбищ не используются. Это способствует деградации биоценозов (ускоренному оторфяниванию почв, подкислению почвенного раствора, сокращению видового разнообразия, снижению продуктивности и т. п.). На месте слабо эксплуатируемых пастбищ формируется травостой с явным преобладанием малоценного злака – белоуса торчащего. Исчезают бобовые виды трав, образуются кустарниковые заросли, состоящие из азалии, кавказского рододендрона и березово-ивовое мелколесье.

Вокруг населенных пунктов и фермерских хозяйств, на легкодоступных, часто и бессистемно используемых угодьях почва уплотняется, покрывается сеткой тропинок, оголяется от растительного покрова, вследствие чего наступает экологическая катастрофа.

При большом потенциале горных кормовых угодий доля их продукции составляет не более 10–13 % общего кормового баланса республики, что объясняется малой эффективностью и агроэкологическим состоянием агроландшафтов.

Формирование луговых сообществ корреляционно зависит от обеспечения их азотом, доступность которого достигается путем применения минерального азотного удобрения или в ходе биологической фиксации атмосферы азота.

В горных условиях экологически безопасным и довольно недорогим способом обеспечения луговых трав азотом является максимальное использование биологических возможностей многолетних бобовых трав лугопастбищного фитоценоза [1]. Они служат источником пополнения почвы органическим веществом и элементами минерального питания, а главное, фиксаторами атмосферного азота [2].

В процессах самовозобновления естественных злаково-бобовых травостоев большое значение приобретает инокуляция залежных семян почвы бактериальными препаратами симбиотических и ассоциативных микроорганизмов. Одним из таких является штамм *Bacillus subtilis* – продуцент биологического препарата «Экстрасол», отличающийся целым рядом хозяйственно конструктивных качеств [3].

Установлено, что при внесении препарата «Экстрасол» (0,1 % водного раствора) увеличилось прорастание аборигенных семян многолетних травянистых растений на деградированных горных кормовых угодьях. При этом бобовые травы, обладая исключительным качеством фиксировать атмосферный азот, пользуясь им для своего роста и формирования, составляют высокую конкуренцию другим видам, что является одним из эффективных агроприемов в борьбе с малоценным разнотравьем.

Значительное воздействие на рост и развитие клубеньковых бактерий и симбиотическую фиксацию азота оказывает наличие микроэлементов.

Хотя потребность клубеньковых бактерий в микроэлементах относительно низкая, однако при их отсутствии процессы азотфиксации существенно ухудшаются [4].

Источником этих элементов может служить цеолитсодержащая агроруда со следующим химическим составом: SiO_2 – 47,8 % сухой массы; N – 8,82 мг/100 г сухой массы; P_2O_5 – 4,92; K – 11,72; Cd – 0,003; Ni – 2,72; Cu – 2,22; Zn – 3,94; Fe – 321,19 мг/кг; Mo – 3,84; Mg – 2,08 мг/100 г; Mn – 420,27; Co – 0,93; Pb – 5,64 мг/кг; при pH 9,11. Внесение ее способствует уменьшению почвенной кислотности, увеличению числа клубеньков на корнях бобовых трав, повышению их активности, при продуктивной работе симбиотического аппарата.

Одним из нужных компонентов питания растений, вместе с азотом, служит фосфор, который имеет немаловажное значение в процессах синтеза белка, росте и формировании, распространении наследственных свойств, трансформации энергии. Он повышает способность многолетних трав к фиксации молекулярного атмосферного азота [5].

Установлено, что при диапазоне актуальной кислотности от 4,2 до 5,0 происходит образование труднодоступных для растений фосфорных соединений [6]. Поэтому использование агроруды, имеющей нейтральную реакцию, приводит к достоверному увеличению подвижного фосфора (на 2,1–4,2 мг/100 г почвы).

Высокая адсорбционная способность цеолитсодержащей агроруды имеет большое значение при фиксации азота, где роль кремния, в решетке которого сорбируется азот, фосфор, калий и другие элементы, неопределима. Выявлено высокое положительное влияние кремния на фотосинтез, он регулирует обмен веществ, стимулирует прорастание семян. Поступая в организм животных с кормом, воздействует на развитие силикатных бактерий, представляющих собой мощный потенциальный источник белка. Биомасса этих микроорганизмов состоит из комплекса необходимых животным веществ. В ней 65 % белка, состоящего из 17 незаменимых аминокислот, а также 18 минеральных элементов. Кроме того, она содержит мощную ферментативную систему, способную расщеплять клетчатку, переводя ее в усвояемые углеводы [7].

Одним из низко затратных агроприемов восстановления деградированных горных кормовых угодий и повышения в фитоценозе бобового компонента являются органические удобрения, в частности перегной овечьего навоза. Перегной, при среднем содержании 0,5 % азота, 0,2 % фосфора и 0,6 % калия, предохраняет почву от высыхания, усиливает микробиологическую активность, а также способствует увеличению емкости поглощения фосфатов почвой, улучшению перехода фосфатов твердой фазы почвы в почвенный раствор [8].

Однако длительный период полураспада навоза связан с выделением аммиака и метана,

часто может привести к некоторым отрицательным воздействиям на обменные и биологические процессы в фитоценозе, снижая активность азотфиксирующих микроорганизмов.

Таким образом, литературные данные и ранее проведенные исследования позволили сделать вывод, что при восстановлении деградированных горных кормовых угодий важным фактором является биологический метод формирования злаково-бобового травостоя методом инокуляции залежных семян аборигенных трав с применением биологического препарата «Экстрасол», агроруды и перегноя овечьего навоза, что в современных условиях обретае особую значимость.

Учитывая важность использования биологического азота для конструирования высокопродуктивного горного фитоценоза, были проведены исследования, целью которых являлось установление влияния биологически активных удобрений, как в чистом виде, так и в смесях, на рост, развитие, изменение видового состава и продуктивности травостоев, конструируемых для сенокосного и пастбищного использования.

Исследования проводились в полевом опыте на горном стационаре СКНИИГПСХ в течение 2012–2015 гг. Стационар расположен на высоте 1640 м над уровнем моря, юго-восточной экспозиции Даргавской котловины РСО-Алания. Здесь выпадает в среднем 620–800 мм осадков. Сумма положительных температур (выше +5 °C) составляет 2400 °C, а выше +10 °C – 1500 °C.

Луговая растительность, как разнотравная, так и злаковая, подвержена деградации с распространением таких видов, как: манжетка обыкновенная (*Alchemilla vulgaris*), первоцвет весенний (*Primula veris* L.), колокольчик скученный (*Campanula glomerata* L.), авран лекарственный (*Gratiola officinalis* L.), василек луговой (*Centaurea jacea*), одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* Wigg), овсяница овечья (*Festuca ovina*), костер пестрый (*Bromus variegatus*), мятлик альпийский (*Poa alpina*), райграс пастбищный (*Lolium perenne*). Травостой, как правило, изреженный, низкорослый продуктивностью 0,95–1,2 т/га сухой надземной массы. Под субальпийской растительностью сформированы горно-луговые типичные почвы.

Агрохимические показатели дернового слоя 0–20 см следующие: $pH_{\text{сол}}$ – 5,01; гумус – 3,11 %; общий азот – 0,37 %; P_2O_5 – 4,31 мг/100 г почвы; K_2O – 21,06 мг/100 г почвы; плотность по-

чвы – 1,39 г/см³. Схема опыта представлена в таблице.

Благоприятные климатические условия и ограничение бессистемного использования естественного угодья способствовало увеличению бобового компонента в травостое с 0,8 до 4,0 % (табл.).

Внесение биологически активного препарата «Экстрасол» (фон) способствовало более раннему прорастанию травостоя, при этом бобовый компонент вырос до 6,2 % и в его составе появились: клевер альпийский (*Trifolium alpestre*), клевер горный (*Trifolium montanum*), клевер луговой (*Trifolium pratense*), лядвинец рогатый (*Lotus corniculatus*), горошек мышиный (*Vicia eracca*) и др.

Сбалансирование питательных веществ агрорудой и навозом (перегноем) в различных дозах и сочетаниях оказало соответствующее влияние на рост бобового компонента, повысив его концентрацию до 18,4 %.

Регулирование минерального питания методом внесения агроруды в различных дозах повлияло на развитие бобового компонента до 9,0–13,2 %, а внесение перегноя овечьего навоза повысило этот показатель до 15,5–17,7 %.

Наивысшим показателем отмечен вариант комплексного внесения биопрепарата «Экстрасол» + агроруды + навоза, где бобовые травы составили 18,4 % фитоценоза. При этом наблюдалось увеличение накопления клубеньков на корнях бобовых соответственно в среднем: с 12 на контроле до 19–23 (агроруды); 20–22 (навоз) и 39 шт. на корнях одного растения клевера лугового (*Trifolium pratense*) при комплексном внесении биологических удобрений. Также в этих вариантах наблюдался рост целлюлолитической активности почвы, соответственно с 19,3 до 39,7–43,4; 59,8–61,6; 57,7 %.

Снижение количества клубеньков в варианте с внесением навоза (30 т/га) до 12 шт. на 1 растение – результат превращения бобовых из производителей азота в его потребителей, при высокой азотной обеспеченности.

Инокуляция аборигенных залежных семян в почву имела положительную тенденцию к повышению долевого участия в травостое злаковых трав, таких как: райграс пастбищный (*Lolium perenne*), костер безостый (*Bromus inermis*), тонконог стройный (*Koeleria graciles* Pers.), тимфеевка луговая (*Phleum pratense*), ежа сборная (*Dactylis glomerata*) и др.

Таблица – Видовой состав и питательность лугопастбищного корма под действием биологических удобрений (на третий год использования)

Варианты опыта	Ботанический состав, %			Урожай СВ, т/га	Питательность 1 кг СВ		
	Злаки	Бобовые	Разнотравье		Корм. ед.	гр ПП на 1 корм. ед.	ОЭ, МДж
Контроль б/у	39,2	4,0	56,8	2,1	0,84	93	10,5
Ф+агроруды 1т/га	40,5	9,0	50,2	3,8	0,84	124	10,3
Ф+агроруды 3т/га	42,1	13,2	44,7	5,01	0,82	132	10,0
Ф+навоз 10т/га	43,1	15,5	41,4	5,8	0,84	130	10,3
Ф+навоз 30т/га	43,3	17,7	39,0	6,5	0,86	135	10,3
Ф+агроруды 1т/га+навоз 10 т/га	45,8	18,4	35,8	7,8	0,83	133	9,9

Примечание: m = 1,07; НСР_{0,5} = 1,98.

Внесение агроруды и повышение ее дозы с 1 до 3 т/га способствовало более мощному развитию злакового травостоя. Повышенная устойчивость его компонентов к неблагоприятным условиям среды: кислой реакции почвы и ее уплотнению, низким температурам зимой и перепадам в вегетационный период, при мощной корневой системе в верхнем дерновом слое почвы, способном оперативно реагировать на поверхностное внесение удобрений, обеспечивает злакам господствующее положение в травостое.

Так, в первый год исследования при применении агроруды концентрация в фитоценозе злакового компонента увеличилась с 20,9 до 30,7–34,3 %, внесение навоза повысило этот показатель до 37,2–37,9 %, а комплексное внесение биологических удобрений увеличило долю злаковых до 38,3 %.

В целом же за 3 года исследований увеличение в травостое горного луга злакового и бобового компонентов постепенно вытеснило низкорослое разнотравье, преобразовав фитоценоз из разнотравно-злакового в злаково-разнотравно-бобовый.

Изменение видового состава травостоя под действием различных видов биологических удобрений, их доз и сочетаний сформировало трёхъярусный фитоценоз продуктивностью от 3,8 до 7,8 т/га сухой массы, позволяющей применять различные режимы использования: 1) пастбища для овец и молодняка КРС (вариант 2–3); 2) пастбища для КРС (вариант 3–4); 3) комбинированное использование сенокос – пастбища (4–5–6 вари-

анты); 4) многоукосное сенокосное использование (5–6 варианты); 5) сенокос – зимнее пастбище (варианты 4–5–6).

Результаты исследований свидетельствуют о том, что по мере увеличения злаково-бобового компонента под действием биологически активных удобрений формировался лугопастбищный корм высокой питательной ценности от 124 до 135 грамм переваримого протеина на одну кормовую единицу, что при рациональном использовании способствует значительному повышению продуктивности животных.

По мере повышения уровня питания корневая масса исследуемых фитоценозов варьировала в значительных пределах: от 4,0 т/га СВ на контроле, 5,7–8,0 т/га в вариантах с внесением агроруды и 9,8–11,6 т/га при внесении навоза. Как и по другим показателям, наивысшие результаты накопления подземной массы были отмечены в варианте с комплексным внесением удобрений – 13,3 т/га.

Анализируя результаты исследований, можно отметить, что изменение видового состава естественного фитоценоза на деградированных горных кормовых угодьях под действием биологически активных удобрений позволит: конструировать травостой с видовым составом, продуктивностью и качеством корма, необходимыми для определенного режима использования, а также ускорить восстановление деградированных лугопастбищ различной степени сбитости, повысив экологическую безопасность горных агроландшафтов.

Литература

1. Солдатова И. Э., Солдатов Э. Д., Абаев А. А. Формирование травосмесей при создании культурных пастбищ в горной зоне Северного Кавказа // Вестник АПК Ставрополья. 2017. № 3 (27). С. 50–53.
2. Солдатов Э. Д., Солдатова И. Э. Способы повышения симбиотической активности микроорганизмов с растениями в горных условиях Северного Кавказа // Известия Горского государственного аграрного университета. 2012. Т. 49, № 1–2. С. 497–500.
3. Завалин А. А. Биопрепараты, удобрения и урожай : моногр. М., 2005. 301 с.
4. Craham P. H. Vitamin requirements of root nodule bacteria // J. Gen Microbiol. 1963. Vol. 30. P. 245–248.
5. Посыпанов Г. А., Трепачев Е. П., Чернов Б. А. Рекомендации по повышению симбиотической фиксации азота воздуха бобовыми травами в Нечерноземной зоне. М., 1986. 16 с.
6. Бясов К. Х. Эрозия почв гор и предгорий Северного Кавказа : моногр. Владикавказ : Алания, 2000. 268 с.
7. Кцоев Б. К., Ермолаев А. А. Кремний, почва, урожай. Орджоникидзе, 1990. С. 60–125.
8. Ерижев К. А. Использование органических удобрений и известкование почв. Горные сенокосы и пастбища России. М., 1998. С. 193–214.

Referensec

1. Soldatova I. E., Soldatov E. D., Abaev A. A. Formation of grasslands in the creation of cultural pastures in the mountain zone of the North Caucasus // Agrarian Bulletin of Stavropol region. 2017. № 3 (27). P. 50–53.
2. Soldatov E. D., Soldatova I. E. Methods of improvement of symbiotic activity of microorganisms with plants in the mountains of the North Caucasus // Proceedings of Gorsky State Agrarian University. 2012. Vol. 49, № 1–2. P. 497–500.
3. Zavalin A. A. Biopreparations, fertilizers and yield : monograph. M., 2005. 301 p.
4. Craham P. H. Vitamin requirements of root nodule bacteria // J. Gen Microbiol. 1963. Vol. 30. 245–248.
5. Posypanov G. A., Trepachev E. P., Chernov B. A. Recommendations for improving symbiotic nitrogen fixation of leguminous herbs air in the Nonchernozem zone. M., 1986. 16 p.
6. Biasov K. H. Soil erosion of the mountains and foothills of the North Caucasus : monograph. Vladikavkaz : Alanya, 2000. 268 p.
7. Ktsoev B. K., Ermolaev A. A. Silicon, soil, crop. Ordzhonikidze, 1990. P. 60–125.
8. Erizhev K. A. Use of organic fertilizers and liming of soils. Mountain hayfields and pastures of Russia. M., 1998. P. 193–214.