

Технологии и методы восстановления деградированных кормовых угодий Центрального Кавказа

И. Э. Солдатова¹, С. М. Джибилов¹, Э. Д. Солдатов¹, Л. Р. Гулуева¹✉

¹ Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного сельского хозяйства Владикавказского научного центра РАН, Михайловское, Россия

✉ E-mail: luda_gulueva@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты НИОКР и новые агрегаты для восстановления деградированных горных участков. **Цель исследования** – ускоренное восстановление естественного фитоценоза и проведение мероприятий по улучшению лугов с использованием данных агрегатов. **Объектом исследования** являются технологии и агрегаты, разработанные авторами для проведения следующих операций: срезание кочек, сгребание камней, подсев травосмесей с одновременным внесением минеральных удобрений. **В задачи исследований** входили определение исходного флористического состава деградированного горного луга; оценка влияния проводимых мероприятий и агроприемов на изменение флористического состава травостоя, его продуктивность и энергоёмкость; выявление эффективности применения разработанных агрегатов при подсевах трав в дернину и адресном внесении минеральных удобрений. **Новизна технического решения** состоит в том, что разработаны новые ресурсосберегающие способы улучшения горных кормовых угодий с применением малогабаритных универсальных агрегатов. **Испытания проводились** на горном стационаре, расположенном на юго-восточной экспозиции Даргавской котловины РСО-Алания, на высоте 1650 м над уровнем моря с уклоном 10° на шести делянках с учетной площадью 360 м². Три варианта в трехкратной повторности: первый вариант – естественное обсеменение, второй – подсев трав агрегатом, третий – подсев трав и внесение низких доз минеральных удобрений N₆₀P₄₅K₂₀. Делянки расположены поперек склона рандомизированно. **Результаты.** Установлено, что при концентрации 17,2 МДж энергии в 1 кг сухого вещества корма общий сбор на контрольном участке составил 29,7 ГДж, а на подсеянном опытном поле – 85,3 ГДж; урожай надземной кормовой массы при подсевах трав в первый год наблюдений составил 21,8 ц/га сухой массы, что в 3 раза выше, чем на контроле. За вегетационный период третьего года наблюдений урожай на подсеянном участке составил 39,2 ц/га сухой массы против 19,3 ц/га на контроле. **Ключевые слова:** агрегат, горы, луга и пастбища, удаление кочек, сгребание камней, подсев трав.

Для цитирования: Солдатова И. Э., Джибилов С. М., Солдатов Э. Д., Гулуева Л. Р. Технологии и методы восстановления деградированных кормовых угодий Центрального Кавказа // Аграрный вестник Урала. 2020. № 12 (203). С. 35–42. DOI: ...

Дата поступления статьи: 13.04.2020.

Постановка проблемы (Introduction)

Условия ведения сельскохозяйственного производства в горных районах Центрального Кавказа существенно отличаются рядом характерных особенностей, накладывающих свой отпечаток на уровень экологической безопасности и целесообразного функционирования агросистем.

В сельском хозяйстве горной зоны преобладает животноводческое направление, относящееся к кластеру рискованного земледелия, и оно может быть рентабельно только при максимальном использовании дешевых и высокопитательных кормов из естественных многолетних трав. При этом продуктивность лугопастбищных трав определяется флористическим составом, который зависит от условий произрастания, динамичности среды обитания, от степени развития фитоценоза и интенсивности антропогенного воздействия. Выпас скота на пастбищах – наиболее важный антропогенный фактор, влияющий на экологически безопасное функционирование горных агроэкосистем. Отсутствие надлежащего ухода, нерациональное и бессис-

темное использование пастбищ привело к ухудшению лугомелиоративного состояния, деградации, экологической неустойчивости угодий и пастбищной депрессии [1, с. 9].

Эти негативные факторы наносят не только экономический ущерб республикам с горными территориями, но и приближают непоправимую экологическую катастрофу.

Актуальность решения возникших проблем обусловлена необходимостью ускоренного восстановления естественного фитоценоза – одного из основных факторов поддерживающих экологическую стабильность горных экосистем.

Целью исследований было решить возникшую проблему применением мероприятий поверхностного улучшения природных лугов с использованием агрегатов горной модификации, разработанных группой механизации совместно с отделом рационального использования горных кормовых угодий СКНИИГПСХ.

К мероприятиям поверхностного улучшения природных лугов относятся культуртехнические, гидротехниче-

ские, агротехнические. При этом совместное проведение данных мероприятий повышает эффективность применяемых приемов. Культуртехнические мероприятия являются основой дальнейшего технологического процесса восстановления деградированных горных кормовых угодий. Уничтожение кочек, кротовин, муравейников, образующихся в результате выпаса скота в сырую погоду, деятельности землероев, муравьев и зарастания камней травой проводится шлейфами и боронами, рельсовой волокушей РВ-4.7 или рельсовым планировщиком на жесткой раме. Эту операцию целесообразно проводить в том случае, когда поверхность почвы, предназначенная для улучшения, составляет не более 20–25 % от общей площади.

Методология и методы исследования (Methods)

Исследования проводились в лугостепном поясе Даргавской котловины РСО-Алания на травяном деградированном пастбище с проективным покрытием 48 % и следующим флористическим составом: колокольчик раскидистый (*Campanula patula* L.), подорожник средний (*Plantago media* L.), полынь Лессинга (*Artemisia Lessingiana* Bess), тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium* L.), белоус торчащий (*Nardus stricta* L.), луговик (щучка) (*Deschampsia flexuosa* Tren), астрагал альпийский (*Astragalus alpinus* L.), свербига восточная (*Bunias orientalis* L.). Применение кочкореза, изготовленного лабораторией механизации СКНИИГПСХ ВНИЦ РАН, позволило проводить сразу три операции: срезание кочек, нарезание щели и

боронование. После проведения данных технологических операций на поверхности почвы появляется определенное количество камней, присутствие которых связано с постоянным разрушением горных пород и утаптыванием почвы животными при выпасе.

Это снижает продуктивность пастбищ и качество работы сельскохозяйственных машин, у которых изнашиваются и выходят из строя рабочие органы. Повышаются затраты на производство кормов до 42 ГДж/га [2, с. 32]. Применение на горных склонах серийных камнеборочных машин УКП-0.6, УКС-0.7А, КУМ-1.2, РУБ-150 с изменением рельефа даже на незначительной площади неэффективно.

Нами разработан агрегат [3, с. 106] для сбора и утилизации мелких и средних камней, наиболее распространенных на горных пастбищах. Агрегат (рис. 1), снабженный рабочими органами для нарезания канала и гребенкой, обеспечивающей копирование рельефа почвы при сгребании камней, движется поперек склона сверху вниз. При этом камни, продвигаясь вдоль рабочей поверхности гребенки, сдвигаются для утилизации в канал, поглощающий стоковые воды, предохраняя склоны от водной эрозии (Патент 2312477 РФ МПК АО1В 43/00. Способ сбора камней на склонах), [4, с. 186].

Ширина канала – 25–30 см. Производительность агрегата – 1,4 га/ч.

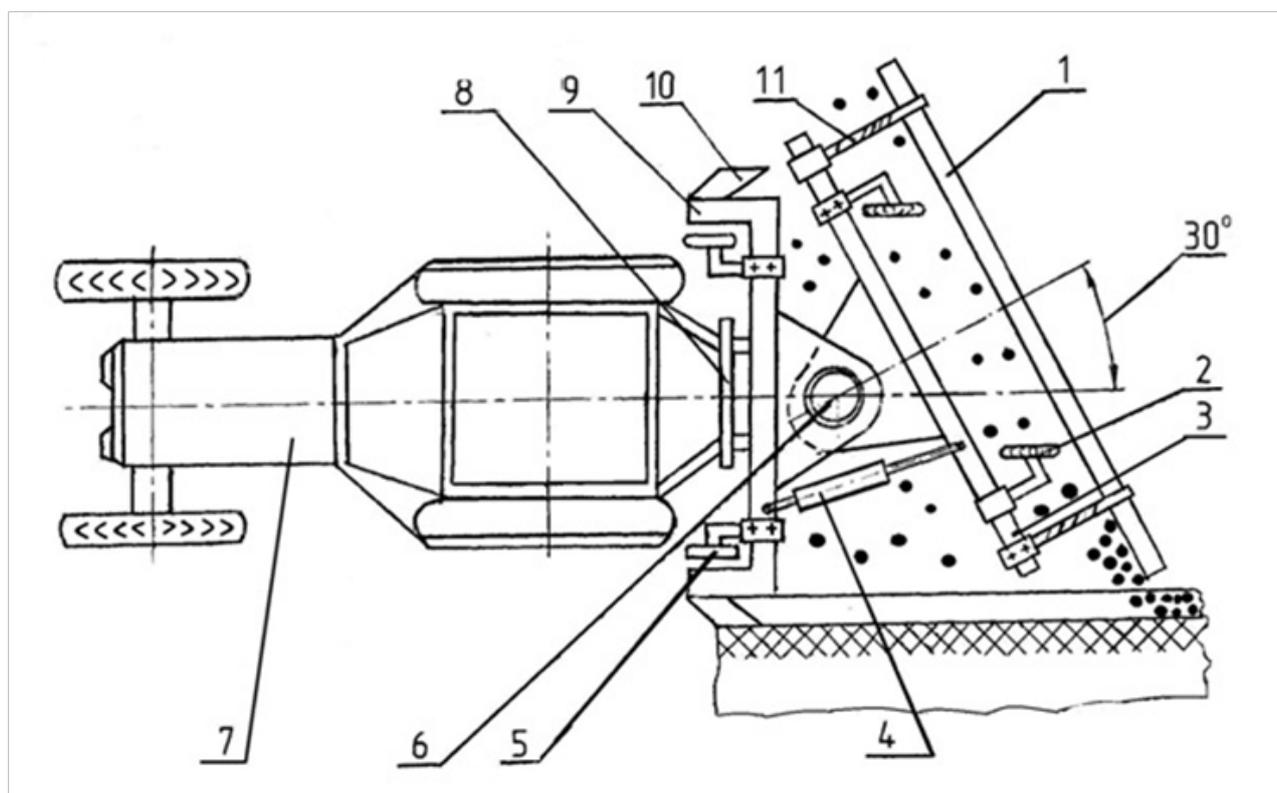


Рис. 1. Принципиальная схема агрегата для сбора и утилизации камней в горной местности: 1 – гребенка, 2 – опорные колеса гребенки, 3 – подвижная рама, 4 – гидроцилиндр, 5 – опорные колеса плуга, 6 – поворотное устройство, 7 – трактор МТЗ-82, 8 – навесное устройство, 9 – неподвижная рама, 10 – корпус плуга, 11 – пружинные стойки

Fig. 1. Schematic diagram of the unit for collecting and disposing of stones in mountainous areas: 1 – comb, 2 – support wheels of the comb, 3 – movable frame, 4 – hydraulic cylinder, 5 – support wheels of the plow, 6 – turning device, 7 – tractor MTZ-82, 8 – attachment device, 9 – fixed frame, 10 – plow body, 11 – spring struts

Результаты поверхностного улучшения с применением агрегатов горной модификации

Технологические операции	Количество побегов, шт/м ²			Накопление биомассы, ц/га						Сбор валовой энергии, ГДж/га		
				Надземной			Подземной					
	Годы											
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Культуртехнические мероприятия	480	620	1270	6,8	14,9	19,3	10,9	25,3	40,5	11,7	25,5	33,0
Культуртехнические мероприятия + подсев травосмеси	1240	1990	2300	21,8	47,6	63,4	39,2	95,2	133,1	37,8	81,4	108,4
Культуртехнические мероприятия + подсев травосмеси + удобрение	1930	2270	2850	39,8	59,6	73,3	71,6	119,2	153,9	68,0	101,9	125,3

Table 1

The results of surface improvement using aggregates mining modification

Technological operations	Number of shoots, pcs/m ²			Biomass accumulation, c/ha						The collection of gross energy, GJ/ha		
				Overhead			Underground					
	Years											
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Cultural and technical events	480	620	1270	6.8	14.9	19.3	10.9	25.3	40.5	11.7	25.5	33.0
Cultural and technical events + overseeding mixtures	1240	1990	2300	21.8	47.6	63.4	39.2	95.2	133.1	37.8	81.4	108.4
Cultural and technical events + overseeding mixtures + fertilizer	1930	2270	2850	39.8	59.6	73.3	71.6	119.2	153.9	68.0	101.9	125.3

Результаты (Results)

Проведение культуртехнических мероприятий позволило в первый год наблюдений, увеличить количество корневищного разнотравья (лапчатки гусиной (*Potentilla anserina* L.), манжетки обыкновенной (*Alchemilla vulgaris* L.), черноголовника многобрачного (*Poterium polygamum* Waldst. & Kit.), первоцвета весеннего (*Primula veris* L.), золотарника обыкновенного (*Solidago virgaurea* L.) и др.) до 480 шт/м², снизив сорные виды однолетнего и двулетнего разнотравья. При этом сбор надземной массы вырос с 3,1 ц/га до 6,8 ц/га сухого вещества (СВ), накопление корневой массы до 10,9 ц/га, сбор валовой энергии (ВЭ) до 11,7 ГДж/га (таблица 1).

К концу третьего года наблюдений эти показатели незначительно увеличились. Количество побегов, хотя и выросло в 2,6 раза, но при этом проективное покрытие почвы травостоем не превысило 78 %. Причем доля рыхлокустовых злаков (овсяница красная (*Festuca rubra* L.), райграс пастбищный (*Lolium perenne* L.), лисохвост альпийский (*Alopecurus alpinus* Sm.), душистый колосок (*Anthoxanthum odoratum* L.), овсяница овечья (*Festuca ovina* L.) и др.) возросла до 27 %, а бобового компонента (клевер альпийский (*Trifolium alpestra*) и клевер белый (*Trifolium repens*)) до 4,3 %. Урожай СВ не превысил 19,3 ц/га при накоплении 40,5 ц/га СВ подземной массы.

Проведенные в различных горных областях опыты показали, что рыхление дернины луга не дает эффект, даже приводит как к отрицательным результатам, так и в ред-

ких случаях повышает урожай, а восстановительный дерновый процесс проходит в более длительный период [5, с. 266]. Это объясняется повреждением корневищ и вегетативных побегов. Поэтому культуртехнические мероприятия должны проводиться лишь в сочетании с другими мерами улучшения.

На лугах с выродившимся изреженным травостоем в целях ускоренного восстановления продуктивности и средообразующей значимости фитоценозов рекомендуется проводить подсев в дернину ценных лугопастбищных трав [6, с. 1396]. В связи со специфическими условиями (крутизной склонов, мелкоконтурностью рельефа и вероятностью каменистых выступов) на подсеваемом участке, применение стандартных сеялок промышленного производства невозможно.

Созданный авторами опытный образец агрегата для подсева трав на базе культиватора КЧГ-2.4 [7, с. 151] с учетом специфических условий горных территорий, максимально маневренный, эффективный на мелкоконтурных участках с уклоном поверхности луга до 16 (рис. 2). Агрегат, способный преодолевать каменистые выступы, копировать прикатывающими органами незначительные (до 5 см) неровности, обладающий функцией отключения посева трав и его включения по надобности гидросистемой. При этом, регулируя нормы высева от 4,0 до 45,0 кг/га и глубину заделки семян 2–3 см, агрегат выполняет операцию прикатывания, предотвращая снос семян потоками воздуха [8, с. 3].



Рис. 2. Агрегат для подсева семян трав на горные луга и пастбища с последующим прикатыванием
 Fig. 2. Unit for sowing grass seeds on mountain meadows and pastures with subsequent rolling



Рис. 3. Агрегат для подсева травосмесей на горные луга и пастбища
 Fig. 3. Unit for sowing grass mixtures on mountain meadows and pastures

Кроме того, для улучшения горных лугов и пастбищ сконструирован и опробован агрегат для подсева травосмесей: бобовых и злаковых (рис. 3).

Подсев многолетних трав – тимфеевки луговой (*Phleum pratense*) – 5–6 кг/га; райграса пастбищного (*Lolium perenne* L.) – 4–6 кг; коостра безостого (*Bromus inermis*) – 6–8 кг; клевера красного (*Trifolium rubens*) – 4–5 кг – в первый же год наблюдений обеспечил повышение количества побегов до 1240 шт/га, что сопоставимо с плотностью травостоя в варианте с проведением культурно-технических мероприятий на третий год исследования [9, с. 3090]. При этом накопление надземной массы выросло, по сравнению с предыдущим вариантом, в 3,2 раза. Про-

порционально повысилось и накопление подземной массы до 39,2 ц/га, против 10,9 ц/га, и сбор валовой энергии в 3,2 раза.

К концу третьего года наблюдений эти показатели возросли: густота травостоя – до 2300 шт/м²; накопление надземной массы до 63,4 ц/га и подземной до 133,1 ц/га; сбор валовой энергии до 108,4 ГДж/га.

Созданию высокопродуктивного травостоя сопутствует большой вынос количества питательных веществ, поэтому поддержание продуктивности и качества пастбищного корма может происходить в том случае, если в почве содержится достаточное количество элементов питания [10, с. 22], [11, с. 57].



Рис. 4. Общий вид опытного образца агрегата для внесения минеральных удобрений с последующим прикатыванием
 Fig. 4. General view of the prototype unit for applying mineral fertilizers with subsequent rolling

В многолетних опытах лаборатории горного луговодства только внесение полной дозы минерального удобрения на горных лугопастбищах субальпийского пояса ($N_{120}P_{90}K_{40}$) обеспечило стабильно высокий урожай (41,1 ц/га СВ), в то время как на неудобренных пастбищах продуктивность составляла 11,5–16,0 ц/га.

Удобрения вносились навесным тукообразсывателем НРУ-0.5, поэтому ветры, преобладающие в горах в дневное время, нарушали равномерное внесение, создавая мозаичность развития травостоя. В связи с этими проблемами специалистами СКНИИГПСХ был применен агрегат для внесения минеральных удобрений, разработанный авторами (рис. 4).

Многофункциональный агрегат горной модификации [12, с. 1] позволяет более равномерно вносить минеральные удобрения на мелкоконтурные участки лугов и пастбищ, что экономит количество вносимых удобрений до $N_{60}P_{45}K_{20}$, т. е. до половинной нормы от ранее рекомендованной.

Агрегат применяется после проведения культуртехнических мероприятий на склонах до 15° . Двигаясь поперек склона челночным способом, начиная с верхнего участка, он высевает минеральные удобрения штифтово-катушечным аппаратом, разбросным способом, обеспечивая равномерность внесения по ОСТ 10.7.1-2000.

Внесенные удобрения прикатываются катками. Аппарат оснащен устройством для отключения высева из кабины тракториста при разворотах и транспортировке. За счет опорных колес и включения гидравлики навесного устройства трактора агрегат обеспечивает копирование рельефа в плавающем режиме работы.

Емкость заправочного ящика обеспечивает 1–1,5 часа работы при скорости трактора (МТЗ-82Н; МТЗ-82М) $V = 7-8$ км/ч с шириной захвата агрегата $L = 2,4$.

Разбросные трубки подвешены к высевашному аппарату шарнирно, с возможностью сохранения вертикального положения при работе туковысевающего аппарата на склонах до 15° , что позволяет отклониться трубкам как влево, так и вправо от направления движения агрегата.

Разработанные функциональные особенности агрегата позволяют снизить ранее рекомендованные дозы минеральных удобрений в два раза. Этот агротехнический прием, применяемый совместно с культуртехническими мероприятиями и подсевом трав, обеспечил повышение количества побегов [13, с. 257] в первый год наблюдений до 1930 шт/м², что выше, чем в варианте с применением только культуртехнических мероприятий и подсева, на 23,9 %. К третьему году наблюдений этот показатель увеличился до 2850 шт/м², обеспечив 100 % проективное покрытие почвы, что положительно сказалось на накоплении биомассы [14, с. 714].

Динамика накопления биомассы по годам исследования выглядела следующим образом: надземной массы – 39,8–59,6–73,3 ц/га СВ; подземной массы – 71,6–119,2–153,9 ц/га СВ.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

С учетом содержания органических веществ в корме и соответствующих им энергетических коэффициентов была определена концентрация валовой энергии с 1 га с учетом совокупных затрат, которые составили (по вариантам опыта) 3,1–11,7–23,2 ГДж. Дана всесторонняя энергетическая оценка, которая показала, что окупаемость затрат сбором энергии наивысшей была в первом варианте – АК-10,6; во втором – 9,3; в третьем – 5,4 раз. Однако удельные затраты антропогенной энергии на производство 1 ГДж ОЭ (обменная энергия корма) являются обратной величиной к показателю АК (агроэкологический коэффициент).

Следовательно, при восстановлении продуктивности деградированных горных кормовых угодий проведение культуртехнических мероприятий и агроприемов (удаление камней, подсев трав, внесение удобрений) с применением агрегатов горной модификации [15, с. 239], несмотря на повышение антропогенных затрат, увеличивает продуктивность пастбищ соответственно примененным приемам (по уровню к исходному – 6,8 ц/га) в 2,8–9,3–10,8 раза.

Накопление подземной массы в 3,7–12,2–14,1 раза способствует созданию прочной дернины, устойчивой к эрозионным процессам, повышающей почвенное плодородие и экологическую устойчивость окружающей среды [16, с. 658].

Библиографический список

1. Солдатова И. Э., Солдатов Э. Д. Создание высокопродуктивных сенокосов и пастбищ в горной зоне Северного Кавказа // Известия Горского государственного аграрного университета. 2017. Т. 54. № 3. С. 9–14.
2. Методика оценки потоков энергии в луговых агроэкосистемах / А. А. Кутузова [и др.] 3-е изд. перераб. и доп. М.: Угрешская типография, 2015. 32 с.
3. Джибилов С. М., Гулуева Л. Р., Коробейник И. А. Агрегат для сгребания камней с одновременным автоматическим подсевом трав на горные луга и пастбища Северного Кавказа // Известия Горского государственного аграрного университета. 2018. Т. 55. № 1. С. 106–112.
4. Кудзаев А. Б., Ридный С. Д., Ридный Д. С., Кузнецов Д. И., Цгоев А. Э. Качество обработки пласта почвы рабочими органами машины для поиска крупных камней // Известия Горского государственного аграрного университета. 2018. Т. 55. № 4. С. 186–198.
5. Зотов А. А., Хисматуллин М. М. Улучшение и использование природных сенокосов и пастбищ среднего Поволжья: монография. Казань: типография «Зур Казань», 2015. 266 с.
6. Мамиев Д. М. Перспективы развития биологического земледелия в РСО-Алания. Научная жизнь. 2019. Т. 14. № 9 (97). С. 1396–1402. DOI: 10.35679/1991-9476-2019-14-9-1396-1402.
7. Джибилов С. М., Гулуева Л. Р., Бестаев С. Г., Пораева З. Х., Кумсиев Э. И. Устройство для автоматического, адресного подсева семян трав // Известия Горского государственного аграрного университета. 2016. Т. 53. № 2. С. 151–156.
8. Джибилов С. М., Гулуева Л. Р. Способ восстановления горных кормовых угодий // Аграрный Вестник Урала. 2018. № 7 (174). С. 3.
9. Scotton M. Mountain meadow restoration: the effect of seeding rates, climate and soil on plant density and cover // Science of the Total Environment. 2019. No. 651. Pp. 3090–3098. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.10.192.
10. Новоселов С. И., Кузьминых А. Н., Еремеев Р. В. Плодородие почвы и продуктивность сельскохозяйственных культур в зависимости от основной обработки и севооборота. Плодородие. 2019. № 6 (111). С. 22–25. DOI: 10.25680/S19948603.2019.111.06.
11. Аканова Н. И., Визирская М. М. Эффективные агрохимические средства повышения рентабельности растениеводства // Плодородие. 2019. № 2 (107). С. 57–60. DOI: 10.25680/S19948603.2019.107.18.
12. Коробейник И. А. Совершенствование конструкции пропашного культиватора для обработки почв засоренных камнями: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Владикавказ, 2014. 23 с.
13. Zhang Zh., Yu K., Siddique K., Nan Zh. Phenology and sowing time affect water use in four annual herbs of the warm season under semi-arid conditions // Agricultural and Forest Meteorology. 2019. Vol. 269. Pp. 257–269. DOI: 10.1016/j.indcrop.2019.01.028.
14. Kudzaev A. B., Urtaev T. A., Tsgoev A. E., Korobeynik I. A., Tsgoev D. V. Adaptive energy-saving cultivator equipped with the simultaneous adjuster of sections for working stony soils // International Journal of Mechanical Engineering and Technology. 2017. Vol. 8. No. 11. Pp. 714–720.
15. Kyul E. V., Apazhev A. K., Kudzaev A. B., Borisova N. A. Influence of anthropogenic activity on transformation of landscapes by natural hazards // Indian Journal of Ecology. 2017. Vol. 44. No. 2. Pp. 239–243.
16. Kudzaev A. B., Urtaev T. A., Tsgoev A. E., Korobeynik I. A., Tsgoev D. V. Study of elastic composite rods for creating fuses of tilters // International Journal of Civil Engineering and Technology. 2017. Vol. 8. No. 11. Pp. 658–666.

Об авторах:

Ирина Эдуардовна Солдатова¹, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории горного лугового водства и животноводства, ORCID 0000-0002-1683-6908, AuthorID 760267

Сергей Майрамович Джибилов¹, кандидат технических наук, заведующий лабораторией механизации сельскохозяйственного производства, ORCID 0000-0003-3597-0720, AuthorID 750961

Эдуард Дмитриевич Солдатов¹, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий отделом рационального использования горных кормовых угодий, ORCID 0000-0002-0227-0835, AuthorID 760282

Людмила Романовна Гулуева¹, ведущий конструктор лаборатории механизации сельскохозяйственного производства, ORCID 0000-0002-1089-3688, AuthorID 591784; +7 (8672) 23-03-42, luda_guluева@mail.ru

¹ Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного сельского хозяйства Владикавказского научного центра РАН, Михайловское, Россия

Technologies and methods of restoration of degraded forage lands of the Central Caucasus

I. E. Soldatova¹, S. M. Dzhibilov¹, E. D. Soldatov¹, L. R. Guluyeva^{1✉}

¹North Caucasian Research Institute of Mining and Piedmont Agriculture of Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Mikhaylovskoe, Russia

✉E-mail: luda_gulueva@mail.ru

Abstract. The article presents the results of R&D and new units for the restoration of degraded mountain areas. **The purpose of the study** is the accelerated restoration of the natural phytocenosis and the implementation of measures to improve meadows using these aggregates. **The object of the study** is the technologies and units developed by the authors for the following operations: cutting bumps, raking stones, sowing grass mixtures with the simultaneous application of mineral fertilizers. **The research objectives** included: determining the initial floristic composition of a degraded mountain meadow; assessment of the impact of events and agricultural practices on the change in the floristic composition of the grass stand, its productivity and energy intensity; identification of the effectiveness of the application of the developed units when sowing herbs in turf and targeted application of mineral fertilizers. **The novelty of the technical solution** lies in the fact that new resource-saving methods have been developed to improve mountain fodder land using small-sized universal units. **The tests were carried out** at a mountain hospital located on the southeastern exposition of the Dargavskiy depression of the North Ossetia-Alania, at an altitude of 1650 m above sea level with a slope of 10°, in six plots, with a recorded area of 360 m². Three options in triplicate. The first option is natural seeding, and the second is grass seeding by the aggregate, the third option is grass seeding and low doses of N₆₀P₄₅K₂₀ fertilizers. The plots are located across the slope randomized. **It was found that** at a concentration of 17.2 MJ of energy in 1 kg of dry matter of feed, the total collection in the control plot was 29.7 GJ, and in the seeded experimental field – 85.3 GJ; the crop of the aboveground fodder mass, when sowing grasses, in the first year of observations amounted to 21.8 c/ha of dry weight, which is 3 times higher than in the control. During the growing season of the third year of observations, the yield in the sown area was 39.2 c/ha of dry weight against 19.3 c/ha in the control.

Keywords: aggregate, mountains, meadows and pastures, removing bumps, raking stones, replanting grasses.

For citation: Soldatova I. E., Dzhibilov S. M., Soldatov E. D., Guluyeva L. R. Tekhnologii i metody vosstanovleniya degradirovannykh kormovykh ugodiy Tsentral'nogo Kavkaza [Technologies and methods of restoration of degraded forage lands of the Central Caucasus] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 12 (203). Pp. 35–42. DOI: ... (In Russian.)

Paper submitted: 13.04.2020.

References

1. Soldatova I. E., Soldatov E. D. Sozdanie vysokoproduktivnykh senokosov i pastbishch v gornoy zone Severnogo Kavkaza [Creation of highly productive hayfields and pastures in the mountainous zone of the North Caucasus] // Proceedings of the Gorsky State Agrarian University. 2017. Vol. 54. No. 3. Pp. 9–14. (In Russian.)
2. Kutuzova A. A., et al. Metodika otsenki potokov energii v lugovykh agroekosistemakh [Methodology for assessing energy flows in meadow agroecosystems]. 3rd ed. reslave and add. Moscow: Ugreshskaya tipografiya, 2015. 32 p. (In Russian.)
3. Dzhibilov S. M., Guluyeva L. R., Korobeynik I. A. Agregat dlya sgrebaniya kamney s odnovremennym avtomaticheskim podsevom trav na gornye luga i pastbishcha Severnogo Kavkaza [The unit for raking stones with simultaneous automatic sowing of grasses on mountain meadows and pastures of the North Caucasus] // Proceedings of the Gorsky State Agrarian University. 2018. Vol. 55. No. 1. Pp. 106–112. (In Russian.)
4. Kudzaev A. B., Ridnyy S. D., Ridnyy D. S., Kuznetsov D. I., Tsgoev A. E. Kachestvo obrabotki plasta pochvy rabochimi organami mashiny dlya poiska krupnykh kamney [The quality of soil treatment by the working bodies of the machine for searching for large stones] // Proceedings of the Gorsky State Agrarian University. 2018. Vol. 55. No. 4. Pp. 186–198. (In Russian.)
5. Zotov A. A., Khismatullin M.M. Uluchshenie i ispol'zovanie prirodnykh senokosov i pastbishch srednego Povolzh'ya: monografiya [Improvement and use of natural hayfields and pastures of the middle Volga region: monograph]. Kazan: Zur Kazan, 2015. 266 p. (In Russian.)
6. Mamiev D. M. Perspektivy razvitiya biologicheskogo zemledeliya v RSO-Alaniya [Prospects for the development of biological farming in North Ossetia-Alania] // Scientific life. 2019. Vol. 14. No. 9 (97). Pp. 1396–1402. DOI: 10.35679/1991-9476-2019-14-9-1396-1402. (In Russian.)
7. Dzhibilov S. M., Guluyeva L. R., Bestaev S. G., Poraeva Z. Kh., Kumsiev E. I. Ustroystvo dlya avtomaticheskogo, adresnogo podseva semyan trav [Device for automatic, targeted sowing of grass seeds] // Proceedings of the Gorsky State Agrarian University. 2016. No. 53/2. Pp. 151–156. (In Russian.)
8. Dzhibilov S. M., Guluyeva L. R. Sposob vosstanovleniya gornyx kormovykh ugodiy [The method of restoration of mountain grassland] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2018. No. 7 (174). Pp. 3. (In Russian.)

9. Scotton M. Mountain meadow restoration: the effect of seeding rates, climate and soil on plant density and cover // *Science of The Total Environment*. 2019. No. 651. Pp. 3090–3098. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.10.192.
10. Novoselov S. I., Kuz'minykh A. N., Ereemeev R. V. Plodorodie pochvy i produktivnost' sel'skokhozyaystvennykh kul'tur v zavisimosti ot osnovnoy obrabotki i sevooborota [Soil fertility and crop productivity depending on the main cultivation and crop rotation] // *Plodorodie*. 2019. No. 6 (111). Pp. 22–25. DOI: 10.25680/S19948603.2019.111.06. (In Russian.)
11. Akanova N. I., Vizirskaya M. M. Effektivnye agrokhimicheskie sredstva povysheniya rentabel'nosti rastenievodstva [Effective agrochemical means of increasing the profitability of crop production] // *Plodorodie*. 2019. No. 2 (107). Pp. 57–60. DOI: 10.25680/S19948603.2019.107.18. (In Russian.)
12. Korobeynik I. A. Sovershenstvovanie konstruksii propashnogo kul'tivatora dlya obrabotki pochv zasorenykh kamnyami: avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk [Improvement of the design of the tilled cultivator for processing soils clogged with stones: abstract of dissertation ... candidate of technical sciences. Vladikavkaz, 2014. 23 p. (In Russian.)
13. Zhang Zh., Yu K., Siddique K., Nan Zh. Phenology and sowing time affect water use in four annual herbs of the warm season under semi-arid conditions // *Agricultural and Forest Meteorology*. 2019. Vol. 269. Pp. 257–269. DOI: 10.1016/j.indcrop.2019.01.028.
14. Kudzaev A. B., Urtaev T. A., Tsgoev A. E., Korobeynik I. A., Tsgoev D. V. Adaptive energy-saving cultivator equipped with the simultaneous adjuster of sections for working stony soils // *International Journal of Mechanical Engineering and Technology*. 2017. Vol. 8. No. 11. Pp. 714–720.
15. Kyul E. V., Apazhev A. K., Kudzaev A. B., Borisova N. A. Influence of anthropogenic activity on transformation of landscapes by natural hazards // *Indian Journal of Ecology*. 2017. Vol. 44. No. 2. Pp. 239–243.
16. Kudzaev A. B., Urtaev T. A., Tsgoev A. E., Korobeynik I. A., Tsgoev D. V. Study of elastic composite rods for creating fuses of tilthers // *International Journal of Civil Engineering and Technology*. 2017. Vol. 8. No. 11. Pp. 658–666.

Authors' information:

Irina E. Soldatova¹, candidate of biological sciences, senior researcher of laboratory of mountain grassland and livestock, ORCID 0000-0002-1683-6908, AuthorID 760267

Sergey M. Dzhibilov¹, candidate of technical sciences, head of the laboratory of agricultural mechanization, ORCID 0000-0003-3597-0720, AuthorID 750961

Eduard D. Soldatov¹, candidate of agricultural sciences, head of the department of rational use of mountain forage land, ORCID 0000-0002-0227-0835, AuthorID 760282

Lyudmila R. Guluyeva¹, leading designer of the laboratory of agricultural mechanization, ORCID 0000-0002-1089-3688, AuthorID 591784; +7 (8672) 23-03-42, luda_gulueva@mail.ru

¹North Caucasian Research Institute of Mining and Piedmont Agriculture of Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Mikhaylovskoe, Russia