

## Технология и агрегат для восстановления экологического состояния горных лугов и пастбищ

**Сергей Майрамович Джибилов,**  
кандидат технических наук,  
старший научный сотрудник,  
e-mail: s.dzhibilovs@mail.ru;

**Людмила Романовна Гулуева,**  
научный сотрудник,  
e-mail: luda\_gulueva@mail.ru

Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного сельского хозяйства Владикавказского научного центра Российской академии наук, с. Михайловское, Республика Северная Осетия – Алания, Российская Федерация

**Реферат.** Показали, что постоянное использование горных лугов и пастбищ приводит к деградации почвы и истощению травостоя. Отметим, что подсев семян трав на изреженный травостой в горах повышает урожайность и питательную ценность лугов и пастбищ. Выявили отсутствие малогабаритных маневренных агрегатов, способных подсевать семена трав на изреженный травостой в горах. (*Цель исследования*) Разработать и изготовить лабораторный образец блок-модуля на базе мини-трактора *Feng Shou 180* для поверхностного подсева семян трав, обеспечивающего ускоренное повышение урожайности многолетних трав и устойчивость почв к водной и ветровой эрозии (*Материалы и методы*) Обосновали технологию и создали лабораторный образец блок-модуля для высева семян бобовых и злаковых трав. Испытания данного агрегата и технологии проводили в горной зоне Республики Северная Осетия – Алания на высоте 1540 метров над уровнем моря. Травы подсевали на изреженном участке северного склона крутизной 13-16 градусов в местности «Сугсадтанраг». Провели техническую экспертизу агрегата согласно агротехническим требованиям и техническому заданию. Поверхностное внесение семян трав осуществляли согласно нормам. (*Результаты и обсуждение*) Изготовили лабораторный образец блок-модуля на базе мини-трактора *Feng Shou 180* для поверхностного подсева семян трав. Установили, что лабораторный образец агрегата соответствует агротехническим требованиям и техническому заданию. (*Выводы*) Выявили, что уже на второй год после применения агрегата урожай травостоя увеличился на 90-170 процентов, изменился ботанический состав, что повлияло на качество корма. Обосновали целесообразность применения разработанного блок-модуля на горных лугах и пастбищах с уклоном до 16 градусов.

**Ключевые слова:** блок-модуль для высева семян трав, горные склоны, мини-трактор, травосмеси, многолетние травы, луга, пастбища.

■ **Для цитирования:** Джибилов С.М., Гулуева Л.Р. Технология и агрегат для восстановления экологического состояния горных лугов и пастбищ // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2023. Т. 17. №2. С. 20-27. DOI 10.22314/2073-7599-2023-17-2-20-27. EDN KQMGLX.

## Restoring Technology and a Seeding Unit for Recovering Mountain Meadow and Pasture Ecosystems

**Sergey M. Dzhibilov,**  
Ph.D.(Eng.), senior researcher,  
e-mail: dzhibilovs@mail.ru;

**Lyudmila R. Gulueva,**  
researcher,  
e-mail: luda\_gulueva@mail.ru

North Caucasian Research Institute of Mountain and Piedmont Agriculture – the Affiliate of Vladikavkaz Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences, North Ossetia-Alania, Russian Federation

**Abstract.** The paper shows that the constant use of mountain meadows and pastures leads to soil degradation and herbage depletion. It is noted that grass overseeding on the sparse mountain grass meadows and pastures helps to increase their yield and nutritional value. It is revealed that there is a lack of small-sized maneuverable machines capable of grass overseeding in the sparse mountain areas. (*Research purpose*) To develop and manufacture a laboratory model of a block module aggregated with the *Feng Shou 180* mini-tractor for surface grass overseeding, to ensure an accelerated increase in the perennial grass yield and soil resistance to water and wind erosion. (*Materials and methods*) The restoring technology was substantiated and a laboratory block



module was developed for sowing legumes and cereals. The seeding unit and technology were tested in the mountainous zone of the Republic of North Ossetia-Alania at a 1540-meter altitude above sea level. Grasses were overseeded on a sparse section of a 13-16-degree steep northern slope in the area of Sugsadnanrag. The technical examination of the unit was carried out in accordance with the agrotechnical requirements and terms of reference. The surface application of grass seeds was performed according to the norms. (*Results and discussion*) A laboratory block module aggregated with the Feng Shou 180 mini-tractor for surface grass overseeding was produced. It is established that the laboratory model of the unit complies with the agrotechnical requirements and terms of reference. (*Conclusions*) It is found that within the second year of using the unit, there was a 90-170 percent increase in the herbage yield and a certain improvement in the botanical composition, which positively affected the feed quality. The use of the developed block-module is proved to be reasonable and helpful in mountain meadows and pastures having 16-degree steep slopes.

**Keywords:** block-module for grass sowing, mountain slopes, mini-tractor, grass mixture, perennial grasses, meadows, pastures.

**For citation:** Dzhobilov S.M., Gulueva L.R. Tekhnologiya i agregat dlya vosstanovleniya ekologicheskogo sostoyaniya gornyx lugov i pastbishch [Restoring technology and a seeding unit for recovering mountain meadow and pasture ecosystems] *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii*. 2023. Vol. 17. N2. 20-27 (In Russian). DOI 10.22314/2073-7599-2023-17-2-20-27. EDN KQMGLX.

Состояние горных экосистем Северного Кавказа не соответствует потенциальным возможностям этой территории, богатой естественными биологическими ресурсами, способными обеспечить развитие сельскохозяйственного производства зоны [1].

Кормовые угодья, несмотря на специфические особенности (крутые склоны, сильная каменистость, малая мощность гумусового горизонта, кислотность почвенного раствора и др.), а также на климатические условия (резкая смена температуры воздуха как в течение года, так и суток, неустойчивый водно-воздушный режим), остаются надежным источником производства высокопитательных и дешевых кормов для круглогодичного содержания животных в горах. Площадь сенокосов и пастбищ горной зоны РСО – Ала́ния составляет 121,8 тыс. га. Однако отсутствие регулярного ухода и бессистемное использование природных кормовых угодий обуславливают низкую урожайность (45 ц/га сухой массы) и вызывают деградацию травостоев. Это не только сдерживает развитие животноводства, но и разрушает всю экосистему, нанося непоправимый ущерб экологическому состоянию горных ландшафтов.

Лу́га и пастбища, близлежащие к поселениям горцев, легкодоступные для бродячего скота, перегружаются, подвергаясь физической деградации, выбиванию дернины, распылению почвы. На отдельных участках смыв почвы достигает 500-900 м<sup>3</sup>/га при доступных нормах 2-3 м<sup>3</sup>/га в год. Почвы горных территорий Северного Кавказа, составляющие около 300 тыс. км<sup>2</sup>, истощаются, ежегодно теряя в среднем до 80 тыс. т азота, 18-20 тыс. т фосфора и около 70 тыс. т калия. Эти негативные процессы наблюдаются в нижних частях склонов, особенно на южных и юго-восточных экспозициях лугостепных и субальпийских поясов. Здесь в результате перегрузки скотом копытами животных выбивается дернина. При ее отсутствии почва вымывается из образовавшихся тро-

пинок с дождевой каплей. При чрезмерной нагрузке пастбища тропинки смыкаются и начинается поверхностный сток, который часто завершается разрушением почвы до плотной горной породы, после чего эти участки надолго исключаются из сельскохозяйственного использования [2, 3].

Единственный природный фактор, который противостоит разрушительному воздействию прогрессирующего деградационного процесса – это растительность, важная часть горной экосистемы, принимающая на себя все стрессовые природно-климатические и антропогенные воздействия. Но без поддержки человека горная экосистема постепенно разрушается, что ведет к глобальной катастрофе [4].

Для предотвращения подобной проблемы необходимо обеспечить проведение мероприятий, способствующих формированию высокопродуктивного травостоя и позволяющих целенаправленно решать задачи по стабилизации экологической структуры горных агроэкосистем.

Одно из эффективных мероприятий – подсев семян многолетних трав на сильно выбитых пастбищах, где летом и зимой концентрируется основное поголовье скота. Ни щелевание, ни внесение удобрений здесь не дают удовлетворительных результатов по восстановлению нормального травостоя, предотвращающего поверхностный сток и смыв почвы. В горных условиях подсев трав сопряжен со специфическими условиями ландшафта: мелкоконтурностью, склоновостью рельефа, что затрудняет применение специализированной серийной техники. В большинстве случаев подсев трав в дернину природных лугов без предварительной ее обработки оказывается малоэффективным, так как незаделанные семена не дают всходов или же всходы гибнут, не выдерживая конкуренции с естественными травами в борьбе за питательную среду.

Благоприятные условия для приживания семян достигаются подсевом семян на оголенные участки

и последующим их прикатыванием. Поэтому, необходимо постоянно проводить поверхностное улучшение лугов и пастбищ.

По результатам проведенных исследований мы составили классификацию условий, требующих подсева трав на горных лугах и пастбищах:

- травостой из плохо поедаемых или ядовитых растений;
- после сбора камней, на оголившуюся почву;
- после удаления кочек или кустарников;
- после удаления сорных растений;
- выродившиеся и изреженные травостой;
- по участкам выбоин от прохода скота или техники;
- после деградации травостоя под воздействием природных факторов (кислотный дождь, селя, смыл водным потоком, ветровая эрозия, оседание облака вредных выбросов предприятий, нанос грунта и т.д.);
- мощный травостой из малоценных трав, после интенсивного стравливания овцами.

Из классификации видно, что необходимость подсева семян трав может быть техногенного и природного происхождения.

Известно, что организация бобово-злаковых пастбищ на склоновых землях позволяет оптимизировать луговое и полевое кормопроизводство, решить проблему кормового белка, оздоровить стадо, снизить себестоимость молока, остановить деградацию эрозивно опасных земель и улучшить среду обитания населения горной зоны.

Способы окультуривания почв основаны на подборе смеси бобовых и злаковых многолетних трав и их посеве поперек склона. Практика ведения лугопастбищного хозяйства – как в горах, так и на равнине – показывает, что смешанные посевы многолетних трав (травосмеси) продуктивнее чистых посевов тех же сортов трав. Для посева трав на равнине используют габаритные зернотравяные сеялки СЗ-3,6А; СЗТ-3,6А; СЗПП-4 и другие, которые невозможно использовать на мелкоконтурных участках горной зоны. Сеялок для подсева травосмесей на склоновые (до 15°) луга и пастбища горной зоны до настоящего времени нет, и подсев там проводят как правило вручную.

При создании конструкции опытного образца подобного агрегата необходимо учитывать, что сеялка должна обеспечивать подсев семян злаковых трав с бобовыми. Кроме того, состав подбираемых травосмесей должен соответствовать почвенно-климатическим условиям. Поэтому актуальной задачей остается разработка малогабаритных маневренных машин, способных поверхностно вносить различные травосмеси на горные луга и пастбища (*патент на изобретение RU 2415538 C1, 2011*) [5, 6].

**Цель исследований** – разработать и изготовить лабораторный образец блок-модуля на базе мини-трактора *Feng Shou 180* для поверхностного подсева се-

мян трав, обеспечивающий снижение деградационных процессов склоновых участков, ускоренное повышение урожайности, качества и количества многолетних трав, а также устойчивость почв к водной и ветровой эрозии.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.** Объектом исследования стали патентная и научная литература, эскизный проект агрегата. Создали лабораторный образец блок-модуля для поверхностного внесения травосмесей на деградированные горные луга и пастбища. Его конструкция адаптирована к горному агроландшафту с деградированными почвами с уклоном обрабатываемых участков до 16° [7,8].

Задачи исследований:

- разработать лабораторный образец блок-модуля;
- испытать его на деградированных склоновых (до 16° уклона) сенокосных участках;
- дать оценку подсеянному сенокосу (фенологические, продукционные, энергетические свойства);
- определить эффективность подсеваемых травосмесей.

Испытания опытного образца проводили на горном стационаре СКНИИГПСХ РСО – Алалия. Деградированный сенокос расположен на высоте 1650 м над уровнем моря, склон 13-16°, юго-восточной экспозиции. Участок с изреженным разнотравно-злаковым травостоем (45% проективного покрытия почвы). Перед посевом внесены минимальные дозы удобрения  $N_{60}P_{45}K_{20}$  (фон).

*Варианты опыта:*

1. Контроль (без удобрений);
2. Фон + клевер красный 5 кг/га + тимофеевка луговая 3 кг/га;
3. Фон + клевер красный 10 кг/га + тимофеевка луговая 6 кг/га;
4. Фон + клевер красный 15 кг/га + тимофеевка луговая 8 кг/га.

Делянки расположены рандомизированно, поперек склона, в 4-кратной повторности: площадь каждой делянки 72 м<sup>2</sup>; количество делянок – 16; общая площадь опытного поля с межделяночными дорожками и защитными полосами – 1712,5 м<sup>2</sup>.

Опыт заложен по методике проведения полевых опытов на сенокосах и пастбищах ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса (1971 г.). [9].

Соблюдены следующие агротехнические требования:

- высота стерни перед подсевом трав не более 5-7 см;
- оптимальные сроки подсева трав с одновременным внесением жидких удобрений осенью с 01.09 по 30.09; летом с 15.08 по 30.08; весной с 1.03 по 30.04 при достаточной влажности почвы (60-80%) в соответствии с технологической картой по обработке лугов и пастбищ, в любое удобное для хозяйства время, если нет опасности смыва их талыми водами и ливневыми осадками;

- участки с очень плотной дерниной плохо поедаемой растительности необходимо перед подсевом разрыхлить дисковыми боронами БДН-1,3 в 2-3 следа;

- устройство для обеспечения нормы высева семян должно регулироваться с помощью передаточного механизма или конструкции высевающего аппарата (катушек).

Для выполнения поставленной цели разработаны конструкция и технологическая схема работы лабораторного образца блок-модуля, техническое задание, технические условия на изготовление, агротехнические требования к опытному образцу блок-модуля для поверхностного внесения семян трав, эскизный проект на лабораторный образец блок-модуля [10, 11]. Скомпонованы узлы и детали машины, изготовлен лабораторный образец машины. Проведены наладочные и регулировочные работы, стендовые и полевые испытания (рис. 1).

Техническая экспертиза опытного образца для подсева травосмесей, включала техническое описание, инструкцию по эксплуатации согласно техническому заданию и агротехническим требованиям. Проведена оценка монтажепригодности и функциональных показателей агрегата.

Производительность агрегата определялась за 1 ч работы:

$$W_{\text{час}} = 0,1B_p \cdot V_p \cdot k,$$

где  $B_p$  – ширина захвата, м;

$V_p$  – рабочая скорость, 6 км/ч;

$k$  – коэффициент использования чистого рабочего времени – 0,8, то есть

$$W_{\text{час}} = 0,1 \cdot 2,4 \cdot 6 \cdot 0,8 = 1,152 \text{ га/ч.}$$

Сезонная производительность агрегата  $W_{\text{сез}}$  определяется по формуле:

$$W_{\text{сез}} = W_{\text{час}} \cdot k_{\text{см}} \cdot t_{\text{см}} D_p,$$

где  $k_{\text{см}}$  – коэффициент сменности,  $k_{\text{см}} = 1,1$ ;

$D_p$  – число рабочих дней агрегата за сезон, принимаем 50 дней (в два периода: весной, осенью);

$t_{\text{см}}$  – продолжительность смены,  $t_{\text{см}} = 7$  ч;

$$W_{\text{сез}} = 1,152 \cdot 1,1 \cdot 7 \cdot 50 = 443,5 \text{ га.}$$

Качество работы опытного образца сеялки определяли после прохода на выделенных делянках длиной 10 м и шириной 2,4 м в 10-кратной повторности.

При изучении распределения семян по площади участка семена высевали на липкую ленту с последующим измерением интервалов между семенами. Высев семян на ленту проводили при установившемся режиме всех движущихся частей [11, 12].

При создании опытного образца сеялки использованы разработки группы механизации СКНИИГПСХ ВНИЦ РАН (патенты РФ № 144420 и № 153083, 2014 г.).

Для улучшения маневренности и уменьшения га-

баритов сеялку предлагается навешивать на мини-трактор *Feng Shou 180*. На раме сеялки установлены два ящика для семян, поскольку норма высева у различных видов трав разная и требует персональной настройки с помощью сменных звездочек (рис. 1). Агрегат должен обеспечивать работу на участках при влажности почвы 60-80% и твердости до 3,5 МПа.

Основные конструктивные технико-эксплуатационные показатели:

- ширина захвата одного маятникового высевающего аппарата – 40 см;

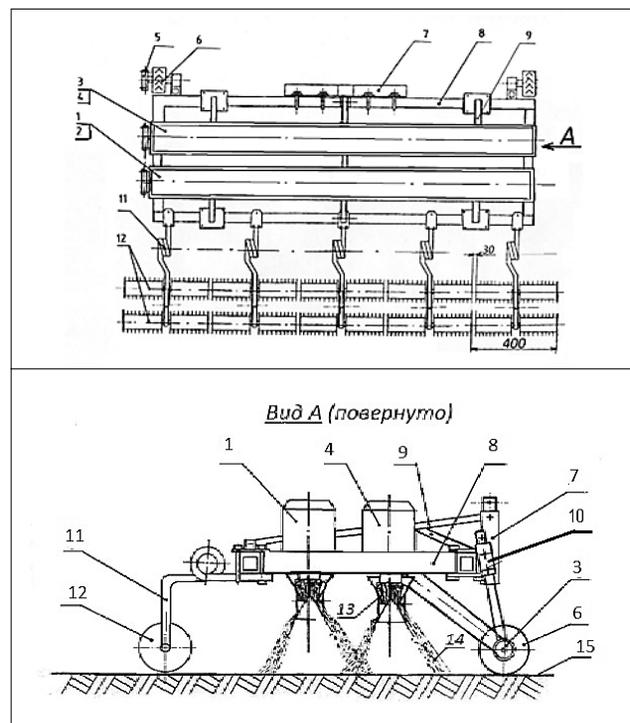


Рис. 1. Конструктивная схема опытного образца сеялки для подсева травосмесей на склоновые участки горных лугов и пастбищ: 1 – ящик для семян злаковых трав; 2 – привод высевающего аппарата семян злаковых трав; 3 – привод высевающего аппарата семян бобовых трав; 4 – ящик для семян бобовых трав; 5 – ведущая звездочка; 6 – опорно-приводное колесо; 7 – сцепка треугольная; 8 – рама сеялки; 9 – кронштейн крепления; 10 – телескопическая стойка крепления колес к раме сеялки; 11 – стойка пружинистая; 12 – секция прикапывающих катков; 13 – разбрасыватель семян трав конусного типа; 14 – факел разбрасываемых семян трав; 15 – поверхность почвы

Fig. 1. Construction diagram of a seeder pilot model for overseeding grass mixture on the slopes of mountain meadows and pastures: 1 – a box for cereal grass seeds; 2 – a drive of the sowing machine for cereal grass seeds; 3 – a drive of the sowing machine for legume seeds; 4 – a box for legume seeds; 5 – a drive sprocket; 6 – a support-drive wheel; 7 – a triangular hitch; 8 – the seeder frame; 9 – a mounting bracket; 10 – a telescopic stand for fastening the wheels to the seeder frame; 11 – a springy stand; 12 – a roller section of; 13 – a cone-type grass seed spreader; 14 – a grass seed spray pattern; 15 – soil surface

- ширина захвата агрегата – 1,8-2,4 м;
- метод подсева семян трав – разбросной;
- количество высевających аппаратов – 2;
- производительность – 1,152 га/ч;
- скорость движения агрегата – 6 км/ч;
- норма высева семян 3-40 кг/га;
- крутизна склона – до 16°.

Для привода звездочек оборудована цепная передача от опорно-приводного колеса. При постановке агрегата на стоянку он опирается на четыре колеса.

**РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ.** По представленной технологии разработана конструктивная схема и изготовлен лабораторный образец сеялки для подсева травосмесей на горные (склоновые) деградированные луга и пастбища с уклоном до 16° на базе китайского мини-трактора *Feng Shou 180* (возможен вариант агрегатирования на тракторах подобного класса (рис. 2) [13, 14].



Рис. 2. Опытный образец сеялки для подсева травосмесей в агрегате с мини-трактором *Feng Shou 180*: а – вид справа; б – вид сзади

Fig. 2. A pilot model of a seeder for overseeding grass mixture in aggregate with *Feng Shou 180* mini-tractor: а – right side view; б – rear view

Лабораторный образец блок-модуля для подсева семян трав испытывали на изреженном участке северного склона крутизной 13-16° в местности «Сугсадтанрага» опорного пункта (с. Даргавс) СКНИИ-ГПСХ. Агрегат начинает движение поперек склона сверху вниз челночным способом [15, 16].

Подсев семян трав выполняется следующим образом (рис. 3). Под каждую высевающую катушку высевающего аппарата установлены разбросные конусы с пробками-заслонками. Они открывают и закрывают семяпровод через исполнительный механизм, который активируется через усилитель сигнала. Сигнал генерируется в фотоэлементе при отражении света от твердой и гладкой поверхности почвы, оголенной от травостоя [17]. При наличии травостоя фотосигнал (свет) в нем рассеивается и обратного отражения света в фотоэлемент не происходит, сигнал не формируется.

Предварительную механическую обработку почвы не проводили. Заранее были внесены минеральные удобрения в стартовой дозе ( $N_{60}P_{45}K_{20}$ ). Высевали клевер красный и тимopheевку луговую в различных

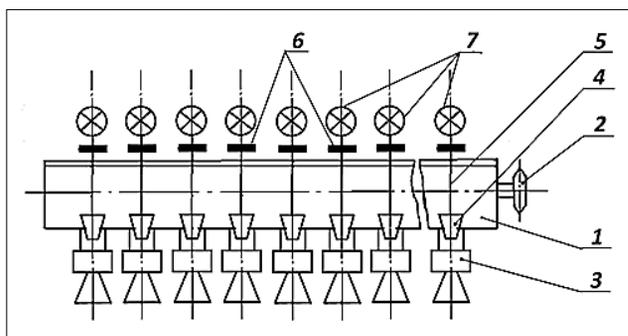


Рис. 3. Схема автоматического адресного подсева семян трав к горной сеялке: 1 – травяной высевательный аппарат; 2 – звездочка привода катушек высевательного аппарата; 3 – высевающая трубка с разбросным конусом; 4 – пробка-заслонка выключения секции высевательного аппарата; 5 – передаточный механизм от усилителя сигнала к заслонке; 6 – усилитель сигнала от фотоэлементов; 7 – фотоэлемент, считывающий состояние травяного покрова лугопастбищного участка

Fig. 3. Diagram of automatic grass seeder to aggregate with a mountain seeder for targeted overseeding: 1 – grass seeder; 2 – drive sprocket of the seeder; 3 – sowing tube with a conical feeder; 4 – flap valve for turning off the seeder section; 5 – transmission mechanism from the signal amplifier to the flap valve; 6 – signal amplifier from photocells; 7 – photocell monitoring the grassland area state

нормах, что значительно изменило биоразнообразие лугопастбищного фитоценоза (таблица).

Всходы на участках с внесением удобрений появились раньше: клевера красного – на 8-10 дней, тимopheевки луговой на 12 дней. Учитывая ускоренный рост подсеянных трав и их развитие (количество побегов по мере повышения норм высева увеличилось с 870 до 2120; 2140 и 3010 шт./м<sup>2</sup> соответственно вариантам опыта), растущее на этих участках разнотравье подверглось угнетению и снизилось, соответственно, с 63,3% до 31,7; 21,2 и 14,6%.

По мере увеличения в травостое бобового компонента с 4,3% (преобладание клевера белого и астрала) до 26,6; 32,5 и 37,7% концентрация клевера лугового значительно возросла, что повлияло не только на прирост надземной массы, но и на урожай подземной, который увеличился по сравнению с контролем, соответственно, в 2,8; 3,8 и 4,6 раза. При содержании 0,48 корм. ед. в 1 кг сена, его питательность в вариантах с удобрением составила 2170; 2890 и 3500 корм. ед./га.

Бобовый компонент способствовал повышению питательной ценности и накоплению энергии корма. Так, сбор переваримого протеина с 54 кг/га на контроле вырос, соответственно вариантам опыта, до 237; 358 и 455 кг/га, а концентрация его на 1 корм. ед. повысилась с 68 г до 109; 124 и 130 г. При этом показатели валовой энергии в 1 кг сухого корма возросли с 16,1 до 17,7 МДж в опытных вариантах, что позволило увеличить ее содержание с 28,9 ГДж/га до 138,1 ГДж/га.



Таблица

Table

**ВЛИЯНИЕ ПОДСЕЯННОЙ ТРАВОСМЕСИ НА ПОКАЗАТЕЛИ ТРАВСТОЯ (В СРЕДНЕМ ЗА 3 ГОДА)  
INFLUENCE OF THE OVERSEEDED GRASS MIXTURE ON THE HERBAGE INDICATORS (3 YEAR AVERAGE)**

Варианты опыта Experiment options	Линейный рост, см Linear growth, cm	Количество побегов, шт./м <sup>2</sup> Number of shoots, pcs/m <sup>2</sup>	Ботанический состав, % Botanical composition, %				Урожай, т/га Yield, t/ha				Переваримого протеина на 1 корм.ед., г Digestible protein per 1 feed unit, g	Валовая энергия, ГДж/га Gross energy, GJ/ha	Обменная энергия, ГДж/га Exchange energy, GJ/ha
			злаки cereals		бобовые legumes		разнотравье mixture grass	сухое вещество dry matter	кормовых единиц feed units	переваримого протеина digestible protein			
			всего total	тимOFFEВКА timoffeevka	всего total	клевер clove							
1	42,7	870	32,4	–	4,3	–	63,3	1,7	0,79	0,054	68	28,9	15,1
2	79,1	2120	41,7	15,1	26,6	19,6	31,7	4,8	2,17	0,237	109	82,6	46,1
3	87,3	2470	46,3	18,7	32,5	28,3	21,2	6,4	2,89	0,358	124	113,3	64,0
4	96,4	3010	47,7	20,4	37,7	31,1	14,6	7,8	3,50	0,455	130	138,1	80,34

Соответственно этому возросла и обменная энергия. Бобовый компонент не только обеспечил фенологические изменения травостоя, но и способствовал поддержанию злаков. Их доля постепенно возрастала обеспечив оптимальное соотношение с бобовыми травами: от 7,9 : 1 до 1 : 2; 1 : 1,4 и 1 : 1,3. Это соответствует показателям высококачественного сена, которое при скармливании животным в зимний период может обеспечить их высокую продуктивность без использования комбикормов, что особенно актуально для горной зоны.

Если оценить эффективность подсева трав при получении продукции, то с учетом стоимости горного сена – 5,2 тыс. руб./т прибыль на третий год исследования составила по вариантам опыта 16,1 тыс.; 24,4 тыс. и 31,7 тыс. руб. В первый год проведения эксперимента данные показатели были ниже наполовину из-за затрат на семена, удобрения и проведение технических приемов.

Следовательно, подсев трав на мелкоконтурных склоновых участках с помощью агрегата горной модификации позволяет восстановить деградированные

сенокосы и пастбища горной зоны, повысить продуктивность, питательность и энергонасыщенность получаемого с них корма, что способствует круглогодичному содержанию животных в горах при использовании высококачественных кормов [18, 19].

Нормы высева можно применять в соответствии с состоянием (выбитостью) участка лугопастбища, его проективным покрытием и качеством травостоя.

**Выводы.** Впервые на базе мини-трактора *Feng Shou 180* создан лабораторный образец блок-модуля для поверхностного подсева семян трав с последующим их прикатыванием на участках в горной и предгорной зон. Лабораторный образец агрегата соответствует агротехническим требованиям и техническому заданию (что было этапом разработки 2019-2022 гг.). Подсев семян трав обеспечивает снижение деградационных процессов склоновых участков, ускоренное повышение урожайности, качества и количества многолетних трав, улучшает устойчивость почв к водной и ветровой эрозии.

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Зотов А.А., Хисматулин М.М. Улучшение и использование природных сенокосов и пастбищ среднего Поволжья. Казань: Зур Казан. 2015. 266 с.
2. Zhang Z., Yu K., Siddique K.H.M., Nan Z. Phenology and sowing time affect water use in four warm-season annual grasses under a semi-arid environment. *Agricultural and forest meteorology*. 2019. Vol. 269-270. N16. 257-269.
3. Кутузова А.А., Трофимова Л.С., Проворная Е.Е. Методика оценки потоков энергии в луговых агроэкосистемах. М.: Угрешская типография. 2015. 32 с.
4. Мамиев Д.М. Перспективы развития биологического земледелия в РСО – Алания // *Научная жизнь*. 2019. Т. 14. N9(97). С. 1396-1402.
5. Джибилов С.М., Гулуева Л.Р. Способ поверхностного улучшения горных лугов и пастбищ // *Известия Горского государственного аграрного университета*. 2013. Т. 50. N1. С. 171-174
6. Дмитриев С.Ю., Дмитриев Ю.П., Ценч Ю.С. Комплекс машин АГРОМАШ для обработки залежных земель // *Вестник ВИЭСХ*. 2018; N2(31): С. 40-47.
7. Кутузова А.А., Тебердиев Д.М., Родионова А.В., Жезмер Н.В., Проворная Е.Е., Запивалов С.А. Экономическая эффективность усовершенствованных технологий создания и использования сеяных сенокосов // *Кормопроиз-*

- водство. 2020. N3. С. 3-8.
8. Солдатова И.Э., Солдатов Э.Д. Создание высокопродуктивных сенокосов и пастбищ в горной зоне Северного Кавказа // *Известия Горского государственного аграрного университета*. 2017. Т. 54. N3. С. 9-14.
  9. Савченко И.В. Ресурсосберегающее экологически чистое растениеводство для получения продукции высокого качества // *Вестник Российской академии наук*. 2019. Т. 89. N5. С. 527-531.
  10. Джибилов С.М., Гулуева Л.Р., Бестаев С.Г. Рыхлитель междурядий – окучник маточных кустов в плодопитомнике // *Известия Горского государственного аграрного университета*. 2014. Т. 51. N4. С. 201-207.
  11. Завалин А.А., Соколов О.А., Шмырева Н.Я. Экология азотфиксации. Саратов: Амрит. 2019. 252 с.
  12. Ахалая Б.Х., Шогенов Ю.Х., Старовойтов С.И., Ценч Ю.С., Шогенов А.Х. Трехсекционный почвообрабатывающий агрегат с универсальными сменными рабочими органами // *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. 2019. Т. 14. N3(54). С. 92-95.
  13. 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. N44( 2). 239-243.
  14. Кудзаев А.Б., Уртаев Т.А., Цгоев А.Э., Коробейник И.А. Адаптивный энергосберегающий культиватор // *Сельский механизатор*. 2019. N2. С. 8-9.
  15. 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. N8(11). 714-720.
  16. Лобачевский Я.П., Ценч Ю.С., Бейлис В.М. Создание и развитие систем машин и технологий для комплексной механизации технологических процессов в растениеводстве // *История науки и техники*. 2019. N12. С. 46-55.
  17. 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. N8(11). 658-666.
  18. Джибилов С.М., Солдатов Э.Д., Гулуева Л.Р., Солдатова И.Э. Способ решения проблемы деградации горных пастбищ Центрального Кавказа // *Аграрный вестник Урала*. 2020. N6(197). С. 10-16.
  19. Миронова А.В. Обработка задернелых и деградированных почв // *Электротехнологии и электрооборудование в АПК*. 2019. N2(35). С. 57-62

## REFERENCES

1. Zotov A.A., Khismatulin M.M. Uluchshenie i ispol'zovanie prirodnykh senokosov i pastbishch srednego Povolzh'ya [Improvement and use of natural hayfields and pastures of the middle Volga region.]. Kazan': Zur Kazan. 2015. 266 (In Russian).
2. Zhang Z., Yu K., Siddique K.H.M., Nan Z. Phenology and sowing time affect water use in four warm-season annual grasses under a semi-arid environment. *Agricultural and forest meteorology*. 2019. Vol. 269-270. N16. 257-269 (In English).
3. Kutuzova A.A., Trofimova L.S., Provornaya E.E. Metodika otsenki potokov energii v lugovykh agroekosistemakh [Methodology for assessing energy flows in meadow agroecosystems]. Moscow: Ugreshskaya tipografiya. 2015. 32 (In Russian).
4. Mamiev D.M. Perspektivy razvitiya biologicheskogo zemledeliya v RSO – Alaniya [Prospects for the development of biological agriculture in North Ossetia-Alania]. *Nauchnaya zhizn'*. 2019. Vol. 14. N9(97). 1396-1402 (In Russian).
5. Dzhibilov S.M., Gulueva L.R. Sposob poverkhnostnogo uluchsheniya gornyykh lugov i pastbishch [Method for surface improvement of mountain meadows and pastures]. *Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2013. Vol. 50. N1. 171-174 (In Russian).
6. Dmitriev S.Yu., Dmitriev Yu.P., Tsench Yu.S. Kompleks mashin AGROMASH dlya obrabotki zaleznykh zemel' [Agromash machinery complex for processing of fallow land]. *Vestnik VIESH*. 2018. 2(31). 40-47 (In Russian).
7. Kutuzova A.A., Teberdiev D.M., Rodionova A.V., Zhezhmer N.V., Provornaya E.E., Zapivalov S.A. Ekonomicheskaya effektivnost' usovershenstvovannykh tekhnologiy sozdaniya i ispol'zovaniya seyanykh senokosov [Economic effectiveness of improved cultivation techniques for man-made hayfields]. *Kormoproizvodstvo*. 2020. N3. 3-8 (In Russian).
8. Soldatova I.E., Soldatov E.D. Sozdanie vysokoproduktivnykh senokosov i pastbishch v gornoy zone Severnogo Kavkaza [Development of high-productive hey meadows and pastures in the mountain zone of the North Caucasus]. *Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2017. Vol. 54. N3. 9-14 (In Russian).
9. Savchenko I.V. Resursosberegayushchee ekologicheskii chistoe rastenievodstvo dlya polucheniya produktsii vysokogo kachestva [Ecology safety crop production for obtaining high-quality products]. *Vestnik Rossiyskoy akademii nauk*. 2019. Vol. 89. N5. 527-531 (In Russian).
10. Dzhibilov S.M., Gulueva L.R., Bestaev S.G. Rykhlytel' mezhduryadiy – okuchnik matochnyykh kustov v plodopitomnike [Ripper of row spacing – hiller of parent bushes in the nursery]. *Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2014. Vol. 51. N4. 201-207 (In Russian).
11. Zavalin A.A., Sokolov O.A., Shmyreva N.Ya. Ekologiya azotfiksatsii [Ecology of nitrogen fixation]. Saratov: Amrit. 2019. 252 (In Russian).
12. Ahalaya B.Kh., Shogenov Yu.Kh., Starovoytov S.I., Tsench Yu.S., Shogenov A.Kh. Trekhseksionnyy pochvoobrabatyvayushchiy agregat s universal'nymi smennymi rabochimi organami [Three-section tillage unit with universal replaceable working bodies]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo*



- agrarnogo universiteta*. 2019. Vol. 14. N3(54). 92-95 (In Russian).
13. 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. N44( 2). 239-243 (In English).
  14. Kudzaev A.B., Urtaev T.A., Tsgoev A.E., Korobeynik I.A. Adaptivnyy energosberegayushchiy kul'tivator [Adaptive energy-saving cultivator for stony soils cultivating]. *Sel'skiy mekhanizator*. 2019. N2. 8-9 (In Russian).
  15. 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. N8(11). 714-720 (In English).
  16. Lobachevskiy Ya.P., Tsench Yu.S., Beylis V.M. Sozdanie i razvitie sistem mashin i tekhnologiy dlya kompleksnoy mekhanizatsii tekhnologicheskikh protsessov v rastenievodstve [Creation and development of machine systems and technologies for complex mechanization of technological processes in crop production]. *Istoriya nauki i tekhniki*. 2019. N12. 46-55 (In Russian).
  17. Kudzaev A.B., Urtaev T.A., Tsgoev A.E., Korobeynik I.A., Tsgoev D.V. Study of elastic composite rods for creating fus-es of tilters. *International Journal of Civil Engineering and Technology*. 2017. N8(11). 658-666 (In English).
  18. Dzhibilov S.M., Soldatov E.D., Gulueva L.R., Soldatova I.E. Sposob resheniya problemy degradatsii gornyykh pastbishch Tsentral'nogo Kavkaza [The way to solve the problem of degradation of mountain pastures of the Central Caucasus]. *Agrarnyy vestnik Urala*. 2020. N6(197). 10-16 (In Russian).
  19. Mironova A.V. Obrabotka zadernelyh i degradirovannyh pochv [Processing of turfed and degraded soils]. *Elektrotekhnologii i elektrooborudovanie v APK*. 2019. N2(35). 57-62 (In Russian).

#### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### Заявленный вклад соавторов:

Джибилов С.М. – научное руководство, формулирование основных направлений исследования, разработка теоретических предпосылок, формирование общих выводов;  
 Гулуева Л.Р. – написание и доработка текста, литературный анализ, разработка эскизов, обработка результатов исследований, визуализация.  
 Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

#### Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

#### Coauthors' contribution:

Dzhibilov S.M. – scientific guidance, formulation of the research concept, developing the theoretical premises, drawing general conclusions;  
 Gulueva L.R. - preparing and finalizing the manuscript, literature review, development of the diagrams, research results processing, visualization.  
 The authors read and approved the final manuscript.

Статья поступила в редакцию  
 Статья принята к публикации

The paper was submitted to the Editorial Office on  
 The paper was accepted for publication on

23.01.2023  
 20.02.2023