

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

УДК 631.363.28

DOI: 10.26897/2687-1149-2022-1-17-22

ТЕХНОЛОГИЯ И АГРЕГАТЫ ДЛЯ ЗАГОТОВКИ СЕНА В ГОРНОЙ ЗОНЕ ЦЕНТРАЛЬНОГО КАВКАЗА

СОЛДАТОВА ИРИНА ЭДУАРДОВНА, канд. биол. наук, старший научный сотрудник<https://orcid.org/0000-0002-1683-6908>; Scopus Author ID: 760267**ГУЛУЕВА ЛЮДМИЛА РОМАНОВНА** ✉, ведущий конструктор лаборатории механизации сельскохозяйственного производстваluda_gulueva@mail.ru ✉; <https://orcid.org/0000-0002-1089-3688>, Scopus Author ID: 591784

Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного сельского хозяйства Владикавказского научного центра РАН; 363110, Российская Федерация, Республика Северная Осетия-Алания, с. Михайловское, ул. Вильямса, 1

Аннотация. В условиях Центрального Кавказа заготовка сена на горных склонах способствует решению проблемы повышения производства животноводческой продукции. При заготовке сена предлагается применять агрегаты горной модификации, а для улучшения сохранности сена – консервант (поваренную соль). Для работы на склоновых участках с уклоном до 15° рассматривается комплекс сеноуборочных машин, агрегируемых с низкоклиренсными тракторами. Технические возможности подобранных машин позволяют оптимизировать сроки заготовки и уменьшить затраты ручного труда, обеспечивают наименьшие потери заготавливаемого корма, повышают его качество и сохранность. Испытания данной технологии проводились в горной зоне РСО-Алания (Даргавская котловина, опорный пункт СКНИИГПСХ) на высоте 1540 м над уровнем моря юго-восточной экспозиции с крутизной склона до 15°. Экспериментальными исследованиями установлено, что в прессованном сене увеличилось содержание кормовых единиц на 32,1%, сухого вещества на 29,6%, сырого протеина на 17,3%, жира на 7,4%, клетчатки на 14,2%, сахара на 17,6%, обменной энергии на 8,0%. Разработанная технология по сравнению с ручной заготовкой сена позволяет более чем в 1,2 раза уменьшить механические потери, увеличить производительность труда в 4...5 раз, сократить сроки уборки в 3 раза. При этом установлено, что повысилась поедаемость заготовленного корма на 18,5%, что вместе с большей его питательной ценностью положительно сказалось на физиологическом состоянии животных в зимне-стойловый период и привело к повышению удоя молока на 11,7%.

Ключевые слова: агрегат, сено, корм, склоны, прессование сена, подборщик, грабли.

Формат цитирования: Солдатова И.Э., Гулуева Л.Р. Технология и агрегаты для заготовки сена в горной зоне Центрального Кавказа // *Агроинженерия*. 2022. Т. 24. № 1. С. 17-22 <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2022-1-17-22>.

© Солдатова И.Э., Гулуева Л.Р., 2022



ORIGINAL PAPER

TECHNOLOGY AND UNITS FOR HAY HARVESTING IN THE MOUNTAINOUS ZONE OF THE CENTRAL CAUCASUS

IRINA E. SOLDATOVA, PhD (Bio), Senior Research Associate<https://orcid.org/0000-0002-1683-6908>; Scopus Author ID: 760267**LYUDMILA R. GULUEVA** ✉, Lead Designer of the Laboratory of Agricultural Mechanizationluda_gulueva@mail.ru ✉; <https://orcid.org/0000-0002-1089-3688>; Scopus Author ID: 591784

North Caucasian Research Institute of Mining and Piedmont Agriculture of Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences; 363110, 1, Vilyamsa Str., Mikhailovskoe, the Republic of North Ossetia-Alania, Russian Federation

Abstract. In the conditions of the Central Caucasus, hay harvesting on mountain slopes contributes to increasing livestock production. The authors propose using mining modification units for hay harvesting while applying table salt as a preservative to ensure better hay preservation. A set of hay harvesters aggregated with low-clearance tractors is proposed for hillside areas with a slope of up to 15°. The technical capabilities of the selected machines may optimize the harvesting time and reduce the cost of manual labor, ensure the most negligible loss of harvested feed, and increase its quality and preservation. The tests of this technology were carried out in the mountainous zone of the RSO-Alania (the Dargava basin, the site of SKNIIGPSH) at an altitude of 1540 m above sea level south-eastern exposure with a slope steepness of up to 15°. Experimental studies found that the content of fodder units in compressed hay increased by 32.1%, dry matter by 29.6%, crude protein by 17.3%, fat by 7.4%, fiber by 14.2%, sugar by 17.6%, and metabolic energy by 8.0%. The developed technology, as compared with manual harvesting, can reduce mechanical losses in more than 1.2 times, increase labor productivity in 4...5 times, and reduce the cleaning time in 3 times. At the same time, it was found that the consumption of harvested feed increased by 18.5%, which, together with its higher nutritional value, positively affected the physiological state of animals in the winter-stall period and led to an increase in milk yield by 11.7%.

Key words: technological unit, hay, feed, slopes, hay pressing, baler, rake.

For citation: Soldatova I.E., Gulueva L.R. Technology and units for hay harvesting in the mountainous zone of the Central Caucasus. *Agricultural Engineering (Moscow)*, 2022; 24(1): 17-22. (In Rus.). <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2022-1-17-22>.

Введение. Стратегией социально-экономического развития Республики Северная Осетия-Алания (Центральный Кавказ) до 2025 г. предусмотрено развитие животноводства – главным образом путем повышения его продуктивности на основе укрепления кормовой базы [1].

В условиях Центрального Кавказа заготовка сена на горных склонах способствует решению проблемы повышения производства животноводческой продукции. Сенокосение трав на склонах проводится в основном вручную, что приводит к увеличению времени сенокосных работ: иногда до 1,5 мес. вместо 10-15 дней по агрономическим требованиям. При этом происходят значительные потери урожая и снижение качества корма. Так, потери сухого вещества при заготовке сена по распространенной в зоне технологии с естественной сушкой достигают 25...30%, а потери кормовых единиц – более чем на 35% [2].

С учетом того, что в травах питательные вещества, минеральные соли и витамины сконцентрированы в зеленых листьях, бутонах и цветках, а скашивание необходимо проводить в момент наибольшего их количества в зеленой массе, затягивание процесса сеноуборки приводит к значительным потерям механического характера. Потери связаны также и с дыханием растительных клеток, ферментативными и бактериальными процессами, протекающими в высыхающей траве после ее скашивания [3], а также вымыванием питательных веществ дождями и росой при длительном процессе уборки.

Для определения кормового баланса хозяйствам важно знать не только количество заготовленного сена, но и его качество в целях определения фактической питательности корма и дальнейшего его назначения тому или иному виду скота. За основу определения качества берут качественные показатели сена, установленные ОСТ 10243-2000: запах, цвет, фазу развития, влажность, содержание вредных и ядовитых растений.

Сеноуборочные машины, выпускаемые для работы на равнинах, не могут использоваться на склонах свыше 8...12° в связи с риском опрокидывания, их крупногабаритности и наличия большого количества скальных выступов и камней диаметром более 100 мм [4, 5]. Поэтому использование комплекса сеноуборочных машин, агрегируемых с низкоклиренсными тракторами (40АНМ, МТЗ-82Н, Феншоу-180), предназначенных для работы в горных условиях на склонах до 16°, приобретает особую актуальность.

Цель исследований: сократить потери зеленой массы при заготовке сена с применением агрегатов горной модификации, улучшить сохранность сена с применением консерванта (поваренной соли).

В задачи исследований входили оптимизация сроков заготовки, обеспечивающих наименьшие потери заготавливаемого корма, повышение его качества и сохранность для животных в зимне-стойловый период содержания.

Материалы и методы. С целью соответствия сена предъявляемым требованиям качества авторами разработана технология заготовки сена в горной местности

с применением усовершенствованных агрегатов. Технология исследована на горном стационаре с. Даргавс РСО-Алания.

Трактора Т-40АНМ, МТЗ-82Н, Феншоу-180, предназначенные для работы на склонах до 16°, допускается использовать на склоновых участках с ровным микрорельефом до 20° при условии установки выпуклой стороны передних колес к центральной оси трактора [6, 7].

При работе на склонах над щитком приборов трактора устанавливается панель сигнализации креномера, оснащенного двумя лампами (зеленой и красной), которые при опасном наклоне дают одновременно световой и звуковой сигналы.

Скашивание трав на склонах до 20° производится навесной косилкой горной модификации, имеющей промежуточный редуктор, двухсекционный брус коробчатого сечения для навески машины на низкоклиренсный трактор Т-40АНМ и контрпривод, позволяющий вынести режущий аппарат на 255 мм вправо за пределы колес трактора. Это предпринято с той целью, чтобы колеса трактора с широкой колеей не мяли нескошенную траву [8].

Опытным путем установлено, что с увеличением крутизны склона ширина захвата машины уменьшается. Так, при скашивании косилкой КСГ-2,1 с трактором Т-40АНМ на склоне крутизной 12° ширина захвата снизилась с 2,07 до 1,78 м [8].

Снижение ширины захвата агрегата на склоне крутизной до 16° происходит менее интенсивно, чем на склонах выше 16°. Производительность агрегата пропорциональна ширине захвата.

Исследованиями установлено, что высота среза травы режущим аппаратом косилки КСГ-2,1 зависит от направления движения. При движении вдоль склона вверх обеспечивается минимальная высота среза. Она увеличивается при движении агрегата поперек склона и достигает максимальной величины при движении вдоль склона вниз [9].

С увеличением крутизны склона растет и высота среза, вызывающая повышение потерь сена. Высота среза 7...8 см обеспечивается при производительности 1,2 га/ч, при этом потери фактического урожая составляют 3...5%.

Резание стеблей осуществлялось с помощью пластинчатых ножей, шарнирно закрепленных, и попарно вращающихся друг против друга роторах. Трава скашивается при влажности 70...72%, что обеспечивает ее просушивание в течение 2-3 дней в зависимости от массы валка. Оптимальные сроки скашивания – от 20 июня до 17 августа.

С целью равномерного провяливания скошенной травы на склонах проводилось двух-трехразовое ворошение до 25% высушивания. Ворошение выполнялось горными колесно-тракторными граблями ГВК-6.ОГ [10]. Секции граблей устанавливались под углом к направлению движения агрегата так, чтобы рабочие пальцевые колеса были расположены сзади рамы секции, по направлению движения, а опорные колеса были снаружи. Сено при этом передвигается только на ширину захвата одного колеса.

После прохода граблей скошенная масса, располагаясь в прокосах рыхлым слоем, хорошо обдувается потоками

воздуха, и таким образом достигается ее равномерное высыхание. В случае высокой продуктивности скошенной массы производится оборачивание валка. Для этого тракторист третьим или четвертым колесом направляет одну из секций граблей посередине валка, сдвигающегося при этом на 180°.

Грабли горной модификации выполнены в полунавесном варианте агрегатирования, оборудованы гидравлическим механизмом подъема рабочих колес. Шарнирное соединение секций позволяет складывать их при транспортировке и производить в процессе работы копирование микрорельефа участка.

После подсыхания сена в валках его собирают в копны и вывозят к местам погрузки и транспортировки. При этом наблюдаются большие потери как урожая, так и качества сена, особенно на участках с низким травостоем (до 20%).

В этих условиях авторы применили технологию заготовки прессованного сена. Технологический процесс провяливания трав на поле при заготовке прессованного сена такой же, как при уборке рассыпного сена [11].

Сгребание провяленной травы в валки проводилось боковыми граблями ГVK-6.0Г, и в результате валки укладывались поперек склона (рис. 1).



Рис. 1. Грабли ГVK-6.0Г. Общий вид

Fig. 1. Rake GVK-6.0G. General view

Подбор и прессование проводились пресс-подборщиком горной модификации ПСБ-1,6Г. Он является модификацией пресс-подборщика ПСБ-1,6 с боковой подачей массы, на котором ходовые колеса оборудованы гидравлическими тормозами. Привод тормозов осуществляется из кабины трактора.

Для лучшей устойчивости при работе на склонах ширина колеи подборщика увеличена до 2900 мм. Подъем и опускание подборщика осуществляются при помощи гидравлики.

Исследования показали, что при работе пресс-подборщика на склоне свыше 14° тюки, выходящие из прессовальной камеры, скатываются вниз по склону. Их механизированный подбор и перевоз к местам хранения невозможны. Для предотвращения сползания тюков по склону при выходе их из прессовальной камеры на сходном лотке монтируется специальная рамка.

Для подвоза сена в тюках со склона к месту хранения использовали модернизированный авторами полуприцеп одноосный самосвальный ППТС-2НГ [12].

С целью увеличения устойчивости прицепа на склонах была расширена колея с 1500 до 2450 мм и понижена его платформа на 80 мм. С помощью надставных бортов увеличена емкость кузова с 2,5 до 9 м³. Расширение колеи

достигается путем разрезания оси по центру и удлинения ее за счет вставки отрезка металлического профиля аналогичного сечения. С целью предотвращения изгиба удлиненной оси ее усилили при помощи ребер жесткости. Понижение платформы прицепа осуществлено путем переноса оси из нижнего положения в верхнее относительно продольных лонжеронов в прицепах. При этом сохранена тормозная система с удлинением трубки от распределительного тройника до тормозных цилиндров.

Оценку качества сена и ботанический состав проводят согласно ГОСТ 23637 «Межгосударственный стандарт. Сенаж. Технические условия» и ГОСТ 4808-87 «Межгосударственный стандарт. Сено. Технические условия. Нау. Specifications». Пробу отбирают вручную не позднее 30 сут. после закладки сена на хранение. Внешний вид и цвет сена, отобранного из внутренних слоев тюков и скирд, определяют при естественном дневном освещении.

Ботанический состав устанавливают путем взвешивания навески сена и разбора на фракции: бобовые, злаковые, ядовитые и вредные растения. Влажность сена определяют высушиванием навески сена в сушильном шкафу при температуре 100...105°C до постоянного веса, содержание сырого протеина и минеральной примеси определяют по ГОСТ 13495-75, содержание каротина – по ГОСТ 18691-73, сырой клетчатки – по усовершенствованной методике ЦИНАО.

Результаты исследований. Экспериментально установлено, что применение разработанных машин (табл. 1) на горных склонах обеспечивает увеличение производительности труда в сравнении с ручной заготовкой в 4...5 раз, снижение сроков уборки в 3 раза, получение высококачественного сена и его сохранность. Это является основным условием правильного использования природных сенокосов [13, 14].

В целях сохранения качества полученного сена, повышение его поедаемости трава в валках высушивается до влажности 22...25%, во избежание осыпания листьев, цветков и бутонов (легкоосыпающиеся при влажности 16...18%) сразу прессуется пресс-подборщиком ПСБ-1,6Г (рис. 2) с применением консерванта, подавляющего деятельность ферментов и способствующего сохранению качества сена при длительном хранении в тюках [15, 16]. Консервант (поваренная соль) в виде порошка вносится с помощью приспособления (дозатора), смонтированного на пресс-подборщике, одновременно с прессованием из расчета 20 кг/т. Средняя плотность рулона достигает 150 кг/м³, масса – 35 кг.



Рис. 2. Пресс-подборщик ПСБ-1,6Г. Работа на склоне

Fig. 2. Baler PSB-1.6G. Slope operation

Таблица 1

Технические характеристики агрегатов горной модификации

Table 1

Technical characteristics of mountain modification units

Наименование показателей / Name of indicators	КРН-2,1	ГБК-6,0Г	ПСБ-1,6Г
Производительность, га/ч / Network productivity, ha/hour	1,3	3,6	7,0
Ширина захвата, м / Working width, m	2,1	6	1,6
Рабочая скорость, км/ч / Working speed, km/h	8...15	До 6	До 6
Минимальная высота среза, см / Minimum cut height, cm	3,0	-	-
Ширина образуемого валка, м / Width of the formed roll, m	-	1,2	-
Габаритные размеры с трактором, мм Overall dimensions with the tractor, mm:			
длина / length	5300	6470	6570
ширина / width	3080	3100	3150
высота / height	2485	1620	2030
Дорожный просвет, мм / Ground clearance, mm	-	200	250
Число опорных колес / Number of support wheels	-	6	-
Размер тюков, мм / Bale size, mm			
длина / length	-	-	800
ширина / width,	-	-	500
высота / height	-	-	360

При хорошей погоде рулоны устанавливают на ребро и оставляют на скошенном участке до 2 сут. для дополнительного просушивания до влажности 19...20% (согласно требованиям ГОСТ Р55452-2013). Средняя плотность рулона достигает 150 кг/м³, масса – 35 кг. Затем рулоны загружают на прицеп и отправляют к месту складирования.

Для хранения сена на открытой площадке формируют штабеля из туков длиной 20 м, шириной 5 м. Предварительно укладывают соломенную подстилку слоем 40 см, которая предохраняет от прогнивания нижнего слоя штабеля. После восьмого тюка по высоте производят сужение штабеля, который накрывают полиэтиленовой пленкой. Вокруг штабеля выкапывают канаву шириной 25 см, глубиной 30 см для стока атмосферных осадков [17, 18].

В таком положении сено хранится до весны и находится в хорошем состоянии.

Заготовленное сено по характеристикам соответствует требованиям ГОСТ 23637 «Межгосударственный стандарт. Сенаж. Технические условия» и ГОСТ 4808-87 «Межгосударственный стандарт. Сено. Технические условия. Hay. Specifications» (табл. 2).

Согласно данным таблицы 2 в прессованном сене по сравнению с рассыпным увеличилось содержание кормовых единиц на 32,1%, сухого вещества на 29,6%, сырого протеина на 17,3%, жира на 7,4%, клетчатки на 14,2%, сахара на 17,6%, обменной энергии на 8,0%. Это соответствует требованиям ГОСТ Р55452-2013 «Национальный стандарт Российской Федерации. Сено и сенаж. Технические условия. Hay and haylage. Specifications».

Установлено, что с увеличением поедаемости заготовленного корма на 18,5% и увеличения его питательной ценности удой молока в зимний стойловый период повысился на 11,7%.

Таблица 2

Состав и питательная ценность заготавливаемого корма

Table 2

Composition and nutritional value of the prepared feed

Корма Feed	Кормовых единиц Feed units	Сухого вещества Dry Matter	Протеин Protein	Жир Fat	Клетчатка Fiber	Сахар Sugar	Зола Ash	Безазотистые экстрактивные вещества Nitrogen-free extractive fraction	Обменной энергии, МДж Metabolic energy, MJ
Трава горного разнотравно-злаково-бобового луга Grass of the mountain grass-grain-bean meadow	0,24	310	45	13	110	24	4,7	827	3,14
Рассыпное сено / Loose hay	0,56	855	98	27	253	17	9,6	612	7,60
Прессованное сено / Pressed hay	0,74	1108	115	29	289	20	11,7	555	8,21

Выводы

Разработанная технология заготовки прессованного сена с применением агрегатов горной модификации имеет преимущества перед рассыпным сеном, а именно:

- сокращаются механические потери в 1,2 раза, происходящие при сволокивании, копнении, стоговании;
- сокращаются сроки заготовки в 3 раза;
- обеспечиваются более высокое качество и сохранность заготавливаемого корма.

Библиографический список

1. Мамиев Д.М. Перспективы развития биологического земледелия в РСО-Алания // Научная жизнь. 2019. Т. 14, № 9 (97). С. 1396-1402. <https://doi.org/10.35679/1991-9476-2019-14-9-1396-1402>
2. 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.
3. Тебердиев Д.М., Родионова А.В., Запывалов С.А. Изменение продуктивности и показателей почвенного плодородия при применении приемов улучшения сенокоса // Аграрная Россия. 2020. № 7. С. 27-31. <https://doi.org/10.30906/1999-5636-2020-7-27-31>
4. Джибилов С.М., Гулуева Л.Р. Механизированный способ удаления и утилизации камней на горных склонах // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2020. Т. 14, № 2. С. 23-28. <https://doi.org/10.22314/2073-7599-2020-14-2-23-28>
5. 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 (IJMET)*. 2017. 8 (11): 714-720. Article ID: IJMET_08_11_073 Available online at <http://iaeme.com/Home/issue/IJMET?Volume=8&Issue=11>
6. Кудзиев К.Д., Кубалов М.А., Цакоев Г.Р. Об устойчивости движения МТА на склоне // Инновационные технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции: Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции в честь 90-летия факультета технологического менеджмента. Владикавказ: Горский государственный аграрный университет, 2019. С. 123-124.
7. Джибилов С.М., Гулуева Л.Р., Бестаев С.Г. Пути и методы создания и совершенствования сельскохозяйственных машин и агрегатов для механизации работ в горном земледелии // Перспективы и особенности интеграционных процессов Северной и Южной Осетии: Сборник материалов V Международной научно-практической конференции. Владикавказ: Владикавказский научный центр Российской академии наук, 2015. С. 190-195.
8. Джибилов С.М., Гулуева Л.Р. Способ восстановления горных кормовых угодий // Аграрный Вестник Урала. 2018. № 7 (174). С. 3.
9. Способ приготовления и хранения силосованных кормов: Патент на изобретение RU2657467 C2, 14.06.2018 / Я.Л. Ревич, Г.К. Рембалович, М.Ю. Костенко, Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, Л.Н. Лазуткина, И.Ю. Богданчиков, Р.В. Безносюк, Д.Н. Бышов, А.Е. Милкин. Заяв. № 2016148353 от 08.12.2016 г.
10. Кудзиев К.Д., Агузаров А.М., Детистова О.И., Сузжаев Л.П. Заготовка сенажа из трав субальпийских лугов // Известия Горского государственного аграрного университета. 2015. Т. 52, № 2. С. 148-152.
11. Болотаев Р.Х., Губаев А.Э. Технологическая схема заготовки сенажа, сформированных в рулоны // Студенческая

References

1. Mamiev D.M. Perspektivy razvitiya biologicheskogo zemledeliya v RSO – Alaniya [Prospects for the development of biological agriculture in the Republic of North Ossetia – Alania]. *Nauchnaya Zhizn'*, 2019; 14(9): 1396-1402. <https://doi.org/10.35679/1991-9476-2019-14-9-1396-1402> (In Rus.)
2. Soldatova I.E., Soldatov E.D. Sozдание vysokoproduktivnykh sенокосов i pastbishch v gornoy zone Severnogo Kavkaza [Establishing highly productive hayfields and pastures in the mountainous zone of the North Caucasus]. *Izvetiya Gorskogo Gosudarstvennogo Agrarnogo Universiteta*, 2017; 54(3): 9-14. (In Rus.)
3. Teberdiev D.M., Rodionova A.V., Zapivalov S.A. Izmenenie produktivnosti i pokazateley pochvennogo plodorodiya pri primenenii priemov uluchsheniya sенокоса [Changes in productivity and indicators of soil fertility when applying methods for improving haymaking]. *Agrarnaya Rossiya*, 2020; 7: 27-31. <https://doi.org/10.30906/1999-5636-2020-7-27-31> (In Rus.)
4. Dzhobilov S.M., Gulueva L.R. Mekhanizirovanniy sposob udaleniya i utilizatsii kamney na gornyx sklonakh [Mechanized way of removing and disposing stones on mountain slopes]. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii*, 2020; 14(2): 23-28. (In Rus.)
5. 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; 8(11): 714-720. Article ID: IJMET_08_11_073 Available online at <http://iaeme.com/Home/issue/IJMET?Volume=8&Issue=11>
6. Kudziev K.D., Kubalov M.A., Tsakoev G.R. Ob ustoychivosti dvizheniya MTA na sklone [On the stability of the MTA movement on the slope]. In: *Innovatsionnye tekhnologii proizvodstva i pererabotki sel'skokhozyaystvennoy produktsii: Sbornik materialov Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii v chest' 90-letiya fakul'teta tekhnologicheskogo menedzhmenta. Vladikavkaz: Gorskiy gosudarstvenniy agrarniy universitet*, 2019: 123-124. (In Rus.)
7. Dzhobilov S.M., Gulueva L.R., Bestaev S.G. Puti i metody sozdaniya i sovershenstvovaniya sel'skokhozyaystvennykh mashin i agregatov dlya mekhanizatsii rabot v gornom zemledelii [Ways and methods of creating and improving agricultural machines and aggregates for mechanization of work in mountain agriculture]. In: *Perspektivy i osobennosti integratsionnykh processov Severnoy i Yuzhnoy Osetii. Materialy V Mezhdunarodny nauchno-prakticheskoy konferentsii*, 2015: 190-195. (In Rus.)
8. Dzhobilov S.M., Gulueva L.R. Sposob vosstanovleniya gornyykh kormovykh ugodiy [Method for restoring mountain forage lands]. *Agrarniy Vestnik Urala*, 2018; 7 (174): 3. (In Rus.)
9. Revich Ya.L., Rembalovich G.K., Kostenko M.Yu. et al. Method of preparation and storage of siloed feed: Patent for invention RU2657467 C2, 06.14.2018. Application No. 2016148353 dated 08.12.2016. (In Rus.)
10. Kudziev K.D., Aguzarov A.M., Detistova O.I., Suzhaev L.P. Zagotovka senazha iz trav subal'piyskikh lugov [Making haylage from grasses of subalpine meadows]. *Izvetiya Gorskogo Gosudarstvennogo Agrarnogo Universiteta*, 2015; 52(2): 148-152. (In Rus.)
11. Bolotaev R.Kh., Gubaev A.E. Tekhnologicheskaya shema zagotovki senazha, sformirovannogo v rulony [Technological scheme of haylage harvesting formed in rolls]. In: *Studencheskaya nauka – agropromyshlennomu kompleksu: Sbornik nauchnykh trudov studentov Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. Vladikavkaz: Gorskiy gosudarstvenniy agrarniy universitet*, 2018: 55(1): 221-223. (In Rus.)

наука – агропромышленному комплексу: Сборник научных трудов студентов Горского государственного аграрного университета. Владикавказ: Горский государственный аграрный университет, 2018. Вып. 55. Ч. 1. С. 221-223.

12. Кузюзова А.А., Тебердиев Д.М., Родионова А.В., Жезмер Н.В., Проворная Е.Е., Запывалов С.А. Экономическая эффективность усовершенствованных технологий создания и использования сеяных сенокосов // Кормопроизводство. 2020. № 3. С. 3-8.

13. Кудзиев К.Д., Кубалов М.А., Агузаров А.М., Сужаев Л.П. Повышение динамико-технологических характеристик МТА при работе на склонах // Достижения науки – сельскому хозяйству: Сборник материалов Региональной научно-практической конференции. Владикавказ: Горский государственный аграрный университет, 2016. С. 212-214.

14. Джибилов С.М., Гулуева Л.Р. Многофункциональный агрегат для улучшения горных лугов и пастбищ // Известия Горского государственного аграрного университета. 2016. Т. 53, № 3. С. 103-111.

15. Морозов О.А. Изменение подхода к разработке систем кормоприготовления // Развитие научной, творческой и инновационной деятельности молодежи: Сборник материалов IX Всероссийской научно-практической конференции молодых учёных. Лесниково: Курганская государственная сельскохозяйственная академия им. Т.С. Мальцева, 2017. С. 80-83.

16. Медведева С.В. Использование сельскохозяйственной техники при заготовке сена // Агроэкологические и организационно-экономические аспекты создания и эффективного функционирования экологически стабильных территорий: Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. Чебоксары: Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2017. С. 111-114.

17. Казакевич П.П., Яковчик С.Г., Лабозкий И.М., Трофимович Л.И. Механизация полевой сушки трав: пути совершенствования // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Сэрыя аграрных навук. 2018. Т. 56, № 4. С. 481-491. <https://doi.org/10.29235/1817-7204-2018-56-4-481-491>

18. Төреханов А.Ә., Алимаев И.И., Оразбаев С.Ә. Шалғындық және жайылымдық МАЛ азығы өндірісі: оқулық. Алматы: Нур-Принт, 2016. 471 с.

12. Kutuzova A.A., Teberdiev D.M., Rodionova A.V., Zhezmer N.V., Provornaya E.E., Zapivalov S.A. Ekonomicheskaya effektivnost' usovershenstvovannykh tekhnologiy sozdaniya i ispol'zovaniya seyanykh senokosov [Economic efficiency of improved technologies for the establishing and use of seeded hayfields]. *Kormoproizvodstvo*, 2020; 3: 3-8. (In Rus.)

13. Kudziev K.D., Kubalov M.A., Aguzarov A.M., Suzhaev L.P. Povyshenie dinamiko-tekhnologicheskikh kharakteristik MTA pri rabote na sklonakh [Improving the dynamic and technological characteristics of machine-and-tractor units when working on slopes]. In: *Dostizheniya nauki – sel'skomu khozyaystvu: Sbornik materialov Regional'noy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Vladikavkaz: Gorskii gosudarstvennyi agrarniy universitet*, 2016: 212-214. (In Rus.)

14. Dzhibilov S.M., Gulueva L.R. Mnogofunktional'niy agregat dlya uluchsheniya gornyykh lugov i pastbishch [Multifunctional unit for improving mountain meadows and pastures]. *Izvetiya Gorskogo Gosudarstvennogo Agrarnogo Universiteta*, 2016; 53(3): 103-111. (In Rus.)

15. Morozov O.A. Izmenenie podkhoda k razrabotke sistem kormopriготовleniya. [Changing the approach to the development of feed preparation systems]. In: *Razvitie nauchnoy, tvorcheskoy i innovatsionnoy deyatel'nosti molodezhi. Materialy IX Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii molodykh uchenyykh*, 2017: 80-83. (In Rus.)

16. Medvedeva S.V. Ispolzovanie selskokhozyaystvennoy tekhniki pri zagotovke sena [Use of agricultural machinery in hay harvesting]. In: *Agroekologicheskie i organizatsionno-ekonomicheskie aspekty sozdaniya i effektivnogo funktsionirovaniya ekologicheskii stabilnykh territoriy. Materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*, 2017: 111-114. (In Rus.)

17. Kazakevich P.P., Yakovchik S.G., Labotskiy I.M., Trofimovich L.I. Mekhanizatsiya polevoy sushki trav: puti sovershenstvovaniya [Mechanization of field drying of herbs: ways of improvement]. *Vesti Natsyonal'noy akademii nauk Belarusi. Seriya agrarnyykh nauk*, 2018; 56(4): 481-491. <https://doi.org/10.29235/1817-7204-2018-56-4-481-491> (In Rus.)

18. Torekhanov A., Alimayev I.I., Orazbayev S. Шалғындық және жайылымдық МАЛ азығы өндірісі: оқулық [Production of meadow and pasture feed]. *Almaty: Nur-print*, 2016: 471 p. (In Kazakh)

Критерии авторства

Солдатова И.Э., Гулуева Л.Р. выполнили теоретические исследования, на основании полученных результатов провели эксперимент и подготовили рукопись. Солдатова И.Э., Гулуева Л.Р. имеют на статью авторские права и несут ответственность за плагиат.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию 04.06.2021

Одобрена после рецензирования 30.12.2021

Принята к публикации 30.12.2021

Contribution

I.E. Soldatova, L.R. Gulueva performed theoretical studies, and based on the results obtained, conducted the experiment and wrote the manuscript. I.E. Soldatova, L.R. Gulueva have equal author's rights and bear equal responsibility for plagiarism.

Conflict of interests

The authors declare no conflict of interests regarding the publication of this paper.

The paper was received 04.06.2021

Approved after reviewing 30.12.2021

Accepted for publication 30.12.2021