

Ресурсосберегающие технологии заготовки сена в горной зоне Центрального Кавказа

И. Э. Солдатова¹, Э. Д. Солдатов¹, Л. Р. Гулуева¹✉

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

✉E-mail: luda_gulueva@mail.ru

Аннотация. Авторами представлены технология и описания агрегатов для заготовки сена на горных склоновых участках. **Цель исследования** – сократить потери зеленой массы при заготовке сена с применением агрегатов горной модификации, улучшить сохранность сена с применением консерванта (поваренная соль). **Объектом исследования** являются комплекс сеноуборочных машин, агрегируемых с низкоклиренсными тракторами, предназначенных для работы на склоновых участках с уклоном до 16°. **В задачи исследований** входило подобрать комплекс сеноуборочных машин, изучить и использовать их технические возможности, позволяющие оптимизировать сроки заготовки, обеспечивающие наименьшие потери заготавливаемого корма, повышающие его качество и сохранность на зимне-стойловый период содержания животных. **Новизна технического решения** состоит в том, что подобранные сеноуборочные машины позволяют сократить время сенокосных работ в горной местности и уменьшить затраты ручного труда. **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°. **Результаты.** 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 позволяет более чем в 1,2 раза сократить механические потери, обеспечивает увеличение производительности труда в сравнении с ручной заготовкой в 4–5 раз, снижение сроков уборки в 3 раза, при этом с увеличением питательной ценности кормовой массы, повышается поедаемость заготовленного корма на 18,5 %, что положительно сказывается на физиологическом состоянии животных в зимний стойловый период, повышая удой молока на 11,7 %.

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

Для цитирования: Солдатова И. Э., Солдатов Э. Д., Гулуева Л. Р. Ресурсосберегающие технологии заготовки сена в горной зоне Центрального Кавказа // Аграрный вестник Урала. 2021. № 08 (211). С. 18–27. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-211-08-18-27.

Дата поступления статьи: 13.05.2021, **дата рецензирования:** 11.07.2021, **дата принятия:** 16.07.2021.

Постановка проблемы (Introduction)

Стратегией социально-экономического развития Республики Северная Осетия – Алания (Центральный Кавказ) до 2025 года предусмотрено улучшение благосостояния народа, где большое значение уделяется развитию животноводства главным образом путем повышения его продуктивности на основе укрепления кормовой базы [1, с. 1396]. Природные кормовые угодья в республике достигают 137 тыс. га, т. е. более 42 % площади сельскохозяйственных угодий, основная часть которых (89,6 %) приходится на пастбища, а 13,4 % – на неиспользованные участки.

В горной зоне сено для животных в зимний период является единственным источником белка, фосфора, кальция и витаминов. Поэтому в условиях Центрального Кавказа заготовка сена на горных склонах является существенным фактором в решении проблемы повышения производства животноводческой про-

дукции. Условия проведения механизированных работ на склонах значительно отличаются. Вследствие этого техника, предназначенная для работы на склонах, должна отвечать целому ряду требований. Уклоны почвы отрицательно влияют на работу тракторов и сельскохозяйственных машин. Этим в основном определяются особенности эксплуатации на склонах и трудности, возникающие при работе машинотракторных агрегатов.

На склонах агрегаты расходуют больше энергии: увеличивается буксование, уменьшается устойчивость машин как при поворотах, так и во время прямолинейного хода; кроме того, агрегаты чувствительны к микронеровностям.

В таких условиях затрудняется управление агрегатом, ухудшаются условия работы тракториста: машины работают менее производительнее, качество работ снижается, а себестоимость их повышается. Склоны

выше 20° являются крутыми, и для них требуется специализированная техника. Одним из наиболее характерных и неизбежных явлений в условиях работы на склонах является сползание агрегатов. Уклон отрицательно влияет и на качество работы. При работе на склонах часто нарушается нормальная работа системы двигателя, испытывает большую нагрузку и тормозная система агрегата. Неестественность позы тракториста при работе на склонах повышает его утомляемость.

Поэтому возникает необходимость разработки специальных технологий и агрегатов, приспособленных для работ в горной и предгорной зонах, например, в заготовке сена в горной местности. Заготовка рассыпного сена в горах включает в себя следующие операции: скашивание трав, ворошение травы в прокосах, сгребание в валки, сволокивание валков в копны с одновременной транспортировкой к местам подъезда транспортных средств, погрузка в транспортные средства, транспортировка к местам хранения и скирдования. Известно, что при транспортировке сена на значительные расстояния экономически выгоднее его скирдование. В этом случае сено подбирается из валков и прессуется в тюки. В случае закладки сенажа работа ведется в той же последовательности, что и при заготовке рассыпного сена. В этом случае траву в поле провяливают до 50–55 % влажности. После этого трава вывозится и закладывается в траншеи.

Сенокосение трав на склонах в основном проводится вручную, на что требуются большие затраты ручного труда. Это приводит к увеличению времени сенокосных работ, иногда до 1,5 месяцев вместо 10–15 дней по агрономическим требованиям, что приводит к значительным потерям урожая, снижению качества корма. Потери сухого вещества при заготовке сена по распространенной в зоне технологии с естественной сушкой достигают 25–30 %, а кормовых единиц – более чем на 35 % [2, с. 9].

Причины этих потерь можно разделить на следующие виды:

1) причины механического характера (ломка, опадание листьев и цветочных частей и др.), связанные с процессом уборки, с транспортировкой и складированием;

2) причины биохимического характера, связанные с дыханием растительных клеток, ферментативными и бактериальными процессами, протекающими в высушающей траве после ее скашивания [3, с. 27], происходящие путем вымывания питательных веществ дождями и росами при длительном процессе уборки. Учитывая, 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 сенокоса приводит к значительным потерям механического характера.

Выпускаемые для работы на равнинах сенокосные машины на склонах свыше 8–10° использо-

ваться не могут, так как это связано с риском опрокидывания из-за их крупногабаритности [4].

Поэтому в технологии заготовки сена в горных условиях особую актуальность приобретает использование комплекса сенокосных машин, агрегируемых с низкоклиренсными тракторами: Т-40АНМ, МТЗ-82Н, Феншоу-180, предназначенных для работы на склонах до 16° [5, с. 15].

Цель исследований – сократить потери зеленой массы при заготовке сена с применением агрегатов горной модификации, улучшить сохранность сена с применением консерванта (поваренная соль).

Задачи исследований: оптимизировать сроки заготовки, обеспечивающие наименьшие потери заготавливаемого корма, повысить его качество и сохранность на зимне-стойловый период содержания животных.

Методология и методы исследования (Methods)

Авторами разработана технология сокращения потерь зеленой массы при заготовке сена с применением агрегатов горной модификации, способствующая улучшению сохранности сена с применением консерванта (поваренная соль). Исследования проводились на горном стационаре, с. Даргавс РСО-Алания.

Известно, что 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 движении не выше третьей скорости и при условии установки выпуклой стороны передних колес к центральной оси трактора [6, с. 123]. Эти возможности и были использованы авторами при разработке технологии заготовки сена в горах. В бортовой передаче переднего моста трактора установлены зубчатые колеса с передаточным числом 2,79. Когда диск обода колеса трактора установлен выпуклой стороной наружу, колея передних колес равна 1320 мм, когда он расположен выпуклой стороной внутрь, – 1845 мм. Перестановкой кронштейнов можно получить еще три размера колеи трактора.

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. Для получения одновременно светового и звукового сигналов при опасных наклонах трактора красная сигнальная лампа сблорирована со звуковым сигналом. Трактор МТЗ-82Н отличается от МТЗ-82 пониженным центром тяжести и повышенной устойчивостью, что позволяет применять его в горных условиях.

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, что сделано с той целью, чтобы колеса трактора с широкой колеей не мяли

нескошенную траву [7]. Привод режущего аппарата осуществляется через карданную и ременную передачу. На склонах до 15° скашивание можно производить ротационной косилкой КРН-2.1, агрегируемой с трактором МТЗ-82Н.

Опыты по определению ширины захвата агрегата в зависимости от крутизны склона показали, что с увеличением крутизны ширина захвата машины уменьшается. Так, при скашивании КСГ-2.1 трактором Т-40АНМ на склоне крутизной 12° ширина захвата снизилась с 2,07 до 1,78 м [8, с. 114].

Снижение ширины захвата агрегата на склоне крутизной до 16° идет менее интенсивно, чем на склонах выше 16°. В прямой связи с шириной захвата находится и производительность агрегата.

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. 16]. При этом с увеличением крутизны склона растет и высота среза, вызывающая повышение потерь сена. В процессе испытаний было отмечено высота среза 7–8 см, потери фактического урожая в пределах 3–5 %, производительность – 1,2 га/час чистой работы.

Резание стеблей осуществляется с помощью пластинчатых ножей, шарнирно закрепленных и попарно-вращающихся друг против друга роторах. В местах, недоступных для работы трактора с косилками КСГ-2.1 и КРН-2.1 и на склонах до 25°, скашивание производится ручными моторизованными косилками.

С целью равномерного провяливания скошенной травы на склонах следует проводить ворошение. Эту работу выполняли горными колесно-тракторными граблями ГВК-6.0Г [10, с. 221]. Секции граблей при этом устанавливаются 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 когда продуктивность скошенной массы высокая верхняя часть валка высыхает, а нижняя остается сырой и начинает подпревать, то производится оборачивание валка. Для этого используется одна из секций граблей, левая или правая. Тракторист направляет данную секцию посередине валка третьим или четвертым колесом, валок при этом сдвигается на 180°.

Грабли горной модификации ГВК-6.0Г выполнены в полунавесном варианте агрегатирования, снабжены шестью пневматическими колесами большей грузоподъемности, чем у равнинных и оборудованы гидравлическим механизмом подъема рабочих колес.

При работе на участках, засоренных камнями, тракторист при встрече агрегата с препятствием, не покидая кабины, может поднять рабочие пальцевые колеса объехать препятствие и, опустив колеса, вновь продолжить работу.

Для сбора скошенных трав в валки рекомендуется применять кроме граблей ГВК-6.0Г и горные поперечные складывающиеся двухсекционные грабли ГПП-6.0Г. Грабли ГПП-6.0Г разработаны на базе равнинных граблей ГПП-6.0. В отличие от равнинных граблей они снабжены усиленной автоматической сцепкой, позволяющей одному человеку без больших усилий переводить грабли из рабочего положения в транспортное или наоборот. Кроме того, на них установлены ходовые колеса большего размера и более жесткие сварные оси.

Шарнирное соединение секций позволяет складывать их при транспортировке и производить в процессе работы копирование микрорельефа участка.

После окончательного подсыхания сена в валках его необходимо собрать в копны и вывести к местам, удобным для подъезда погрузочных и транспортных средств. Данная операция выполняется волокушей-копновозом ВУ-400 с передней и задней навеской платформы на трактор Т-40АНМ.

При этом наблюдались большие потери как урожая, так и качества сена, особенно на участках с низким травостоем (до 20 %). Далее сено или сенажная масса, собранная и подвезенная волокушей к местам для транспортировки, грузится грейферным погрузчиком.

В этих условиях авторы использовали технологию заготовки прессованного сена. Прессованное сено имеет ряд преимуществ по сравнению с рассыпным:

- при перевозке его с большим КПД используются транспортные средства,
- требуется меньшая емкость хранения,
- сено проще учитывать, уменьшаются его механические потери при погрузочно-разгрузочных операциях, в результате лучше сохраняются кормовые качества сена.

Поэтому в горных условиях при перевозке сена на расстояние более 15 км рекомендуется применять данный способ.

Технологический процесс провяливания трав на поле при заготовке прессованного сена такой же, как при уборке рассыпного сена [11, с. 3].

Сгребание провяленной травы в валки проводили боковыми граблями ГВК-6.0Г, в результате валки укладывались поперек склона.

Подбор и прессование осуществляли пресс-подборщиком горной модификации ПСБ-1.6Г. Он предназначен для подбора из валков сена или соломы и прессования их в тюки прямоугольной формы с автоматической обвязкой на склонах крутизной до 20° и может быть использован на равнине или на стационаре.

Он является модификацией пресс-подборщика ПСБ-1.6 с боковой подачей массы, на котором хо-



Рис. 1. Грабли ГVK-6.0Г. Общий вид
 Fig. 1. Rake GVK-6.0G. General view

вые колеса оборудованы гидравлическими тормозами.

Для лучшей устойчивости при работе на склонах ширина колеи подборщика увеличивается до 2900 мм.

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 и невозможна дальнейшая механизация подбора их и перевозка к местам хранения. 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. 212].

Модернизация заключается в расширении колеи до 2450 мм вместо 1500 мм, понижении его платформы на 80 мм с целью увеличения устойчивости прицепа на склонах и увеличения емкости кузова до 9 м^3 вместо $2,5 \text{ м}^3$ с помощью надставных бортов. 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.

Результаты (Results)

Проведенные исследования показали, что применение этих машин на горных склонах обеспечивает увеличение производительности труда в сравнении с ручной заготовкой в 4–5 раз, снижение сроков уборки в 3 раза, позволяя получить дополнительную продукцию высококачественного сена и обеспечить его сохранность, что является основным условием правильного использования природных сенокосов [13, с. 80].

В целях сохранения качества полученного сена, повышения его поедаемости, трава в валках высушивается до влажности 22–25 %, избегая 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 способствующее сохранению качества сена при длительном хранении в тюках [14, с. 658].

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/м^3 , масса до 35 кг.

При хорошей погоде рулоны устанавливают на ребро и оставляют на скошенном участке до 2 суток для дополнительного просушивания, затем их загружают на прицеп и отправляют к месту складирования.

Для хранения сена на открытой площадке формируют штабеля из тюков длиной 20 м, шириной 5 м. Предварительно укладывают соломенную подстилку слоем 40 см, которая предохраняет от прогнивания нижнего слоя штабеля. После 8-го тюка по высоте производят сужение штабеля, который накрывают полиэтиленовой пленкой.

Таблица 1
Технические характеристики агрегатов горной модификации

Наименование показателей	КРН-2.1	ГВК-6.0Г	ПСБ-1.6Г
Производительность чистой работы, га/час	1,3	3,6	7,0
Ширина захвата, м	2,1	6	1,6
Рабочая скорость, км/ч	8–15	До 6	До 6
Минимальная высота среза, см	3,0	–	–
Ширина образуемого валка, м	–	1,2	–
Габаритные размеры с трактором, мм:			
длина	5300	6470	6570
ширина	3080	3100	3150
высота	2485	1620	2030
Дорожный просвет, мм	–	200	250
Число опорных колес	–	6	–
Размер тюков, мм:			
длина	–	–	800
ширина	–	–	500
высота	–	–	360

Table 1
Technical characteristics of mining units of modification

Name of indicators	KRN-2.1	GVK-6.0G	PSB-1.6G
Net work productivity, ha/h	1.3	3.6	7.0
Working width, m	2.1	6	1.6
Working speed, km/h	8–15	Less then 6	Less then 6
Minimum cut height, cm	3.0	–	–
Width of the formed roll, m	–	1.2	–
Overall dimensions with the tractor, mm:			
length	5300	6470	6570
width	3080	3100	3150
height	2485	1620	2030
Ground clearance, mm	–	200	250
Number of support wheels	–	6	–
Bale size, mm:			
length	–	–	800
width	–	–	500
height	–	–	360

Вокруг штабеля выкапывают канаву шириной 25 см, глубиной 30 см для стока атмосферных осадков [15, с. 714].

В таком положении сено хранят до весны, постепенно скармливая его животным в хорошем состоянии (таблица 2).

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Данные таблицы 2 свидетельствуют о том, 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 % [16, с. 10].

Следовательно, разработанная технология заготовки прессованного сена с применением агрегатов горной модификации имеет ряд преимуществ перед рассыпным сеном. При его заготовке более чем в 1,2 раза сокращаются механические потери, происходящие при сволакивании, копнении, стоговании. Данная технология позволяет оптимизировать сроки заготовки, обеспечить наименьшие потери заготавливаемого корма, повысить его качество и сохранность на зимне-стойловый период содержания животных.

При этом повышается поедаемость заготовленного корма на 18,5 % и питательная ценность поедаемой

массы, что положительно сказывается на физиологическом состоянии животных в зимний стойловый период, поддерживающий более высокую продуктивность животных, например, удой молока повышается на 11,7 % [17, с. 239].

Авторы также разработали «Принцип организации работы и контроль качества заготовки кормов»:

1. На склонах тракторы и сельскохозяйственные машины должны работать на небольших, безопасных скоростях.

2. Работа машин на неподготовленных участках не разрешается. Участок для работы машинотракторных агрегатов должен быть подготовлен заблаговременно:

1) ограничены вешками участки уклоном до 14° с неровной микронеровностью и до 20° с ровной микрощероховатостью;

2) для ручных моторизованных косилок отмечается вешками участок с уклоном до 25°;

3) убраны крупные камни, засыпаны ямы и канавы;

4) установлены вешки у очень крупных камней, размытых участков и других препятствий.

С целью уменьшения эрозии почвы при сеноуборочных работах на склонах гор не рекомендуется:



Рис. 2. Пресс-подборщик ПСБ-1.6Г. Работа на склоне
Fig. 2. Baler PSB-1.6G. Slope work

Таблица 2
Состав и питательная ценность заготавливаемого корма

Корма	Количество кормовых единиц	Сухое вещество	Протеин	Жир	Клетчатка	Сахар	Зола	БЭВ	Обменная энергия, МДж
Трава горного разнотравно-злаково-бобового луга	0,24	310	45	13	110	24	4,7	827	3,14
Рассыпное сено	0,56	855	98	27	253	17	9,6	612	7,60
Прессованное сено	0,74	1108	115	29	289	20	11,7	555	8,21

Table 2
Composition and nutritional value of the prepared feed

Feed	Feed units	Dry matter	Protein	Fat	Fiber	Sugar	Ash	NFES	Metabolic energy, MJ
Grass of the mountain grass-grass-bean meadow	0.24	310	45	13	110	24	4.7	827	3.14
Loose hay	0.56	855	98	27	253	17	9.6	612	7.60
Pressed hay	0.74	1108	115	29	289	20	11.7	555	8.21

1) производить заготовку кормов тракторными агрегатами на склонах со слабой задерненностью;

2) применять трактора, если наблюдается смещение дерна, в результате чего оголяется почва;

3) производить крутые повороты трактора, так как это приводит к смещению дерна;

4) после выпадения осадков на склонах крутизной более 12° производить тракторные работы в течение 20–24 часов;

5) работать под нагрузкой вверх по склону, так как из-за пробуксовки колос трактора происходит разрушение дерна.

Чтобы добиться чистоты среза, необходимо регулярно следить за состоянием режущих аппаратов. Рекомендуется для обеспечения качественного среза заменять ножи 1–2 раза в смену.

Качество кошения проверять не менее 2–3 раза в смену: в начале, в конце и при необходимости в середине смены. При этом необходимо обращать внимание на эффективность работы отводных досок и прутьев, делителя, отсутствие заминания скошенной травы колесами трактора, наличие пропущенных стеблей травы в зоне работы режущих аппаратов, а также огрехов.

Высоту среза травы косилкой, потери от повышенного среза и несрезанными растениями необходимо определять с помощью специальной рамки площадью 0,5 м².

Рамка деревянная, прямоугольной формы. Две стороны ее имеют длину 2,1 м, т. е. равны ширине захвата режущего аппарата, две короткие стороны длиной по 23,8 см. Короткие стороны и одна длинная

изготавливаются из деревянных планок и имеют высоту, равную принятой высоте среза, предусмотренной агротехническими требованиями для косилок, минус 1 см.

Другая длинная сторона изготавливается из доски высотой 25 см. На ней с наружной стороны через 1 см от нижнего края рамки наносятся параллельно горизонтальные линии. Через 10 см наносятся параллельные вертикальные линии. Кроме того, в этой доске на расстоянии, равном высоте остальных сторон рамки, от нижнего края делается щель в 1 см по всей длине.

Определение высоты среза растения производится против каждой вертикальной линии линейкой.

Замеры для каждого направления движения и на каждом режиме работы машины производится трехкратно. При обнаружении каких-либо нарушений в работе косилочных агрегатов немедленно принимать меры к их устранению.

При первом проходе грабельного агрегата проверяют качество сгребания и при необходимости регулируют рабочие органы.

Движение агрегата с боковыми граблями при заготовке прессованного сена производится поперек склона челночным способом. При заготовке рассыпного сена, движение с боковыми граблями выполняется в том же направлении, в каком работает косилочный агрегат. При работе агрегата с поперечными граблями основным видом движения является челночный, причем направление движения агрегата должно быть перпендикулярным к направлению движения косилочного агрегата.

Качество работы при сгребании сена проверяют визуально. При этом обращают внимание на прямолинейность валков и форму их образования. Не допускается ступенчатость валков, неравномерность по ширине и высоте, разрывы по длине валка, а также огрехи или пропуски стеблей в зоне захвата грабельного механизма. Потери за граблями определяют путем наложения в пяти местах по диагонали квадратных рамок размером 0,5 × 0,5 м и сбора на площади,

ограниченной рамкой всех стеблей, листьев и соцветий. Собранное со всех площадей сено высушивают до воздушно-сухого состояния и взвешивают. Полученный вес в граммах, разделенный на 25, дает величину потерь за граблями в центнерах с 1 га.

Определение потерь проводят не реже одного раза за 2 смены работы агрегата. При обнаружении недостатков в работе граблей принимают меры по их устранению.

При подборе валков пресс-подборщиком следует соблюдать прямолинейность движения агрегата с таким расчетом, чтобы валок постоянно находился против середины подбирающего механизма. Во время работы пресс-подборщика необходимо следить за чистотой сбора сена и качеством прессования и увязки тюков.

При сборе сена из валков волокушей следят за полнотой подбора. По мере заполнения волокуши ее поднимают в транспортное положение и собранное сено отвозят к месту скирдования или к месту, удобному для подъезда транспортных средств и погрузчиков.

Качество подбора сена из валков пресс-подборщиками и волокушами проверяют в начале и в конце смены, при необходимости в течении смены в 4–5 местах по диагонали убранного склона. При проверке определяют полноту сбора сена из валков – визуально или путем сбора всех стеблей, листьев и соцветий с одного погонного метра. Все собранное сено (потери) высушивают до воздушно-сухого состояния и взвешивают. Полученный вес в килограммах умножают на 3,3 и определяют среднюю величину потерь с 1 га. Сено по мере свалаживания его волокушей загружается в транспортные средства и отвозится к месту скирдования так, чтобы стогометателю было удобно работать.

Качество укладки сена на хранение контролируют путем наблюдения за формой скирды в процессе ее образования. Перекосы и искривления по длине, ширине и высоте скирды не допускаются.

Библиографический список

1. 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.
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. DOI: 10.30906/1999-5636-2020-7-27-31.
4. Kudzaev A. B., Tsgoev A. E., Tsgoev D. V., Korobeinik I. A., Kalagova R. V. Development of an adjustable safety lock with glass and plastic rods used for a reversible plow [e-resource] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Russian Conference on Technological Solutions and Instrumentation for Agribusiness, TSIA 2019. 2020. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/488/1/012025> (date of reference: 27.09.2021). DOI: 10.1088/1755-1315/488/1/012025.
5. Джигилов С. М., Гулуева Л. Р. Способ восстановления горных кормовых угодий // Аграрный Вестник Урала. 2018. № 7 (174). С. 15–20.
6. Кудзиев К. Д., Кубалов М. А., Цакоев Г. Р. Об устойчивости движения МТА на склоне // Инновационные технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции: материалы Всероссийской научно-практической конференции в честь 90-летия факультета технологического менеджмента. Владикавказ, 2019. С. 123–124.

7. Djizibilov S., Gulueva L., Soldatov E., Soldatova I. Multifunctional unit and methods for improvement of mountain agricultural landscapes [e-resource] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 12th International Scientific Conference on Agricultural Machinery Industry, INTERAGROMASH 2019. 2019. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/403/1/012068> (date of reference: 27.09.2021). DOI: 10.1088/1755-1315/403/1/012068.
8. Коробейник И. А. Повышение точности копирования микрорельефа секциями адаптивного культиватора КРН-2,8м конструкции Горского ГАУ // Инновационные технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции: материалы Всероссийской научно-практической конференции в честь 90-летия факультета технологического менеджмента. Владикавказ, 2019. С. 114–116.
9. Мильдзихов В. Э., Агузаров А. М. Ротационные грабли-ворошилка // Научные труды студентов Горского Государственного аграрного университета «Студенческая наука – агропромышленному комплексу». В 2-х частях. Ч. 1. Владикавказ, 2016. С. 16–18.
10. Болотаев Р. Х., Губаев А. Э. Технологическая схема заготовки сенажа, сформированных в рулоны // Студенческая наука – агропромышленному комплексу: научные труды студентов Горского Государственного аграрного университета. Владикавказ, 2018. С. 221–223.
11. 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 // Кормопроизводство. 2020. № 3. С. 3–8.
12. Кудзиев К. Д., Кубалов М. А. Повышение динамико-технологических характеристик МТА при работе на склонах // Достижения науки – сельскому хозяйству: материалы региональной научно-практической конференции. Владикавказ, 2016. С. 212–214.
13. Морозов О. А. Изменение подхода к разработке систем кормоприготовления // Развитие научной, творческой и инновационной деятельности молодежи: материалы IX Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых. Лесниково, 2017. С. 80–83.
14. 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.
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. Vol. 8. No. 11. Pp. 714–720.
16. Джибилов С. М., Солдатов Э. Д., Гулуева Л. Р., Солдатова И. Э. Способ решения проблемы деградации горных пастбищ Центрального Кавказа // Аграрный вестник Урала. 2020. № 6 (197). С. 10–16. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-197-6-10-16.
17. 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.

Об авторах:

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

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; +7 919 420-91-39, luda_gulueva@mail.ru

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

Resource-saving technologies of hay harvesting in the mountainous zone of the Central Caucasus

I. E. Soldatova¹, E. D. Soldatov¹, L. R. Gulueva¹✉

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

✉ E-mail: luda_gulueva@mail.ru

Abstract. The authors present the technology and descriptions of aggregates for hay harvesting on mountain slopes. **The aim of the study** is to reduce the loss of green mass when harvesting hay with the use of mountain modification aggregates, to improve the safety of hay with the use of a preservative (table salt). **The object of the study** is a

complex of hay harvesters, aggregated with low-clearance tractors, designed to work on sloping areas with a slope of up to 16°. **The tasks of the research included:** to select a set of hay harvesters, to study and use their technical capabilities, which allow optimizing the harvesting time, ensuring the lowest losses of the harvested feed, increasing its quality and safety for the winter-stable period of keeping animals. **The novelty of the technical solution** is that the selected haymaking machines allow you to reduce the time of haymaking operations in mountainous areas and reduce the cost of manual labor. **Tests of this technology** were carried out in the mountain zone of the RSO – Alania (Dargavs basin, the stronghold of the SKNIIGPSH) at an altitude of 1540 m above sea level in the south-eastern exposure with a slope steepness of up to 150. **Results.** It was found that the content of pressed hay increased-feed units 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 %; metabolic energy by 8.0 %. The developed technology allows more than 1.2 times to reduce mechanical losses, provides an increase in productivity compared to manual harvesting in 4–5 times, reducing the time cleaning 3 times at the same time increase the nutritive value of forage mass, increases palatability harvested forage 18.5 %, which positively affects the physiological condition of the animals during the winter housing period, increasing milk yield is 11.7 %.

Keywords: aggregate, hay, feed, slopes, hay pressing, picker, rake.

For citation: Soldatova I. E., Soldatov E. D., Gulueva L. R. Resursosberegayushchie tekhnologii zagotovki sena v gornoy zone Tsentral'nogo Kavkaza [Resource-saving technologies of hay harvesting in the mountain zone of the Central Caucasus] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2021. No. 08 (211). Pp. 18–27. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-211-08-18-27. (In Russian.)

Date of paper submission: 13.05.2021, **date of review:** 11.07.2021, **date of acceptance:** 16.07.2021.

References

1. Mamiev D.M. Perspektivy razvitiya biologicheskogo zemledeliya v RSO – Alaniya [Prospects for the development of biological farming in the Republic of North Ossetia – Alania] // Scientific life. 2019. T. 14. No. 9 (97). Pp. 1396–1402. DOI: 10.35679/1991-9476-2019-14-9-1396-1402. (In Russian.)
2. Soldatova I. E., Soldatov E. D. Sozдание 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 Gorsky State Agrarian University 2017. T. 54. No. 3. Pp. 9–14. (In Russian.)
3. Teberdiev D. M., Rodionova A. V., Zapivalov S. A. Izmenenie produktivnosti pokazateley pochvennogo plodorodiya pri primeneni priemov uluchsheniya senokosa [Changes in productivity and indicators of soil fertility when applying methods for improving haymaking] // Agrarian Russia. 2020. No. 7. Pp. 27–31. DOI: 10.30906/1999-5636-2020-7-27-31. (In Russian.)
4. Kudzaev A. B., Tsgoev A. E., Tsgoev D. V., Korobeinik I. A., Kalagova R. V. Development of an adjustable safety lock with glass and plastic rods used for a reversible plow [e-resource] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Russian Conference on Technological Solutions and Instrumentation for Agribusiness, TSIA 2019. 2020. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/488/1/012025> (date of reference: 27.09.2021). DOI: 10.1088/1755-1315/488/1/012025.
5. Dzhibilov S. M., Gulueva L. R. Sposob vosstanovleniya gornyykh kormovykh ugodiy [Method for restoring mountain forage lands] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2018. No. 7 (174). Pp. 15–20. (In Russian.)
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] // Innovative technologies of production and processing of agricultural products: materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference in honor of the 90th anniversary of the Faculty of Technological Management. Vladikavkaz, 2019. Pp. 123–124. (In Russian.)
7. Djizibilov S., Gulueva L., Soldatov E., Soldatova I. Multifunctional unit and methods for improvement of mountain agricultural landscapes // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 12th International Scientific Conference on Agricultural Machinery Industry, INTERAGROMASH 2019. 2019. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/403/1/012068> (date of reference: 27.09.2021). DOI: 10.1088/1755-1315/403/1/012068.
8. Korobeynik I. A. Improving the accuracy of copying the microrelief by sections of the adaptive cultivator KRN-2.8 m of the Gorsky GAU design // Innovative technologies of production and processing of agricultural products: materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference in honor of the 90th anniversary of the Faculty of Technological Management. Vladikavkaz, 2019. Pp. 114–116. (In Russian.)
9. Mildzikhov V. E., Aguzarov A. M. Rotatsionnye grabli-voroshilka [Rotary rake-agitator] // Scientific works of students of the Gorsky State Agrarian University “Student science – agro-industrial complex”. In 2 parts. Part 1. Vladikavkaz, 2016. Pp. 16–18. (In Russian.)
10. Bolotaev R. Kh., Gubaev A. E. Tekhnologicheskaya schema zagotovki senazha, sformirovannykh v rulony [Technological scheme of haylage harvesting formed in rolls] // Student science – agro-industrial complex. Scientific works of students of the Gorsky State Agrarian University. Vladikavkaz, 2018. Pp. 221–223.

11. 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 creation and use of seeded hayfields] // Feed production. 2020. No. 3. Pp. 3–8. (In Russian.)
12. Kudziev K. D., Kubalov M. A. Povyslenie dinamiko-tekhnologicheskikh kharakteristik mta pri rabote nas klonakh [Improving the dynamic and technological characteristics of MTA when working on slopes] // Achievements of science – agriculture: materials of the regional scientific and practical conference. Vladikavkaz, 2016. Pp. 212–214. (In Russian.)
13. Morozov O. A. Izmenenie podkhoda k razrabotke system kormoprigotovleniya [Changing the approach to the development of feed preparation systems] // Development of scientific, creative and innovative activities of young people: materials of the IX All-Russian Scientific and Practical Conference of Young Scientists. Lesnikovo, 2017. Pp. 80–83. (In Russian.)
14. 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.
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. Vol. 8. No. 11. Pp. 714–720.
16. Dzhibilov S. M., Soldatov E. D., Gulueva L. R., Soldatova I. E. Sposob resheniya problemy degradacii gornyh pastbishch Central'nogo Kavkaza [A method for solving the problem of degradation of mountain pastures in the Central Caucasus] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 6 (197). Pp. 10–16. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-197-6-10-16. (In Russian.)
17. 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.

Authors' information:

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

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; +7 919 420-91-38, luda_gulueva@mail.ru

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