

2. Князюк, О. В. Структура питательности / О.В. Князюк // Кукуруза и сорго. – 1990. – № 4. – С. 21–23.
3. Надточаев, Н. Ф. Кукуруза на полях Беларуси / Н. Ф. Надточаев; Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию. – Минск: ИВЦ Минфина, 2008. – 412 с.
4. Соя в кормопроизводстве: (научно-производственное издание) / В. Ф. Баранов [и др.]; ред.: В. М. Лукомец, Л. Г. Горковенко; РАСХН, Гос. науч. учрежд. масличных культур им. В. С. Пустовойта, Гос. науч. учрежд. Северо-Кавказский НИИ животноводства. – Краснодар: [б.н.], 2010. – 365 с.
5. Матюха, И. О. Физиологическое состояние и репродуктивная функция организма самок животных при скармливании кормов из сои: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 03.0013 / И. О. Матюха; М-во аграрной политики и продовольствия Украины, Львовский нац. ин-т ветеринарной медицины и биотехнологии им. С. З. Гжицкого. – Львов, 2012. – 18 с.

УДК 636.085.51.631.35

Поступила в редакцию 31.07.2017
Received 31.07.2017

И. М. Лабоцкий

*РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»
г. Минск, Республика Беларусь
e-mail: belagromech@tut.by; labkormov@mail.ru*

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЗАГОТОВКИ СЕНА

В статье изложены рекомендации по совершенствованию технологического процесса заготовки сена. Дано описание внедренных в производство новых машин, приведен расчет эффективности их применения.

Ключевые слова: технология, сено, качество кормов, кормоуборочные машины, скашивание трав, сушка, прессование, транспортировка, скирдование, тюки, рулоны, косилки, грабли, пресс-подборщики.

I. M. Labotsky

*RUE «SPC NAS of Belarus for Agriculture Mechanization»
Minsk, Republic of Belarus
e-mail: belagromech@tut.by; labkormov@mail.ru*

TECHNOLOGICAL FEATURES AND TECHNICAL PROVISION OF THE HAY

The article contains recommendations for improving the technological process of hay preparation. The description of new machines introduced into production is given, the efficiency of their application is calculated.

Keywords: technology, hay, forage quality, forage harvesters, grass mowing, drying, pressing, transportation, scouring, bales, rolls, mowers, rakes, balers.

Введение

Сено – вид корма, который заготавливают путем сушки скошенных трав до влажности не выше 17 % [1].

Значение сена как составной части рационов животных в последние годы снизилось. Основные причины: высокая зависимость процесса заготовки от погодных условий и потери растительной массы; большие затраты рабочей силы и энергии. На практике проще и дешевле заготавливать качественный сенаж из провяленных трав, чем досушивать их на сено. Вместе с тем сено играет важную роль в качестве корма для высокопродуктивных коров, коров с телятами, телят, при болезнях животных, при кормлении коров для получения отдельных видов твердых сыров и др. [2]. В республике заготавливают свыше 1 млн тонн сена. Сельхозпроизводители применяют несколько разновидностей технологий и комплексов машин для заготовки сена – это заготовка путем естественной сушки скошенных трав в рассыпном или запрессованном в рулоны или тюки видах и путем досушивания провяленных трав активным вентилированием холодным или подогретым воздухом. Из перечисленных разновидностей самой распространенной и экономически состоятельной является технология заготовки сена путем естественной сушки

скошенных трав и последующего прессования (в рулоны или тюки). По данной технологии можно заготавливать сено первого класса, а потери растительного сырья не будут превышать 20 %. При этом механизированы все операции технологического процесса [3]. В последние годы сельхозпредприятия республики заготавливают весь объем сена в запрессованном виде.

Вместе с тем в процессе заготовки сена при плохих погодных условиях может теряться до 30 % биологического урожая вследствие несоблюдения технологии и недостаточного технического оснащения.

Объекты и методы исследований

Объектом исследований являются технология и новые средства механизации, созданные с целью снижения потерь и повышения качества сена. Исходные данные для работы получены путем анализа технологических карт, материалов испытаний и статистических отчетов. При исследовании и разработке использованы эмпирические (измерения, сравнения) и теоретические (анализ, классификация) методы.

Результаты исследований

Технологический процесс заготовки сена включает следующие операции: скашивание, ворошение, сгребание провяленных трав в валки, сушку трав в валках (оборачивание валков), прессование в рулоны, подбор рулонов, транспортировку, скирдование. В настоящее время получает широкое распространение разновидность прессования сена в крупногабаритные тюки.

Изучены, определены и на практике подтверждены основные технологические условия, обеспечивающие получение высококачественного сена – это виды травостоя, своевременность скашивания, время проведения скашивания, высота скашивания, продолжительности сушки, способ прессования, продолжительность скирдования, условия хранения.

Качество сена во многом зависит от сырья. Лучшими видами трав являются бобовые и злаковые, менее ценны растения из семейства осоковых и разнотравья. Наиболее полноценным по содержанию питательных веществ является сено, заготовленное из смеси различных трав. Например, у бобовых трав в смеси со злаками лучше сохраняются при сушке цветочные головки и листья, которые содержат в два раза больше белковых и минеральных веществ, а каротин – в 10–15 раз больше, чем стебли, и переваримость питательных веществ в них выше на 40 %. Поэтому сельхозпроизводители республики практикуют заготовку сена из травосмесей. Содержание в сене органических и минеральных веществ зависит от фазы роста и развития растений. Многолетние травы наиболее питательны в ранние фазы вегетации. Они содержат не только полноценный белок и витамины, но и в наибольших количествах более приемлемую для животных клетчатку, в которой мало лигнина, благодаря чему она хорошо переваривается. По мере старения растения грубеют, в них увеличивается содержание клетчатки, лигнина, снижается количество белка и других питательных веществ и витаминов. Это приводит к заметному снижению и уменьшению питательности сухого вещества заготовленного корма. Поэтому важнейшее условие для заготовки сена высокого качества и других видов травяных кормов – своевременное скашивание трав. *Основным признаком для начала кошения трав является содержание сырой клетчатки в сухой массе на уровне от 19 до 23 %. В этом интервале энергетическая ценность корма обеспечивает получение животноводческой продукции (молока) с наименьшей себестоимостью* [4].

Установлено, что скашивание трав необходимо начинать после схода росы, поскольку на высушивание росы, особенно внутри валков, требуется дополнительно проводить одно ворошение.

Исследования и практический опыт показали, что высота среза травы должна быть 4–6 см. Отклонение в меньшую сторону ухудшает условия отрастания трав для последующих укосов, а также сушки скошенной массы.

Кроме того, установлено, что при увеличении высоты среза в пределах от 5 до 10 см потери (недобор сена) достигают 18 %. Исключением являются требования к скашиванию бобовых трав, в первый год использования их необходимо скашивать не ниже 8–10 см, а в последующие – 7–8 см.

В процессе сушки трав одновременно с испарением влаги происходит дыхание живых клеток растений, в результате чего расходуются сахара, распадается часть белков и разрушается каротин. Только при влажности трав 40–50 % дыхание прекращается. В зависимости от продолжительности процесса сушки потери каротина достигают 50 %, сахара – 20 %, сухого вещества – до 15 %, в сырую и дождливую погоду этот процесс может растянуться до нескольких суток и потери питательных веществ достигают 50 %, кроме того, потери питательных веществ происходят под влиянием ферментов и микроорганизмов. На этом этапе потери сухого вещества за сутки достигают 20 %. Потери питательных веществ прекращаются, когда влажность трав достигнет 17 %. Следует отметить, что при влажности свыше 20 % идет самосогревание сена, результатом которого может стать даже самовозгорание. Самосогревание – результат деятельности во влажном недосушенном сене микроорганизмов плесени и грибов. За 5–7 дней температура повышается до 40–50 °С, сено приобретает бурую или черную окраску, переваримость корма резко падает.

Вместе с тем перечисленные процессы управляемы, их продолжительность можно свести до минимального уровня путем ускорения процесса провяливания или сушки трав до оптимальных значений влажности.

Для скашивания трав в республике применяли косилки с сегментно-пальцевыми и ротационными рабочими органами, которыми обеспечивалось скашивание в основном злаковых трав и травосмесей, а также трав на естественных угодьях. В парке насчитывалось свыше 8 тысяч тракторных косилок, больше половины из них были шириной захвата до 2,1 м, а косилки шириной захвата 3,1 м закупали у зарубежных фирм.

Взамен старых и импортных моделей («Диско-3050» и EasyCut-320) созданы и внедрены в производство тракторные косилки с дисковыми режущими аппаратами КДН-2,7 и КДН-3,1 (рисунок 1). Косилки различаются шириной захвата.

Предназначены для скашивания естественных и сеяных трав, бобово-злаковых и злаковых смесей трав с укладкой скошенной массы в прокос или валок. Применяются при заготовке сена, сенажа, травяного силоса, а также для ухода за пастбищами. Освоено серийное производство.

Косилки скоростные. Благодаря высокой скорости резания, до 90 м/с, работают на скоростях до 15 км/ч. Оснащены регулируемым валкователем, обеспечивающим укладку трав в валки переменной ширины – от 1,6 м до 2,0 м.

Экспериментально и практическим опытом установлено, что потери питательных веществ при заготовке травяных кормов напрямую зависят от продолжительности процесса полевой сушки (провяливания) трав. Установлено, что ускорение влагоотдачи обеспечивает механическое повреждение поверхности стеблей и листьев специальными устройствами. Благодаря такой обработке, скорость влагоотдачи злаковых трав увеличивается на 25 %, а бобовых – на 35 %. Для этой цели разработаны и поставлены на производство навесные и прицепные косилки-плющилки КДП-310А, КРН-3,1, КДФ-310, оснащаемые бильно-дековыми кондиционерами или плющильными аппаратами. Кондиционеры обеспечивают эффективную обработку злаковых трав и травосмесей, однако они не рекомендуются для обработки бобовых трав из-за сильного обивания лиственной части растений, бутонов и соцветий. Изменение видового состава трав (увеличение

объемов заготовки кормов из бобовых культур) потребовало применения новых конструкций устройств для дополнительной обработки скошенных трав, обеспечивающих щадящую обработку с минимальными потерями облиственных частей растений. Для этого созданы плющильные аппараты с шевронными вальцами.

Повышение производительности, снижение материалоемкости и снижение потерь при уборке трав обеспечивают созданные навесные косилки блочно-модульной компоновки



Рисунок 1. – Косилка дисковая навесная КДН-3,1

с шириной захвата 6 метров – КБМ-6 (рисунок 2).

Косилка обеспечивает скашивание, дополнительную обработку и укладку в прокосы или валки скошенных трав, преимущественно бобовых и бобово-злаковых травосмесей. Состоит из двух косилочных модулей (фронтального КДФ-310 и задненавесного КПП-3,1, каждый шириной захвата 3,1 м). Оснащается сменными адаптерами: плющильными вальцами для обработки бобовых трав, бильно-дековым кондиционером для обработки злаковых трав, валкообразователем для укладки трав в растил или валки. Заменяет три косилки, при этом снижается в 1,5...2 раза стоимость косилочного комплекса.

Для оснащения перечисленных выше косилок разработан унифицированный режущий брус шириной захвата 3,1 м, что позволяет снизить затраты на ремонт, обслуживание и эксплуатацию косилок. Кроме того, уменьшается номенклатура машин технологического комплекса, необходимых для ворошения и сгребания трав.

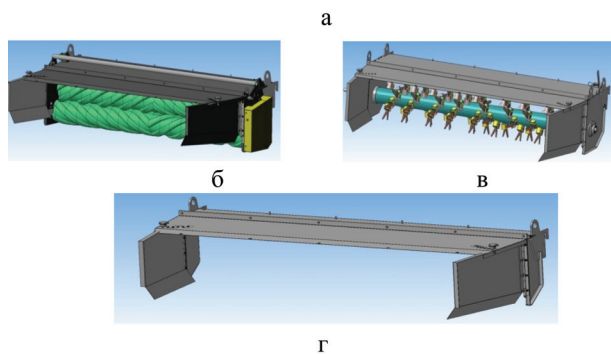
Заводы ОАО «Лидагропромаш», ПО «Гомсельмаш» выпускают тракторные косилки КСР-9,4; КПП-9; КПП-9-01, ширина захвата которых составляет 9 м. Все широкозахватные косилки оснащены бильно-дековыми кондиционерами. Установлено, что они эффективны при скашивании злаковых трав и травосмесей. При скашивании бобовых трав имеет место обивание листьев и соцветий. Кроме того, не рекомендуется применение этих косилок для скашивания трав на торфяниках вследствие высокой массы косилочного агрегата, приводящего к изменению высоты среза, повреждению травяного покрова и загрязнению торфом скошенных трав. В хозяйствах республики недостаточно широкозахватных косилок (имеется порядка 15 %). Нами намечено создание новых высокопроизводительных косилок для работы на торфяниках с учетом особенностей этих угодий.

Технические показатели косилок, косилок-плющилок приведены в таблице 1.

Ускорение процесса сушки (провяливания) скошенных трав обеспечивает ворошение. Благодаря ворошению, плотность укладки травы уменьшается, она легче проветривается, время высушивания после каждого ворошения сокращается на 15–20 %. В процессе заготовки сена злако-

Таблица 1. – Технические показатели косилок, косилок-плющилок

Наименование показателей	Марка косилки			
	КДН-3,1	КДП-310А	КБМ-6	КПП-9
Тип машины	навесная	полуприцепная	навесная	навесная
Агрегатирование с трактором, кл.	2,0	2,0	3,0	УЭС-2-250А
Конструктивная ширина захвата, м	3,1 ± 0,1	3,1	5,85	8,7
Производительность за час основного времени, га	2,2–4,2	до 4,0	5,7	от 7 до 10
Рабочая скорость, км/ч	от 9 до 15	от 6 до 12	до 12	до 12
Дополнительное оборудование	–	кондиционер бильно-дековый, плющильные вальцы	кондиционер бильно-дековый, плющильные вальцы	кондиционер бильно-дековый
Расход топлива, кг/га	3,3	3,4	4,6	5,2
Масса, кг	900	1700	2570	3900
Завод-изготовитель	ОАО «Лидсельмаш»	ОАО «УКХ «Бобруйскагромаш»	ОАО «УКХ «Бобруйскагромаш»	ПО «Гомсельмаш»



а) общий вид косилки КБМ-6; б) плющильные вальцы; в) кондиционер; г) валкообразователь

Рисунок 2. – Косилка блочно-модульная КБМ-6



Рисунок 3. – Грабли-валкователи с центральным расположением валка ГВЦ-6,6

вые травы подлежат ворошению при их влажности не ниже 40 %, а бобовые – 50 %. Дальнейшая сушка осуществляется в валках, при этом валки необходимо ворошить только до влажности 20–25 %. Далее досушивание идет в валках. Для выполнения операции созданы специализированные роторные ворошилки-вспушители ВВР-7,5 и ВРП-8,3, а также универсальные грабли-ворошилки, которые при соответствующем режиме работы выполняют ворошение или сгребание трав. Это грабли-ворошилки ГВР-320/420; ГВЦ-6,6; ГВБ-6,2 (рисунок 3).

Предназначены для ворошения или сгребания в валки сухо провяленной или свежескошенной травяной массы, уложенной в расстил, прокосы или валки.

Рекомендуются для применения во всех зонах республики. Агрегируются с тракторами класса 1,4 т.с.

Показатели назначения граблей-валкователей приведены в таблице 2.

Таблица 2. – Показатели назначения граблей-валкователей ГВБ-6,2 с боковым расположением валка

Наименование показателя	Значения
Ширина захвата, м	6,5
Рабочая скорость, км/ч	до 12
Производительность за час эксплуатационного времени, га	5,5
Расход топлива, кг/га	1,38

Практически все сено в республике заготавливают в запрессованном виде в рулонах или тюках, при этом сокращается потребность в хранилищах, уменьшаются транспортные расходы, качество и питательная ценность сена сохраняются за счет снижения потерь листовенной части растений, неизбежных при заготовке рассыпного сена.

Ключевая операция технологии – подбор и прессование растительной массы, высушенной до кондиционной влажности (17 %).

Для выполнения операции применяют рулонные или тюковые пресс-подборщики. Наибольшее распространение получили рулонные пресс-подборщики, вследствие несложной и неприхотливой в эксплуатации конструкции.

Рулонные пресс-подборщики отечественного производства ПРФ-110; ПРФ-145; ПРФ-180; РППО-445 выполнены с постоянной камерой прессования, поэтому рулоны формируются с переменной плотностью корма, которая минимальна в центре и постепенно увеличивается к периферии рулона. Вследствие низкой плотности кормов в центральной части рулон плесневеет и в большей мере подвержен порче, нежели более плотный слой по периферии рулона. С целью повышения плотности прессования кормов проведена модернизация и созданы рулонные пресс-подборщики с усиленным прессующим механизмом ПРМ-150, а также механизмом измельчения трав ПРИ-145. Начаты опытно-конструкторские работы по созданию рулонного пресс-подборщика с переменной камерой прессования, в которой обеспечивается постоянная плотность рулона по всему сечению. Вместе с тем производительность всех типов рулонных пресс-подборщиков остается невысокой, поскольку обвязка и выгрузка рулонов происходят при остановке агрегата, и продолжительность остановки занимает до 50 % технологического цикла получения рулона.

Технические и технологические преимущества тюковых пресс-подборщиков обусловлены в первую очередь тем, что прессование, обвязка и выгрузка тюков идет непрерывно без остановки машины, при этом процесс прессования двухступенчатый: происходит предварительное уплотнение в предварительной камере, окончательное – в прямоугольной камере под действием прессующего поршня и с давлением, единственно превышающим давление в прессовальной

камере рулонного пресс-подборщика, поэтому применение тюковых пресс-подборщиков позволяет повысить более чем в два раза производительность и плотность прессования трав и соломы. Кроме того, потери кормов из трав минимальны (равны нулю) у тюковых пресс-подборщиков, а также снижаются затраты в целом на заготовку кормов в тюках (при транспортировке, складировании и др.) (рисунки 4).



Рисунок 4. – Пресс-подборщик тюковый ПТ-800

Предназначены для подбора валков сена естественных и сеяных трав, соломы и провяленных трав, прессования их в тюки прямоугольной формы с одновременной обвязкой шпагатом. Техническая характеристика тюкового пресс-подборщика приведена в таблице 3.

Таблица 3. – Показатели назначения ПТ-800

Наименование показателя	Значения
Рабочая скорость, км/ч	6–12
Ширина захвата подборщика, мм	2100
Производительность за час основного времени, т:	
– на сене	до 25,0
– на соломе	до 17,0
– на подвяленной траве	до 40,0

Для подбора, транспортировки и складирования рулонов и тюков созданы и внедрены в производство специальные машины. Это подборщики-транспортировщики рулонов ТР-5; ТП-10; ТП10-1; погрузчики фронтальные ПФС-0,75; ПФС-1,1 к тракторам класса 1,5 и 2,0 т.с. и др. Однако перечисленные машины имеют низкую производительность и непригодны для работы с рулонами, упакованными в пленку.

Завершена разработка и ОАО «Вороновская сельхозтехника» готовит к производству платформу с манипулятором ПМК-10 грузоподъемностью 10 тонн, обеспечивающую подбор (погрузку на платформу), транспортировку и скирдование тюков или рулонов. В зимнее время выполняет разбор скирд и доставку рулонов или тюков к месту потребления. Применение платформы позволяет исключить из комплекса специализированный погрузчик (рисунок 5). Техническая характеристика представлена в таблице 4.



Рисунок 5. – Платформа с манипулятором для подбора, перевозки и скирдования рулонов и тюков ПМК-10

Таблица 4. – Показатели назначения платформы с манипулятором ПМК-10

Наименование показателя	Значения
Грузоподъемность, <i>т</i>	10
Производительность за час основного времени, <i>т</i>	от 8 до 19,5
Вместимость платформы: рулонов/тюков, <i>шт.</i>	22/24
Продолжительность загрузки/разгрузки, <i>мин.</i>	25/22
Удельный расход топлива, <i>кг/т</i> , не более	0,75

Таблица 5. – Техничко-экономические показатели технологии и комплексов машин для заготовки сена

Технологическая операция	Марка трактора	Марка машины	Производительность, <i>га/ч (т/ч)</i>	Расход топлива, <i>л/т</i>	Эксплуатационные затраты, <i>руб./т</i>
Заготовка сена в прессованном виде					
Скашивание	УЭС-2-250	КПП-9	7	0,23	1,15
Сгребание	«Беларус 820»	ГР-700П	7,4	0,12	0,39
Ворошение	«Беларус 820»	ГР-700П	7,4	0,12	0,39
Прессование (вариант 1)	«Беларус 1221»	ПРИ-145	9	1,40	7,44
Прессование (вариант 2)	«Беларус-2022»	«Торнадо» РППО445	19	1,26	14,09
Прессование (вариант 3)	«Беларус 3022»	ПТ-800	24	1,25	7,36
Погрузка и транспортировка рулонов (варианты 1–2)	«Беларус 1221»	ТП-10-1	12	0,75	3,69
Погрузка тюков (вариант 3)	«Беларус 820»	ПСН-1	11	0,73	1,47
Транспортировка тюков (вариант 3)	«Беларус 1221»	ПТК-10	15	0,93	1,91
Скирдование сена	«Беларус 820»	ПСН-1	11	0,73	1,47
ИТОГО по варианту 1 (заготовка ПРИ-145): Обмотка шпагатом. 1 катушка шпагата – 1100 м (масса – 5 кг), стоимость – 14,2 руб. Расход шпагата – 17 ниток на рулон диаметром 1,5 м (масса 550 кг), или 1,88 руб./т. Потери продукции при заготовке – 10 %. С учетом потерь затраты на заготовку сена составят 18,24 руб./т.					
ИТОГО по варианту 2 (заготовка «Торнадо» РППО445): Обмотка сеткой. 1 рулон сетки – 3000 м, стоимость – 299,8 руб. Расход сетки – 15,2 м на рулон диаметром 1,6 м (масса 670 кг), или 2,27 руб./т. Потери продукции при заготовке – 10 %. С учетом потерь затраты на заготовку сена составят 26,06 руб./т.					
ИТОГО по варианту 3 (заготовка ПТ-800): Обмотка шпагатом. 1 катушка шпагата – 1100 м (масса – 5 кг), стоимость – 14,2 руб. Расход шпагата – 30 м на тюк 0,7×0,8×2,4 м (масса 400 кг), или 0,97 руб./т. Потери продукции при заготовке – 10 %. С учетом потерь затраты на заготовку сена составят 16,80 руб./т.					

По материалам производственной эксплуатации машин выполнены технико-экономические показатели технологии и комплексов машин для заготовки сена (приведены в таблице 5).

Заключение

Технологические процессы заготовки сена несовершенны, сопровождаются высокими затратами и потерями исходного сырья. Повышение качества и снижение потерь в процессе заготовке сена является актуальной задачей.

Полученные в результате исследований и внедренные в производство технологические параметры и условия проведения процесса заготовки сена, а также применение новых машин технологического комплекса позволяют снизить потери и затраты при заготовке сена.

Литература

1. Зафрен, С. Я. Технология приготовления кормов / С. Я. Зафрен. – М.: Колос, 1977. – 240 с.
2. Нормы кормления крупного рогатого скота: справочник / редкол.: Н. А. Попков [и др.]. – Жодино: РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству», 2011 – 260 с.
3. Шпаар, Д. Производство грубых кормов / Д. Шпаар. – Торжок: ООО «Вариант», 2000 – 358 с.
4. Особенности технологий и техническое обеспечение заготовки кормов из трав и силосных культур: рекомендации / В. К. Павловский [и др.]. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск, 2010. – 58 с.