

ТЕХНОЛОГИЯ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ ЗАГОТОВКИ КАЧЕСТВЕННОГО СЕНА В УСЛОВИЯХ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРА РОССИИ

© Никифоров В.Е.,
Никитин Л.А.



Владислав Евгеньевич Никифоров

Вологодский научный центр Российской академии наук
Вологда, Российская Федерация
e-mail: nfrv_123@mail.ru



Леонид Алексеевич Никитин

Вологодский научный центр Российской академии наук
Вологда, Российская Федерация
e-mail: nikitin.l.2010@mail.ru

В статье рассматривается особенность основных технологических приемов для получения качественного сена при интенсивном использовании уборочной техники. Представлены перспективные методы заготовки высококачественного сена преимущественно в прессованном виде. Это позволяет решить проблему низкого качества кормов и повышения молочной продуктивности в животноводстве. Цель исследований – провести анализ и выявить агротехнические приемы использования комплекса машин в технологии механизированной заготовки сена высокого качества в прессованном виде в условиях Европейского Севера России. Новизну исследований определяет взаимосвязь агротехнических требований и применимого комплекса машин для получения сена высокого качества за счет сокращения сроков уборки в условиях Европейского Севера России. Отмечено влияние обеспеченности кормоуборочной техникой на эффективность заготовки кормов. Метод исследований включает обоснование эффективных агротехнических приемов и современных технологий заготовки высококачественного сена. Нарушение технологии заготовки сена приводит к снижению его качества, поскольку общие потери питательных веществ могут достигать 40%, каротина – до 70–90%. Существенно сократить потери качества сена также возможно за счет досушки искусственным способом. Сушка сена активным вентилированием сокращает время уборки, при этом сбор сена повышается на 15–20%, максимально сохраняется содержание протеина и каротина по сравнению с полевой сушкой.

Технология заготовки, сено, сушка, качество.

Рациональное ведение молочного животноводства подразумевает обязательное использование объемистых кормов в соответствии с нормированным питанием (Волгин и др., 2000; Калашников и др., 2003; Маклахов и др., 2015). Основной причиной низкой рентабельности животноводства выступает недостаточное качество грубых кормов, которое выражается в низкой концентрации обменной энергии в сухой массе (Тяпугин и др., 2011). При этом сено является одним из наиболее важных кормов в стойловый период, в нем содержатся протеин, сахар, витамины, минеральные вещества, необходимые для нормального развития организма животных и повышения их продуктивности (Калашников и др., 2003). В дальнейшем роль сена в балансе кормов как источника поступления растительного белка будет возрастать.

Технология производства определенного вида сельскохозяйственной продукции представляет собой сложный процесс, состоящий из множества отдельных производственных операций и приемов, последовательность выполнения которых определяется в соответствии с природно-экономическими условиями.

В Вологодской области уборка кормов проходит в короткие сроки при резком изменении погодных условий, в результате чего сложно получить качественное сено (Маклахов и др., 2016). Влажный климат в северо-западных регионах России во время уборки предъявляет особые требования к основным технологическим приемам получения качественного сена и применяемой технике. Это вызвано тем, что сено, заготовленное в полевых условиях путем естественной сушки, характеризуется низким качеством, поскольку может длительно находиться под влиянием солнца или осадков, что приводит к потере наиболее ценных питательных

веществ или порче при хранении. Сложно обеспечить необходимые технологические требования для механизированной заготовки качественного сена практически по всем технологическим операциям, поэтому хозяйства вынуждены использовать производительную и дорогостоящую технику, увеличивая тем самым свои капитальные и производственные затраты, и доля заготавливаемого из сена корма уменьшается.

Например, по статистическим данным в Вологодской области¹ произошло заметное снижение заготовки сена с 108,221 тыс. т в 2010 году и 75,4 тыс. т в 2015 году до 63,441 тыс. т в 2017 году. Уже в 2014 году при заготовке сена было использовано менее 7,4 тыс. га сенокосов, при этом не используется 95% площадей сенокосов (Маклахов и др., 2016). Качественные показатели объемистого корма также находятся на низком уровне, доля (по данным ФГУП ГЦАС «Вологодский») не классного сена в 2010 году составила 47,2%, в 2015 году – 87,9%, в 2017 – 90%. Кроме того, в России только за пятилетний период (2016–2019 гг.) общие объемы заготовки сена с 11,1 млн т сократились на 19%.

Этот процесс носит закономерный характер, поскольку возникшие проблемы проявились на фоне недостатка машин кормозаготовительной техники. Как следствие, затягивается заготовка кормов, нарушаются сроки уборки. Данные о материально-технической базе сельского хозяйства и парке основных видов техники в сельскохозяйственных организациях Вологодской области приводятся в *табл. 1*.

При современном уровне развития техники для заготовки грубых кормов основное внимание необходимо уделять качеству сена, так как наблюдаются самые большие потери питательных веществ в процессе уборки и хранения.

¹ Вологодская область в цифрах. 2020: крат. стат. сб. (2021) / Вологдастат. Вологда.

Таблица 1. Количество кормоуборочной техники в Вологодской области

| Техника | Год | | | | | | | |
|-----------------------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 2000 | 2005 | 2010 | 2015 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
| Тракторы | 10496 | 6722 | 4397 | 2988 | 2618 | 2529 | 2544 | 2505 |
| Плуги | 2455 | 1673 | 1056 | 671 | 573 | 540 | 542 | 529 |
| Культиваторы | 1430 | 1015 | 774 | 518 | 484 | 466 | 454 | 440 |
| Сеялки | 1529 | 1083 | 690 | 469 | 430 | 406 | 404 | 386 |
| Комбайны: зерноуборочные | 1468 | 937 | 579 | 371 | 345 | 343 | 333 | 318 |
| | 894 | 729 | 496 | 323 | 298 | 281 | 276 | 267 |
| Косилки | 2033 | 1346 | 903 | 575 | 510 | 472 | 493 | 472 |
| Пресс-подборщики | 1116 | 775 | 516 | 358 | 331 | 269 | 280 | 272 |

Источник: Вологодская область в цифрах. 2020: крат. стат. сб. (2021) / Вологдастат. Вологда.

Цель исследований – провести анализ и выявить агротехнические приемы использования комплекса машин в технологии механизированной заготовки сена высокого качества в прессованном виде в условиях Европейского Севера России.

Перспективные технологии заготовки сена состоят в том, что с точки зрения минимальных потерь сухого вещества при уборке и хранении наиболее рационально заготавливать прессованное сено с последующим досушиванием. Поэтому в большинстве стран преобладает заготовка прессованного сена. В США 90% общего объема сена заготавливают в прессованном виде, в Германии, Англии, Франции – 70–80%.

Новизна исследований определяется взаимосвязью агротехнических требований и применимого комплекса машин для получения сена высокого качества за счет сокращения сроков уборки в условиях Европейского Севера России.

Метод исследований включает анализ современных технологий по заготовке высококачественного сена в соответствии с агротехническими приемами и применяемой техникой.

Современные технологии заготовки кормов из трав требуют полной механизации с эффективным выполнением всех производственных процессов с минимальными

потерями урожая и питательных веществ в лучшие агротехнические сроки.

При скашивании трав на сено необходимо учитывать, что стадия созревания растений влияет на переваримость, содержание питательных веществ и кормовую ценность. Молодые растения содержат много протеина и мало клетчатки (Косолапов, 2008). По мере созревания кормовая ценность культуры снижается, а доля клетчатки возрастает. При задержке сроков уборки питательная ценность сена ежедневно снижается на 1%.

Практически все применяемые технологии заготовки сена имеют одинаковые производственные операции (скашивание травостоя, ворошение, переворачивание и сгребание в валки проявляемой или высушенной травы). Однако от качества проведения и своевременности выполнения этих операций в значительной степени зависят полнота сбора выращенного урожая трав и их питательность.

При заготовке сена общие потери питательных веществ могут достигать 40%, каротина – 70–90%.

При заготовке сена в производственном процессе потери его качества происходят в результате:

– нарушения сроков и технологии скашивания травостоя;



Рис. 1. Скашивание трав прицепной косилкой

Источник: Каталог кормоуборочной техники Krone (2017).

- биохимических процессов, протекающих после скашивания трав в процессе сушки;
- механических потерь во время уборки сена;
- нарушения технологии заготовки сена и неправильного хранения.

При скашивании трав используют современную высокопроизводительную технику: самоходные, прицепные и навесные косилки, а также косилки-плющилки и косилки-кондиционеры с аппаратами динамического действия².

В данной технологии применяются различные косилки: быстрые однобрусные (ширина захвата 2,7 м), двухбрусные, трехбрусные (ширина захвата 4–6 м), ротационные (для полегших трав), косилки-плющилки.

На *рис. 1* представлена косилка дисковая EasyCut 280 (Krone), имеющая следующие технические характеристики: рабочая ширина – 2,71 м; количество ножей/дисков – 4.

Одновременно с кошением траву можно плющить, поскольку расплющенные листья

и стебли растений сохнут в 1,5–2 раза быстрее, при этом снижаются потери качества, лучше сохраняются листья и соцветия. В связи с этим необходимо применять плющение, которое ускоряет сушку стеблей, повышает равномерность высыхания зеленой массы в целом. Однако если скошенную траву плющить при неблагоприятной погоде (повышенная влажность воздуха и осадки), то процесс сушки замедляется, а распад питательных веществ ускоряется, поэтому плющить траву в условиях влажного климата следует в соответствии с погодой.

Наряду с плющением можно применять ворошение массы в прокосах. Ворошение повышает равномерность сушки валка по толщине и тем самым сокращает время сушки всей массы. Для ускорения и обеспечения равномерного подсушивания (проявливания) траву в прокосах следует в течение дня ворошить дважды через 2–3 часа в зависимости от интенсивности испарения влаги.

В дальнейшем после скашивания трав производят ее ворошение. Ворошат траву до влажности 45–50%.

² Вологодская область в цифрах. 2020: крат. стат. сб. (2021) / Вологдастат. Вологда.

Общей операцией для всех способов является сгребание травы из прокосов в валки. При этом происходит частичное ворошение (перемешивание) массы, в валках она дополнительно подсушивается, и влажность выравнивается. При благоприятной сухой погоде можно ограничиться только сгребанием в валки. Сгребать траву в валки наиболее целесообразно при влажности 30–35%.

Неоднократное ворошение в большей степени ускоряет сушку, но одновременно при этом увеличиваются потери листьев, наиболее питательной части растений. Повторно ворошить траву можно только в исключительных случаях, когда погода неблагоприятная и сушка сена в валках задерживается.

Для сгребания сена в валки используют поперечные грабли или колесно-пальцевые грабли-ворошилки (рис. 2).

Грабли колесно-пальцевые ГКП-6,1 предназначены для сгребания провяленной травы из прокоса в валки и ворошения в прокосах с оборачиванием валков. Они характеризуются рабочей скоростью до 30 км/час, отличаются хорошей маневренностью, имеют независимую регули-

ровку рабочих органов, которая позволяет адаптироваться при сгребании к рельефу поля для уборки травяного корма без потерь и нарушения почвы. Преимущество данной операции заключается в том, что валок при высокой влажности не уплотняется. Грабли способны убирать травостои с любой урожайностью, имеют простую конструкцию и экономичность, для них требуются менее мощные тракторы. Эффект состоит в экономии 8–12% от суммарной себестоимости полученного сена в упаковке и других кормов.

В настоящее время технология прессования сена является наиболее интенсивным способом уборки. За счет полной механизации подбора, транспортировки и укладки рулонов на хранение дополнительно снижается себестоимость заготовки кормов. Затраты труда и расход топлива снижаются в 2–3 раза по сравнению с рассыпным способом. Прессованное сено по сравнению с рассыпным имеет ряд преимуществ: наиболее эффективно используются транспортные средства, требуется меньше хранилищ, используется простая система учета. Прессование сена снижает потери листьев, способствует



Рис. 2. Сгребание травы в валки

Источник: Грабли ворошилки колесно-пальцевые (2019).

повышению качества корма примерно в 2,5 раза по сравнению с рассыпным и измельченным сеном.

Существуют ограничения в применении рулонной технологии заготовки сена относительно требований по влажности пресуемой массы (18–22%), которые не всегда обеспечиваются даже при благоприятных погодных условиях. Высокая влажность не допускается, поскольку приводит к порче при хранении. Крупные рулоны и тюки сена устойчивы к атмосферным осадкам и могут быть досушены в хранилищах, их также можно хранить под навесами или на открытых площадках.

При благоприятной погоде для заготовки сена по указанной технологии ежедневно следует скашивать такое количество трав, которое может быть запрессовано в тот же день вечером.

Для прессования требуется равномерно высушенная масса, не содержащая крупностебельных растений. Массу, подлежащую прессованию, из валков подбирают при влажности 18–22%, при плотности прессования не более 130 и 190 кг/м³ соответственно. Плотность прессования определяют исходя из средней массы тюка (рулона) и его объема.

Прессовать траву (в тюки, кипы, рулоны) можно сразу после сгребания в валки, но не позднее 1–1,5 ч. после сгребания. Добиваться большого снижения влаги в поле не рекомендуется, так как резко возрастут потери и снизится питательность полученного сена. Для осуществления данной технологии изначально в валках сено подбирают и сразу же прессуют в тюки пресс-подборщиками ППТ-0,41, ППТ-160 и ПТ-165, а подборщик типа Tukan Max 1270 (производства «Ростсельмаш») используется для крупных тюков с обвязкой шпагатом. Подборщики ППТ-0,41, ППТ-160 и ПТ-165 формируют тюки массой 24–36 кг,

а крупнопакующий пресс-подборщик тюковый Tukan Max 1270 – до 500 кг.

Сухое сено прессуют до плотности 200 кг/м³, сено с некондиционной влажностью до 100–130 кг/м³ нуждается в досушивании до 17% влажности. Иногда за редким исключением приходится прессовать недосушенное сено с высокой влажностью 20–25% (до 30%). В этом случае обязательно необходима последующая технологическая операция по досушиванию тюков активным вентилированием. Применяют те же сушильные устройства и оборудование, что и при досушивании рассыпного сена. Чтобы успешно досушить сено до кондиционной влажности, следует уменьшить плотность прессования до 100–135 кг/м³.

В условиях Европейского Севера России активно применяется технология заготовки прессованного сена в крупногабаритных рулонах с использованием российских рулонных пресс-подборщиков ППР-Ф-1,8-01, ПР-150М, ПРФ-110 (145,180) (рис. 3) и машин от зарубежных фирм Krone, Claas, Kverneland и др.⁵ (Ахламов, 2003; Коновалова и др., 2018).

Пресс-подборщик предназначен для подбора сена естественных и сеяных трав или соломы, льна, прессования их в рулоны с одновременной обмоткой шпагатом. Рулонный пресс-подборщик ПРФ-180 прессует сено в крупногабаритные рулоны цилиндрической формы до 500 кг и плотностью 120–200 кг/м³. Кроме пресс-подборщика ПР-150М применяют другие рулонные пресс-подборщики: ПФ-350, ПР-120М, ПР-200, ПВР-400 (с массой пачки 150–200 кг).

При заготовке прессованного сена с рулонами необходим комплекс машин и оборудования, таких как погрузчик-укладчик ПКУ-0,8, ПФ-0,5, а также машина по измельчению рулонов перед скармливанием скоту ИРТ-Ф-80.

⁵ Технология заготовки и хранения сена (2016) // Агровестник. Кормопроизводство. URL: <https://agrovosti.net/lib/tech/fodder-production-tech/tekhnologiya-zagotovki-i-khraneniya-senazha.html> (дата обращения 30.04.2022).



Рис. 3. Пресс-подборщик ПРФ-180

Источник: Руководство по эксплуатации – пресс-подборщики рулонные ПРФ.

Самой совершенной из существующих технологий заготовки сена для получения более качественного корма по энергетической и протеиновой питательности является досушивание прессованных проявленных трав методом искусственной или естественной сушки. Естественная сушка более длительна и зависит от погодных условий. Нахождение растительной массы в поле вызывает значительные (до 40%) потери питательных веществ, поэтому для сохранения качества корма преимущественно необходимо проводить искусственное досушивание подвяленной травы.

При досушке сена активным вентилированием массу прессуют при влажности 25–30%, с плотностью прессования не более 110–120 кг/м³. Хорошо просушенную массу целесообразно прессовать утром или вечером до 150–200 кг/м³. Обычно плотность прессования не превышает 140 кг/м³ (Ахламов, 2003).

Технология работ, комплексы необходимых машин для заготовки сена и отдельные операции зависят от наличия техники в хозяйстве, погодных условий и пр. (табл. 2).

Одним из главных организационных мероприятий является комплектование техникой и квалифицированными кадрами. Для этого используются следующие исходные данные:

- плановый объем работ, агротехнические сроки их выполнения,
- размеры площадей по видам сельскохозяйственных культур, урожайность и сроки их созревания,
- календарные сроки и технологические приемы выполнения операций,
- техническая характеристика машин, имеющихся в хозяйстве,
- характеристики земельных участков, кормохранилищ, расстояния для перевозки корма.

Производственная технология заготовки сена должна обеспечивать качественные показатели по питательности и соответствие характеристик требованиям стандарта. Сено не должно иметь затхлый, плесневелый или гнилостный запах и должно содержать не менее 83% сухого вещества (при 17% влажности), но не более 10% золы на 1 кг корма.

Нередко качество кормов снижается в процессе уборки кормовых культур и хра-

Таблица 2. Технология заготовки высококачественного сена

| № п/п | Перечень основных мероприятий | Агротехнические требования к качеству работы | Особенность агротехнических приемов | Примечания |
|-------|-------------------------------|---|--|--|
| 1 | Скашивание | В фазе колошения злаковых и бутонизации бобовых культур | Скашивание + плющение. Плющат растения косилками-плющилками | В расплющенной траве бобовых после проявлявания содержится на 15–20% питательных веществ больше, чем в неплющенной |
| 2 | Ворошение в прокосах | При влажности не менее 40%, бобовых – не менее 55%, когда рабочие органы машин еще не обламывают листья и соцветия. В случае скашивания в прокосы злаки сгребают в валки при влажности в среднем 45–50%, а бобовые 60–66% | Первое ворошение проводят по мере подсыхания верхнего слоя скошенной массы, обычно через 1–2 ч, а в ненастную погоду – через 2–4 ч после скашивания. Ворошение прекращают при снижении влажности скошенной травы до 40% для злаковых и до 45–55% для бобовых трав, когда листья и соцветия не обламываются рабочими органами машин. В валках ворошение можно проводить при влажности до 25–30% | Способствует более быстрому и равномерному высыханию массы |
| 3 | Сгребание в валки | В валках операцию ворошения можно проводить при влажности до 25% | Сгребают траву в валки после разного числа ворошений при влажности злаковых в среднем 45–50%, бобовых 60–65% | |
| 4 | Транспорт | – | – | – |
| 5 | Сушка | Нагрев не более 40 °С | Активное вентилирование в рассыпном и прессованном виде. Время сушки – 5–6 дней | Снижаются потери питательности при хранении |

Источник: собственные исследования авторов; Грабли ворошилки колесно-пальцевые (навесные, прицепные) (2019) // Аграрные технологии. URL: <https://at-18.ru/index.php/specpredlozheniya/grabli-kolyosno-palcevye> (дата обращения 18.04.2022).

нения кормов. В настоящее время разработаны и проверены в производственных условиях новые, прогрессивные способы заготовки кормов: досушивание сена активным вентилированием, производство гранулированного сена и т. д. Однако потери питательных веществ (кормовых единиц) в сене значительно различаются по способу заготовки в сравнении с зеленой травой (табл. 3).

Таблица 3. Сохранность выхода питательных веществ для сена

| Способ заготовки | Содержание кормовых единиц, % |
|---|-------------------------------|
| Зеленая трава | 100 |
| Сено искусственной сушки | 70–75 |
| Сено, высушенное на вешалах | 60–70 |
| Сено, высушенное в прокосах | 40–50 |
| Источник: собственные исследования авторов. | |

Для получения сена высокого качества в рассыпном виде также необходимо сократить время пребывания скошенной массы в поле и досушить ее методом активного вентилирования на различных установках и сооружениях. Сущность указанного способа заключается в том, что скошенную траву предварительно провяливают в поле до влажности 30–45%, собирают и доставляют на место длительного хранения, где с применением специального оборудования одновременно досушивают.

Достоинствами заготовки прессованного сена с досушкой являются:

- сокращение времени пребывания скошенной травы в поле и снижение потерь питательных веществ;
- повышенный сбор сена (на 15–20%);
- приготовление качественного сена с полным сохранением протеина и в 3–4 раза более высоким содержанием каротина по сравнению с сеном полевой сушки.

Таким образом, для эффективного выполнения производственных процессов в технологии заготовки кормов требуется обеспечить современную материально-техническую базу и организацию машинных способов производства в соответствии с условиями конкретного товаропроизводителя или группы хозяйств.

Выводы

В ходе работы проанализированы агротехнические приемы использования комплекса машин в технологии механизированной заготовки сена высокого качества в прессованном виде в условиях Европейского Севера России. Приведена система организационно-технических мероприятий для технологии заготовки высококачественного сена с учетом агротехнических требований к качеству работы кормоуборочной техники. Основные технологические операции по заготовке сена должны учитывать преимущества и особенности использования производительной техники в ограниченные сроки путем ускоренного провяливания многолетних трав. В результате скашивание травы современными роторными косилками с плющением, кондиционированием и повторным ворошением позволит заготавливать сено высокого качества и на 15–20% увеличит содержание в нем питательных веществ.

Искусственная сушка сена помогает решить задачу улучшения качества кормов и, как следствие, повышения молочной продуктивности в животноводстве.

ЛИТЕРАТУРА

- Ахламов Ю. (2003). Заготовка кормов в рулонах // Животноводство России. № 6. С. 40–41.
- Волгин В.И., Романенко Л.В., Бибикина А.С., Морозов Н.Н. (2000). Система кормления высокопродуктивных коров // Зоотехния. № 8. С. 16.
- Калашников А.П., Щеглов В.В., Первов Н.Г. (2003). Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных. М.: Колос. 456 с.
- Коновалова Н.Ю., Безгодова И.Л., Коновалова С.С. (2018). Особенности технологий выращивания кормовых культур и заготовки кормов в условиях Европейского Севера Российской Федерации. Вологда: ВолНЦ РАН. 277 с.
- Косолапов В.М. (2008). Повышение качества кормов из многолетних трав // Вестник Российской академии наук. № 3. С. 54–55.
- Маклахов А.В., Углин В.К., Коновалова Н.Ю., Никифоров В.Е. (2016). Состояние и перспективы развития кормопроизводства Вологодской области // Адаптивное кормопроизводство. № 1. С. 6–16.
- Маклахов А.В., Углин В.К., Тяпугин Е.А. [и др.] (2015). Научные основы получения высококачественных кормов из трав: методические положения. Вологда – Молочное. 35 с.
- Тяпугин Е.А., Углин В.К., Никифоров В.Е., Креминская Л.И. (2011). Получение высококачественных кормов из трав // Молочное и мясное скотоводство. № 4. С. 8–10.

Сведения об авторах

Владислав Евгеньевич Никифоров – старший научный сотрудник, Вологодский научный центр Российской академии наук (Российская Федерация, 160555, г. Вологда, с. Молочное, ул. Ленина, д. 14; e-mail: nfrv_123@mail.ru)

Леонид Алексеевич Никитин – кандидат технических наук, доцент, заведующий отделом, старший научный сотрудник, Вологодский научный центр Российской академии наук (Российская Федерация, 160555, г. Вологда, с. Молочное, ул. Ленина, д. 14; e-mail: nikitin.l.2010@mail.ru)

TECHNOLOGY OF MECHANIZED HARVESTING OF QUALITY HAY IN THE CONDITIONS OF THE EUROPEAN NORTH OF RUSSIA

Nikiforov V.E., Nikitin L.A.

The article deals with the features of the main technological methods for obtaining high-quality hay under intensive use of harvesting equipment. We have presented promising methods of harvesting high-quality hay mainly in the pressed form. This allows solving the problem of low-quality forage and increasing milk productivity in cattle breeding. The purpose of the research is to analyze and identify the agrotechnical methods of using a set of machines in the technology of mechanized harvesting of high-quality pressed hay in the conditions of the European North of Russia. The novelty of the research is determined by the interrelation of agrotechnical requirements and the applicable set of machines for obtaining high-quality hay by reducing the harvesting time in the conditions of the European North of Russia. There is an influence of the provision of forage harvesting equipment on the efficiency of fodder procurement. The method of research includes the substantiation of effective agronomic techniques and modern technologies of harvesting high-quality hay. Violation of hay harvesting technology leads to a decrease in its quality, as the total loss of nutrients can reach 40%, carotene – up to 70–90%. It is also possible to significantly reduce the loss of quality of hay by means of artificial drying. Active ventilation of hay reduces the time of harvesting, while the collection of hay increases by 15–20%, the maximum content of protein and carotene is preserved compared to field drying.

Harvesting technology, hay, drying, quality.

REFERENCES

- Akhlamov Yu. (2003). Preparation of fodder in bales. *Zhivotnovodstvo Rossii=Animal Husbandry of Russia*, 6, 40–41 (in Russian).
- Kalashnikov A.P., Shcheglov V.V., Pervov N.G. (2003). *Normy i ratsiony kormleniya sel'skokhozyaistvennykh zhivotnykh* [Feeding Norms and Diets for Farm Animals]. Moscow: Kolos.
- Konovalova N.Yu., Bezgodova I.L., Konovalova S.S. (2018). *Osobennosti tekhnologii vyrashchivaniya kormovykh kul'tur i zagotovki kormov v usloviyakh Evropeiskogo Severa Rossiiskoi Federatsii* [Technology of Growing Fodder Crops and Harvesting Fodder in the Conditions of the European North of the Russian Federation]. Vologda: VolRC RAS.

- Kosolapov V.M. (2008). Improving the quality of forage from perennial grasses. *Vestnik Rossiiskoi akademii nauk=Herald of Russian Academy of Sciences*, 3, 54–55 (in Russian).
- Maklakhov A.V., Uglin V.K., Tyapugin E.A. et al. (2015). *Nauchnye osnovy polucheniya vysokokachestvennykh kormov iz trav: metodicheskie polozeniya* [Scientific Basis for Obtaining High-Quality Forages from Grasses: Methodological Provisions]. Vologda – Molochnoe.
- Maklakhov A.V., Uglin V.K., Konovalova N.Yu., Nikiforov V.E. (2016). The state and prospects of development of forage production Vologda Region. *Adaptivnoe kormoproizvodstvo=Adaptive Fodder Production*, 1, 6–16.
- Tyapugin E.A., Uglin V.K., Nikiforov V.E. et al. (2011). Obtaining high-quality forage from grasses. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo=Dairy and Beef Cattle Farming*, 4, 8–10 (in Russian).
- Volgin V.I., Romanenko L.V., Bibikova A.S. et al. (2000). Feeding system for highly productive cows. *Zootekhnika*, 8, 16.

Information about the authors

Vladislav E. Nikiforov – Senior Researcher, Vologda Research Center of the Russian Academy of Sciences (14, Lenin Street, Molochnoe Rural Settlement, Vologda, 160555, Russian Federation; e-mail: nfrv_123@mail.ru)

Leonid A. Nikitin – Candidate of Sciences (Engineering), Associate Professor, Head of Department, Senior Researcher, Vologda Research Center of the Russian Academy of Sciences (14, Lenin Street, Molochnoe Rural Settlement, Vologda, 160555, Russian Federation; e-mail: nikitin.l.2010@mail.ru)