

ИССЛЕДОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЛЕНТОЧНОГО ВАЛКОВАТЕЛЯ

В.Б. Ловкис, Т.А. Непарко, Н.Н. Быков

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация: В статье установлены факторы, влияющие на качество заготавливаемых кормов: погодные условия; оптимальные сроки уборки трав; высота скашивания; продолжительность полевой сушки или провяливания скошенной массы до кондиционной влажности; качество сгребания провяленной травяной массы; степень измельчения закладываемой массы; качество закладываемого сенажа и силоса; быстрое уплотнение травяных кормов до требуемой величины; процесс ферментации; качественное хранение и выемка с минимальным окислением; проведены теоретические исследования основных эксплуатационно-технологических параметров ленточного валкователя.

Ключевые слова: фактор, качество, корм, прокос, ворошение, валкователь, параметры, валок.

Original article

RESEARCH OF BELT ROLLER PARAMETERS

V.B. Lovkis, T.A. Neparko, N.N. Bykov

EI "Belarusian State Agrarian Technical University", Minsk, Republic of Belarus

Abstract: The article identifies factors influencing the quality of prepared feed: weather conditions; optimal timing for harvesting herbs; cutting height; duration of field drying or drying of the mown mass to the required humidity; quality of raking of dried grass mass; degree of grinding of the applied mass; quality of laid haylage and silage; rapid compaction of grass feed to the required size; fermentation process; high-quality storage and retrieval with minimal oxidation; Theoretical studies of the main operational and technological parameters of the belt rake were carried out.

Keywords: factor, quality, feed, swathing, tedding, rake, parameters, windrow.

Качество травяных кормов, получаемых из скошенных трав, зависит от множества факторов, основным из которых является скорость их сушки (провяливания) до кондиционной влажности. Однако, неустойчивые погодные условия, характерные для нашей республики в период сенокоса, значительно усложняют эту задачу. Так, исследованиями доказано, что при сушке в хорошую погоду общие потери сухого вещества травы колеблются от 10 до 30 %, а при неблагоприятных погодных условиях они достигают 50 % и больше, и при этом значительны и потери протеинов и других питательных веществ [1]. В

настоящее время при высоких урожаях зеленой массы в мировой практике, в частности в Западной Европе, практикуется скашивание и укладка в прокос, а не в валок, для ускорения процесса сушки, поэтому все большее количество уборочных комплексов и косилок скашивают убираемую массу в широкие прокосы с последующим их ворошением. Этот прием позволяет ускорить процесс полевой сушки на 25-35 %. В условиях республики скашивание в прокос и интенсивное ворошение прокоса позволяет получить травяные корма кондиционной влажности в более короткие сроки. Соответственно, качество такого корма высокое, в нем максимально сохраняется каротин, протеин, углеводы и другие, питательные и витаминные комплексы, влияющие на его энергетическую ценность. Дальнейшее досушивание и сохранение энергетической ценности травяных кормов во многом зависит от качества их сгребания в валки [2].

Факторы, влияющие на качество заготавливаемых кормов. Первый фактор – сроки начала заготовки. Злаковые травы начинают скашивать при достижении ими высоты 40-50 см. В это время колос только собирается выйти наружу. Заканчивают злаковые не позже, как три четверти массива зацветёт. Бобовые начинают скашивать в фазе начала бутонизации и завершают в фазе цветения. В практике заготовки кормов скашивание в основном начинают в более поздние стадии вегетации растений для так называемого набора массы. Опоздание с началом уборки на одну неделю равно потере 3,6 единицы переваримости корма, что равносильно дополнительным затратам 1,5 кг комбикорма на голову в день. Если растение переросло и полегло, то потеря составит уже 9 единиц переваримости. Важна ещё и высота среза растений. Скашивание культур производят на высоте не ниже 8 см от поверхности. Это увеличивает отрастание и урожайность следующего укоса. На практике она составляет 5+/-2 см. Отклонение от рекомендуемой высоты среза вызвано, во-первых, привычкой с советских времен заготавливать тонны и кормовые единицы, а не обменную энергию; во-вторых, для качественного среза на высоте 8-10 см нужна высокая плотность травостоя, в противном случае косилка «затирает» растения, а не косит. Для решения этой задачи требуется особый подход к севу люцерны – идеальная схема, когда растения расставлены на расстояние 8-10 см друг от друга. В большинстве случаев люцерну сеют с междурядьем 15-19 см, без уплотнения посева за счет поперечного сева или смещения сеялки в междурядье, что возможно только при использовании навигации. Высота среза, выровненность поля плюс способность подвески косилок поддерживать заданную высоту среза, а также применение ленточных валкообразователей обеспечивают снижение загрязнения корма почвой и количества находящихся в ней патогенных бактерий.

Второй фактор – качество закладываемого сенажа и силоса. Оно зависит от ряда других факторов, в первую очередь от процента содержания сухого вещества. Высокая влажность сырья повышает буферную ёмкость, что мешает быстрому закислению массы. Необходимо помнить, что из валков испарение влаги из 1 т зеленой массы составляет около 20 литров в час, а из расстеленной

массы – 100 литров. Кроме того, высокое содержание протеина также повышает буферную ёмкость закладываемой массы.

Третий фактор – степень измельчения закладываемой массы. Для кукурузного силоса оптимальная степень измельчения 4-10 мм, для силоса из злаковых и злаково-бобовых смесей – 20-40 мм, сенажа люцерны – 30-50 мм, зернового сенажа – 5-15 мм. Длина резки на кормоуборочном комбайне влияет на качество корма, т. к. от него зависит скорость трамбовки. Для управления ею требуется система автоматического изменения длины резки в зависимости от влажности растений: при снижении влажности длина резки должна уменьшаться.

Четвёртый фактор – быстрое уплотнение до требуемой величины. Основная ошибка, не позволяющая получить качественный корм, – чрезмерная толщина слоя. Большинство технологов считает, что трамбовка происходит только тогда, когда слой укладываемой массы составляет 15-20 см, но не толще 30 см. Практические тесты в США показали, что при толщине слоя 30 см при оптимальной влажности удается достичь плотности до 500 кг/м³, а при уменьшении толщины трамбуемого слоя до 10 см плотность увеличивается в 1,5 раза при том же темпе заготовки. Если плотность будет ниже 600 кг/м³, то потери за время хранения могут составить до 20-25 %. Как показывает практика, большая часть заготовленного в Республике Беларусь сенажа и силоса имеет плотность от 400-600, и только у самых передовых сельскохозяйственных предприятий до 650 кг/м³. Для того чтобы получить качественный силос, необходима плотность не ниже 700 кг/м³, и чем она выше, тем ниже потери питательной ценности. Помимо использования тяжёлой техники для эффективного повышения плотности трамбовки в последние годы стал популярен каток из железнодорожных колес.

Пятый фактор – процесс ферментации. Весь процесс силосования или сенажирования подразделяется на четыре стадии: аэробную, бактериальной ферментации, стабилизации и скармливания. Аэробная стадия характеризуется работой бактерий, использующих кислород и легкодоступные сахара. В результате выделяются углекислый газ, вода, повышается температура закладываемой массы и разрушаются белки. Вот почему необходимы качественная трамбовка и быстрое выдавливание кислорода из массы. Действие же собственно молочнокислых бактерий начинается со 2-3-го дня изоляции от кислорода. При этом все молочнокислые бактерии, находящиеся на растениях, так называемого гетероферментативного пути.

Это означает, что такая бактерия, ферментируя молекулу глюкозы или фруктозы, прежде чем образовать молекулу молочной кислоты, проходит через ряд промежуточных реакций с образованием метанола, маннитола, углекислого газа, уксусной кислоты, которые накапливаются в заготавливаемой массе, что и делает корма невкусными. Налицо неэффективное использование легкорастворимых сахаров и существенная потеря питательных веществ и энергетической ценности корма. Есть и другие виды бактерий: прямого пути ферментирования или гомоферментативного, когда бактерия напрямую, без промежуточных реакций, образует две молекулы молочной кислоты. Однако в

растениях их ничтожное количество, поэтому в расчёт они не берутся. Процесс ферментации сахаров – очень ответственный, так как от скорости и эффективности ферментации будут зависеть сохранность, питательность и качество корма. Для получения качественных кормов необходимо использование бактериальных заквасок. Современные закваски отличаются тем, что содержат четыре вида бактерий прямого пути ферментирования, так называемого гомоферментативного. В отличие от гетероферментативного при гомоферментативном пути ферментации сахаров не образуется промежуточных продуктов распада, что повышает вкусовые качества корма и позволяет более эффективно использовать сахара.

Шестой фактор – качественное хранение и выемка с минимальным окислением. В практике кормления к этому вопросу относятся без должного внимания. Между тем, даже заготовив качественные корма, из-за ошибок при вскрытии траншеи можно существенно снизить качество корма. Ни в коем случае нельзя открывать слишком большую поверхность, допустим, на 3-4 дня вперёд. Корм на открытой площади соприкасается с воздухом, а кислород, как известно, сильнейший окислитель. Положение существенно усугубляется, если выемка корма производится неправильно. В отсутствие фрезы при выемке корма из траншеи ковшом снимают корм, отрывая куски и допуская разрыхление большого количества корма. Часто бывают случаи подвоза кормов заранее, например, вечерний завоз для приготовления кормосмеси и раздачи утром. Все эти и подобные нарушения существенно снижают качество корма на кормовом столе.

Таким образом, в процессе заготовки качественных кормов необходимы строгое соблюдение и учёт всех факторов, влияющих на конечный результат.

Анализ результатов обобщенной оценки МТА. Моделируя процесс сгребания просушенной (проявленной) массы в валки ленточным валкователем на базе различных тракторов по интегральному критерию относительного удаления от цели [3, 4], определена целевая функция выбора рационального состава и режимов работы МТА для заданной технологической операции

$$\mu'_{ijsf} = \frac{N_{D_{\text{ом}ijsf}}^H + \Theta_{ijsf}^H + 3_{ijsf}^H}{N_{D_{\text{ом}ijsf}}^O + \Theta_{ijsf}^O + 3_{ijsf}^O} - 1 \rightarrow \min.$$

Произведен выбор рационального состава и режима работы агрегатов на заготовке кормов при сгребании массы на стерне нормальной влажности с удельным сопротивлением ленточного валкователя 0,7-0,9 кН/м с учетом изменения длины гона и соответствующего сочетания ленточного валкователя на базе тракторов класса 3 и 2. Расчеты произведены для трех значений длины гона L_p : 600, 800 и 1000 м. Исследованиями установлено, что между размерами участков и длинами гонов существует тесная корреляционная связь, т.е. малым площадям участков соответствуют малые длины гонов и, наоборот, большим площадям участков соответствуют большие длины гонов. В связи с этим, для комплексной оценки агрегатов приняты следующие значения площадей одного поля: 28,8, 51,2 и 80 га, соответствующие приведенным выше длинам гонов.

Исследование показало, что при длине гона 600 м оптимальным по интегральному критерию удаления от цели является агрегат «Беларус-1523»+b_p ($\mu'=0$), обеспечивающий производительность 51,8 га за смену при расходе топлива 2,46 кг/га. При увеличении длины гона до 800 м более эффективен агрегат «Беларус-1523»+b_p ($\mu'=0,01$), обеспечивающий производительность 55,26 га за смену при расходе топлива 2,47 кг/га.

При формировании валков ленточным валкователем в целом эффективен агрегат «Беларус-1221.2»+b_p, обобщенный показатель которого, начиная с длины гона 600 м, улучшается и достигает своего наилучшего значения при длине гона 1000 м ($\mu'=0$), обеспечивая производительность 58,8 га за смену при расходе топлива 2,14 кг/га.

Повышение производительности и снижение расхода топлива агрегатов при среднестатистических условиях работы вызвано снижением тягового сопротивления МТА при сегментации ленточного валкователя, увеличением рабочей скорости движения, коэффициента использования времени смены и коэффициента загрузки двигателя по мощности. Это ведет к улучшению оцениваемых показателей и, как следствие, снижению показателей идеального варианта, что в свою очередь влечет за собой изменение ранжирования агрегатов.

Выполненные расчеты позволили установить, что производительность за час эксплуатационного времени ленточного валкователя составляет от 2,85 до 8,40 га/ч, в зависимости от укоса, состояния полей и его сегментации. При первом укосе, когда объем массы велик, рекомендована рабочая скорость трактора до 13 км/ч. При втором, третьем укосе, если поля ровные, скорость может быть до 16 км/ч.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Маклахов А.В., Углин В.К., Никифоров В.Е. Совершенствование технологии заготовки сена в рулонах. Владимирский земледелец. 2017. № 4 (82). С. 28-30.
2. Особенности технологий и техническое обеспечение заготовки кормов из трав и силосных культур // Официальный сайт предприятия РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» [Электронный ресурс]. – 2022.
3. Технологии и техническое обеспечение производства продукции растениеводства: учебное пособие / Т. А. Непарко, А. В. Новиков, И. Н. Шило; под общ. ред. Т. А. Непарко. – Минск: ИВЦ Минфина, 2015. – 199 с.
4. Непарко, Т. А. Технология и техническое обеспечение производства продукции растениеводства [Электронный ресурс]: электронное учебное пособие / Т.А. Непарко; Минсельхозпрод РБ, БГАТУ, Кафедра ЭМТП и А. – Минск: БГАТУ, 2023.

REFERENCES

1. Maklakhov A.V., Uglin V.K., Nikiforov V.E. Improving the technology of harvesting hay in rolls. Vladimirsky Zemledelets. 2017. No. 4 (82). p. 28-30.

2. Features of technologies and technical support for harvesting fodder from grasses and silage crops // Official website of the enterprise RUE "Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Agricultural Mechanization" [Electronic resource]. – 2022.
3. Technologies and technical support for the production of crop products: a textbook / T. A. Neparko, A. V. Novikov, I. N. Shilo; edited by T. A. Neparko. – Minsk: Information and Information Center of the Ministry of Finance, 2015. – 199 p.
4. Neparko, T. A. Technology and technical support for the production of plant products [Electronic resource]: electronic textbook / T. A. Neparko; Ministry of Agriculture and Food of the Republic of Belarus, BSATU, Department of EMTP and A. – Minsk: BSATU, 2023.