



ЖИВОТНОВОДСТВО И ВЕТЕРИНАРНАЯ МЕДИЦИНА



Н. С. Яковчик, докторант Белорусского НИИ экономики и информации АПК

УДК 636.1.085

Энергетические аспекты повышения эффективности производства кормов на базе интенсивных технологий

В сложившейся экономической ситуации важной проблемой для Беларуси является снижение топливно-энергетических ресурсов на все виды производимой сельскохозяйственной продукции. Это требует проведения энергосберегающей политики, что в конечном счете и предопределяет направление эффективного использования топлива, электроэнергии, оптимизацию структуры и объемов их использования.

На фактических материалах рассматриваются мероприятия, направленные на оптимизацию кормовых ресурсов, их рациональное использование с помощью малозергоемых технологий выращивания, заготовки и приготовления кормов. Представлена технологическая модель с организационными основами производства кормов. Дана структура затрат совокупной энергии по элементам при различных вариантах переработки зеленой кормовой массы, включая расход электроэнергии, горюче-смазочных материалов, затраты живого и овеществленного труда и оборотных средств.

Интенсификация кормопроизводства на современном этапе также зачастую не связывается с экономным расходованием энергоресурсов. По данным наших исследований, на получение продукции животноводства в структуре полных энергозатрат на корма приходится 58–92%. Как видно, энергозатраты на производство кормов составляют более половины стоимости животноводческой продукции.

Специалисты животноводства хорошо осведомлены о себестоимости производимой продукции (мяса, молока), меньше знают о себестоимости кормов (сена, силоса, сенажа, травяной муки) и почти не представляют, сколько энергии затрачено на их производство. Расчеты показывают, что различные сельскохозяйственные культуры требуют неодинаковых энергетических затрат. В среднем по Беларуси расходуется условного топлива на гектар посевов зерновых 180–205 кг, картофеля – 600–770, кормовых корнеплодов – 500–700, многолетних трав – 80–130, силосных культур – 250–280 кг. В расчете на 1 ц к.е., содержащихся в зернофураже, соответственно 10–12,5 кг условного топлива, в картофеле – 10–15,5, в корнеплодах – 11–15, в сене многолетних трав – 4–4,8, в силосе – 6,5–8 кг. На производство зерна расходуется 38–41% общего объема топлива, потребляемого в растениеводстве, на вы-

In the turned out economic situation the important problem for Belarus is lowering of fuel-energy resources on all species of produced agricultural products. It is required taking of the energy saving policy finally which predetermines the direction of the effective use of the fuel and the electric power, the optimization of the structure and there volumes of using.

On factual materials it is examined measures directed on the optimization of fodder resources, there effective use with helping of small energy capacious technologies of the fodder cultivation, laying in and the preparation. The technological production model of fodders is presented. The expenditures' structure of the combined energy according to elements on different variants of processing of the green fodder mass including the electric power, costs of flammable – lubricating material, expenditures of people and thinging labours, working means is given in this research.

ращивание пропашных культур – 21–25, многолетних трав – 6–8, силосных культур – 10–13%. В то же время, например, увеличение урожая зерновых в 2 раза требует десятикратного повышения затрат ресурсов и энергии.

В настоящее время обычно под экономией принято подразумевать прежде всего затраты, связанные с весенним севом, междурядной обработкой, транспортировкой и уборкой трав. Но это только часть совокупной энергии, расходуемой на производство кормов. Кроме вышперечисленных технологических затрат необходимо учитывать затраты на производство основных и оборотных средств. Так, например, на производство 1 кг массы трактора или сельскохозяйственного оборудования затрачивается энергия, эквивалентная 2 кг дизельного топлива. На производство 1 т чистого вещества азота минеральных удобрений расходуется 77–82 ГДж, фосфора – 12–17, калия – 8–9 ГДж.

Изменениям энергетической эффективности подвержена растениеводческая продукция не только при выращивании, но и при ее дальнейшей переработке. Так, подсчитано, что на получение 1 т травяной муки затрачивается на 150 кг топливных единиц больше, чем эквивалентной энергии содержится в самой муке, или которой было бы достаточно для выполнения работ по

возделыванию и уборке зерновых на площади 2,7 га. В последнем случае может быть получено 7 т зерна и 11 т соломы.

Энергетическая эффективность производства животноводческой продукции на порядок ниже, чем растениеводческой. Для ее расчета, так же как и для подсистемы "растениеводство", учитывались выход продукции, ее энергосодержание и расход энергии на ее производство. Согласно расчетам энергетическая эффективность, включая расход энергии на производство кормов, составляет 0,099–0,103 Дж на 1 Дж затраченной энергии.

Технология возделывания кормовых культур может быть более рентабельной, если накопленная в биомассе энергия будет повышаться, а затраченная энергия будет иметь тенденцию к снижению. Добиться этого можно путем совершенствования и изменения технологических операций.

Энергоемкость технологий производства кормовых культур складывается из энергозатрат на выполнение технологических процессов возделывания и уборки той или иной культуры. В кормопроизводстве эффективность использования невозобновляемых природных энергоресурсов можно повысить за счет внедрения более экономных по расходу энергии технологических процессов, рациональной организации процесса заготовки кормов, совершенствования кормоуборочной техники. Статьи энергозатрат по приготовлению кормов из зеленой массы представлены в таблице 1.

Чтобы установить критерий уровня затрат энергии на производство корма, необходимо проанализировать различные способы его заготовки.

Зеленая масса на корм. Травы занимают значительную часть кормовых площадей и являются одной из основных составляющих кормового баланса. Производство трав на зеленый корм имеет довольно высокий биоэнергетический коэффициент общей питательности (245%) и белка (30%). Самый высокий биоэнергетичес-

кий коэффициент у исходной свежескошенной зеленой массы и зеленой массы на пастбищах – 295%.

Оценка различных технологий переработки зеленой массы многолетних и однолетних трав показала, что энергозатраты на 1000 т зеленой массы трав, скармливаемых на пастбище и в животноводческих помещениях, находятся примерно на одном уровне: 1277,6–1282,1 ГДж. Из кормов, приготовленных из 1000 т исходной зеленой массы для преимущественного использования в стойловый период, наименьших затрат совокупной энергии требует прессованное сено – 1392,1 ГДж, сенаж – 1605,7 и брикеты – 2197,6; наибольших – травяная мука – 8081 ГДж. Последние превышают энергозатраты на производство исходной зеленой массы в 6,3 раза, а прессованного сена, сенажа, брикетов – соответственно в 1,1; 1,3 и 1,7 раза.

Основной удельный вес затрат совокупной энергии при производстве кормов из зеленой массы приходится на машины (13,7–32%), жидкое топливо (19–67,5%), а также на издержки, связанные с производством исходной зеленой массы на поле (5,9–34,3%). В структуре издержек на производство брикетов и травяной муки затраты на их приготовление составляют 25,3–45,4% против 8,9–17,8% при других способах приготовления кормов из зеленой массы. Более подробные данные по статьям энергозатрат на приготовление кормов из зеленой массы представлены в таблице 1.

Травяная мука. Одним из эффективных методов производства кормов из трав в последнее время считалось приготовление травяной муки на основе высокотемпературной сушки травяной массы с использованием пневмобарабанных сушилок. Хотя применение искусственной сушки трав и приготовление из них травяной муки намного сокращают потери питательных веществ, при существующих технологиях и технических средствах это связано с большими затратами дефицитного жидкого топлива. Так, при нормальных условиях расход топлива барабанными высокотемпературными

Таблица 1. Структура затрат совокупной энергии при различных вариантах переработки зеленой массы многолетних трав (в расчете на 1000 т кормов), ГДж%

Варианты	Затраты совокупной энергии					
	Всего	В том числе				
		машины и оборудование	электроэнергия	ГСМ и топливо	затраты труда	оборотные средства
Травяная мука в гранулах	8080,9 100	1401,9 17,4	682,5 8,4	5453,0 67,5	65,1 0,8	478,2 5,9
Брикеты из зеленой массы	2197,9 100	701,4 31,9	553,1 25,2	416,8 19,0	48,2 2,2	478,2 21,7
Зеленая масса на пастбище	1282,1 100	73,7 5,8	44,1 3,4	118,4 9,2	13,1 1,0	1032,6 80,6
Рассыпное сено	1644,0 100	226,0 13,7	106,2 6,5	781,0 47,5	59,2 3,2	478,2 29,1
Прессованное сено	1392,1 100	215,4 18,1	85,1 6,1	536,5 38,5	40,8 2,9	478,2 34,3
Скошенная зеленая масса	1277,6 100	149,3 11,7	85,1 6,7	524,6 41,1	40,3 3,7	478,2 37,4
Сенаж	1605,6 100	222,6 13,9	85,1 5,3	770,3 48,0	49,3 3,1	478,2 29,8

сушилками типа АВМ составляет 230–250 кг на 1 т высушенной травы, а в ненастную погоду при влажности травяного сырья 78–80% достигает 300–350 кг. В пересчете на конечную продукцию животноводства затраты топлива при этом составляют до 500 г на 1 л молока и 2,5–3 кг на 1 кг мяса. В связи с большими затратами топлива и трудоемкостью приготовления травяной муки себестоимость ее значительно превышает стоимость зерновых концентратов. Поэтому применение искусственной сушки трав барабанными высокотемпературными сушилками типа АВМ экономически не оправдано и должно быть максимально ограничено.

Эффективный способ экономии затрат топлива на сушку трав – предварительное их проявление в полевых условиях. С повышением содержания сухого вещества с 18 до 30% расход жидкого топлива в высокотемпературных агрегатах барабанного типа снижается на 41,0–57,5%, электроэнергии – на 67,8%. Более высокую экономию топлива можно получить при сочетании проявления и использования в процессе сушки отработанного тепла сушильного агрегата: около 75% тепловой энергии уходит с теплоносителем. Использование замкнутого цикла прохода воздуха теплоносителя температурой 120°C для предварительной сушки зеленой массы позволяет значительно снизить теплотраты.

Для подогрева сушильного агента (воздуха) может использоваться солнечный коллектор, выполненный путем покрытия технологического помещения, где размещено сушильное и прессовое оборудование, прозрачным материалом. Энергоемкость продукции при технологии с применением низкотемпературной сушки трав на основе использования солнечной радиации и электрической энергии в 7,5 раза ниже, чем с применением высокотемпературных сушилок типа АВМ, работающих на жидком топливе.

Сено. В хозяйствах республики широкое распространение получили технологии заготовки рассыпного, прессованного и измельченного сена. В рассыпном виде ежегодно заготавливают около 60% всего сена. Уменьшить затраты топлива на его заготовку и потери от снижения питательной ценности можно сокращением времени нахождения скошенной травы в поле. Ускорение сушки скошенных трав достигается при раннем утреннем скашивании, а также при применении активного их ворошения один-два раза в день. На участках с урожайностью более 200 ц/га зеленой массы в 2–3 раза ускоряется влагоотдача у трав, скошенных в прокос, чем в валок массой более 4 кг на 1 м длины поля.

Наименьшие энергозатраты складываются при приготовлении рассыпного сена – 308 ГДж. Но затраты на транспортировку рассыпного сена по сравнению с прессованным и брикетами выше соответственно на 268,3 и 163,9 ГДж, т.е. в 1,45–2,5 раза. Это обуславливает более высокие (на 252,1 ГДж) затраты совокупной энергии при производстве рассыпного сена по сравнению с прессованным.

Перспективной и наиболее эффективной энергосберегающей технологией заготовки грубых кормов является прессование сена с внесением химических консервантов.

Энергозатраты при этом составляют 2,5–3 кг у.т. на 1 ц к.ед. Заготовка сена осуществляется посредством внесения при прессовании 10–15 кг пропионовой кислоты на 1 т прессуемой массы повышенной влажности (30–35%).

Наиболее прогрессивными являются технологии заготовки сена в измельченном виде. Так, при заготовке сена полевой сушки в измельченном виде затраты энергии и средств могут быть снижены в 1,2–1,5 раза по сравнению с технологиями заготовки рассыпного и прессованного сена.

Включение в технологический процесс заготовки сена операции досушивания массы, проявленной в поле до влажности 35–45%, активным вентилированием в хранилище позволяет сократить полевые потери урожая в 2,5–3 раза и получить корм хорошего качества. Несмотря на увеличение затрат энергии на эту операцию, общие затраты энергии, средств и труда на технологические процессы заготовки измельченного сена остаются ниже, чем аналогичные показатели технологии заготовки сена полевой сушки в рассыпном или прессованном виде.

В результате проведенных исследований установлено, что основное влияние на энергоемкость сушки сена оказывают температура и скорость вентилируемого воздуха. При температуре сушильного агрегата 40°C на снижение влажности массы с 60 до 18% расходуется в 1,18–2,45 раза больше энергии, чем при 25°C. При скорости воздуха 0,4 м/с эффективность использования энергии в 1,47–4,45 раза выше, чем при скорости 1 м/с. С энергетической точки зрения более эффективна сушка массы, проявленной в поле до 35%.

При заготовке измельченного сена одной из важных технологических операций является процесс измельчения. Существующие полевые измельчители грубых кормов энергоемки, обладают низкой технологической и технической надежностью. Снижения энергозатрат на 40–45% можно добиться путем замены существующих полевых измельчителей на пресс-подборщики ППА-Ф-1,6, оборудованные тихоходным измельчающим аппаратом.

Сенаж. Заготовка сенажа является простым и доступным методом в кормопроизводстве. Этот метод основан на консервировании закладываемой массы углекислым газом, вырабатываемым микроорганизмами из легкодоступных сахаров и выделяемым при дыхании растительной клетки. Общее требование – кратчайшие сроки загрузки хранилищ массой влажностью 50%, ее уплотнение и герметизация емкости.

На заготовку 1 т сенажа необходимо в среднем около 2,5 час. и 15 кг дизельного топлива. Величина этих показателей зависит от многих факторов: ширины захвата косилки, ее технического состояния, обработки валков, длины измельчения кормов и др. Увеличение ширины захвата косилки с 4,2 до 5,1 м на базе основной машины Е-307 позволяет снизить удельное потребление дизельного топлива минимум на 5%. Существенное влияние на потребление дизельного топлива оказывает степень заточки ножей косилки. При работе косилки с уже использовавшимися ножами потребление дизельного топлива возрастает на 24–53% по сравнению с хорошо

заточенными ножами. Потери кормов при их уборке незаточенными ножами составляют минимум 10%, при этом снижается рабочая скорость и производительность косилки. При уборке кормов с урожаем зеленой массы 200 ц/га косилкой Е-301 с режущим аппаратом Е-023, с шириной захвата 3,9 м производительность составляет 1,1 га/ч, трудозатраты – 0,91 ч/га, потребление дизельного топлива – 5 л/га. При применении косилки Е-303 с режущим аппаратом Е-025, с шириной захвата 4,8 м производительность – 1,74 га/ч, трудозатраты – 0,57 ч/га, потребление дизельного топлива – 3,6 л/га.

Использование полевых измельчителей для уборки кормов с урожайностью 100 ц/га в агрегате с валковым укладчиком Е-318 при образовании двойных валков за один рабочий ход позволяет повысить производительность полевого измельчителя примерно на 50%, уменьшить трудозатраты на 1/3, снизить потребление дизельного топлива на 25–30%. Ножи режущего аппарата полевых измельчителей и косилок следует затачивать после 6–8 ч работы.

Вторыми по величине являются затраты энергии при заготовке сенажа на транспортные операции. Для их снижения необходимо применять большегрузные прицепы специального назначения.

На заготовку сенажа в траншеях расходуется 3–3,5, в башнях – 3,5–4 кг у.т. в расчете на 1 к.ед.

Силос. В структуре рационов жвачных на долю силоса приходится более 40% кормовых единиц. Наиболее широко используется кукурузный и комбинированный силос.

Доказано, что оптимальным сроком скашивания кукурузы на силос является спелость зерна при влажности общей массы 60–65%, зерна 45–50%. Только при уборке в фазу восковой спелости она еще хорошо силосует и можно получить силос 1 класса, содержащий до 25–30% и более сухого вещества в 1 кг корма, 0,25–0,30 к.ед. (2,5–3,5 МДж обменной энергии) и 12–15 г переваримого протеина. Сухое вещество силоса характеризуется высокой концентрацией обменной энергии: в 1 кг сухого вещества корма – 10,5 МДж (0,95 к.ед.). Наблюдения показали, что потребление коровами сухого вещества силоса 1 класса составляло 2,4 кг на 100 кг живой массы, тогда как при скормливании силоса, заготовленного из кукурузы более ранних фаз вегетации, этот показатель не превышал 1,5 кг (из-за перекисления корма). Поэтому ранняя уборка кукурузы до молочной или в фазу молочной спелости приводит к недобору питательных веществ, эквивалентных 35–60 ц/га зерна кукурузы. В связи с этим уборку кукурузы для приготовления силоса необходимо начинать в фазу молочно-восковой спелости с таким расчетом, чтобы основные ее массивы убрать в фазу восковой спелости. При более поздней уборке вследствие недостаточного содержания в зеленой массе воды не обеспечивается хорошее уплотнение в силосных траншеях, что ведет к плесневению корма.

Чтобы получить высококачественный силос из кукурузы восковой спелости и обеспечить полную усвояемость его животными, необходимо массу измельчать так

мелко, чтобы не было целого зерна, т.е. превращать ее в мелкосыпучий материал с частицами величиной 4–5 мм. На такое измельчение требуется большое количество дефицитного топлива (2 кг на 1 т массы), так как этот процесс осуществляется в поле уборочной машиной.

Для того чтобы существенно сократить расход топлива и затраты энергии на заготовку высококачественного силоса из кукурузы восковой спелости, предлагается уборку производить простыми, доступными по конструкции, малоэнергоёмкими машинами с крупным измельчением массы (типа КСС-2,6 с МТЗ-80), а затем доизмельчать ее перед закладкой в траншею на высокопроизводительной стационарной технологической линии с приводом от электроэнергии. Производительность линии должна составлять около 50 т/ч. С помощью такой линии за световой день можно переработать 500 т массы и заполнить траншею вместимостью 1500 т за 3 дня, что удовлетворяет современным агротехническим требованиям. По расчетам эта технология заготовки силоса позволяет сэкономить примерно 1 кг топлива на 1 т массы, т.е. в 2 раза снизить его расход по сравнению с мелким измельчением массы в поле.

В последние годы все большее распространение получает технология заготовки комбинированного силоса из початков кукурузы, так как эти корма имеют высокую питательность (до 0,7 к.ед. в 1 кг) и значительно сокращают потребность в концентрированных кормах.

Перспективной является также технология заготовки комбинированного силоса для крупного рогатого скота из массы всего урожая кукурузы восковой спелости и люцерны (до 20%), что позволяет получить полноценный по протеину и энергии корм, эффективно вести откорм животных на нем со среднесуточным приростом живой массы 1 кг и более.

В соответствии с существующими требованиями для получения высококачественного комбисилоса початки влажностью 40–45% необходимо перед закладкой на хранение мелко измельчить (частиц до 4 мм должно быть не менее 65–70%) так, чтобы не было целого зерна, и быстро (за 2–3 дня) заложить в траншею (башню) вместимостью до 1000 т.

Технология заготовки комбисилоса относится к энергосберегающим, так как отпадает необходимость сушки початков. Экономия топлива при этом достигает 30 кг на 1 т початков. Реализовать технологию заготовки кормажа и комбисилоса предлагается с помощью той же технологической линии, которая применяется для доизмельчения кукурузного силоса, производительностью 50 т/ч.

Концентрированные корма. Вопросы экономии топлива и энергии при обработке зерна, актуальные во всем мире, имеют для отечественной практики повышенную значимость. Повсеместно, с отклонениями в ту или иную сторону из-за действующей в конкретной стране конъюнктуры цен на топливо и энергию, технического уровня оборудования и технологической дисциплины его использования, сохранение влажного урожая высушиванием стало значительно более энергоёмким, чем все вместе взятые предыдущие операции, включая его уборку.

Таблица 2. Удельный расход топлива и электрической энергии при сушке биологической массы зерновых, зерна и картофеля

Наименование продукта	Влажность, %	Расход топлива, кг/т	Расход электроэнергии, кВт.ч/т
Монокорм (рожь с соломой) гранулированный	30	75	130
- « -	40	82	145
- « -	50	100	165
- « -	55	115	180
- « -	60	150	190
- « -	65	190	205
- « -	70	250	225
- « -	75	350	250
Фуражное зерно (пшеница, овес, ячмень)	20	14	4
- « -	25	20	5
- « -	30	27	6
Картофель (сушка с измельчением в муку)	75	320	160

Представление об энергоёмкости (в Дж·10⁸ на 1 т зерна) отдельных операций могут дать следующие оценки:

Предпосевная обработка почвы	1,2–2,0
Посев и уход за посевами	0,2–0,3
Уборка	0,3–0,5
Сушка при t=35–65°C	5,0–7,0

На сушку зерна кукурузы в среднем расходуется на 1 т 40–50 кг у.т. против 10 кг/т у зерновых колосовых культур.

Практическое освоение ресурсосберегающих технологий заготовки кормов из зернофуражных культур возможно на основе их безобмолотной уборки и переработки биологической массы на стационаре. Как показали проведенные опыты, при безобмолотной уборке зернофуражных культур в фазу ранней спелости по сравнению с их уборкой по существующей технологии сбор питательных веществ с 1 га выше на 20–40%. Затраты

печного топлива и электроэнергии при сушке биологической массы зерновых, зерна и картофеля представлены в таблице 2.

Особенно эффективной новая технология будет в годы с плохими погодными условиями уборки зерновых, когда они сильно полегают и их уборка сопряжена с большими потерями зерна. Одним из элементов энергосбережения здесь будет отсутствие проявлявания исходной массы в валках. Следовательно, заготовка этого вида корма мало будет зависеть от погодных условий. Корм из такой массы получил название зерносекаж. Для его заготовки необходимо использовать зерноотравляющие смеси, составленные по принципу одновременности созревания компонентов. Зерноотравляющие смеси могут быть и сырьем для заготовки зерноотравляющих гранул и брикетов. Питательная ценность гранул, полученных из зерноотравляющей смеси ячмень-горох-пшеница, соответствовала 0,67 к.ед., причем обеспеченность 1 к.ед. переваримым протеином составляла 130 г, а легкодоступными сахарами – 127 г. При заготовке гранул в фазу тестообразной спелости с невысокой исходной влажностью массы (50–60%) расходы горючего снижаются почти в 3 раза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Н.С.Яковчик, С.И.Плященко, А.М.Лапатко, И.Н.-Коронец. Энергоресурсосбережение в животноводстве. – Минск.: Технопринт, 1998.– 291 с.
2. Н.С.Яковчик. Молочное производство совхоза сегодня и завтра. Закозель, 1997.– 27 с.
3. Л.С.Герасимович. Системные исследования энергетики агропромышленного комплекса Беларуси // Вестн ААН, 1996, № 3. – С.25–33.
4. М.М.Севернев. Энергосберегающие технологии в сельскохозяйственном производстве. – Минск.: Ураджай, 1994.– 221 с.
5. А.А.Кива, В.М.Рабштына, В.И.Сотников. Биоэнергетическая оценка и снижение энергоёмкости технологических процессов в животноводстве. – Москва: Агропромиздат, 1990.– 176 с.