

А.А. МУЗЫКА, М.П. ПУЧКА, Н.Н. ШМАТКО, С.А. КИРИКОВИЧ,
Л.Н. ШЕЙГРАЦОВА, М.В. ТИМОШЕНКО, О.А. КАЖЕКО

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРОЦЕССА ПРИГОТОВЛЕНИЯ И РАЗДАЧИ КОРМОВ НА ФЕРМАХ И КОМПЛЕКСАХ ПО ПРОИЗВОДСТВУ МОЛОКА

*Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси
по животноводству, г. Жодино, Республика Беларусь*

Правильная организация раздачи кормов животным играет важную роль в повышении продуктивности, особенно при интенсивных и высоких технологиях. В статье представлены результаты исследований, целью которых было изучить средства раздачи и приготовления кормов, режим их работы и провести энергетический анализ процесса приготовления и раздачи кормов на фермах и комплексах по производству молока. Работа проводилась на молочно-товарных фермах и комплексах разной мощности: ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» Смолевичского района (СПФ «Будагово», МТФ «Жажелка», МТК «Берёзовица», МТК «Рассошное»), МТК «Устенский», расположенном в РПУП «Устье» НАН Беларуси Оршанского района. Технологический процесс приготовления и раздачи кормов на изучаемых объектах осуществляется мобильным способом с помощью прицепных кормораздатчиков-смесителей как с вертикальными, так и с горизонтальными рабочими органами. Анализ энергозатрат показал, что с увеличением поголовья затраты энергии в расчёте на голову, связанные с раздачей кормов, уменьшаются. Так, наибольшие энергозатраты на приготовление и раздачу кормов в расчете на голову установлены на СПФ «Будагово» (231,17 кг у.т.), а наименьшие – на МТК «Рассошное» (122,99 кг у.т.).

Ключевые слова: коровы, молоко, молочно-товарный комплекс, приготовление и раздача кормов, энергоёмкость, энергозатраты.

A.A. MUZYKA, M.P. PUCHKA, N.N. SHMATKO, S.A. KIRIKOVICH,
L.N. SHEYGRATSOVA, M.V. TIMOSHENKO, O.A. KAZHEKO

ANALYSIS OF ENERGY COSTS FOR THE FEED PREPARATION AND DISTRIBUTION PROCESS AT MILK PRODUCTION FARMS AND COMPLEXES

*Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences
of Belarus for Animal Breeding, Zhodino, Republic of Belarus*

Proper organization of feed distribution to animals plays an important role in increasing productivity, especially with intensive and high technology. The paper contains the results of research, the purpose of which was to study the feed distribution

and preparation systems, the mode of their operation, as well as to carry out the energy analysis of the feed preparation and distribution process at milk production farms and complexes. The work was carried out at commercial dairy farms and complexes of different capacities: SE “ZhodinoAgroPlemElita” in Smolevichi district (SPF “Budagovo”, CDF “Zhazhelka”, CDC “Berezovitsa”, CDC “Rassoshnoye”), CDC “Ustensky” located in RPUE “Ustye” of NAS of Belarus in Orsha district. The technological process of preparation and distribution of feed at the objects under study is carried out in a mobile way using trailed feed mixers with both vertical and horizontal working elements. Energy analysis showed that with an increase in the number of livestock, the energy costs per head associated with the distribution of feed decreases. Thus, the highest energy costs for the preparation and distribution of feed per head were recorded at SPF “Budagovo” (231.17 kg of reference fuel), and the lowest – at CDC “Rassoshnoye” (122.99 kg of reference fuel).

Keywords: cows, milk, commercial dairy complex, preparation and distribution of feed, energy consumption, energy costs.

Введение. Интенсивное развитие сельского хозяйства способствовало эволюции технических средств для обеспечения кормления крупного рогатого скота. Для повышения рентабельности современные комплексы нуждаются в целях улучшения качества кормов в их точной дозировке и прогрессивном способе раздачи.

Нарушение обслуживающим персоналом технологической дисциплины, распорядка дня и временных передержек раздачи кормов приводят к нарушению биологического ритма у животных и, как правило, к снижению их продуктивности. Поэтому правильная организация раздачи кормов животным играет важную роль в повышении продуктивности, особенно при интенсивных и высоких технологиях [1, 2, 3].

Неустойчивое экономическое положение агропромышленного комплекса республики вызывает необходимость использования критерия энергетической оценки технологических процессов. Энергетический анализ позволяет дифференцированно установить эффективность энергетических затрат (живого труда, топлива и электроэнергии, машин и оборудования, материалов, зданий и сооружений и т. д.) при выполнении технологических процессов и операций, определить полную энергоёмкость этих процессов.

Изыскание путей снижения энергоёмкости и повышения энергоотдачи производства молока неразрывно связано с многовариантной технологией и применением различных технических средств их получения [4].

Изучение средств раздачи и приготовления кормов, режима их работы, а также энергопотребления процесса приготовления и раздачи кормов по элементам затрат на фермах и комплексах по производству молока позволит обосновать технологические приёмы в направлении формирования энергосберегающих технологий приготовления и

раздачи кормов, применение которых будет способствовать снижению энергоёмкости производства молока в целом.

Цель исследований: изучить средства раздачи и приготовления кормов, режим их работы и провести энергетический анализ процесса приготовления и раздачи кормов на фермах и комплексах по производству молока.

Материал и методика исследований. В качестве объекта исследования были взяты молочно-товарные фермы и комплексы ГП «Жодино-АгроПлемЭлита» Смолевичского района (СПФ «Будагово» (мощность фермы по проекту – 268 голов), МТФ «Жажелка» (мощность фермы по проекту – 750 голов), МТК «Берёзовица» (мощность комплекса по проекту – 850 голов), МТК «Рассошное» (мощность комплекса по проекту – 1000 голов) и МТК «Устенский» Оршанского района (мощность комплекса по проекту – 1200 голов), расположенный в РПУП «Устье» НАН Беларуси Оршанского района.

В процессе выполнения работы были изучены следующие показатели: мощность и среднегодовое поголовье фермы (комплекса), технологическое оборудование, режим его работы, расход топлива и электроэнергии, фактическая энергоёмкость процессов жизнеобеспечения и обслуживания животных по удельному расходу ТЭР (топливо-энергетических ресурсов) в условном топливе кг/гол с учётом прямых, косвенных и совокупных затрат энергии.

Были проанализированы удельные показатели технических характеристик кормораздатчиков [5]:

- весовой (удельная металлоёмкость) = $\frac{\text{общий вес машины}}{\text{ёмкость бункера}}$ (т/м³) – основной критерий конструктивно-технологического совершенства машины;
- энергетический (удельная энергоёмкость) = $\frac{\text{потребная мощность}}{\text{ёмкость бункера}}$ (кВт/м³) – показатель энергетического совершенства машины и выполняемого ею технологического процесса.

Для оценки энергопотребления были использованы основные методики [6, 7, 8, 9, 10, 11]. В качестве измерителя энергоёмкости принимались затраты энергии (Дж) с переводом в условное топливо (у.т.) на голову скота по элементам затрат в производственных процессах.

Полная энергоёмкость (совокупные энергозатраты $E_{\text{затр.}}$) процесса приготовления и раздачи кормов определялась как сумма составляющих прямых затрат энергии ($E_{\text{пр.}}$), инвестиционных затрат энергии ($E_{\text{инв.}}$) и затрат энергии живого труда ($E_{\text{ж.тр.}}$) по формуле (1):

$$E_{\text{затр.}} = E_{\text{пр.}} + E_{\text{инв.}} + E_{\text{ж.тр.}} \quad (1)$$

Прямые затраты энергии включали в себя расход топлива

машинами, применяемыми для приготовления и раздачи кормов (тракторов, погрузчиков), и расход электроэнергии, затраченной на смешивание, измельчение кормов в бункере кормораздатчика.

Инвестиционные затраты энергии состояли: из энергозатрат, ове­ществлённых в энергоносителях (на добычу, переработку и доставку топлива); из энергозатрат на производство машин и оборудования для приготовления и раздачи кормов; из энергозатрат, ове­ществлённых в зданиях и сооружениях, предназначенных для хранения и приготовления кормов (склады для концентратов, траншеи для хранения сенажа и силоса, навесы для сена).

Затраты энергии живого труда включали в себя затраты труда механизатора (тракториста).

Энергоносителями для процесса приготовления и раздачи кормосмеси служили электроэнергия и дизельное топливо.

Результаты эксперимента и их обсуждение. Результаты исследования показали, что на всех изучаемых животноводческих объектах корма раздавались мобильным способом в виде полнорационной кормосмеси 2 раза в сутки на кормовой стол прицепными кормораздатчиками-смесителями как с вертикальными, так и с горизонтальными рабочими органами. На трёх изучаемых объектах погрузчики кормов представлены машинами отечественного производства ОАО «Амкорд»: на МТК «Березовица» – Амкорд 342В; на МТК «Рассошное» – Амкорд 352; на МТФ «Жажелка» – Амкорд 527 на самоходном шасси с телескопической стрелой. На МТК «Устенский» используется фронтальный погрузчик БМЕ-1565 (БМЕ-1565) с удлинённой стрелой и ковшом на конце, на СПФ «Будагово» – трактор МТЗ-82 с навесным ковшом.

Изучение раздатчиков-смесителей кормов показало, что на СПФ «Будагово» используется смеситель-раздатчик кормов СРК-11В «Хозяин» ООО «Запагромаш» с одним вертикальным шнеком (грузоподъёмность – 3,5 т, вместимость бункера – 10 м³), предназначенный для доизмельчения, смешивания и раздачи полнорационной кормовой смеси. Машина агрегируется с трактором МТЗ-920. На МТФ «Жажелка», МТК «Березовица» и МТК «Рассошное» используется прицепной вертикальный смеситель-раздатчик кормов СРК-14В «Хозяин» с двумя вертикальными шнеками (грузоподъёмность – 5,5 т, вместимость бункера – 14 м³). Агрегируется кормораздатчик с тракторами класса 1,4-2,0 (МТЗ-82, МТЗ-920 и МТЗ-320). На МТК «Устенский» раздача кормов осуществляется измельчителем-смесителем-раздатчиком кормов ИСРК-15Ф «Хозяин» с загрузочной фрезой (грузоподъёмность – 4,5 т, объём бункера – 15 м³), предназначенный для измельчения, перемешивания и раздачи кормовых смесей. Выемка и загрузка силоса фрезой осуществляется вертикальными слоями без

нарушения целостности прилегающих слоев, что предохраняет корм от вторичной ферментации. Загрузка силоса фрезой и смешивание компонентов корма в смесительном бункере кормораздатчика происходит одновременно, что значительно сокращает время процесса приготовления и раздачи кормовой смеси животным. Агрегируется ИСПК-15Ф с трактором 2 класса (МТЗ 2022.3).

В таблице 1 представлены данные технических характеристик изменяемых на изучаемых объектах кормораздатчиков-смесителей – абсолютные показатели и эти же показатели в удельном виде, т. е. отнесенные к универсальному размерному критерию – ёмкости бункера.

Таблица 1 – Техническая характеристика кормораздатчиков

Показатель	Марка машины		
	СРК-11В	СРК-14В	ИСПК-15Ф
Абсолютные показатели			
Количество шнеков	1	2	2
Тип шнеков	вертикаль- ный	вертикаль- ные	горизон- тальные
Тяговый класс трактора, кН	1,4	1,4-2,0	2,0
Мощность электродвигателя, кВт	59	59	59
Масса, кг	3800	5740	6800
Грузоподъёмность, т	3,5	5,5	4,5
Ёмкость бункера, м ³	10	14	15
Транспортная скорость: без груза, км/ч, не более с грузом, км/ч, не более рабочая при раздаче, км/ч, не бо- лее	12	12	12
	8	8	8
	5	5	5
Время смешивания, мин.	5-7	5-7	5-7
Подача корма, min-max, т/ч	20-50	20-50	20-50
Фреза (длина, диаметр), м	-	-	1,5×0,5
Обслуживающий персонал, чел.	1	1	1
Удельные показатели			
Удельная металлоёмкость, т/м ³	0,38	0,41	0,45
Удельная энергоёмкость, кВт/м ³	5,9	4,2	3,9

Установлено, что средняя металлоёмкость кормораздатчиков с увеличением объёма бункера возрастает (от 0,38 т/м³ у СРК-11В до 0,45 т/м³ у ИСПК-15Ф). Это особенно важно, т. к. подобная закономерность существует и для общей стоимости кормосмесителя, поскольку цена машин очень сильно коррелирует с их весом. Удельная энергоёмкость машин с увеличением объёма бункера уменьшается. Так, для СРК-11В удельная энергоёмкость составила 5,9 кВт/м³, для СРК-14В – 4,2, для ИСПК-15Ф – 3,9 кВт/м³.

Обосновано, что для оптимизации технологического цикла приготовления и раздачи кормов мобильные кормораздатчики должны выполнять точное взвешивание и дозирование корма, обеспечивать равномерную раздачу корма, легко очищаться от остатков корма. Измельчение и смешивание должно осуществляться в процессе движения кормораздатчика к местам дополнительной погрузки и непосредственной загрузки. Измельчение должно быть щадящее, без сдавливания корма с сохранением структуры грубых и сочных кормов для стимуляции жвачки и переваривания. Опыт эксплуатации показал, что для сохранения оптимальной структуры корма и его однородности процесс смешивания должен быть завершён в течение 5-8 минут после загрузки последнего компонента. Продолжительность раздачи кормов в одном помещении не должна превышать 30 мин. Средняя продолжительность одного цикла работы раздатчика-смесителя от загрузки до загрузки должна составлять не более 1 ч.

Однозначно сложно ответить, какие из кормораздатчиков удобнее для конкретных условий – всё определяется особенностями хозяйства. Первым этапом в выборе кормораздатчиков-смесителей применительно к действующим фермам с устоявшимся рационом кормления является выбор оптимального объёма бункера для сокращения количества его загрузок.

Мы изучили энергопотребление по элементам затрат для процесса приготовления и раздачи кормов мобильным способом на исследуемых молочных фермах и комплексах. На рисунке 1 представлена структура энергозатрат при выполнении процесса приготовления и раздачи кормов на пяти объектах.

Установлено, что основной удельный вес при приготовлении и раздаче кормов на изучаемых объектах приходился на: затраты, овеществлённые в машинах и оборудовании (22,6-50,4 %); затраты на жидкое топливо (15,2-40,4 %); затраты, овеществлённые в энергоносителях (12,1-15,7 %). Далее в структуре затрат следовали затраты, овеществлённые в зданиях и сооружениях (9,7-16,2 %), затраты живого труда (3,8-6,9 %) и затраты на электроэнергию (1,5-2,6 %).

Результаты выполненного энергоанализа технологического процесса приготовления и раздачи кормов (таблица 2) показали, что в расчёте на одно животное наименее энергоёмким явился процесс приготовления и раздачи кормов, осуществляемый на комплексе «Рассошное» (122,99 кг у.т./гол.), наиболее энергоёмким – на СПФ «Будагово» (231,17 кг у.т./гол.).

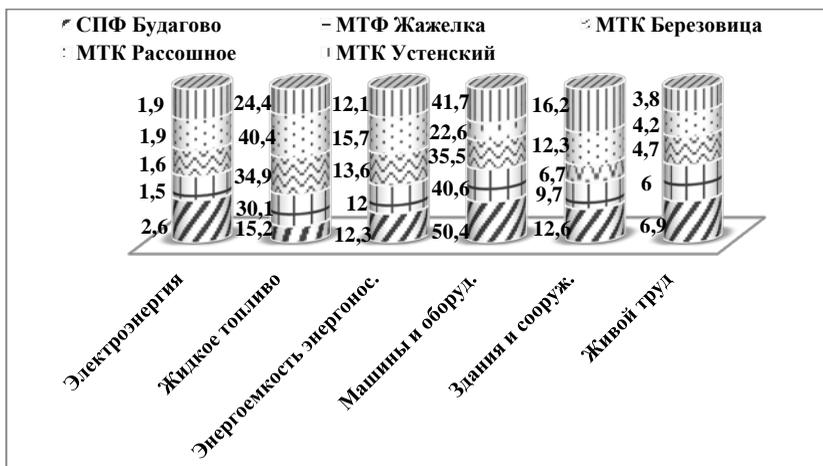


Рисунок 1 – Структура энергозатрат при выполнении процесса приготовления и раздачи кормов на изучаемых объектах, %

Таблица 2 – Совокупные и поэлементные затраты энергии на приготовление и раздачу кормов для молочных ферм и комплексов в расчете на 1 голову, кг у.т./гол.

Показатель	Наименование ферм и комплексов				
	Буда- гово	Жажел ка	Березо- вица	Рас- сошное	Устен- ский
Среднее поголовье, гол.	219	380	591	800	738
Затраты электроэнергии	6,02	2,21	2,06	2,30	2,39
Затраты жидкого топлива	35,24	44,40	44,58	49,71	30,57
Затраты энергии, ове- ществлённые в энерго- носителях	28,33	17,78	17,30	19,32	15,12
Затраты энергии, ове- ществлённые в маши- нах и оборудовании	116,42	59,94	45,28	27,75	52,32
Затраты энергии, ове- ществлённые в зданиях и сооружениях	29,23	14,48	12,41	18,75	20,36
Затраты энергии жи- вого труда	15,93	8,78	5,97	5,15	4,74
Суммарные энергоза- траты на приготовле- ние и раздачу кормов	231,17	147,59	127,60	122,99	125,49

Данные таблицы 2 показывают, что удельный вес энергии, овлеществлённой в машинах и оборудовании, в энергозатратах на приготовление и раздачу кормов, довольно значителен. Наибольшие затраты в расчёте на 1 голову отмечены на СПФ «Будагово» (116,42 кг у.т.) и МТФ «Жажелка» (59,94 кг у.т.) при имеющемся в обслуживании поголовье коров.

Наибольший удельный вес приходился на энергию, овлеществлённую в топливе и расходуемую тракторами и погрузчиками при раздаче кормов. Затраты по этому показателю колебались от 30,57 до 49,71 кг у.т. на голову. Большая доля затрат приходилась и на затраты по доставке энергоносителей потребителю (от 15,12 до 28,33 кг у.т./гол.). Самые высокие затраты энергии живого труда в расчёте на голову оказались на СПФ «Будагово», что в 1,8-3,4 раза выше, чем на других фермах.

Таким образом, энергоанализ работы молочных ферм и комплексов показал, что величина энергозатрат на раздачу кормов зависит от мощности фермы (комплекса). Установлено, что с увеличением поголовья крупного рогатого скота затраты энергии в расчёте на голову, связанные с раздачей кормов, уменьшаются.

Заключение. Таким образом, установлено, что технологический процесс приготовления и раздачи кормов на изучаемых молочных фермах и комплексах осуществляется мобильным способом с помощью прицепных кормораздатчиков-смесителей как с вертикальными, так и с горизонтальными рабочими органами.

Определено, что средняя металлоёмкость кормораздатчиков с увеличением объёма бункера возрастает (от 0,38 т/м³ у СРК-11В до 0,45 т/м³ у ИСРК-15Ф), а удельная энергоёмкость уменьшается. Так, для СРК-11В удельная энергоёмкость составила 5,9 кВт/м³, для СРК-14В – 4,2, для ИСРК-15Ф – 3,9 кВт/м³.

Анализ энергозатрат технологического процесса приготовления и раздачи кормов на фермах и комплексах по производству молока показал, что с увеличением поголовья крупного рогатого скота затраты энергии в расчёте на голову, связанные с раздачей кормов, уменьшаются. Так, наибольшие энергозатраты на приготовление и раздачу кормов в расчёте на голову были установлены на СПФ «Будагово» (231,17 кг у.т.). На МТФ «Жажелка» они составили 147,59 кг у.т./гол., на МТК «Березовица» – 127,60, на МТК «Устенский» – 125,49 и на МТК «Рассошное» – 122,99 кг у.т./гол.

Литература

1. Тимошенко, В. Современные подходы к раздаче кормов / В. Тимошенко, А. Музыка, А. Москалёв // Белорусское сельское хозяйство. – 2015. – № 9 (161). – С. 12-17.
2. Бакач, Н. Г. Технично-технологические аспекты применения инновационных технологий на молочно-товарных фермах и комплексах Республики Беларусь / Н. Г. Бакач, Ю. А. Башко, И. А. Ступчик // Вестник ВНИИМЖ. – 2017. - № 4 (28). – С. 108-116.

3. Механизация в животноводстве : учебное пособие для вузов по специальности «Ветеринарная медицина», «Зоотехния» / А. В. Гончаров [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2019. – 236 с.
4. Добыш, Г. Ф. Основы энергосбережения в сельскохозяйственном производстве : учебное пособие / Г. Ф. Добыш. – Минск : ИВЦ Минфина, 2015. – 343 с.
5. Карпов, В. П. Сравнение эффективности конструкций прицепных кормораздатчиков / В. П. Карпов, С. А. Жуков // Вестник ВНИИМЖ. – 2018. - № 3(31). – С. 26-28.
6. Яковчик, Н. С. Экономические основы энергосбережения в животноводстве (теория, методология, практика) / Н. С. Яковчик, В. В. Валуев. – Барановичи, 1999. – 162 с.
7. Мишуров, Н. П. Биоэнергетическая оценка и основные направления снижения энергоёмкости производства молока / Н. П. Мишуров. – Москва : ФГНУ «Росинформагротех», 2010. – 152 с.
8. Севернёв, М. М. Энергосберегающие технологии в сельскохозяйственном производстве / М. М. Севернёв. – Москва : Колос, 1992. – 190 с.
9. Кива, А. А. Биоэнергетическая оценка и снижение энергоёмкости технологических процессов в животноводстве / А. А. Кива, В. М. Рабштына, В. И. Сотников. – Москва : ВО «Агропромиздат», 1990. – 176 с.
10. Севернёв, М. М. Временная методика энергетического анализа в сельскохозяйственном производстве / М. М. Севернёв. – Минск, 1991. – 126 с.
11. Методика энергетического анализа технологических процессов в сельскохозяйственном производстве / Россельхозакадемия, ВИМ, ЦНИИМЭСХ, ВИЭСХ. – Москва : ВИМ, 1995. – 95 с.

Поступила 31.01.2023 г.

УДК 637.116:621.7.024.4

В.Н. ПОДРЕЗ¹, М.М. КАРПЕНЯ¹, М.В. БАРАНОВСКИЙ²,
А.М. КАРПЕНЯ¹, Ю.В. ШАМИЧ¹, А.А. ХОЧЕНКОВ²

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МОЮЩИХ СРЕДСТВ РАЗНОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ ПРИ ОБРАБОТКЕ ДОИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

*¹Витебская ордена «Знак Почёта» государственная академия
ветеринарной медицины, г. Витебск, Республика Беларусь*

*²Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси
по животноводству, г. Жодино, Республика Беларусь*

К качеству молока предъявляются высокие требования, поэтому большое значение имеют санитарная очистка и техническое обслуживание доильно-молочного оборудования. Эффективность санитарной обработки зависит от вида загрязнений, качества используемой воды, применяемого моющего средства, а также способа дезинфекции и вида применяемого дезинфектанта. От концентрации и температуры моющего раствора зависит продолжительность мойки. В статье представлены материалы исследований, целью которых было определить эффективность применения моющих средств разной концентрации при