

ствующих цифровизации: компьютерный, компьютерно-математический и компьютерно-вычислительный. Определены поколения ученых-зооигиенистов, разработавших научно-практическую базу цифровой зооигиены и зоотехнии.

Литература. 1. Обоснование и разработка комплексного механизма правового регулирования животноводства Республики Беларусь. РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству». 68.01.80, 68.39.01 (№ гос.рег. 20122339) // Реестр НИОКиОТР, зарегистрированных в 2012 г. / под ред. И. В. Войтова. – Минск: ГУ «БелИСА», 2013. – С. 125. 2. Разработка кодифицированного акта правового регулирования продуктивного и непродуктивного животноводства. РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству». ГРНТИ: 68.01.80, 68.39.01 (№ гос.рег. 20140255) // Реестр НИОКиОТР, зарегистрированных в 2014 г. / под ред. А. Г. Шумилина. – Минск: ГУ «БелИСА», 2015. – С. 18. 3. Разработка комплексной системы ветеринарно-зоотехнического менеджмента с учетом международной установившейся практики обращения с животными. РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству». ГРНТИ: 68.01.80, 68.39.01 (№ гос.рег. 20190375) // Реестр НИОКиОТР, зарегистрированных в 2019 г. / под ред. А. Г. Шумилина. – Минск: ГУ «БелИСА», 2020. – С. 23. 4. Разработка, с использованием CALS-технологии, методологии мониторинга производственного цикла (на основе международных стандартов ИСО серии 9000, 14000, 22000, НАССР) для создания системы управления качеством производства свинины на промышленных комплексах. РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству». ГРНТИ: 68.39.18, 68.39.35 (№ гос.рег. 20180905) // Реестр НИОКиОТР, зарегистрированных в 2018 г. / под ред. А. Г. Шумилина. – Минск: ГУ «БелИСА», 2019. – С. 49. 5. Разработка методики прогнозирования продуктивных качеств свиней и индикаторных показателей гематологического профиля на основе выявления их математических взаимосвязей. РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству». ГРНТИ: 68.39.35 (№ гос.рег. 20210691) // Реестр НИОКиОТР, зарегистрированных в 2021 г. / под ред. С. В. Шлычков. – Минск: ГУ «БелИСА», 2022. – С. 39. 6. Цифровые технологии в животноводстве: учебно-методическое пособие. В 4 ч. Ч. 1. Роль и место цифровых технологий в животноводстве / А.В.Соляник [и др.]. – Горки: БГСХА, 2021. – 72 с. 7. Hill, Austin Bradford (1965). "The Environment and Disease: Association or Causation?" // *Proceedings of the Royal Society of Medicine*.58(5): 295-300. doi : 10.1177 / 003591576505800503. PMC1898525. PMID14283879. 8.https://ru.wikipedia.org/wiki/Цикл_НОРД#cite_note-1. 9. Лэсли, Дж. Ф. Генетические основы селекции сельскохозяйственных животных / Дж. Ф. Лэсли. – М.: Колос; Издание 3-е, 1982. – 391 с. 10. Ленинджер, А. Основы биохимии: А. Ленинджер. – М.: Мир, 1985. – В 3-х т. Пер. с англ. – Т. 1 - 367 с., Т. 2 – 368 с., Т. 3 – 320 с.

УДК636.22/.28.033;636.22/.28.034

БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ФЕРМАХ И КОМПЛЕКСАХ ПО ПРОИЗВОДСТВУ МОЛОКА

**Тимошенко В.Н., Музыка А.А., Кирикович С.А., Шейграцова Л.Н., Пучка М.П.,
Шматко Н.Н., Тимошенко М.В., Шамонина А.И.**

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

*Целью данной научной разработки была всесторонняя оценка технологических решений и набора технологического оборудования, используемых на наиболее типичных фермах и комплексах по производству молока различной мощности, действующих в Республике Беларусь. Были изучены средства механизации, режимы их работы, потребление топлива и электроэнергии, мощность потребителей электроэнергии и проведена энергетическая оценка. **Ключевые слова:** крупный рогатый скот, содержание, молочная ферма, биоэнергетический анализ.*

BIOENERGETIC ANALYSIS OF TECHNOLOGICAL PROCESSES AT FARMS AND MILK PRODUCTION COMPLEXES

Timoshenko V.N., Muzyka A.A., Kirikovich S.A., Sheygratsova L.N., Puchkova M.P., Shmatko N.N., Timoshenko M.V., Shamonina A.I.

RUE «Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus
of Animal Breeding», Zhodino, Republic of Belarus

*The purpose of this scientific development was a comprehensive assessment of technological solutions and the set of technological equipment used at the most typical farms and milk production complexes of various capacities operating in the Republic of Belarus. The means of mechanization, their modes of operation, fuel and electricity consumption, power of electricity consumers were studied and an energy assessment of the work of the most common farms and complexes was carried out. **Keywords:** cattle, maintenance, dairy farm, bioenergetic analysis.*

Введение. В скотоводстве основными производственно-технологическими линиями, применительно к которым внедряются средства механизации, являются приготовление и раздача кормов, водо- и теплоснабжение, поение, доение, очистка помещений от навоза, обеспечение микроклимата. Для механизации этих процессов разработаны специальные машины, механизмы и устройства [1].

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 энергоемкость этих процессов. Изыскание путей снижения энергоемкости и повышения энергоотдачи производства молока неразрывно связано с многовариантной технологией и применением различных технических средств их получения [2].

Изучение энергопотребления основных технологических процессов по элементам затрат на фермах и комплексах по производству молока позволит найти пути по снижению энергоемкости производства молока, повысить эффективность производства, его стабильность и конкурентоспособность.

Современные фермы и комплексы по производству молока представляют собой сложный инженерный комплекс, включающий технические элементы, обеспечивающие комфортное содержание, кормление, доение, поение и другие технологические операции, которые представляют собой локальные биотехнические подсистемы. Различия в физиологических потребностях животных на определенных фазах жизненного цикла к кормлению, условиям содержания, параметрам микроклимата обуславливают необходимость формирования технологических групп, позволяющих организовать их дифференцированное обслуживание. Для обеспечения поточного принципа производства в помещениях для животных предусматриваются специализированные технологические сектора с соответствующей планировкой и техническим оснащением. Их можно рассматривать как отдельные производственные модули, совокупность которых позволяет сформировать предприятие с полным технологическим циклом [3, 4].

Особая значимость повышения эффективности производства молока выражается в получении максимальной прибыли, повышении рентабельности и конкурентоспособности отрасли. Экономически эффективен такой способ производства, при котором производится максимальный объем продукции приемлемого качества с минимальными затратами и продажей данной продукции с наименьшими издержками [5].

Для развития животноводства необходимо совершенствовать не только натуральные показатели производства, но и экономические условия. Чтобы иметь накопления для добавочных вложений, отрасль должна иметь доходность, прибыльность. Последнее зависит не только от организационных факторов, но и от практики регулирования цен, которые зачастую не обеспечивают необходимую рентабельность, особенно в скотоводстве [6].

Одним из показателей, позволяющим более достоверно определять затраты на производство молока является энергоемкость, включение которой в общую систему показателей способствует выработке как общей стратегии сбережения энергоресурсов, так и конкретных решений по применению энергосберегающих технологий и техники. При этом для определения энергоемкости производства молока в качестве методологической основы целесообразно использовать метод энергетического анализа, который позволяет проводить комплексную оценку по совокупным энергозатратам различных технологий производства молока и говядины [7].

Ресурсо-, энерго- и трудосберегающая технология производства молока, выращивания и откорма молодняка крупного рогатого скота основана на использовании средств механизации производственных процессов, в наибольшей степени соответствующих биологическим потребностям организма животных, технологических приемов и методов, позволяющих полностью реализовать генетический потенциал продуктивности, на обеспечении оптимальных нормативов кормления, содержания и размещения животных [8].

В связи с вышеизложенным, актуальным является вопрос о проведении комплексной оценки технологических решений на наиболее типичных действующих фермах и комплексах по производству молока и говядины различной мощности, включая зоогигиеническую, экономическую и энергетическую оценку, что позволит дать целостную картину существующих технологий производства молока и говядины и изыскать пути по снижению затрат на производство продукции.

Материалы и методы исследований. Объектом исследования явились фермы и комплексы по производству молока ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» Смолевичского района Минской области – МТФ «Жажелка» (мощность фермы по проекту 750 голов), МТК «Березовица» (мощность комплекса по проекту 850 голов), МТК «Рассошное» (мощность комплекса по проекту 1000 голов).

Для оценки энергопотребления были использованы: «Методика определения норм и нормативов биоэнергетики» [8], «Временная методика энергетического анализа в сельскохозяйственном производстве» [9], «Энергосберегающие технологии в сельскохозяйственном производстве» [10], «Энергосбережение в животноводстве» [7], «Методика энергетического анализа технологических процессов в сельскохозяйственном производстве» [11], «Биоэнергетическая оценка и основные направления снижения энергоемкости производства молока» [12].

В качестве измерителя энергоемкости были приняты затраты энергии (Дж) с переводом в условное топливо (у.т.) на голову скота по элементам затрат в производственных процессах.

Результаты исследований. Одним из критериев, позволяющих достоверно определить затраты на производство тонны молока, является энергоемкость. Это затраты материально-энергетических ресурсов на единицу производимой продукции. Определение этого показателя позволяет выявить энергосберегающие направления при совершенствовании и разработке новых технологических решений. Этот показатель наиболее объективен, не зависит от конъюнктуры рынка и характеризует собой технический уровень развития технологии [13].

Анализ энергоемкости производства молока на изучаемых объектах свидетельствует о том, что суммарные энергозатраты зависят от затрат энергии на отдельные технологические операции. Основными расходными статьями при производстве молока на МТФ «Жажелка», МТК «Березовица» и МТК «Рассошное» являлись затраты на корма (40,6-42,2%) и на выращивание продуктивного скота (39,7-41,0%), на долю которых приходился наибольший процент. Далее в структуре затрат на изучаемых объектах следовали затраты на подстилку (4,5-6,8%), затраты живого труда (2,7-4,1%), затраты на металлоемкость машин и оборудования (1,9-3,4%), и затраты, овеществленные в энергоносителях (2,6-3,1%). Затраты, овеществленные в зданиях и сооружениях на МТФ «Жажелка», МТК «Березовица» и МТК «Рассошное» составили соответственно: 1,37, 1,40 и 1,90%, а затраты на жидкое топливо – 1,65, 0,96 и 1,10%. Меньше одного процента в структуре энергозатрат занимали затраты на электроэнергию и вспомогательное сырье (лекарственные, ветеринарные и дезинфицирующие средства).

Результаты выполненного нами энергоанализа производства молока (таблица) показали, что самые низкие суммарные энергозатраты за 2020 год оказались на МТФ «Жажелка» – 2422507 кг у.т., а самые высокие – на МТК «Рассошное» – 5186166 кг у.т.

Таблица – Показатели затрат энергии при производстве молока на изучаемых объектах

Показатель	Единицы измерения	Наименование ферм и комплексов		
		МТФ «Жажелка»	МТК «Березовица»	МТК «Рассошное»
I. Прямые затраты, кг у.т.				
Затраты электроэнергии	1 голова	49,0	41,7	50,3
	1 т молока	6,5	5,3	6,8
Затраты жидкого топлива	1 голова	97,5	53,5	67,6
	1 т молока	12,9	6,7	9,1
II. Косвенные затраты, кг у.т.				
Затраты энергии на корма	1 голова	2410,6	2374,7	2542,9
	1 т молока	318,5	298,8	343,7
Затраты энергии на подстилку	1 голова	265,1	397,2	388,8
	1 т молока	35,0	50,0	52,6
Затраты энергии на лекарства и дезинфицирующие средства	1 голова	7,7	10,7	12,9
	1 т молока	1,0	1,4	1,8
III. Инвестиционные затраты, кг у.т.				
Затраты энергии, овеществленные в энергоносителях	1 голова	186,3	151,5	183,7
	1 т молока	24,6	19,1	24,8
Затраты энергии, овеществленные в машинах и оборудовании	1 голова	202,9	154,0	115,4
	1 т молока	26,8	19,4	15,6
Затраты энергии, овеществленные в зданиях и сооружениях	1 голова	80,6	80,5	114,9
	1 т молока	10,7	10,1	15,5
Затраты энергии на выращивание продуктивного скота	1 голова	2393,3	2393,3	2393,3
	1 т молока	316,2	301,1	323,5
IV. Затраты энергии живого труда, кг у.т.				
Затраты энергии живого труда	1 голова	244,2	175,4	160,6
	1 т молока	32,3	22,1	21,7
Полные энергозатраты, кг у.т.				
Суммарные энергозатраты	-	2422507	3645277	5186166
	1 голова	5937,5	5832,4	6030,4
	1 т молока	784,4	733,8	815,2

Из расчета на одно животное и на 1 т молока наименее энергоемкой явилась технология производства молока, осуществляемая на комплексе «Березовица» (5832,4 и 733,8 кг у.т.), наиболее энергоемкой – на МТК «Рассошное» (6030,4 и 815,2 кг у.т.) соответственно.

Уровень энергозатрат на единицу продукции зависит не только от расхода ресурсов в расчете на каждое животное, но и от его продуктивности, так как с изменением среднесуточного удоя изменяются и статьи затрат на кормление и содержание животных. Так, наименьшее количество энергетических ресурсов на производство 1 т молока на МТК «Березовица» (733,8 кг у.т) сочеталось с высокой продуктивностью животных (средний удой молока на 1 корову за 2020 г. здесь составил 7948 л, на МТФ «Жажелка» – 7569 л и на МТК «Рассошное» – 7397 л) и более высоким уровнем производства молока на одного работающего (225,8 л на комплексе «Березовица», 118,8 л и 219,4 л в расчете на одного работающего человека соответственно на ферме «Жажелка» и комплексе «Рассошное»).

Как было сказано выше, для ферм и комплексов разной мощности наибольший процент в структуре затрат занимали затраты на воспроизводство стада и затраты на корма. Так, затраты на выращивание продуктивного скота в расчете на 1 т молока на МТК «Рассошное» были на 2,3 и 7,4% выше, чем на МТФ «Жажелка» и на МТК «Березовица» соответственно. Однако в расчете на 1 голову они были одинаковыми, так как коэффициент воспроизводства стада на данных фермах имел одинаковое значение. Самые низкие затраты на корма в расчете на 1 голову скота оказались на МТК «Березовица», что на 35,9 и 168,3 кг у.т. ниже по сравнению с рационом на ферме «Жажелка» и МТК «Рассошное» соответственно.

Косвенные затраты энергии на подстилку на изучаемых объектах составили 265,1-397,2 кг у.т. в расчете на 1 голову скота. На МТК «Березовица» они оказались в 0,98-1,5 раза выше

по сравнению с показателями затрат энергии на подстилку на МТК «Рассошное» и на ферме «Жажелка» соответственно. Для снижения затрат на подстилку целесообразно применять технологическое зонирование зданий (разделять площадь секций на зону кормления и отдыха).

В годовых совокупных энергозатратах самые высокие затраты энергии живого труда в расчете на голову и на тонну молока оказались на МТФ «Жажелка», что в 1,4-1,5 раза выше, чем на МТК «Березовица» и МТК «Рассошное», что связано с большим количеством производственного (6 операторов машинного доения, 8 животноводов) и обслуживающего персонала на ферме (5 человек) при имеющемся поголовье скота. Основной удельный вес энергии ручного труда на изучаемых объектах приходился на животноводов (30,0-31,8%), операторов машинного доения (22,7-23,0%) и трактористов (7,7-9,0%).

Затраты энергии, ове­ществленные в машинах и оборудовании, на ферме «Жажелка» также оказались на 48,9-87,5 кг у.т. или в 1,3-1,8 раза выше в расчете на 1 голову, чем на МТК «Березовица» и МТК «Рассошное» соответственно, что связано с наличием энергоемкого оборудования и машин на данной ферме при имеющемся в обслуживании поголовье коров. Наибольший удельный вес энергии машин и оборудования на обследуемых фермах и комплексах приходился на кормораздатчики и погрузчики кормов и навоза – 59,0-60,0%, на тракторы – 33,7-50,8%, доильное оборудование – 22,0-32,7% и оборудование для охлаждения и хранения молока – 7,8-11,9%.

В совокупных энергозатратах наибольший удельный вес приходился на энергию, ове­ществленную в топливе, и расходуемую тракторами и погрузчиками при раздаче кормов и уборке навоза. При этом в расчете на 1 голову скота затраты жидкого топлива на ферме «Жажелка» оказались на 29,9-44 кг у.т. или в 1,4-1,8 раза выше, чем на МТК «Рассошное» и МТК «Березовица» соответственно. Большой расход топлива на этой ферме, возможно, связан с технологической операцией уборки навоза, которая осуществляется во всех зданиях фермы трактором с бульдозерной навеской.

Изучение и анализ затрат электроэнергии в условиях ферм и комплексов по производству молока показали, что реализация новых технологических решений позволила уменьшить расход энергии. Так, замена большей части люминесцентных светильников на МТК «Березовица» светодиодными привело к снижению затрат на освещение. По затратам электроэнергии в расчете на голову скота было отмечено, что на МТК «Березовица» они были ниже, чем на ферме «Жажелка» и комплексе «Рассошное» (41,7 кг у.т. в расчете на голову против 49 и 50,3 кг у.т. соответственно). Кроме того, более низкие показатели затрат энергии на МТК «Березовица» можно объяснить наличием доильного оборудования с меньшей потребляемой мощностью (на МТК «Березовица» доильная установка «Параллель» 2x16 мощностью 30,0 кВт, на МТФ «Жажелка» доильная установка «Елочка» 2x14 мощностью 35,5 кВт, на МТК «Рассошное» доильная установка «Карусель-40» мощностью 50,0 кВт).

Энергетические затраты на лекарственные, ветеринарные и дезинфицирующие средства на изучаемых объектах были наименьшими. Так, на одно животное годовые затраты на вспомогательные средства, переведенные в условное топливо, составили 7,7 кг на МТФ «Жажелка», 10,7 кг на МТК «Березовица» и 12,9 кг на МТК «Рассошное».

Расчеты показателей биоэнергетической оценки производства молока на изучаемых объектах показали, что коэффициент биоэнергетической эффективности всей продукции, включая основную продукцию – молоко, дополнительную – телят от рождения (приплод) до 1,5 месяца (прирост), мясо выбракованных животных и побочную – навоз (экскременты с подстилкой), составил: на МТФ «Жажелка» – 50,4%, на МТК «Березовица» – 58,6%, на МТК «Рассошное» – 55,3%; коэффициент биоэнергетической эффективности основной и дополнительной продукции (без экскрементов и подстилки) – 14,5, 15,5 и 14,0% соответственно по фермам. Коэффициент биоэнергетической эффективности всей продукции на МТК «Березовица» был на 3,3-8,2% выше, основной и дополнительной продукции – на 1-1,5% выше, чем на МТК «Рассошное» и на МТФ «Жажелка».

Заключение. Установлено, что в структуре совокупных энергозатратах на производство молока наибольший удельный вес занимают энергия, переносимая на конечный продукт кормами (40,5-42,1%), энергия, идущая на воспроизводство стада (39,6-40,3%), энергоносители (2,6-3,1%). Доля других видов энергозатрат гораздо ниже и находится в следующих пределах: жидкое топливо – 0,9-1,6%; энергия, переносимая машинами и оборудованием – 1,9-3,4%, переносимая зданиями и сооружениями – 1,3-1,9%, переносимая подстилкой – 1,3-4; энергия живого труда – 4,4-6,4%.

Литература. 1. Модернизация, реконструкция и строительство молочных ферм и комплексов / Н.А. Попков. [и др.]. - Горки, 2011. - 132 с. 2. Яковчик, Н. С. Экономические основы энергосбережения в животноводстве (теория, методология, практика) / Н. С. Яковчик, В. В. Валуев. – Барановичи: Баранов. тип., 1999 – 162 с. 3. Хазанов, Е. Е. Технологические модули для коров и молодняка при беспривязно-боксовом способе их содержания / Е. Е. Хазанов, В. В. Гордеев.// Научно-технический прогресс в животноводстве – перспективные ресурсосберегающие машинные технологии: сб. науч. тр. – Подольск, 2005. – Т. 15, ч. 1. – С. 40-47. 4. Казакевич, П. П. Технологическая концепция «умной» молочной фермы / П. П. Казакевич, В. Н. Тимошенко, А. А. Мухоморова; РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству». – Жодино, 2022. – 252 с. 5. Баймакова, А. А. Развитие расширенного воспроизводства в сельском хозяйстве (на материалах Смоленской области): автореф. дис. ... канд. эконом. наук: 08.00.05, 08.00.10 / Баймакова А. А. – Москва, 2011. – 26 с. 6. Касьянова, А.С. Обоснование направлений расширенного воспроизводства в отраслях растениеводства: автореф. дис. канд. эконом. наук: 08.00.05 / Касьянова, А.С. - Курск, 2008. – 19 с. 7. Яковчик, Н. С. Энергоресурсосбережение в сельском хозяйстве / Н. С. Яковчик, А. М. Лапотко.- Барановичи, 1999. - 380 с. 8. Севернев, М. М. Энергосберегающие технологии в сельскохозяйственном производстве / М. М. Севернев.- М.: 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.. - М.: ВО "Агропромиздат", 1990. – 176 с. 10. Севернев, М. М. Временная методика энергетического анализа в сельскохозяйственном производстве/ М. М. Севернев. - Минск, 1991. – 126 с. 11. Методика энергетического анализа технологических процессов в сельскохозяйственном производстве/ Россельхозакадемия, ВИМ, ЦНИИМЭСХ, ВИЭСХ.– М.: ВИМ – М., 1995. – 95 с. 12. Мишуров, Н.П. Биоэнергетическая оценка и основные направления снижения энергоёмкости производства молока: науч. изд. / Н. П. Мишуров – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. – 152 с. 13. Миндрин, А. С. Энергоэкономическая оценка сельскохозяйственной продукции / А. С. Миндрин. – М., 1987. – 187 с.

УДК 636.4.086.72:633.853.494:614.9

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К БИОТЕСТИРОВАНИЮ КОРМОВЫХ СРЕДСТВ ИЗ РАПСА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ *TETRAHYMENA PYRIFORMIS*

**Хоченков А.А., Петрушко А.С., Ходосовский Д.Н., Рудаковская И.И., Безмен В.А.,
Соляник А.Н., Джумкова М.В.**

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

*Предложен методический подход к биотестированию кормовых продуктов из рапса с использованием инфузорий *Tetrahymena Pyriformis*. Для оценки безвредности и питательной ценности кормовых средств из рапса целесообразно определять биотический потенциал инфузорий, коэффициент адаптогенности их популяции, стандартную биологическую ценность фуража, коэффициент эффективности белка. Это поможет выявить предпочтительные в кормовом отношении варианты сортов и гибридов рапса для культивирования в растениеводстве. **Ключевые слова:** рапс, инфузории, биотестирование, биотический потенциал, коэффициент адаптогенности, коэффициент эффективности белка.*