

doi:10.18286/1816-4501-2023-4-129-135

УДК 636.2.082

Энергоэффективность использования обменной энергии у кур и крупного рогатого скота разной наследственности

Б. П. Мохов, доктор биологических наук, профессор

В. В. Наумова ✉, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Морфология и физиология, кормление, разведение и частная зоотехния»

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

432017, г. Ульяновск, бульвар Новый Венец, 1;

✉ zootech-dep@ugsha.ru

Резюме. В статье изложены результаты определения состояния и взаимодействия основных процессов использования обменной энергии у кур и крупного рогатого скота разной наследственности. Исследование проведено в период интенсивной яйцекладки кур и молодняка крупного рогатого скота в возрасте 15 мес. Учитывали три направления использования обменной энергии – на основной обмен (базовый метаболизм), на синтез продукции и затраты на теплообеспеченность организма. Установлено, что таксономические классы и породы домашних животных различаются по изученным показателям. Основной обмен у кур по сравнению с крупным рогатым скотом выше в 4,8 раза, теплообеспеченность в 1,65 раза. Крупный рогатый скот на один килоджоуль отложенной в организме мясожировой продукции расходует в 6,0 раза больше валовой энергии корма, чем куры на килоджоуль яйцепродукции. У высокопродуктивных животных и птиц эффективнее действие базового метаболизма. Наиболее продуктивный кросс «Бованс белый» на один кг яйцепродукции затрачивает на 21 % меньше энергии основного обмена, чем кросс «Родонит». Помеси первого поколения от промышленного скрещивания с кианской породой на синтез мясопродукции затрачивают меньше в 1,9 раза энергии основного обмена по сравнению с чистопородным молодняком.

Ключевые слова: внутриклеточный обмен, теплообеспеченность, синтез продукции, аргументы, функции, взаимодействия.

Для цитирования: Энергоэффективность использования обменной энергии у кур и крупного рогатого скота разной наследственности // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. № 4 (64). 129-135 С. doi:10.18286/1816-4501-2023-4-129-135

Energy efficiency of metabolic energy usage by hens and cattle of different heredity

B. P. Mokhov, V. V. Naumova ✉

FSBEI HE Ulyanovsk State Agrarian University

432017, Ulyanovsk, Novyi Venets Boulevard, 1;

✉ zootech-dep@ugsha.ru

Abstract. The article presents results of specification of the state and mutual influence of the main processes of metabolic energy usage of hens and cattle of different heredity. The study was conducted during the period of intensive egg laying of hens and young cattle at the age of 15 months. Three directions of metabolic energy usage were taken into account: for main metabolism (basic metabolism), for synthesis of products and effort for heat supply of the body. It was established that taxonomic classes and breeds of domestic animals differ according to the studied parameters. The basic metabolism of hens is 4.8 times higher than of cattle, and the heat supply is 1.65 times higher. Cattle consumes 6.0 times more gross feed energy per kilojoule of meat and fat products stored in the body than hens per kilojoule of egg production. In highly productive animals and birds, the basal metabolism is more effective. The most productive cross "Bovans white" spends 21% less of basic metabolic energy per kg of egg production than the cross "Rodonit". Crossbreeds of the first generation from industrial crossing with the Kian breed spend 1.9 times less of basic metabolic energy on the synthesis of meat products compared to purely bred young animals.

Keywords: intracellular metabolism, heat supply, synthesis of products, arguments, functions, interactions.

For citation: Mokhov B. P., Naumova V. V. Energy efficiency of metabolic energy usage by hens and cattle of different heredity // Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy. 2023;4(64):129-135

Введение

В результате действия пищеварительной системы валовая энергия корма разделяется

на энергию каловых масс, мочи, кишечных газов и обменную энергию.

Первые три части выделяются в среду обитания, а обменная энергия, в виде простых веществ,

4.2.4. Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов и производства продукции животноводства (сельскохозяйственные науки)

поступает в клетки организма [1]. В клетках в соответствии с генетическим кодом из аминокислот, моносахаров, жирных кислот и других веществ растительного происхождения синтезируются собственные белки, жиры и углеводы, а также образуется тепловая энергия [2, 3].

В среднем у домашних животных на изотермию организма используется от 54 до 65 % тепловой энергии, образовавшейся при катаболизме растительного корма и синтезе своих сложных веществ.

Установлено сходство и различие процессов использования валовой энергии корма у различных таксономических классов и пород домашних животных.

В сравнительных опытах на курах и свиньях установлено, что индекс активности катаболических ферментов у кур в несколько раз превышает активность этих ферментов у свиней [4]. У крупного рогатого скота и птиц эквивалентны процессы образования обменной энергии и последующего ее расхода на основной обмен, синтез продуктивности и теплообеспеченность организма [5].

Высокопродуктивные животные на производство продукции затрачивают меньше энергии по сравнению с низкопродуктивными [6]. Домашние животные разных классов, пород и экогенеза различаются по удельным затратам на внутриклеточный метаболизм, синтез продукции и терморегуляцию организма [7, 8, 9, 10].

Сравнительное изучение состояния и взаимодействия всех направлений использования валовой энергии корма представляет научный интерес и имеет практическое значение.

Материалы и методы

Эксперимент проведен в условиях птицефабрики «Ульяновская» Чердаклинского района и Анненковской опытной станции Майнского района. Изучены кроссы кур и крупный рогатый скот разной наследственности.

Исследование проводили в период интенсивной яйцекладки кур и молодняка крупного рогатого скота в возрасте 15 мес.

Учитывали три направления использования обменной энергии – на основной обмен (базовый метаболизм), который осуществляется в результате деятельности клеток, на синтез продукции и затраты на теплообеспеченность организма (*Энергетический обмен у сельскохозяйственных животных. / Е. А. Надальяк, С. В. Стояновский // В кн. Руководство по физиологии. Л. Наука. 1978. С. 255 – 280*).

Базовый метаболизм определялся по показательной функции живой массы, $y = ax$ (*Пищевое поведение и регуляция гомеостаза. В кн. Сложные формы поведения / А. М. Уголев, В. Г. Кассиль. Москва, Ленинград: Наука, 1965. С. 41-59*). Для птиц принято уравнение $R_{\text{ккал}} = 86,4 \times M^{0,668}$, для млекопитающих $R_{\text{ккал}} = 70 \times M^{0,75}$. Для определения площади поверхности тела использованы уравнения: для

птиц – $S = 10,4 \times M^{2/3}$, для крупного рогатого скота – $S = 9 \times M^{2/3}$ (*Размеры животных: почему они так важны? / К. Шмидт - Ниельсен. Москва: Мир, 1987. 259 с.*).

Энергетическая ценность яичной и мясной продуктивности оценивалась в килоджоулях – кДж/кг. Для кур 100 г = 157 ккал или 657 кДж, для крупного рогатого скота 100 г = 100 ккал или 419 кДж [11].

На изотермию организмом расходовалось от 54 до 72 процентов обменной энергии.

Принята единая оценка изучаемых явлений в джоулях, проведен корреляционный и регрессионный анализы полученных данных, установлены управляющие аргументы и зависимые от них функции (*Плохинский, Н. А. Регрессия. Показательные функции / Биометрия. – Москва: Московский университет, 1970. С. 210 – 273.*)

Результаты

Зоотехнические условия кормления и содержания обеспечивали высокую степень реализации племенных и продуктивных качеств животных. Показатели развития яичной и мясной продуктивности соответствовали стандартам элита и элита-рекорд (табл.1).

Живая масса кур кросса «Родонит» больше по сравнению с кроссом «Бованс белый» на 22 %, а поверхность тела – в 1,3 раза. Расход обменной энергии на кг живой массы у них меньше на 11,9 %, а яичная продуктивность – на 6 %.

Чистопородные бычки в возрасте 15 мес уступают помесным сверстникам на 56 кг или на 12 %. У них также меньше поверхность тела на 11 %. Мясная продуктивность помесных животных больше на 140 г в сутки, что на 15 % больше по сравнению с чистопородными. У них также лучше развит жвачный процесс, он продолжительнее по сравнению с чистопородными за сутки – на 101 минуту, при сокращении расхода обменной энергии на – 28 кДж/кг.

Структура расхода обменной энергии и влияние основных процессов на ее использование приводятся в таблице 2.

Научно-обоснованные нормы расхода обменной энергии для кросса «Родонит» выше по сравнению с кроссом «Бованс белый». Однако, на кг живой массы использование обменной энергии больше у кросса «Бованс белый» на 12 %.

На базовый метаболизм у кросса «Родонит» расходуется 44 % ОЭ, на синтез яйцепродукции – 24 % и на изотермию организма – 32 %. У кросса «Бованс белый» соответственно 42, 28 и 30 процентов. На производство яиц кросс «Бованс белый» использует на 47 кДж/сутки больше по сравнению с кроссом «Родонит», что составляет 29 %. На один кг живой массы кросс «Родонит» расходует 113,9 кДж/сутки, на 1 см² поверхности – 16,3 кДж/сутки. Кросс «Бованс белый» соответственно 147,1 и 22,3 кДж/сутки или на 29...37 % больше.

Таблица 1. Морфофизиологические и продуктивные показатели опытных животных

№ п/п	Показатель	M±m	M±m	±
Куры				
		Кросс «Родонит»	Кросс «Бованс белый»	
1	Живая масса, кг	1,87 ± 0,04	1,53 ± 0,01	+ 0,34
2	Поверхность тела, см ²	13,1	10,1	+ 3
3	Яичная продуктивность, г/сут.	45,7	48,4	- 2,7
4	Использовано ОЭ, кДж/кг/сут.	667,4	746,8	-79,4
Крупный рогатый скот				
		Чистопородные	Помесные	
1	Живая масса, кг	450 ± 1,4	506 ± 1,0	- 56
2	Поверхность тела, см ²	2700	3036	- 336
3	Продолжительность жвачки, мин.	252 ± 11	353 ± 24	- 101
4	Мясная продуктивность, г/сут.	944 ± 11,2	1084 ± 51,0	- 140
5	Использовано ОЭ, кДж/кг/сут.	218	190	+ 28

Таблица 2. Структура и состояние основных процессов использования обменной энергии

№ п/п	Показатель	Ед. изм.	М	М	±	β
Куры (интенсивный период яйцекладки)						
			Кросс «Родонит»	Кросс «Бованс белый»		
1	Валовая энергия (ВЭ)	кДж/кг	927,3	1036,6	-109,3	0,95
2	Обменная энергия (ОЭ)	кДж/кг	667,4	746,8	-79,4	0,95
3	Основной обмен (ОО)	кДж/кг	293,7	313,9	-20,2	0,95
	на кг живой массы	кДж/кг	157,1	205,2	-48,1	-
	на кДж яйцепродукции	кДж/кг	1,83	1,51	+0,32	-
4	Яйцепродукция	кДж/кг	160,8	207,8	-47,0	0,99
	на кг живой массы	кДж/кг	86,0	135,8	- 49,8	-
5	Теплообеспеченность	кДж/кг	212,9	225,1	-12,2	0,95
	на кг живой массы	кДж/кг	113,9	147,1	-33,2	-
	на кДж яйцепродукции	кДж/кг	1,3	1,1	+0,2	-
	на см ² поверхности тела	кДж/см ²	16,3	22,3	-6	-
Крупный рогатый скот						
			Чистопородные	Помесные		
1	Валовая энергия (ВЭ)	кДж/кг	404	367	+37	0,99
2	Обменная энергия (ОЭ)	кДж/кг	218	190	+28	0,95
3	Основной обмен (ОО)	кДж/кг	63,7	61,8	+1,4	0,95
	на кг живой массы	кДж/кг	0,14	0,13	+0,01	-
	на кДж мясопродукции	кДж/кг	6,8	3,6	+3,2	-
4	Мясопродукция	кДж/кг	7,8	8,1	-0,3	0,90
	на кг живой массы	кДж/кг	0,02	0,03	+0,01	-
5	Теплообеспеченность	кДж/кг	146	120	+26	0,90
	на кг живой массы	кДж/кг	0,32	0,23	+0,9	-
	на кДж мясопродукции	кДж/кг	15,6	6,9	+8,7	-
	на см ² поверхности тела	кДж/кг	0,05	0,04	+0,01	-

Нормы расхода обменной энергии для откормочного молодняка определяются живой массой и среднесуточным приростом мясной продуктивности с поправкой на интенсивность обменных процессов [1].

На основной обмен чистопородный молодняк затрачивает 29 % обменной энергии, на мясожировую продукцию – 3 % и на теплообеспечение – 68 %. Помеси от промышленного скрещивания с кианской породой затрачивают соответственно 32 %, 4 % и 64 %. На синтез мышечных и жировых тканей, костей и сухожилий, внутренних органов и др. чистопородные животные расходуют 9,3 кДж/сутки, помесные – 17,2 кДж/сутки или в 1,8 раза больше. На теплообеспеченность организма первые затрачивают 146 кДж/сутки, вторые 120 кДж/сутки, что на 22 % меньше. На 1 кг живой массы помесные животные

используют 0,23 кДж/сутки, чистопородные 0,32 кДж/сутки, что на 39 % больше.

Изученные таксономические классы и породы домашних животных при наличии сходства имеют различия по развитию и направлению взаимодействия основных процессов использования затрат обменной энергии (табл. 3).

Детерминанта, наиболее достоверно и объективно определяющая влияние аргумента на функцию, в среднем у кур составила $r^2=0,806$, у крупного рогатого скота $r^2=0,896$, что на 11 % выше.

У кросса «Бованс белый» и помесного молодняка, имеющих повышенную продуктивность этот показатель, соответственно больше на 9,9 % и 17,3 %.

Наименьшая доля установлена для влияния основного обмена на продуктивность, в среднем у кур

4.2.4. Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов и производства продукции животноводства (сельскохозяйственные науки)

$r^2=0,698$, у крупного рогатого скота $r^2=0,845$. У низкопродуктивных кур такое влияние ниже на 18 %, у молодняка - на 30 % по сравнению с высокопродуктивными.

Высокая доля установлена для влияния основного обмена на теплообеспеченность организма, у кур с высокой продуктивностью $r^2=0,895$, у молодняка крупного рогатого скота $r^2=0,960$.

Наиболее тесное взаимодействие у высокопродуктивных животных установлено для теплообеспеченности и продуктивности, у кур $r^2=0,939$, у молодняка $r^2=0,980$. У низкопродуктивных животных соответственно на 26...28 % ниже.

Регрессия, определяющая величину и направление движения функции, при изменении аргумента в числовых (скалярных) единицах измерения, в джоулях, у кур имеет положительное и отрицательное направление, у крупного рогатого скота - положительное.

Известно, что изменение основного обмена и выделение теплоты определяется генетическим кодом. При гипотетическом повышении интенсивности основного обмена за сутки на один джоуль энергия яйцепродукции у кур кросса «Родонит» увеличится на 0,680 Дж, у кросса «Бованс белый» - на 0,654 Дж, у чистопородного молодняка - на 2,2 Дж, у помесного молодняка - на 11,5 Дж.

Предположительно рост внутриклеточного метаболизма определяет снижение затрат на теплообеспеченность у низкопродуктивного кросса

на 0,80 Дж, у высокопродуктивного - на 0,44 Дж. У крупного рогатого скота указанные направления взаимодействуют положительно $R_{1/2} = 0,73...0,50$ Дж. Оптимизация указанных взаимозависимостей возможна при использовании генетических методов.

Повышение затрат на теплообеспеченность у кур также приводит к снижению яичной продуктивности. У крупного рогатого скота повышение теплообеспеченности увеличивает мясную продуктивность на 3,8...10,7 Дж за сутки.

Отрицательная регрессия установлена между базовым метаболизмом и теплообеспеченностью у кур кросса «Родонит» - $R_{1/2} = -0,989$, у кур «Бованс белый» - $R_{1/2} = -0,946$. У крупного рогатого скота эта взаимосвязь имеет положительное направление.

Высокая степень изменчивости установлена для теплообеспеченности во всех изученных группах. Это в известной мере оказало влияние на регрессионную связь этого процесса с продуктивностью.

При повышении затрат на теплообеспеченность организма у кур кросса «Родонит» на один кДж/сутки яйцепродуктивность возрастает на 3,3 кДж/сутки, у кросса «Бованс белый» - на 1,7 кДж/сутки. При повышении теплообеспеченности организма чистопородного молодняка крупного рогатого скота на один кДж/сутки. отложение мясопродукции в органах и тканях возрастает на 3,8 кДж, у помесных на 10,7 кДж/сутки.

Таблица 3. Регрессионный анализ основных процессов использования обменной энергии

№ п/п	Показатель	Куры		Крупный рогатый скот	
		кросс «Родонит»	кросс «Бованс белый»	чистопородные	помесные
Основной обмен (ОО) - продуктивность					
1	Даты, $M \pm m$	293,7 \pm 3,9 160,8 \pm 1,1	313,9 \pm 1,6 207,8 \pm 2,1	63,7 \pm 0,5 7,8 \pm 0,1	61,8 \pm 0,3 8,1 \pm 0,3
2	Сигма, σ	9,5 - 2,7	4,0 - 5,1	3,9 - 1,2	7,9 - 0,7
3	Корреляция, r	0,771	0,838	0,86	0,98
4	Регрессия, $R_{1/2}$	0,68	0,65	2,29	11,1
5	Регрессия, $R_{2/1}$	0,37	1,06	0,3	0,1
6	Детерминанта, r^2	0,595	0,702	0,739	0,960
Основной обмен (ОО) - теплообеспеченность					
1	Даты, $M \pm m$	293,7 \pm 3,9 212,9 \pm 4,8	313,9 \pm 1,6 225,1 \pm 3,6	63,7 \pm 0,5 146 \pm 3,4	61,8 \pm 0,3 120 \pm 1,2
2	Сигма, σ	9,5-11,6	4,0-8,7	3,9 - 5,2	3,9 - 7,6
3	Корреляция, r	- 0,989	- 0,946	0,98	0,98
4	Регрессия, $R_{1/2}$	- 0,80	- 0,44	0,73	0,50
5	Регрессия, $R_{2/1}$	- 1,9	- 2,2	1,30	1,90
6	Детерминанта, r^2	0,978	0,895	0,960	0,960
Теплообеспеченность - продуктивность					
1	Даты, $M \pm m$	212,9 \pm 4,8 160,8 \pm 1,1	225,1 \pm 3,6 207,8 \pm 2,1	146 \pm 3,4 7,8 \pm 0,1	120 \pm 1,2 8,1 \pm 0,3
2	Сигма, σ	11,7 - 2,7	8,7 - 5,1	5,2 - 1,2	7,6 - 0,7
3	Корреляция, r	- 0,856	-0,969	0,88	0,99
4	Регрессия, $R_{1/2}$	3,3	1,71	3,8	10,7
5	Регрессия, $R_{2/1}$	0,21	0,55	0,3	0,09
6	Детерминанта, r^2	0,733	0,939	0,774	0,980

Таблица 4. Затраты энергии на производство яичной и мясожировой продукции, в кДж/кг

№ п/п	Показатель	Куры		Крупный рогатый скот	
		кросс «Родонит»	кросс «Бованс белый»	чистопородные	помесные
Валовая энергия, кДж/кг					
1	Всего	927,3	1036,6	404	367
2	на 1 кДж/кг	5,8	5,0	43,4	21,5
Обменная энергия, кДж/кг					
1	Всего	667,4	746,8	218	190
2	на 1 кДж/кг	4,2	3,6	23,5	11,4
3	в % к ВЭ	71,2	72,1	54	55

В таблице 4 приводятся результаты изучения энергоэффективности производства продуктов питания у различных таксономических классов и пород домашних животных.

В среднем на производство одного кДж/кг яичной продукции затрачивается 5,4 кДж/кг валовой энергии корма, мясожировой – 32,4 кДж/кг, что в 6 раз больше. Куры кросса «Родонит» расходуют на 1кДж/кг 5,8 кДж/кг энергии корма, кросс «Бованс белый» 5,0 кДж/кг, что на 16 % меньше. У крупного рогатого скота значительное преимущество по этому показателю имеют помеси первого поколения от промышленного скрещивания с кианской породой. Они затрачивают на производство в 2 раза меньше энергии корма по сравнению с чистопородными животными.

Обсуждение

При изучении биологической энергоэффективности использования кур и крупного рогатого скота для производства продуктов питания установлено влияние основных процессов использования обменной энергии на продуктивность, определены аргументы и функции этих процессов, управляющие и управляемые факторы энергосбережения [12,13,14].

Изучение разных таксономических классов, различной наследственности расширяет научное понятие и усиливает доказательную основу исследований этих процессов.

Наряду с оценкой полноценности пищевых продуктов, их вкусовых качеств и источников поступления, национальных и религиозных предпочтений, модных и других свойств, в условиях нарастающего роста потребления энергии эффективность ее сбережения – одна из актуальных задач времени.

Анализируя сходство и различие изученных групп нельзя не заметить, что у кур с повышением живой массы и расхода обменной энергии яйцепродуктивность снижается. У крупного рогатого скота рост живой массы стимулирует повышенную мясную продуктивность и снижение расхода обменной энергии.

Зоотехнические методы содержания животных способствуют оптимизации таких зависимостей.

В пределах наших представлений и проведенных исследований основной обмен, внутриклеточный метаболизм в соответствии с генетическим

кодом являются исходными, главными управляющими аргументом всех последующих процессов.

Повышенная яйцепродуктивность кур кросса «Бованс белый» сопровождается более устойчивой теплообеспеченностью организма, которая на 5,7 % у них выше по сравнению с кроссом «Родонит». На см² поверхности тела у них приходится 22,3 кДж теплопродукции, а у кросса «Родонит» – 16,3 кДж или на 36,8 % больше – все это необходимо учитывать в технических нормах проектирования и содержания.

Повышенная мясная продуктивность помесей по сравнению с чистопородным молодняком определяется эффективным жвачным процессом, который является показательной функцией базового метаболизма.

Превосходство кросса «Бованс белый» по яйцепродуктивности определяется высокой эффективностью клеточного метаболизма. Так на один кг живой массы у кросса «Родонит» расходуются 158 кДж/кг обменной энергии, а у кросса «Бованс белый» – 198 кДж/кг, что на 25 % больше. Адаптивность кросса «Родонит» ниже по сравнению с кроссом «Бованс белый», что объясняется пониженным использованием энергии на живую массу и поверхность организма.

Пониженную адаптивность кур кросса «Родонит» и помесного молодняка необходимо учитывать при технологии содержания.

Состояние отрицательной корреляционной связи между основными процессами у кур можно объяснить свойствами их репродуктивной функции, процессами синтеза яичной массы, «насиживания», яйцекладки, в течение которых изменяется потребление энергии. При повышенной температуре внешней среды затраты на теплообеспечение снижаются, а на отложение яиц – возрастают. Эта эволюционно сложившаяся зависимость сохранилась и у домашних кур.

При снижении температуры внешней среды усиливается охлаждение внутренних органов при дыхании, а также поверхности тела вследствие роста излучения, в соответствии с уравнением $Q = \sigma \times S(T_1 - T_2)$, где S – площадь тела, $(T_1 - T_2)$ – разница температур. Все это рефлекторно увеличивает расход тепловой энергии на поддержание изотермии тела и сокращение затрат на яйцепродуктивность. Обратный процесс наблюдается при повышении

температуры внешней среды, когда начинается яйцекладка. У крупного рогатого скота такой зависимости нет, в изученный период все связи носят положительное направление.

Обращает на себя внимание значительное различие расхода энергии на синтез яичной и мясной продуктивности. Так на синтез мяса валовой энергии расходуется в четыре раза больше, чем на синтез яйца. Такое несходство объясняется тем, что количество и качество биохимических реакций, необходимых для синтеза мышечной, костной, нервной и других тканей, составляющих основу мясной продуктивности, несравненно выше, чем при синтезе белка и желтка яиц.

Заключение

Изучение биологической энергоэффективности использования обменной энергии разных таксономических классов домашних животных, разной наследственности оптимизирует доказательную базу проведенных исследований и составляет основу для практических рекомендаций.

Изучены основной обмен, который является исходным, главным управляющим аргументом всех последующих функций, теплообеспеченность – обязательный жизненный процесс, яичная и мясожировая продуктивность, гарантирующая производство важнейших продуктов питания человека – все это осуществляется в результате изменчивости состояния и взаимодействия основных процессов использования обменной энергии.

Таксономические классы и породы домашних животных различаются по изученным показателям.

В среднем на один килоджоуль выведенной из организма яйцепродукции курицы затрачивают 5,4 кДж валовой энергии корма, крупный рогатый скот на один килоджоуль отложенной в организме мясожировой продукции расходует 32,4 кДж растительного корма, что в 6,0 раза больше.

Литература

1. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных / А. П. Калашников, В. И. Фисинин, В. В. Щеголев и др. Москва: Знание, 2005. 456 с.
2. Коломиец С. А. Анализ энергетического обмена в организме высокопродуктивных коров // Эффективное животноводство. 2023. № 3(185). - С. 60-62.
3. Гусаров И. В., Фоменко П. А., Богатырева Е. В. Система полноценного кормления КРС в Вологодской области // Сыроделие и маслоделие. 2018. № 4. С. 16-19.
4. Адаптация панкреатической секреции и метаболизма у животных с разным типом пищеварения при замене белкового компонента рациона / В. И. Фисинин, В. Г. Вертипрахов и др. // Сельскохозяйственная биология. 2019. № 6. С. 1122-1134.
5. Распределение и использование энергии молодняком разных генотипов / П. Ф. Пермякова, В. В. Романова, Л. П. Павлова и др. // Сельское хозяйство. 2018. № 1. С. 53-59.
6. Мохов, Б. П., Наумова В. В. Основные направления использования обменной энергии у крупного рогатого скота и птицы // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 2(14). С. 220-224.
7. Оноприенко, Н. А., Оноприенко В. В. Влияние уровня энергии на молочную продуктивность коров в период раздоя // Сборник научных трудов СКНИИЖ. 2018. № 2. С. 238-243.
8. Оптимизация энергетического питания высокопродуктивных коров: рекомендации / Л. Г. Горковенко, Н. А. Оноприенко, С. В. Кобзарь, и др. Краснодар. 2016. 60 с. – ISBN 978-5-906643-11-7.

Основной обмен у кур в среднем составляет 304 кДж/кг, у крупного рогатого скота 63 кДж/кг, что в 4,8 раза ниже, теплообеспеченность соответственно составляет 219 и 133 кДж, что в 1,65 раза меньше.

Теснота корреляции между основными процессами использования обменной энергии у кур составляет от $r = -0,989$ до $r = 0,771$, у крупного рогатого скота - от $r = 0,990$ до $r = 0,880$.

Наиболее продуктивный кросс «Бованс белый» на один кг яйцепродукции затрачивает 1,51 кДж/кг энергии основного обмена, кросс «Родонит» – 1,83 кДж/кг, что на 21 % больше. Помеси первого поколения от промышленного скрещивания с кианской породой на синтез мясопродукции затрачивают 3,6 кДж/кг энергии основного обмена, а чистопородный молодняк – 6,8 кДж/кг, что в 1,9 раза больше. Теплообеспеченность организма помесного молодняка на 18 % ниже по сравнению с чистопородными сверстницами, что необходимо учитывать при их содержании.

Включение в инструкцию по бонитировке показателей обменных процессов повысит генетическую достоверность племенной оценки животных.

Увеличение народонаселения и повышение качества жизни определяют рост потребления продуктов питания и расход энергии на их производство, изучение и разработка методов энергосбережения становятся необходимыми [15].

Планы по развитию отраслей животноводства, санитарно-технологическим нормам проектирования и строительства, инструкции по оценке животных и кормов, приказы по утверждению новых пород и др. необходимо сопровождать анализом биологических факторов энергоэффективности, используя при этом эквивалентные единицы учета затрат на базовый метаболизм, продуктивность и теплообеспеченность.

9. Лемешевский В. О., Цай В. П. Эффективность использования обменной энергии и протеина в зависимости от продуктивности крупного рогатого скота // Сборник научных трудов Ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства. 2012. Т. 2, № 1. С. 173-176.

10. Мохов, Б. П., Малышев А. А., Шабалина Е. П. Адаптация и продуктивность крупного рогатого скота различного экогенеза Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 2012. № 1. С. 40–41.

11. Пищевая и биологическая ценность яиц и яичных продуктов / В. И. Фисинин, В. В. Гущин, В. С. Лукашенко и др. Сергиев Посад: ВНИТИП, 2013. 28 с.

12. Ибрагимов, А. В., Сейидли М. М. Определение обменной энергии кормов и рационов // Наука и образование: сохраняя прошлое, создаём будущее: сборник статей XXXIX Международной научно-практической конференции, Пенза, 23 июня 2022 года. Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2022. С. 79-83.

13. Гречишников, В. В. Оценка переваримости питательных веществ и обменной энергии, высвобождаемой бройлерами и курами-несушками из кормовых компонентов // Зоотехния. 2013. № 11. С. 12-14.

14. Захаров, В. М., Максимов В. И Влияние обменных процессов на продуктивные качества животных // Зоотехния. 2021. № 2. С. 25-27.

15. Букаров, Н. Г., Горелов П. В., Эрнст Л. К. О проекте создания микрочипов для характеристики генетических структур, детерминирующий уровень воспроизводства сельскохозяйственных животных // Проблемы продуктивности животных. 2011. № 54. С. 27 - 29.

References

1. Norms and rations for feeding of agricultural animals / A. P. Kalashnikov, V. I. Fisinin, V. V. Shchegolev et al. Moscow: Knowledge, 2005. 456 p.

2. Kolomiets S.A. Energy metabolism analysis in the body of highly productive cows // Effective animal husbandry. 2023. № 3 (185). P. 60-62.

3. The system of adequate feeding of cattle in the Vologda region / I. V. Gusarov P. A. Fomenko, E. V. Bogatyreva // Cheese and butter making. 2018. № 4. P.16-19.

4. Adaptation of pancreatic secretion and metabolism of animals with different types of digestion when replacing the protein component of the diet / V.I. Fisinin, V. G. Vertiprakhov, E. L. Kharitonov et al. // Agricultural biology. 2019. № 6. P.1122-1134.

5. Distribution and usage of energy by young animals of different genotypes / P. F. Permyakova, V. V. Romanova, L. P. Pavlova et al. // Agriculture. 2018. № 1. P.53-59.

6. Mokhov B. P. Main directions of metabolic energy usage by cattle and poultry / B.P. Mokhov, V.V. Naumova // Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy. - 2022. № 2 (14). P. 220-224.

7. Onoprienko N. A. The influence of energy level on milk productivity of cows during the milking period / N.A. Onoprienko, V.V. Onoprienko // Collection of scientific works of North Caucasus Research Institute of Animal Husbandry. 2018. № 2. P.238-243.

8. Gorkovenko L.G. Improvement of energy nutrition of highly productive cows. / L.G. Gorkovenko, N.A. Onoprienko, S.V. Kobzar, I.V. Onoprienko: recommendations. - Krasnodar, 2016. – 60 p.

9. Lemeshevsky V. O., Tsai V. P. Efficiency of using metabolic energy and protein depending on the productivity of cattle // Collection of scientific papers of Stavropol Scientific Research Institute of Animal Husbandry and Feed Production. 2012. V. 2. № 1. P. 173-176.

10. Mokhov B. P., Malyshev A. A., Shabalina E. P. Adaptation and productivity of cattle of different ecogenesis // Reports of the Russian Academy of Agricultural Sciences. 2012. № 1. P.40–41.

11. Nutritional and biological value of eggs and egg products / V. I. Fisinin, V. V. Gushchin, V. S. Lukashenko and others - Sergiev Posad: All-Russian Research and Technological Institute of Poultry Farming, 2013. 28 p.

12. Ibragimov, A. V., Seyidli M. M. Determination of metabolic energy of feed and rations // Science and education: preserving the past, creating the future: collection of articles of the XXXIX International Scientific and Practical Conference, Penza, June 23, 2022. – Penza: Science and Enlightenment (IP Gulyaev G.Yu.). 2022. P. 79-83.

13. Grechishnikov, V. V. Assessment of digestibility of nutrients and metabolic energy released by broilers and laying hens from feed components // Zootechnics. 2013. № 11. P. 12-14.

14. Zakharov V. M., Maksimov V. I. The influence of metabolic processes on productive qualities of animals // Zootechnics. 2021. № 2. P. 25-27.

15. Bukarov N. G., Gorelov P. V., Ernst L. K. About the project to create microchips to characterize genetic structures that determine the level of reproduction of farm animals // Problems of animal productivity. Borovsk, 2011. P. 27 - 29.