

Научная статья/Research article

УДК 636.22/28.082

DOI: 10.36718/1819-4036-2026-4-136-147

Владимир Иванович Косилов¹, Юсупжан Артыкович Юлдашбаев²,

Елена Анатольевна Никонова³, Раиля Губайдулловна Калякина^{✉4}

^{1,3,4}Оренбургский государственный аграрный университет, Оренбург, Россия

²Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева, Москва, Россия

¹kosilov_vi@bk.ru

²yuldashbaev@rgau-msha.ru

³nikonovaea84@mail.ru

⁴kalyakina_railya@mail.ru

ПОТРЕБЛЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГИИ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ КОРМОВ РАЦИОНА ЧИСТОПОРОДНЫМИ И ПОМЕСНЫМИ БЫЧКАМИ

Цель исследования – определение зависимости между генотипом бычков и параметрами энергообмена – потреблением и переваримостью кормов рациона. Задачи: количественная оценка поступления валовой энергии питательных веществ; определение обменности валовой энергии и коэффициентов ее переваримости у бычков различных генотипов; анализ показателей использования обменной энергии для базовых физиологических процессов (поддержание жизни и сверхподдержание), а также для синтеза продукции; расчет коэффициентов эффективности утилизации энергии. Экспериментальная часть исследования реализована в период 2021–2023 гг. на производственной базе ООО «Колос», расположенного в Оренбургской области. Объект исследования – чистопородные бычки красной степной породы (I группа), помеси первого поколения с лимузинами (½ красная степная × ½ лимузин – II группа), помеси с герефордами (½ красная степная × ½ герефорд – III группа). Чистопородные бычки I группы уступали помесным сверстникам II и III групп по потреблению валовой энергии соответственно на 11,62 (8,66 %) и 8,94 МДж (6,67 %), величине переваримости – на 10,8 (12,11 %) и 7,52 МДж (8,43 %), уровню коэффициента переваримости – на 2,11 и 1,10 %. Анализ коэффициентов энергоиспользования показал, что помесные бычки II группы превышали чистопородный молодняк I группы по КПИВЭ на 1,17 %, по КПИОЭ – на 1,23 %. При этом животные III группы демонстрировали превышение над I группой по КПИВЭ на 0,60 %, по КПИОЭ – на 0,58 %. Наивысшие показатели по всем анализируемым параметрам зафиксированы у лимузинских помесей II группы. При сравнении с ними помеси герефордской породы (III группа) отличались меньшим уровнем потребления валовой энергии на 2,68 МДж (1,87 %); переваримости – на 3,28 %; сокращением коэффициента переваримости – на 1,01 %; продуктивного использования обменной энергии – на 0,65 %.

Ключевые слова: скотоводство, красная степная порода, помеси с лимузинами и герефордами, бычки, энергия кормов, потребление кормов

Для цитирования: Косилов В.И., Юлдашбаев Ю.А., Никонова Е.А. и др. Потребление и использование энергии питательных веществ кормов рациона чистопородными и помесными бычками // Вестник КрасГАУ. 2026. № 4. С. 136–147. DOI: 10.36718/1819-4036-2026-4-136-147.

Vladimir Ivanovich Kosilov¹, Yusupzhan Artykovich Yuldashbaev², Elena Anatolyevna Nikonova³,

Railya Gubaidullovna Kalyakina^{✉4}

^{1,3,4}Orenburg State Agrarian University, Orenburg, Russia

²Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia

¹kosilov_vi@bk.ru

²yuldashbaev@rgau-msha.ru

³nikonovaea84@mail.ru

⁴kalyakina_railya@mail.ru

**CONSUMPTION AND UTILIZATION OF ENERGY OF FEED DIET NUTRIENTS
BY PUREBRED AND CROSS-BREED BULLS**

The aim of the study is to determine the relationship between the genotype of young bulls and energy metabolism parameters — feed intake and digestibility. Objectives: quantitative assessment of gross energy intake of nutrients; determination of gross energy metabolism and its digestibility coefficients in young bulls of different genotypes; analysis of metabolic energy utilization indicators for basic physiological processes (life maintenance and supermaintenance), as well as for product synthesis; calculation of energy utilization efficiency coefficients. The experimental part of the study was carried out in the period 2021–2023 at the production base of Kolos LLC, located in the Orenburg Region. The object of the study was purebred Krasnaya Stepnaya bulls (group I), first-generation crossbreeds with Limuzins ($\frac{1}{2}$ Krasnaya Stepnaya \times $\frac{1}{2}$ Limuzin – group II), crossbreeds with Herefords ($\frac{1}{2}$ Krasnaya Stepnaya \times $\frac{1}{2}$ Hereford – group III). Purebred bulls of group I were inferior to their crossbred peers of groups II and III in terms of gross energy consumption by 11.62 (8.66 %) and 8.94 MJ (6.67 %), respectively, in the value of digestibility by 10.8 (12.11 %) and 7.52 MJ (8.43 %), in the level of digestibility coefficient by 2.11 and 1.10 %. The analysis of energy use coefficients showed that crossbred bulls of group II exceeded purebred young animals of group I in terms of KPIVE by 1.17 %, in KPIOE by 1.23 %. At the same time, animals of group III demonstrated an excess over group I in KPIVE by 0.60 %, in KPIOE by 0.58 %. The highest indicators for all analyzed parameters were recorded in Limousin crossbreeds of group II. When compared with them, Hereford crossbreeds (Group III) had a lower level of gross energy consumption by 2.68 MJ (1.87 %); digestibility – by 3.28 %; a reduction in the digestibility coefficient – by 1.01 %; and a reduction in the productive use of metabolizable energy – by 0.65 %.

Keywords: cattle breeding, Krasnaya Stepnaya breed, crossbreeds with Limuzins and Herefords, bulls, feed energy, feed consumption

For citation: Kosilov VI, Yuldashbaev YuA, Nikonova EA, et al. Consumption and utilization of energy of feed diet nutrients by purebred and cross-breed bulls. *Bulletin of KSAU*. 2026;(4):136-147. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2026-4-136-147.

Введение. В современных социально-экономических реалиях устранение дефицита производства мяса и молочных продуктов приобретает статус важнейшей государственной задачи. Этот вопрос выходит за рамки сугубо аграрной проблематики, трансформируясь в ключевой элемент системы продовольственной безопасности страны и фундаментальное условие формирования сбалансированного рациона питания населения [1–4].

Недостаточная обеспеченность населения продуктами животного происхождения создает целый комплекс негативных последствий, таких как снижение биологической ценности повседневного рациона, дефицит полноценного белка и жизненно важных микронутриентов, рост рисков алиментарно-зависимых заболеваний, зависимость от импортной продукции, усиливающая уязвимость внутреннего рынка.

Согласно данным отраслевой статистики, текущий уровень самообеспеченности по мясу и молокопродуктам остается ниже целевых показателей продовольственной независимости, что требует системных мер по интенсификации отечественного животноводства.

Для преодоления сложившегося дефицита необходимо сформировать многоуровневую программу развития скотоводческой отрасли, включающую модернизацию породного состава КРС и оптимизацию ресурсосберегающих технологий. При этом в условиях товарного скотоводства особую значимость приобретает метод межпородного промышленного скрещивания, который демонстрирует неоспоримые преимущества перед чистопородным разведением: формирование комбинированного генотипа, объединяющего ценные признаки родительских пород; проявление эффекта гетерозиса, выражающегося в повышении среднесуточных приростов живой массы (на 10–15 %), сокращении периода откорма (на 20–30 дней), улучшении конверсии корма (на 8–12 %), усилении резистентности к заболеваниям за счет гетерогенного иммунитета.

Эффективность межпородного скрещивания имеет и экономическое выражение. Снижается себестоимость продукции благодаря ускоренному росту животных, увеличивается выход товарной продукции с единицы площади содержания. Кроме того, происходит диверсификация ассор-

тимента за счет получения животных с различными продуктивными характеристиками и повышение рентабельности производства на 15–25 % по сравнению с чистопородным разведением.

Системное применение межпородного скрещивания в сочетании с современными технологиями содержания позволит увеличить объемы производства мяса на 30–40 % в среднесрочной перспективе, повысить молочную продуктивность на 20–25 % при сохранении качества сырья, сократить зависимость от импорта племенного материала, сформировать устойчивую базу для экспортного потенциала отрасли.

В целом можно отметить, что применение межпородного скрещивания позволит обеспечить продовольственную независимость страны, повысить доступность качественных продуктов животного происхождения. Ключевым условием успеха выступает интеграция научных достижений, технологических инноваций и государственной поддержки, что позволит трансформировать скотоводство в высокоэффективный сектор экономики, способный удовлетворить растущие потребности населения в мясной и молочной продукции.

В животноводческой отрасли Южноуральского региона исторически сложилась устойчивая специализация на разведении молочного скота, где доминирующую позицию занимает красная степная порода. Ее широкое распространение обусловлено комплексом адаптивных и продуктивных качеств, сформированных в результате многолетней селекционной работы с учетом специфики местного климата и кормовой базы.

Преобладание данной породы в регионе объясняется несколькими причинами: высокая адаптивность к континентальному климату Южного Урала с резкими температурными колебаниями и устойчивость к типичным региональным заболеваниям благодаря сформированному местному иммунитету выгодно отличает данную породу от других. Экономическая эффективность содержания красной степной породы выражается в способности полноценно использовать естественные пастбища и грубые корма, стабильной молочной продуктивности при умеренных затратах на кормление и хорошей воспроизводительной способности (высоких показателях оплодотворяемости и выживаемости молодняка).

Особую ценность представляет помесный молодняк, получаемый при скрещивании крас-

ной степной породы с представителями других генотипов. Благодаря комбинированной наследственности такие животные демонстрируют повышенный продуктивный потенциал (увеличение среднесуточных приростов живой массы), ускоренные темпы роста (достижение товарных кондиций в более короткие сроки), улучшенную конверсию корма (более эффективное использование питательных веществ рациона) и гибкость фенотипических проявлений – возможность направленного формирования желаемых признаков.

Эти качества делают помесных животных оптимальным выбором для промышленного скотоводства, где ключевыми показателями эффективности выступают скорость наращивания массы и экономическая рентабельность производства.

При выранныхжировке (исключении из основного молочного стада) животных красной степной породы открывается перспективное направление – создание помесных мясных стад. Для достижения максимальной эффективности в этом процессе необходимо при выборе отцовских форм использовать быков специализированных мясных пород, таких как лимузины и герефорды.

Для объективной оценки результативности различных схем межпородного скрещивания необходим комплексный анализ ключевых показателей, среди которых особое значение имеет изучение потребления энергии, использование питательных веществ и эффективность синтеза мясной продукции. Такая оценка позволяет определить наиболее эффективные схемы скрещивания для конкретных производственных условий.

Таким образом, рациональное использование генетического потенциала красной степной породы в сочетании с целенаправленным межпородным скрещиванием открывает значительные перспективы для увеличения объемов производства высококачественной говядины; повышения эффективности животноводческих предприятий и укрепления продовольственной безопасности Южноуральского региона.

Реализация предложенного подхода требует системной работы по интеграции научных достижений, современных технологий и практического опыта местных животноводов, что позволит вывести отрасль на новый уровень конкурентоспособности и устойчивости.

Цель исследования – определение зависимости между генотипом бычков и параметрами энергообмена – потреблением и переваримостью энергии кормов рациона.

Задачи: количественная оценка поступления валовой энергии питательных веществ; определение обменности валовой энергии и коэффициентов ее переваримости у бычков различных генотипов; анализ показателей использования обменной энергии для базовых физиологических процессов (поддержание жизни и сверхподдержание), а также для синтеза продукции; расчет коэффициентов эффективности утилизации энергии.

Объекты и методы. Экспериментальная часть исследования реализована в период 2021–2023 гг. на производственной базе ООО «Колос», расположенного в Оренбургской области. Объект исследования – чистопородные бычки красной степной породы (I группа), помеси первого поколения с лимузинами (½ красная степная × ½ лимузин – II группа), помеси с геррефордами (½ красная степная × ½ геррефорды – III группа).

Балансовый (физиологический) опыт проводили на 3 бычках каждого генотипа с использованием общепринятых методик. Молодняк в эти дни разделили на группы, которые размещали в отдельные секции. Для определения поедаемости кормов ежедневно фиксировали разницу между массой заданных кормов и несъеденными остатками.

Полученные в ходе физиологического (балансового) опыта данные подвергались статистической обработке посредством вариационного анализа. Расчеты выполнялись в программном пакете MS Excel с определением средних арифметических значений (\bar{x}) и стандартных ошибок среднего ($S \bar{x}$). Оценка статистической досто-

верности различий между группами проводилась с применением t-критерия Стьюдента.

Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями и рекомендациями актов: Модельный закон межпарламентской Ассамблеи государств-участников СНГ «Об обращении с животными», ст. 20 (Постановление МА государств-участников СНГ от 31 октября 2007 г. № 29-17), Директива Европейского парламента и Совета Европейского Союза по охране животных, используемых в научных целях. Федеральный закон от 27.12.2018 № 498-ФЗ (ред. от 24.07.2023) «Об ответственном обращении с животными и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

В ходе экспериментального исследования соблюдались все необходимые меры, направленные на минимизацию стрессовых воздействий и болевых ощущений у подопытных животных, а также на оптимизацию количества используемых экспериментальных образцов.

Результаты и их обсуждение. Поступающие с кормами в организм животного питательные вещества кормов рациона в процессе биохимических реакций выделяют энергию. Эта энергия растущего молодняка крупного рогатого скота синтезируется в организме в виде тканей тела, а также трансформируется в энергию для поддержания жизнедеятельности и энергию макроэнергетических соединений, являющихся ее резервной формой.

Полученные нами в ходе физиологического опыта экспериментальные данные и их анализ свидетельствуют о влиянии генотипа бычков подопытных групп на характер потребления и использования энергии отдельных видов питательных веществ кормов рациона (табл. 1).

Таблица 1

Потребление энергии отдельных питательных веществ корма рационов подопытным молодняком, МДж
Energy consumption of individual nutrients of feed rations by experimental young animals, MJ

Показатель	Группа					
	I		II		III	
	X ± Sx	Cv	X ± Sx	Cv	X ± Sx	Cv
Протеин	3,20 ± 0,30	1,46	33,81 ± 0,34	1,50	33,22 ± 0,36	1,52
Жир	12,14 ± 0,21	1,14	13,10 ± 0,23	1,15	12,92 ± 0,25	1,17
Клетчатка	21,50 ± 0,28	1,50	23,61 ± 0,30	1,51	23,04 ± 0,31	1,53
БЭВ	69,26 ± 0,43	1,68	75,20 ± 0,45	1,71	73,86 ± 0,47	1,74
Всего	134,10 ± 2,10	1,80	145,72 ± 2,32	1,84	143,04 ± 2,38	1,87

При этом вследствие проявления эффекта скрещивания помесные бычки II и III групп превосходили чистопородных животных I группы по потреблению энергии всех видов питательных веществ кормов рациона. Так, молодняк I группы уступал помесным сверстникам по потреблению энергии протеина соответственно на 2,61 МДж (8,4 %, $P < 0,01$) и 2,02 МДж (6,5 %, $P < 0,01$), энергии жира – на 0,96 МДж (7,9 %, $P < 0,05$) и 0,78 МДж (6,4 %, $P < 0,05$), энергии клетчатки – на 2,11 МДж (9,8 %, $P < 0,01$) и 1,54 МДж (7,2 %, $P < 0,05$), энергии безазотистых экстрактивных веществ – на 5,94 МДж (8,6 %, $P < 0,01$) и 4,6 МДж (6,6 %, $P < 0,01$).

По количеству потребленной энергии всех питательных веществ кормов рациона преимущество помесей II и III групп составляло соот-

ветственно 11,62 МДж (8,7 %, $P < 0,01$) и 8,9 МДж (6,7 %, $P < 0,01$)

При этом вследствие более существенного проявления эффекта скрещивания помесные бычки II группы превосходили помесных сверстников III группы по потреблению энергии всех видов питательных веществ кормов рациона. По потреблению энергии протеина это преимущество составляло 0,59 МДж (1,8 %), энергии жира – 0,18 МДж (1,4 %), энергии клетчатки – 0,57 МДж (2,5 %), энергии БЭВ – 1,34 МДж (1,8 %), энергии всех видов питательных веществ – 2,68 МДж (1,9 %).

Установлено влияние генотипа бычков на количество переваренной энергии отдельных питательных веществ кормов при лидирующем положении помесного молодняка II и III групп (табл. 2).

Таблица 2

**Переваримость энергии отдельных питательных веществ кормов рациона
подопытным молодняком, МДж**
Energy digestibility of individual nutrients in the diet of experimental young animals, MJ

Показатель	Группа					
	I		II		III	
	X ± Sx	Cv	X ± Sx	Cv	X ± Sx	Cv
Протеин	19,04 ± 0,18	1,44	21,27 ± 0,20	1,50	20,62 ± 0,22	1,55
Жир	7,34 ± 0,18	1,12	8,03 ± 0,21	1,52	7,90 ± 0,20	1,49
Клетчатка	11,30 ± 0,20	1,48	12,44 ± 0,22	1,54	12,09 ± 0,21	1,50
БЭВ	51,48 ± 1,02	1,63	58,22 ± 1,13	1,70	56,07 ± 1,20	1,77
Всего	89,16 ± 1,21	1,74	99,96 ± 1,90	1,80	96,68 ± 1,98	1,92

При этом чистопородные бычки I группы уступали помесным сверстникам II и III групп по количеству переваренной энергии протеина соответственно на 2,23 МДж (11,7 %, $P < 0,01$) и 1,58 МДж (8,3 %, $P < 0,05$), энергии жира – на 0,69 МДж (9,4 %, $P < 0,05$) и 0,56 МДж (7,6 %, $P < 0,05$), энергии клетчатки – на 1,14 МДж (10,1 %, $P < 0,01$) и 0,79 МДж (7,0 %, $P < 0,05$), энергии БЭВ – на 6,74 МДж (13,1 %, $P < 0,001$) и 4,59 МДж (8,9 %, $P < 0,05$), энергии всех питательных веществ – на 10,80 МДж (12,1 %, $P < 0,001$) и 7,52 МДж (8,4 %, $P < 0,001$).

Характерно, что как и по потреблению энергии отдельных питательных веществ кормов рациона, так и по их переваримости преимущество было на стороне лимузинских помесей II группы. Герефордские помеси III группы уступа-

ли им по переваренной энергии протеина – на 0,65 МДж (3,15 %, $P < 0,05$), энергии жира – на 0,13 МДж (1,64 %), энергии клетчатки – на 0,35 МДж (2,9 %), энергии БЭВ – на 2,15 МДж (3,8 %, $P < 0,001$), количеству переваренной энергии всех питательных веществ кормов рациона – на 3,28 МДж (3,4 %, $P < 0,05$).

Установлено, что лимузинскими помесями II группы с калом выделено минимальное количество энергии безазотистых экстрактивных веществ, а чистопородными бычками I группы и герефордскими помесями III группы выделено с калом практически равное количество энергии БЭВ. При этом энергии протеина, жира и клетчатки с калом выделено больше помесями II и III групп, чем чистопородным молодняком I группы (табл. 3).

Выделение энергии отдельных питательных веществ кормов рациона с калом подопытным молодым животным, МДж
Energy release of individual nutrients of the diet feed with feces by experimental young animals, MJ

Показатель	Группа					
	I		II		III	
	X ± Sx	Cv	X ± Sx	Cv	X ± Sx	Cv
Протеин	12,16 ± 0,16	1,21	12,54 ± 0,18	1,23	12,60 ± 0,20	1,20
Жир	4,80 ± 0,10	1,01	5,07 ± 0,11	1,04	5,02 ± 0,13	1,07
Клетчатка	10,20 ± 0,14	1,07	11,17 ± 0,15	1,10	10,95 ± 0,17	1,13
БЭВ	17,78 ± 0,19	1,10	16,98 ± 0,17	1,12	17,79 ± 0,19	1,14
Всего	44,94 ± 1,32	1,32	45,76 ± 1,34	1,40	46,36 ± 1,38	1,43

Достаточно отметить, что чистопородные бычки I группы уступали помесным сверстникам II и III группы по количеству энергии протеина, выделенной с калом, соответственно на 0,38 МДж (3,1 %) и 0,44 МДж (3,6 %), энергии жира – на 0,27 МДж (5,6 %) и 0,22 МДж (4,6 %), энергии клетчатки – на 0,97 МДж (9,5 %) и 0,75 МДж (7,4 %), энергии всех питательных веществ кормов рациона – на 0,82 МДж (1,8 %) и 1,42 МДж (3,2 %). В то же время отмеченные межгрупповые различия по количеству энергии

отдельных питательных веществ кормов рациона, выделенных с калом, статистически недостоверны.

Межгрупповые различия по количеству переваренной энергии отдельных питательных веществ кормов рациона обусловлены влиянием генотипа бычков на величину коэффициента их переваримости. Установлено, что вследствие проявления эффекта скрещивания отмечено лидирующее положение помесных бычков II и III групп по уровню этого признака (табл. 4).

Таблица 4

Коэффициенты переваримости энергии отдельных питательных веществ кормов рациона, %
Energy digestibility coefficients of individual feed nutrients in the diet, %

Показатель	Группа					
	I		II		III	
	X ± Sx	Cv	X ± Sx	Cv	X ± Sx	Cv
Протеин	61,03 ± 0,11	1,42	62,91 ± 0,12	1,50	62,07 ± 0,13	1,55
Жир	60,46 ± 0,39	1,40	61,30 ± 0,40	1,52	61,16 ± 0,37	1,58
Клетчатка	52,56 ± 0,74	1,50	52,69 ± 0,58	1,61	52,47 ± 0,42	1,77
БЭВ	74,78 ± 0,43	1,72	77,42 ± 0,52	1,81	75,91 ± 0,43	1,93
Среднее	67,33 ± 0,42	1,68	67,93 ± 0,54	1,74	67,82 ± 0,39	1,82

При этом чистопородный молодой бычок I группы уступал помесным сверстникам II и III группы по уровню коэффициента переваримости протеина соответственно на 1,88 % (P < 0,01) и 1,04 % (P < 0,05), жира – на 0,84 % (P < 0,05) и 0,69 % (P < 0,05), клетчатки – 0,13 % (P < 0,05), БЭВ – на 2,64 % (P < 0,01) и 1,13 % (P < 0,05), в среднем – на 0,60 и 0,49 %.

По переваримости энергии клетчатки у чистопородных бычков I группы и герефордских помесей III группы уровень коэффициента был практически одинаков, что обусловлено индивидуальными особенностями животных сравниваемых генотипов.

Характерно, что наибольшей эффективностью использования энергии практически всех питательных веществ на синтез мясной продукции отличались лимузинские помеси, что обусловлено более существенным проявлением у них эффекта скрещивания. Достаточно отметить, что они превосходили помесей герефордской породы по уровню коэффициента переваримости энергии протеина корма на 0,84 %, жира – на 0,15 %, клетчатки – на 0,22 %, БЭВ – на 1,51 %, всего – на 0,11 %.

В то же время следует отметить, что отмеченные различия по величине анализируемого показателя у помесей II и III групп статистически

недостовверны, хотя их уровень свидетельствует о достаточно высокой эффективности использования энергии отдельных питательных веществ кормов рациона на синтез мясной продукции бычками подопытных групп.

Установлено, что вследствие проявления эффекта скрещивания бычки II и III групп с комбинированной наследственностью имели существенное преимущество над красными степными аналогами по потреблению валовой энергии. В сравнении с чистопородным молодняком I группы наблюдался статистически значимый прирост показателей: на 11,62 МДж (8,66 %, $p < 0,01$) и 8,94 МДж (6,67 %, $p < 0,01$) (рис. 1).

Сходная картина межгрупповых различий зафиксирована и в отношении потребления перевариваемой энергии. В этом случае бычки II и III групп с комбинированной наследственностью превосходили чистопородный молодняк I группы на 10,8 МДж (12,11 %, $p < 0,01$) и 7,52 МДж (8,43 %, $p < 0,01$).

Анализ показателей энергозатрат показал следующую закономерность: помеси лимузинской породы (II группа) характеризовались минимальными значениями энергии, выделяемой с мочой и метаном. Напротив, максимальные величины данного параметра зафиксированы у герефордских помесей (III группа). Чистопородные бычки I группы занимали промежуточное положение.

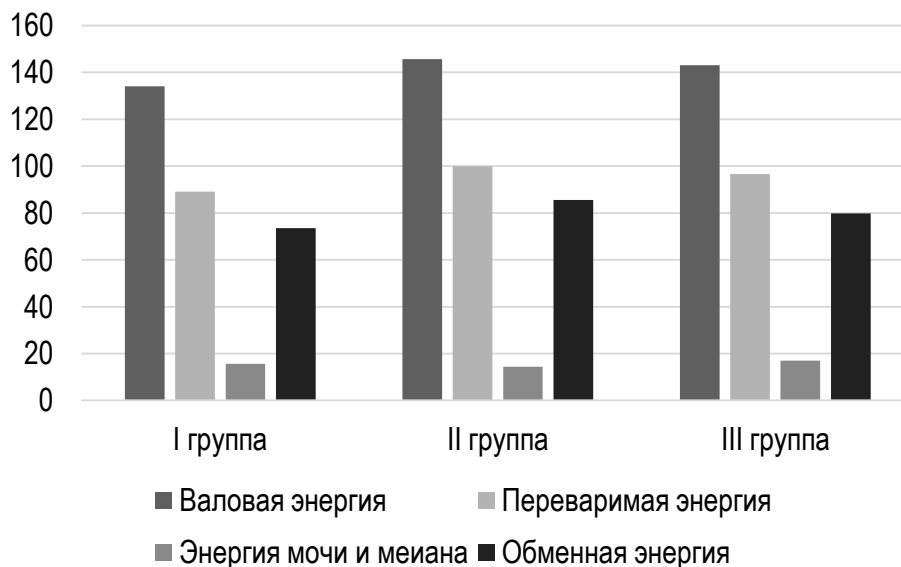


Рис. 1. Потребление отдельных видов энергии бычками различного генотипа ($X \pm S\bar{x}$), МДж
Consumption of specific types of energy by bulls of different genotypes ($X \pm S\bar{x}$), MJ

Что касается потребления обменной энергии молодняком подопытных групп, то меньшей величиной этого признака отличались чистопородные бычки I группы. Помеси II и III групп превосходили их на 8,95 МДж (12,16 %, $p < 0,01$) и 6,11 МДж (8,30 %, $p < 0,05$) соответственно.

Комплексный анализ полученных данных свидетельствует, что вследствие более существенного проявления эффекта скрещивания лимузинские помеси II группы превосходили помесей герефордской породы III группы по потреблению всех видов энергии. Так, это превосходство по затратам валовой энергии составило 2,68 МДж (1,87 %, $p > 0,05$), перевариваемой –

3,28 МДж (3,39 %, $p < 0,05$), обменной – 2,84 МДж (3,56 %, $p < 0,05$).

Что касается обменности валовой энергии, то преимущество было на стороне помесей II и III групп и составляло 1,77 и 0,84 % (рис. 2).

При анализе затрат обменной энергии на поддержание различных функций организма установлено, что красные степные бычки I группы отличались меньшими ее затратами на поддержание жизни, чем сверстники II и III групп с комбинированной наследственностью на 2,28 МДж (6,46 %, $p < 0,05$) и 1,70 МДж (5,01 %, $p > 0,05$) (рис. 3).

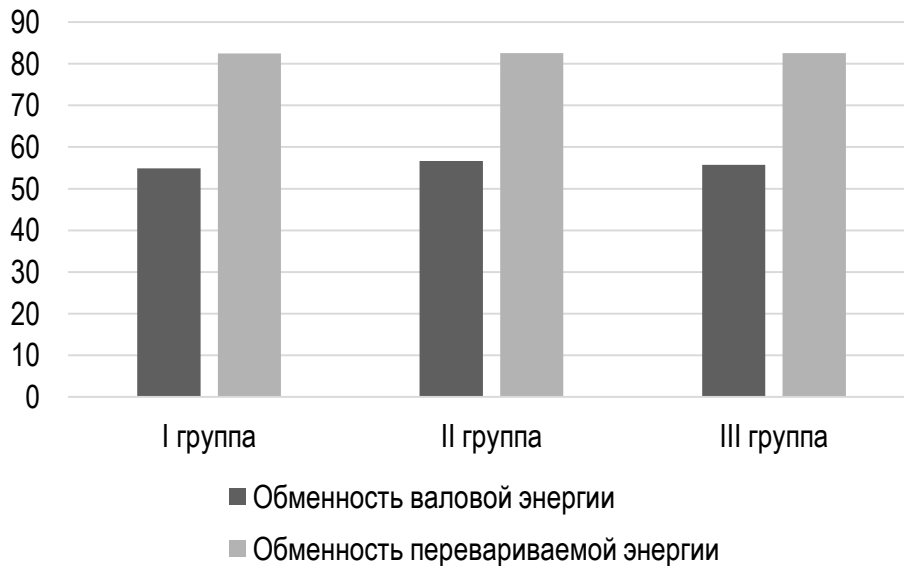


Рис. 2. Обменность валовой и перевариваемой энергии ($X \pm S\bar{x}$), %
Exchange of gross and digestible energy ($X \pm S\bar{x}$), %

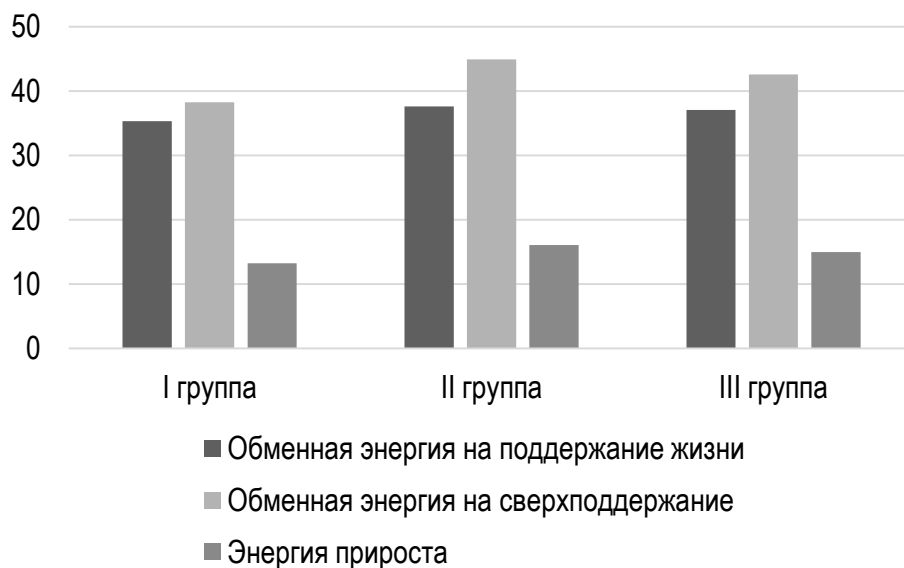


Рис. 3. Расход энергии на разные физиологические функции бычков ($X \pm S\bar{x}$), МДж
Energy expenditure for various physiological functions in bull calves ($X \pm S\bar{x}$), MJ

Аналогичные затраты обменной энергии отмечались и по ее расходу на сверхподдержание при преимуществе бычков, полученных при гетерогенном подборе, которое составляло 6,67 МДж (17,43 %, $p < 0,01$) и 4,34 МДж (11,34 %, $p < 0,05$).

Уровень мясной продуктивности растущего молодняка во многом обусловлен затратами обменной энергии на синтез продукции. Анализом установлен сходный ранг распределения бычков подопытных групп по этому показателю, что и в предыдущем случае. При этом генотип

животных оказал доминирующее влияние на величину анализируемого признака. В ходе сравнительного анализа выявлено, что гибридные бычки II и III групп демонстрировали более высокие затраты обменной энергии на прирост живой массы относительно чистопородного молодняка. Разница составила: 2,86 МДж (21,62 %, $p < 0,05$) для II группы; 1,7 МДж (13,30 %, $p < 0,05$) для III группы.

Сравнительным анализом полученных данных установлено лидирующее положение помесей красной степной и лимузинской пород II

группы по всем показателям, характеризующим затраты обменной энергии.

В сравнении со сверстниками III группы, обладающими комбинированной наследственностью, исследуемые животные демонстрировали следующие преимущества по энергозатратам: на поддержание жизнедеятельности – на 0,51 МДж (1,37 %); на сверхподдержание – на 2,33 МДж (5,47 %); на синтез продукции – на 1,11 МДж (7,41 %).

При этом статистически значимых межгрупповых различий по концентрации обменной энергии в 1 кг сухого вещества рациона выявлено не было. Ее величина у бычков I группы

находилась на уровне 10,08 МДж, II группы – 10,03 МДж, III группы – 10,05 МДж.

Полученные данные и их анализ свидетельствуют об эффективности гетерогенного подбора пород животных. Это наглядно демонстрирует такие показатели, как коэффициенты переваримости валовой энергии и продуктивного ее использования (КПИВЭ) (рис. 4). Такое сочетание генотипов скрещиваемых пород обусловило преимущество гетерогенного молодняка II и III групп над чистопородными бычками I группы по величине первого коэффициента соответственно на 2,11 и 1,10 %, второго – на 1,17 % и 0,60 %.

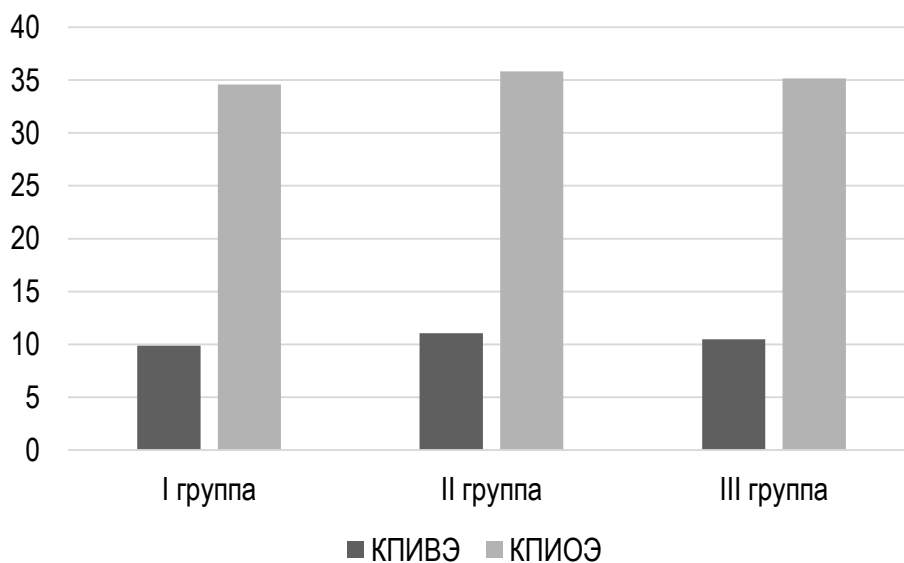


Рис. 4. Коэффициент использования валовой и обменной энергии ($X \pm S\bar{x}$), %
Coefficient of utilization of gross and metabolizable energy ($X \pm S\bar{x}$), %

Что касается величины коэффициента продуктивного использования обменной энергии, отмечались те же межгрупповые различия, что и в предыдущем случае.

В ходе анализа установлено, что гетерозиготные бычки II и III групп демонстрировали более высокие значения исследуемого параметра по сравнению с чистопородным молодняком. Преимущество составило 1,23 и 0,58 % соответственно.

Отмечено более рациональное использование энергии гибридными лимузинскими бычками II группы. Достаточно отметить, что гетерозиготный молодняк III группы уступал им по величине коэффициента переваримости валовой энергии на 1,01 %, коэффициенту продуктивного использования энергии этого вида – на

0,57 %, уровню коэффициента продуктивного использования обменной энергии – на 0,65 %.

Заключение

1. Анализ энергопотребления показал, что как чистопородные, так и помесные бычки демонстрировали интенсивное потребление всех видов энергии питательных веществ кормов рациона. В то же время гетерогенный подбор в скотоводстве способствует существенному повышению поступления валовой энергии в организм бычков на 11,62 и 8,94 МДж ($p < 0,01$), переваримой – на 10,80 и 7,52 МДж ($p < 0,01$), обменной – на 8,95 и 6,11 МДж ($p < 0,05-0,01$).

2. Наряду с более высокими объемами потребления энергии бычки с комбинированной

наследственностью II и III групп характеризовались и лучшим ее использованием в окислительно-восстановительных процессах, протекающих в организме. Это нашло свое выражение в преимуществе по величине коэффициентов переваримости валовой энергии и продуктивного ее использования (КПИВЭ), которое

составляло 2,11 и 1,10 % и 1,17 и 0,60 % соответственно. Кроме того, отмечено преимущество молодняка II и III групп, полученное при гетерогенном скрещивании, над чистопородными сверстниками I группы по уровню коэффициента продуктивного использования обменной энергии (КПИОЭ) на уровне 1,23 и 0,58 % соответственно.

Список источников

1. Alekseeva E.A., Chetvertakova E.V. Cow productivity index depending on their linearity. In: IOP conference series: Earth and environmental science. 2021. 677. 42009. DOI: 10.1088/1755-1315/677/4/042009. EDN: IQALIP.
2. Пеллинен А.В., Голубков А.И., Голубков А.А. и др. Эффективность разведения крупного рогатого скота Енисейского типа красно-пестрой породы в ПЗ АО «Солгон» // Вестник КрасГАУ. 2019. № 6. С. 114–122. DOI: 10.36718/1819-4036-2019-11-98-105. EDN: XJWWPX.
3. Голубков А.И., Лефлер Т.Ф. Создание внутривидового типа «енисейский» красно-пестрой породы // Вестник КрасГАУ. 2016. № 1. С. 173–180. EDN: VPMNIF.
4. Косилов В.И., Юлдашбаев Ю.А. Пищевая ценность мышечной ткани молодняка черно-пестрой породы и ее помесей с голштинами // Вестник КрасГАУ. 2022. № 4. С. 104–110. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-4-104-110. EDN: TOZLNL.
5. Zhaimysheva S.S., Kosilov V.I., Voroshilova L.N., et al. Influence of steer genotypes on the features of muscle development in the postnatal period of ontogenesis. In: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Ser. "International Conference on World Technological Trends in Agribusiness" 2021. P. 012109. DOI: 10.1088/1755-1315/624/1/012109. EDN: BNERJZ.
6. Kubatbekov T.S., Yuldashbaev Y.A., Amerkhanov H.A. et al. Genetic aspects for meat quality of purebred and crossbred bull-calves // Advances in Animal and Veterinary Sciences. 2020. T. 8, N S3. P. 38–42. DOI: 10.17582/journal.aavs/2020/8.s3.38.42. EDN: QCWEPV.
7. Карамаев С.В., Карамаева А.С., Валитов Х.З. Мясная продуктивность чистопородных и помесных бычков калмыцкой и мандолонгской пород // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 2. С. 38–45. DOI: 10.55471/19973225_2022_7_2_38. EDN: BHACLR.
8. Батанов С.Д., Корепанова Л.В. Формирование мясной продуктивности у черно-пестрых бычков и помесей второго поколения с герефордской породой // Зоотехния. № 8. 2013 С. 20. EDN: RCLXFL.
9. Салихов А.А., Косилов В.И. Продуктивные качества молодняка черно-пестрой породы // Известия ОГАУ. 2008. № 17-1. С. 64–65. EDN: MHVTPF.
10. Хабибуллин И.М., Миронова И.В., Хабибуллин Р.М., и др. Эффективность использования адаптогенов различного происхождения на мясную продуктивность крупного рогатого скота // Известия ТСХА. 2022. Вып. 4. С. 94–102. DOI: 10.26897/0021-342X-2022-4-94-102. EDN: DBMDSP.
11. Косилов В.И., Юлдашбаев Ю.А. Влияние генотипа молодняка крупного рогатого скота на биоконверсию протеина и энергии корма в белок и энергию съедобной части туши // Вестник КрасГАУ. 2021. № 11. С. 160–166. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-11-160-166. EDN: НТРННВ.
12. Никонова Е.А., Юлдашбаев Ю.А., Косилов В.И., и др. Особенности обмена питательных веществ в организме чистопородного и помесного молодняка крупного рогатого скота // Аграрная наука. 2022. № 5. С. 40–44. DOI: 10.32634/0869-8155-2022-359-5-40-44. EDN: VATKHV.
13. Салихов А.Р., Седых Т.А. Хозяйственно-биологические особенности герефордской породы австралийской селекции при чистопородном разведении в условиях Южного Урала // Фундаментальные исследования. 2013. № 4–5. 2013. С. 1161–1163. EDN: PXMLFD.

References

1. Alekseeva EA, Chetvertakova EV. Cow productivity index depending on their linearity. In: *IOP conference series: Earth and environmental science*. 2021;677:42009. DOI: 10.1088/1755-1315/677/4/042009. EDN: IQALIP.
2. Pellinen AV, Golubkov A., Golubkov AA, et al. Efficiency of breeding cattle of the Yenisei type of the Red-and-White breed at PJSC «Solgon». *Bulletin of KSAU*. 2019;6:114-122. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2019-11-98-105. EDN: XJWWPX.
3. Golubkov AI, Lefler TF. Development of the intra-breed Yenisei type of the Red-and-White breed. *Bulletin of KSAU*. 2016;1:173-180. (In Russ.). EDN: VPMNIF.
4. Kosilov VI, Yuldashbaev YuA. Nutritional value of muscle tissue in young Black-and-White cattle and their crossbreeds with Holsteins. *Bulletin of KSAU*. 2022;4:104-110. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2022-4-104-110. EDN: TOZLNL.
5. Zhaimysheva SS, Kosilov VI, Voroshilova LN, et al. Influence of steer genotypes on the features of muscle development in the postnatal period of ontogenesis. In: *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Ser.: International Conference on World Technological Trends in Agribusiness*. 2021;012109. DOI: 10.1088/1755-1315/624/1/012109. EDN: BNERJZ.
6. Kubatbekov TS, Yuldashbaev YuA, Amerkhanov HA, et al. Genetic aspects for meat quality of purebred and crossbred bull-calves. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*. 2020;8(S3):38-42. DOI: 10.17582/journal.aavs/2020/8.s3.38.42. EDN: QCWEPV.
7. Karamaev SV, Karamaeva AS, Valitov KhZ. Meat productivity of purebred and crossbred bulls of the Kalmyk and Mandalonge breeds. *Proceedings of the Samara State Agricultural Academy*. 2022;2:38-45. (In Russ.). DOI: 10.55471/19973225_2022_7_2_38. EDN: BHACLR.
8. Batanov SD, Korepanova LV. Formation of meat productivity in Black-and-White bulls and second-generation crossbreeds with the Hereford breed. *Zootechniya*. 2013;8:20. (In Russ.). EDN: RCLXFL.
9. Salikhov AA, Kosilov VI. Productive qualities of young Black-and-White cattle. *Proceedings of OSAU*. 2008;17-1:64-65. (In Russ.). EDN: MHVTPF.
10. Khabibullin IM, Mironova IV, Khabibullin RM, et al. Efficiency of using adaptogens of various origins to enhance meat productivity in cattle. *Proceedings of the Timiryazev Agricultural Academy*, 2022;4:94-102. (In Russ.). DOI: 10.26897/0021-342X-2022-4-94-102. EDN: DBMDSP.
11. Kosilov VI, Yuldashbaev YuA. Influence of cattle genotype on the bioconversion of dietary protein and energy into protein and energy of the edible part of the carcass. *Bulletin of KSAU*. 2021;11:160-166. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2021-11-160-166. EDN: HTPHHV.
12. Nikonova EA, Yuldashbaev YuA, Kosilov VI, et al. Features of nutrient metabolism in purebred and crossbred young cattle. *Agrarian Science*. 2022;5:40-44. (In Russ.). DOI: 10.32634/0869-8155-2022-359-5-40-44. EDN: VATKHV.
13. Salikhov AR, Sedykh TA. Economic and biological characteristics of the Australian-selected Hereford breed in purebred breeding under the conditions of the Southern Urals. *Fundamental Research*. 2013;4-5:1161-1163. (In Russ.). EDN: PXMLFD.

Статья принята к публикации 29.01.2026 / The article accepted for publication 29.01.2026

Информация об авторах:

Владимир Иванович Косилов, профессор кафедры технологии производства и переработки продукции животноводства, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Юсупжан Артыкович Юлдашбаев, заведующий кафедрой частной зоотехнии, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН

Елена Анатольевна Никонова, профессор кафедры технологии производства и переработки продукции животноводства, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Раиля Губайдулловна Калякина, доцент кафедры лесоводства и лесопаркового хозяйства, кандидат биологических наук, доцент

Information about the authors:

Vladimir Ivanovich Kosilov, Professor at the Department of Animal Production and Processing Livestock Products, Doctor of Agricultural Sciences, Professor

Yusupzhan Artykovich Yuldashbaev, Head of the Department of Private Animal Science, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences

Elena Anatol'evna Nikonova, Professor at the Department of Animal Production and Processing Livestock Products, Doctor of Agricultural Sciences, Professor

Railya Gubaidullova Kalyakina, Associate Professor at the Department of Forestry and Landscape Management, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor

