

Научная статья
УДК 636.2.034:636.084
doi: 10.48612/vch/vfk6-d5mu-kvrr

ПОТРЕБНОСТЬ МОЛОЧНЫХ КОРОВ В ЭНЕРГИИ

Муаяд Алиевич Шалов

*Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова
360030, г. Нальчик, Российская Федерация*

Аннотация. Исследования проводились на сухостойных и лактирующих коровах с живой массой 400-700 кг и продуктивностью 4-36 кг молока 4 % жирности. Установлено, что с ростом энергии удоя происходит постепенное снижение величины баланса энергии с переходом его в отрицательный. Потребление сухого вещества кормов у лактирующих коров составило (кг/сутки): 11-15 с живой массой 400 кг; 13,2-18,2 – с ж. м. 500 кг; 15,4-21 – с ж. м. 600 кг; 17,6-23,3 – с ж. м. 700 кг и 8-14 – у сухостойных. Анализ потребления сухого вещества говорит о целесообразности использования высокопродуктивных коров с большой живой массой. При этом прирост затрат на поддержание жизни существенно меньше, чем прирост потребления сухого вещества, что улучшает обеспеченность лактирующих коров обменной энергией для синтеза веществ молока. Общая теплопродукция у животных различной продуктивности при этом закономерно повышается и была в пределах 54,8-100,5 МДж/сутки. Лимиты этих показателей были широкими, т. е. индивидуальные различия между особями велики. Уже при удое 15 кг/сутки с жирностью 4 % у части животных происходила мобилизация энергии из жировых депо, несмотря на достаточно высокую долю концентратов в рационе. По результатам опытов были составлены нормы энергетического питания коров. Рекомендовано учитывать возрастающие при активном движении коров затраты энергии.

Ключевые слова: корова, обменные опыты, обменная энергия, переваримая энергия, сухое вещество, энергия удоя, теплопродукция.

Для цитирования: Шалов М. А. Потребность молочных коров в энергии // Вестник Чувашского государственного аграрного университета. 2025 №3(34). С. 153-158.

doi: 10.48612/vch/vfk6-d5mu-kvrr

Original article

ENERGY REQUIREMENTS OF DAIRY COWS

Muayed A. Shalov

*Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V. M. Kokov
360030, Nalchik, Russian Federation*

Absract. The studies were conducted on dry and lactating cows with a live weight of 400-700 kg and a milk yield of 4-36 kg with a fat content of 4 %. It was found that as the energy yield increases, the energy balance gradually decreases and becomes negative. The dry matter intake of lactating cows was (kg/day): 11-15 with a live weight of 400 kg; 13.2-18.2 with a live weight of 500 kg; 15.4-21 with a live weight of 600 kg; 17.6-23.3 with a live weight of 700 kg and 8-14 for dry cows. The analysis of dry matter intake suggests that it is advisable to use high-yielding cows with a large live weight. At the same time, the increase in maintenance costs is significantly lower than the increase in dry matter consumption, which improves the availability of exchange energy for lactating cows to synthesize milk components. The total heat production of animals of different productivity increased in a regular manner and was within the range of 54.8-100.5 MJ/day. The limits of these indicators were wide, so individual differences between animals were significant. Even with a milk yield of 15 kg/day with a fat content of 4 %, some animals mobilized energy from their fat depots, despite the relatively high proportion of concentrates in their diet. Based on the results of these experiments, energy nutrition standards for cows were established. It is recommended to take into account the increased energy consumption of cows during active movement.

Keywords: cow, exchange experiments, exchange energy, digestible energy, dry matter, milk yield energy, heat production.

For citation: Shalov M. A. Energy requirements of dairy cows // Vestnik Chuvash State Agrarian University. 2025, No. 3(34), Pp. 153-158.

doi: 10.48612/vch/vfk6-d5mu-kvrr

Введение.

Определение потребности коров в энергии представляет собой сложную проблему, разрабатываемую коллективами исследователей во многих развитых странах мира. Проблема эта многопланова и включает в себя как чисто

физиологические аспекты, так и прикладные, связанные с конкретными условиями кормления и содержания животных.

Общая потребность животных в энергии определяется как сумма затрат ее на выполнение определенных функций организма. Энергия

необходима для поддержания постоянной температуры тела, осуществления движения, транспорта и синтеза многочисленных веществ и т. д.

Потребность коров в энергии значительно колеблется в зависимости от уровня продуктивности. Потребность в обменной энергии повышается у лактирующих коров до 12 недели лактации на 26,39 МДж в день по сравнению с потребностью на 3-й неделе, к 23 неделям лактации из-за снижения удоя потребность в обменной энергии снизилась на 36,93 МДж/день, а к 28 неделе – на 79,19 МДж/день по сравнению с потребностью в 12 недель лактации [4].

Также важными факторами являются живая масса и физиологическое состояние (фаза стельности) животного, температура окружающей среды и двигательная нагрузка. Кроме того, возможны заметные изменения потребностей, обусловленные свойствами рациона и режимом кормления. В связи с этим широко применяется факториальный метод определения потребностей в энергии. При этом

слагаемыми считаются затраты энергии на поддержание жизни и синтез составных частей молока и веществ тела. Они фигурируют практически во всех существующих системах кормления животных, хотя затраты на поддержание и синтез могут быть объединены в одной цифре, характеризующей суммарную потребность животного [8].

В связи со сложностью определения теплоты ферментации в желудочно-кишечном тракте, нередко, величину ее оставляют в составе обменной энергии (ОЭ), которая в таком случае называется неисправленной. Однако такой подход теоретически менее точен, так как обычно эта тепловая энергия не нужна для поддержания температуры тела. В исследованиях, результаты которых представлены в настоящей работе, под термином ОЭ понимается исправленная ОЭ. Схема распределения энергии корма в организме, положенная в основу работы, представлена на рисунке 1.

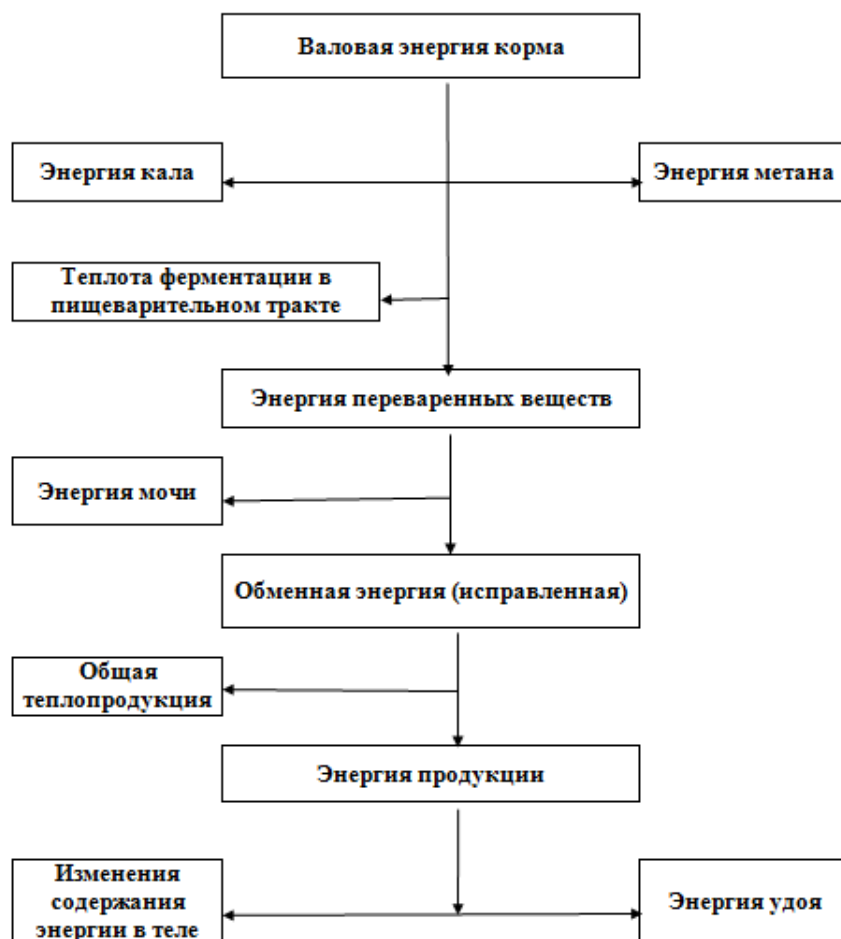


Рис. 1. Принципиальная схема использования жвачными животными энергии корма
Fig. 1. Basic scheme of ruminant animals using feed energy

Целью работы было выявление, на основании анализа результатов большого числа обменных опытов, изменений потребности коров в энергии в зависимости от уровня продуктивности и физиологического состояния. Результатом работы явилась разработка норм потребления кормов и потребности их в обменной энергии. При разработке норм были учтены

результаты работ отечественных [1, 2, 6], немецких [5] и английских исследователей [7].

Материал и методы исследований.

В опытах использовали свыше 80 лактирующих и 20 сухостойных коров черно-пестрой породы в возрасте 4-9 лет. Животные находились на фермах ОПХ «Ермолино», ГПЗ им. В. Н. Цветкова Калужской области и в виварии Всероссийского НИИ

физиологии, биохимии и питания сельскохозяйственных животных. Содержание было привязным, кормление трехкратным из индивидуальных кормушек, поение из автопоилок. Животные пользовались прогулками. Кормление животных проводили в соответствии с действовавшими нормами, учитывая живую массу, молочную продуктивность и фазу стельности. В рационы входили: зерновые концентраты, соевый, подсолнечный и хлопчатниковый шроты, подсолнечный жмых, кормовая свекла, картофель, травяная мука (как источник каротина), сено, сенаж и силос. Силос постоянно давали в избытке. Доля концентратов в рационе зависела от молочной продуктивности животного. Минимальный уровень клетчатки в рационах наиболее продуктивных коров доходил до 12-14 %, что соответствует практике кормления коров в передовых хозяйствах. Количество кормовой свеклы и картофеля в рационах высокопродуктивных коров также было более высоким.

На всех животных проводили обменные опыты в сочетании с респираторными исследованиями [3]. Калорийность проб определяли с помощью адиабатического калориметра. По данным газообмена рассчитывали общую теплопродукцию. Теплопродукцию в среднем за сутки рассчитывали по данным, полученным в течение 2-3 дней подряд при 3 сеансах по 10 минут через 3 часа после каждого кормления. В результате были получены величины следующих показателей потребления и использования энергии коровами: потребление валовой энергии, энергия кала, энергия мочи, общая теплопродукция

организма, энергия удоя. Путем дополнительных расчетов были определены величины переваримой энергии, исправленной обменной энергии (путем умножения величины переваримой энергии на коэффициент 0,825) и энергии прироста живой массы или отвеса (путем вычитания из величины исправленной ОЭ общей теплопродукции и энергии удоя). Для контроля достоверности полученных значений баланса энергии использовали данные о ретенции азота в организме и динамике живой массы за значительные промежутки времени.

Результаты исследований.

При определении зависимости величины общей теплопродукции и баланса энергии от энергии суточного удоя массив данных разбивали на классы, для которых находили средние значения, ошибку среднего и лимиты.

На рисунке 2 с помощью нескольких прямых представлены основные характеристики использования ОЭ коровами в зависимости от величины энергии удоя. Хорошо видно, что по мере увеличения энергии удоя происходит постепенное уменьшение величины баланса энергии с переходом его в отрицательный. Общая теплопродукция при этом, напротив, закономерно повышается. Лимиты этих показателей были широкими, т. е. индивидуальные различия между особями велики. Уже при удое 15 кг/сутки с жирностью 4 % у части животных происходила мобилизация энергии из жировых депо, несмотря на достаточно высокую долю концентратов в рационе. Но имеются животные, которые при энергии удоя около 100 МДж/сутки, не имеют отрицательного баланса.

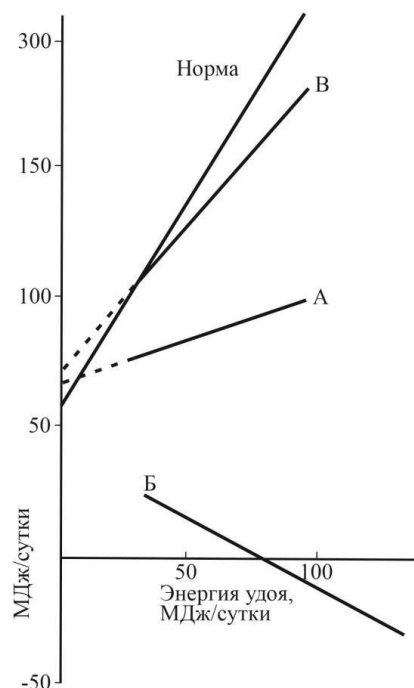


Рис. 2. Обмен энергии в зависимости от уровня молочной продуктивности коров:

А – теплопродукция; Б – баланс; В – теплопродукция + энергия удоя

Fig. 2. Energy exchange depending on the level of milk production in cows:

A – heat production; Б – balance; В – heat production + energy of milk yield

Возможность удовлетворения потребности высокопродуктивных коров в энергии в соответствии с ее затратами ограничена прежде всего неспособностью животных потребить необходимое количество кормов даже при максимально допустимой доле в рационе коров кормов с высоким содержанием энергии в сухом веществе. В связи с этим большое значение имеет разработка принципов оценки способности животных потребить необходимое количество кормов. Наиболее простым и универсальным приемом оказалось выражение максимума потребления корма в виде одной цифры, характеризующей максимальное потребление с кормом сухого вещества. В практике возможны заметные отклонения от среднего значения, приводимого для данной группы животных. Помимо индивидуальных особенностей, они могут быть обусловлены физической формой используемых кормов (например, при использовании мелко

измельченных кормов), фазой вегетации растений, сбалансированностью рациона по важнейшим питательным веществам и рядом других причин.

В таблице 1 приведены данные по потреблению коровами сухого вещества в зависимости от живой массы животных и уровня продуктивности. Аналогичного содержания таблицы публиковали многие исследователи. Используемые при их составлении закономерности совершенно однотипны, хотя цифры несколько отличаются. При анализе материалов таблицы можно сделать важный для практики вывод о целесообразности использования высокопродуктивных коров с большой живой массой. При этом прирост затрат на поддержание жизни существенно меньше, чем прирост потребления сухого вещества, что улучшает обеспеченность лактирующих коров обменной энергией для синтеза веществ молока.

Таблица 1. Потребление коровами сухого вещества кормов, кг/сутки

Table 1. Cattle consumption of dry feed, kg/day

Удой с жирностью 4 %, кг/сутки	Живая масса, кг			
	400	500	600	700
4	11,0	13,2	15,4	17,6
8	11,7	13,9	16,1	18,3
12	12,3	14,6	16,8	19,0
16	13,0	15,3	17,5	18,7
20	13,7	16,0	18,2	20,4
24	14,3	16,7	18,9	21,1
28	15,0	17,4	19,6	21,9
32	–	18,2	20,3	22,5
36	–	–	21,0	23,3
Сухостойные коровы				
–	8-9	9-10	11-12	12-14

В таблице 2 приведены данные о выделении энергии организмом коров в виде тепла. Это так называемая общая теплопродукция, т. е. сумма первичного и вторичного тепла.

С использованием полученных данных о потреблении, переваривании и использовании энергии кормов и энергии жировых депо были подготовлены нормы затрат энергии лактирующими коровами разного уровня продуктивности и коровами в сухостойном периоде. Цифры эти нельзя использовать непосредственно как нормы

энергетического питания по целому ряду причин. Одна из них – снижение эффективности использования номинально содержащейся в кормах обменной энергии по мере увеличения уровня кормления [4, 7]. Кроме того, ряд авторов учитывает то обстоятельство, что это средние значения для животных с конкретной продуктивностью и живой массой. Поэтому, чтобы обеспечить большинство животных группы, приходится считаться с наличием особей с уровнем потребности выше средней.

Таблица 2. Теплопродукция у коров различной продуктивности (МДж/сутки, живая масса животных 550 кг)

Table 2. Heat production in cows of different productivity (MJ/day, live weight of animals 550 kg)

Энергия удоя	Теплопродукция	Энергия удоя	Теплопродукция
–	54,8	56,5	87,5
6,3	58,6	62,8	89,1
12,6	62,7	69,0	90,9
18,8	66,6	75,3	92,9
25,1	70,7	81,6	95,0
31,4	74,5	87,9	96,7
37,7	78,9	94,2	98,7
43,9	82,5	100,4	100,5
50,2	85,4	–	–

С учетом этих факторов и ряда других обстоятельств были составлены нормы энергетического питания коров (табл. 3). На основании собственных исследований считаем также целесообразным учитывать возрастающие при активном движении коров затраты энергии. В связи с

тем, что во время обменных опытов животные лишены прогулок, определяемые затраты энергии оказываются несколько заниженными по сравнению с фактическими, что на пике лактации даже при кормлении вволю может временно снизить удои.

Таблица 3. Нормы потребности коров в обменной энергии (МДж/сутки)

Table 3. Energy requirements for cows (MJ/day)

Удой с жирностью 4 %, кг/сутки	Живая масса, кг			
	400	500	600	700
Лактирующие коровы				
4	65,2	74,2	83,2	92,9
8	86,8	95,6	104,4	114,0
12	108,4	117,0	125,7	135,2
16	130,0	138,4	146,9	156,4
20	151,7	159,8	168,2	177,5
24	173,3	181,2	189,4	198,6
28	194,9	202,6	210,6	219,8
32	–	224,0	231,9	241,0
36	–	–	253,1	262,1
40	–	–	–	283,1
Сухостойные коровы				
–			100-105	

Примечание: при активных прогулках шагом к указанному количеству обменной энергии нужно прибавить 0,9 МДж на каждый километр пути.

Заключение.

Из вышеизложенного следует, что разработка нормативов энергетического питания коров на основе обменной энергии в качестве первых ступеней требует количественной оценки затрат энергии на продукцию и общее теплообразование у животных. В связи с возможностью одновременного отложения или мобилизации энергии из жировых депо схема использования обменной энергии у коров существенно сложнее, чем у откармливаемых

животных. Необходимым нормативом при составлении рационов для высокопродуктивных животных служит показатель максимально возможного потребления животными данного типа сухого вещества кормов.

С его учетом определяется соотношение используемых кормов с высоким и низким содержанием обменной энергии в сухом веществе рациона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Демченко, П. В. Биологические основы повышения продуктивности животных / П. В. Демченко. – Москва, 1972. – 295 с.
2. Денисов, Н. И. Нормированное кормление коров / Н. И. Денисов. – Москва, 1973. – 206 с.
3. Изучение обмена энергии и энергетического питания у сельскохозяйственных животных : методические указания. – Боровск, 1986. – 57 с.
4. Козина, Е. А. Потребность лактирующих коров в обменной энергии / Е. А. Козина // Научное обеспечение животноводства Сибири : материалы VIII международной научно-практической конференции. – Красноярск, 2024. – С. 182-187.
5. Новая система оценки кормов в ГДР / перевод с немецкого Г. Н. Мирошниченко. – Москва : Колос, 1974. – 248 с.
6. Попов, И. С. Новая кормовая единица / И. С. Попов // Избранные труды. – Москва : Колос, 1966. – С. 63-76.
7. Потребность жвачных животных в питательных веществах и энергии / перевод с английского кандидата с.-х. наук А. А. Яковлева ; под редакцией и с предисловием акад. проф. А. П. Дмитроченко. – Москва : Колос, 1968. – 415 с.
8. Решетов, В. Б. Потребность в энергии у коров в первой половине лактации В. Б. Решетов, Е. А. Надаляк // Труды ВНИИФБ и П сельскохозяйственных животных. – Боровск, 1982. – С. 25-31.

REFERENCES

1. Demchenko, P. V. Biologicheskie osnovy` povuy`sheniya produktivnosti zhivotny`x / P. V. Demchenko. – Moskva, 1972. – 295 s.
2. Denisov, N. I. Normirovannoe kormlenie korov / N. I. Denisov. – Moskva, 1973. – 206 s.

3. Izuchenie obmena e`nergii i e`nergeticheskogo pitaniya u sel'skoxozyajstvenny`x zhivotny`x : metodicheskie ukazaniya. – Borovsk, 1986. – 57 s.
4. Kozina, E. A. Potrebnost` laktiruyushhix korov v obmennoj e`nergii / E. A. Kozina // Nauchnoe obespechenie zhivotnovodstva Sibiri : materialy` VIII mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. – Krasnoyarsk, 2024. – S. 182-187.
5. Novaya sistema ocenki kormov v GDR / perevod s nemeczkogo G. N. Miroshnichenko. – Moskva : Kolos, 1974. – 248 s.
6. Popov, I. S. Novaya kormovaya edinitsa / I. S. Popov // Izbranny`e trudy`. – Moskva : Kolos, 1966. – S. 63-76.
7. Potrebnost` zhvachny`x zhivotny`x v pitatel`ny`x veshhestvax i e`nergii / perevod s anglijskogo kandidata s.-x. nauk A. A. Yakovleva ; pod redakciej i s predislaviem akad. prof. A. P. Dmitrochenko. – Moskva : Kolos, 1968. – 415 s.
8. Reshetov, V. B. Potrebnost` v e`nergii u korov v pervoj polovine laktacii V. B. Reshetov, E. A. Nadal`yak // Trudy` VNIIFB i P sel'skoxozyajstvenny`x zhivotny`x. – Borovsk, 1982. – S. 25-31.

Сведения об авторе

Шалов Муаед Алиевич, кандидат биологических наук, доцент кафедры зоотехния и ветеринарно-санитарная экспертиза, Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, 360030, г. Нальчик, проспект Ленина, д. 1В, Кабардино-Балкарская Республика, Россия; e-mail: muaed.shalov@mail.ru.

Information about the author

Shalov Muaed Alievich, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Animal Science and Veterinary and Sanitary Expertise, Kabardino-Balkarian State Agricultural University named after V. M. Kokov, 360030, Nalchik, Lenin Ave., 1B, Kabardino-Balkarian Republic, Russia; e-mail: muaed.shalov@mail.ru.

Вклад автора

Шалов М. А. – определение цели исследования, организация и проведение исследования, анализ результатов исследования, написание статьи.

Contribution of the author

Shalov M. A. – defining the purpose of the study, organizing and conducting the study, analyzing the results of the study, writing an article.

Статья поступила в редакцию 24.06.2025. Одобрена после рецензирования 05.09.2025. Дата опубликования 29.09.2025.

The article was received by the editorial office on 24.06.2025. Approved after review on 05.09.2025. Date of publication: 29.09.2025.