

УДК 636.2.082

DOI 10.18286/1816-4501-2021-2-234-242

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОБМЕННОЙ ЭНЕРГИИ В ФОРМИРОВАНИИ ТЕПЛООВОГО СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗМА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

**Мохов Борис Павлович**, доктор биологических наук, профессор  
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ  
432017 Ульяновск, бульвар Новый Венец, 1, тел.: 8 (8422) 44-30-62  
moxov@mail.ru.

**Ключевые слова:** *Метаболизм, корм, энергия, структура, теплота, изотермия, продуктивность.*

Научные достижения биологических наук позволяют значительно повысить энергоэффективность использования продуктивного животноводства. Для жизни как высшей формы существования материи тепловая энергия имеет особо важное значение. Она не только связывает действия и взаимодействия всех видов материи, она создает порядок из хаотичных движений дискретных источников тепла, определяя меру необратимого рассеяния энергии, (энтропию) и градиент смены обменных процессов, «отток и приток энергии», состояние насыщенности и дефицита питательных веществ в организме. Обменная энергия – это энергия питательных веществ, поступивших в ткани и клетки организма из пищеварительного тракта. В процессе внутриклеточного метаболизма вещества преобразуются в новые соединения, выделяется и аккумулируется энергия. Приблизительно половина энергии используется в электрохимических реакциях синтеза веществ, свойственных данному организму. Наследственность, возраст, среда, состояние животных влияют на их количество и качество. Вторая половина энергии, образовавшейся в базовом метаболизме, «рассеивается», выделяется в окружающую внутреннюю и внешнюю среду. Эта часть энергии в процессе терморегуляции обеспечивает изотермическое состояние тела животных. Тепловой гомеостаз, диапазон колебаний температуры тела в пределах физиологической нормы составляют существенную часть расходов обменной энергии. В статье представлены результаты изучения таких затрат при адаптации к факторам кормления и к изменению погодных условий у крупного рогатого скота разного возраста и продуктивности.

#### Введение

Постоянно растущие потребности населения в продуктах питания определяют неизбежный рост энергетических затрат на их производство.

Так, на производство одного кДж энергетической ценности молока в зависимости от живой массы коровы и продуктивности расходуется 6–10 кДж валовой энергии корма [1].

Научно – технические достижения – один из главных методов повышенной энергоэффективности использования продуктивного животноводства [2].

Оценка кормов и потребностей организма по обменной энергии позволяет наиболее полно учитывать общебиологические закономерности обмена веществ и энергии у продуктивных животных.

В этом же плане формируется необходи-

мость определения племенных и продуктивных качеств животных по эффективности усвоения питательных веществ.

Широкий диапазон изменчивости от 6 до 10 кДж, достоверная связь с продуктивностью, доступность измерения определяют практическую возможность такой оценки.

Такие предложения, как оценка метаболизма по показательной функции живой массы, продолжительность жвачных процессов и интервалов между ними и др. могут найти применение в новых рекомендациях по селекции и племенному делу [3].

В результате основного обмена (базового метаболизма), осуществляемого в клетках всех органов и тканей, образуется энергия, половина которой используется для синтеза новых веществ, а вторая половина выделяется в окружающую внутреннюю и внешнюю среду в виде те-

плоты. Этот процесс идет постоянно, трансформируясь в зависимости от состояния целостного организма и среды обитания. Все изменения в использовании обменной энергии отражаются в пищевом поведении животных и влияют на их продуктивность [4]. Продолжительность пищевых реакций их интенсивность, количество и скорость усвоения питательных веществ предметно наблюдаются, фиксируются в системных единицах и могут быть использованы в аппроксимативной оценке расхода обменной энергии.

В работе была поставлена цель изучить взаимосвязь затрат обменной энергии и пищевых реакций коров разного возраста и продуктивности.

Исследование актуально и имеет практическое значение.

#### **Материалы и методы исследований**

В исследовании был использован принцип сближения (конвергенции) физиологических, этологических и зоотехнических наук, характеризующих обмен веществ, функции питания и продуктивного использования крупного рогатого скота. В исследовании принята единая оценка изучаемых явлений в джоулях, характеризующих энергию, теплоту и работу, затраченную на производство молока. Жвачный процесс, спонтанно возникающий в результате расхода питательных веществ, принят в качестве критерия «оттока и притока» энергии целостного организма. Поведение – это наблюдаемая система приспособительных действий животных в ответ на изменение состояния их организма и среды обитания и меры их взаимодействия. Факторы кормления изучались на двух группах крупного рогатого скота, которые выращивались на рационах, разных по объему и набору кормов. Группа 1 р – объемный рацион с включением сенажа и силоса, группа 2 р – малообъемный рацион из гранулированных кормов. Учитывались численность и продолжительность жвачных периодов и интервалов между ними, количество принятой обменной энергии за период и использованной за интервал между жвачками.

Изучена динамика использования обменной энергии у 15 коров в условиях благоприятной погоды и в период погодного стресса.

В первом периоде стояли теплые, сухие солнечные дни, во втором – холодные с дождем и ветром. Среднесуточная температура первого периода + 16,7 °С, максимальная + 30,3 °С, минимальная + 10,3 °С. Второго соответственно +3,4 °С, +6,5 °С и – 3,9 °С. Относительная влажность 53 % и 84,6%.

Теплоотдача определялась на основании измерения температуры тела, кожи и поверхности на уровне волосяного покрова. Использованы уравнения - конвекция  $Q = cm \cdot \Delta t$ , испарение  $Q = Z \cdot m$  и излучение  $Q = \delta \cdot s (t_1 - t_2)$ . Учитывались продуктивные качества и двигательная активность.

Исследовано также использование обменной энергии для поддержания теплового гомеостаза у коров разного возраста и продуктивности. Группа 1 м – высокопродуктивные коровы, группа 2 м – низкопродуктивные коровы.

Основной обмен (базовый метаболизм) определялся по показательной функции живой массы  $y = ax^n$  (6). Для млекопитающих принято уравнение  $P = 70 \cdot M^{0,75}$ , где P – основной обмен в ккал M- живая масса (7). Продуктивные качества устанавливались по энергетической ценности выведенного молока- 1 кг молока = 2427,8 кДж.

#### **Результаты исследований**

В результате использования разных рационов при выращивании ремонтного молодняка было установлено, что продолжительность одного жвачного периода у нетелей группы 1 р составила 27 мин, у группы 2 р 15 мин, а интервалы между периодами жвачки соответственно 120 и 180 мин. За один период жвачки в организм животных первой группы поступало 5 кДж энергии у второй 7,4 кДж и расходовалось на все жизненные функции соответственно 5,1 кДж и 7,6 кДж. Градиент смены состояния насыщенности и дефицита питательных веществ у молодняка первой группы осуществлялся при меньшем расходе обменной энергии на 31 % - 37 %. Это результат лучшей приспособленности организма к такому типу кормления по сравнению с малообъемными рационами. Аналогичная зависимость сохранилась и у коров 1-2 отела. Из 10 опытных животных группы 1р в племенной состав коров переведено пять первотелок из группы 2р только три. Основная причина выбытия - стерильность, перегулы, болезни печени, недоразвитость. По второму отелу от коров второй группы было получено 2100 кг молока, что ниже стандарта породы. Все они были выведены из процесса воспроизводства.

В таблице 1 приводятся структура и динамика использования обменной энергии в процессах формирования теплового состояния организма коров, выращенных при разном кормлении.

В отличие от реакции приема корма, стадного поведения и др. приспособительных действий животных, которые формируются в ответ

Таблица 1

**Структура расхода и динамика использования обменной энергии у коров 1-2 отела, в кДж /кг и процентах от общего поступления**

№ п/п	Показатель	Ед. изм.	По группам		Группа 1 к группе 2	
			Группа 1 р	Группа 2 р	±	%
1	Поступило обменной энергии (ОЭ)	кДж %	228,0	194,0	+34	112
2	Использовано ОЭ в базовом метаболизме	кДж	59,8	60,8	-0,9	98
		%	27	31	-	-
3	Использовано ОЭ в адаптивных процессах теплообеспечения	кДж	120,0	98,7	+22	122
		%	52	51	-	-
4	Продолжительность интервала между жвачкой	мин.	100	196	-96	51
5	Ассимилировано ОЭ за одну мин. интервала	кДж	0,083	0,068	+0,015	122
6	Ассимилировано ОЭ за интервал	кДж	8,3	13,3	-5	62
7	Продолжительность одного жвачного периода	мин.	24	29	- 5	82
8	Поступило ОЭ за одну мин. Жвачного периода	кДж	0,347	0,444	- 0,097	78
9	Поступило ОЭ за жвачный период	кДж	8,3	12,9	4,6	64
10	± Поступления от расхода	кДж	-	-0,4	-	-
11	Суточная продолжительность жвачного периода	мин.	346	222	- 124	156
12	Выведено обменной энергии с молоком	кДж	48,2	34,5	+136	156
		%	21	18	-	-

на изменение как внутреннего, так и внешнего состояния животных, генезис жвачного процесса определяется только внутренними условиями организма, они возникают спонтанно. Из 228 кДж/кг обменной энергии, усвоенной в процессе синтеза, у коров группы 1р 120 кДж/кг или 52 % выделяется в виде теплоты, у группы 2 р соответственно 98,7 кДж/кг – 51 %. Эта энергия обеспечивает внутренние жизненные процессы, а также соответствующую адаптацию к внешним факторам среды.

В группе 1р за минуту на тепловой гомеостаз расходуется 0,083 кДж на 1 кг живой массы, по группе 2р -0,068 кДж/кг, что на 22 % меньше.

За интервал между жвачными периодами, которые в первой группе длятся 100 мин., используется 8,3 кДж/кг – в группе 2р за 196 мин. 13,3 кДж/кг или на 5 кДж больше. Снижение концентрации клеточного субстрата, необходимого для образования новых веществ и обеспечения изотермической температуры всего организма, у коров первой группы осуществляется почти в два раза быстрее по сравнению с группой 2р. Градиент дефицита питательных веществ в организме группы 1р на 62 % ниже по сравнению с группой 2р.

Состояние дефицита «голода» -это сигнал к началу жвачного процесса, он продолжается у коров первой группы 24 мин., у второй- 29 мин.

За это время у первых поступает 8,3 кДж/кг энергии, у вторых - 12,9 кДж/кг на 4,6 кДж/кг больше или на 64 %.

Коровы группы 1р полностью восстанавливают дефицит питательных веществ, у группы 2р только на 97 %, что возможно объясняется доминирующей потребностью процессов базового метаболизма, в котором у них расходуется больше питательных веществ на 0,9 кДж/кг, и др. факторов, угнетающих развитие адаптивного пищевого поведения.

Наряду с условиями потребления питательных веществ на тепловое состояние организма существенное и постоянное воздействие оказывают погодные – климатические процессы. Напряжение организма, вызванное холодной, дождливой, ветреной погодой влияет на поведение животных и продуктивность. Эти адаптивные изменения направлены на повышение устойчивости организма к факторам среды.

При изучении динамики и структуры расхода обменной энергии у 15 коров первого отела в нейтральный (благоприятный) период и в условиях погодного стресса было установлено, что в целом по всей группе изученных животных молочная продуктивность снизилась с 8,4 кг до 8,0 кг за сутки.

Расходы обменной энергии на синтез молока в благоприятный период составил 46,9 кДж/кг в стрессовый 44,7 кДж/кг на 2,7 кДж/кг меньше.

Лактация - это непостоянная, факультативная часть основного обмена, полноценное снабжение которой осуществляется при условии достаточного обеспечения базового метаболизма

Таблица 2

**Структура и динамика использования обменной энергии в адаптивных процессах теплообеспечения, в кДж/кг и процентах от общего поступления**

№ п/п	Показатель	Ед. изм	По группам		Группа 1 к группе 2	
			Группа 1 м	Группа 2 м	±	%
1	Поступило обменной энергии (ОЭ)	кДж	268	210	+ 58	128
2	Использовано ОЭ в базовом метаболизме	кДж	58,7	60,1	- 1,4	98
		%	22	29	-	-
3	Использовано ОЭ в адаптивных процессах теплообеспечения	кДж	139,2	108,6	+ 30,6	128
		%	52	51	-	-
4	Продолжительность интервала между жвачными процессами	мин.	78,8	82,9	- 34	95
5	Использовано ОЭ в адаптивном теплообеспечении за 1 мин.	кДж	0,096	0,075	+ 0,021	128
6	Использовано ОЭ в адаптивных процессах теплообеспечения за интервал	кДж	7,57±0,48	6,17±0,57	+ 1,4	123
7	Продолжительность одного жвачного периода	мин.	25	21	+ 4	119
8	Поступило ОЭ за одну мин. жвачки	кДж	0,296	0,300	-0,04	99
9	Поступило ОЭ за один жвачный период	кДж	7,41±0,46	6,30±0,73	+ 1,1	118
10	Использовано ОЭ ± от поступившей	±	+ 0,16	- 0,13	-	-
		%	102	98	-	-
11	Выведено ОЭ с молоком	кДж	70,1	41,3	+ 28,8	170
		%	26	20	-	-
12	Продолжительность жвачного процесса за сутки	мин.	470	361	+ 109	130

и адаптивных тепловых процессов.

В стрессовый период при сохранении интенсивности основного обмена – 64,3 кДж/кг, расходы на поддержание изотермического состояния организма увеличились с 132,8 кДж/кг до 135,0 кДж/кг.

Изменилось групповое поведение коров. Число внутривидовых контактов и общая двигательная активность снизились в 2,5 раза, а затраты энергии на работу мышц - на 3,1 кДж/кг.

Из 15 исследованных животных пять сохранили среднесуточный надой, а 10 - снизили.

Продуктивность первых составила в нейтральный период  $7,94 \pm 0,8$  кг, в стрессовый  $8,00 \pm 0,8$ , вторых соответственно  $8,64 \pm 0,6$ ,  $7,95 \pm 0,6$ ., при живой массе устойчивой группы  $419 \pm 13$ , менее устойчивой  $442 \pm 0,15$ . Базовый метаболизм у коров первой группы составил 64,7 кДж/кг, у второй 63,5 кДж/кг, выведено с молоком у первых 46,3 кДж/кг, у вторых в нейтральный период 53,4 кДж/кг, в стрессовый 43,7 кДж/кг, меньше на 9,7 кДж/кг или на 12%. При неизменном состоянии внутриклеточного обмена расходы на тепловое обеспечение организма у группы устойчивых животных увеличились на 7,96 кДж/кг, у метеозависимых на 2,2 кДж/кг т.е. в 3,6 раза меньше.

В обеих группах изменились количествен-

ные показатели и структура вывода теплоты во внешнюю среду. У метеоустойчивых коров конвекция и испарение (теплоносители – пот, экскременты, выдыхаемый воздух, кишечные газы и т.д.) снизились на 31,0 кДж/кг, у метеозависимых на 33,7 кДж/кг. С понижением температуры внешней среды до – 3,9 °С увеличилось излучение у коров первой группы до 37,3 кДж/кг, у второй до 28,6 кДж/кг.

У метеоустойчивых коров потери от снижения конвекции и испарения полностью компенсировались ростом излучения с превышением на 6,3 кДж/кг, что увеличило влияние внешнего теплозащитного контура. У метеозависимых животных излучение не в полной мере заменило потери от снижения испарения и конвекции.

В реальной жизни смена состава рациона, погодные аномалии- это постоянные и порой непреодолимые негативные факторы для животноводов.

В таблице 2 приводятся результаты изучения динамики и структуры использования обменной энергии. Энергетическая ценность выведенного за сутки молока у коров группы 1 м в 1,7 раза превышала аналогичный показатель группы 2 м.

Изучаемые группы животных различаются не только по молочной продуктивности, у них

установлено существенное различие по структуре расхода обменной энергии. Так, на базовый метаболизм коровы группы 1м затрачивают 22 % обменной энергии, группа 2м-29 %. На производство молока высокопродуктивные используют 26 % потребленной энергии, низкопродуктивные 20% или на 28,8 кДж/кг меньше.

На поддержание изотермического состояния организма первая и вторая группы затрачивают 52-51 % поступившей энергии, относительное различие ничтожно. Однако, фактически высокопродуктивные коровы группы 1м на поддержание необходимой температуры тела, обязательной для жизнедеятельности, затрачивают  $139,2 \pm 0,3$  кДж/кг обменной энергии, а низкопродуктивные  $-108,6 \pm 0,3$  кДж/кг, что на 30,6 кДж/кг или на 78 % меньше.

Наряду с отличиями по структуре расхода у групп неодинаковая динамика использования обменной энергии на обеспечение теплового состояния организма. У первых более короткие и частые интервалы между жвачными периодами.

Высокопродуктивные коровы за одну минуту на поддержание температуры тела используют 0,0966 кДж/кг, низкопродуктивные- 0,0754 кДж /кг на 0,0212 меньше.

Лимит изменчивости по продолжительности интервала у коровы группы 1 м от 63 мин до 99 мин. У группы 2 м 72 – 126 мин, а интенсивность использования обменной энергии соответственно 0,0900 – 0,1050 КДж /кг в мин и 0,0630 – 0,0860 кДж /кг в мин.

Динамическое взаимодействие процессов пищеварения и обмена веществ формирует градиент дефицита питательных веществ у высокопродуктивных коров при использовании  $7,57 \pm 0,48$  кДж /кг от потребности, у низкопродуктивных  $-6,17 \pm 0,57$  кДж/кг. Лимит изменчивости для градиента дефицита у коров группы 1м составил от 5,6 до 8,7 кДж/кг, у группы 2м  $-4,9 - 8,5$  кДж /кг.

Дефицит или состояние «голода» элиминируется в период спонтанного возникающих жвачных процессов. Суточная продолжительность жвачки у коров группы 1м составляет 470 мин., группы 2м - 361 мин., на 109 мин. меньше.

Численность и продолжительность жвачных периодов у группы 1м составила 19 раз и 25 мин, у группы 2м 17 раз и 21 мин. По интенсивности поступления питательных веществ для обменных процессов группы достоверно не различаются.

Градиент насыщенности «сытости» у вы-

сокопродуктивных коров формируется при поступлении  $7,41 \pm 0,46$  кДж /кг, у низкопродуктивных при  $6,30 \pm 0,78$  на 1,1 меньше. Лимит изменчивости соответственно 5,7 – 8,7 кДж /кг и 4,8 - 9,2 кДж /кг. Затраты на адаптивные реакции у коров 1м превышают их поступление за жвачный период, на 0,16 кДж /кг, а у группы 2м расходуется меньше на 0,13 кДж /кг.

При изучении прямолинейной регрессии установлено, что увеличение поступления энергии за один жвачный период на один кДж /кг определяет прирост теплообеспечения у высокопродуктивных коров на 0,90 кДж /кг, у низкопродуктивных -на 0,61 кДж /кг.

### Обсуждение

При окислительно – восстановительном процессе внутриклеточного дыхания выделяется тепловая энергия. Она аккумулируется в АТФ и впоследствии используется в обменных процессах и для оптимизации теплового состояния целостного организма. Все жизненные процессы в организме, образование новых и распад старых клеток, внутриклеточный циклоз, активный перенос, передача нервного импульса, катаболизм органических веществ и синтез сложных соединений осуществляют в результате химических реакций, в которых используется энергия связи атомов и молекул. Значительная часть этой энергии независимо от вида реакции выделяется в форме теплоты [8, 9]

Тепловая энергия независимо от источника образования от нДж для митохондрии до МДж для организма суммируется без изменения свойств и выделяется во внутреннюю среду всех тканей целостного организма. По мере расхода питательных веществ и «рассеивания» энергии при конвекции испарения и излучения во внешнюю среду количество теплоты в организме снижается, формируется состояние дефицита «голода». При поступлении питательных веществ изотермическое состояние организма восстанавливается. Дефицит и насыщенность, «голод и сытость», их движение и связь - это состояние всего организма животных, его конъюктура.

В настоящее время нет «метаболической карты», отражающей влияние ферментных систем и субстрата, рН среды и температуры на заключительный результат биохимических процессов [10].

На уровне целостного организма оптимальное тепловое состояние как необходимое условие высокой продуктивности наиболее отчетливо отражается в динамике спонтанного

жвачного процесса [11].

Так, при выращивании на разных рационах первотелок, сходных по племенным и продуктивным качествам, у них сохранилось равенство затрат на реализацию базового метаболизма, который как известно осуществляют ферментные системы, находящиеся в прямой зависимости от генома. «Один ген – один фермент». Однако, в результате постоянного дефицита наполняемости рубца численность жвачных процессов у животных группы 2 р снизилась на 53 %, а общая продолжительность жвачного процесса - на 64 % по сравнению с группой 1р.

В таких условиях экспрессия генов, определяющих развитие желудочно – кишечного тракта была подавлена, а имеющиеся наследственные качества потребления кормов не реализованы. Такое развитие фенотипа оказало отрицательное влияние на дальнейшую жизнедеятельность первотелок группы 2 р. Использование обменной энергии в адаптивных процессах теплообеспечения у них составило 98,7 кДж на кг массы, у группы 1р 120,0 кДж/кг или 121 % больше.

На поддержание теплового постоянства организма первотелки группы 1р затрачивали 0,083 кДж в мин. на один кг живой массы, группы 2 р- 0,068 кДж/кг в мин., что в 1,22 раза меньше.

Это оказало отрицательное влияние на работу иммунных систем. Выживаемость и сохранность для воспроизводства у них составила три из 10, у группы 1р пять из 10 или в 1,7 больше.

Пониженное использование обменной энергии для поддержания изотермического состояния организма оказало отрицательное влияние на синтетическую активность ферментных систем факультативной части базового метаболизма - лактацию. Первотелки группы 1р, выращенные на полноценном по объему рационе, затрачивали на синтез молока 48,1 кДж/кг 21% от поступления питательных веществ, их аналоги из группы 2 р 34,5 кДж/кг, 18 % от принятого, что на 72 % меньше. Все они были выведены из племенного состава стада.

Понятно, что малообъемный рацион с высокой питательностью по логистике доставки, раздачи и уборки несъеденных остатков практичнее, но он наносит непоправимый ущерб здоровью животных.

Одомашнивание и селекционное улучшение крупного рогатого скота совершалось при постоянном ослаблении неблагоприятных влияний погоды и увеличении потребления кормов.

Такие меры также способствовали росту молочной продуктивности и отбору животных, лучше приспособленных к содержанию в закрытых помещениях и потребляющих большее количество корма.

Исследования показали, что при ухудшении погоды значительные потери отмечены у тяжеловесных высокопродуктивных коров. Сохранили продуктивность животные с более выраженными признаками аборигенных предков, с меньшей живой массой и продуктивностью.

При интродукции голштинской породы австрийского экогенеза было установлено, что теплоустойчивость их организма на 11,4 % меньше по сравнению с местными породными аналогами [12].

Индивидуальное состояние адаптации, теплообеспечения, эффективное использование кормов оказывают существенное влияние на молочную продуктивность коров.

Породы разного происхождения, ареала их совершенствования значительно отличаются по адаптационным качествам [13].

Превращение веществ и энергии в другое состояние всегда сопровождается образованием теплоты и ее «рассеиванием» в окружающую внутреннюю или внешнюю среду. Оптимальная активность ферментных систем высокопродуктивных коров определяет снижение расхода у них питательных веществ на базовый метаболизм, по сравнению с низкопродуктивными, и повышение на теплообеспеченность.

Основным источником активации клеточного метаболизма у них является оптимизация изотермического состояния всего организма. Так, за интервал на формирование теплового состояния организма они используют 7,57 кДж/кг, низкопродуктивные 6,17 кДж/кг на 1,14 кДж/кг меньше. В жвачный период высокопродуктивные восстанавливают 7,41 кДж/кг, низкопродуктивные 6,30 кДж/кг на 15 % меньше. Учитывая, что использование 4,186 кДж/кг повышает температуру примерно на 1°C, клеточный метаболизм коров группы 1м осуществляется при более высокой температуре, примерно на 0,224 °C, чем у группы 2м. О повышенной активности ферментных систем высокопродуктивных коров мы можем также судить по количеству синтезированного и выведенного молока. Этот показатель у первой группы на 170 % больше, чем у второй.

Нельзя также не заметить, что у коров первой группы в жвачный период израсходованная энергия восстанавливается с дефицитом

на 0,0123 кДж/кг, у второй с превышением на 0,0101 кДж/кг, что приводит к «сдаиванию» у первых и перерасходу кормов у вторых.

Существенная часть метаболизма, превращение веществ и выделение тепла осуществляется в клетках. В наиболее тесной и непосредственной близости с клетками находятся межклеточная жидкость и лимфа, через которые поступают питательные вещества, выводятся продукты синтеза и теплота [14].

В них формируются первичные сигналы дефицита и насыщенности «голода и сытости» всего организма. Приток питательных веществ в лимфу повышает их концентрацию и снижает теплоемкость, а также необходимый уровень расхода теплоты для поддержания изотермии тела. При использовании субстрата в обменных процессах его концентрация снижается, лимфа становится прозрачной, теплоемкость и потребление энергии возрастает. Лимфа и межклеточная жидкость имеют существенное значение для определения градиента «оттока и притока» энергии.

Понятно, что принятое суждение не исключает влияния нервно – гормональных факторов на регуляцию теплообеспечения организма. В этом плане имеют значение функции спинномозговой жидкости, а также сигналы, поступающие в мозг со всех тканей и органов, отражающие индивидуальные отличия животных и их способность оптимизировать обменные процессы в разных условиях среды обитания.

Таким образом, для жизни как высшей формы существования материи тепловая энергия, поступившая с кормом, имеет особо важное значение. Она связывает действия и взаимодействия всех систем организма, создает порядок из хаотичных выделений энергии клетками организма, сохраняется и передается в поколениях генетическим кодом, используется для синтеза новых веществ, для оптимизации теплового состояния организма, выделяется в окружающую среду с продуктами питания, при дефекации, уринации, дыхания и потоотделения и, наконец, рассеивается в пространстве при теплопередаче, конвекции, испарении и излучении. В процессе жизни она не создается и не исчезает, она переходит из одной формы в другую.

#### **Заключение**

1. Обменная энергия, энергия внутриклеточного метаболизма используется на синтез новых веществ, выводится из организма в составе молока, а также преобразуется в тепловую энергию для поддержания постоянной тем-

пературы организма. Оптимальная изотермия организма - необходимое условие стабильной жизнедеятельности и высокой продуктивности. Внешняя теплообеспеченность реакции внутриклеточного обмена через лимфу, у высокопродуктивных коров на 28 % выше по сравнению с низкопродуктивными.

2. Постоянный расход энергии в процессе внутриклеточного обмена веществ ослабляет теплообеспечение организма до дефицитного уровня. Спонтанное возбуждение жвачного процесса и поступление питательных веществ восстанавливают необходимое изотермическое состояние тела. Общебиологическая сущность дефицита и насыщенности, «голода и сытости» - это совокупная реакция всех тканей и органов на динамику теплового состояния тела. Управляющим элементом этой функциональной связи, аргументом является внутриклеточный метаболизм, управляемой функцией - жвачный процесс.

3. На уровне целостного организма оптимальное состояние теплообеспечения наиболее отчетливо и видимо отражается в динамике спонтанного жвачного процесса.

4. Селекция крупного рогатого скота в условиях постоянного повышения питательной ценности кормов и оптимального исключения неблагоприятных погодных – климатических условий повышают молочную продуктивность коров и угнетают их адаптационные качества.

5. При выращивании ремонтного молодняка и кормления коров в первые лактации необходимо использовать технологические методы, способствующие экспрессии наследственного потенциала эффективного потребления кормов.

6. Повышенное использование обменной энергии для поддержания изотермического состояния организма на оптимальном уровне – основное условие высокой молочной продуктивности коров.

7. Возможные показатели (стандарты) для оценки коров на высокоэффективное использование кормов - это суточная длительность жвачного процесса 470-500 мин., численность жвачных периодов и интервалов между ними 19-20 раз по 24 – 26 мин. Суточные расходы на поддержание изотермического состояния организма 140-150 кДж/кг массы.

8. Функциональная связь и качественное сходство для всех дискретных источников теплоты, аддитивность без изменения свойств позволяют считать ее универсальным и наиболее

вероятным каналом регуляции пищевой активности адаптации и продуктивности животных

### Библиографический список

1. Рекомендации по стабилизации поголовья крупного рогатого скота и реализации его генетического потенциала в хозяйствах Российской Федерации / В. Фисинин, И. Дунин [и др.]. – Москва, 2006. – 58 с.

2. Биологические ресурсы и ограничения в совершенствовании молочного скота / Г. Г. Черепанов, И. К. Медведев, З. Н. Манар, Б. Д. Кальницкий // Сельскохозяйственная биология. – 2001. – № 4. — С. 3 – 23.

3. Мохов, Б. П. Определение племенной ценности продуктивных животных и оптимизация методов их отбора / Б. П. Мохов // Зоотехния. – 2017. – № 9. – С. 11-13.

4. Уголев, А. М. Пищевое поведение и регуляция гомеостаза / А. М. Уголев, В. Г. Кассиль // Сложные формы поведения : книга. – Москва – Ленинград : Наука, 1965. – С.41-59.

5. Самойлов, В. О. Биоэнергетика / В. О. Самойлов // Медицинская биофизика : специальная литература. – Санкт-Петербург, 2007. – С. 213-229.

6. Плохинский, Н. А. Регрессия. Показательные функции / Н. А. Плохинский // Биометрия : книга. – Москва : Московский университет, 1970. – С. 210 – 273.

7. Шмидт – Ниельсен, К. Размеры животных: почему они так важны? / К. Шмидт - Ниельсен. – Москва : Мир, 1987. – 259 с.

8. Проссер, Л. Температура / Л. Проссер, Ф. Браун // Сравнительная физиология животных : книга. – Москва : Мир, 1967. – С. 283-332.

9. Робертис, Э. Биология клетки / Э. Робертис, В. Новинский, Ф. Саэс. – Москва : Мир, 1967. – 473с.

10. Грачев, И. И. Цитофизиология секреции молока / И. И. Грачев, С. М. Попов, В. Г. Скопичев. – Ленинград : Наука, 1978. – 241с.

11. Мохов, Б. П. Селекция крупного рогатого скота на позитивный стереотип поведения / Б. П. Мохов // Доклад ВАСХНИЛ. – 1983. – № 9. – С. 32 – 35.

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

13. Оценка молочных пород по воспроизводительным и адаптационным способностям / Н. И. Стрекозов, Н. В. Сивкин [и др.] // Зоотехния. – 2017. – № 7. – С. 2-6.

14. Алиев, А. А. Физиология лимфатической системы / А. А. Алиев // Физиология сельскохозяйственных животных : книга. – Ленинград : Наука, 1978. – С.362-412.

### USAGE OF METABOLISM ENERGY IN FORMATION OF BODY THERMAL STATE OF THE CATTLE

**Mokhov B.P.**

**FSBEI HE Ulyanovsk SAU**

**432980 Ulyanovsk, Novyi Venets boulevard, 1, tel. : 8 (8422) 44-30-62**

**mokhov @ mail. ru.**

*Key words: Metabolism, feed, energy, structure, heat, isothermy, productivity.*

*Scientific advances in biological sciences make it possible to significantly increase the energy efficiency of productive livestock. For life, as the highest form of existence of matter, thermal energy is of particular importance. It does not only connect the actions and interactions of all types of matter, it creates order from the chaotic movements of discrete heat sources, determining the measure of irreversible energy dissipation (entropy) and the change gradient of metabolic processes, "outflow and inflow of energy", the state of saturation and deficiency of nutrients in the body. Metabolic energy is the energy of nutrients entering the tissues and cells of the body from the digestive tract. In the process of intracellular metabolism, substances are converted into new compounds, energy is released and accumulated. Approximately half of the energy is used in the electrochemical reactions of the synthesis of substances inherent in this organism. Heredity, age, environment, condition of animals influence their quantity and quality. The second half of the energy generated in the basic metabolism is "dissipated" and released into the internal and external environment. This part of the energy, in the thermoregulation process, provides isothermal state of the body of animals. Thermal homeostasis, the range of fluctuations in body temperature within the physiological norm is a significant part of the metabolic energy consumption. The article presents results of studying such consumptions when adapting to feeding factors and changes of weather conditions of cattle of different age and productivity.*

#### *Bibliography:*

*1. Recommendations on stabilization of cattle population and accomplishment of its genetic potential on the farms of the Russian Federation / V. Fisinin, I. Dunin [and others]. - Moscow, 2006. - 58 p.*

*2. Biological resources and restrictions in improving dairy cattle / G.G. Cherepanov, I.K. Medvedev, Z.N. Manar, B.D Kalnitskiy // Agricultural biology. - 2001. - № 4. - P. 3 - 23.*

*3. Mokhov, B.P. Specification of the breeding value of productive animals and improvement of methods for their selection / B.P. Mokhov // Animal science. - 2017. - № 9. - P. 11-13.*

*4. Ugolev, A. M. Food behavior and homeostasis regulation / A. M. Ugolev, V. G. Kassil // Complex forms of behavior: book. - Moscow - Leningrad: Nauka, 1965. - P. 41-59.*

*5. Samoilov, V.O. Bioenergetics / V.O. Samoilov // Medical biophysics: special literature. - St. Petersburg, 2007. - P. 213-229.*

*6. Plokhinsky, N. A. Regression. Exponential functions / N. A. Plokhinsky // Biometrics: book. - Moscow: Moscow University, 1970. - P. 210 - 273.*

*7. Schmidt - Nielsen, K. The sizes of animals: why are they so important? / K. Schmidt - Nielsen. - Moscow: Mir, 1987. - 259 p.*



8. Prosser, L. *Temperature* / L. Prosser, F. Brown // *Comparative physiology of animals: book*. - Moscow: Mir, 1967. - P. 283-332.
9. Robertis, E. *Cell biology* / E. Robertis, V. Novinskiy, F. Saes. - Moscow: Mir, 1967. - 473p.
10. Grachev, I.I. *Cytophysiology of milk secretion* / I.I. Grachev, S.M. Popov, V.G. Skopichev. - Leningrad: Nauka, 1978. - 241p.
11. Mokhov, B.P. *Section of cattle for a positive behavior stereotype* / B.P. Mokhov // *Report of All-Union Academy of Agricultural Sciences named after Lenin*. - 1983. - № 9. - P. 32 - 35.
12. Mokhov, B.P. *Adaptation and productivity of cattle of various ecogenesis* / B.P. Mokhov, A. Malyshev, E. Shabalina // *Reports of the Russian Academy of Agricultural Sciences*. - 2012. - №1. - P. 40-41.
13. *Evaluation of dairy breeds by reproductive and adaptive abilities* / N.I. Strekozov, N.V. Sivkin [et al.] // *Animal husbandry*. - 2017. - № 7. - P. 2-6.
14. Aliev, A. A. *Physiology of the lymphatic system* / A. A. Aliev // *Physiology of agricultural animals: book*. - Leningrad: Nauka, 1978. - P. 362-412.