

УДК 636.2.082

DOI 10.18286/1816-4501-2020-4-268-275

**ГЕНЕЗИС ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОБМЕННОЙ ЭНЕРГИИ В ЛАКТАЦИОННОЙ  
ФУНКЦИИ КОРОВ РАЗНОГО ВОЗРАСТА И ПРОДУКТИВНОСТИ**

**Мохов Борис Павлович**, доктор биологических наук, профессор кафедры частной зоотехнии, технологии животноводства и аквакультуры

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

432980 Ульяновск, бульвар Новый Венец, 1. Тел. 8 (8422) 44-30-62

tohov@mail.ru.

*Ключевые слова:* лактация, обменная энергия, жвачный процесс, метаболизм, адаптация, продуктивность, селекция.

Формирование и становление лактационной функции как неотъемлемого процесса размножения касается всех систем целостного организма. Влияние наследственности и экспрессии признака под влиянием среды определяют индивидуальность и синергизм признаков, определяющих молочную продуктивность. Теплопроводность, внутриклеточный циклоз, мембранный потенциал, нервно – гормональные сигналы, кровь и лимфа- основные способы связи и взаимного влияния этих признаков. Наибольшее значение для лактационной функции имеет система питания. Питательные вещества, разделенные в процессе пищеварения на аминокислоты, моносахара, жирные кислоты и др. элементарные части, доставляются в клетки молочной железы, где они становятся субстратом для ферментативного синтеза молока. Циркадное изменение жизненных процессов и в первую очередь реакции приема корма обуславливают околосуточную периодичность приема корма и поступление питательных веществ в организм. Это оказывает влияние на концентрацию внутриклеточного субстрата, активность ферментов и тепловое состояние целостного организма. Для жизни как высшей формы существования материй 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 «оттока и притока энергии», состояние насыщенности и дефицита питательных веществ. Статья подготовлена на основе сближения (конвергенции) биофизических, этологических и зоотехнических наук. Использование джоуля в качестве единой оценки расхода энергии и выполненной работы (производство молока) повышает научную достоверность проведенных исследований.

**Введение**

Обменная энергия- это энергия, усвоенная организмом питательных веществ, которые в результате внутриклеточного метаболизма обеспечивают рост и развитие, размножение и продуктивные качества животных.

Лактационная функция, возникшая на основе эволюционного развития потоотделения, - это неотъемлемая часть системы размножения класса млекопитающих. Лактация, определяющая молочную продуктивность коров, изучается на клеточном, органном, системном и на других уровнях биологических наук.

Наиболее значимые результаты получены при изучении нервно – гормональных процессов, определяющих лактационный процесс [1, 2].

Геном и состояние ферментных систем, контролирующих синтез молока, рост молочной железы и становление факторов питания, определяют наследственную, устойчивую часть этой функции [3, 4].

В период индивидуального развития и экспрессии признаков формируется вторая, более подвижная часть этих процессов.

Образование многокамерного желудка и цистернальной емкости вымени, а также изменение пищевого поведения, длительности периодов жвачки и интервалов между ними – основные морфофизиологические признаки, способствующие синергизму действия обязательных и факультативных элементов базового метаболизма. Это признаки разных систем - системы пита-

ния и системы размножения. Они различаются по тканям и органам их расположения, по реакциям и периодам их влияния. Но они действуют согласованно.

Выдающийся физиолог И. Грачев : «..лактует не молочная железа, а целостный организм».

Изучение изменчивости признаков, отражающих целостный организм, их наследственности и экспрессивности, формирует базу реализации генетического потенциала лактационной функции.

Принимая во внимания важность молока как продукта питания и уровень знаний, достигнутый в исследованиях по биохимии и физиологии молока, была поставлена задача изучить генезис формирования и становление адаптационного состояния функции питания и лактации в целостном организме[1,2,3]. Тема актуальна и имеет практическое значение.

#### Материалы и методы исследований

В племенных хозяйствах изучено 24 животных разного возраста и продуктивности. Группа 1 – коровы с повышенной продуктивностью, группа 2 – низкопродуктивные.

Базовый метаболизм (основной обмен) оценивался по показательной функции живой массы,  $y = ax^n$  [5]. Для млекопитающих принято уравнение  $P_{\text{ккал}} = 70M^{0,75}$ , где  $P_{\text{ккал}}$  – суточная потребность организма в энергии для осуществления основного обмена, в ккал. М – живая масса в кг, 70 – коэффициент пропорциональности [6]. Определялись общая энергия для всего организма и удельная на кг живой массы.

Нормы кормления устанавливались в соответствии с рекомендациями [7].

Методом контрольных доек на четвертом месяце лактации определялась величина надоя и уровень молочной продуктивности за 300 дней лактации. Величина надоя оценивалась в энергетических единицах 1 кг молока = 580 ккал, 2, 128 кДж считалась выполненной работой и расходами на продукцию в энергетических единицах.

Пищевая активность, определяемая дефицитом или насыщенностью организма питательными веществами, устанавливалась по спонтанным проявлениям жвачного процесса, численностью и продолжительностью жвачных периодов и интервалов между ними в течение двух смежных суток.

Учитывалось количество поступившей энергии за один жвачный период и использованной в реакциях основного обмена за интер-

Таблица 1

#### Морфофункциональные показатели

№ п/п	Показатель	Ед. изм	Группа 1	Группа 2	В среднем
Первый отел n =12					
1	Живая масса	кг	518	486	502
2	Среднесуточный удой	кг	15,8	8,2	12,0
3	Обменная энергия *	МДж	143	102	123
4	Жвачный процесс	мин	366	362	364
Старше 4 отела n =12					
5	Живая масса	кг	628	504	562
6	Среднесуточный удой	кг	17,9	9,7	13,8
6	Обменная энергия *	МДж	162	127	144
8	Жвачный процесс	мин	468	393	430
Средние показатели n =24					
9	Живая масса	кг	569	495	532
10	Среднесуточный удой	кг	16,8	8,9	12,8
11	Обменная энергия *	МДж	155	114	134
12	Жвачный процесс	мин	417	377	397

\*Обменная энергия в МДж суточной потребности организма

вал между периодами.

Использование джоуля в качестве единой меры оценки обменных процессов, пищевого поведения и молочной продуктивности позволило сблизить результаты биофизических, этологических и зоотехнических наук.

#### Результаты исследований

В таблице 1 приводятся показатели морфофункционального состояния коров опытных групп.

Опытные животные отличаются по расходу обменной энергии, продуктивности, что предусмотрено условиями опыта, они также разные по развитию живой массы и суточной продолжительности жвачных реакций, которые оказывают существенное влияние на расход питательных веществ и их восстановление при кормлении.

Так, живая масса высокопродуктивных коров на 15 % выше по сравнению с группой 2, а длительность жвачки у них выше на 11 %. Жвачный процесс у коров старшего возраста продолжительнее на 31 минуту.

Между изучаемыми признаками в натуральных показателях, без учета их энергетической ценности установлена корреляционная связь низкого уровня  $r = 0,31, R = 0,32, r^2 = 0,1$  [8].

Таблица 2

## Структура расхода обменной энергии в кДж

№ п/п	Показатель	Ед. изм.	Группа 1	Группа 2	В среднем	Группа 1 к группе 2, %
Первый отел n =12						
1	Потребность в обменной энергии	кДж	275	210	242	135
2	На базовый метаболизм всего	кДж	61,2	62,4	61,8	98
	в % к общей потребности	%	22	30	25	-
3	На адаптивные и др. реакции всего	кДж	140,0	106,8	123,4	131
	в % к общей потребности	%	51	51	51	-
4	Выделено с молоком всего	кДж	73,8	40,8	57,3	181
	в % к общей потребности	%	27	19	24	-
4 отел и старше n =12						
5	Потребность в обменной энергии	кДж	272	256	264	103
6	На базовый метаболизм всего	кДж	58,7	61,8	60,2	94
	в % к общей потребности	%	22	24	23	-
7	На адаптивные и др. реакции всего	кДж	143,4	147,6	145,6	80
	в % к общей потребности	%	52	58	54	-
8	Выделено с молоком всего	кДж	69,9	46,6	58,2	150
	в % к общей потребности	%	26	18	22	-
В среднем n =24						
9	Потребность в обменной энергии	кДж	273	233	253	116
10	На базовый метаболизм всего	кДж	59,9	62,4	61,1	95
	в % к общей потребности	%	22	26	24	-
11	На адаптивные и др. реакции всего	кДж	142,0	132,2	135,0	105
	в % к общей потребности	%	51	55	53	-
12	Выделено с молоком всего	кДж	71,8	44,4	57,9	161
	в % к общей потребности	%	27	19	23	-

Обменная энергия - это энергия питательных веществ, поступивших в ткани и клетки организма из пищеварительного тракта. За исключением расхода на образование мочи и газов, она используется в процессах основного обмена (базового метаболизма), в результате которых осуществляется рост и развитие, адаптация к факторам среды, а также функции размножения и продуктивности.

Высокопродуктивные коровы при суточном удое 16,8 кг на один кг молока затрачивают 9,39 МДж обменной энергии, низкопродуктивные - 12,80 МДж или на 36 % больше.

Существенное значение для повышения надоя у высокопродуктивных коров и более адаптированных животных 4 -9 отела имеют обменные процессы.

В таблице 2 приводится структура расхода обменной энергии у коров опытных групп в кДж на кг живой массы.

В среднем по всей группе изученных животных в реакциях внутриклеточного обмена (базового метаболизма) используется 61,1 кДж обменной энергии или 24 % от поступившей в организм. У коров старшего возраста расходует 60,2 кДж, у коров первого отела - 61,8 кДж, на

1,6 кДж больше, что объясняется повышенным обменом веществ в связи с продолжающимися процессами их роста и развития. На поддержание теплового гомеостаза организма, его состояния в меняющихся условиях внешней среды и другие адаптивные реакции молодые коровы расходуют 123,4 кДж потребленной энергии, коровы 4-9 отелов - 145,6 кДж, что на 22,2 кДж больше, первые -51 %, вторые -54 % обменной энергии.

Пониженное использование энергии в адаптивных функциях молодых коров, возможно, является одной из причин их большей восприимчивости к неблагоприятным условиям среды.

По энергетической ценности выведенного молока (выполненной работе) молодые и старые коровы практически не различаются, первые -57,3 кДж, вторые -58,7 кДж или 24-22 %.

Близкие показатели к базовому метаболизму 25 - 23 % обусловлены сходными процессами реализации основного обмена и его факультативной части – синтеза молока. Более конкретно эти различия осуществляются у коров разной продуктивности. Так, молодые низкопродуктивные коровы на адаптивные функции

Таблица 3

## Поступление и расход энергии для обеспечения лактации

№ п/п	Показатель	Ед. изм.	Группа 1		Группа 2		В среднем	Группа 1 к группе 2 ± Р
			M±m	δ	M±m	δ		
Первый отел n = 12								
1	Поступило энергии	кДж	5,270±0,7	1,91	3,072±0,3	0,74	4,171±0,5	+ 2,198<0,95
2	Выделено энергии	кДж	5,263±0,8	1,91	3,063±0,3	0,77	4,163±0,6	+2,200<0,95
3	Различие	±	+0,003*	-	+0,016*	-	+0,008*	- -
4 – 9 отел n = 12								
4	Поступило энергии	кДж	3,802±0,2	0,59	2,829±0,3	0,90	3,315±0,2	+0,973<0,9
5	Выделено энергии	кДж	3,810±0,2	0,60	2,619±0,4	0,90	3,214±0,3	+1,191<0,95
6	Различие	±	-0,008*	-	+0,210*	-	+0,101*	- -
Возрастное различие								
7	Поступление энергии	кДж	+1,468	-	+0,243	-	-0,856	- -
8	Выделение энергии	кДж	+1,453	-	+0,444	-	+0,940	- -
В среднем по всей группе n = 24								
9	Поступило энергии	кДж	4,540±0,3	1,5	2,950±0,3	0,8	3,743±0,3	+1,590 <0,95
10	Выделено энергии	кДж	4,536±0,5	1,0	2,838±0,4	0,8	3,688±0,4	+1,698<0,95
11	Различие	±	+0,004*	-	+0,112*	-	+0,050*	-

\* различие недостоверно

затрачивали 106,8 кДж обменной энергии или 51 %, то коровы старшего возраста -147,6 кДж или 58 % обменной энергии.

Замедленное развитие адаптационно–защитных функций – одна из причин снижения показателей здоровья и продуктивности у этой группы коров.

При сравнении структуры использования обменной энергии у всех исследованных животных установлено, что у высокопродуктивных коров 4 -9 отела на базовый метаболизм расходуется 22% обменной энергии, на синтез молока 27 %, у низкопродуктивных соответственно 26 % и 19 %. Нельзя не заметить значительного различия групп по расходу энергии на синтез молока и меньшее- на обеспечение базового метаболизма.

Понятно, что эти внешне наблюдаемые различия детерминированы наследственностью и процессами экспрессии в период роста и развития.

В таблице 3 приводятся результаты изучения динамики использования обменной энергии.

Использование обменной энергии в образовании молока осуществляется в клетках молочной железы. Суточное количество секрета зависит от массы активных клеток вымени в соответствии с уравнением показательной функции  $y = ax^n$ , где  $x$  – масса клеток, а также от состояния альвеол, протоков и цистцеральной части, адаптации и поступления энергии в жвачный период. Это необязательная подвижная часть

базового метаболизма, определяющая индивидуальную экспрессивность гена.

По всей группе изученных животных за один жвачный период продолжительностью 27 мин. поступает 3,743 ±0,3 кДж энергии при  $\delta = 1,5$  кДж  $C = 41$  %, а расходуется на синтез молока за 90 мин. последующего интервала 3,688 ± 0,3 кДж при  $\delta = 1,5$  кДж,  $C = 40$ %. Размах для поступления составил от 8,525 кДж до 1,541кДж для расхода от 8,515 кДж до 1,520 кДж.

По результатам измерения признаки у всех 24 коров совпадающих величин нет, все даты индивидуальны.

Коэффициент корреляции между «притоком и оттоком энергии» составил  $r = 0,996$  регрессии  $R = 0,998$  и детерминанты  $r^2 = 0,992$ .

Коровы разного возраста и продуктивности по соотношению прихода и расхода энергии на лактацию отличаются значительно больше по сравнению со средними показателями по группе.

Так, молодые коровы первого отела на синтез молока затрачивают 4,163 ±0,6 кДж энергии,  $\delta = 1,4$  кДж и восстанавливают при жвачке 4,171 ±0,5 кДж при  $\delta = 1,4$  кДж. Регрессия составляет 0,986 кДж.

Коровы 4-9 отела на образование молока используют за интервал между жвачками 3,214 ±0,2 кДж энергии при  $\delta = 0,5$  и восстанавливают 3,315±0,2 кДж. Регрессия составляет  $R=0,961$  кДж. Увеличенная потребность первотелок объясняется более высокими показателями основного обмена их организма в связи с ростом раз-



вития. У коров старшего возраста спонтанное проявление жвачного периода осуществляется 18 раз за сутки, у молодых 14 раз или на 34% меньше, а продолжительность интервала, в течение которого формируется состояние голода, у них составляет 100 мин. У коров старшего возраста быстрее на 81 мин.

Значительное различие установлено также для животных разной продуктивности.

У молодых высокопродуктивных коров мотивы жвачного поведения формируются 15 раз за сутки и длятся 27 мин при общей суточной продолжительности 409 мин. За это время в организм поступает  $5,270 \pm 0,7$  кДж энергии при  $\delta = 1,91$  кДж и  $C = 36\%$

У низкопродуктивных первотелок мотивы пищевого поведения проявляются 14 раз и длятся 26 мин при общей продолжительности 36 мин. При такой интенсивности жвачного процесса в их организм приходит  $3,072 \pm 0,3$  кДж энергии при  $\delta = 0,74$  и  $C = 24\%$ .

Повышенная адаптивность системы питания – один из наиболее важных факторов роста молочной продуктивности молодых коров первой группы.

Продолжительность интервала, в течение которого формируется дефицит питательных веществ и энергии у коров группы 1, составляла 96 мин, у группы 2 – 103 мин. За это время из организма первых выводится  $5,263 \pm 0,8$  кДж энергии при  $\delta = 1,91$  и  $C = 45\%$ . У вторых –  $3,063 \pm 0,3$  кДж при  $\delta = 0,77$  и  $C = 25\%$  в 1,7 раза меньше.

Между показателями прихода энергии в жвачный период и ее расхода в интервале установлена корреляционная связь высокого уровня, у группы 1  $r = 0,999$   $R = 0,998$  кДж  $r^2 = 0,998$  у группы 2  $r = 0,996$   $R = 0,957$  кДж  $r^2 = 0,992$ .

При увеличении прихода энергии в жвачный период на один кДж синтез молока коров первой группы увеличится на  $0,998$  кДж, у – на  $0,957$  кДж. Взаимозависимость, измеряемая детерминантой, составляет 99–98%.

У высокопродуктивных коров 4–9 отела мотивы жвачки формируются 19 раз при суточной продолжительности 468 мин., у низкопродуктивных – 17 раз и длятся 360 мин, что соответственно меньше на 11% и 23%. За это время в организм коров группы 1 поступает  $3,802 \pm 0,2$  кДж энергии при  $\delta = 0,59$  и  $C = 15\%$ , в организм коров группы 2 –  $2,829$  при  $\delta = 0,9$  и  $C = 37\%$  на 34% меньше.

Продолжительность интервала между жвачками, в течение которого формируется дефицит питательных веществ и энергии, у высоко-

копродуктивных коров составляет 78 мин, у низкопродуктивных – 85 мин. За это время у коров группы 1 синтезируется и выделяется  $3,810 \pm 0,2$  кДж энергии при  $\delta = 0,6$ , у группы 2 –  $2,619 \pm 0,4$  кДж при  $\delta = 0,4$ , в 1,45 раза меньше.

У высокопродуктивных коров 4–9 отела отмечается дефицит прихода кормов в жвачный период над их расходом на образование молока, которое компенсируется на основе использования внутреннего резерва «сдаивания живой массы» в результате интенсивного раздоя.

При изучении корреляционной связи между поступлением и расходом питательных веществ для обеспечения лактационной функции установлена положительная связь у высокопродуктивных коров 4–9 отела  $r = 0,999$   $R = 0,959$  кДж  $r^2 = 0,998$ , у низкопродуктивных –  $r = 0,959$   $R = 0,950$  кДж  $r^2 = 0,919$ .

При повышении поступления питательных веществ в жвачный период на один кДж молочная продуктивность повышается у коров группы 1 на  $0,959$  кДж, у группы 2 – на  $0,950$  кДж.

При изучении зависимости молочной продуктивности от базового метаболизма установлена регрессия для высокопродуктивных коров первого отела  $R = 0,364$   $r^2 = 0,82$ , для 4–9 отела  $R = 0,470$   $r^2 = 0,76$ , для низкопродуктивных коров 4–9 отела  $R = 0,763$   $r^2 = 0,73$ . У низкопродуктивных первотелок такой зависимости не установлено, что объясняется неудовлетворительным развитием факультативной части метаболизма, плохой подготовкой телок и состоянием раздоя первотелок.

### Обсуждение

Для жизни как высшей формы существования материи тепловая энергия имеет особо важное значение. Она не только связывает все виды действия и взаимодействия материи [9], она создает порядок из хаотичного движения дискретных источников тепла, определяя меру необратимого рассеяния энергии (энтропии) и градиент смены обменных процессов «оттока и притока энергии» [10], состояние насыщенности и дефицита питательных веществ в организме.

Изучая систему наблюдаемых приспособительных действий животных в ответ на изменение внутреннего и внешнего состояния организма в критериях затрат энергии на метаболизм и их восстановление в процессе пищевых, двигательных и др. реакций, мы оцениваем генезис использования обменной энергии на уровне целостного организма.

Спонтанное проявление жвачного процесса, длительность периодов жвачки и интервалов

между ними, количество энергии, принятой за один период и усвоенной за интервал, структура расхода этой энергии на внутриклеточный обмен, выполненную работу по производству молока и адаптивные реакции, являются наблюдаемыми и измеряемыми параметрами использования обменной энергии целостного организма [11]. Их определение осуществляется в соответствии с уравнением показательной функции  $y = ax^n$ .

Понятно, что это метод, основанный на усредненных многочисленных биохимических исследованиях, дает априксимативные результаты, но для целостного организма он единственный, «метаболической карты» для этих целей нет [12].

Применение джоуля для характеристики разных структур прихода и расхода энергии усиливает доказательную базу научного поиска.

Базовый (внутриклеточный) метаболизм - это необходимый элемент жизнедеятельности организма [13,14]. На основе экспрессивности гена незначительная его часть (синтез молока) методом отбора в условиях усиленного кормления и механического воздействия на молочную железу была усилена в десятки тысяч раз. Увеличение клеточной массы молочной железы, рост приема корма и жвачного процесса, сокращение расходов на адаптацию к условиям среды и двигательную активность - основные направления совместимости новых признаков с консервативной наследственностью базового метаболизма [15]. Вновь возникшие признаки не имеют существенного значения для организма. Они факультативны для не лактирующего индивидуума, но необходимы для вида и востребованы человеческим обществом.

У лактирующих животных они становятся обязательными, строго индивидуальными и сходными по расходу энергии в интервале между жвачками и количеству восполняемой в жвачный период. Значительное сходство выведенных из организма энергетических единиц молока и количество поступивших в процессе жвачки свидетельствуют о зависимости этого состояния от наследственных фундаментальных структур организма. Синтез молока осуществляется в результате внутриклеточного обмена, т.е. является элементом базового метаболизма, в то же время он зависит от подготовки телок и нетелей к лактациям, т.е. от экспрессивности гена, от поступления обменной энергии, адаптивности организма и др. условий, способствующих повышению синергизма генотипа и среды. Нельзя

не заметить, что молодые высокопродуктивные коровы на лактационную функцию затрачивают больше энергии по сравнению с коровами 4 - 9 отела по выведению молока на 136%, по восстановлению в период жвачки - на 156%. Малопродуктивные животные первого отела, наоборот, уступают коровам старшего возраста по энергетической оценке молока на 14%, по восстановлению при жвачке - на 9%. Наследственное ограничение в росте молочной железы и неудовлетворительное формирование адаптационных функций наиболее вероятные причины таких расхождений. У низкопродуктивных первотелок медленнее развиваются эффективные образцы пищевого поведения, способствующие высокой продуктивности.

По условиям опыта коровы первой и второй групп были аналогами по наследственному потенциалу продуктивности. Однако в период роста и развития были реализованы по-разному.

Высокопродуктивные коровы первой группы имели более объемное железистое, чащеобразное вымя, а суточная продолжительность жвачного процесса у них была выше на 44 - 98 мин.

Особое внимание следует обратить на различие коров первой и второй групп по продолжительности одного жвачного периода и интервала между ними. У коров первой группы один жвачный период длится 33 мин., у второй - 21 мин, а интервал между ними составляет 78 и 85 мин. Такое различие позволяет первым принять питательных веществ на 0,490 кДж больше по сравнению со вторыми и обеспечивает увеличение количества выведенного молока 0,411 кДж. Все эти признаки сложились в результате искусственного отбора в условиях обильного кормления и интенсивного воздействия на молочную железу.

При этом нельзя не заметить, что ферментная система коров первой группы усваивает субстрат, поступивший в клетки, на 7 мин. быстрее, что позволяет им за одну мин. синтезировать молока на 0,058 кДж больше по сравнению с низкопродуктивными. Возможно, что это связано с различиями в строении структур, определяющий уровень молочной продуктивности. Рост признака не имеет значения для жизнедеятельности отдельных животных и, как правило, устраняется в течение нескольких поколений в соответствии с условиями среды на основе поведения и морфофизиологических изменений.

## Закключение

1. Лактация, образование и выведение молока-это непостоянная, факультативная часть базового метаболизма репродуктивной системы животных. Взаимодействие молочной железы с системой питания, нервно – гормональными факторами и др. формирует лактационную функцию животных определяющих их молочную продуктивность.

2. Наряду с наследственностью, десятикратный рост молочной продуктивности реализован на основе усовершенствования морфофизиологического строения молочной железы, нервно – гормональной регуляции, а также оптимизации среды обитания и адаптации пищевого поведения.

3. В отличие от устойчивых, трудноизменяемых генетических факторов эти признаки имеют широкий диапазон изменчивости. Они технологичны, измеряемы и могут быть использованы в селекционном процессе.

4. Жвачный процесс у высокопродуктивных коров 4 - 9 отела по сравнению с низкопродуктивными продолжительнее на 75 мин. У коров с высокой продуктивностью он проявляется чаще, а состояние дефицита питательных веществ для синтеза молока, «голода» у них формируется за более короткое время.

Жвачный процесс и молочная продуктивность- это взаимозависимые элементы отдельных систем, системы питания и системы размножения. У разных групп взаимная зависимость изменяется от 33% до 98%.

5. На синтез молока коровы с высоким удоем расходуют 71,8 кДж обменной энергии или 27% от потребленной, низкопродуктивные соответственно 44,4 кДж и 19%.

Различная эффективность системы питания животных оказывает влияние на их продуктивность. На производство одного МДж энергетической ценности молока высокопродуктивные коровы затрачивают 7,4 МДж валовой энергии, низкопродуктивные -10,5 МДж на 42% больше.

6. Молодые коровы на базовый метаболизм расходуют 61,8 кДж обменной энергии, коровы 4 -9 отела 60,2 кДж на 1,6 кДж меньше. Первые выделяют с молоком 57,3 кДж энергии, вторые -58,3 кДж на 0,9 кДж больше. У первотелок недостаточно развиты адаптационные реакции, на которые они затрачивают 123,4 кДж энергии, что на 17% меньше по сравнению с коровами 4 -9 отела. Форсированный раздой коров первого отела вредит их здоровью и экономически не оправдан.

7. По всем группам изученных коров количество , принятой в жвачный период, совпадает с выделенной за интервал между периодами жвачки. Разница ничтожна.

8. Установлена положительная регрессионная связь между поступлением и расходом энергии на молочную продуктивность. Для первотелок с высоким надоем  $R=1,16$  кДж, с низким  $R=0,525$  кДж, для высокопродуктивных коров 4 - 9 отела  $R=1,16$  кДж , для низкопродуктивных -  $R=0,38$  кДж.

9. Между основным обменом организма (базовый метаболизм) и количеством выделенного молока в энергетической оценке установлена положительная регрессионная связь. В среднем для всех изученных групп  $r=0,537$ ;  $R=0,273$ ;  $r^2=0,288$

## Библиографический список

1. Грачев, И. Физиология лактации / И. Грачев, В. Галанцев. – Ленинград: Наука, 1973.- 589 с.
2. Владимирова, А.Ю. Физиология лактации / А.Ю. Владимирова, И.И. Грачев, Г.Б. Тверской // Физиология сельскохозяйственных животных. – Ленинград: Наука.- 1978.- 580 с
3. Дунин, И.М. Красно – пестрая порода скота, ее ареал и использование при производстве молока в Российской Федерации/И.М. Дунин, Г.С. Лозовая, К.К. Аджибеков // Зоотехния. - №2.- 1016.- С.2-5
4. Головин, А.В. Влияние уровня структурных углеводов на продуктивность, особенно преджелудочкового пищеварения и обмен веществ новотельных коров/ А.В. Головин, Н.В. Боголюбова, В.А. Девяткина // Зоотехния. - № 9.- 2017.- С.17-21
5. Плохинский, Н.А. Регрессия. Показательные функции. В кн. Биометрия / Н.А. Плохинский.- Москва, Московский университет, 1970. - 367 с.
6. Шмидт - Ниельсен К., Размеры животных: почему они так важны?/ К. Шмидт - Ниельсен. – Москва, Мир. -1987. – 259 с.
7. Калашников, А.П. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных /А.П. Калашников, В.И. Фисинин, В.В. Щеголев и др.-Москва, РАСХН. ВНИИЖ, 2005. - 456 с.
8. Мохов, Б.П. Селекция крупного рогатого скота на позитивные стереотипы поведения / Б.П. Мохов.// Доклады ВАСХНИЛ.- №9.- 1983.- С 32-35
9. Мякишев, П.Я. Энергия. БСЭ /П.Я. Мякишев. - Москва, 1978.- 191с.
10. Пригожин И. Порядок из хаоса: Новый диалог человека с природой / И. Пригожин, И. Стенгерс. – Москва, Наука, 1986. – 431 с.

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

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

13. Проссер, Л. Кислород, газообмен и метаболизм В кн. Сравнительная физиология животных / Л. Проссер, Ф. Браун. – Москва, Мир. – 1967. - 238 с.

14. Уголев, А.М. Пищевое поведение и регуляция гомеостаза / А.М. Уголев, В.Г. Кассиль.- В кн. Сложные формы поведения. М.-Л. Наука,1965. –С.- 41-58

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

16. Робертс Э. Ферменты и метаболизм клетки /Э. Робертс, В. Новинский, Ф. Саэс. - В кн. Биология клетки.- Москва, Мир.1967.- 59 -77с.

## THE GENESIS OF METABOLIC ENERGY USE IN THE LACTATION FUNCTION OF COWS OF DIFFERENT AGES AND PRODUCTIVITY

**Mokhov B.P.**

**FSBEI HE Ulyanovsk SAU**

**432980 Ulyanovsk, Novy Venetz boulevard, 1. Tel. 8 (8422) 44-30-62**

**mokhov@mail. ru.**

*Key words: lactation, metabolic energy, ruminant process, metabolism, adaptation, productivity, selection.*

*The formation and development of lactation function as an integral process of reproduction concerns all systems of the whole organism. The influence of heredity and expression of a trait under the influence of the environment determines the individuality and synergy of traits that determine milk productivity. Thermal conductivity, intracellular cyclosis, membrane potential, neuro-hormonal signals, blood and lymph are the main ways of communication and mutual influence of these signs. The nutrition system is most important for lactation function. Nutrients divided during digestion into amino acids, monosaccharides, fatty acids, and other elementary parts are delivered to the breast cells, where they become a substrate for the enzymatic synthesis of milk. Circadian changes in life processes and, first of all, feed intake reactions determine the circadian frequency of feed intake and the intake of nutrients into the organism. This affects the concentration of the intracellular substrate, the activity of enzymes and the thermal state of the whole organism. For life, as the highest form of existence of matter, thermal energy is particularly important. It not only connects 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 gradient of changes in the metabolic processes of "outflow and inflow of energy", the state of saturation and nutrient deficiency. The article is based on convergence, biophysical, ethological and animal sciences. Using the Joule as a single estimate of energy consumption and work performed (milk production) increases the scientific reliability of the research.*

### *Bibliography*

1. Grachev, I. Physiology of lactation / I. Grachev, V. Galantsev. – Leningrad : Science, 1973. - 589 p.
2. Vladimirova, A. Yu. Physiology of lactation / A. Yu. Vladimirova, I. I. Grachev, G. B. Tverskoy // Physiology of agricultural animals. – Leningrad : Science, 1978. - 580 p.
3. Dunin, I. M. Red-and-white cattle breed, its area and use in milk production in the Russian Federation / I. M. Dunin, G. S. Lozovaya, K. K. Adzhibekov // Zootechnics. - 2016. - № 2. - P.2-5.
4. Golovin, A. V. Influence of the level of structural carbohydrates on productivity, features of pre-ventricular digestion and metabolism of newly-calved cows / A. V. Golovin, N. V. Bogolyubova, V. A. Devyatkina // Zootechnics. - 2017. - № 9. - P.17-21.
5. Plokhinsky, N. A. Regression. Exponential function / N. A. Plokhinsky // Biometrics. – Moscow : Moscow university, 1970. - 367 p.
6. Schmidt – Nielsen, K. Animal sizes: why are they so important?? / K. Schmidt – Nielsen. – Moscow : Mir, 1987. – 259 p.
7. Norms and rations for feeding farm animals / A. P. Kalashnikov, V. I. Fisinin, V. V. Shegolev [et al.]. – Moscow : RAAS ARRIC, 2005. - 456 p.
8. Mokhov, B. P. Selection of cattle for positive behavioral patterns / B. P. Mokhov // Reports of VASHNIL. – 1983. - № 9. – P. 32-35.
9. Myakishev, P. Ya. Energy GSE / P. Ya. Myakishev. – Moscow, 1978. – 191p.
10. Prigozhin, I. Order from chaos: A new dialogue between man and nature / I. Prigozhin, I. Stengers. – Moscow : Science, 1986. – 431 p.
11. Mokhov, B. Adaptation and productivity of cattle of various ecogenesis / B. Mokhov, A. Malyshev, E. Shabalina // Reports of the Russian academy of agricultural sciences. – 2012. - № 1. – P. 40-41.
12. Grachev, I. I. Cytophysiology of milk secretion / I. I. Grachev, S. M. Popov, V. G. Skopichev. – Leningrad : Science, 1978. - 241 p
13. Prosser, L. Oxygen, gas exchange and metabolism / L. Prosser, F. Brown // Comparative animal physiology. – Moscow : Mir, 1967. – P. 186 - 238.
14. Ugolev, A. M. Eating behavior and homeostasis regulation / A. M. Ugolev, V. G. Kassil // Complex behaviors. - Moscow – Leningrad : Scianec, 1965. – P. - 41-58.
15. Biological resources and limitations in improving dairy cattle / G. G. Cherepanov, I. K. Medvedev, Z. N. Manar, B. D. Kalnitsky // Agricultural biology. – 2001. - № 4. – P. 3 – 23.
16. Roberts, E. Cell ferments and metabolism / E. Roberts, V. Novinsky, F. Saes // Cell biology. – Moscow : Mir, 1967. – P. 59 -77.