

## РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ И ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОСНОВНЫХ ПРОЦЕССОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОБМЕННОЙ ЭНЕРГИИ У КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

**Мохов Борис Павлович**, доктор биологических наук, профессор  
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ  
432980 Ульяновск, бульвар Новый Венец, 1; тел. 8 (8422) 44-30-62  
moxov@mail.ru.

**Ключевые слова:** внутриклеточный обмен, теплообеспеченность, синтез молока, жвачный процесс, аргументы, функции, взаимодействия.

С учетом роста народонаселения снижение энергетических затрат при производстве продуктов питания одна из неотложных задач человеческого общества. Обменная энергия используется на синтез новых веществ, выводится из организма в составе молока, а также преобразуется в тепловую энергию для поддержания постоянной температуры тела животных. Многофакторность и сложность изучаемого явления в настоящее время не позволяет составить «метаболическую карту» генезиса валовой энергии корма в продукты питания для человека. Анализ изучаемой проблемы методами биологической статистики позволяет установить наиболее общее понятие и сделать предварительное заключение о действии и взаимодействии отдельных процессов использования обменной энергии в целостном организме, установить значение независимых факторов – аргументов и влияние биологических функций на жизнедеятельность животных. Оптимизация изотермии наследственными и технологическими факторами способствует росту энергоэффективности, продуктивного животноводства.

### Введение

В результате многочисленных исследований установлено, что структура расхода обменной энергии изменяется в зависимости от живой массы и продуктивности животных [1].

Обменная энергия, энергия усвоенных питательных веществ используется на рост и развитие, на синтез новых веществ и деление клеток, выводится из организма в составе молока, а также преобразуется в тепловую энергию в процессе терморегуляции. Действие и взаимодействие этих процессов, их усиление и ослабление определяется генотипом, экспрессивностью и состоянием энергообеспеченности организма.

При изучении поведенческих реакций, отражающих изменения внутреннего состояния организма, установлено снижение интенсивности жвачного процесса с возрастом и двигательной активности в условиях холодной погоды [3].

Определение приоритетности, взаимодействия и значимости независимых признаков (аргументов) и их влияния на управляемые функции позволяет усовершенствовать методы племенного и продуктивного использования домашних животных [4].

### Материалы и методы исследований

Исследование проведено в племенном хозяйстве на коровах разной продуктивности. Изучены морфофизиологические признаки, продуктивность и эффективность использования обменной энергии.

Учитывая, что на уровне целостного организма состояние дефицита и насыщенности, «голода и сытости» наиболее отчетливо проявляется в жвачном процессе, измерялось количество принятой энергии за один жвачный период и ее использование за интервал между периодами приема. Изучены расход и восстановление

обменной энергии на базовый метаболизм, в процессах терморегуляции и на синтез молока в килоджоулях на один кг живой массы.

Базовый метаболизм определялся по показательной функции живой массы,  $y = ax^n$  [5]. Для млекопитающих принято уравнение  $P_{\text{ккал}} = 70 \cdot M^{0,75}$  [6]. Затраты на производство продукции рассчитывались по энергетической ценности выделяемого молока, килограмм молока содержит 2428 кДж энергии. При изучении пищевого поведения коров, отражающего внутреннее состояние их организма, установлено их различие по численности и продолжительности жвачного процесса, переваримости кормов и продуктивности. Сближение (конвергенция) этологических, физиологических и зоотехнических наук повышает доказательную базу эксперимента.

Статистический анализ прихода и расхода

энергии позволяет установить направление этой связи и уровень их влияния на продуктивность животных. Определены: даты – средние показатели признаков и их ошибки,  $M \pm m$ , дисперсия суммы квадратов, варианса – средний квадрат  $- \delta^2$ , сигма- среднее квадратическое отклонение –  $\delta$ , коэффициент изменчивости –  $C$ , достоверность разницы –  $t_{st}$ , вероятность безошибочного прогноза –  $\beta$ , коэффициент корреляции –  $r$ , коэффициенты регрессии  $R_1$ ,  $R_2$ , и детерминанта,  $r^2$ . Репрезентативность выборки составляет  $d=(17,9 - 9,7) 8,2$ .  $t_a=8,2:1,9=4,3$   $4,3 > 3,7$ . Второй уровень критерия достоверности, вероятность прогноза больше 95%.

### Результаты исследований

Расход энергии в процессе внутриклеточного метаболизма и ее восстановлении в результате приема корма и пищеварения осуществ-

Таблица 1

### Расход обменной энергии за интервал и восстановление за жвачный период, в кДж

№ п/п	Показатель	1 группа			2 группа			Группа 1 к группе 2		
		M±m	δ	C	M±m	δ	C	±	t <sub>ст</sub>	β
Базовый метаболизм, кДж										
1	Использовано ОЭ за интервал	3,233±180	0,44	14	3,466±0,316	0,87	24	-0,233	<2	<0,9
2	Восстановлено ОЭ за жвачный период	3,133±0,178	0,43	14	3,800±0,358	0,87	23	-0,667	<2	<0,9
3	Восстановлено от использованного ±	- 0,038	-	-	+ 0,184	-	-	-0,213	-	-
4	Корреляция r	0,785	-	-	0,996	-	-	-0,211	-	-
5	Регрессия R <sub>1</sub>	0,798	-	-	0,996	-	-	-0,98	-	-
6	Регрессия R <sub>2</sub>	0,761	-	-	0,996	-	-	-0,23	-	-
7	Детерминанта r <sup>2</sup>	0,616	-	-	0,992	-	-	-376	-	-
Теплообеспеченность, кДж										
8	Использовано ОЭ за интервал	7,571±0,48	1,18	15	6,528±0,731	1,79	27	+1,052	2	0,9
9	Восстановлено ОЭ за жвачный период	7,413±0,461	1,13	15	6,308±0,733	1,79	28	+1,105	2	0,9
10	Восстановлено от использованного ±	-0,158	-	-	-0,220	-	-	-0,062	-	-
11	Корреляция r	0,976	-	-	0,998	-	-	-0,022	-	-
12	Регрессия R <sub>1</sub>	1,015	-	-	0,998	-	-	+0,020	-	-
13	Регрессия R <sub>2</sub>	0,927	-	-	0,998	-	-	-0,061	-	-
14	Детерминанта r <sup>2</sup>	0,952	-	-	0,996	-	-	-0,044	-	-
Выведено с молоком, кДж										
15	Использовано ОЭ за интервал	4,000±0,148	0,363	9	2,650±0,386	0,938	35	+1,35	2	0,9
16	Восстановлено ОЭ за жвачный период	3,751±0,351	0,616	16	2,785±0,538	1,37	47	+0,966	2	0,9
17	Восстановлено от использованного ±	-0,249	-	-	+0,135	-	-	+0,114	-	-
18	Корреляция r	0,873	-	-	0,843	-	-	+0,030	-	-
19	Регрессия R <sub>1</sub>	0,506	-	-	0,593	-	-	-0,084	-	-
20	Регрессия R <sub>2</sub>	1,458	-	-	1,231	-	-	+0,227	-	-
21	Детерминанта r <sup>2</sup>	0,762	-	-	0,710	-	-	0,054	-	-

вляется разными системами организма. Синтез необходимых для жизнедеятельности веществ и обеспечение организма энергией, т.е. расход, выполняется ферментными системами клеток, а восстановление совершается в процессе поиска и приема пищи, деятельности жевательных органов, микрофлоры преджелудков и действия пищеварительных соков.

Установлено, что у высокопродуктивных коров суточная продолжительность жвачного процесса на 107 мин. больше по сравнению с низкопродуктивными, а длительность интервала между отдельными периодами жвачки, когда формируется состояние «голода», меньше на 11 мин. или на 14,1%. Все это позволяет коровам с высоким удоем оптимально синхронизировать повышенный расход энергии на синтез молока с количеством поступившей обменной энергии при жвачке.

При изучении суточных затрат энергии установлено, что высокопродуктивные коровы меньше затрачивают энергии на базовый метаболизм.

В таблице 1 приводятся результаты изучения динамики обменных процессов, расхода за интервал и восстановление за спонтанно сформированный жвачный период у коров разной продуктивности.

Установлено, что за один интервал продолжительностью 78 мин у коров первой группы на независимый, определяющий признак (базовый метаболизм) использовано 3,233 кДж/кг обменной энергии, 0,041 кДж/кг в мин, что составляет 21% от всей использованной. У коров группы 2 соответственно - 89 мин 3,466 кДж/кг, 0,042 кДж/кг в мин. и 29 %.

Меньший расход энергии на аргумент, определяющий последующие функции, свидетельствует о повышенной тепловой реакции базового метаболизма животных первой группы. На один кДж израсходованной энергии на внутриклеточный обмен у них выделяется 2,3 кДж теплоты у низкопродуктивных 1,7 кДж или в 1,30 раза меньше. Теплообеспеченность коров первой группы достоверно превышает аналогичный показатель второй при  $t_{st}=2$  и вероятности безошибочного прогноза,  $\beta=0,9$ .

Однако, у коров первой группы затраты обменной энергии на синтез молока полностью не восстанавливаются при поступлении энергии в жвачный период, они меньше на 0,249 кДж/кг, а у животных второй группы - больше на 0,135 кДж/кг. При ослаблении контроля за технологией кормления возможны снижение живой мас-

сы высокопродуктивных коров, их «сдаивания» и ожирение животных с меньшим удоем и укороченной лактацией.

У коров первой группы с молоком выводится 4,000 кДж/кг энергии, у второй 2,650 кДж/кг при  $t_{st}=2,0$  и вероятности безошибочного прогноза  $\beta=0,9$ . Для всех изученных процессов расход энергии на базовый метаболизм, терморегуляцию и работу на синтез молока является аргументом для функции пищеварительной системы. Детерминанта – уровень влияния колеблется у коров первой группы от 0,616 до 0,924, у второй - от 0,710 до 0,996 при  $t_{st}=3,7$  -6,0 и  $\beta=0,90$  -0,95. Регрессия составляет для первой группы  $R=0,506$ -1,018 для второй - $R=0,593$ -0,998.

Установлено, что у высокопродуктивных коров за 78 мин. интервала на все процессы израсходовано 14,804 кДж/кг обменной энергии, в том числе на базовый метаболизм -22 %, теплообеспечение -51 % и выведено с молоком 27 %. За 25 мин. жвачного периода восстановлено 14,247 кДж/кг, в том числе на базовый метаболизм 22 %, теплообеспечение -52 % и выведено с молоком 26 %. У низкопродуктивных за 89 мин. использовано 12,647 кДж/кг, в том числе на базовый метаболизм 37%, на теплообеспечение - 52 % и выведено с молоком 21% и восстановлено 12,893 кДж/кг, в том числе на базовый метаболизм 29 %, теплообеспечение - 49 % и выведено с молоком 22 %.

В таблице 2 приводятся результаты изучения взаимодействия между отдельными процессами расхода обменной энергии и его влияния на синтез молока.

Внутриклеточный обмен веществ, осуществляемый ферментами системы, это начальный независимый процесс, аргумент, в результате которого образуются новые вещества и выделяется тепловая энергия. Это неотъемлемое условие органической жизни.

Установлена высокая зависимость теплообеспечения от базового метаболизма у коров первой группы  $r=0,947$   $r^2=0,897$  при критерии достоверности  $t_{st}=19$  и безошибочном прогнозе  $\beta=0,99$ . У коров с низкой продуктивностью достоверной зависимости не установлено  $r=0,419$   $r^2=0,175$   $t_{st}<1,0$   $\beta<0,9$ . При повышении использования обменной энергии в базовом синтезе на один килоджоуль в течение интервала, выделение тепла в окружающие ткани возрастет на 0,365 кДж/кг  $R=0,365$  у коров с высоким удоем, у коров с низким -  $R=0,142$ . Уровень регрессии не отвечает критерию достоверности для биологи-

Таблица 2

**Действие и взаимодействие различных процессов усвоения обменной энергии у коров разной продуктивности в кДж**

№ п/п	Показатель	1 группа			2 группа			Группа 1 к группе 2		
		M±m	δ	C	M±m	δ	C	±	t <sub>стр</sub>	β
1	Использовано ОЭ на базовый метаболизм	3,233±0,190	0,468	14	3,466±0,197	0,484	14	-0,233	>2	>0,9
2	Использование ОЭ на теплообеспечение	7,571±0,484	1,187	16	6,162±0,571	1,411	23	+1,41	>2	>0,9
3	Корреляция r	0,947	-	-	0,419	-	-	-	-	-
4	Регрессия 1 R <sub>1</sub>	0,365	-	-	0,142	-	-	-	-	-
5	Регрессия 2 R <sub>2</sub>	2,360	-	-	1,215	-	-	-	-	-
6	Детерминанта r <sup>2</sup>	0,897	-	-	0,175	-	-	-	-	-
7	Использовано ОЭ на базовый метаболизм	3,233±0,190	0,468	14	3,466±0,197	0,484	14	-0,233	>2	>0,9
8	Использование ОЭ на синтез молока	4,000±0,148	0,363	9	2,650±0,381	0,935	35	-1,33	<5	<0,95
9	Корреляция r	0,694	-	-	0,178	-	-	-	-	-
10	Регрессия 1 R <sub>1</sub>	0,832	-	-	-	-	-	-	-	-
11	Регрессия 2 R <sub>2</sub>	0,534	-	-	0,02	-	-	-	-	-
12	Детерминанта r <sup>2</sup>	0,482	-	-	0,031	-	-	-	-	-
13	Использование ОЭ на теплообеспечение	7,571±0,484	1,187	16	6,162±0,570	1,411	23	+1,41	2,0	0,9
14	Использование ОЭ на синтез молока	4,000±0,148	0,363	9	2,650±0,381	0,935	35	+1,33	<5	<0,95
15	Корреляция r	0,760	-	-	0,556	-	-	-	-	-
16	Регрессия 1 R <sub>1</sub>	2,00	-	-	0,839	-	-	-	-	-
17	Регрессия 2 R <sub>2</sub>	0,760	-	-	0,368	-	-	-	-	-
18	Детерминанта r <sup>2</sup>	0,578	-	-	0,309	-	-	-	-	-

ческих экспериментов.

При изучении влияния аргумента на лактационную функцию у коров с высокой продуктивностью установлена средняя степень зависимости  $r=0,694$   $t_{стр}=2,7$ , вероятность безошибочного прогноза  $\beta=0,90$ .

Для высокопродуктивных коров  $r^2=0,482$ ,  $R_1=0,832$ . При повышении использования обменной энергии в базовом метаболизме на один кДж/кг энергетическая ценность выведенного молока возрастет на 0,832 кДж/кг.

У низкопродуктивных коров не установлено регрессионной зависимости между затратами на базовый метаболизм и энергетической оценкой выведенного молока.

Понятно, что изучая регрессионную связь теплообеспечения с молочной продуктивностью, необходимо определить, что является аргументом для этой связи. И тот, и другой признаки образуются в результате внутриклеточного метаболизма.

Однако, теплообеспеченность необходима для работы всего организма. Как показали исследования, оптимизация изотермии влияет не только на ферментные системы, она повышает

эффективность процесса пищеварения и лактационной функции. Все это позволяет считать теплообеспеченность вторичным обобщающим аргументом использования обменной энергии.

У высокопродуктивных коров между аргументом и лактационной функцией установлена связь среднего уровня,  $r=0,760$   $r^2=0,578$  при достоверности,  $t_{стр}=3,5$  и вероятность безошибочного прогноза  $\beta=0,95$ .

У низкопродуктивных коров между изучаемыми процессами связь низкого уровня  $r=0,556$   $r^2=0,309$   $t_{стр}=2,0$   $\beta=0,9$   $R_1=0,836$ .

По всем изучаемым процессам у высокопродуктивных животных установлена высокая и средняя степень взаимодействия между независимым, управляющим аргументом и физиологическими функциями, у низкопродуктивных коров такой обусловленности не установлено.

### Обсуждение

Изучаемые процессы использования обменной энергии не однозначны, они имеют разную степень действия и взаимодействия между собой [7, 8]. Это связь варьирующих признаков, для изучения которых используют методы регрессионного анализа. Этот метод применяется

как для наследственно обусловленных признаков, таких как базовый метаболизм, так и для характеристики степени фенотипического проявления признака (экспрессивности).

Метаболизм каждой клетки зависит от генотипа, возраста от концентрации субстрата и фермента, а также от других специфических факторов, определяющих отличительные особенности любой клетки.

Хаотичность действия клеток всех тканей и органов объединяет выделение теплоты, которое сопровождает все процессы обмена веществ и энергии. Это неперенное условие биологической формы существования материи.

В настоящем исследовании установлено, что у коров с высоким надоем на один кДж израсходованной энергии на базовый метаболизм выделяется теплоты в 1,3 раза больше, чем у низкопродуктивных. На один кДж выделенного молока первые расходуют 0,802 кДж базового метаболизма, а вторые 1,307 кДж, что в 1,63 раза больше. Неэффективность ферментов синтеза молока и пониженная экспрессия в период роста и развития молочной железы – основные источники этих различий. По состоянию и взаимодействию основных элементов потребления обменной энергии животных в группах существенно различаются. Селекционный дифференциал по уровню теплообеспечения составляет,  $Dh^2 = 0,893 \text{ кДж} \times 0,73 = 0,65 \text{ кДж}$ , по результатам влияния изотермии на синтез молока  $Dh^2 = 1,163 \text{ кДж} \times 0,73 = 0,84 \text{ кДж}$  [9].

У высокопродуктивных коров отмечается отрицательный баланс между использованием и восстановлением обменной энергии, в целом по всем позициям на 0,440 кДж/кг. У низкопродуктивных этот баланс положительнее на 0,09 кДж/кг. Такое соотношение нередко предопределяет снижение живой массы и «сдаивания» у коров с высокой продуктивностью, «ожирение» и укороченная лактация - у низкопродуктивных.

Технологические методы кормления и содержания, правильный запуск коров перед отелом позволяют исключить влияние этих процессов [10,11].

Условия роста и развития, регламент выращивания молодняка оказывают существенное влияние на степень фенотипического проявления признака, его экспрессивность. Так, при сравнительном выращивании телок на объемном рационе и на рационе из травяных гранул, первотелки первой группы превосходили вторую по длительности жвачного периода в 1,8 раза, а по численности периодов - в 2,2 раза.

Изменился состав микрофлоры рубца, переваримость клетчатки у первотелок первой группы составляла 65,7%, у второй - 45,8%, что в 1,4 раза меньше.

В настоящем эксперименте продолжительность одного жвачного периода у высокопродуктивных коров была больше на 3 минуты, а интервал короче на 11 минут.

Продолжительность периода жвачки и длительность интервала между периодами определяются разными системами организма – пищеварительной и системой внутриклеточного метаболизма. Они не только имеют разное морфологическое расположение, они отличаются по конечному продукту своей деятельности, но они тесно связаны между собой динамикой движения тепловой энергии [8].

Теплорегуляция, теплообеспечение определяются базовым метаболизмом, вместе с тем они имеют существенное значение для лактационной функции в качестве аргумента.

Повышенное использование обменной энергии для поддержания оптимального изотермического состояния организма – основное условие высокой молочной продуктивности. При терморегуляторном тонусе температура в брюшной полости снижается с 39,5°С до 36,7°С, а кровотока и лимфоток - повышается на 57% [2].

При соотношении  $1^\circ\text{C} = 4,186 \text{ кДж/кг}$  тепловой энергии дефицит питательных веществ для внутриклеточного обмена веществ у коров первой группы формируется при снижении температуры за интервал на 0,77°С, у второй - на 0,82°С.

Состояние насыщенности «сытости» у высокопродуктивных коров восстанавливается при повышении температуры на 0,75°С, у низкопродуктивных - при 0,9°С. Установлена достоверная разница в динамике «метаболического тонуса» между группами и сходных показателях и градиентов «оттока и притока энергии».

Использование обменной энергии в качестве критерия для оценки кормов и потребности организма в питательных веществах оказывает положительное влияние на реализацию племенных и продуктивных качеств животных [1].

В то же время рекомендованные, усредненные нормы и рационы питания недостаточно учитывают индивидуальные и породные отличия животных, технологические, погодные и климатические условия.

В десятки раз возрастают затраты энергии в процессе усвоения кормов растительного происхождения и построения из них собственных



белков, жиров и других веществ в организме животных. Наука не предложила эффективных методов определения, что нужно в данный момент организму для полной реализации племенных и продуктивных признаков [4].

Идентификация животных и определение их потребностей по специфичности жвачного процесса методами цифровой технологии, программирования - это возможный способ повышения продуктивности и снижения энергетических затрат. Жвачный процесс - это показательная функция потребности в питательных веществах в конкретном состоянии организма в данный момент.

При постоянном наблюдении прибор (сканер) не только отмечает все элементы процесса, он сравнивает их с программой оптимального состояния и выдает рекомендации.

По результатам настоящего исследования установлено, что продолжительность жвачного процесса у коров с высокой суточной продуктивностью больше на 107 мин, а численность на 11% больше по сравнению с низкопродуктивными.

Продолжительность одного интервала между жвачными периодами, когда осуществляется только расход питательных веществ, у коров первой группы составляет 78 мин., у коров второй группы - 89 мин., а длительность одного жвачного периода соответственно 25 и 22 мин.

Такие соотношения определяются более высокой интенсивностью обменных процессов у коров первой группы, которая обеспечивается на основе удлинения жвачного процесса.

Установленная типичность действия отдельных процессов усвоения обменной энергии может быть использована в качестве первого общего критерия оценки энергоэффективности.

У всех изученных животных усредненные показатели численности и продолжительности жвачных периодов и интервалов между ними различны, они индивидуальны и определены в зависимости от целостного состояния организма и среды.

На основе полученных результатов, их дальнейшего изучения формируется возможность определить алгоритм оптимизации использования обменной энергии.

#### **Заключение**

Биометрический анализ - это наиболее доступный метод оценки действия и взаимодействия основных процессов использования обменной энергии в целостном организме.

Сближение (конвергенция) этологических, физиологических и зоотехнических методов исследований, использование для анализа единой оценки в джоулях повышают достоверность и научную базу проведенных исследований. Первичным и независимым признаком, аргументом расхода и восстановления обменной энергии является управляемый наследственностью внутриклеточный обмен веществ, эффективность которого выше у коров с высоким надоем. Тепловая энергия, выделяемая при внутриклеточном метаболизме, является вторичным аргументом пищевой активности, адаптации и продуктивности. Это сигнальный и наиболее общий канал взаимосвязи и взаимодействия всех систем организма, определяющий дефицит и насыщенность клеточного субстрата, градиенты голода и сытости. Селекционный дифференциал племенного ядра в парах мать - дочь по теплообеспеченности составляет  $Dh^2=0,65-0,84$  кДж. В пределах наследственных ограничений, на основе экспрессии, используя технологические методы, возможно усиление или ослабление необходимой изотермии тела животных.

Жвачный процесс - это показательная функция потребности животных в питательных веществах, в конкретном состоянии их организма в реальное время.

Наряду с циркадными, технологическими, нервнотормональными и другими условиями на уровень и эффективность потребления кормов, продуктивность и жизнедеятельность существенное влияние оказывают физические факторы, динамика теплового состояния животного организма.

#### **Библиографический список**

1. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных / А. П. Калашников, В. И. Фисинин, В. В. Щеголев [и др.]. - Москва : Знание, 2005. - 456 с. - ISBN 5-94587-093-5.
2. Слоним, А. Д. Физиология терморегуляции и термической адаптации у сельскохозяйственных животных / А. Д. Слоним. - Москва - Ленинград : Наука, 1966. - 146 с.
3. Мохов, Б. П. Селекция крупного рогатого скота на позитивный стереотип поведения / Б. П. Мохов // Доклад ВАСХНИЛ. - 1983. - № 9. - С. 32 - 35.
4. Букаров, Н. Г. О проекте создания микрочипов для характеристики генетических структур, детерминирующий уровень воспроизводства сельскохозяйственных животных / Н. Г. Букаров, П. В. Горелов, Л. К. Эрнст // Проблемы

продуктивности животных. –Боровск, 2011. - С. 27 - 29.

5. Плохинский, Н. А. Регрессия. Показательные функции. В кн. Биометрия / Н. А. Плохинский. – Москва : Московский университет, 1970. - С. 210 – 273.

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

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

8. Де Робертс, Э. Д. Биология клетки. / Э. Д. де Робертс, В. Новинский, Ф. Саэс. – Москва : Мир, 1967. - 473 с.

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

10. Мохов, Б. П. Определение племенной ценности продуктивных животных и оптимизация методов их отбора / Б. П. Мохов // Зоотехния. - 2017. - № 9. – С. 41-59.

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

## REGRESSIONAL ANALYSIS OF THE STATE AND INTERACTION OF THE MAIN PROCESSES OF CATTLE METABOLISM ENERGY USAGE

**Mokhov B.P.**

**FSBEI HE Ulyanovsk SAU**

**432980 Ulyanovsk, Novyi Venets boulevard, 1; Tel. 8 (8422) 44-30-62, e-mail: mokhov@mail.ru.**

**Keywords:** intracellular metabolism, heat supply, milk synthesis, ruminant process, arguments, functions, interactions.

Taking into account the growth of population, reduction of energy costs in food production is one of the urgent tasks of the human community. Metabolic energy is used for synthesis of new substances, is excreted from the body as part of milk, and is also converted into heat energy to maintain a constant body temperature of animals. The multi factor nature and complexity of the phenomenon currently does not allow to design a "metabolic map" of the genesis of gross feed energy into food for humans. Analysis of the problem (by methods of biological statistics) allows us to establish the most general concept and make a preliminary conclusion about the action and interaction of individual processes of using metabolic energy in a whole organism, to establish the value of independent factors - arguments and the influence of biological functions on the vital activity of animals. Improvement of isotherm by hereditary and technological factors contributes to growth of energy efficiency, productive animal husbandry.

### **Bibliography:**

1. Norms and rations for feeding of farm animals / A. P. Kalashnikov, V. I. Fisinin, V. V. Shchegolev [and others]. - Moscow: Znaniye, 2005. - 456 p. - ISBN 5-94587-093-5.
2. Slonim, A.D. Physiology of thermoregulation and thermal adaptation of agricultural animals / A.D. Slonim. - Moscow - Leningrad: Nauka, 1966. - 146 p.
3. Mokhov, B. P. Cattle breeding for positive behavior stereotype / B. P. Mokhov // Report of the All-Union Academy of Agricultural Sciences. - 1983. - № 9. - P. 32 - 35.
4. Bukarov, N. G. About the project of creating microchips for characterizing genetic structures, which determine reproduction level of farm animals / N. G. Bukarov, P. V. Gorelov, L. K. Ernst // Problems of animal productivity. - Boroovsk, 2011. - P. 27 - 29.
5. Plokhinsky, N. A. Regression. Indicative functions. In the book Biometrics / N.A. Plokhinsky. - Moscow: Moscow University, 1970. - P. 210 - 273.
6. Schmidt - Nielsen, K. The sizes of animals: why are they so important? / K. Schmidt - Nielsen. - Moscow: Mir, 1987. - 259 p.
- 7 Ugolev, A. M. Food behavior and regulation of homeostasis. In the book Complex forms of behavior / A. M. Ugolev, V. G. Kassil. - Moscow - Leningrad: Nauka, 1965. - P. 41-59.
8. De Roberts, E.D. Cell Biology. / E. D. de Roberts, V. Novinskiy, F. Saez. - Moscow: Mir, 1967. - 473 p.
9. Grachev, I.I. Cytophysiology of milk secretion / I.I. Grachev, S.M. Popov, V.G. Skopichev. - Leningrad: Nauka, 1978. - 241 p.
10. Mokhov, B.P. Specification of the breeding value of productive animals and improvement of methods for their selection / B.P. Mokhov // Animal husbandry. - 2017. - № 9. - P. 41-59.
11. Strekozov, N. I. Evaluation of dairy breeds by reproductive and adaptive abilities / N. I. Strekozov, N. V. Sivkin // Animal husbandry. - 2017. - № 7. - P. 2-6.