

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОБМЕННОЙ ЭНЕРГИИ У КОРОВ РАЗЛИЧНЫХ ПОРОД

**Мохов Борис Павлович**, доктор биологических наук, профессор кафедры «Частная зоотехния, технология животноводства и аквакультура»

ФГБОУ ВО Ульяновская ГСХА

432980 г. Ульяновск, бульвар Новый Венец, 1. Тел. 8 (8422) 44-30-62 [toxov@mail.ru](mailto:toxov@mail.ru).

**Ключевые слова:** породы, обменная энергия, энергоэффективность, оценка животных. Изучение расхода обменной энергии у коров разных пород позволяет установить экономическую эффективность производства молока и разработать критерии оптимизации породного состава в регионе.

### Введение

Породы как целостная группа животных устойчиво передают присущие им качества по наследству.

В Среднем Поволжье значительный массив крупного рогатого скота представлен бестужевской, симментальской и черно-пестрой породами. В связи с интенсификацией молочного производства, конкуренцией и развитием малых форм хозяйствования вопросы эффективного использования продуктивных животных становятся наиболее актуальными.

Созданные в условиях интенсивного товарного производства изучаемые группы относятся к породам заводского типа.

Они по-разному адаптируются к новым кормам, методам содержания и условиям погоды [1, 2, 3, 4, 5].

Все это оказывает существенное влияние на затраты обменной энергии (ОЭ), продуктивность и сохранность животных. Предлагаемые результаты исследования обменных процессов наряду с расширением наших знаний, позволяют на практике усовершенствовать оценку животных и методы их использования.

### Объекты и методы исследований

В предприятиях, расположенных в одной местности, использующих на протяжении десяти и более поколений бестужевский, симментальский и черно-пестрый скот в «чистоте», были сформированы сбалансированным методом [6] группы по 60 коров, из них 30 с повышенной продуктивностью группы 1, и 30 с пониженной, группы 2. Злакобобовое сено, кукурузный силос, концен-

траты собственного производства, зеленый корм – постоянные рационы для всех опытных животных. Изучены коровы в возрасте трех отелов и старше, на 4 – 5 месяцах лактации. Учтены удои за 305 дней по наивысшей лактации, среднесуточный удои, содержание жира, живая масса, поверхность тела и класс по комплексу признаков.

Бонитировочный стандарт бестужевской породы составляет по удою 3000 кг, живой массе 480 кг, симментальской – 3100 и 520 кг, черно-пестрой – 3600 и 500 кг соответственно.

Изучены три направления расхода обменной энергии – основной обмен (ОО), продуктивность и теплоотдача (тепловой гомеостаз). Основной обмен определен по методике М. Кляйбера [7], энергетические затраты на производство молока по Надальяку и др. [8], тепловой гомеостаз по В. Самойлову [9].

### Результаты исследований

В зависимости от живой массы и среднесуточного удоя высокопродуктивным коровам бестужевской породы группа 1б, требовалось 137 МДж обменной энергии; низкопродуктивным, группа 2б, – 106 МДж, симментальским, соответственно, группа 1с, – 180 МДж, группа 2с – 135 МДж, и черно-пестрым, группа 1г – 148 МДж, группа 2г – 112 МДж.

Рацион кормления коров с повышенной продуктивностью по теплосодержанию превосходили нормы кормления низкопродуктивных коров на 29 – 33%, по породам это различие составило 21 – 29%.

В табл. 1 приводятся результаты срав-

Таблица 1

## Морфофункциональные и продуктивные признаки коров различных пород

Порода	группа	Живая масса		Обменная энергия МДж		Продуктивность		
		кг	в % к стандарту	всего	на 1 кг массы	за 305 дн. лакт, кг	В % к стан.	Коеф. мол. кг/кг
Бестужевская	1б	462±12	96	137±31	0,29	4524±72	156	9,8
	2б	444±10	92	106±30	0,24	2726±31	97	6,1
	в сред.	453±11	94	126±31	0,28	3625±52	129	8,0
Симментальская	1с	637±16	122	180±40	0,28	6141±58	211	9,6
	2с	581±10	112	135±38	0,23	3413±33	118	5,9
	в сред.	609±14	117	157±39	0,26	4777±45	165	7,8
Черно-пестрая	1г	505±11	105	148±37	0,29	4717±58	162	9,3
	2г	471±8	94	112±30	0,24	2973±33	100	6,3
	в сред.	488±10	98	130±32	0,27	3841±62	132	7,8

Таблица 2

## Структура расхода обменной энергии

Показатель	Ед. изм.	Опытная группа					
		бестужевские		симментальские		черно-пестрые	
		группа 1б	группа 2б	группа 1с	группа 2с	группа 1г	группа 2г
1		2	3	4	5	6	7
Обменная энергия	МДж	137	106	180	135	148	112
Основной обмен в % к обменной энергии	МДж	29,2±0,6	28,3±0,5	37,1±0,7	34,6±0,4	31,2±0,5	29,5±0,4
	%	21,3	26,7	20,6	25,6	21,1	26,3
Удельный основной обмен	МДж/кг	0,063	0,064	0,058	0,060	0,062	0,063
Выделено с молоком в % к обменной энергии	МДж	20,9±0,3	12,4±0,1	27,9±0,3	15,5±0,1	21,4±0,3	13,5±0,2
	%	15,2	11,7	15,5	11,5	14,4	12,0
Теплоотдача и др. в % к обменной энергии	МДж	89,9±0,7	65,3±0,5	11,5±0,7	84,8±0,5	95,4±0,7	69,0±0,4
	%	63,5	61,6	63,8	62,9	64,5	61,7

нительного изучения морфофункциональных и продуктивных признаков коров различных пород.

Изучаемые породы отличались по развитию живой массы. Симментальские коровы превосходили коров других пород в среднем на 25 – 35%, у них также был выше удой за 305 дней лактации на 24 – 31%.

По молочной продуктивности все опытные группы превышали стандарт первого класса на 29 – 65% и соответствовали классу элита и элита – рекорд.

Имея более высокие валовые удои, коровы симментальской породы уступали двум другим по производству молока на один кг живой массы, коэффициенту молочности. В среднем коэффициент молочности для бестужевских коров составил 8,0 кг на один кг живой массы, черно-пестрых и более продуктивных симментальских – 7,8 кг.

Коэффициент молочности у коров с повышенной продуктивностью составил: в группе 1б – 9,8 кг, в группе 1с – 9,6 кг и в группе 1г – 9,3 кг, с пониженной: в группе 2б

– 6,1 кг, в группе 2с – 5,9 кг и в группе 2г – 6,3 кг, или на 47 – 63% ниже.

Оптимизация соотношения живой массы и продуктивности – одна из задач совершенствования пород.

Понятно, что увеличение выхода молочной продукции в расчете на живую массу повышает эффективность расхода кормов в молочном животноводстве, но дальнейшее исследование показало, что прямой связи между этими процессами нет. Так, высокопродуктивные коровы всех трех пород на один кг живой массы расходовали обменной энергии на 20 – 21% больше по сравне-

нию с низкопродуктивными, что объясняется увеличением сервисных затрат на работу пищеварительной, сердечнососудистой и др. систем организма. Структура использования обменной энергии представлена в табл. 2.

Общие затраты энергии на основной обмен у высокопродуктивных коров выше. В среднем по всем породам они составляют 32,4 МДж, по низкопродуктивным 30,8 МДж, при критерии достоверности  $t_d = 2,4$  и вероятность прогноза установленного состояния в генеральной совокупности  $\beta = 0,99$ .

Таблица 3

**Эффективность расхода обменной энергии у коров различных пород**

Показатель	Ед. изм.	Бестужевская порода			Симментальская порода			Черно – пестрая порода		
		Группа 1б	Группа 2б	td	Группа 1с	Группа 2с	td	Группа 1ч	Группа 2ч	td
		M±m	M±m		M±m	M±m		M±m	M±m	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Живая масса	кг	462±13	444±10	1,1	637±16	581±10	3,0	505±11	471±8	2,4
Поверхность тела	дм <sup>2</sup>	5479±98	5341±79	1,8	6797±110	6393±73	3,1	5818±87	5559±66	2,4
Удой за 305 дней	кг	4524±72	2726±31	23,0	6141±58	3413±33	42,4	4719±58	2973±33	25,9
Среднесуточный удой	кг	14,8±0,2	8,9±0,1	23,0	20,1±0,2	11,2±0,1	42,3	15,5±0,2	9,8±0,1	25,7
Обменная энергия на 1 кг живой массы	МДж	137	106	-	180	135	-	148	112	-
	МДж	0,29	0,24	-	0,28	0,23	-	0,29	0,24	-
Основной обмен на 1 кг живой массы на 1 кг молока	МДж	29,2±0,6	28,3±0,5	1,1	37,1±0,7	34,6±0,4	3,1	31,2±0,5	29,5±0,4	2,4
	МДж	0,063	0,064	-	0,058	0,060	-	0,062	0,063	-
	МДж	1,97	3,18	-	1,85	3,09	-	2,01	3,02	-
Выделено с молоком на 1 кг живой массы	МДж	20,9±0,3	12,4±0,1	23,0	27,9±0,3	15,5±0,1	42,3	21,4±0,3	13,5±0,2	25,7
	МДж	0,045	0,028	-	0,044	0,027	-	0,042	0,029	-
Теплоотдача и др. на 1 кг живой массы	МДж	87,3±0,7	65,3	24,6	115±0,7	85±0,5	34,6	95,7±0,7	68,9±0,4	31,9
	МДж	0,19	0,15	-	0,18	0,15	-	0,19	0,15	-
На 1 дм <sup>2</sup> поверхности на 1 кг молока	МДж	0,016	0,012	-	0,017	0,013	-	0,016	0,012	-
	МДж	5,9	7,3	-	5,7	7,6	-	6,2	7,0	-

Различие объясняется преимуществом тяжеловесных коров по развитию тканей клеточного строения и более активной работой пищеварительной, сердечнососудистой систем.

В то же время удельные показатели расхода энергии на один кг живой массы у коров первой группы ниже.

Общие затраты энергии на осуществление основного обмена у коров с повышенной молочной продуктивностью выше по сравнению с низкопродуктивными.

Так, в группах 1б, 1с и 1ч они составили 29,2; 37,1 и 31,2 МДж, а в группах 2б, 2с и 2г – 28,3; 34,6 и 29,5 МДж, или на 5 – 7% ниже.

Молочная продуктивность – это не только функция молочной железы, она обеспечивается деятельностью многих сервисных систем, на работу которых затрачивается энергия, что и нашло отражение в общем количестве энергетических затрат.

Однако эффективность энергозатрат у первых выше. Так, на основной обмен коровы групп 1б, 1с, 1ч расходуют 21,3%, 20,6% и 25,7% обменной энергии, а низкопродуктивные группы 2б, 2с и 2ч – 26,7% 25,7 и 26,5%. На один кг живой массы коровы с более высокими удоями затрачивают на 1-2 Дж энергии меньше по сравнению с низкопродуктивными. Удельные показатели затрат обменной энергии у коров симментальской породы на 6,7% меньше по сравнению с бестужевскими и черно-пестрыми.

Относительно меньший расход обменной энергии на реакции основного обмена, повышенная интенсивность у коров первой группы являются дополнительным источником энергии, которые используются в процессах синтеза продукции и теплового гомеостаза.

В среднем по всем породам высокопродуктивные коровы выделили с молоком 23,3% потребленной обменной энергии, а низкопродуктивные – 13,8%. На тепловой гомеостаз и др. неучтенные в нашем опыте функции первые израсходовали 64% обменной энергии, вторые 62%. Известно, что определенный диапазон температуры является одним из основных условий активности внутриклеточных ферментов.

В среднем по всем породам высокопродуктивные коровы имели среднесуточный надой 16,7 кг, низкопродуктивные 12,9, на 29% меньше, табл. 3.

Расходы энергии основного обмена на синтез молока у высокопродуктивных коров составил 1,94 МДж/кг, у второй группы 3,1 МДж/кг или на 60% выше.

У коров симментальской породы такое превышение составило 67%, у бестужевских 61% и черно-пестрой породы 50%. Снижение расходов обменной энергии в удельном исчислении у коров первой группы объясняется повышенной интенсивностью у них внутриклеточного обмена «внутреннего дыхания». Очевидно, это не единственный фактор, влияющий на состояние ассимиляции обменной энергии корма.

На стабилизацию теплового гомеостаза внутренних органов высокопродуктивные коровы бестужевской и черно-пестрой пород затрачивают 0,19 МДж/кг на кг живой массы, симментальской – 0,18 МДж/кг, низкопродуктивные по всем породам 0,15 МДж, или на 26-12% меньше. Известно, что скорость ферментативных реакций возрастает по мере роста температуры до 40-60°C [10]. В соответствии с уравнением  $Q = C \times m \times \Delta t$ , (где  $Q$  – затраты энергии на перенос тепла;  $C$  – теплоемкость вещества;  $m$  – масса тела;  $\Delta t$  – разность температур), оптимизируется конвекция или перенос тепла от внутренних органов к артериовенозным сплетениям поверхности тела, что по всей вероятности положительно повлияет на обменные процессы.

На один  $\text{дм}^2$  поверхности тела коровы первой группы бестужевской и черно-пестрой породы затрачивали 0,016 МДж/ $\text{дм}^2$  энергии, симментальской 0,017 МДж/ $\text{дм}^2$ , второй соответственно 0,012 – 0,013 МДж/ $\text{дм}^2$ , или на 33-30% меньше. Повышенный поток энергии к поверхности тела в соответствии с уравнением  $Q = \delta \times S \times \Delta t$ , (где  $Q$  – затраты энергии на излучение;  $\delta$  – коэффициент;  $S$  – площадь поверхности тела;  $\Delta t$  – разность температур) усиливает излучение и внешний контур тепловой защиты организма, а также тепловое равновесие системы «организм – среда».

Таблица 4

## Изменчивость показателей обменной энергии

Порода	Группа	п	Общие показатели МДж			
			Lim	размах	$\delta$	C, %
бестужевская	1б	30	26-35	9	3,2	11,0
	2б	30	25-35	10	2,6	9,3
	общие	60	25-35	10	2,9	10,0
Симментальская	1с	30	31-42	11	3,7	10,0
	2с	30	31-39	8	2,4	7,0
	общие	60	31-41	11	3,0	8,5
Черно - пестрая	1г	30	26-40	14	2,8	9,0
	2г	30	26-33	7	2,1	7,2
	общие	60	26-40	14	2,4	8,0

Таблица 5

## Степень и направление корреляционной связи показателей основного обмена и признаков продуктивности.

Аргументы и функции	Ед. изм	Бестужевская		Симментальская		Черно - пестрая	
		группа 1б	группа 2б	группа 1с	группа 2с	группа 1г	группа 2г
Основной обмен суточный удой	МДж кг	0,23	0,17	0,13	0,19	0,53	0,12
Удельный основной обмен суточный удой	МДж/кг	- 0,23	- 0,16	- 0,13	- 0,19	- 0,50	- 0,11

Обращает на себя внимание высокое значение достоверности различий между группами по продуктивным и приспособительным функциям  $t_d = 25,7 - 31,9$ . Это означает, что вероятность безошибочных прогнозов установленного состояния в генеральной совокупности составляет  $\beta = 0,999$ .

Основной обмен – это фундаментальное, врожденное свойство, диапазон изменчивости которого определяется наследственностью и теми условиями, в которых она реализуется. Изменчивость показателей основного обмена приводится в табл. 4.

Лимит (Lim) изменчивости основного обмена для всей группы изученных животных составляет от 25 МДж до 42 МДж при размахе 17МДж,  $\delta = 2,8$  МДж и  $C = 8,8\%$ .

Изменчивость несколько выше у коров первой группы  $\delta = 2,8 - 3,7$  МДж и ниже, у второй  $\delta = 2,1 - 2,6$  МДж. Для изученной группы коров с живой массой 500 кг изменчивость удельных показателей составила от 3 до 4 КДж, что соответствует изменению

температуры от 0,8 до 1,0°C.

Температура тела млекопитающих изменяется от 24°C-28°C на конечностях, до 39-41°C в печени. Средняя, в местах ветеринарно-медицинского измерения, у человека 37°C, у коровы 38,6°C, у птиц 39°C- 41°C. Нижняя летальная у животных 24-25°C, верхняя 42-43°C. Динамика температуры тела при соответствующем методическом обеспечении термометрии может быть использована для оценки состояния обмена веществ и энергии.

Уровень расхода энергии меняется в зависимости от месяца лактации, полового цикла, состояния погоды, стресс-реакции и др. внутренних и внешних факторов.

В меньшей степени это влияет на тепловые функции, энтальпию базового метаболизма, которые определяются конституциональными свойствами клеточных ферментов, действующих, как правило, в согласованном цикле реакции (гликолиз, цикл трикарбоновых кислот, орнитиновый цикл и

др.). Недостаток или избыток промежуточного продукта цикла нарушает дальнейший процесс.

Генетическая информация осуществляется в результате синтеза и последующей кинетики действия ферментов [11], которые в дальнейшем определяют уровень продуктивности.

В табл. 5 приводятся степень и направление корреляционной связи показателей основного обмена и признаков продуктивности.

Общие и удельные показатели основного обмена являются аргументами, которые оказывают влияние на продуктивные функции - среднесуточные удои. Низкие показатели коэффициента корреляции по породам показывают, что сходные энергетические затраты на продукцию имеют многие особи, отличающиеся по среднесуточным удоям. Это объясняется также узким лимитом разнообразия основного обмена, а также его значением в обеспечении многочисленных, более важных для жизнедеятельности функций (тепловой гомеостаз, сервисные системы). При повышенной изменчивости признака в целом по породам значение коэффициента возрастает,  $r = 0,37-0,39$

Значительный интерес представляет изменение направления корреляционной связи при использовании удельных показателей. Высокопродуктивные коровы затрачивают меньше энергии основного обмена на один кг живой массы. Такое состояние возможно только при условии повышенной эффективности, устойчивости у них обменных реакций. Это подтверждается также относительно меньшим расходом обменной энергии у высокопродуктивных коров на 21,1 – 20,6% против 25,7 – 26,7% у коров с низким удоем, таблица 2, а также затратам энергии на один кг живой массы, табл. 3.

### Результаты исследований

По итогам исследований установлено, что коровы с повышенной продуктивностью затрачивают на один кг молока 9,2 МДж обменной энергии, низкопродуктивные 15,6 МДж, или на 69,5% больше. У коров первой группы интенсивность основного обмена на 59,6%, оптимальность внутреннего теплово-

го гомеостаза на 24,4% и внешней теплозащиты на 32,5% выше по сравнению с низкопродуктивными. При использовании метода тестирования по динамике жвачного процесса установлено, что интенсивность и скорость реакции основного обмена у высокопродуктивных животных значительно выше.

В соответствии с установленными нормами и по результатам настоящего исследования установлено, что высокопродуктивные коровы симментальской породы затрачивали на производство одной ккал молочной продукции 6,9 ккал валовой энергии, черно-пестрой 7,3 ккал и бестужевской 7,5 ккал, низкопродуктивные соответственно 9,0; 8,8 и 9,1 ккал, или на 21 – 23 % больше.

При оценке значимости и приоритетности отдельных процессов установлено, что постоянное и длительное снижение потоков энергии на молочную продуктивность, отложение жира или двигательную активность не оказывают отрицательного влияния на жизнедеятельность организма. Это допустимый и длительный уровень для крупного рогатого скота составляет 20-30 МДж, или 11-15 % от обменной энергии. О влиянии базового метаболизма на продуктивность птиц сообщается в работах В. Наумовой, а свиней – в статье С. Васиной [12].

Снижение расходов энергии на реализацию теплового гомеостаза на 65-100 МДж нарушает жизнедеятельность организма и допустимо на короткое время в исключительных случаях.

Совершенно не допустимо уменьшение затрат энергии ниже потребностей основного обмена – это летальный исход.

В этом случае прекращаются внутриклеточные процессы метаболизма, не аккумулируется и не выделяется тепло, температура тканей снижается, угнетаются ферментативные реакции. Это самый значимый и приоритетный уровень расхода обменной энергии. Без тепла нет жизни.

Второе направление потоков энергии – обеспечение динамического температурного постоянства организма и его теплового состояния в существующих условиях внешней среды. Накопление в теле избыточного тепла приводит к нарушению водно-соле-

вого баланса, гипоксии, одышке. Состояние наступает при повышении температуры среды выше 33°C. Охлаждение – преобладание теплопотерь над теплопродукцией приводит к гипотермии, снижению двигательной и иммунной активности, возрастает восприимчивость к простудным заболеваниям. Состояние наступает при понижении температуры тела ниже 35°C.

Отличительной чертой организма крупного рогатого скота является высокая подвижность процессов терморегуляции. Он успешно разводится в горных суровых условиях Шотландии и в болотистых жарких местах Малайзии. Адаптация, акклиматизация в пределах наследственных ограничений – основное направление совершенствования этих свойств [13].

Третий уровень расхода обменной энергии – обеспечение продуктивных возможностей организма. Двигательная активность и репродуктивные качества, шерстная, мясожировая, яичная, молочная и многие другие виды продукции обеспечиваются энергией в последнюю очередь. Данные затраты обеспечивают воспроизводство и существование вида, для жизнедеятельности отдельной особи они скорее вредны, а не полезны.

При некоторых численных преимуществах бестужевского скота в условиях планового хозяйства породы имели сходные стартовые предпосылки для развития. Рыночные отношения, конкуренция с зарубежными товаропроизводителями молока изменили эти условия и оказали существенное влияние на породный состав.

Так, в 1965 году на долю бестужевской породы приходилось 94,7% численности поголовья, в 1995 году – 34,0%, а в 2015 году менее двух процентов. Продуктивность коров – матерей в конце XX века составляла 4199 кг, а их дочерей уже 3810 кг, живая масса коров бестужевской породы была самой низкой и не соответствовала стандарту первого класса. В среднем на ккал молока при эксплуатации бестужевских коров затрачивалось 8,4 ккал энергии, черно-пестрой 8,0 ккал и симментальской 7,9 ккал, или на 5-6% меньше

Имея положительную связь с молочной продуктивностью ( $r = 0,38$ ), высокая живая масса всегда была отличительным признаком культурных пород от примитивных. Уменьшение массы – это показатель одичания породы, ее возврата к исходным формам аборигенного великорусского скота [14, 15].

Снижение живой массы, в соответствии с общебиологическими законами, предопределило рост удельных энергетических затрат, которые у бестужевской породы были выше на 4,1 – 8,6% по сравнению с другими.

Повышение расхода энергии кормов на производство продукции, без последующего ее увеличения, неизбежно приводит к удорожанию товара.

При использовании высокопродуктивных коров энергоэффективность производства молока повышается на 21 – 23%. Товаропроизводители и менеджеры в условиях рынка выбирают экономически выгодные способы производства.

Малозаметные, на первый взгляд, неосновательные отличия в обменных процессах явились одной из причин деградации породы и ее устранения из породного состава.

Немаловажное значение имели архаичные, устаревшие методы оценки племенных животных, в которых совершенно не учитывались генетические параметры отбора, интенсивность обменных процессов и экономическое значение селекционных признаков [16, 17, 18, 19, 20]. В новых условиях возрастает актуальность новых методов оценки племенных и продуктивных качеств домашних животных, основанных на базе научных достижений и экономической эффективности.

### **Выводы**

Показатели оптимального соотношения живой массы и продуктивности, эффективности использования обменной энергии необходимо применять при комплексной оценке животных, исключив из инструкции по бонитировке анахроническое понятие «конституция» и некоторых требований по экстерьеру.

### Библиографический список

1. Лебедев, М.М. Серно – пестрый скот и методы его улучшения: монография / М.М. Лебедев, А.И. Бич и др.-Л: Колос, 1971.- 264 с.
2. Дедов, М.Д. Симментальский и сычевский скот: монография / М.Д. Дедов.- М.: Колос, 1975.- 319 с.
3. Всяких, А.С. Импортный скот в СССР: монография / А.С. Всяких, М.С. Куринский.-М: Колос, 1976.- 281с.
4. Дмитриев, Н.Г. Породы скота по странам мира: монография / Н.Г. Дмитриев. – Л.: Колос, 1978.- 350с.
5. Карамаев, С.В. Бестужевская порода и методы ее совершенствования: монография / С.В. Карамаев.- Самара: ГСХА, 2002.- 378 с.
6. Овсянников, А.И. Основы опытного дела в животноводстве: монография / А.И. Овсянников.- М.: Колос, 1976.- 303 с.
7. Kleiber, M. The Fire of Life. An Introduction to Animal Energetics. New York, Wiley, 454 pp., 1961.
8. Надальяк, Е. Энергетический обмен у сельскохозяйственных животных. В кн. Физиология сельскохозяйственных животных / Е. Надальяк, С. Стояновский. – Л.: Наука, 1978. – С. 255-280.
9. Самойлов, В.О. Биоэнергетика. В книге медицинская биофизика / В.О. Самойлов.-Спб.: Спец. литература, 2007.- С. 213-229.
10. Малер, Г. Основы биологической химии / Г. Малер, Ю. Кордес. –М: Иностранная литература, 1970.-567 с.
11. Вагнер, Р. Генетика обмена веществ: монография / Р. Вагнер, Митчелл Г. – М.: Иностранная литература, 1958.- 410 с.
12. Васина, С. Б. Затраты обменной энергии и воспроизводительной функции свиноматок при использовании различных минеральных добавок / С.Б. Васина // Материалы V Международной научно – практической конференции. Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения.- 2013.- Т1.-С. 162 -164
13. Мохов, Б.П. Адаптация и продуктивность крупного рогатого скота различного экогенеза /Б.П. Мохов, А.А. Малышев // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук.- 1012.-№2.- С.40-41.
14. Штейман, С.И. Избранные труды. / С.И. Штейман // Сборник научных трудов: М., Колос, 1969.- С. 285.
15. Мохов, Б. П. Крупный рогатый скот. Биологические и хозяйственные признаки: учебник / Б.П. Мохов.- Ульяновск: УГСХА, 2006.- 335 с.
16. Амбросьев, Е.Д. Полиморфизм белков в крови сельскохозяйственных животных и эффективность использования его в селекционном процессе: автореферат дис... доктора биологических наук / Е.Д. Амбросьев.- Лесные поляны, 2005.- 44с
17. Легошин, ГП. Повышение эффективности селекции быков в мясном скотоводстве / Г.П. Легошин, Т.Г. Шараднова // Зоотехния.-2016.- №1.-С. 6-9.
18. Мымрин, В.С. Опора на отечественные породы / В.С. Мымрин // Зоотехния.-2016.-№ 1.-С.2-5.
19. Мохов, Б.П. Использование обменной энергии у крупного рогатого скота разной продуктивности / Б.П. Мохов // Зоотехния.-20.- №3.- С.13-15.
20. Шмидт – Ниельсен, К. Размеры животных: почему они так важны? : монография / К. Шмидт – Ниельсен. - М.: Мир, 1987. - 260 с.