

В.П. ЦАЙ¹, В.О. ЛЕМЕШЕВСКИЙ¹, В.В. КАРЕЛИН²,
О.Ф. ГАНУЩЕНКО³

УРОВЕНЬ ЭНЕРГИИ В РАЦИОНАХ МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ

¹ РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по животноводству»

² УО «Витебская ордена «Знак Почёта» государственная
академия ветеринарной медицины»

³ РУП «Витебская ОСХОС Национальной академии наук Беларуси»

Введение. Регулярное и достаточное потребление энергии является условием питания, определяющим уровень продуктивности жвачных животных, а также оказывающим влияние на их воспроизводительную способность [1, 2].

В организме постоянно протекают процессы обмена веществ, переваривание питательных веществ корма, перенос их и включение в ткани тела животного. Причём, вновь поступившие вещества используются не только для формирования новых клеток организма, но и для обновления старых с ещё более высокой интенсивностью [3]. По данным некоторых авторов, белок мышц обновляется полностью за 10-15 суток, белок печени – за 3-4, жир тела – за 10-18 суток [7].

Доказано, что в 1 кг прироста массы взрослого скота содержится 77 г белков, 662 г жиров и 246 г воды, а в 1 кг прироста массы молодого животного – 182 г белка, 158 г жира и 556 г воды. В приросте массы взрослого скота содержится много жира, на производство которого расходуется приблизительно в 7 раз больше питательных веществ, чем на отложение мяса [5].

Живой организм не может существовать без постоянного потребления энергии из внешней среды. Единственным источником её для организма животных является химическая энергия питательных веществ корма (углеводы, жиры и отчасти белки) [6].

В пищеварительном тракте под влиянием соответствующих ферментов белки распадаются до аминокислот, углеводы до гексоз, жиры до глицерина и жирных кислот с освобождением энергии.

Освобождение и аккумулялирование энергии в клетках организма происходит в процессе промежуточного обмена, в ходе образования ключевых метаболитов и их окисления в цикле трикарбоновых кислот с освобождением водорода и образованием углекислого газа. образу-

ющийся водород при помощи специфических коферментов дегидрогеназ (НАД, НАДФ, ФАД) поступает в цепь биологического окисления, или дыхательную цепь, где происходит окисление водорода и передача его на конечный акцептор – кислород. В ходе этого процесса постепенно освобождается энергия, которая частично (30-40 %) выделяется в виде тепла, 60-70 % аккумулируется в макроэргических связях АТФ, образовавшегося в ходе окислительного фосфорилирования. Энергия АТФ (42 кДж/моль) обеспечивает процессы мышечного сокращения, активного мембранного транспорта, передачи информации, биосинтеза. По мнению Т.М. Свиридовой, потенциальная энергия корма равна потерям тепла плюс энергии выполненной работы, плюс энергии отложений [4].

В итоге энергия выполненной работы также превращается в тепловую и выделяется в виде вторичного тепла [6].

Основными энергетическими метаболитами в организме жвачных животных являются ЛЖК (до 70 % потребности организма в энергии), конечные продукты жизнедеятельности микрофлоры преджелудков в условиях анаэробноаэробного [8].

У жвачных животных примерно $\frac{3}{4}$ потреблённой энергии «исчезает» в пищеварительном тракте, главным образом, в рубце и слепой кишке. Эти соединения корма называют переваримыми питательными веществами, а энергию, которая могла бы выделиться из них при сжигании в калориметрической «бомбе», – переваримой энергией (энергия корма – энергия кала) [3].

При этом следует иметь в виду, что в каловых массах содержится энергия погибших микроорганизмов, клеток кишечного эпителия, продуктов тканевого распада, проникающих в просвет кишечника из крови. Всё это значительно увеличивает количество энергии кала, не связанной непосредственно с процессами переваривания. Поэтому разница «корм-кал» свидетельствует не об истинной, а лишь о кажущейся, или видимой, переваримости энергии и основных питательных веществ [3].

У жвачных животных потери энергии на процессы пищеварения составляют от 5 до 10 % от валовой энергии [7].

Эффективность использования корма повышается с увеличением потребления обменной энергии, причём, пределом служит аппетит животного. Однако данные опытов по кормлению мясного скота находятся в некотором противоречии с указанным положением, а именно: лучшее использование корма достигается не при обильном кормлении, а при нормировании.

Некоторые исследователи указывают на то, что обильное кормление животных снижает эффективность использования энергии в их организме, так как большая часть энергии тратится на пищеваритель-

ные процессы и поглощение питательных веществ.

Установлено закономерное снижение потребления энергии в расчёте на единицу живой массы (100 кг) в сутки с увеличением живой массы и возраста откармливаемого молодняка.

Потребность в чистой энергии ремонтных тёлочек и нетелей нужно рассчитывать с учётом генотипа и интенсивности выращивания.

Молочная продуктивность первотёлок зависит от живой массы, резервов энергии и белка в организме, а также от уровня полноценности кормления.

С повышением потребления обменной энергии заметно возрастает не только энергия прироста, но и теплообмен, или теплопродукция, что приводит к снижению эффективности роста. Оптимальный рост в данном случае зависит от калорийности рациона, породы, пола и стадии зрелости животного [4].

В питании животных протеину отводится главная роль. По значимости для жизни животных ни один из известных элементов органических и минеральных не может сравниться с белком, так как любая живая клетка состоит из белковых соединений [6].

Оптимальное энергопротеиновое отношение необходимо для максимального использования азотистых веществ и энергии, что позволит уменьшить избыточную теплопродукцию и снизить затраты энергии на синтез продукции. При этом наилучшим образом используется протеин и энергия корма, наблюдается высокая напряжённость отдельных звеньев белкового метаболизма с превращением энергии.

При снижении энергопротеинового отношения в рационах бычков с 0,213 до 0,143 повышается потребление ОЭ (на 30,4 МДж), увеличивается эффективность использования ОЭ рациона на синтез продукции на 8,24 МДж, снижаются затраты переваримого протеина на прирост живой массы на 32,6 %.

Отношение протеина и энергии в рационах влияет на потребление корма, переваримость, эффективность использования питательных веществ на образование прироста живой массы.

В основе новых систем энергетического и протеинового питания жвачных животных лежит единая концепция обменности.

Обменность позволяет отразить динамику обменных процессов, обеспечить физиологических функций, определить потребности животных в энергии и протеине.

Увеличение уровня содержания энергии в рационе животных оказывает протеинсберегающее действие и повышает использование азота в организме [4].

В теории и практике кормления молодняка крупного рогатого скота отмечается, что около 50 % валовой энергии корма усваивается организмом и лишь до 25 % обменной энергии откладывается в приросте.

Изучение закономерностей обмена веществ и энергии у растущих животных при различных факторах кормления представляет определённый интерес, открывая возможности снижения непроизводительных потерь энергии и питательных веществ [3, 7].

Целью работы стало определение оптимального уровня энергетического го питания молодняка крупного рогатого скота чёрно-пёстрой породы в возрасте от 7 месяцев путём определения её влияния на продуктивность и состояние здоровья животных.

Материал и методика исследований. Для достижения поставленной цели был проведён научно-хозяйственный опыт по определению влияния уровня энергии в рационе на продуктивность молодняка крупного рогатого скота в ЗАО «Липовцы» Витебского района. Подобраны три группы животных чёрно-пёстрой породы в возрасте 7-8 месяцев методом пар-аналогов (таблица 1).

Таблица 1 – Схема опыта

Группы	Количество животных, гол.	Продолжительность опыта, дней	Особенности кормления
I контрольная	10	90	Типовая потребность в обменной энергии *
II опытная	10		Уменьшение потребности от существующей нормы обменной энергии на 10 %
III опытная	10		Увеличение потребности от существующей нормы в обменной энергии на 10 %

* Типовая потребность в энергии устанавливалась на основании норм кормления [9]

Основу рациона в опыте составлял сенаж злаковый, заготовленный в разных сенажных башнях, в качестве энергетической добавки для повышения уровня энергии в рационе включали жировую добавку, содержащую стабилизированный от распада в рубце жир (Bewi-Spray-99-M – растительный, гидрированный, порошкообразный, триглицеридовый сухой жир с минимальным содержанием свободных жирных кислот; легко усвояемый), а также для нормализации сахаропротеинового отношения скармливали патоку, комбикорм КР-2.

Продуктивность животных в научно-хозяйственном опыте определялась на основании проведённых контрольных взвешиваний молод-

няка крупного рогатого скота ежемесячно.

Экономическая эффективность – методом расчёта разности стоимости продукции выращивания и её себестоимости.

Определён и изучен химический состав кормов молодняка крупного рогатого скота, применяемых в опыте. Химический анализ кормов проведён в лаборатории качества продуктов животноводства и кормов РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству». В кормах определяли первоначальную, гигроскопичную и общую влагу, сухое вещество, жир, протеин, клетчатку, золу, кальций, фосфор, и другие макро- и микроэлементы, каротин, аминокислоты.

Для определения содержания в исследуемых кормах расщепляемого и нерасщепляемого протеина в условиях физиологического корпуса РУП «Научно-практический центр Национальная академия наук Беларуси по животноводству» на бычках с хроническими фистулами рубца проводили опыты *in vivo* в полном соответствии с методикой выполнения данных опытов. Уровень кормления животных был поддерживающим, чтобы животные находились в хорошем состоянии, но не давали прироста. Кормление двухразовое, с минимальным интервалом 8 часов; содержание сырого протеина в рационе составляло 130 г/кг сухого вещества.

Для контроля физиологического состояния животных и качества протекающих в организме обменных процессов отбирались образцы крови и исследованы её показатели.

В крови определены эритроциты и гемоглобин – фотокалориметрически по методике Воробьёва (в цельной крови), щелочной резерв – по Неводову, общий белок – рефрактометрическим способом, сахар – ортотолуидиновым методом, кальций – комплексометрическим титрованием, фосфор – по Бригсу, мочевины – диацетилмоноаксимным методом, каротин – фотоэлектрокалориметрически (в сыворотке).

Полученные результаты обработаны методом биометрической статистики (Рокицкий П.Ф., 1973, Плохинский Н.А., 1969). Разница между группами считается достоверной при уровне значимости $P < 0,05$.

Результаты эксперимента и их обсуждение. На основании проведённых контрольных кормлений определены рационы по фактически съеденным кормам (таблица 2).

Рацион подопытных животных состоял на 10-11 % из плющеного консервированного зерна, злакового сенажа – на 55-57, патоки – на 5-5,5 и комбикорма – на 23-25 %.

Таблица 2 – Рацион подопытного молодняка

Показатели	Группы					
	I контрольная		II опытная		III опытная	
	кг	%	кг	%	кг	%
1	2		3		4	
Плющенное консервированное зерно, кг	1,1	10,4	1,1	11,0	1,1	10,1
Сенаж злаковый № 1, кг	3,76	24,1	3,59	24,3	3,70	23,2
Сенаж злаковый № 2, кг	6,39	32,7	6,37	34,5	6,39	32,0
Патока, кг	0,45	5,2	0,45	5,5	0,45	5,1
Вewi-Spray-99-M, кг	0,13	3,8	0	0,0	0,22	6,6
Комбикорм КР-2	1,87	23,7	1,84	24,7	1,87	23,2
Кормовые единицы	6,7		6,23		6,98	
Обменная энергия, МДж	80,98		76,76		82,97	
Сухое вещество, г	7933		7692		7985	
Сырой протеин, г	915		902		911	
Переваримый протеин, г	715		704		711	
Расщепляемый протеин, г	714		703		711	
Нерасщепляемый протеин, г	200		198		199	
соотношение РП:НРП	78:22		78:22		78:22	
Сырой жир, г	407		289		492	
Сырая клетчатка, г	1724		1692		1714	
Крахмал, г	1121		1112		1118	
Сахар, г	627		618		624	
Кальций, г	31,6		31,1		31,4	
Фосфор, г	22,82		22,48		22,71	
Магний, г	17,4		17,08		17,3	
Сера, г	12,17		12,03		12,13	
Железо, мг	1795		1769		1786	
Медь, мг	66,47		65,63		66,3	
Цинк, мг	347,8		343,3		347,0	
Марганец, мг	430,8		424,1		428,9	
Кобальт, мг	1,77		1,75		1,76	
Йод, мг	2,03		2,0		2,02	
Каротин, мг	194		191		193	
Витамин D, МЕ	7095		7010		7095	
Витамин E, мг	425		418		423	
Аминокислоты, г:						
Лизин, г	109,57		107,8		109,03	
Гистидин, г	55,22		54,48		54,99	

Продолжение табл. 2

1	2	3	4
Аргинин, г	75,68	74,85	75,43
Треонин, г	149,42	147,02	148,69
Глицин, г	35,9	35,47	35,75
Аланин, г	66,04	65,03	65,7
Валин, г	71,28	70,31	70,96
Метионин, г	38,39	37,9	38,26
Лейцин+изолейцин, г	220,99	217,41	219,83
Фенилаланин, г	72,62	71,71	72,31
Триптофан, г	20,07	19,72	19,98
Стоимость, руб.	1892	1462	2206
Содержание расщепляемого протеина на 1 МДж ОЭ	8,8	9,1	8,5
Содержание нерасщепляемого протеина на 1 МДж ОЭ	2,4	2,5	2,4
Содержание переваримого протеина на 1 МДж ОЭ, г	8,8	9,1	8,6
Содержание переваримого протеина на 1 к. ед., г	106	113	101
Отношение кальция к фосфору	1,38:1	1,38:1	1,38:1
КОЭ в 1 кг СВ	10,2	9,98	10,38
Сахаропротеиновое отношение	0,68:1	0,68:1	0,68:1
Разность энергетического питания, %	100	94	102

На основании проведённого химического анализа питательность рационов между группами отличалась довольно заметно: наименьшая отмечена в группе с пониженным включением энергии в рацион – 6,23 к. ед., или на 7,5 % ниже, чем в контроле и на 12 %, чем в III опытной. Такая же картина отмечена и по содержанию энергии в рационе II группы: ниже по сравнению с I контрольной на 4,2 МДж и с III опытной – на 6,21 МДж. По сухому веществу заметных расхождений между группами не установлено. В потреблении протеина животными подопытных групп также не обнаружено заметных расхождений, расщепляемость протеина находилась на уровне 78 %. В результате включения в рацион I контрольной и III опытной групп энергетической добавки, содержащей 99 % жира, разница по этому показателю составила 118 г по сравнению со II группой в контрольной была больше и 203 г – по сравнению с III. По остальным показателям значительных расхождений между группами не установлено. На 1 МДж обменной энергии рациона расщепляемого протеина в I контрольной приходилось 8,8 г,

во II опытной – 9,1, в III – 8,5 г. По содержанию переваримого протеина на 1 к. ед. наибольший показатель установлен во II опытной – 113 г, или на 7 выше I контрольной и на 12 – в III опытной. Концентрация обменной энергии в 1 кг сухого вещества рациона была большей в III опытной группе – 10,4 МДж, другим по величине был показатель I контрольной – 10,2 МДж, наименьший показатель соответствовал 9,98 МДж (II опытная).

Для контроля за состоянием здоровья в период опыта у подопытных животных была взята кровь и исследованы гематологические показатели (таблица 3)

Таблица 3 – Биохимические показатели крови

Показатели	Группы		
	I контрольная	II опытная	III опытная
Гемоглобин г/л	109±2,5	105±5,6	106±4,0
Эритроциты млн./мм ³	5,85±0,22	5,47±0,12	5,52±0,19
Лейкоциты тыс./мм ³	9,83±0,71	10,57±1,47	9,07±0,37
Общий белок г/л	66,77±1,39	66,7±0,20	64,47±1,06
Глюкоза ммоль/л	2,76±0,44	3,62±0,55	3,07±0,25
Кальций, ммоль/л	2,17±0,01	2,21±0	2,19±0,01
Фосфор, ммоль/л	1,57±0,01	1,7±0,02	1,64±0,10
Резервная щёлочность, объём % CO ₂	44,83±0,18	42,07±1,23	43,6±1,00
Каротин, мкмоль/л	1,43±0,11	1,41±0,20	1,35±0,13

Как известно, показатели во многом зависят от физиологического состояния животных, условий кормления, содержания, продуктивности, возраста, сезона года и т. д., могут индивидуально различаться. Представленные показатели большинства метаболитов крови находились в пределах ориентировочных физиологических норм [10], лишь некоторые из них незначительно отклонились за пределы допустимых значений.

Так, содержание гемоглобина и эритроцитов за период опыта у животных всех групп характеризовалось средним содержанием в пределах физиологической нормы, однако уже во II опытной группе данные показатели несколько снизились, что свидетельствует о закономерных изменениях окислительных свойств крови при снижении уровня энергетического питания. Животные I контрольной и III опытной групп были в более выгодной ситуации. Если количество красных кровяных телец в III опытной группе снизилось на 5,6 %, то во II группе, где планировалось снижение энергетического питания на 10 %, – уже на

6,4 %. Так, видимо, снижение и увеличение содержания обменной энергии в рационе отрицательно повлияло и на содержание гемоглобина. В III группе снижение данного показателя составило 2,75 % в сравнении с контрольной, во II группе – 3,7 %, однако разница в показателях недостоверна.

Содержание сывороточного белка в подопытных группах находилась у нижней границы нормы, что, скорее всего, соответствует интенсивному построению белков тела, т. е. наращиванию в этот период мышечной массы. Несколько меньшее количество его отмечено в группе с повышенным энергетическим питанием, что говорит о большой напряженности физиологических процессов.

Концентрация в сыворотке крови глюкозы у животных подопытных групп также несколько колебалась в пределах физиологической нормы, что свидетельствует об усилении углеводного обмена, повышении биоэнергетических процессов в организме. Однако в наших исследованиях уровень глюкозы в крови контрольных животных имел тенденцию к снижению в контроле по сравнению со II группой на 31% и с III – на 11,2 %. По остальным исследованным показателям крови заметных различий не установлено.

Основными показателями эффективности скармливания рационов молодняку крупного рогатого скота является продуктивность и затраты кормов на единицу продукции (таблица 4).

Таблица 4 – Продуктивность и использование обменной энергии

Показатели	Группы		
	I контрольная	II опытная	III опытная
Живая масса в начале опыта, кг	212,3±4,27	211,5±3,78	211,8±2,71
Живая масса в конце опыта, кг	293,9±42,2	292,7±2,7	295,9±2,7
Валовой прирост, кг	81,6±1,8	81,2±2,0	84,1±1,5
Среднесуточный прирост, г	906±78	902±22	934±17
Энергия прироста, МДж	13,74	13,63	14,35
Конверсия энергии рациона в прирост живой массы, %	16,97	17,75	17,29
Затраты обменной энергии на 1 МДж в приросте живой массы, МДж	5,89	5,63	5,78

Живая масса в начале опыта всех подопытных животных различалась незначительно, что говорит о хорошем подборе аналогов. За период опыта прирост животных в контрольной группе составил 81,6 кг, во II опытной – 81,2, наибольший показатель отмечен в III – 84,1 кг, в результате среднесуточный прирост составил соответственно 906, 902 и 934 г в сутки. Наибольший показатель энергии прироста отмечен в III опытной группе, составивший 14,35 МДж, однако по конверсии

энергии в прирост 17,75 % и по затратам обменной энергии на 1 МДж в приросте живой массы лучшим показателем установлен во II опытной группе.

На современном этапе развития животноводства важным показателем эффективности производства продукции является его экономическая эффективность (таблица 5).

Таблица 5 – Экономические показатели

Показатели	Группы		
	I контрольная	II опытная	III опытная
Затраты кормов на 1 кг прироста, к. ед.	7,73	6,91	7,45
Стоимость кормов в себестоимости 1 кг прироста, руб.	2087	1620	2361
Себестоимость 1 кг прироста, руб.	3157	2451	3571
Дополнительно получено от снижения себестоимости 1 кг прироста, руб.	-	706	-414
Дополнительно получено от увеличения прироста, руб.	-	-1265	7905
Закупочная цена 1 кг живой массы высшей упитанности, руб.	3162	3162	3162
Получено дополнительно прибыли на 1 гол. от реализации полученного прироста, руб.	424	57737	-34410
Всего прибыли на 1 гол. за опыт, руб.	424	113787	-61353
± к контролю, руб.	-	113363	-61778

Данные таблицы показывают, что затраты кормов при скармливании рационов с разным количеством обменной энергии имели различные межгрупповые показатели. Так, наилучший результат – 6,91 к. ед. – установлен во II опытной группе, получавшей пониженный уровень энергии в рационе, вторым оказался в III группе – 7,45 к. ед., и, наконец, третьим – 7,73 к. ед. – в контрольной группе, получавшей норму обменной энергии. После расчёта себестоимости полученной продукции выращивания установлено, что в III опытной группе она оказалась выше закупочной цены на 409 руб., что уже является нерентабельным и экономически невыгодным. В результате конечного расчёта прибыли от реализации продукции за опыт лучший показатель, составивший

113 тыс. руб., получен во II опытной группе, контрольные животные практически прибыли не принесли, однако и в минусе не были, как отмечено в III группе – 62 тыс. руб. на голову за опыт. Данная разница произошла в результате скармливания дорогой энергетической добавки. В производственных условиях возможно снижения себестоимости продукции путём подбора кормов.

Заключение. В результате скармливания рационов с различным уровнем обменной энергии без нормирования их по расщепляемому и нерасщепляемому протеину установлено, что как увеличение содержания обменной энергии, так и её снижение не оказывает отрицательного влияния на состояние здоровья. Скармливание рационов с низким уровнем энергии снижает среднесуточный прирост по сравнению с контролем на 4 г и с III опытной – на 32 г. Повышение содержания обменной энергии позволило повысить энергию прироста на 0,61 и 0,72 МДж по сравнению с контрольной и II опытной группами. По экономической эффективности наилучший результат отмечен при скармливании рационов с низким уровнем энергии, составивший 113 тыс. руб. на голову за опыт.

Литература

1. Голеева, Л. И. Использование обменной энергии корма в начальный период выращивания ремонтных тёлочек : автореф. дисс. ... канд. биол. наук / Голеева Л.И. – Боровск, 1984. – 25 с.
2. Овчаренко, Э. В. Обмен энергии у высокопродуктивных коров / Э. В. Овчаренко. – М. : Колос, 1975. – 67 с.
3. Левахин, В. И. Зависимость трансформации кормов молодняком крупного рогатого скота в продукцию от значений концентрации обменной энергии в рационе / В. И. Левахин, С. А. Мирошников, Е. П. Мирошникова // Сб. науч. тр. / Всерос. НИИ мясн. скотоводства. – 1997 – Вып. 50. – С. 81-83.
4. Свиридова, Т. М. Закономерности обмена веществ и формирования мясной продуктивности у молодняка мясного скота : моногр. / Т. М. Свиридова. – М., 2003. – 312 с.
5. Основы выращивания и откорма крупного рогатого скота / Ф. А. Нагдалиев [и др.]. – Барнаул, 2001. – 228 с.
6. Крыштон, Т. Г. Эффективность использования энергии корма ремонтными бычками при разном уровне легкогидролизуемых углеводов в рационах / Т. Г. Крыштон // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. – Жодино : НПЦ НАН Беларуси по животноводству, 2007. – Т. 42. – С. 302-312.
7. Методические рекомендации по энергетическому и белковому питанию крупного рогатого скота. – Харьков, 1987.
8. Крупный рогатый скот. Содержание, кормление, болезни, диагностика и лечение : учеб. пособие. – СПб. : Издательство «Лань», 2007. – 624 с.
9. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных : справ. пособие / А. П. Калашникова [и др.]. – 3-е изд., перераб. и доп. – М., 2003. – 456 с.
10. Клиническая биохимия : учеб. пособие в 2-х ч. / В. М. Холод [и др.]. – Витебск : УО ВГАВМ, 2005.

(поступила 23.02.2009 г.)