

Op46.0  
К66  
А-401868

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ  
«ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР БИОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ И  
АГРОТЕХНОЛОГИЙ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»**



**Кормление мясного скота: рубцовый метаболизм**

**МОНОГРАФИЯ**

**Оренбург 2023**

Ур 46.0  
К66

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ  
«ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР БИОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ И  
АГРОТЕХНОЛОГИЙ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»**

Op 46.0  
46.0-455  
+ Op 72.91 (ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН)



А-401868

**Кормление мясного скота: рубцовый метаболизм**

МОНОГРАФИЯ

ОБЯЗАТЕЛЬНЫЙ  
ЭКЗЕМПЛЯР

кр

✓

Оренбург 2023

Государственное бюджетное  
учреждение культуры  
«Оренбургская областная универсальная  
научная библиотека им. Н.К. Крупской»

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Введение	5
1 1.1 Исследования по оценке влияния типа кормления и направления продуктивности на обмен веществ в организме молодняка крупного рогатого скота	7
1.2 Влияние смены рационов на пищеварение и количественные характеристики биоценозов рубца бычков	43
1.3 Температурный режим рубца и его двигательная активность после приема корма у бычков разного направления продуктивности	46
1.4 Исследования по оценке влияния режима скармливания силосованного корма на обмен веществ бычков мясной породы	
1.5 Исследования по оценке влияния уровня кислотности-детергентной клетчатки в рационе на обмен веществ в организме молодняка мясного скота	66
1.6 Влияние ферментного препарата с целлюлазно-глюканазной активностью (целловиридин Г20х) на эффективность использования рационов с включением грубого корма различной степени измельчения	87
1.7 Результаты пилотных исследований по оценке влияния различных веществ на переваримость компонентов корма под действием ферментного препарата после экспозиции в буферной, кислой и слабощелочной средах	108
1.8 Оценка влияния скармливания обработанных форм ферментного препарата с ЦГА на обмен веществ в организме молодняка мясного скота	111
2 2.1 Исследования по изучению доступности крахмалсодержащих субстратов для молодняка крупного рогатого скота	135
2.2 Оценка продуктивного действия кормовых добавок, с включением микрочастиц кобальта и марганца на организм крупного рогатого скота	152
2.3 Усовершенствование устройства «Искусственный рубец KPL 01» для исследований в условиях <i>in vitro</i>	164
2.4 Оценка микробиологического статуса рубца мясного скота методом 16S Metagenomics на фоне биологически активных веществ	166
3 3.1 Экология микроорганизмов рубца под действием <i>Quercus cortex extract</i>	176
3.2 Влияние скармливания растительного экстракта в сочетании с ферментным препаратом на элементный статус микрофлоры рубца крупного рогатого скота	188
3.3 Исследование уровня ингибирования системы QUORUM SENSING бактерий рубцовой жидкости	194

4	4.1. Влияние ингибиторов «кворум сенсинга» на рубцовое пищеварение молодняка мясного скота	203
	4.2. Результаты исследований переваримости корма на моделях <i>in vitro</i> и <i>in situ</i>	206
	4.3. Исследования на молодняке крупного рогатого скота по оценке рубцового пищеварения и состава микробиоценоза подопытных животных	208
	4.4. Переваримость питательных веществ рационов, усвоение азота, кальция, фосфора и обмен энергии в организме бычков	223
5	Влияние скармливания «защищённых» жиров на формирование рубцового пищеварения, эффективность использования питательных веществ и продуктивность бычков	232
6	Изучение воздействия рубцовой жидкости на молекулы межклеточной коммуникации бактерий	243
	6.1. Сигнальные молекулы в жизни бактерий	
	6.2. Материалы и методы исследований по изучению воздействия рубцовой жидкости на молекулы межклеточной коммуникации бактерий	272
	6.3. Результаты собственных исследований	278
	Список использованных источников	301

## Введение

Устойчивое развитие мясного скотоводства в мире опирается на экономические, экологические и социально стабильные системы производства кормов. Использование земель для производства многолетних, однолетних кормовых культур и зерна для скота должно развиваться в ответ на многочисленные проблемы продовольственной безопасности и экологической устойчивости. К ним относятся увеличение мирового населения, более высокие доходы и спрос на продукты животного происхождения, изменение климата (Кок А. et al., 2019), поддержание качества почвы, кормов и т.д. (Левахин В.И. и др., 2006, Фисинин В.И. и др., 2016; Кочиш И.И. и др., 2017; Broderick G.A., 2018). Для поддержания и стабилизации прибыльности получения говядины при её производстве необходимо использовать генетические и управленческие инновации, которые увеличивают производство кормов и зерна, а также их питательную ценность, и эффективность использования. Имеется потребность в разработке эффективных стратегий кормления для жвачных с целью поддержания оптимального метаболизма в желудочно-кишечном тракте.

В животноводстве ведется поиск стратегий для профилактики нарушений ферментации при кормлении рационом с высоким содержанием быстро ферментируемых углеводов (Oetzel G.R., 2017; Jonsson N.N. et al., 2019), их влияние на качество говядины при откорме (Manni K., et al., 2018), регулирования метаболизма макронутриентов (Gerrits W.J.J., 2019), в т.ч. крахмала в рубце (Brake D.W., Swanson K.C., 2018; Harmon D.L., Swanson K.C., 2020), использования ионофоров (Thompson A.J., et al., 2016), микроэлементов (Haug A. et al., 2018; Кочиш И.И., Шуканов А.А. и др., 2020), и пробиотиков (Amachawadi R.G., et al., 2018; Ballou M.A., et al., 2019).

Рубец жвачных животных является одним из специфических микробиоценозов, включающий огромное разнообразие различных микроорганизмов, в том числе и бактерий. Считается, что некоторые представители данного сообщества способны продуцировать не только аутоиндукторы второго типа (АИ-2) (Mitsumori et al., 2003), но и ацилгомосерин лактоны (АГЛ) (Erickson et al.,

2002), однако некоторые исследования доказывают обратное (Rap et al., 2016). В целом, данные регуляторные молекулы потенциально могут быть восприняты бактериями, не относящимся к нормофлоре рубца, что может привести к развитию инфекционного процесса.

Предполагается, что рубцовая жидкость содержит факторы, обеспечивающие инактивацию аутоиндукторов, в частности АГЛ, что позволяет контролировать развитие микрофлоры и не допускать мобилизации вирулентных свойств, либо формирование устойчивых форм бактерий или их агрегатов. В связи с этим, актуальными являются исследования способности молекулярных факторов рубцовой жидкости обеспечивать подавление межклеточной коммуникации бактерий путем инактивации АГЛ.

В связи с этим выяснение условий, способствующих интенсификации пищеварения и разработке способов регуляции обмена веществ является важной задачей, направленной на увеличение эффективности использования корма и продуктивности животных.

## 1.1 Исследования по оценке влияния типа кормления и направления продуктивности на обмен веществ в организме молодняка крупного рогатого скота

В настоящее время нет общепризнанной теории объясняющей внутривидовые различия в проявлении продуктивного потенциала животных. В связи с этим сравнительное изучение пищеварения и обмена веществ молодняка крупного рогатого скота разного генетического потенциала является актуальным.

**Характеристика кормления животных.** Исследования проводились методом периодов (50 дней), на двух группах животных 12 мес. возраста (I группа - бычки герефордской, II – красной степной породы). Содержали животных на рационах, состоявших из следующих компонентов: сено люцерновое, сено суданки, ячменный зерносенаж, силос кукурузный, ячмень дробленый, свекла кормовая, весовая доля которых при сенажном типе кормления (первый период) составляла 21,5; 0; 36,1; 0; 28,4; 14,0 %; при концентратно-силосном (второй период) 23,6; 0; 0; 24,7; 36,9; 14,8 %; при сено-концентратном (третий период) 23,2; 23,2; 0; 40,9; 12,7 %, соответственно (табл. 1.1).

Таблица 1.1. Структура рационов подопытных животных, %

Корм	Рацион		
	1	2	3
Сено люцерновое	21,5	23,6	23,2
Сено суданки	-	-	23,18
Зерносенаж ячменный	36,13	-	-
Силос кукурузный	-	24,7	-
Ячмень дроблёный	28,42	36,9	40,9
Свекла кормовая	14,04	14,8	12,72

В ходе эксперимента фактическая поедаемость кормов по группам не различалась (табл. 1.2).

Грубые корма поедались животными охотно (93,6-98,6 %), кроме сена суданки (75,3-78,6 %), в связи с низким качеством корма. Сочные корма (силос, свекла) поедались практически полностью, зерносенаж на 71,6-75 %, так как фактическая питательность его была выше расчётной. Концентраты поедались

подопытными бычками полностью. Недостаток минеральных веществ в питании подопытных животных покрывался добавкой к рационам солей микро и макроэлементов.

Таблица 1.2. Фактические рационы кормления подопытных животных (кг/гол в сутки)

Корм	Тип кормления					
	сенажный		концентратно-силосный		сенно-концентратный	
	Группа					
	I	II	I	II	I	II
Сено люцерновое	2,43	2,4	2,94	2,96	2,94	2,81
Сено суданки	-	-	-	-	2,26	2,36
Зерносенаж ячменный	4,5	4,3	-	-	-	-
Силос кукурузный	-	-	7,9	7,9	-	-
Ячмень дроблёный	1,6	1,6	2,3	2,3	2,5	2,5
Свекла кормовая	7,0	7,0	8,0	8,0	7,0	7,0
В рационе содержится:						
сухого вещества, кг	6,61	6,56	7,13	7,15	7,26	7,23
обменной энергии, МДж	66,63	65,67	69,38	69,21	73,23	71,47
сырого протеина, г	930,84	914,33	1022,8	1026,3	996,3	983,6
переваримого протеина, г	580,11	573,18	705,32	713,03	685,5	659,3
сырой клетчатки, г.	1525,4	1479,9	1341,2	1347,6	1522,6	1520,6
КОЭ, МДж\кг СВ	10,07	10,01	9,73	9,68	10,08	9,89

Таким образом, общий уровень кормления животных соответствовал потребностям в питательных веществах при выращивании молодняка крупного рогатого скота на мясо.

### Переваримость и использование питательных веществ корма

В целях изучения обменных процессов в организме подопытных животных были проведены опыты по переваримости питательных веществ и балансу азота, кальция и фосфора. Коэффициенты переваримости питательных веществ, трёх балансовых опытов, при разных типах кормления представлены в таблице 1.3 и рисунке 1.1. Переваримость питательных веществ в зависимости от состава рациона и породы животных имеют лишь некоторые отличия.



Таблица 1.3. Коэффициенты переваримости питательных веществ, %

Показатель	Тип кормления					
	сенажный		концентратно-силосный		сенно-концентратный	
	Группа					
	I	II	I	II	I	II
Сухое вещество	69,22 ±0,57	67,85 ±0,76	69,48 ±0,38	69,93 ±0,29	67,14 ±0,29	67,45 ±0,49
Органическое вещество	72,1 ±0,59	70,46 ±0,69	71,44 ±0,32	71,38 ±0,39	71,92 ±0,11	70,37 ±0,49
Сырой протеин	62,33 ±1,55	62,66 ±1,76	68,98 ±0,42	69,48 ±0,74	68,82 ±0,63	67,03 ±0,31
Сырой жир	72,94 ±0,59	73,5 ±0,74	77,23 ±0,59	77,13 ±0,46	64,59 ±2,03	63,67 ±1,74
Сырая клетчатка	64,46 ±1,05	62,86 ±1,15	63,33 ±1,15*	58,04 ±1,42	62,09 ±0,68	60,98 ±0,71
Безазот. экстракт вещества	77,4 ±0,81	75,07 ±0,28	73,17 ±0,52	74,09 ±0,12	75,25 ±0,57	73,61 ±0,08

Примечание \* P<0,05

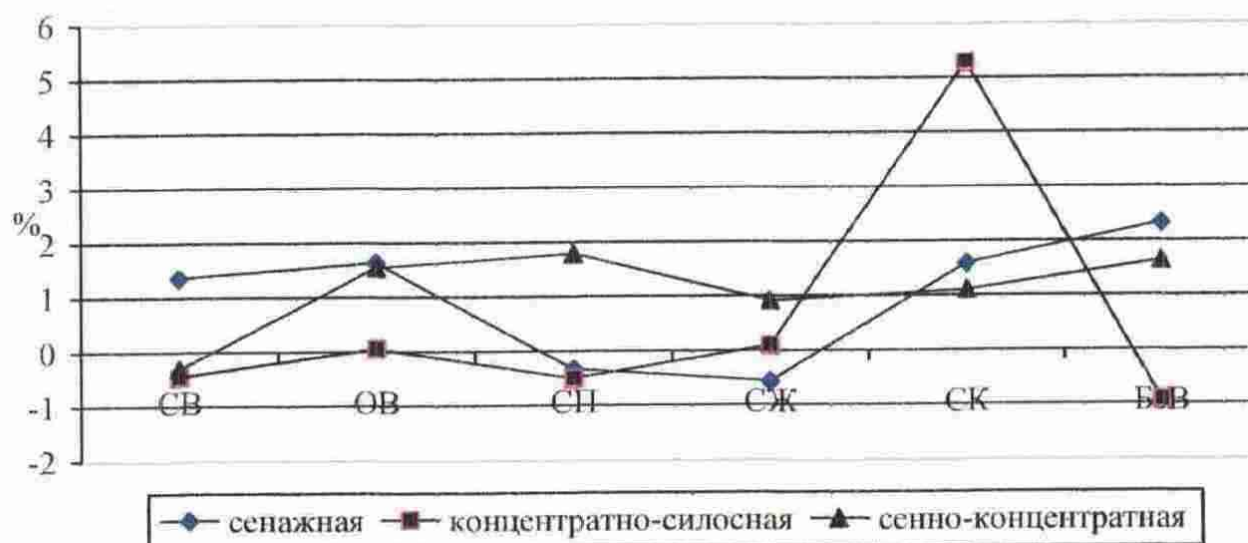


Рисунок 1.1. Разница в переваримости питательных веществ бычков мясной породы в сравнении с молочной

Так, коэффициенты переваримости сухого вещества при сенажном и сенно-концентратном рационах у бычков герефордской породы были несколько выше (на 1,37-0,69 %), чем у красных степных животных. Это, вероятно,

связано с различной поедаемостью кормов животными разных пород. В то же время отмечаются незначительные различия по переваримости сухого вещества при кормлении концентратно-силосным рационом.

Коэффициенты переваримости органического вещества во всех трёх рационах имели практически одинаковые показатели (70,8-72,1 %), при этом они были несколько выше у животных I группы, чем у II-й на 0,06-1,64 %.

Что касается переваримости протеина, то наибольшая разница между группами отмечается при сенно-концентратном рационе и составляет 1,79 % в пользу герефордов, в то время как при других рационах эта разница ещё меньше. Наибольшие коэффициенты переваримости отмечались у подопытных животных при кормлении их концентратно-силосным рационом  $68,98 \pm 0,42$  % I группы и  $69,48 \pm 0,74$  % II группы, что связано с поступлением сырого протеина в большем количестве с кормом. Так, 1022,86 г принято животными I группы и 1026,32 г животными II группы. При сенно-концентратном рационе сырого протеина с кормом поступило 996,31 г у герефордов и 983,66 г у красных степных, коэффициенты переваримости были близки  $68,82 \pm 0,63$  и  $67,03 \pm 0,31$  % соответственно. При сенажном рационе эти показатели равны 930,84 г и 914,33 г, коэффициенты переваримости –  $62,33 \pm 1,55$  и  $62,66 \pm 1,76$  % соответственно.

Переваримость сырого жира во многом зависела от содержания последнего в рационах. Так, более высокая переваримость жира отмечалась при концентратно-силосном ( $77,23 \pm 0,59$  и  $77,13 \pm 0,46$  % у I и II группы соответственно) и сенажном ( $72,94 \pm 0,59$  и  $73,5 \pm 0,74$  %), и наименьшая переваримость наблюдалась при сенно-концентратном рационе ( $64,59 \pm 2,03$  и  $63,67 \pm 1,74$  %). При этом поступление жира с кормом в первых двух рационах составляло 185,0 и 183,0 г, в последнем – 177,0 г. Достоверной разницы между группами не отмечено.

Анализируя переваримость сырой клетчатки подопытными животными сравниваемых групп, следует отметить, что наибольшая разница обнаружена именно по этому показателю, хотя она была недостоверной. Причём коэффициенты переваримости этого питательного вещества были выше у животных мясного направления продуктивности, с разницей при сенно-

концентратном рационе – 1,1 %, сенажном – 1,6 % и концентратно-силосном – 5,3 % ( $P < 0,05$ ). Объяснение этому, видимо, можно дать исходя из того, что развитие мясного скота эволюционно проходило с преимущественным использованием в их рационах объёмистых кормов богатых клетчаткой. В результате произошла адаптация ферментных систем микроорганизмов рубца к перевариванию большого количества труднопереваримой части корма, клетчатки. Коэффициенты вариации (CV) по этому показателю были наименьшими у герефордов (сенажный рацион – 2,8 %, концентратно-силосный – 3,1 %, сено-концентратный – 1,9 %), чем у бычков красной степной породы (соответственно 3,1; 4,2 и 2,0 %), что говорит о высокой стабильности полученных данных. Переваримость безазотистых экстрактивных веществ в первом (сенажный рацион) и третьем (сено-концентратный рацион) балансовых опытах была в I группе выше на 2,33 и 1,64 %, чем во второй. При концентратно-силосном рационе, наоборот, во II-й группе этот показатель был выше, чем в I-й на 0,92 %.

В целом же, достоверной разницы в переваримости питательных веществ между двумя породами разного направления продуктивности не наблюдается. Хотя следует отметить, что при разных типах кормления коэффициенты переваримости клетчатки у герефордов несколько превосходили таковые у красных степных животных. Если смотреть по рационам, то, при сено-концентратном и сенажном, коэффициенты переваримости были выше у герефордов (кроме протеина и жира), при концентратно-силосном – коэффициенты имели примерно одинаковые значения.

Анализируя результаты балансового опыта (табл. 1.4) следует отметить, что на протяжении всего периода животные I и II-й групп потребили примерно одинаковое количество азота корма. При этом больше всего его принято с концентратно-силосным рационом (168,61 и 164,21 г), меньше с сенажным (152,62 и 149,98 г), среднее положение занимает сено-концентратный рацион (164,35 и 162,5 г соответственно у I и II группы). Переваримость азота была более высокой при скармливании животным концентратно-силосного рациона

Конец ознакомительного фрагмента

Уважаемый читатель!

Размещение полного текста Данного произведения невозможно в связи с ограничениями по IV части ГК РФ.

Эту книгу Вы можете почитать в Оренбургской областной универсальной научной библиотеке им. Н.К. Крупской по адресу: г. Оренбург, ул. Советская, 20; тел. для справок: (3532) 61-60-26