

Лысова Елена Андреевна

**ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
КОРОТКОЦЕПНЫХ ЖИРНЫХ КИСЛОТ В ЗАМЕНИТЕЛЯХ
ОВЕЧЬЕГО МОЛОКА**

03.00.13 – Физиология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание учёной степени
кандидата биологических наук

Боровск – 2009

Диссертационная работа выполнена в лаборатории межклеточного обмена ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт физиологии, биохимии и питания сельскохозяйственных животных

Научный руководитель: доктор биологических наук, профессор
Алиев Али Адирович

Официальные оппоненты: доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Двалишвили Владимир Георгиевич;
доктор биологических наук
Решетов Вадим Борисович

Ведущая организация: ФГОУ ВПО Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева

Защита диссертации состоится «24» июня 2009 года в 10 часов на заседании Совета по защите докторских и кандидатских диссертаций Д. 006.030.01 в ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт физиологии, биохимии и питания сельскохозяйственных животных.

Адрес института: 249013, Калужская область, г. Боровск, пос. Институт, ВНИИФБиП с.-х. животных. Телефон: 8-495-9963415, факс: 8-484-3842088

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Всероссийского научно-исследовательского института физиологии, биохимии и питания сельскохозяйственных животных.

Автореферат разослан « ____ » _____ 2009 г.

Ученый секретарь
Совета Д. 006.030.01,
кандидат биологических наук

В.П.Лазаренко

Издательство МУП «Полиграфист»
249010, Калужская область, Боровский район, г. Боровск, пл. Ленина 20
Тел./факс 4-8438-4-3982, 484-38-4-4288
Лицензия ИД № 03641
Заказ № 5621 Тир. 100 экз.
1 печ. л. с.

овечьего молока с 5% содержанием короткоцепочных жирных кислот, в липидах печени определяется на 12,8% больше насыщенных жирных кислот и настолько же меньше ненасыщенных жирных кислот, кислот с углеродной цепью до C₁₄ на 16,6% больше, а C₇-C₉ в 7,5 раза. В липидах околопочечной жировой ткани определяется соответственно на 9,1% и 14,17% больше насыщенных жирных кислот и настолько же меньше ненасыщенных жирных кислот, кислот с углеродной цепью до C₁₄ на 79,6% больше, а C₇-C₉ в 5,5 раза по сравнению с таковыми у ягнят, выращиваемых на стандартном заменителе овечьего молока.

5. Выращивание ягнят на заменителях молока, содержащих 3% и 5% синтетических жирных кислот, сопровождается большими среднесуточными приростами массы тела. В научно-производственном опыте за весь период среднесуточный прирост у ягнят 2-й группы был выше на 9,6%, а у животных 3-й группы на 14,1% по сравнению с контрольной группой (p<0,1).

Практические предложения

Предлагается при промышленном производстве ЗОМ вводить в состав гидрогенизированных жиров 3-5% жирных кислот C₇-C₉, что позволяет увеличить прирост живой массы ягнят в молочный период выращивания.

Список работ, опубликованных по теме диссертации

1. Лысова Е.А. Обмен короткоцепочных жирных кислот у ягнят / В.М. Мартюшов, Е.А. Лысова // Тезисы докладов IX Всесоюзной научно-практической конференции. Оренбург, 1990, с.53-54.
2. Лысова Е.А. Всасывание синтетических жирных кислот C₇-C₉ у ягнят при выращивании на ЗОМ/Лысова Е.А.// Тезисы докладов XV Всесоюзной конференции, Краснодар, 1990, с.134.
3. Лысова Е.А. Продуктивность и углеводный обмен в печени ягнят при выращивании их на ЗОМ с синтетическими жирными кислотами фракции C₇-C₉. / Мартюшов В.М., Алиев А.А., Лысова Е.А. //Труды ВНИИФБиП, 1990, с.40-49.
4. Лысова Е.А. Прирост живой массы ягнят и использование синтетических жирных кислот при включении их в ЗОМ./ Мартюшов В.М., Алиев А.А., Лысова Е.А. // Бюллетень ВНИИФБиП, 1990., в.2 (98), с.49-52.
5. Лысова Е.А. Использование короткоцепочных жирных кислот в заменителях молока при выращивании ягнят. / Лысова Е.А. //Актуальные проблемы биологии в животноводстве. Тезисы докладов 3 международной конференции, Боровск, 2000, с.155.
6. Лысова Е.А. Влияние включения в заменители молока синтетических жирных кислот C₇-C₉ на прирост живой массы, обмен липидов у ягнят романовской породы./Лысова Е.А.//Проблемы биологии продуктивных животных. 2008, 4, с. 72-76.

1. Общая характеристика работы

Актуальность темы. Повышение продуктивности сельскохозяйственных животных в значительной степени связано с обеспечением физиологически адекватных условий их содержания и кормления, при которых наиболее полно реализуется генетически обусловленный продуктивный потенциал. Вместе с тем целый ряд отклонений в технологии содержания и кормления животных, несбалансированное питание и другие неблагоприятные факторы вызывают у животных стрессовое снижение резистентности, возникновение различных заболеваний и потерю продуктивности (Эрнст Л.К., Георгиевский В.И., 1983).

Известно, что в овцеводстве применяется ранний отъем ягнят и использование для их выращивания заменителей овечьего молока (ЗОМ). Особое значение эта технология имеет при разведении овец романовской породы. Овцы этой породы многоплодны, нередко они дают от 2 до 5 ягнят в одно ягнение. Обеспечение ягнят материнским молоком в таких случаях не представляется возможным, поэтому полноценный, не только по белку, но и по энергии ЗОМ для выращивания ягнят в романовском овцеводстве имеет более важное значение, чем в других отраслях овцеводства. Следовательно, необходимо дополнять и улучшать для романовских овец имеющиеся рецепты ЗОМ (Алимов Т.К., 1981; Новиков Л.С. 1989).

Заменители молока для выращивания телят и ягнят применяют с целью экономного расходования ценного пищевого продукта – цельного молока. При разработке рецептуры заменителей стремятся приблизить их по составу, структуре и свойствам к натуральному материнскому молоку. В заменители овечьего молока, приготовленные на основе обезжиренного сухого молока, вводят различные жиры - свиной, кулинарный, растительные масла и др., стараясь по уровню жира и отдельным составным частям его приблизить к натуральному овечьему молоку (Новиков Л.С., 1977; Тошев В.К., 1978; Эрнст Л.К., 1980). Однако, если по содержанию жира и незаменимой линолевой кислоты это выполнить довольно легко, то по уровню жирных кислот с короткой углеродной цепью этого достичь за счет отечественных природных источников невозможно. Если в овечьем молоке кислот до C₁₄ содержится 30 и более процентов, то в жирах, используемых для приготовления ЗОМ, не более 4 - 6 процентов. В то же время известно, что эти жирные кислоты в организме животных легко окисляются и являются важным источником энергии для молодого растущего организма. В зарубежных рецептах ЗОМ в качестве источника короткоцепочных жирных кислот используют кокосовое масло, которое содержит в своем составе до 70 - 90% этих кислот.

Установлено, что при введении в ЗОМ жирных кислот фракции C₅ - C₆ в количестве 1,5, 3 и 5% от сухого ЗОМ, а также совместно с 3% ацетата натрия, увеличивалось потребление ЗОМ ягнятами, у них повышались приросты живой массы и отложение азота (Мартюшов В.М. и др. 1985). Однако роль жирных кислот фракции C₇-C₉ в составе молока оставалась не изученной.

Цель исследования: изучить влияние включения в ЗОМ жирных кислот фракции C₇-C₉ на усвоение питательных веществ, обмен ЛЖК, липидов, глюкозы и кетонных тел и прирост живой массы у ягнят при раннем отъеме.

В задачи исследований входило:

1. Изучить влияние включения в состав ЗОМ синтетических жирных кислот C₇-C₉ на: потребление кормов и переваривание питательных веществ; уровень ЛЖК, глюкозы и кетоновых тел в крови ягнят; липидный и жирнокислотный состав тканей и органов ягнят;
2. Сравнить влияние включения различных количеств этих кислот в ЗОМ на прирост живой массы ягнят;
3. Изучить биологическое действие на организм ягнят ЗОМ с добавлением синтетических жирных кислот фракции C₇-C₉ в научно-хозяйственном опыте.

Научная новизна. В работе впервые в хроническом опыте проведено исследование обмена короткоцепочных жирных кислот в организме ягнят молочного периода. Выяснено, что включение в ЗОМ жирных кислот фракции C₇-C₉ увеличивало потребление ЗОМ, сухого вещества и прироста живой массы. Введение в ЗОМ синтетических жирных кислот повышало содержание глюкозы в крови воротной и печеночной вены и не влияло существенно на общий уровень ЛЖК, количество отдельных кислот и кетоновых тел.

Практическое значение работы. Полученный экспериментальный материал позволил заключить, что при введении в ЗОМ жирных кислот фракции C₇-C₉ повышается обеспеченность ягнят после отъема полноценными энергетическими веществами, которые максимально приближаются к цельному овечьему молоку, что сопровождается увеличением прироста живой массы ягнят и сохранности поголовья. Это позволяет использовать источники липидов, содержащих кислоты C₇-C₉, в составе ЗОМ.

Положения, выносимые на защиту:

1. Жирные кислоты фракции C₇-C₉ проявляют свою физиологическую роль на уровне пищевого поведения, пищеварительных и обменных процессов у ягнят.
2. Обогащение ЗОМ синтетическими жирными кислотами C₇-C₉ в дозе 3-5% оказывает положительное влияние на рост и развитие ягнят.

Апробация работы. Материалы диссертации доложены на 9-ой Всесоюзной научно-практической конференции (Оренбург, 1990), 15-ой Всесоюзной конференции (Краснодар, 1990), III международной конференции «Актуальные проблемы биологии в животноводстве» (Боровск, 2000), на межкафедральном заседании сотрудников НГСХА (Нижегород, 2001), на 18-м съезде физиологического общества им. И.П. Павлова (Казань, 2001), на межлабораторном совещании сотрудников отдела питания и регуляции ВНИИФБиП (2009).

Публикация результатов исследований. По материалам диссертации опубликовано 6 научных статей, в том числе одна в издании, рекомендованном ВАК Министерства образования и науки РФ.

Объём и структура диссертации. Диссертация изложена на 101 странице печатного текста и состоит из введения, обзора литературы, материалов и методов исследований, результатов исследований их обсуждения, заключения, выводов, практических предложений, библиографии и приложений. Список литературы включает 156 источников, в том числе 61 иностранных авторов. Работа иллюстрирована 24 таблицами.

За весь период опыта среднесуточный прирост у ягнят 2-й группы был выше на 9,6%, а у животных 3-й группы на 14,1% по сравнению с контрольной группой (p<0,1).

На 1 кг прироста живой массы было затрачено у ягнят 1-й, 2-й, и 3-й групп соответственно 24,3; 23,8; и 19,6 МДж обменной энергии. Более эффективно использовали ягнота опытных групп сухое вещество, переваримый протеин.

Научно-производственный опыт показал, что скармливание в составе ЗОМ 3% и 5% короткоцепочных жирных кислот положительно повлияло на прирост живой массы ягнят. Эти результаты согласуются с данными опыта на виварии.

Полученные результаты по изучению прироста живой массы у ягнят, выращиваемых на заменителях овечьего молока содержащем 3 и 5% короткоцепочных жирных кислот фракции C₇-C₉, дают основание для заключения, что эти кислоты улучшают обмен веществ через энергообеспечение физиологических процессов.

4. Выводы

1. Включение в состав заменителя овечьего молока синтетических короткоцепочных жирных кислот C₇-C₉ в количестве 3 и 5% привело к изменению у ягнят пищевого поведения, которое проявилось в большем потреблении комбикорма и травяной муки на 33,1 и 5,1%.

2. Применение в составе заменителя овечьего молока, при выращивании на нем ягнят, короткоцепочных жирных кислот в количестве 3% и 5% повысило у ягнят интенсивность пищеварительных процессов, проявляющуюся в увеличении коэффициентов переваримости сухого вещества на 1,9%, органических веществ на 1,6%, протеина на 2,08%, липидов на 1,96% (при 5% синтетических жирных кислот).

3. У ягнят, выращиваемых на ЗОМ стандартного состава, после приема корма закономерно изменяется углеводно-липидный профиль крови отражая реактивность пищеварительных и обменных процессов:

- через час после приема корма повышается концентрация летучих жирных кислот (на 8,7 и 6,5%), глюкозы (на 0,9 и 5,8%); в крови печеночной вены увеличивается содержание уксусной кислоты, уменьшается содержание пропионовой, масляной, изо-валерьяновой, валерьяновой и капроновой кислот, что свидетельствует об увеличении выделения печени в кровь уксусной кислоты и извлечения из крови других названных кислот.

4. Выращивание ягнят в ранний постнатальный период на заменителях молока, содержащих 3% и 5% короткоцепочных жирных кислот, ведет к изменению процентного соотношения групп жирных кислот в липидах тканей. У ягнят, получавших заменитель овечьего молока с 3%-ным содержанием короткоцепочных жирных кислот, в липидах околопочечного жира в 2,7 раза возрастает содержание кислот с углеродной цепью C₇-C₉. У ягнят, получавших заменитель

3.5. Прирост массы тела ягнят, выращиваемых на заменителях овечьего молока.

Прирост живой массы ягнят характеризует физиологическое состояние и степень обеспеченности организма всеми необходимыми питательными веществами, соответствующими потребностям животного в данном возрасте.

Заметные различия в величинах прироста массы у ягнят начинали проявляться со второго отрезка времени наблюдений - с 15 – 30 дневного возраста (табл.13). За весь период наблюдений прирост массы тела у ягнят второй группы был выше на 5,2%, а у ягнят третьей группы – на 10,4%, чем у животных контрольной группы. Масса тела ягнят контрольной группы увеличилась в 4,1 раза, второй группы в 4,3 раза, а масса тела ягнят третьей группы ещё в большей степени – на 4,4 раза. За весь период опыта среднесуточный прирост у ягнят 2-й группы был выше на 5,2%, а у животных 3-й группы на 10,4% по сравнению с контрольной группой.

Таблица 13

Динамика среднесуточного и валового прироста у ягнят по периодам в 1-й серии опыта

Группы	Возрастные периоды, дни			
	3-15	15-30	30-45	3-45
Среднесуточный прирост, г				
1-я	185,3±12,5	198,4±15,31	201,1±15,98	195,6±8,33
2-я	180,2±29,20	207,5±14,68	224,8±9,34	205,8±9,99
3-я	198,6±13,35	215,8±11,32	240,5±15,32	216,1±9,04
Валовый прирост, кг				
1-я	2,22±0,15	2,98±0,23	3,02±0,24	8,22±0,35
2-я	2,16±0,35	3,11±0,22	3,37±0,14	8,65±0,42
3-я	2,38±0,16	3,24±0,17	3,46±0,23	9,08±0,38

В научно-хозяйственном опыте с третьего по 45-й день прирост массы ягнят опытных групп был выше чем у контрольных животных во все возрастные периоды. К завершению опыта разница в живой массе составила 10 и 14,6% для 2-й и 3-й группы соответственно ($p < 0,1$) (табл.14).

Таблица 14

Динамика среднесуточного и валового прироста у ягнят по периодам во 2-й серии опыта

Группы	Возрастные периоды, дни			
	3-15	15-30	30-45	3-45
Среднесуточный прирост, г				
1-я	108±14	128±11	163±18	135±11
2-я	134±13	137±15	171±18	148±13
3-я	141±9	150±13	170±7	154±7
Валовый прирост, кг				
1-я	1,29±0,17	1,92±0,16	2,45±0,27	5,66±0,47
2-я	1,61±0,15	2,05±0,22	2,57±0,27	6,23±0,56
3-я	1,69±0,11	2,25±0,20	2,55±0,10	6,49±0,29

2. Материал и методы исследований

Опыты в двух сериях проводили на ягнятах романовской породы, начиная с 2-3 -дневного возраста, методом групп-аналогов. При формировании групп учитывалась живая масса при рождении, пол, в числе скольких родился.

Ягнятам после отъема выпаивались заменители овечьего молока (ЗОМ), приготовленные методом распылительной сушки на Угличском экспериментальном заводе, по следующим рецептам (табл.1).

Таблица 1

Компоненты	Состав заменителей молока (% от сухого вещества)		
	ЗОМ-1 (ТУ 49 375-84)	ЗОМ-2	ЗОМ-3
Сухое обезжиренное молоко	65	65	65
Жир гидрогенизированный	30	27	25
Жирные кислоты фракции C ₇ -C ₉	---	3	5
Уксуснокислый натрий	3	3	3
Концентрат фосфатидный	2	2	2

Первая серия опыта проводилась в условиях вивария ВНИИФБиП на 18 ягнятах, из которых были сформированы 3 группы (n=6). Опыт проводили по следующей схеме (табл.2).

Таблица 2

Схема 1-й серии эксперимента				
Группа	Кол-во ягнят, гол	Возраст отъема, дней	Рецепт скарм. ЗОМ	Продолжит. молочного периода, дни
1 контрольная	6	2-3	1	45
2 опытная	6	2-3	2	45
3 опытная	6	2-3	3	45

Скармливание заменителей проводили вволю индивидуально, вначале пять раз в сутки, а затем четыре. Заменитель восстанавливали в теплой воде (38-40° С) в соотношении 1 : 4 (по массе). С недельного возраста ягнята имели свободный доступ к растительным кормам (сено, комбикорм). Для профилактики авитаминоза и беломышечной болезни на 9-й, 12-й, 20-й и 30-й дни жизни ягнят им внутримышечно вводили по 1 мл тривита и 0,5 мл 0,1% раствора селенита натрия.

Учет кормов проводили ежедневно, для контроля за энергией роста проводили взвешивание в 15, 30, 45 дней. На последней неделе опыта на 3 ягнятах из каждой группы проводили балансовый опыт по методике ВИЖа. В конце первого месяца жизни по 2 ягненка из каждой группы подвергались хирургической подготовке по поводу наложения катетеров на воротную и заднюю полую вены. Для получения крови печеночных вен так же накладывали петельный зажим на заднюю полую вену, для ограничения поступления крови от почек и задней половины тела.

В первой серии опытов изучали влияние различных рецептов ЗОМ на привесы ягнят, содержание общих липидов и жирных кислот в крови воротной

и задней полый вен, усвоение жирных кислот организмом ягнят. В крови также определялось содержание глюкозы, кетоновых тел и летучих жирных кислот. Пробы крови брали до, через 1 и 3 часа после утреннего кормления. Оперативные приемы на животных для проведения хронических опытов 1-й серии осуществляли профессор А.А. Алиев и с.н.с. лаборатории межклеточного обмена веществ В.М. Мартюшов при нашем непосредственном участии по разработанным методам (Алиев А.А. 1974, 1984).

Вторая серия опыта представляла собой научно-производственный эксперимент, который проводился в ОПХ "Тутаево" Ярославской области. Опыт проведен по следующей схеме (табл.3).

Таблица 3

Схема 2-й серии эксперимента

Группа	Кол-во ягнят, гол	Возраст отъема, дней	Рецепт скарм. ЗОМ	Продолжит. молочного периода, дни
1 контрольная	13	2-3	1	45
2 опытная	13	2-3	2	45
3 опытная	13	2-3	3	45

Изучали влияние различных рецептов ЗОМ на содержание липидов и их жирнокислотный состав, ЛЖК и глюкозы в крови в разные возрастные периоды, а также прирост живой массы и жирнокислотный состав органов и тканей.

Скармливание заменителей осуществлялось из групповых поилок вволю при свободном доступе. С недельного возраста ягнята имели доступ к растительным кормам. Учет кормов проводили ежедневно. Для контроля за энергией роста взвешивали ягнят в 15, 30 и 45 дней. В возрасте 30 и 45 дней от ягнят получали кровь из яремной вены, а также в конце опыта после убоя ягнят брали образцы органов и тканей.

Проводили определение:

1. В кормах, плазме крови, органах и тканях: содержание общих липидов, их жирнокислотный состав. Экстракцию общих липидов из всех субстратов проводили по методу Folch R. W. (1957). Определение жирнокислотного состава общих липидов осуществляли методом газожидкостной хроматографии метиловых эфиров жирных кислот, полученных перэтерификацией (Смирнов А. И., 1973), на газожидкостных хроматографах Chrom - 4 и Chrom-5 по градиенту температурного режима.

2. В кормах и кале: содержание общих липидов по Folch R. W. (1957) и азота (по Кьельдалю).

3. В плазме крови: содержание летучих жирных кислот- методом паровой дистилляции в аппарате Маркгама с последующей газожидкостной хроматографией (Сорокин В.М., Алиев А.А., 1980) на газожидкостном хроматографе Chrom - 5, глюкозы- орто-толуидиновым методом (Сорокин В.М., Алиев А.А. 1978), кетоновых тел- по Энгфельду - Пинкуссену (Курилов Н.В. и др. 1987).

Математическую обработку полученных данных выполняли стандартными методами по Стьюденту в описании Меркурьевой Е.К. (1970). Разницу между показателями считали достоверной при $P \leq 0,05$.

ягнят первой группы- $0,96 \pm 0,63$. У ягнят 3-й группы кислот с углеродной цепью до C_{14} было $1,12 \pm 0,27$, что больше, чем у ягнят двух других групп на 16,6 и 49,3%. При этом возрастало содержание в печени короткоцепочных жирных кислот (C_7-C_9) в 7,5 и 4,5 раза по сравнению с 1-й и 2-й группой ($P < 0,05$).

Таблица 12

Жирнокислотный состав липидов печени и околопочечной жировой ткани у ягнят во 2- серии опыта в возрасте 45 дней (%)

Жирные кислоты	Группы		
	1-я	2-я	3-я
Печень			
насыщенные	$51,54 \pm 2,35$	$50,89 \pm 0,58$	$64,34 \pm 3,72^{1,2}$
ненасыщенные	$48,46 \pm 2,35$	$49,11 \pm 0,58$	$35,66 \pm 3,72^{1,2}$
ИНЛ (Индекс нас. липидов)	$1,06 \pm 0,1$	$1,04 \pm 0,02$	$1,8 \pm 0,28^{1,2}$
к-ты с углеродной цепью до C_{14}	$0,96 \pm 0,63$	$0,75 \pm 0,02$	$1,12 \pm 0,27^2$
к-ты с углеродной цепью C_7-C_9	$0,04 \pm 0,02$	$0,18 \pm 0,01^1$	$0,3 \pm 0,015^{1,2}$
Околопочечный жир			
насыщенные	$35,16 \pm 2,09$	$44,26 \pm 4,77^1$	$49,33 \pm 0,89^1$
ненасыщенные	$64,82 \pm 2,09$	$55,74 \pm 4,77$	$59,67 \pm 0,9$
ИНЛ (Индекс нас. липидов)	$2,74 \pm 0,57$	$3,88 \pm 1,04$	$3,86 \pm 0,15$
к-ты с углеродной цепью до C_{14}	$0,54 \pm 0,05$	$0,79 \pm 0,17$	$0,97 \pm 0,03^1$
к-ты с углеродной цепью C_7-C_9	$0,19 \pm 0,03$	$0,51 \pm 0,09^1$	$1,06 \pm 0,02^{1,2}$

И в липидах околопочечной жировой ткани у ягнят второй и третьей подопытных групп, по сравнению с ягнятами контрольной группы определялось больше насыщенных жирных кислот, соответственно на 9,10% и 14,17% и меньше ненасыщенных жирных кислот. Величина индекса насыщенности липидов околопочечной жировой ткани была выше у ягнят второй группы на 1,14, а у ягнят третьей группы на 1,12. В липидах околопочечной жировой ткани у ягнят опытных групп содержалось больше жирных кислот с углеродной цепью до C_{14} - $0,79 \pm 0,17$ и $0,97 \pm 0,03$, чем у ягнят контрольной группы- $0,54 \pm 0,05$. По сравнению с контрольной группой в 2,7 раза возрастало содержание короткоцепочных жирных кислот (C_7-C_9) у ягнят 2- группы и в 5,5 раз у 3-й ($P < 0,05$).

Таким образом, скармливание заменителей молока, содержащих 3% и 5% короткоцепочных синтетических жирных кислот, ягнятам сопровождалось изменениями процентного соотношения групп жирных кислот в липидах печени и околопочечном жире в сторону увеличения содержания короткоцепочных жирных кислот.

У ягнят, выращиваемых на заменителях овечьего молока с 3% и 5% жирных кислот, до 30 – дневного возраста не отмечено существенных различий в содержании в липидах плазмы крови жирных кислот с углеродной цепью до C₁₄.

Содержание кислот с углеродной цепью до C₁₄ в липидах плазмы крови в 45-дневном возрасте уменьшилось и составляло у ягнят первой группы 1,4±0,021, у ягнят второй группы несколько больше- 1,68±0,45, а у ягнят третьей группы несколько меньше- 1,12±0,25. Отмечено возрастание в липидах плазмы содержания жирных кислот фракции C₇-C₉ у ягнят опытных групп.

Анализ содержания липидов в желчи, печени, сердце, длиннейшем мускуле спины, легких, почках, подкожной и околопочечной жировых тканях у ягнят, выращиваемых на контрольном заменителе овечьего молока и содержащих 3% и 5% синтетических короткоцепочных жирных кислот, проведен в конце периода скармливания ягнятам ЗОМ в 45 – дневном возрасте (табл.11). В этом возрасте у ягнят 3-й группы было достоверно более высокое содержание липидов в желчи на 73,8% (p<0,05), печени на 35,6% (p<0,05), длиннейшем мускуле спины на 6,3%, почках на 39,2% (p<0,05), чем у ягнят контрольной группы (табл.11). В подкожном жире и околопочечном жире липидов содержалось на 24,9% и 39,0% меньше, чем у ягнят контрольной группы. В сердце и легких у ягнят всех групп выявлено примерно равное количество липидов. Такие же по направленности, но менее выраженные отличия в содержании липидов в названных органах, характерны и для ягнят 2-й группы, выращиваемых на заменителе молока с содержанием 3% синтетических жирных кислот.

Таблица 11

Содержание общих липидов в желчи и тканях ягнят во 2- серии опыта в возрасте 45 дней, мг%.

Ткани	Группы		
	1-я	2-я	3-я
желчь	988,7±137,5	1254,8±289,9	1736,2±354,8 ¹
печень	2609,6±580,7	2383,0±186,6	3538,6±107,8 ¹
сердце	1469,9±267,0	1429,4±233	1416,8±223,1
длин. мышца спины	1146,5±164,8	1398,2±259,6	1219,1±158,6
почки	1285,6±55,94	1594,2±106,1	1790,4±524,4
легкое	1826,6±295,7	1784,7±233,3	1807,6±494,6
подкожный жир, %	74,6±4,4	56,8±3,58 ¹	56,1±9,65
околопочечный жир, %	80,6±8,29	72,1±6,48	49,2±5,29 ^{1,2}

У ягнят контрольной группы, выращиваемых на ЗОМ, с большим содержанием высокомолекулярных жирных кислот, эффективнее, чем у ягнят опытных групп, происходило депонирование липидов в подкожной и околопочечной жировой ткани.

Отмечены выраженные изменения в жирнокислотном составе липидов печени у ягнят разных групп (табл.12). Кислот с углеродной цепью до C₁₄ в липидах печени у ягнят второй группы было несколько меньше- 0,75±0,02, чем у

3. Результаты исследований и их обсуждение

3.1. Характеристика кормов и потребление питательных веществ

Состав жирных кислот различных рецептов ЗОМ и синтетической фракции жирных кислот C₇-C₉ представлены в таблице 4, из которой видно, что последние наряду с гептановой (C₇) и нонановой (C₉) кислотами содержат валерьяновую, капроновую, каприновую и ундекановую. Доминирующими жирными кислотами во всех трех рецептах ЗОМ в порядке снижения были олеиновая, пальмитиновая, стеариновая и линолевая. В контрольном рецепте ЗОМ кислот с углеродной цепью до C₁₄ было 6,17% за счет синтетических жирных кислот, вводимых в ЗОМ, во 2-м опытном рецепте количество кислот с углеродной цепью до C₁₄ повышалось до 15,98% в 3-м рецепте - до 20,82%. Синтетические жирные кислоты состоят только из насыщенных кислот и они повышали индекс насыщенности липидов (ИНЛ) в опытных рецептах ЗОМ с 1.21 до 1.46 и 1.61% соответственно во 2-м и 3-м рецептах.

Таблица 4

Жирнокислотный состав ЗОМ и жировой добавки, %

Код жирных кислот	ЗОМ 1	ЗОМ 2	ЗОМ 3	Жировая добавка (C ₇ -C ₉)
1	2	3	4	5
C _{4:0}	0,11	0,10	0,09	
C _{5:0}	0,22	0,20	0,19	0,10
C _{6:0}	0,25	0,29	0,31	0,37
C _{7:0}	0,18	1,42	2,17	12,44
C _{8:0}	0,77	4,93	7,11	39,60
C _{9:0}	0,20	4,56	6,54	43,60
C _{10:0}	0,46	0,67	0,80	2,07
C _{11:0}	0,14	0,33	0,45	1,92
C _{12:0}	0,37	0,34	0,31	
C _{12:1}	0,13	0,12	0,10	
C _{13:0}	0,64	0,57	0,50	
изоC _{14:0}	0,49	0,45	0,40	
C _{14:0}	2,21	2,00	1,85	
C _{15:0}	0,45	0,41	0,37	
C _{15:1}	0,60	0,54	0,50	
C _{16:0}	29,94	26,65	24,85	
C _{16:1}	2,46	2,22	1,86	
C _{17:0}	0,74	0,67	0,60	
C _{17:1}	1,08	1,00	0,95	
C _{18:0}	15,92	14,30	13,68	
C _{18:1}	33,48	30,09	28,71	
C _{18:2}	6,15	5,44	5,13	

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5
C _{18:3}	0,62	0,56	0,50	
C _{19:0}	1,13	1,01	0,96	
C _{20:0}	0,56	0,50	0,47	
C _{20:2}	0,70	0,63	0,60	
Итого	100	100	100	100
Насыщенные	54,78	59,40	61,65	100
Ненасыщенные	45,22	40,60	38,35	0
ИНЛ	1,21	1,46	1,61	
Кислоты до C ₁₄	6,17	15,98	20,82	100

За 45 дней опыта ягнята всех подопытных групп потребляли одинаковое количество ЗОМ, причем заметных реакций на выпойку опытных партий ЗОМ не отмечено. Ягнята второй группы потребляли комбикорма на 60,0% больше, а ягнята третьей группы – на 80,0% больше, чем ягнята первой контрольной группы. Соответственно с комбикормом ягнята второй группы потребили на 60,0% больше сухого вещества, на 60,0% больше сырого протеина и на 61,3% больше переваримого протеина. Ягнята третьей группы потребили больше на 77,2% сухого вещества, на 79,5% сырого протеина и на 80,6% переваримого протеина, чем ягнята первой группы.

3.2. Переваримость и использование питательных веществ рационов с заменителями овечьего молока ягнятами.

При изучении процессов пищеварения при скармливании нового вида корма одним из важнейших показателей являются переваримость отдельных питательных веществ и использование их животными. Для определения переваримости основных питательных веществ рационов, содержащих ЗОМ с разным содержанием короткоцепочных жирных кислот, на ягнятах был проведен балансовый опыт.

При анализе результатов исследований, прежде всего, необходимо отметить довольно высокую степень переваривания основных питательных веществ опытных ЗОМ (табл.5).

Таблица 5

Переваримость питательных веществ рационов с ЗОМ, в возрасте 41-45 дней в 1-й серии опыта, %

Группы	Сухое вещество	Органическое вещество	Протеин	Липиды
1-я	88,93±0,27	90,41±0,42	87,18±0,72	92,61±0,085
2-я	88,25±1,13	89,64±0,66	88,19±0,52	92,12±0,99
3-я	90,84±0,56 ¹	92,04±0,48 ^{1,2}	89,26±0,42 ¹	94,57±1,26

Примечание. Здесь и далее достоверность различий между группами обозначена, как 1 и 2 при p≤0.05.

Сохранение хотя и небольших различий в концентрации глюкозы в крови контрольных и опытных ягнят даёт основание для заключения о положительном влиянии на углеводный обмен у растущих ягнят включённых в ЗОМ синтетических жирных кислот с короткой углеродной цепью.

Таким образом, скармливание ЗОМ с добавлением жирных кислот фракции C₇-C₉ ягнятам способствовало лучшему обеспечению растущего организма питательными веществами и активацией синтеза глюкозы.

Более выраженные изменения в содержании кетоновых тел в крови воротной и печеночной вен происходили у ягнят третьей группы, выращиваемых на ЗОМ с содержанием 5% синтетических жирных кислот. У ягнят этой группы среднесуточная концентрация ацетона и ацетоуксусной кислоты в крови воротной вены была выше на 16%, при их большем поглощении печенью на 300% (p<0,05), β-оксимасляной кислоты на 14,7% и общих кетоновых тел на 41,4% (p<0,1). Таким образом, включение жирных кислот с короткой углеродной цепью в состав ЗОМ способствует лучшей переработке кетоновых тел печенью.

3.4. Содержание липидов и их жирнокислотный состав в плазме крови, органах и тканях ягнят, выращиваемых на заменителях овечьего молока

С возрастом происходило снижение уровня липидов в плазме крови у ягнят 1-й и 2-й групп, а у ягнят 3-й группы происходило увеличение от 30-го к 45-му дню, при более низких исходных значениях по сравнению с другими группами (табл.10). В 45 – дневном возрасте у ягнят, выращиваемых на заменителе овечьего молока с содержанием 5% синтетических жирных кислот, определялось более высокое содержание липидов в плазме крови, на 17,2%, чем у ягнят контрольной группы.

Таблица 10

Содержание общих липидов и их жирнокислотный состав в крови ягнят в возрасте 45 дней во 2-й серии опыта

Показатели	Группы		
	1-я	2-я	3-я
общие липиды, мг%: 30 дн.	227,7±22,79	272,3±8,05	193,9±4,91
	45 дн.	202,2±6,92	192,3±22,89
жирнокислотный состав, %:	30 дней		
насыщенные жирные кислоты	60,59±1,91	60,81±1,60	61,51±1,10
ненасыщенные жирные кислоты	39,4±1,91	39,2±1,60	38,5±1,10
ИНЛ (Индекс нас. липидов)	1,54±0,13	1,55±0,11	1,6±0,07
к-ты с углеродной цепью до C ₁₄	3,68±0,38	3,16±0,45	3,66±1,16
к-ты с углеродной цепью C ₇ -C ₉	0,22±0,02	0,19±0,02	0,38±0,015
жирнокислотный состав, %:	45 дней		
насыщенные	70,18±0,39	73,46±5,29	68,78±3,48
ненасыщенные	29,85±0,39	26,54±5,29	31,22±3,48
ИНЛ (Индекс нас. липидов)	2,35±0,04	2,77±0,91	2,2±0,4
к-ты с углеродной цепью до C ₁₄	1,4±0,21	1,68±0,45	1,12±0,25
к-ты с углеродной цепью C ₇ -C ₉	0,1±0,026	0,25±0,07 ¹	0,12±0,02

3.3.2. Концентрация и динамика содержания глюкозы и кетоновых тел в крови ягнят, выращиваемых на заменителях овечьего молока

Нами проведены исследования по определению содержания глюкозы в крови воротной и печеночных вен у шестинедельных ягнят, до кормления и через один и три часа после кормления. Результаты этих исследований представлены в таблице 9.

Таблица 9

Содержание глюкозы в крови воротной и печеночных вен шестинедельных ягнят в 1-й серии опыта, мг%.			
Кровь	Время отбора проб, ч		
	0	1	3
1-я группа			
воротной вены	61,7	80,3	66,4
печеночных вен	64,0	83,1	69,2
В-П	-2,3	-2,8	-2,8
2-я группа			
воротной вены	60,4	81,9	67,2
печеночных вен	63,2	85,3	70,1
В-П	-2,8	-3,4	-2,9
3-я группа			
воротной вены	61,1	84,3	68,3
печеночных вен	63,6	87,6	72,0
В-П	-2,5	-3,3	-3,7

У ягнят второй и третьей групп после кормления отмечено повышение концентрации глюкозы в крови воротной вены на 2 и 4,9% через один час и на 1,2 и 2,8% через три часа после кормления, по сравнению с контрольной группой. Эти результаты свидетельствуют о меньшем использовании глюкозы при всасывании кишечной стенкой. В то же время, более высокое содержание глюкозы в крови печеночных вен у ягнят опытных групп свидетельствует об усилении процесса глюконеогенеза в печеночных клетках.

Рассматривая показатели содержания глюкозы в крови у ягнят, выращиваемых групповым методом в условиях производства, можно отметить следующее. Концентрации глюкозы в крови ягнят, по мере становления преджелудочного пищеварения у животных всех групп снижалась. В крови ягнят контрольной группы в возрасте 30 дней содержалось 83,3±2,8 мг% глюкозы, а у ягнят опытных групп уровень глюкозы в крови был несколько выше, соответственно в 2-й и 3-й группах 84,1±2,41 и 88,2±2,33 мг% (p<0,05), но разница между группами несущественная.

Тенденция более высокого содержания глюкозы в крови у ягнят опытных групп сохранилась и в 45- дневном возрасте и соответственно в 1, 2 и 3 группах ее содержалось 73,4±1,92; 73,5±2,13 и 76,0±1,88 мг% (p<0,05).

Коэффициенты переваримости у ягнят, получавших ЗОМ с содержанием 5% короткоцепочных жирных кислот, оказались выше контрольной группы по сухому веществу на 2,1%, по органическому веществу на 1,8%, по протеину-2,3%, липидам на 2,1%. У ягнят второй группы, получавших ЗОМ с 3% содержанием жирных кислот, коэффициенты переваримости веществ существенно не различались.

Как показали результаты балансового опыта (табл.6), потребление азота с кормом у ягнят в опытных группах было на 11% и на 21% больше, чем в контрольной группе. Ягнята 3-й группы потребляли азота с ЗОМ больше на 9%, чем ягнята второй группы. Выделение азота с калом и мочой у ягнят в опытных группах было незначительно выше, чем у ягнят в контрольной группе. В то же время коэффициент переваримости азота был максимальным у ягнят 3-й группы и составлял 89,2±0,42%, что на 2,4% выше, чем у ягнят контрольной группы и на 1,2% выше относительно такового у ягнят 2-й группы. Отложение азота в организме от потребленного с кормом было выше у ягнят 2-й и 3-й групп, на 5,3% и 1,1% соответственно. Процент отложения азота от переваренного был максимальным у ягнят 2-й группы и составил 70,6±1,74%, против 67,5±2,52% у ягнят первой контрольной группы.

Таблица 6

Баланс азота у ягнят в возрасте 41-45 дней в 1-й серии опыта.			
Показатели	Группы		
	1-я	2-я	3-я
Потреблено с кормом, г	11,83±0,72	13,13±0,67	14,32±1,87
Выделено с калом, г	1,52±0,023	1,55±0,143	1,54±0,263
Выделено с мочой, г	3,35±0,420	3,40±0,390	4,21±0,49
Переварено, г	10,32±0,68	11,58±0,51	12,78±1,60
Отложено в организме, г.	6,96±0,887	8,18±0,154	8,57±1,808
% от потребленного	59,15±2,04	62,30±1,88	59,85±2,25
% от переваренного	67,53±2,52	70,65±1,74	67,05±2,27

Приведенные выше данные позволяют заключить, что применение в составе ЗОМ короткоцепочных жирных кислот способствует повышению потребления, переваривания и отложения азота корма.

3.3. Обмен ЛЖК, глюкозы и кетоновых тел между желудочно-кишечным трактом, кровью и печенью и содержание в крови в разные возрастные периоды.

Проведённые на ягнятах операции по катетеризации воротной вены и печеночной вены дали возможность получать кровь у ягнят в хроническом эксперименте, а сравнение показателей содержания метаболитов в оттекающей от желудочно-кишечного тракта крови с кровью печеночной вены, позволяло судить о степени всасывания, характере метаболизма основных компонентов углеводно-жирового обмена.

3.3.1. Концентрация и динамика ЛЖК в крови ягнят, выращиваемых на заменителях овечьего молока

Определение уровня продукции ЛЖК имеет большое значение для оценки пищевой ценности того или иного рациона, поскольку ЛЖК после всасывания в кровь представляет собой главный источник энергии для организма и используются в различных процессах синтеза.

В нашей работе была прослежена динамика (до, через 1 и 3 часа после кормления) содержания ЛЖК в крови у ягнят, получавших контрольный ЗОМ и с содержанием 3% и 5% синтетических жирных кислот с короткой углеродной цепью (табл.7).

Таблица 7

Содержание ЛЖК в крови воротной и печеночной вен у ягнят в 1-й серии опыта (через 3 часа после кормления).

Кровь	ЛЖК, ммоль/л	Молярное соотношение кислот, %						
		уксусная	пропионовая	изомасляная	масляная	изовалерьяновая	валерьяновая	капроновая
1-я группа								
воротной вены	0,63	91,28	6,28	0,75	0,66	0,30	0,15	0,58
печеночных вен	0,60	95,61	1,46	0,28	0,70	0,50	0,16	1,29
В-П	+0,03	-4,33	+4,82	+0,47	-0,04	-0,20	-0,01	-0,71
2-я группа								
воротной вен	0,55	94,16	3,75	0,32	0,56	0,34	0,15	0,74
печеночных вен	0,50	96,55	1,00	0,22	0,65	0,27	0,26	1,05
В-П	+0,05	-2,39	+2,75	+0,10	-0,09	+0,07	-0,11	-0,31
3-я группа								
воротной вен	0,70	91,77	5,82	0,14	0,66	0,29	0,12	1,18
печеночных вен	0,65	96,50	1,78	0,14	0,38	0,19	0,16	0,84
В-П	+0,05	-4,73	+4,04	---	+0,28	+0,10	-0,04	+0,34

Как видно из таблицы, скармливание ягнятам заменителя овечьего молока с 3% и 5% содержанием синтетических кислот активизирует пищеварительные процессы и обменные процессы в печени после приема корма. В крови воротной и печеночной вен повышалась концентрация летучих жирных кислот, интенсивность извлечения печенью из крови воротной вены пропионовой кислоты. В большей степени повышается содержание летучих жирных кислот в

крови воротной и печеночных вен, возрастает величина разницы воротно-печеночной концентрации летучих жирных кислот, свидетельствующая о большем извлечении их печенью.

Возрастная динамика содержания летучих жирных кислот в крови растущих животных отражает ход перестройки пищеварения и углеводно-жирового обмена. По мере роста и развития ягнят нарастала концентрация летучих жирных кислот в крови (табл.8). Так, с 30- до 45-дневного возраста у ягнят контрольной группы концентрация летучих жирных кислот повысилась на 26,0 %, у ягнят второй подопытной группы – на 50,0 %, у ягнят третьей группы – на 14,2 %. Основную долю летучих жирных кислот составляла уксусная кислота. С возрастом у ягнят доля уксусной кислоты несколько снижалась, а пропионовой и масляной кислот нарастала.

Таблица 8

Уровень и молярное соотношение ЛЖК в крови яремной вены ягнят во 2-й серии опыта

ЛЖК	Группы		
	1-я	2-я	3-я
Возраст 30 дней			
ммоль/л, в том числе %:	0,58±0,068	0,52±0,051	0,63±0,034
уксусная	84,01±1,35	80,44±1,18	84,39±1,53 ²
пропионовая	2,39±0,53	3,80±0,46 ¹	4,35±0,64 ¹
изомасляная	1,01±0,07	1,63±0,85	2,03±0,22 ¹
масляная	4,23±0,61	4,20±0,49	2,87±0,54 ^{1,2}
изовалериановая	2,32±0,15	3,46±0,57 ¹	1,04±0,40 ^{1,2}
валерьяновая	0,59±0,14	1,03±0,15 ¹	0,86±0,02 ¹
капроновая	5,45±0,35	5,44±0,38	4,46±0,12
Возраст 45 дней			
ммоль/л, в том числе %:	0,73±0,078	0,78±0,04	0,72±0,04
уксусная	78,18±1,75	83,28±1,19 ¹	80,73±1,42
пропионовая	7,69±0,49	6,06±0,88	7,47±0,68
изомасляная	2,08±0,37	1,01±0,19 ¹	1,56±0,18 ^{1,2}
масляная	5,32±0,28	4,89±0,78	4,04±0,61
изовалериановая	1,30±0,14	1,06±0,15	1,22±0,06
валерьяновая	0,99±0,18	0,56±0,12 ¹	0,63±0,10 ¹
капроновая	4,44±0,42	3,14±0,32	4,35±0,42

Определенные различия в содержании летучих жирных кислот в крови у ягнят отмечались между группами. У ягнят контрольной группы в возрасте 30-ти дней концентрация ЛЖК составляла 0,58±0,09 ммоль/л, у ягнят второй группы она была на 10,0% ниже, а у ягнят третьей группы – на 8,6% выше. К 45 – дневному возрасту концентрация ЛЖК в крови у ягнят увеличилась и составляла у ягнят контрольной группы 0,73±0,08 ммоль/л, у ягнят второй опытной группы она была на 6,8% выше, чем у ягнят контрольной группы, а у ягнят третьей группы – примерно такой же, как у ягнят контрольной группы.