

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной  
медицины»

На правах рукописи

**Корочкина Елена Александровна**

**Инновационный метод коррекции  
витамино-минерального гомеостаза у животных**

4.2.1. Патология животных, морфология, физиология, фармакология и  
токсикология

Диссертация  
на соискание ученой степени доктора ветеринарных наук

Научный консультант:

доктор ветеринарных наук,  
профессор, член-корреспондент РАН  
Племяшов Кирилл Владимирович

Санкт-Петербург – 2023

## Оглавление

Введение.....	5
1. Основная часть .....	18
1. 1 Обзор литературы .....	18
1. 1. 1 Современные представления о витаминно-минеральном гомеостазе .....	18
1.1.1.1 Физиологическая роль и метаболизм витаминных и минеральных веществ у коров .....	19
1. 1. 1. 2 Значение витаминов и минеральных веществ в раскрытии продуктивного потенциала коров и получении здорового приплода ....	37
1.1.1.3. Роль печени в витаминно-минеральном метаболизме коров..	47
1. 1. 2 Нарушение витаминно-минерального гомеостаза у коров: этиология, патогенетические механизмы, влияние на продуктивный потенциал животных .....	54
1.1.2.1 Развитие гипокальциемии в транзитный период, его влияние на раскрытие продуктивных качеств животного и основные способы профилактики.....	55
1.1.2.2 Недостаток витаминов и микроэлементов в рационах коров в разные производственные периоды.....	63
1.1.3 Современные методы коррекции витаминно-минерального гомеостаза у животных.....	70
1.1.4 Заключение по обзору литературы.....	76
2. СОБСТВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	79
2. 1 Материалы и методы исследований.....	79
2.2 Результаты собственных исследований .....	102
2.2.1 Мониторинг биохимических показателей крови коров в разные фазы производственного цикла .....	102
2.2.2. Результаты коррекции витаминно-минерального гомеостаза болюсами пролонгированного действия .....	106

2.2.2.1. Оценка метаболического профиля коров до введения пролонгированных болюсов .....	107
2.2.2.2. Мониторинг показателей белкового и углеводного обменов веществ коров в период пролонгационной активности болюсов .....	110
2.2.2.3. Состояние азотистого и пигментного обменов веществ подопытных коров .....	114
2.2.2.4. Активность ферментов крови подопытных коров .....	117
2.2.2.5. Оценка витаминного и минерального обменов веществ подопытных коров .....	120
2.2.2.6. Влияние инновационных комплексов пролонгированного действия на здоровье полученного приплода .....	125
2. 2. 3 Результаты применения витаминно-макро-минеральных болюсов краткосрочного действия коровам в транзитный период .....	130
2.2.3.1 Результаты применения кальцийсодержащих болюсов краткосрочного действия на минеральный обмен веществ коров в транзитный период .....	131
2.2.3.2 Результаты применения витаминно-минеральных болюсов краткосрочного действия прессованной формы на минеральный обмен веществ коров в транзитный период .....	134
2.2.3.3 Сравнительная оценка кальцийсодержащих болюсов в аспекте показателей минерального обмена веществ и их влияние на частоту акушерско-гинекологической патологии и продуктивный потенциал животных .....	137
2.2.4 Результаты применения микроминеральных болюсов коровам в транзитный период .....	143
2.2.4.1 Анализ клинических, некоторых биохимических показателей крови и содержания гормонов в крови коров в транзитный период....	144

2.2.4.2 Сравнительный анализ эффективности применения инновационных микроминеральных болюсов коровам в транзитный период.....	150
2.2.5 Результаты применения растительно-минеральных болюсов коровам в новотельный период .....	155
2.2.6 Результаты гистологического исследования печени, надпочечников, щитовидной железы и яичников коров .....	160
2.2.7. Экономическая эффективность разработанных минеральных болюсов .....	186
3. Заключение .....	189
3.1 Обсуждение полученных результатов .....	189
3.2 Выводы.....	207
4. Практические предложения .....	212
5. Рекомендации и перспективы дальнейшей разработки темы .....	213
6. Список литературы .....	215
7. Приложение .....	253

## **ВВЕДЕНИЕ**

### **Актуальность темы**

Молочное животноводство является одной из ведущих отраслей сельского хозяйства, обеспечивающее население важнейшими продуктами питания. Согласно данным по состоянию отрасли молочного животноводства в России, доля молочных и мясных продуктов составляет 49,7% от удельного веса животноводческой продукции РФ. Прогноз развития агропромышленного комплекса (АПК) на период до 2030 года, сформированный Высшей школой экономики и утвержденный Минсельхозом, указывает на отставание развития молочного животноводства от других отраслей АПК. Кроме того, ожидается незначительное среднегодовое снижение производства молока в РФ до 2030 года, в частности: с 2017 по 2020 годы – на 0,2%, с 2020 по 2030 годы – на 0,3%.

Проводя анализ рынка производства молочной продукции, нужно отметить, что одной из основных причин отрицательной тенденции снижения показателей молочного производства является высокий процент выбраковки коров по причине бесплодия и низкой продуктивности соответственно. Так, А. Дерин (2013), отмечает 59% коров с межотельным интервалом свыше 12 месяцев, при количестве выбракованных животных, равным 31,7%. При увеличении продуктивности наблюдается возрастание преждевременного выбытия коров более чем в два раза, а также общего количества выбраковки более продуктивных особей.

Изучению вопросов бесплодия коров, как одной из главных причин сокращения поголовья, посвящено значительное количество исследований (К. В. Племяшов и соавт., 2010; К. А. Лободин, А. Г. Нежданов, 2014; А. Г. Нежданов с соавт., 2018; Х. Б. Баймишев с соавт., 2019; А. П. Студенцов и соавт., 2022; Н. И. Полянцев и соавт., 2022; Г. М. Туников и соавт., 2022 и многие другие). При этом особое внимание уделяется изучению

алиментарных факторов бесплодия, основным из которых является витаминно-минеральное питание. Многочисленными исследованиями установлена роль  $\beta$ -каротина, витамина Е, макроэлементов кальция, фосфора, а также микроэлементов селена, кобальта, цинка, меди, йода в реализации репродуктивного потенциала коров (К. В. Племяшов, 2010; Г. Ф. Медведев с соавт., 2011; Н. И. Гавриленко с соавт., 2011; Т. О. Дмитриева, 2012; Я. Д. Дорохова с соавт., 2016; Л. В. Романенко с соавт., 2017; П. А. Красочко с соавт., 2018; И. М. Ахаев, 2021; М. Wang с соавт., 2021; Ю. Н. Алейникова с соавт., 2022).

В настоящее время существующие традиционные способы витаминно-минерального кормления коров, в частности обогащение кормов витаминно-минеральными премиксами и инъекционные формы витаминно-минеральных препаратов имеют ряд недостатков. Это недолгий срок хранения, стрессовость в связи с проведением частых манипуляций, отсутствие технологичности процесса инъекционного введения, низкий процент поступления и усвояемости соединений, входящих в премиксы и препараты. В связи с этим, разработка нового способа витаминно-минерального питания коров является актуальным направлением в аспекте повышения рентабельности молочного животноводства.

### **Цель исследований**

Целью данной работы - разработать оригинальный состав витаминно-минеральных болюсов, определить и утвердить схему их применения как инновационного метода коррекции витаминно-минерального гомеостаза у коров в разные фазы производственного цикла, определить их влияние на продуктивность молочного стада, воспроизводительную функцию животных и здоровье телят.

### **Задачи исследований**

1. Изучить витаминно-минеральный гомеостаз коров в разные фазы производственного цикла.

2. Разработать оригинальный состав и провести апробацию макроминеральных и микроминеральных болюсов краткосрочного и провести апробацию болюсов пролонгированного действия для коров транзитного периода.

3. Исследовать влияние витаминно-минеральных болюсов пролонгированного действия на обмен веществ коров в разные фазы производственного цикла.

4. Установить влияние витаминно-минерального кормления пролонгированного действия коров-матерей на биохимические показатели крови телят.

5. Установить влияние макро- и микроминеральных болюсов краткосрочного действия на клинические и биохимические показатели крови, содержание гормонов в крови, на морфологические и гистологические изменения органов и тканей коров, а также на молочную продуктивность животных в транзитный период.

6. Изучить влияние минеральных и растительно-минеральных болюсов на показатели воспроизводства коров в период раздоя.

7. Произвести расчет экономической эффективности разработанных оригинальных минеральных болюсов для коров.

#### **Объект исследований**

Объектом исследования служили коровы голштинской и голштинизированной черно-пестрой пород с продуктивностью от 5 000 до 10 000 кг в сухостойный, новотельный период, в период раздоя, а также в производственный период.

#### **Предмет исследований**

Предмет исследований – клинические и биохимические показатели крови, содержание гормонов в крови коров в транзитный период, морфофункциональная характеристика печени, надпочечников, щитовидной железы и яичников коров в новотельный период, биохимический профиль

крови коров в сухостойный и новотельный периоды, в период раздоя и производственный период, состояние здоровья репродуктивной системы коров в новотельный период и период раздоя.

### **Научная новизна**

Впервые разработаны растительно-минеральные (кальций, лактоза, корень элеутерококка колючего) и минеральные болюсы (цинк, марганец, медь, кобальт, хром, селен) рассыпной формы краткосрочного действия. Состав минеральных болюсов рассыпной формы краткосрочного действия запатентован (патент на изобретение РФ «Болюс Кальций-Интенсив Плюс» №2015128682, от 14 июня 2015 года, зарегистрирован от 02 ноября 2016 года).

Осуществлен мониторинг биохимических показателей крови коров в разные фазы производственного цикла, а также мониторинг клинических показателей крови и содержание гормонов в крови коров в течение транзитного периода.

Впервые в производственных условиях промышленных животноводческих комплексов Северо-Западного региона Российской Федерации на большом поголовье крупного рогатого скота средней и высокой молочной продуктивности проведена апробация инновационных витаминно-минеральных комплексов – болюсов краткосрочного и пролонгированного действия, определена эффективность влияния данных препаратов на витаминно-минеральный гомеостаз животных, на продуктивность коров и здоровье получаемого приплода. Изучено влияние витаминно-минеральных болюсов на обмен веществ, клинические показатели крови и содержание гормонов в крови коров в транзитный период, разработан способ профилактики гипокальциемии коров в новотельный период, а также способ профилактики микроэлементозов коров в транзитный период.



Проведена гистологическая оценка состояния печени, надпочечников, щитовидной железы и яичников коров в новотельный период в подопытной группе животных и контроле. Установлено положительное влияние растительно-минеральных болюсов на снижение частоты акушерско-гинекологических патологий и эффективность первого осеменения коров.

### **Теоретическая и практическая ценность работы**

Полученные данные о биохимических показателях крови коров, содержащихся в условиях промышленных животноводческих комплексов с интенсивным антропогенным воздействием на системы и органы в разные фазы производственного цикла, расширяют и дополняют фундаментальные сведения о физиологическом состоянии организма сельскохозяйственных животных при возрастающей степени производственной нагрузки, направленной на повышение продуктивности и воспроизводительной функции. Мониторинг клинических показателей крови и содержания гормонов в крови коров в транзитный период, а также гистологическая оценка печени, надпочечников, щитовидной железы и яичников расширяют современное представление о физиологическом статусе организма коров в транзитный период. Результаты апробации на коровах средней и высокой продуктивности новых запатентованных в РФ соискателем ученой степени растительно-минеральных и минеральных комплексов в виде болюсов кратковременного действия в разные фазы производственного цикла позволили сформировать инновационный метод витаминно-минерального питания продуктивных животных, а также способ профилактики нарушений их воспроизводительной функции, обмена веществ и здоровья новорожденных телят.

Полученные уникальные сведения и установленные закономерности могут использоваться и уже применяются в ряде крупных животноводческих комплексах и фермерских хозяйствах Российской Федерации зооветеринарными специалистами при оценке клинических и биохимических

показателей крови коров в транзитный период, для увеличения молочной продуктивности, профилактики болезней стельных коров и укрепления здоровья новорожденных телят.

Представленный фактический материал предлагается к использованию при подготовке справочных, научных и учебных пособий по содержанию и кормлению высокопродуктивного стада крупного рогатого скота, по морфологии, физиологии, биохимии, патофизиологии, ветеринарному акушерству, гинекологии и биотехнике размножения животных, чтении лекций и проведении лабораторно-практических занятий в учебных заведениях биологического профиля, в научно-исследовательской работе с целью выяснения индивидуальных и породных закономерностей функционирования печени, надпочечников, щитовидной железы и яичников коров в транзитный период.

Предложен уникальный запатентованный в РФ способ профилактики гипокальциемии коров (Патент на изобретение RU 2603482 C1, 02. 11. 2016).

Научно-практическая значимость диссертационной работы заключается в разработке инновационных способов витаминно-минерального питания коров в разные фазы производственного цикла, а также способов профилактики нарушений минерального обмена веществ у коров в транзитный период, способствующий рождению и выращиванию здорового потомства. Проведены исследования клинических и биохимических показателей крови, содержание гормонов в крови и морфофункционального статуса организма коров при использовании инновационных витаминно-минеральных комплексов-болюсов пролонгированного и краткосрочного действия. Получен патент РФ на изобретения: Болюс Кальций-Интенсив Плюс (Патент на изобретение RU 2603482 C1, 02. 11. 2016).

### **Методология и методы исследований**

Методологической основой проведенных исследований послужило применение научно-обоснованных подходов к изучению клинических и

биохимических показателей крови, содержания гормонов в крови коров в сухостойный, новотельный, производственный периоды, а также в период раздоя для оценки состояния витаминно-минерального обмена. Представленные в работе научные сведения получены с использованием гистологических, общеклинических, гематологических, биохимических и статистических методов. Особенностью работы является получение новых фундаментальных данных по витаминно-минеральному метаболизму коров в период беременности, после родов, в период лактационной активности животных, содержащихся в условиях крупных животноводческих комплексах промышленного типа и фермерских хозяйствах. Получены оригинальные сведения мониторинга клинических и биохимических показателей крови, содержания гормонов в крови средне- и высокопродуктивных коров в транзитный период, содержащихся в условиях животноводческих комплексов промышленного типа.

**Основные положения, выносимые на защиту:**

1. Витаминно-минеральный гомеостаз коров в разные фазы производственного цикла, содержащихся в условиях животноводческих комплексов промышленного типа;
2. Состав витаминно-минеральных болюсов пролонгированного действия для коррекции витаминно-минерального обмена веществ коров в сухостойный и новотельный периоды, в период раздоя;
3. Влияние инновационных витаминно-минеральных болюсов пролонгированного действия на метаболизм коров в разные периоды производственного цикла, а также на сохранность и здоровье полученного приплода;
4. Состав витаминно-минеральных и минеральных болюсов краткосрочного действия для профилактики гипокальциемии коров в транзитный период;

5. Влияние витаминно-минеральных и минеральных болюсов краткосрочного действия на клинические, биохимические показатели крови коров, на содержание гормонов, на морфологические и гистологические изменения органов и тканей коров в транзитный период;

6. Схема применения инновационных минеральных комплексов краткосрочного действия в аспекте профилактики нарушений минерального обмена веществ в транзитный период;

7. Эффективность профилактического применения растительно-минеральных и минеральных болюсов коровам в послеродовой период;

8. Экономическая эффективность разработанных минеральных болюсов для коров.

### **Степень достоверности и апробация результатов**

Достоверность выполненных исследований подтверждена достаточным для проведения биологических и ветеринарных исследований материалом, подбором аналогичных групп животных для проведения исследований и сравнения полученных данных, значительным объемом полученного уникального фактического материала. Оригинальные сведения и установленные закономерности получены в производственных условиях крупных животноводческих комплексов промышленного типа и в сертифицированных лабораториях, с использованием общеклинических, гематологических, биохимических, гормональных и гистологических методов на современном сертифицированном оборудовании с последующей обработкой морфометрических и производственных показателей с помощью компьютерных программ статистического анализа.

Работа выполнена в период с 2011 по 2023 годы на кафедре генетических и репродуктивных биотехнологий, кафедре биохимии и физиологии, кафедре патологической анатомии и судебной ветеринарной медицины ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины», а также в клинко-биохимической лаборатории

при ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины», в хозяйствах ПЗ «Красноозерное» Приозерского района, ПЗ «Победа» Ломоносовского района, ПЗ «Сельцо» Волосовского района, ПЗ «Гатчинское» Гатчинского района, СПК «Поляны» Выборгского района Ленинградской области, АО «Нива-1» ферма на базе учебно-опытного хозяйства «УПЦА» ФГБОУ ВО СПбГАУ. В период с 2014 по 2016 годы работа была проведена в лаборатории кормления высокопродуктивных коров Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста».

Результаты научных исследований вошли в отчёты по научно-исследовательской работе ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных филиал федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста», ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины» за 2011-2023 годы.

Материалы исследований были представлены и получили высокое положительное одобрение ведущих ветеринарных и зооинженерных специалистов на:

- международных конференциях «Morphological Techniques in Reproductive Biology», «Lactation research in mammals and humans: the mammary gland in health and disease» (Уппсала, Швеция, 2011-2013);
- международной конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов ФГБОУ ВПО СПбГАВМ (г. Санкт-Петербург, Россия, 2011 -2022);

- международной научной конференции по патофизиологии животных, посвященной 90-летию кафедры патологической физиологии ФГБОУ ВПО СПбГАВМ (г. Санкт-Петербург, Россия, 2011);
- III съезде фармакологов России «Актуальные проблемы ветеринарной фармакологии, токсикологии и фармации» (г. Санкт-Петербург, Россия, 2011, 2012);
- втором международном конгрессе ветеринарных фармакологов и токсикологов, посвященном восьмидесятилетию заслуженного деятеля науки РФ, профессора Соколова Владимира Дмитриевича «Эффективные и безопасные лекарственные средства в ветеринарии» (г. Санкт-Петербург, Россия, 2012);
- 66-й международной научной конференции молодых ученых и студентов СПбГАВМ (г. Санкт-Петербург, Россия, 2012);
- конференции в рамках выставки «Агрорусь» с докладом «Оптимизация способов обеспечения витаминно-минерального питания крупного рогатого скота препаратами пролонгированного действия» (г. Санкт-Петербург, Россия, 2012);
- круглом столе «Болезни животных, наносящие значимый экономический ущерб животноводству» с докладом «Причины нарушения воспроизводительной функции высокопродуктивных коров в условиях Ленинградской области и способы ее коррекции» (г. Москва, Россия, 2012);
- совместном заседании Северо-западного регионального научного центра и Комитета по агропромышленному комплексу и продовольственному рынку Мурманской области с докладом «Современный способ профилактики нарушения обмена веществ у высокопродуктивных коров» (г. Мурманск, Россия, 2014);
- конференции «Обеспечение безопасности продукции животноводства Северо-Западного региона Российской Федерации в свете требований Технических регламентов Таможенного союза» в рамках

выставки-ярмарки "Агрорусь 2014" (г. Санкт-Петербург, ВК «Ленэкспо», Россия, 2014) с докладом «Профилактика нарушений минерального обмена веществ у высокопродуктивных коров в послелетельный период»;

- III Межрегиональная бирже интеллектуальной собственности в рамках X Петербургского Партнериата малого и среднего бизнеса Санкт-Петербург-регионы России и зарубежья (г. Санкт-Петербург, Россия, 2016) с докладом «Минеральные болюсы Кальций-Интенсив»;

- конференции, посвященной 120-летию М. Ф. Томмэ (Россия, 2016);

- международной научно-практической конференции «Аграрная наука в условиях модернизации и цифрового развития АПК России» (г. Курган, Россия, 2022);

- международной конференции «Experimental Biology» (США, 2021);

- научно-практической конференции с международным участием «Аграрная наука на современном этапе: состояние, проблемы, перспективы» (г. Вологда, 2022);

- международной научно-практической конференции молодых ученых и обучающихся «Интеллектуальный потенциал молодых ученых как драйвер развития АПК», ФГБОУ ВО СПбГАУ, (г. Санкт-Петербург, Пушкин, Россия, 2022) с докладом «Инновационный способ витаминно-минерального питания коров в транзитный период и его роль в воспроизводстве молочных коров»;

- международной конференции «Актуальные вопросы ветеринарной медицины, посвященной 100-летию кафедр клинической диагностики, внутренних незаразных болезней животных им. Синева А. В., акушерства» (г. Санкт-Петербург, Россия, 2022).

### **Публикации результатов исследований**

По материалам диссертации опубликовано 40 научных работ, из них 13 в рецензируемых журналах ВАК РФ (журнал «Ветеринария», «Международный вестник ветеринарии», «Иппология и ветеринария»), 4 в журналах базы данных Scopus (FASEB Journal), 20 в региональной печати, раздел в монографии (Полноценное кормление молочного скота – основа реализации генетического потенциала продуктивности: монография / составители В. И. Волгин, Л. В. Романенко, П. Н. Прохоренко, З. Л. Федорова, Е. А. Корочкина. – Москва: Российская академия наук, 2018. – 260 с.). Разработаны методические указания «Рекомендации по применению витаминно-минеральных болюсов пролонгированного и краткосрочного действия для крупного рогатого скота», утвержденные Координационным советом по проблемам животноводства, ветеринарии и АПК Европейского Севера Северо-Западным Центром междисциплинарных исследований проблем продовольственного обеспечения – обособленным структурным подразделением ФГБНУ «Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр РАН», протокол № 2 от 21.11.2022. Получен патент РФ на изобретение (Болюс Кальций-Интенсив Плюс RU 2603482 C1, 02.11.2016).

### **Личный вклад автора**

Заключается в непосредственном участии соискателя во всех этапах выполнения диссертационного исследования, постановки и проведении опытов: анализ отечественных и зарубежных литературных источников, разработка и регистрация болюсов краткосрочного действия; сбор и анализ производственных и морфометрических показателей; проведение гистологических и биохимических исследований; анализ полученных данных; подготовка докладов на конференции различных уровней, включая международные; написание статей и текстов докладов; написание диссертации и составление автореферата. Автором представлена степень изученности предстоящего исследования в научной литературе, определена



научная проблема, цель, задачи и модель исследования. Лично планировал, организовывал и проводил эксперименты, с использованием общеклинических, гематологических, биохимических, гормональных и гистологических методов на современном сертифицированном оборудовании в течение 10 лет. Автор осуществлял статистическую обработку, анализ, обобщение полученных результатов, предложений производству и перспектив дальнейшей разработки темы. Доля участия соискателя при выполнении диссертационной работы составляет 95%.

Автор выражает благодарность канд. биол. наук, доценту Бахта А. А., канд. биол. наук, доценту Балыкиной А. Б., а также сотрудникам клиническо-биохимической лаборатории при ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины»: канд. биол. наук, доценту Пилаевой Н. В., канд. ветеринар. наук, доценту Трушкину В. А., канд. биол. наук, доценту Васильевой С. В. за оказание помощи в организации проведенных исследований.

### **Объем и структура и работы**

Диссертация изложена на 260 страницах машинописного текста и состоит из введения, обзора литературы, материала и методов исследований, результатов собственных исследований, выводов, предложений производству, перспектив дальнейшей разработки темы, списка использованной литературы, включающего 267 наименований отечественных и 77 наименований иностранных авторов. Работа содержит 22 таблицы, 7 диаграмм, 7 схем, 41 рисунок, 8 приложений.

## 1. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

### 1. 1 Обзор литературы

#### 1. 1. 1 Современные представления о витаминно-минеральном гомеостазе

Сохранение нормального функционального состояние организма животного в условиях постоянной адаптации к разным факторам осуществляется за счет гомеостаза, или способности организма поддерживать устойчивое состояние здоровья. Уолтер Кеннон (1930), вводя термин «гомеостаз», выделял четыре основных принципа его определяющих: постоянство, изменения и сопротивление изменениям, регулирующие механизмы и организованное самоуправление ("Cannon's Four Features of Homeostasis").

Разработанные У. Кэнноном принципы гомеостаза были частично основаны на концепции работы Клода Бернара “внутренняя среда”, в которой представлено понятие равновесия клеток перед лицом внешних сил. Позднее, в 1936 году канадским ученым Гансом Селье была опубликована первая небольшая заметка, посвященная вопросу «общего адаптационного синдрома» (Е. В. Даев, 2019). То есть основной характерной особенностью, как гомеостаза, так и общего адаптационного синдрома или стресса является адаптационное свойство организма к изменяющимся условиям окружающей среды.

По данным Анохина, П. К. (1962), гомеостаз представляет собой процесс саморегуляции организма как целостной системы. Клопов, М. И. с соавт. (2022) в своей работе указывает на метаболическую основу адаптации или количественное изменение обменных процессов в клетках. При этом большое значение имеет синтез белков и ферментов. Витамины и минеральные вещества, являющиеся частью ферментов, также принимают активное участие в процессе гомеостаза.

Учитывая постоянно меняющиеся условия окружающей среды и эволюционно выработанное свойство организма адаптироваться к ним, актуальным является изучение элементов, принимающих участие в данном процессе, главным образом витаминных и минеральных веществ.

#### **1.1.1.1 Физиологическая роль и метаболизм витаминных и минеральных веществ у коров**

Проводя анализ литературных данных, нужно отметить, что физиологическая роль витаминов и минеральных веществ в жизнедеятельности организма как животных, так и человека достаточно хорошо изучена.

Фактически любое превращение молекул в живой клетке происходит с участием биологических катализаторов – ферментов. Данный факт определяет значение этих веществ в углеводном, липидном, белковом, водно-минеральном обменах веществ. Многочисленными исследованиями доказана тесная связь ферментов и витаминов. Что касается водорастворимых витаминов, то на сегодняшний день определена их роль в качестве коферментных групп в составе сложных ферментов. В связи с этим, при современных фармацевтических разработках принимается во внимание влияние витаминов и минеральных веществ на обменные процессы в организме (Б. М. Федоров с соавт., 2015).

Проводя анализ литературных данных в области витаминологии, необходимо обратить внимание на существующее разделение витаминов на две группы – жирорастворимые и водорастворимые. Принципиальным различием данных групп является способность первых депонироваться в печени, жировой ткани, а также в других органах и тканях организма (Н. Ф. Гусев, 2017; Ю. В. Конопатов с соавт., 2022).

Витамин А, согласно многочисленным исследованиям, является одним из наиболее нестабильных. Биологически активной формой предшественника витамина А является  $\beta$ -каротин – желтый пигмент.

По данным Федорова, Б. М. с соавт. (2015), Гнездиловой, Л. А., Карпенко, Л. Ю. с соавт. (2015), Конопатова, Ю. В. с соавт. (2022), структура витамина А включает ионовое кольцо и боковую цепь в виде конденсата из молекул изопрена и завершающей спиртовой группой. Наличие двойных связей выступает как маркер способности витамина А к окислению. Из этого следует, что различные антиоксиданты необходимы для стабилизации структуры витамина А.

Многочисленными исследованиями установлена не способность организма животных синтезировать каротин и витамин А. Вместе с тем, микроорганизмы толстой кишки сельскохозяйственных животных синтезируют каротиноиды без дальнейшей усвояемости организмом (А. Р. Вальдман с соавт., 1977; Б. М. Федоров с соавт., 2015).

Как отмечает Федоров, Б. М. с соавт. (2015), Гусев, Н. Ф. (2017), Конопатов, Ю. В. с соавт. (2022), молекула  $\beta$ -каротина кормов, попадая в тонкую кишку, а также в печень, при участии фермента каротиназы и молекулярного кислорода распадается на две симметричные молекулы витамина А. В печени витамин А способен депонироваться в виде сложных эфиров уксусной или пальмитиновой кислот, транспорт которого происходит с помощью специального ретинолсвязывающего белка. Витамин А находится в тканях организма в форме ретинола, ретиналя и ретиноевой кислоты. Согласно данным Кононского, А. И. (1992), потребность в витамине А у животных при обильном поступлении каротина с кормом полностью удовлетворяется с образованием запаса, 70-90% которого откладывается в печени или, по сведениям Иванова, А. А. (2007), выводится с молоком.

Одна из главных функций витамина А, участие в структурной целостности эпителиальных мембран, происходит благодаря трансформации ретинола в ретинол-фосфат, переносчик остатков маннозы и галактозы, необходимых для синтеза гликопротеинов и мукополисахаридов.

Витамин А имеет функционально важное значение в воспроизводстве, принимая участие в росте и делении клеток. Данный факт объясняет смертность эмбрионов в случае гиповитаминоза А. Необходимо упомянуть еще об одном свойстве витамина А, как пигмента (форма ретиналя), инициирующего ответ палочек и колбочек сетчатки глаза на свет, таким образом, обеспечивая передачу нервного сигнала в мозг (Б. М. Федоров с соавт., 2015; К. В. Племяшов с соавт., 2016).

Еще один представитель группы жирорастворимых витаминов, витамин Е (токоферол), содержится во всех зеленых кормовых растениях, синтез которого происходит с участием микрофлоры пищеварительного тракта. Всасывание данного витамина в кишечнике происходит при участии желчи и секрета поджелудочной железы. По сведениям Андрейчук, П. с соавт. (1997), объем всасывания токоферолов корма составляет 50%. Органами депо являются печень, жировая ткань, мышцы, селезенка (Б. М. Федоров с соавт., 2015; D. Coneic с соавт., 2021). Согласно исследованиям Hidiroglou N. с соавт. (1990), наибольшая удельная концентрация витамина Е определена в надпочечниках.

Удовлетворение потребности организма в сере и метионине оказывает благоприятное влияние на усвоение витамина Е (А. А. Беляев, 1970).

Кондрахин, И. П. с соавт. (1985), Хазипов, Н. З. с соавт. (1999) отмечают, что витамин Е имеет выраженное синергическое действие с витамином А, предохраняя его от окисления. В свою очередь, витамин Е профилактирует развитие гиповитаминоза А, задерживая каротин в кишечнике (Л. А. Кудрявцева, 1970, 1974).

Федоров, Б. М. с соавт. (2015), Гнездилова, Л. А., Карпенко, Л. Ю. с соавт. (2015), Конопатов, Ю. В. с соавт. (2022), Медведев, И. Н. с соавт. (2022), Максимов, В. И. с соавт. (2022), Кузьменкова, С. Н. (2015) в своих работах выделяют функциональную характеристику токоферола, согласно которой жирорастворимый витамин является антиоксидантом, защищающим

непределённые жирные кислоты мембран клеток от окисления. Витамин Е способствует упрочнению клеточных мембран, поддерживая структуры мембран митохондрий, а также инактивирует свободные пероксильные радикалы липидов, образуя более стабильные радикалы токоферола.

Велико влияние витамина Е на синтез цитохромов, пировиноградной кислоты и глюкозы в мышечной ткани, гема- и иммуноглобулинов, для нормального функционирования поперечнополосатых мышц, клеток печени, нервной системы и некоторых эндокринных желез (N. M. Derrick, L. A. Wishrer, 1967),

По данным Алехина, Е. К. (1985), Upston, J. M. с соавт. (2003), витамин Е оказывает влияние на обмен липидов, макро- и микроэлементов, способствует усилению гуморального иммунитета, снижает отрицательное воздействие стрессовых факторов. Установлено также участие токоферола в фосфолировании витаминов группы В (Н. В. Бромлей, 1970, R. Spector с соавт., 2007), а также в процессе биологического окисления (Б. М. Федоров с соавт., 2015).

Благодаря исследованиям Kosa, C. A. с соавт. (2021) установлен синергизм между витамином Е и селеном.

Витамин Д выступает в виде предшественников стероидной структуры. Выделяют две биологически активные формы: витамин Д<sub>2</sub> и витамин Д<sub>3</sub> (Б. М. Федоров с соавт., 2015).

Многочисленными исследованиями определен стероид-7-дегидрохолестерол, который находится в коже животного и под влиянием ультрафиолетового облучения трансформируется в витамин Д<sub>3</sub> (холекальциферол). Далее поступает в печень, вступает в реакцию гидроксирования с НАДН и O<sub>2</sub>, превращается в 25-гидроксихолекальциферол, который является основной циркулирующей формой витамина Д. Последний, поступая в почки, вновь подвергается гидроксированию и превращается в наиболее активную форму витамина Д

– 1,25-дигидроксиголекальциферол (1,25 (ОН)<sub>2</sub> Д<sub>3</sub>) (Б. М. Федоров с соавт., 2015, Э. В. Горчаков с соавт., 2022).

Hodnik, J. J. с соавт. (2020) в своей обзорной статье, посвященной значению витамина Д в организме коров, указывает на то, что механизм действия витамина Д подобен с таковым типичного стероидного гормона (кальцитриола). При этом происходит регуляция экспрессии гена для индукции синтеза иРНК, необходимого для синтеза Са-связывающего белка. Последний является переносчиком Са<sup>++</sup> через слизистую оболочку тонкой кишки. Данный метаболит, по сведениям Васильевой, С. В с соавт. (2009), Федорова, Б. М. с соавт. (2015), Гнездиловой, Л. А., Карпенко, Л. Ю. с соавт. (2015), способствует выходу депонированного кальция из костей. В связи с этим, основной эффект действия витамина Д состоит в обеспечении транспорта Са и Р из кишечника через мембраны эпителия. Кроме того, витамин Д способствует реабсорбции Са и Р в почечных канальцах, тем самым уменьшая их выведение с мочой.

По сведениям Hodnik, J. J. с соавт. (2020), роль витамина Д не ограничивается только гомеостазом Са и метаболизмом костей, но также связана с иммунитетом.

Что касается водорастворимых витаминов, то их особенностью является то, что они не депонируются в тканях животного, что является основанием постоянного поступления данных элементов с кормами. Все витамины этой группы, за исключением витамина С, являются коферментами сложных ферментов (Б. М. Федоров с соавт., 2015; Ю. В. Копатов с соавт., 2022).

Согласно результатам многочисленных исследований, биологическое значение витамина С заключается в участии его в окислительно-восстановительных процессах. Доказано участие витамина С в обмене жирных кислот и холестерина (И. Е. Захарчук с соавт., 1974), метаболизме

кальция и фосфора (П. Андрейчук с соавт., 1997), в переносе железа (И. И. Матусис, 1974).

По данным Антоновой, Ж. В. (2019), Иванова, А. А. с соавт. (2022), у взрослых жвачных животных отсутствует потребность в пищевом витамине С по причине синтеза в печени из углеводов.

Согласно данным Федорова, Б. М. с соавт. (2015), активный синтез витамина В<sub>1</sub>, или тиамина, происходит микрофлорой рубца жвачных. Местом абсорбции тиамина является тонкая кишка, откуда он поступает в различные органы и ткани организма. Результаты исследований П. И. Шилова с соавт. (1974) указывают на то, что длительное углеводное питание сопровождается развитием недостаточности витамина В<sub>1</sub> и одновременным увеличением расходования витамина В<sub>2</sub> и С.

Как отмечает Никулин, И. А. (2002), основными формами витамина В<sub>2</sub> являются флавиномононуклеотид (ФМН) и флавиндинуклеотид (ФАД). Флавиновые ферменты принимают участие в общем метаболизме углеводов, аминокислот, жирных кислот и окислении многих веществ. Жвачные животные способны удовлетворять свою потребность в витамине В<sub>2</sub> за счет синтеза микрофлорой пищеварительного тракта (П. Андрейчук с соавт., 1997).

Витамин В<sub>3</sub>, согласно данным Федорова, Б. М. с соавт. (2015), Weiss, W. P. (2017), является незаменимым фактором в метаболизме жиров, белков и углеводов.

Биологически активной формой витамина В<sub>6</sub>, пиридоксина, является пиридоксаль-5-фосфат – кофермент ряда сложных ферментов: трансаминазы и декарбоксилазы (С. L. Girard с соавт., 2021; Ю. В. Конопатов с соавт., 2022).

Витамин В<sub>12</sub>, цианкобаламин, синтезируется анаэробными микроорганизмами желудочно-кишечного тракта млекопитающих и птиц (Б. М. Федоров с соавт., 2015). Особенностью использования организмом



данного водорастворимого витамина является отщепление его от белка с помощью соляной кислоты желудочного сока или трипсина в тонком отделе кишечника. После чего он связывается с гастромукопротеином желудочного сока и в виде этого комплекса абсорбируется в тонкой кишке, поступая далее в кровь портальной системы (D. Gille с соавт., 2015; W. P. Weiss, 2017).

Согласно исследованиям Wei, X. с соавт. (2018), витамин Н или биотин синтезируется бактериями желудочно-кишечного тракта и является активным переносчиком карбоксильных групп в различных реакциях карбоксилирования. Присутствие биотина как кофермента необходимо для синтеза мочевины на первом этапе. Установлено, что добавки с биотином в рационе коров в транзитный период положительно влияют на метаболизм аминокислот.

Согласно исследованиям Ковзова, В. В. (2007), среди факторов кормления важное место занимают минеральные вещества, недостаток или избыток которых наносит значительный ущерб животноводству, сдерживает рост поголовья, снижает производительность и плодовитость, вызывает заболевания у животных и ухудшает качество продукции. В своей работе «Особенности обмена веществ у высокопродуктивных коров» автор также отмечает, что макро- и микроэлементы должны поступать в организм животных в оптимальных количествах и соотношениях и в строгом соответствии с потребностями продуктивных животных. Только определенная часть макро- и микроэлементов может всасываться и превращаться в организме в метаболически активную форму, на основании чего существует понятие биологической доступности (БД), под которым большинство исследователей понимают эффективность усвоения и использования минеральных веществ у животных из разных источников или при разном физиологическом состоянии организма. Балансирование рационов с учетом биологической доступности разрешает более полно удовлетворять потребности организма в макро- и микроэлементах, более

рационально использовать корма и добавки и объективно оценивать новые кормовые средства и способы подготовки кормов к скармливанию.

Результаты некоторых исследований на животных являются убедительными доказательствами связи между доступностью пищевых микроэлементов и микробным составом в кишечнике (Viktor Bielik с соавт., 2021).

Макроэлементы выполняют ряд жизненно важных функций в организме животных: участвуют в формировании гомеостаза, имеют непосредственное отношение к регуляции репродуктивной функции и интенсивности роста животных, играют важную роль в поддержании функционального состояния центральной нервной системы (ЦНС), а также в передаче импульсов в синапсах и свертывании крови (В. И. Слободяник с соавт., 2008).

По данным Соколовой, А. В. с соавт. (2000), Викторова, П. с соавт. (2005), наличие минеральных веществ в рационе является необходимым условием полноценного кормления животных.

Calder P. C. (2013) в своих исследованиях указывает на важность, концентрации белков, энергии, минералов и витаминов в рационе и их роль в иммунной функции. В частности, дефицит или избыток минералов и витаминов изменяет различные компоненты иммунной системы (E. S. Wintergerst с соавт., 2007; S. J. McClure, 2008). Диетические потребности в минералах и витаминах для оптимизации иммунной функции могут быть выше, чем те, которые необходимы для максимального роста животного или его репродуктивной функции.

Топорова, Л. В. с соавт. (2004) отмечает, что одним из показателей полноценности кормления служат данные о содержании кальция и фосфора в сыворотке крови, натрия и калия в слюне, резервной щелочности и других.

Процесс поступления и всасывания микроэлементов зависит от ряда факторов. Так, процесс всасывания кальция обусловлен такими факторами,

как оптимальная кислотность содержимого кишечника (избыток соляной кислоты в содержимом кишечника обуславливает превращение углекислого кальция в растворимый хлорид кальция). Напротив, повышенная щелочность содержимого кишечника обуславливает образование нерастворимого углекислого кальция и третичного фосфата кальция, в результате чего всасывание кальция снижается. Достаточное содержание в организме витамина D (при недостатке этого витамина в кишечнике всасывается мало кальция, несмотря на достаточное поступление его с кормом). Оптимальный уровень фосфатов или оксалатов в кормах (избыток фосфатов или оксалатов в кормах обуславливает образование плохо растворимых и неусвояемых солей кальция (третичный фосфат кальция, оксалат кальция). Поступление в кровь из паращитовидных желез достаточного количества паратгормона (присутствие этого гормона повышает всасывание кальция при наличии адекватного количества витамина D), нарушение усвоения жиров в кишечнике (при высоком содержании жиров в кормовых массах кишечника высшие жирные кислоты образуют с кальцием нерастворимые и невсасываемые соединения), диареи снижают усвоение кальция.

Согласно данным Ковзова, В. В. (2007), кальций совместно с фосфором используется главным образом при остеосинтезе и минерализации костей и зубов. Кальций откладывается в костях в процессе окостенения хрящевой ткани. Мобилизуемая часть кальция откладывается в губчатой структуре костной ткани, где происходит наиболее интенсивный обмен кальция между костной тканью и кровью.

Кальций в организме преимущественно используется в обмене других минеральных веществ (магний, фосфор, натрий, алюминий, цинк и марганец). Он играет важную роль в активации или ингибировании деятельности многих ферментов, в усилении функций многих гормонов, в проницаемости клеточных мембран и процессе свертывания крови. Вместе с другими электролитами он участвует в регуляции нейромышечных

возбуждений и механизме мышечных сокращений, из чего следует, что снижение концентрации  $\text{Ca}^{++}$  при щелочной реакции крови вызывает повышенное возбуждение нервных пластинок соматических нервных окончаний, что иногда приводит к тетании.

По данным Топоровой, Л. В. с соавт. (2004) в организм коров должно поступать от 4 до 6 г кальция в 1 кг сухого вещества рационов для нормального течения обменных процессов. В балансовом опыте на коровах черно-пестрой породы различной селекции, проведенном в период раздоя, со среднесуточным удоем 22 - 25 кг молока, Басоновым, О. А. (2005) было установлено, что содержание в рационе 105 - 113 г кальция обеспечивает положительный баланс этого элемента.

Бегучев, А. П. с соавт. (1984), Ковзов, В. В. (2007), Рядчиков, В. Г. (2022) в своих работах выделяют такое необходимое условие всасывания органически связанного фосфора, как превращение его в неорганический, который у жвачных животных усваивается преимущественно в сычуге и в меньшей степени в остальных отделах пищеварительного тракта. Кроме того, исследователи единогласны в следующем: избыток в рационе ионов кальция, магния и алюминия способствует образованию в кишечнике нерастворимых и неусвояемых фосфатов.

По данным Яковчика, Н. С. (2005), фосфор, кроме своей основной функции в процессе образования костей и зубов, играет в организме и другие важные роли. Он содержится во всех клетках, является составной частью нуклеиновых кислот, фосфопротеинов и фосфолипидов. Фосфор необходим для фосфорилирования и окисления многих важных субстратов в обменных процессах. Многие органические соединения, прежде всего углеводы, а также метаболиты белков и жиров, не подвергаются ферментному воздействию без предварительного фосфорилирования. Органические соединения, содержащие в своей молекуле одну или более фосфатных групп, удерживают химической связью определенное количество энергии

(аденозиндифосфат, аденозинтрифосфат, креатинофосфат). Освобождение фосфатных групп из молекулы сопровождается высвобождением энергии, которая позднее используется для химического синтеза, мышечной работы или для превращения в тепловую энергию.

Овсеенко, Ю. В. (1983) в своей работе особое внимание уделяет макроэлементу фосфору в обмене веществ у животных. Главным образом, фосфор в составе фосфорорганических соединений принимает участие во всех важнейших процессах обмена. По данным исследователя, такие промежуточные продукты основных процессов катаболизма (гликолиз, гликогенолиз, окисление жирных кислот, распад белков и др.) и анаболизма (синтез различных соединений клеткой) являются органическими соединениями фосфорной кислоты. Кроме того, фосфорная кислота это важная составляющая многих коэнзимов (кофакторов ацетилирования коэнзима А, коэнзима карбоксилирования и декарбоксилирования – липотиамидпирофосфатаи других) (М. И. Клопов, 2021; О. В. Охрименко, 2022).

По данным Топоровой, Л. В. (2004), фосфорная кислота входит в состав некоторых витаминов группы В. У жвачных возникает большая потребность в фосфоре для обеспечения процесса развития микрофлоры рубца. Фосфор также обеспечивает синтез важных белков и витаминов, прежде всего у животных, находящихся на синтетических и полусинтетических рационах, содержащих мочевины.

По данным Георгиевского, В. И. (1970), одно- и двухзамещенные фосфаты образуют в крови буферную систему, принимающую совместное участие с карбонатным и белковым буфером в регуляции кислотно-щелочного равновесия.

Клор, G. с соавт. (2013) отмечают участие фосфора в пищеварении жвачных, в частности, переваримость целлюлозы зависит от наличия фосфора в рубце.

По данным Соколова, А. В. с соавт. (2001), усвоению магния способствует присутствие глюкозы, а также кальция и фосфора. Ковзов В. В. (2007) также отмечает, что эффективность усвоения магния рациона зависит от содержания этого элемента в организме. По мнению Трисветовой, Е. Л. (2012), непрерывное пополнение внеклеточного магния происходит из костной и мышечной ткани. При этом в случае возникновения внутриклеточного дефицита 20-30% депонированного элемента немедленно перемещается в клетку.

Многочисленными исследованиями установлено, что чем больше содержания кальция в принимаемом корме, тем меньше отложение магния в костях, что объясняется по всей вероятности, влиянием антагонизма кальция и магния при их депонировании в костях или воздействием преимущественного отложения редуцированного количества магния в мягких тканях (А. В. Соколов с соавт., 2001; Е. Л. Трисветова, 2012).

Как в клетках, так и во внеклеточных пространствах организма животных магний выполняет ряд важных функций. Он усиливает активность аденозинтрифосфатазы, выполняет функцию некоторых составных пентозного цикла, в том числе кофермента А и ряда ферментов цикла Кребса.

По мнению Савченко, С. (2006), магний вместе с тиаминпирофосфатом является непременным фактором декарбоксилирования. Он незаменим для осуществления функций респираторных ферментов, а также ферментных систем, обеспечивающих обмен нуклеиновых кислот. Магний играет значительную роль и в рубцовом пищеварении, являясь катализатором ферментов, ускоряющих обменные процессы в преджелудках; влияет на центральную нервную систему, принимая участие в осуществлении передачи импульсов в нейромышечных реакциях. По данным Георгиевского, В. И. с соавт. (1979), магний необходим для нормальной деятельности рубцовой микрофлоры у жвачных, являясь, по-видимому, активатором ее ферментов.

Существует мнение, согласно которому магний участвует в процессах углеводного и жирового обмена (В. Н. Кузьмичева, 2015). Незаменимость магния выражается также в способности повышать эффективность усвоения углеводов и нормализовать функцию нервной системы (Л. В. Янковская, 2015).

По данным Хайруллина, Д. Д. с соавт. (2022), всасывание меди происходит в кишечнике, выделение - преимущественно в толстой кишке, а также частично с желчью, молоком, слюной и мочой.

По данным Георгиевского, В. И. с соавт. (1979), Медведева, И. Н. с соавт. (2022), медь принимает участие в гемопоэзе, в процессах минерализации бежового органического матрикса обызвествленных тканей, способствует синтезу гемоглобина, цитохромоксидазы, йодированных гормонов щитовидной железы и половых гормонов.

Никулин, И. А. (2002), Thorndyke, M. P. с соавт. (2021) в своих работах отмечают роль микроэлемента меди в обеспечении нормального функционального состояния эндокринной и нервной систем, регуляции процесса гликолиза, обмене белковых соединений и репродуктивных функций.

По данным Грожевской, С. Б. (1970), медь принимает участие в обеспечении нормального течения процесса пигментации и креатинизации шерсти, остеогенезе, формировании миолина.

В исследованиях Hernandez-Sanchez, D. с соавт. (2019) раскрыта роль меди в жизнедеятельности микрофлоры желудочно-кишечного тракта жвачных. Добавление меди в рацион жвачных до 40 мг в грамме сухого вещества не оказывало отрицательного действия на рост бактерий в рубце и снижало уровень производства метана не влияя на кинетику рубца.

Кузьмичева, В. Н. с соавт. (2015) указывает на важную роль медьсодержащих ферментов и белков в окислительно-восстановительных процессах. Кроме того, доказана роль атомов меди в составе ферментов как

переносчиков электронов, а также для образования ферментсубстратных комплексов и третичной структуры ферментов.

Богомолова, И. К. с соавт. (2021) обращает особое внимание на роль меди как важного и незаменимого микроэлемента внеклеточного созревания коллагена, который придает соединительному матриксу упругость и эластичность. По данным Дубовой, А. В. (2017) медь входит в состав кофермента лизилоксидазы, обеспечивающего межмолекулярные связи коллагена и эластина, принимает участие в минерализации скелета, синтезе эритроцитов, способствует всасыванию железа.

Цинк также относится к числу микроэлементов. По мнению Богомолова, И. К. (2021), этот важный микроэлемент, входит в состав более 300 металлоферментов, способных расщеплять трехспиральные стержнеобразные макромолекулы коллагена.

По данным Самохина, В. Т. (1991, 1999), всасывание цинка происходит в кишечнике, после чего большая его часть попадает сначала в печень, а из нее доставляется во все органы и ткани. Наибольшее количество цинка зарегистрировано в костной ткани, мозге, поджелудочной и половых железах, в коже и шерстном покрове. При этом, трансферрин является переносчиком цинка по организму.

Многочисленными исследованиями установлено, что данный микроэлемент является специфическим незаменимым компонентом карбоангидразы эритроцитов, а также неспецифическим компонентом и кофактором ряда дегидрогеназ и щелочной фосфатазы (Д. Н. Пудовкин с соавт., 2019; Ю. М. Гармаза с соавт., 2021; Ю. В. Конопатов с соавт., 2022).

По сведениям Ianni, A. с соавт. (2020), Саргаева, П. М. (2021), ионы цинка служат в качестве стабилизаторов инсулина – гормона, который обеспечивает перенос глюкозы в клетку, а также являются жизненно важными компонентами сперматозоидов.



Основными функциями цинка является регуляция обменных процессов, участие в процессах дыхания, кроветворения, опорно-двигательной и иммунной систем. Данный микроэлемент повышает активность витаминов, влияет на функциональную деятельность половых органов и жизнедеятельность организма в целом. Доказана роль цинка в регуляции генетического потенциала клетки, а также в процессах воспроизводства путем активизации гипофиза (Е. В. Лёвичева с соавт., 2015; Н. В. Воробьевас соавт., 2017; С. В. Васильева, 2021; И. С. Серяков с соавт., 2022).

Содержание марганца в организме животных составляет 0,2 - 0,5 мг/кг массы тела, крупного рогатого скота - около 1 г. Местом локализации данного микроэлемента являются кости, печень, почки, поджелудочная железа, гипофиз и шерстный покров (И. А. Никулин, 2002) .

Согласно данным Васильевой, С. В. (2021), Конопатова Ю. В. с соавт. (2022), Лунегова А. М. (2022), всасывание марганца происходит в основном в двенадцатиперстной кишке. Однако объем усвоившегося марганца из корма составляет 10-18%.

Hurley, L. S. с соавт. (1983), Kirchgessner, M. (1987), Никулин, И. А. (2002) указывают на то, что потребность жвачных животных определяется их продуктивностью, а также содержанием кальция и фосфора в рационе. При этом, высокий уровень кальция и низкий уровень фосфора увеличивает потребность животных в марганце. По данным Георгиевского, В. И. с соавт. (1979), избыточное поступление с кормом марганца оказывает отрицательное влияние на усвоение кальция, фосфора и магния.

Достоверно установлено активное участие марганца в окислительно-восстановительных процессах, активизации ферментных процессов, связанных с обменом белков, углеводов и липидов, тканевом дыхании, костеобразовании, биосинтезе аскорбиновой кислоты и витамина В12 (В. Н. Кузьмичева, 2015; Б. С. Калоев, 2022).

Никулин, И. А. (2002), Anchordoquy, J. P. с соавт. (2014) в своей работе отмечает роль марганца в росте и развитии плода, процессе репродукции, функциональной способности желез внутренней секреции.

Кузьмичева, В. Н. (2015) отмечает роль марганца в синтезе гликозаминогликанов.

Особое значение в работе преджелудков жвачных животных отводится микроэлементу кобальту, содержание, в основных кормах которого, не покрывает потребности животного. Так, по данным Кондратьева, Ю. Н. (1979), количество кобальта в зеленой траве, сене, силосе, корнеплодах и зеленых кормах не превышает 0,1-0,3 мг/кг сухого вещества.

Основными функциями кобальта являются стимуляция роста микрофлоры рубца и синтеза витамина В12 у жвачных животных, участие в углеводном, белковом, жировом и минеральном обменах веществ, в переносе электронов в дыхательной цепи, в процессах кроветворения по средством перехода депонированного железа в состав гемоглобина образующихся эритроцитов в красном костном мозге (К. Stemme с соавт., 2006, 2008; В. Н. Кузьмичева, 2015). Кобальт улучшает усвоение содержащегося в кормах азота (И. А. Никулин, 2002; А. Г. Кудрин, 2008).

По данным Кальницкого, Б. Д. с соавт. (1997), Конопатова, Ю. В. с соавт. (2022), большая часть кобальта находится в печени, почках и селезенке.

Селен является важным микроэлементом для организма животного, биологическое действие которого по ряду характеристик подобно витамину Е, что объясняется участием селена в окислительно-восстановительных процессах. Усвоение селена зависит не только от свойств и концентраций химических соединений данного микроэлемента, но и других элементов, входящих в состав кормов (П. М. Саргаев, 2021).

По сведениям Кузьмичевой, В. Н. (2015), селен принимает участие в белковом, липидном и углеводном обменах, в регуляции многих

ферментативных реакций. Многочисленными исследованиями доказана роль селена в репродукции самцов и самок (D. Wilde, 2006; К. В. Племяшов, 2010; Х. Б. Баймишев с соавт., 2020).

Йод, главным образом, влияет на функциональную способность щитовидной железы и уровень синтеза тиреоидных гормонов (В. Н. Кузьмичева, 2015; М. В. Шалак, 2019; Б. С. Убушаев, 2020). По данным Кот, А. Н. с соавт. (2022) тиреоидные гормоны стимулируют активность целлюлозолитической микрофлоры преджелудков жвачных.

Усачев, И. И. в своей монографии (2017) отмечают, что всасывание йода происходит в проксимальном участке тонкой кишке и желудке. По данным Сидорова, К. А. (2021), йод выводится с калом из организма животного по причине низкой его реабсорбции, а также почками в виду отсутствия почечного порога.

Хорошая усвояемость данного микроэлемента у жвачных животных наблюдается из таких соединений, как йодистый калий, дийодсалициловая кислота, пентакальцийортопериодат, йодистый калий и натрий (И. И. Усачев с соавт., 2017).

Харламов, А. В. с соавт. (2018) отмечает, что селен и йод принимают участие в синтезе тироксина и ( $T_4$ ) и трийодтиронина ( $T_3$ ), которые, в свою очередь, регулируют энергетический обмен, терморегуляцию, размножение, рост и развитие.

Баймишев, Х. Б. с соавт. (2020) в своей монографии указывает на тесную корреляцию с плодовитостью таких микроэлементов как марганец, йод, селен и цинк.

Таким образом, витамины и минеральные вещества имеют важное значение в обеспечении жизнедеятельности животных. Основным органом депо витаминов и минеральных веществ являются печень. Всасывание витаминов, а также большинства микроэлементов происходит в тонком отделе кишечника. Исключение составляет фосфор, абсорбция которого

происходит в сычуге жвачных животных при превращении его в неорганический. Кроме того усвояемость магния и марганца зависит от содержания кальция и фосфора.

Основными функциями жирорастворимых витаминов А и Е, а также микроэлементов цинка, кобальта, селена и марганца является участие в окислительно-восстановительных и обменных процессах а также в репродукции; витамина Д, совместно с макроэлементами кальцием, фосфором и магнием – в опорно-двигательной системе. Водорастворимые витамины группы В, а также микроэлемент кобальт являются коферментами сложных ферментов, принимают участие в синтезе микрофлоры рубца жвачных. Магний принимает участие в рубцовом пищеварении жвачных.

### **1. 1. 1. 2 Значение витаминов и минеральных веществ в раскрытии продуктивного потенциала коров и получении здорового приплода**

Генетический прогресс в животноводстве за последние десятилетия позволяет получить большое количество молока от одной продуктивной коровы за одну лактацию. Однако для реализации генетического потенциала по молочной продуктивности необходимо организовать комфортные условия жизнедеятельности организма животных, среди которых важное место занимает полноценное витаминно-минеральное кормление.

По данным Валюшкина, К. Д. с соавт. (2001) витамины имеют высокую биологическую активность, обеспечивают своевременное восстановление в организме веществ, подвергшихся разрушению в процессе обмена. В случае поступления в организм недостаточного количества витаминов, интенсивность ассимиляторных реакций снижается, в результате чего развиваются дистрофические явления, а затем возникают гиповитаминозы и авитаминозы.

Принимая во внимание важную роль витаминов в окислительно-восстановительных реакциях, в случае их низкой биодоступности происходит нарушение обменных процессов, результатом чего является снижение продуктивности, замедление роста, нарушение фертильности у самок и оплодотворяющей способности у самцов, снижение резистентности к инфекционным и паразитарным заболеваниям (В. В. Ковзов, 2007).

Выделение некоторых витаминов с молоком объясняет повышенную потребность организма продуктивных животных в поступлении витаминов извне. Многочисленными исследованиями определена корреляционная зависимость молочной продуктивности коров и уровня витаминной обеспеченности организма. Снижение молочной продуктивности и качества молока наблюдается при витаминной недостаточности (Д. Г. Латыпов с соавт., 2022).

По мнению Гатауллина, Н. Г. (2017), присутствие жирорастворимых витаминов (каротина, витамина Д и Е) в кормах животных стимулирует молочную продуктивность, повышает качество молока, способствует раскрытию репродуктивного потенциала животного и получению здорового потомства.

По данным Тойгильдина, С. В. с соавт. (2012), использование в рационах коров биопрепаратов, содержащих  $\beta$ -каротин и  $\alpha$ -токоферол способствует более интенсивному метаболизму и ассимиляции питательных веществ в организме животных, включая молочную железу. Результатом чего является повышение молочной продуктивности и воспроизводительной способности продуктивных животных.

Сидоркин, В. с соавт. (2007) отмечает влияние жирорастворимых витаминов А, Д<sub>3</sub>, Е на частоту встречаемости послеродовых осложнений, продолжительность сервис-периода и эффективность осеменения коров. Исследователями установлено, что применение витаминсодержащих препаратов сокращает частоту заболеваний в послеродовой период (субинволюция матки встречалась реже в 1,7 раза, задержание последа - в 1,9 раза, послеродовые эндометриты - в 2,3 раза), повышает процент оплодотворяемости животных, сокращает сервис – период (на 35,1 дней) и кратность осеменения (в 2,4 раза).

По данным Marchioli, R. (1999), Дмитриевой, Т. О. (2012),  $\beta$ -каротин участвует в обменных процессах с холестерином, из которого синтезируются стероидные гормоны, регулирует функциональную деятельность эпителиальной ткани полового аппарата, влияет на молочную продуктивность коров и качество молока.

Самохин, В. Т. (2000), проводя наблюдения за динамикой содержания  $\beta$ -каротина в плазме крови у различных возрастных групп обоего пола, установили, что концентрация исследуемого элемента и витамина А у животных находится в прямой зависимости от кормового рациона. Снижение

уровня витамина А и каротина в сыворотке крови сельскохозяйственных животных свидетельствует о низкой доступности каротина или полном отсутствии его в рационах, что приводит к снижению сохранности и продуктивности, ухудшению качества продукции и воспроизводительной функции животных.

Сергеев, А. В. с соавт. (1996), Кузьмич, Р. Г. (2002) в своих работах также указывают на значение  $\beta$ -каротина в реализации продуктивного потенциала коров. По данным Антиповой, В. А. с соавт. (1997), Самохина, В. П. с соавт. (2000),  $\beta$ -каротин способствует повышению сохранности, росту и развитию молодняка, снижению затрат кормов на прирост живой массы, повышению молочной и мясной продуктивности.

Племяшов, К. В. (2010), Дмитриева, Т. О. с соавт. (2014), Коба, И. С. (2015), Баймишев, Х. Б. с соавт. (2020) в своих исследованиях отмечают, что недостаток  $\beta$ -каротина в организме вызывает нарушения репродуктивной функции, такие как: скрытая охота, задержание овуляции, образование кист, удлинение периода между родами и наступлением половой охоты. Кроме того, частота послеродовых эндометритов у коров в том числе зависит от степени усвояемости  $\beta$ -каротина организмом животных (К. Д. Валюшкин, 1988; А. Л. Буланкин, 1995; В. Г. Гавриш, 1997; Р. Г. Кузьмич, 2000; Л. В. Алексеева с соавт., 2001). Исследования указывают на то, что послеродовые эндометриты возникают у коров с низким уровнем бета-каротина в сыворотке крови.

Гавриш, В. Г. (1997) изучая биохимические показатели крови у коров с гинекологическими заболеваниями, выявил корреляционную зависимость между количеством случаев возникновения субклинического эндометрита у коров и концентрацией  $\beta$ -каротина в сыворотке их крови. Так, в сыворотке крови коров с диагнозом «скрытый эндометрит» отмечался низкий уровень  $\beta$ -каротина.

Взаимосвязь низкого уровня  $\beta$ -каротина и витамина А в акушерско-

гинекологической патологии отражена в работах А. Г. Нежданова (1996), Н. И. Полянцева с соавт. (2020), А. П. Студенцова с соавт. (2021).

Дмитриева, Т. О. (2012) в своих исследованиях указывает на эффективность применения  $\beta$  – каротина в рамках профилактики акушерско-гинекологической патологии коров.

Результаты исследований Colonna, A. с соавт. (2011) указывают на то, что недостаточное количество витамина Д и кальция в рационе коров способствует повышению кислотности молока, уменьшает содержание кальция и снижает процент сыропригодности.

Согласно наблюдениям Белехова, Г. П. с соавт. (1965), у животных, с недостатком витамина D в рационе, было зарегистрировано патологическое течение беременности (аборты) и родов (задержание последа), рождение слабого, рахитичного потомства.

Григорьев, Н. Г. (2006), Хайруллин, Д. Д. с соавт. (2022) отмечает, что при недостаточном обеспечении витамином Д у животных снижается продуктивность, наблюдается залеживание, нарушение полового цикла, послеродовые осложнения, деформация копыт, расшатывание зубов, переломы трубчатых костей.

По данным Валюшкина, К. Д. (1993), витамин Е является основным витамином, регулирующим функции размножения у сельскохозяйственных животных. Недостаток данного элемента в рационах маток нарушает зародышевый период беременности. Кузнецов, С. Г. (1992), Григорьев, Н. Г. с соавт. (2006), Варакин, А. Т. с соавт. (2013) регистрируют морфологические и функциональные изменения в органах размножения, результатом чего является бесплодие.

Хайруллин, Д. Д. с соавт. (2022) также указывает на влияние витамина Е на воспроизводительную способность животных.

Известно, что период имплантации является одним из критических периодов внутриутробного развития организма. По данным Садовниковой,



Н. (2006), недостаток витамина Е вызывает нарушение в развитии зародышевого эпителия.

У самцов-производителей Е-авитаминоз выражается в потере подвижности сперматозоидов и сопровождается нарушением безусловных половых рефлексов, в частности локомоторного рефлекса. Согласно данным Миронова, А. К. (2012) пролонгированный недостаток витамина Е в рационах быков-производителей сопровождается дегенеративными процессами в эпителии семенных канальцев яичек, олигоспермией и астенозооспермией.

Результаты исследований Hemingway R. G. (2003) указывают на положительное влияние витамина Е и селена на фертильность маток овец и коров.

Витамины группы В, главным образом, влияют на рост и полноценное развитие животных (Д. Д. Хайруллин с соавт., 2022).

Влияние минеральных веществ на рост животных и раскрытие продуктивного потенциала последних объясняется способностью макро- и микроэлементов взаимодействовать с белками, ферментами и гормонами, выступая в роли специфических активаторов (В. В. Ковзов, 2007).

Недостаток кальция в кормовых рационах становится причиной плохой оплодотворяемости коров, абортос и рождения слабых, недоразвитых телят (Х. Б. Баймишев с соавт., 2020; М. В. Лазарева с соавт., 2020).

На практике чаще встречается дефицит фосфора, чем кальция. При избытке кальция усвояемость (ретенция) фосфора также снижаются. При этом у коров отмечают снижение аппетита, усвоения корма, резистентности к заболеваниям, снижение воспроизводительной способности (И. И. Некрасова, 2014).

Согласно исследованиям Садовниковой, Н. (2006), в организме животных медь в сочетании с кобальтом и марганцем стимулирует рост животных, повышает переваримость протеина. По мнению Ковзова, В. В.

(2007) и ряда исследователей, недостаток меди очень часто сопровождается анемией, вызывает нарушения репродуктивной системы, которые проявляются пониженной плодовитостью и удлинением полового цикла.

По данным Георгиевского, В. И. (1979), медь необходима не только для нормального роста, но и реализации репродуктивного потенциала. Однако снижение биодоступности меди у жвачных животных может происходить при высоком уровне в кормах серы, молибдена, цинка и железа.

Садовникова, Н. (2006) в проведенном опыте доказала, что применение медьсодержащих добавок приводит к нормализации функционирования органов воспроизводства и молочной железы, снижает восприимчивость к инфекциям, за счет укрепления иммунной системы.

Результаты исследования Кряжевой, В. Л. (2004) указывают на то, недостаток кобальта отражается на воспроизводительной способности животных, вызывая как акушерскую (задержание последа), так и гинекологическую (неполноценные половые циклы) патологию. Также отмечается высокий процент эмбриональной смертности, недоразвития плода.

По данным Андросовой, Л. Ф. (2005), результатом введения в рационы коров солей хлористого кобальта в период раздоя явилось повышение молочной продуктивности на 10,7 – 15,2%, содержания жира в молоке. Кроме того, согласно анализу биохимического профиля крови коров, было зарегистрировано повышение содержания каротина на 0,6 - 0,9 мг/л, уровня общего белка - на 8,3 - 9,0 г/л.

По данным Ковзова, В. В. (2007), недостаток в рационах йода может вызвать нарушения в репродукции животных. Приплод в таких случаях рождается слабым, без щетины, с наличием зоба.

Исследования Смирновой, Е. И. (1965) указывают на важную роль йода в процессе воспроизводства, оказывая благоприятное влияние на

функциональное состояние половых желез коров, результатом чего является своевременная оплодотворяемость.

Джамбулатов, М. с соавт. (2006) получили аналогичные результаты в эксперименте по изучению эффективности йодистой добавки «Кайод» при включении ее в летние рационы коров (дефицит данного микроэлемента в рационах составлял 63 процента). При этом удой молока за первые 2 месяца после отела увеличился на 4,5% против контроля. Одновременно улучшились обмен веществ и воспроизводительные функции коров.

Многочисленными исследованиями установлена взаимосвязь репродукции коров от содержания в кормах марганца. Недостаточность марганца проявляется нарушением воспроизводительной функции, деформацией костей и суставов на фоне ингибирования процессов синтеза гликозаминогликанов, снижения активности щелочной фосфатазы в костной ткани. При недостатке марганца замедляются процессы окисления жиров, углеводов, белков, в организме накапливаются недоокисленные продукты обмена (кетоновые тела), пировиноградная кислота, происходит жировая инфильтрация и дистрофия печени, нарушаются процессы созревания фолликулов, задерживается овуляция, снижается оплодотворяемость и отмечаются аборт, а длительный дефицит элемента приводит к рождению слабозрелого приплода с признаками анемии. В сперме самцов при дефиците марганца отмечают низкую подвижность и концентрацию сперматозоидов. Особенно чувствительны к недостатку марганца эмбрионы (Б. Д. Кальницкий с соавт., 1997; И. И. Некрасова, 2014).

Ковзов, В. В. (2007) также отмечает, что марганец оказывает влияние на остеогенез и эритропоэз, рост и воспроизводительную функцию. Недостаток марганца обуславливает снижение воспроизводительной способности быков-производителей, а также является одной из причин эмбриональной смертности у коров. У телят в промышленных условиях

выращивания он обуславливает деформацию костяка, паралич и ненормальную подвижность языка.

По данным Anke, M. (1973), рационы с низким содержанием марганца вызывали патологические изменения в печени и яичниках коров. Добавка солей марганца к основному рациону ускоряет половую зрелость у животных (в среднем на 2 месяца), способствует своевременному наступлению течки и повышает процент оплодотворяемости коров.

Цинк участвует в секреторной деятельности половых желез и гипофиза, в активации ферментов и гормонов, в регуляции минерального обмена в организме (В. В. Ковзов, 2007).

По данным Rajendran, D. (2013) при скармливании коровам наночастиц оксида цинка было зарегистрировано снижение количества соматических клеток молока, а также увеличение молочной продуктивности.

По мнению Горлова, К. с соавт. (2006), Перепелкиной, Л. И. (2007), селен, ускоряя окислительно-восстановительные реакции, повышает продуктивность животных, при этом наблюдается снижение затрат кормов на единицу продуктивности.

Ахметова, И. Н. (2008) отмечает положительное действие при использовании селеноорганических добавок на переваримость корма и усвоение питательных веществ.

Порфирьев, И. А. с соавт. (1996) также отмечает, что частота патологии послеродового периода и молочной железы у животных в зонах с селеновой недостаточностью варьирует от 35% до 50%.

Изучению взаимосвязи низкой концентрации селена и частоты возникновения задержаний последа посвящены работы Ю. Ф. Мишанина (1992).

В исследованиях, проведенных Карамышевым, В. А. (1995) на сухостойных коровах (за 1-2 месяца до отела), которым однократно подкожно вводили 500 мг селената бария, было отмечено повышение

концентрации селена в крови животных и снижение числа случаев задержания последа и субинволюции матки на 19%.

С целью профилактики задержания последа Скаржинская, Г. М. с соавт. (1997) изучала влияние внутримышечного введения сухостойным коровам (за 5-6 месяцев до отела и за 20 - 30 дней до отела) селеноорганического препарата - деполена. Результатами данных исследований явилось повышение уровня данного элемента в опытной группе, а также отсутствие послеродовой патологии (задержания последа и эндометритов) по сравнению с контрольной группой (число послеродовой патологии составляло 25%).

По данным Сахончика, П. Е. с соавт. (1994) в своих исследованиях отмечают, что дополнительное трехкратное инъектирование коровам 50 мг селена на животное в течение сухостойного периода, приводит к сокращению сроков инволюции матки и уменьшению продолжительности сервис-периода.

По сведениям Костромкиной, Н. В. с соавт. (2017) применение селеносодержащих препаратов способствует увеличению живой массы и среднесуточным приростам молодняка крупного рогатого скота.

Гольцман, А. А. с соавт. (2015) в своей работе указывают на положительное влияние препаратов, содержащих селен на показатели воспроизводства, в частности – сокращение сервис-периода и межотельного периода.

Необходимо выделить положительный эффект сочетанного применения витаминно-минеральных комплексов коровам в разные фазы их производственного цикла. Так, Чехранова, С. В. с соавт. (2013) отмечает, что введение в рацион дойных коров премиксов, содержащих витамины и микроэлементы, способствует повышению молочной продуктивности и улучшению качества молока.

Тагиров, Х. Х. с соавт. (2019) в своей научно-исследовательской работе единогласно сходятся во мнении положительного действия витаминно-

минеральных комплексов в рационе коров на молочную продуктивность и качественные характеристики молока.

Согласно исследованиям Козинец, А. И. с соавт. (2019), включение в рацион наночастиц микроэлементов меди, цинка, марганца, кобальта, железа и селена способствует увеличению среднесуточной продуктивности молока и процента жирности.

Алейникова, Ю. Н. (2020) в своей работе установила положительное влияние сочетанного применения селена и йода в рационе сухостойных коров на течение родов и послеродового периода, а также эффективность первого осеменения.

Таким образом, приведенные литературные данные свидетельствуют о важной роли витаминов и минеральных веществ в регуляции воспроизводительной системы коров и получении здорового приплода. Учитывая значение витаминов и минеральных веществ в раскрытии генетического потенциала и увеличения молочной продуктивности необходимо организовать полноценное витаминно-минеральное питание коров.

### 1.1.1.3. Роль печени в витаминно-минеральном метаболизме коров

Печень является самой крупной многофункциональной пищеварительной железой. Снаружи она покрыта брюшиной, под которой расположена соединительнотканная волокнистая капсула печени, разделяющая паренхиму данного органа на печеночные доли (Н. В. Зеленецкий, К. Н. Зеленецкий, 2022). Особенностью жвачных животных, согласно данным Калюжного, И. И. с соавт. (2022), является размытое деление печени на доли. При этом, квадратная доля обособлена желчным пузырем, хвостатая доля со слабо выраженным сосцевидным отростком, локализующимся над воротами печени.

По данным Зеленецкого, Н. В., Щипакина, М. В. (2022), печень крупного рогатого скота массивная, имеет выпукло-вогнутую форму, буро-красного цвета. Масса печени коров составляет 3,4-9,2 кг, что составляет 1,04-1,10% от общей массы тела животного (А. И. Акаевский, 1968; И. И. Калюжный с соавт., 2022).

Печень располагается в правом подреберье: от плоскости шестого (седьмого) ребра до второго (третьего) поясничного позвонка. Левая доля печени своим округлым краем направлена вниз и влево ближе к грудной кости, правая доля – вверх, вправо, назад. Она закрепляется на правой ножке диафрагмы (Н. В. Зеленецкий, К. Н. Зеленецкий, 2022).

Область печеночного притупления у крупного рогатого скота в норме занимает верхнюю часть 10, 11 и 12 межреберных промежутков в форме четырехугольника, прилегающего к задней границе легкого. При увеличении печени граница смещается и заходит по линии маклока и седалищного бугра за 13 ребро, спускается ниже линии лопатко-плечевого сустава (А. М. Смирнов с соавт., 1981).

Паренхиматозную основу печени представляют собой клетки печени – гепатоциты, характерной особенностью которых является гетерогенность.

Печеночные клетки располагаются в два тесно связанных друг с другом ряда, образуя балки (Н. В. Зеленецкий, К. Н. Зеленецкий, 2022). Многие исследователи отмечают радиальное расположение гепатоцитов в балках. При этом в центре балки между соседними гепатоцитами формируется межклеточный канал, или желчный капилляр, по которому желчь поступает в желчные протоки. Сливаясь, они образуют печеночные протоки (С. В. Бармин с соавт., 2021; Н. В. Зеленецкий., М. В. Щипакин, 2022).

Медведев, И. Н. с соавт. (2022) в учебном пособии приводит описание секреторной деятельности печени, суть которой заключается в следующем: желчь постоянно образуется в печеночных клетках и поступает по протокам в желчный пузырь, далее порциями в 12-пестную кишку во время процесса переваривания пищи. Функциями желчи, главным образом, является эмульгирование жира для более легкого его переваривания, а также активизация процесса всасывания веществ в тонкой кишке и усиление перистальтики кишечника.

Что касается соединительнотканной стромы печени, то она представлена капсулой и междольковой соединительной тканью. В последней располагаются печеночные триады, в состав которых входит междольковая вена (ветвь воротной вены), печеночная артерия и желчный проток. Центральная вена располагается в центре печеночной дольки, у основания дольки она открывается в сублобулярную или собирательную вену - ветвь печеночной вены. В связи с этим, кровоток в печеночной долке проходит от периферии к центру (К. А. Сидорова с соавт., 2021). Зеленецкий Н. В. с соавт. (2021, 2022) в своих работах отмечает уникальность кровотока печени – наличие чудесной венозной сети, в состав которой входят последовательно расположенные междольковые артерии, междольковые вены, синусоидные капилляры и центральные вены печеночных долек. Гепатоциты оплетены печеночными капиллярами (синусоидами), по которым циркулирует смешанная артериально-венозная кровь.



Ученые в области анатомии и физиологии животных указывают на отличия клеточных элементов разных отделов долики печени по ультраструктуре, содержанию ферментов и других химических компонентов (Н. В. Зеленовский с соавт., 2021, 2022; К. А. Сидорова с соавт., 2021; С. В. Бармин с соавт., 2021; И. Н. Медведев с соавт., 2022). Так, центролобулярные клетки долики крупнее периферических. Определена выраженная активность большинства ферментов в печеночных клетках периферии, по сравнению с таковой в печеночных клетках центра долики (Л. Ю. Карпенко с соавт., 2019; Ю. В. Конопатов с соавт., 2022; Н. В. Зеленовский с соавт., 2022). Кроме того, основными функциями клеток периферической зоны долики являются фильтрация и накопления веществ, поступающих из крови воротной вены; участие в детоксикации. В то время как клетки центра долики активно синтезируют белки плазмы крови, принимают участие в метаболизме билирубина, экскреции в желчные пути экзогенных и эндогенных веществ (Б. В. Уша, 1974, 1979).

По данным Сидоровой, К. А. с соавт. (2019), Никулина, И. А. (2002), клетки периферической зоны долики печени первыми омываются кровью, поступающей из воротных вен и печеночных артерий, вследствие чего они находятся в оптимальных условиях снабжения кислородом и питательными веществами с аэробным типом дыхания через цикл Кребса. Клетки центра долики имеют худшие условия снабжения кислородом и получают большую часть энергии за счет гликолиза (Б. В. Уша, 1974, 1979). Зеленовский, Н. В. с соавт. (2021, 2022) в своих работах также отмечает наиболее благоприятные условия функционирования гепатоцитов, локализованных на периферии долек в отличие от ее центральных участков.

По данным Алехина, Ю. Н. (1992), Байматова, В. Н. (2022), Грачевой, О. А. (2022) особенности кровоснабжения печени, в случаях патологии данного органа, обуславливают неодинаковую степень поражения гепатоцитов. При этом гепатотоксины, поступающие по системе воротной

вены, действуют на периферии печеночной долики. Токсические вещества, поступающие по системе печеночной артерии, в свою очередь, оказывают повреждающее действие на всем протяжении печеночной долики. Никулин, И. А. (2002) в своей научно-исследовательской работе указывает на выраженное повреждение централобулярных гепатоцитов в связи со снижением оксигенации. Накопление гликогена отмечается в периферических доляках.

Азизова, М. А. (2015), Полунина, О. С. (2021), Жукова, В. М. (2022), Байматов, В. Н. (2021, 2022) в своих исследованиях указывают на высокую степень регенерации клеток печени, главным образом, в результате amitotического деления клеток. При травмах или инфекционных заболеваниях печени, печеночные балки и долики восстанавливаются путем кариокинетического деления клеток. При этом восстанавливаются и кровеносные сосуды, и желчные ходы (Б. В. Уша, 1979).

Многочисленными исследованиями доказана особая роль печени в белковом, углеводном, липидном, а также витаминно-минеральном обменах веществ с помощью сложных биохимических и химических процессов (Б. И. Шулутко, 1995).

Как отмечает Кучук, Э. М. с соавтр. (2014), печень принимает, преобразует и распределяет вещества в организме, поступающие с кровью по воротной вене из пищеварительного тракта, а также продукты обмена веществ из органов и тканей организма по печеночной артерии.

По данным Частоедовой, И. А. (2013), печень является центральным органом обмена углеводов, которой принадлежит главная роль в поддержании уровня сахара в крови. Так, поступающие из кишечника углеводы трансформируются и откладываются в виде гликогена. В случае снижения уровня глюкозы в крови, запускается процесс мобилизации ее из гликогенового депо. Кроме того, печень осуществляет превращение галактозы в глюкозу, также в печени происходит синтез лецитина и

холестерина, который служит материалом для синтеза стероидных гормонов в коре надпочечников и половых железах, а также желчных кислот в печени.

Кроме того, печень принимает участие в образовании и метаболизме билирубина: гепатоциты захватывают пигмент из крови. После чего билирубин подвергается процессу конъюгации с участием глюкоронилтрансферазы, после чего водорастворимые конъюгаты билирубина выделяются в желчные капилляры (И. А. Частоедова, 2013; О. Я. Мезенова, 2022).

Печень является самым крупным органом, выполняющим важную роль в динамике гомеостаза, а также в осуществлении метаболических функций, поддержании межорганных и межсистемных связей (Е. П. Шувалова с соавт., 1995). Горизонтова, П. Д. (1981), Ленинджер, А. (1985), Блинова, В. А. с соавт. (2000, 2006) выделяют главные функции печени: 1. прием и распределение, поступающих в организм из пищеварительного тракта (с кровью по воротной вене) питательных веществ. Последние проникают в гепатоциты, подвергаются химическим превращениям, расщепляются до промежуточных или конечных аминокислот, кетоновых тел, жирных кислот, далее поступают в кровь и разносятся в другие органы и ткани; 2. синтез органических веществ, которые используются другими тканями; 3. место образования желчи; 4. нейтрализация биологически активных веществ (лекарственные вещества, гормоны, токсичные амины); 5. удаление из крови продуктов обмена веществ посредством мочи и каловых масс. Алехин, Ю. Н. (1992) выделяет еще одну важную функцию печени, адаптивную, в аспекте быстрого реагирования на изменения температуры окружающей среды путем изменения активности обменных процессов, которая сопровождается определенными изменениями в морфологической и биохимической картинах крови.

Кучук, Э. М. с соавтр. (2014) выделяют четыре морфофункциональные особенности печени, определяющие ее участие в обмене веществ и его

регуляции в организме. Первой особенностью является наличие специфических различий в структуре и ферментативном составе мембран различных компартментов гепатоцитов, их автономной специализации. Вторая особенность – органеллы, организованные в функционально-взаимосвязанные системы, с выраженной зональностью ферментативных систем. Суть третьей особенности – морфологическая, 25% гепатоцитов имеют двухядерную структуру. Уникальная система кровоснабжения печени определяет ее четвертую особенность, которая дает данному органу возможность принимать участие и занимать главную роль в процессах интеграции и регуляции практически всех видов обмена веществ. Так, система воротной вены собирает кровь с расщепленными углеводами, белками, нуклеиновыми кислотами, а также водорастворимыми витаминами, микроэлементами. Печеночная артерия обеспечивает транспорт кислорода, продуктов обмена веществ, гормонов эндокринных желез и других веществ в клетки печени.

Как отмечает Николаев, А. Я. (2007), метаболическая функция печени осуществляется во многом за счет непосредственного контакта гепатоцитов с пищевыми веществами, попадающими в кровь по воротной системе из кишечника.

Никулин, И. А. (2002) выделяет еще одну важную функцию - участие печени в водно-солевом обмене и кислотно-щелочном равновесии. Суть данной функции заключается в удалении избытка воды из крови в лимфу и желчь.

Печень оказывает влияние на активность гормонов. По данным Алешина, Б. В. (1981), Карпенко, Л. Ю. (2018), многие гормоны при прохождении через печень изменяются и снижают свою активность, при этом выделение большей части гормонов происходит с желчью. Кроме того, в печени происходит расщепление таких гормонов как тиротоксин, стероидных гормонов надпочечников, кортизон и других глюкокортикоидов.

Согласно многочисленным исследованиям, печень выполняет разноплановую роль в обмене жирорастворимых и водорастворимых витаминов. По данным Кучук, Э. М. с соавтр. (2014), печень, образуя желчь, обеспечивает активное всасывание жирорастворимых витаминов и каротиноидов, поступающих в печень в составе хиломикрон, депонируются в печени и преобразуются в активные производные этих витаминов (витамин Д<sub>3</sub> – в 1,25 диоксикальцеферол; каротиноиды – витамин А – ретиналь, ретиноевую кислоту, эфиры витамина А и его производные; водорастворимые витамины – простетические группы и коферменты сложных белковых молекул). Bhagavan, N. V., Chung-Eun, Ha (2015) в своих исследованиях также указывает на важную роль печени в метаболизме витаминов. Для усвоения жирорастворимых витаминов (А, D, E, K) печень вырабатывает желчь и является местом хранения витаминов. При этом по данным Robert, J. Washabau и Michael, J. Day (2013), витамин А накапливается как в звездчатых клетках, так и гепатоцитах в объеме 95%. Основным условием всасывания жирорастворимых витаминов А, D, E и K является нормальное образование желчи.

О функции депонирования печени витаминов и микроэлементов упоминает также Кучук, Э. М. (2014) с соавторами в своем учебном пособии «Биохимия специализированных тканей». Так, железо аккумулируется в печени в составе гранул гемосидерина, а также в качестве белка ферритина. В ферментах печени также содержится магний, марганец, железо, медь, цинк.

Таким образом, печень является важным многофункциональным органом, состояние которого отражается на здоровье животных и их продуктивном долголетии.

### **1. 1. 2 Нарушение витаминно-минерального гомеостаза у коров: этиология, патогенетические механизмы, влияние на продуктивный потенциал животных**

Основные принципы гомеостаза работают с вовлечением всех функций и систем организма. В связи с этим, любые нарушения синтеза или распада белков, ферментов, гормонов приводят к изменениям нормального синтеза данных элементов, что в конечном итоге отражается на метаболизме живого организма.

Так, низкое или высокое потребление организмом животного витаминных и минеральных веществ сопровождается нарушением витаминно-минерального гомеостаза, результатом которого является развитие гипер-, гиповитаминоза и гипер-, гипомикроэлементоза.

В настоящее время одной из распространенных проблем молочного животноводства является нарушение макроминерального питания, главным образом гипокальциемия или молочная лихорадка, часто возникающая в транзитный период. В связи с селекционно-генетическим прогрессом и получением высокопродуктивных коров, в молочном животноводстве широкое распространение имеют также гиповитаминозы, главным образом часто наблюдается недостаток жирорастворимых витаминов А, D, Е, а также гипомикроэлементозы, в частности недостаток Se, I, Zn, Co.

Учитывая все вышесказанное, актуальным является изучение этиологических, патофизиологических аспектов нарушения витаминно-минерального гомеостаза продуктивных животных, а также их влияние на реализацию продуктивного потенциала.

### **1.1.2.1 Развитие гипокальциемии в транзитный период, его влияние на раскрытие продуктивных качеств животного и основные способы профилактики**

Одним из важных периодов в производственной жизни животного является транзитный период. Он связан со сменой доминант и переходом организма животного в новую лактацию, в новый производственный цикл. Длительность транзитного периода составляет три недели до и три недели после отела (R. R. Grummer, 1995).

По мнению Drackley, J. K. (1999), Halis, Ocal (2017), важность транзитного периода связана с беременностью, главным образом с экспоненциальным ростом плода, с родами и началом лактации, что сопряжено с повышенными физиологическими нагрузками.

По данным Sepúlveda-Varas, P. с соавт. (2014) коровы в транзитный период подвергаются множеству изменений со стороны кормления и содержания, которые в совокупности с физиологическими изменениями могут привести к стрессу и соответственно к ухудшению состояния организма животного. В связи с этим, актуальным является понимание влияния факторов в аспекте управления транзитного периода на состояние здоровья животного и их благополучия с последующей разработкой протокола ведения транзитного периода коров.

Основными из них являются резкое увеличение потребности организма в питательных веществах для производства молока, в то время как реальное потребление сухого вещества, и, следовательно, снабжение питательными веществами снижено. Так, по данным Bell, A. W. (1995), требования к потреблению чистой энергии лактации и метаболизируемому белку у здоровых коров через 4 дня после родов превышали реальное потребление на 26 и 25% соответственно. Кроме того, процент использования чистой энергии лактации и метаболизируемого белка организмом животного для производства молока составил 97 и 83%, из чего следует, что на потребности организма животного остается малое количество питательных веществ. В

связи с этим, недостаточное потребление корма в сочетании с другими факторами стресса, связанными с родами, несомненно, способствует нарушению здоровья животного в переходный период.

Согласно данным многочисленных исследований (В. А. Mallard с соавт., 1998), в данный период повышаются риски серьезных физиологических нарушений в организме. К ним относятся молочная лихорадка или гипокальциемия, кетоз, задержание последа, эндометрит, смещение сычуга, которые возникают чаще всего во вторую половину транзитного периода. Кроме того, иммуносупрессия, возникающая в период близкий к родам, сопровождается повышением восприимчивости молочной железы к маститу.

Как сообщает Smith, K. L. с соавт. (1985), распространенность маститов регистрируется в период, близкий к родам и после них. По данным Jordan, E. R. с соавт. (1993), средняя частота встречаемости молочной лихорадки составила 7,2%, однако, диапазон встречаемости колебался от 0% до 44,1%. Rajala-Schultz, P. J. с соавт. (1999) в своих исследованиях отмечают, что следствием кетоза является снижение молочной продуктивности коров на 525 кг за 305 дней лактации.

Wallace, R. L. с соавт. (1996) изучая влияние проблем со здоровьем животных, возникающих в послеродовом периоде, на их продуктивность установили, что коровы с патологией любой системы, возникающей в новотельный период, имеют более низкую продуктивность (на 7,2 кг/сут. меньше) по сравнению со здоровыми животными. У животных с задержанием последа и последующим метритом также было зарегистрировано снижение молочной продуктивности на 8,2 кг/сут., у коров со смещением сычуга и вторичным кетозом – на 8,5 кг/сут., чем у здоровых животных. Учитывая вышесказанное, можно сделать вывод о том, что частота возникновения болезней непропорциональна продолжительности транзитного периода. По этой причине менеджмент транзитного периода у



молочных коров играет решающую роль в их дальнейшей продуктивной способности.

Согласно данным Drackley, J.K. (1999), переходный период является одним из наиболее сложных в аспекте проведения исследований в связи с быстрой сменой физиологического состояния и статуса животного.

По мнению Вандони, С. (2019), транзитный период стоит рассматривать как шанс не для развития болезней, а для улучшения показателей продуктивности и воспроизводства. Благоприятное течение транзитного периода, как отмечает исследователь, возможно при соблюдении шести важных задач: контроль кормления животных в течении всего сухостойного периода, регуляция потребления энергии у коров в начале и в конце сухостойного периода; обеспечение надлежащего количества протеина до и после отела; разработка протокола по сохранению здоровья печени; снижение количества стресс-факторов и разработка мер по предотвращению клинической и субклинической гипокальциемии.

Как отмечает Garret, R., Oetzel (2000), нарушение минерального обмена веществ у крупного рогатого скота обычно возникают вскоре после родов и часто связаны с организацией кормления в поздний сухостойный период. Так, по мнению автора, частота возникновения гипокальциемии, гипофосфатемии и гипомагниемии может быть сведена к минимуму за счет правильного составления рациона и организации кормления в сухостойный период.

Нарушение макроминерального обмена веществ чаще всего выражается гипокальциемией, тяжесть которой определяется субклинической и клинической формами.

По данным Васильева, Ю. Г. с соавт. (2022), гипокальциемия – это понижение содержания ионов кальция, следствие которого могут быть судороги с последующей гибелью животного. Ковалев, С. П. с соавт. (2022)

также отмечает, что гипокальциемия представляет собой снижение концентрации общего кальция в сыворотке крови.

По сведениям Вандони, С. (2019), клиническая и субклиническая формы гипокальциемии является одной из основных заболеваний, с которыми коровы сталкиваются во время транзитного периода.

Выраженная гипокальциемия, как отмечают Васильев, Ю. Г. с соавт. (2022), возникает при гипопаратиреозе, менее выраженная – при нарушении всасывания кальция или его грубом недостатке в кормах, гиповитаминозе D, почечной недостаточности. Данные причины упоминает в своей работе Пырочкин, В. М. (2021). По мнению исследователя, снижение общего уровня ионов кальция в сыворотке менее 2,20 ммоль/л или ионизированного кальция в сыворотке менее 1,17 ммоль/л при нормальном уровне белков в плазме указывает на развитие гипокальциемии в организме.

Повышение активности глюкокортикоидов может сопровождаться снижением уровня кальция в крови. Доказано, неоднозначное влияние соматотропного гормона на обмен кальция. Так, гормон роста повышает выделение ионов кальция с мочой и вызывает активацию всасывания данного макроэлемента из крови за счет усиления активности остеобластов. Однако, поддержание уровня кальция в периферической крови происходит при усилении деятельности остеокластов (Ю. Г. Васильев с соавт., 2022).

По сведениям Пырочкина, В. М. (2021), клинически гипокальциемия проявляется парестезией, тетанией, энцефалопатией, сердечной недостаточностью, а также судорогами (в тяжелых случаях). Кроме того, тяжелая форма гипокальциемии может влиять на показатели ЭКГ, в частности наблюдается удлинение интервалов QTc и ST.

Васильев Ю. Г. с соавт. (2022) указывает на связь клинических признаков гипокальциемии и степени, а также темпа снижения уровня кальция. При низкой степени снижения данного макроэлемента регистрируют повышенную возбудимость нервов и мышц, приводящую к

парестезиям. По мере снижения уровня кальция появляется тетания с тоническими судорогами. Тотальное снижение кальция сопровождается сонливостью, спутанностью сознания, а также обратимой сердечной недостаточностью.

По данным Ковалева, С. П. с соавт. (2022) гипокальциемия является главной причиной пуэрперальной комы, развивающейся при родильном парезе, в третьей стадии тяжелой остеодистрофии, а также при остром течении гипомагниемической тетании.

Пилейко, В. В. с соавт. (2011), Безбородов, Н. В. с соавт. (2019), Щербаков, Г. Г. с соавт. (2022) раскрывая патогенез родильного пареза, указывает на его тесную связь с возникающей дисфункцией щитовидной и паращитовидной желез. Причиной последних является дефицит йода и избыток кальция в рационе сухостойных коров. Организм коров при активном молозивообразовании не способен адаптироваться к увеличению потребности в кальции. Пролонгированное избыточное введение кальция в рацион коров и насыщение им кровью вызывает снижение активности кальций-связывающих белков, следствием чего является постепенное уменьшение его всасывания из кишечника в кровь. Наблюдается угнетение функции паращитовидных желез с отсутствием компенсаторной реакции последних, увеличением кальция. Одновременно с этим перед родами происходит активизация деятельности щитовидной железы, которая выражается увеличением кальцитонина и, наряду с активным процессом выработки молозива, снижением уровня кальция и фосфора. При этом в крови животных регистрируют повышение ионов магния, клиническим проявлением которого является развитие пареза мышц.

Результаты исследований Пилейко, В. В. с соавт. (2011) указывают на взаимосвязь акушерской патологии после родов у коров с содержанием кальция в сыворотке крови. Так, при концентрации элемента ниже 2 ммоль/л в первую половину транзитного периода, регистрировали частое

возникновение задержания последа, субинволюции матки, послеродового эндометрита, повышение вероятности развития родильного пареза в послеродовой период. Согласно результатам биохимического профиля крови, при увеличении концентрации кальция в сыворотке крови возрастает содержание фосфора, снижается уровень глюкозы, общего белка и уменьшение резервной щелочности.

По сведениям Вандони, С. (2019), у коров с концентрацией кальция в сыворотке крови менее 8 мг/дл или 2 ммоль/л происходит нарушение сократительной функции, что отражается на работе рубца и матки. Недостаточное сокращение рубца вызывает снижение потребления сухого вещества, вследствие чего возникает отрицательный энергетический баланс. В этой связи снижение уровня кальция является одной из причин возникновения кетоза, ожирения печени, снижения показателей воспроизводства и молочной продуктивности, метритов и задержания последа.

В настоящее время вопросы лечения и профилактики гипокальциемии коров в транзитный период является широко дискуссионной.

Достаточно долгое время ветеринарными врачами использовался протокол лечения родильного пареза, основанный на сочетанном механическом воздействии на молочную железу посредством нагнетания воздуха в данный орган с внутривенным введением раствора глюкозы, кальция и кофеина (В. А. Лочкарев, 1991; Ж. А. Сарсенов, 1992; Б. Ф. Лысенко, 1982). Однако ряд исследований указывает на развитие мастита и снижения молочной продуктивности после введения воздуха в молочную железу (В. В. Пилейко с соавт., 2011; Р. В. Радионов с соавт. 2022; А. П. Студенцов с соавт., 2022; Г. Ф. Медведев с соавт., 2022).

Основными схемами лечения и профилактики гипокальциемии молочных коров являются внутривенное введение кальция, использование минеральных болусов, рационы с отрицательным катионно-анионным

балансом (КАБ), низкое содержание кальция в рационе коров позднего сухостойного периода или первой половины транзитного периода (С. Вандони, 2019; А. В. Савинков, 2019).

По данным Пилейко, В. В. с соавт. (2011), внутривенное введение коровам в сухостойный период препарата «Кальцемаг» за 50-60 и 10-15 суток до предполагаемого отела в дозе 150-200 мл является эффективным способом профилактики родильного пареза.

Кондрахин, И. П. (1989) для лечения послеродовой гипокальциемии рекомендует внутривенные введения 10% кальция хлорида в объеме 300-500 мл в расчете на одно животное ежедневно.

В своей работе NicksLeif (1990) указывает на эффективность использования хлорида кальция в смеси с сульфатом меди при лечении и профилактики гипокальциемии у жвачных животных.

По сведениям Воронова, Д. В. с соавт. (2014), Корочкиной, Е. А. с соавт. (2019), Романенко, Л. В. с соавт. (2017) применение кальцийсодержащих болюсов коровам в транзитный период является превентивной мерой клинической и субклинической форм гипокальциемии.

В последние десятилетия популярность приобрел способ профилактики гипокальциемии молочных коров, основанный на балансировании рациона с отрицательным катионно-анионным балансом (КАБ) для позднего сухостойного периода (сухостой-2). Суть которого, по сведениям Вандони, С. (2019), заключается в развитии субклинического метаболического ацидоза в организме коровы с целью активации паратиреоидной гормональной системы и увеличении выделения кальция из костей, почек, кишечника после отела. По данным Сенько, А. В. (2015), коррекция катионно-анионного баланса рациона позволяет снизить скрыто протекающую гипокальциемию у коров в послеотельный период на 43,3%.

Основными способами применения этой системы является добавление в рацион анионных солей – добавок, содержащих хлор или серу;

скармливание коровам позднего сухостоя кормов с низким содержанием К и Na; введение в рацион кормов с низким уровнем К и частичное или полное использование анионных солей в течение позднего сухостоя.

Низкое содержание кальция во вторую половину сухостойного периода может стимулировать минеральный обмен до отела, таким образом, подготавливая организм коровы к недостатку кальция после отела. Норма потребления кальция в сутки, при данном способе, составляет менее 20 грамм. Учитывая содержание кальция в грубых кормах, вводимых в рацион сухостойных коров, данная задача, с практической точки зрения, является трудно выполнимой. В этой связи, ученые Корнельского университета предложил использовать кальций связывающие вещества – X-Zelit. По данным Kerwin, A. L. с соавт. (2019), введение данных веществ делает кальций недоступным для коров, подготавливая организм животного к послеродовому периоду.

Таким образом, нарушение минерального обмена коров, в частности гипокальциемия, возникающая в транзитный период является довольно частой проблемой в современном животноводстве. Чаще всего она негативно отражается на продуктивном потенциале животного. В связи этим, основной задачей практикующих специалистов является своевременная профилактика данного явления.

### **1.1.2.2 Недостаток витаминов и микроэлементов в рационах коров в разные производственные периоды**

Потребность организма коров в витаминах и минеральных веществах напрямую зависит от физиологических процессов, фазы производственного цикла и продуктивности животных.

Многочисленными исследованиями достоверно доказана взаимосвязь содержания витаминов, макро- и микроэлементов в молоке и уровня витаминно-минерального кормления коров (А. В. Жаров с соавт., 2012; Л. В. Голубева, 2017; Г. В. Тукфатулин, 2018; А. В. Тимаков с соавт., 2000; Д. Д. Хайруллин с соавт., 2022).

В связи с этим актуальным является знание норм потребления витаминов и минеральных веществ коровами, факторы, влияющие на всасывание данных элементов, а также постоянный мониторинг полноценности кормления животных.

Развитию гиповитаминозов у животных способствует длительное применение антибиотиков или других лекарственных веществ (Е. В. Кузьмина с соавт., 2006), а также поражение желудочно-кишечного тракта жвачных (энтериты, диспепсии, заболевания печени) при которых нарушается всасывание и метаболизм витаминов (Л. И. Зинченко с соавт., 1980).

Потребность лактирующей коровы в  $\beta$ -каротине меняется в зависимости от ее продуктивности (Л. И. Лисунова, 2011).

Митин, Б. Е. (1984), Никулин, И. А. (2002) в своих исследованиях отмечает, что концентрация  $\beta$ -каротина в молоке во время пастбищного периода составляет 0,3-0,7 мг/мл, во время стойлового периода 0,1-0,2 мг/мл. Референсные значения для витамина А, согласно сведениям Кондрахина, И. П. с соавт. (1985), следующие: во время стойлового периода - 24-80 мкг%, во время пастбищного- 40-150 мкг%.

По данным Абрамова, Е. Н. с соавт. (1989), уровень витамина А в сыворотке крови коров с 250 по 285 дни беременности повышается. За 5-10

дней до родов и в первые дни после родов регистрируют резкое снижение концентрации  $\beta$ -каротина. По мнению Нежданова, А. Г. (1987), Валюшкина, К. Д. (1988) данные изменения связаны с активной сменой репродуктивных процессов и биологического статуса организма животных.

Содержание витамина А в сыворотке крови коров ниже 25 мкг% указывает на отсутствие данного элемента в рационе животных, результатом чего является развитие дефицита в организме (И. А. Никулин, 2002).

При гиповитаминозе и авитаминозе (уровень витамина А в сыворотке крови коров менее 15 мкг%) наблюдаются нарушение роста и полового созревания, развитие атаксии, судорог или параличей, огрубление волосяного покрова, аборт, рождение слабых телят. У коров наблюдается развитие гипогликемии и кетоза (А. Г. Дарменова с соавт., 2017; В. Г. Скопичев с соавт., 2022; В. Г. Рядчиков, 2022; В. И. Трухачев с соавт., 2022)

Нужно отметить, что недостаток витамина А, также как и его избыток, вызывают извращение аппетита, нарушение пищеварения, изменения в белковом, липидном и углеводном обменах веществ (Ж. В. Антонова, 2019). Результатом чего является замедленный рост молодняка. В некоторых случаях наблюдается развитие колиинфекции у телят (Е. Я. Лебедько, 2020; С. Н. Магер с соавт., 2022).

Референсные значения для токоферола в сыворотке крови коров - 0,6-1,4 мг% (И. П. Кондрахин с соавт., 1985). Постепенное снижение уровня витамина Е в сыворотке крови коров отмечается перед отелом - до 3,37 мкмоль (Е. Н. Абрамова с соавт., 1989). При снижении концентрации данного жирорастворимого витамина в молоке коров до 0,6 мкг/г регистрируют дефицит витамина Е в организме животных (С. Д. Рикеби, 1984).

Норма ввода  $\alpha$ -токоферола ацетата в рацион коров всех возрастных групп равна 15–60 МЕ на кг сухого вещества.

К факторам, способствующим развитию дефицита витамина Е относятся высококонцентратное кормление (С. К. Whitehair, 1986),



преобладающее количество жиров в структуре рациона (И. А. Никулин, 2022), болезни печени (И. П. Кондрахин с соавт., 1985; М. З. Андрейцев, 1990; P. Mudronetal., 1997, 1999; И. А. Никулин, 2002).

По данным Афанасьева, Ю. И. с соавт. (1987), нарушение структуры и функции биомембран является одним из ранних проявлений Е-гиповитаминоза.

К симптомам дефицита витамина Е, по сведениям Рядчикова, В. Г. (2022), Скопичева, В. Г. с соавт. (2022), относятся дегенерация скелетных и сердечных мышц, тромботические повреждения сосудов, паракератоз слизистой желудка, анемия, некроз печени.

Особое внимание следует обратить на негативное влияние дефицита витамина Е на репродуктивную функцию животных. Наблюдается снижение половой активности и качества спермы у производителей, бесплодие самок и самцов, эмбриональная смертность, задержание последа, маститы в послеродовый период (В. Ю. Любимов, 1990; I. Politis с соавт. 2004; I. Politis с соавт., 2012; M. Wang с соавт., 2021).

Труфанов, А. Ф. (1972) отмечает, что за 14 дней до отела в крови молочных коров отмечается низкое содержание витамина С, равное 0,29-0,30 мг%.

Результаты исследований Самохина, В. Т. (1975), Яшина, А. В. (1985) указывают на снижение концентрации общей аскорбиновой кислоты до  $17,88 \pm 0,29$  мкмоль/л при гиповитаминозе С.

Яшин, А. В. (1972) в своей работе отмечает снижение общей и восстановленной аскорбиновой кислоты как у здоровых, так и у больных гиповитаминозом С коров. Концентрация витамина С меняется в зависимости от физиологического состояния животного. Так, при кетозе наблюдается снижение содержания данного витамина по причине его разрушения высоким количеством кетоновых тел (L. Padilla, 2005; S. Casillas, 2018).

Хазиахметов, Ф. С. (2022) отмечает, что отличительной особенностью жвачных по сравнению с другими видами животных является способность к самообеспечению организма водорастворимыми витаминами за счет микробного синтеза. Исключением является молодняк молочного периода, в связи с отсутствием функциональной способности и микрофлоры преджелудков. Дефицит водорастворимых витаминов животных данной возрастной группы проявляется замедлением роста, покраснением и кровоточивостью слизистой оболочки ротовой полости, десен, конъюнктивы, повышенной саливацией, сухостью и шелушением кожи, потерей блеска волос и их выпадением (И. А. Никулин, 2002).

Что касается микроэлементов, то оптимальным содержанием меди для крупного рогатого скота, по современным нормативным данным, считается в среднем 8 мг/кг сухого вещества рациона (взрослые особи) и 10 мг/кг сухого вещества рациона (телята). Так как уровень меди в кормах определяется концентрацией данного микроэлемента в почвах и зависит от ботанического состава травостоя (Е. А. Козицина, 2020; Д. Д. Хайруллин с соавт., 2020). Многочисленными исследованиями установлено, что потребность в меди крупного рогатого скота может значительно увеличиваться при соотношении меди к молибдену 4-5:1, при содержании 11 г кальция на 1 кг корма, а также при высоком уровне ввода в рацион серы и молибдена (J. M. Strickland с соавт., 2019; F. Enjalbert с соавт., 2002).

По данным Хайруллина, Д. Д. с соавт. (2022), недостаток меди в рационах сопровождается анемией, поносами, задержкой роста, депигментацией волос. Duffy, С. с соавт. (2018) указывает на отсутствие половой охоты у коров при дефиците меди в их организме. Кроме того, при концентрации этого показателя в сыворотке крови 0,3-0,6 мг/л наблюдается уменьшение процента стельных коров после первого осеменения (Д. Д. Хайруллина с соавт., 2022).

В своих работах Кондрахин, И. П. (2004), Миронов, А. К. (2012) указывают на то, что избыток меди является токсичным для организма животных, так как происходит нарушение функции печени за счет депонирования данного микроэлемента в ней.

Согласно современным нормам потребления минеральных веществ крупного рогатого скота, оптимальным уровнем цинка считается 20-40 мг/кг сухого вещества рациона, максимально допустимым –500 мг/кг.

Содержание цинка в сыворотке крови дойных коров, по данным Хайруллина, Д. Д. с соавт. (2022), составляет 11-18 мкмоль/л.

По сведениям Кондрахина, И. П. (2004), содержание данного микроэлемента в молозиве в несколько раз больше, чем в молоке.

Недостаток цинка сопровождается замедлением роста, нарушением развития волосяного покрова, поражением кожи, избыток – снижением аппетита, а также развитием микроэлементоза меди (Д. Д. Хайруллин с соавт., 2022). Дефицит цинка негативно отражается на воспроизводительной способности как самцов, так и самок. При этом у самцов наблюдается снижение качества спермы (С. С. Furnus с соавт., 2020), у самок - возрастает количество случаев эмбриональной смертности, наблюдается угнетение половой охоты, течки, увеличение межотельного периода, снижение процента стельности (С. П. Ковалев с соавт., 2013; J. M. Anchordoquy с соавт., 2019).

Оптимальным уровнем кобальта считается 0,1 (от 0,07 до 0,11) мг/кг сухого вещества рациона коров. Витамин В12 синтезируется в рубце из кобальта (Co) и играет важную роль в обмене веществ в предродовой период. Исследованиями Weerathilake, WADV. с соавт. (2019), установлено, что базовой концентрацией кобальта в рационе коров транзитного периода является 0,21 мг / кг сухого вещества.

По сведениям Кальницкого, Б. Д. с соавт. (1997) суточное поступление кобальта с кормом для взрослых особей крупного рогатого скота должно

быть равным 0,5-1,0 мг. Увеличение потребности животных в кобальте возникает при несбалансированности рациона по белкам, углеводам, витаминам и макроэлементам, а также избыток марганца и стронция в рационе.

Ковалев, С. П. с соавт. (2013) в своей работе отмечает, что жвачные животные наиболее чувствительны к недостатку кобальта. Симптомами гипокобальтоза являются истощение, гиперхромная анемия, низкая оплодотворяемость, высокая эмбриональная смертность, нарушение всех видов обмена веществ, снижение активности рубца.

Никулин, И. А. (2022) указывает на развитие токсикозов, которые сопровождаются резким увеличением количества эритроцитов в крови, потерей аппетита и резким снижением привесов.

Оптимальным уровнем селена для бычков на откорме и телочек считается 0,1 мг/кг; для племенных бычков, стельных и лактирующих коров - 0,05-0,10 мг/кг сухого вещества рациона (Б. Д. Кальницкий с соавт., 1997).

По данным Ковалева, С. П. с соавт. (2013), Hendriks, S. J. с соавт. (2020), Хайруллина, Д. Д. с соавт. (2022), недостаток в рационе животных сопровождается беломышечной болезнью, токсической дистрофией печени, бесплодием. Никулин, И. А. (2002) указывает на развитие дегенеративных изменений в яичниках.

Согласно современным нормам потребления минеральных веществ крупного рогатого скота, оптимальным уровнем марганца составляет 40 мг/кг, йодированной соли – 0,10% или 0,2-2 мг/кг сухого вещества рациона для взрослых коров и быков.

У жвачных животных, как сообщает Ковалев, С. П. с соавт. (2013), дефицит марганца в естественных условиях встречается редко, чего нельзя сказать о йоде. Недостаток данного микроэлемента устанавливается при содержании его в кормах менее 0,2 мг/кг и проявляется нарушением всех

видов обмена веществ, снижением продуктивности и качественных показателей молока (F. Schöne с соавт., 2009).

В заключении главы о недостатке витаминов и микроэлементов в рационах коров в разные производственные периоды нужно отметить, что микроэlementозы являются довольно распространенной патологией.

В связи с этим, с целью профилактики данных патологических состояний актуальным является использование различных форм минеральных добавок в кормлении животных.

### 1.1.3 Современные методы коррекции витаминно-минерального гомеостаза у животных

Учитывая физиологические аспекты производственного цикла коров, который включает в себя адаптационный механизм сухостойного периода, завершение беременности, роды, послеродовой период, активный процесс молокообразования, особую роль следует уделять полноценному кормлению молочных коров, в том числе витаминно-минеральному питанию.

Принимая во внимание особенности кормления и высокую продуктивность животных, несбалансированность рационов по витаминам, макро-и микроэлементам имеет широкое распространение. В связи с этим, актуальным является дополнительное витаминно-минеральное питание (К. В. Племяшов, 2015; Л. В. Романенко с соавт., 2015; В. И. Волгин, 2018; Н. И. Полянцев, 2021).

Согласно рекомендациям министерства сельского хозяйства, кормления и сельскохозяйственной деятельности штата Онтарио (Канада), существует взаимосвязь между минералами и расстройствами обмена веществ. Так, нехватка кобальта может привести к возникновению кетоза, недостаток кальция, фосфора, магния, натрия, калия, хлора может привести к возникновению гипокальциемии или молочной лихорадки. Кальций и селен взаимосвязан с возникновением задержания последа, магний и кальций – с патологией смещения сычуга. В связи с этим, разработанные рекомендации **NRC** (Nutrient Requirements of Dairy Cattle - Требования к питанию молочного скота, 2001) указывают на необходимость введения в рацион транзитных коров следующих витаминов и минеральных веществ: кальция – 0,7 гр., фосфора – 0,3 гр., магния – 0,2 гр., натрия – 0,1 гр., калия – 0,65 гр., хлора – 0,2 гр., серы – 0,2 гр., кобальта – 0,11 гр/т, селена – 0,3 гр/т, цинка – 60 гр/т, меди – 18 гр/т, витамина А – 100,00 мЕД, витамина Д – 30,000 мЕД, витамина Е – 2000 мЕД, ниацина – 6-12 гр.

Исследование Richeson, J. T. с соавт. (2011) доказывают положительное влияние витаминно-минеральных комплексов на организм коров, подвергающимся различным стресс-факторам. Добавление микроэлементов в виде инъекций снижает заболеваемость крупного рогатого скота.

Ahola, J. K. с соавт. (2005) в своих исследованиях использовали кормовые добавки цинка, меди и марганца в форме сульфатов или комбинации сульфатов и источников минерального протеината коровам в транзитный период и установили снижение заболеваемости в послелетельный период и период раздоя.

Duff, G. C. и Galyen, M. L. (2007) обобщили опубликованные исследования о влиянии добавок микроэлементов в рационах крупного рогатого скота и получили неоднозначные данные относительно меди, цинка и селена по причине взаимодействий между питательными веществами в типичных рационах жвачных животных, различий в биодоступности микронутриентов (как в основном рационе, так и из дополнительных источников), неизвестного статуса микроэлементов у подопытных животных (отсюда различия в запасах в организме), различий в патогенах и генетической изменчивости крупного рогатого скота. По мнению ученых необходимы дополнительные фундаментальные исследования, которые расширят возможности количественной оценки статуса питательных микроэлементов и их влияния на организм животных. Необходима дополнительная информация о вкладе основных кормов в состояние питательных микроэлементов, а также информация о биодоступности дополнительных питательных микроэлементов.

Ученые единогласны в важности введения минералов и витаминов в период, связанный с родами, то есть переходный или транзитный период, так как он сопровождается стрессовыми событиями.

Основные формы витаминно-минерального питания коров, представленные на рынке, подразделяются на оральные формы (комбикорма

с витаминами, премиксы, различные кормовые добавки, болусы) и инъекционные растворы.

На сегодняшний день разработано достаточно много витаминно-минеральных комплексов, используемых в сельском хозяйстве и ветеринарной медицине. Отечественными производителями являются НИТА-FARM, НПП «Агрофарм», НПП «Асконт+», «АВЗ С-П», «Биоветсервис», «Мосагроген» ЗАО, «Микро-Плюс» ЗАО и др, зарубежными: Biofaktory, InterchemiewerkenDeAdelaar, Livisto, Elanco, MIAVIT, S. P. Veterinaria и др., при этом наиболее популярными производителями витаминов являются Adisseo, BASF и DSM Nutritional Products.

Премиксы, по данным Волынкиной, М. Г. (2011), представляют собой однородную смесь биологически активных веществ (витамины, микроэлементы, аминокислоты, ферменты, антибиотики и другие), которые используются в качестве добавки при производстве полнорационных комбикормов. Применение премиксов, по данным авторов, позволяет улучшить качество кормления, повысить объем и качество молока.

Как отмечает Кулистикова, Т. (2008), очевидными плюсами дачи комбикормов с витаминами, а также премиксов является удобство в использовании, возможность локального производства, использование формы, удобной для скармливания, возможность использования дополнительных добавок. К минусам относятся небольшой срок хранения, необходимость «доработки», дороговизна по сравнению с традиционными кормами.

Кердяшов, Н. Н. с соавт. (2020) в своей работе перечисляет основные преимущества использования премиксов, которые заключаются в повышении удоев у коров на 10-16%, приростов бычков на откорме на 13-17%, экономии кормов (10-15% в расчете на единицу продукции), а также улучшении воспроизводительной способности животных.



Лобков В. Ю. с соавт. (2016) также указывает на положительное влияние введения витаминно-минеральных премиксов в состав комбикормов на физико-химические свойства молока и молочную продуктивность.

К этому выводу пришли также Чехранова, С. В. с соавт. (2012), указывая на целесообразность введения в рацион дойных коров премиксов, содержащих витамины А, D, E, микроэлементы: цинк, марганец, кобальт, йод, селен в виде солей, а также незаменимые аминокислоты, адсорбент токсинов, пробиотик и антиоксидант.

Федин А. В. (2012) отмечает, что введение в рацион коров витаминно-минеральных премиксов, начиная с шестого месяца стельности, оказывает положительное влияние на репродуктивную функцию животных, при этом снижается частота патологических родов, послеродового пареза, сокращается сервис-период и снижается индекс осеменения.

Широкое использование получили такие премиксы и концентраты как «Кауфит», «Кальвофит», «Кауфит», «Драй Компмлит», мелассированные многокомпонентные блоки «Свитликс» и другие.

Преимуществом инъекционных форм витаминно-минеральных препаратов являются дозированное введение, высокая биодоступность, быстрое поступление витаминов и минеральных веществ, при этом очевидным недостатком является стрессогенность техники введения.

Исследованиями Goodman, D. S. (1994) установлено, что при использовании масляных растворов или суспензий с размером частиц 2-3 микрона можно достичь более высокой степени усвоения  $\beta$ -каротина.

Kirchgessner, M. (1987), Pasquariello, R. с соавт. (2022) установлено, что содержание каротиноидов в кормовых культурах снижается по мере их хранения. В связи с этим, альтернативным вариантом природных источников каротиноидов как в России, так и за рубежом являются препараты  $\beta$ -каротина, получаемого методом химического синтеза и биотехнологии.

По данным Племяшова, К. В. с соавт. (2016), применение препарата карофертин стимулирует клинические признаки охоты и овуляции, снижает индекс осеменения и увеличивает уровень оплодотворяемости, повышает иммунитет новорожденных телят за счет увеличения концентрации  $\beta$ -каротина в молозиве коров-матерей. Данная инъекционная форма, содержащая  $\beta$ -каротин, обладает высокой биодоступностью, хорошо всасывается и нормализует его содержание в сыворотке крови животных.

Кудинова, С. П. с соавт. (2013) в своих исследованиях отмечает, что применение препаратов на основе  $\beta$ -каротина («Каролин», «Карсел») профилактируют акушерско-гинекологические заболевания. Сочетанное использование  $\beta$ -каротина с селеном и витамином Е («Карток») положительно влияет на репродуктивную систему коров.

Согласно данным, представленным в статье Лавренова, В. (2019), яркими представителями моновитаминов являются такие оральные растворы как Витамин А масляный раствор, витамин D<sub>3</sub> масляный раствор, витамин Е 25% масляный раствор («Мосагроген» ЗАО (Россия)).

К комплексам на основе витаминов, минералов и аминокислот относятся инъекционный раствор Активитон («ВИК – защита животных» (Россия)), инъекционный раствор Гемобаланс (CEVA (Австралия)), Дюфалайт (Zoetis, США); к поливитаминным препаратам- инъекционный раствор Комплекс витаминов А, D<sub>3</sub>, Е в масле (NITA-FARM (Россия)), Элиовит («Асконт+» (Россия)); к регулятором минерального обмена комбинированным - инъекционный раствор Катозал (Bayer Animal Health (США)).

Племяшов, К. В. (2010), Корочкина, Е. А. с соавт. (2011) отмечает положительное влияние препарата «Гемобаланс» на репродуктивную функцию самок и самцов-производителей. Исследования Серебрицкого, П. М. (2012), основанные на сравнении препаратов «Тривит» и «Тривит+Гемобаланс» в аспекте их влияния на течение родов, показали, что

наиболее эффективной системой профилактики задержания последа является применение комплекса витаминов и минеральных веществ. Положительное влияние комбинированного введения препаратов «Гемобаланс» и «Карофертин» на репродуктивную систему коров установили Плахова, А. И. с соавт. (2020). Данные препараты могут быть использованы при подготовке коров доноров и реципиентов после отела к последующей трансплантации, для профилактики акушерской патологии и улучшения воспроизводительной способности животных.

Дорохова, Я. П. (2016) в своих исследованиях доказывает эффективность применение препарата «Маримикс 5:0» на минеральный обмен веществ коров и их воспроизводительную способность.

Довольно интересным и перспективным способом витаминно-минерального питания являются болюсы пролонгированного действия. Витамины и минеральные вещества включены в специальную оболочку, болюс, которая постепенно рассасывается и способствует постепенному высвобождению и поступлению витаминов и минеральных веществ в организм животного.

Так, согласно исследованиям Воронова, Д. В. с соавт. (2011, 2014), Воронова, Д. В. (2014), введение кормовой добавки в форме болюса обеспечивает организм дойных коров микроэлементами и витаминами. Исследователями не выявлены существенные недостатки болюсной формы в сравнении с премиксом.

Таким образом, современными способами витаминно-минерального питания животных являются рассыпные (премиксы) и инъекционные формы (витаминно-минеральные комплексы, масляные растворы жирорастворимых витаминов), а также болюсные формы (витаминно-минеральные комплексы, заключенные в специальную оболочку – болюс). Учитывая тенденции развития сельского хозяйства и рынка ветеринарных препаратов, выбор

витамино-минерального питания зависит от продуктивной способности, потребностей и бюджета животноводческого предприятия.

#### **1.1.4 Заключение по обзору литературы**

Изучая производственный цикл сельскохозяйственных животных – коров необходимо обратить внимание на физиологическую загруженность организма животных как производителей большого объема молока. Так, современный производственный цикл коров голштинской породы включает в себя получение 12 тонн молока и выше за лактационный период, достаточно быстрое завершение лактации и начало сухостойного периода с целью оптимального роста плода в последний этап беременности, роды и послеродовой период, новая лактация.

Для получения максимально высокой молочной продуктивности коров необходимо постоянно поддерживать высокий уровень воспроизводства стада, то есть обеспечивать своевременное и плодотворное осеменение коров и телок, а так же ежегодное получение приплода. Последнее зависит от многочисленных факторов, одними из которых является полноценное витаминно-минеральное кормление.

Как известно, основным местом всасывания витаминов и минеральных веществ является тонкая кишка, органами депо - печень, жировая ткань, мышцы, селезенка. Выделение данных веществ происходит преимущественно в толстой кишке, частично почками, а также с желчью, молоком и слюной.

Жирорастворимые витамины принимают активное участие в росте и делении клеток, и таким образом, оказывают влияние на рост организма животного, а также на его воспроизводительную функцию.

Водорастворимые витамины являются коферментами сложных ферментов и незаменимыми факторами в метаболизме жиров, белков и углеводов. Характерной особенностью организма жвачных животных

является способность удовлетворять потребность витаминов группы В, биотина за счет синтеза микрофлорой рубца.

Многочисленными исследованиями доказана многофакторность процесса поступления и всасывания минеральных веществ, а также роль последних в формировании гомеостаза, в регуляции репродуктивной функции и интенсивности роста животных. При этом основными факторами, влияющими на всасывание макро- и микроэлементов являются здоровье желудочно-кишечного тракта животного, обеспеченность организма животного витаминами, а также качество минеральных добавок.

Минеральные вещества принимают участие в рубцовом пищеварении, в углеводном и жировом обменах, в регуляции работы центральной нервной системы, в гемопоэзе.

Полноценное обеспечение организма животных витаминами и минеральными веществами способствует повышению молочной продуктивности, улучшению качества молока, раскрытию репродуктивного потенциала животного и получению здорового потомства.

Принимая во внимание процесс всасывания и накопления витаминов и минеральных веществ, полноценность витаминно-минерального кормления во многом зависит от состояния печени.

Данный орган выполняет важную роль в витаминно-минеральном обмене веществ с помощью сложных биохимических и химических процессов. Печень принимает, преобразует и распределяет вещества в организме, поступающие с кровью по воротной вене из пищеварительного тракта, а также продукты обмена веществ из органов и тканей организма по печеночной артерии.

Учитывая тенденции развития современного животноводства, а также производственную нагрузку коров нужно отметить, что нарушение витаминно-минерального обмена веществ у продуктивных животных является одной из частых проблем. При этом наиболее распространенными

формами являются гипокальциемия или молочная лихорадка коров, часто возникающая в транзитный период, недостаток жирорастворимых витаминов А, D, Е, а также гипомикроэлементозы, в частности недостаток Se, I, Zn, Co в лактационный период. Снижение концентрации кальция в сыворотке крови коров или гипокальциемия в послеродовой период негативно отражается на работе рубца и матки, следствием чего является развитие таких заболеваний как метриты, смещение сычуга, маститы, что в конечном итоге ведет к снижению показателей воспроизводства и преждевременной выбраковке животного. Гиповитаминозы и микроэлементозы, главным образом, вызывают снижение молочной продуктивности и выхода телят. В связи с этим, одной из основных задач специалистов в области животноводства является разработка эффективных протоколов полноценного обеспечения организма животных витаминами и минеральными веществами.

На сегодняшний день, распространенными способами профилактики витаминно-минерального питания являются рассыпные (премиксы) и инъекционные формы (витаминно-минеральные комплексы, масляные растворы жирорастворимых витаминов), а также витаминно-минеральные комплексы, заключенные в специальную оболочку – боллус.

## **2. СОБСТВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ**

### **2.1 Материалы и методы исследований**

Работа выполнена в период с 2011 по 2023 годы на кафедре генетических и репродуктивных биотехнологий, кафедре биохимии и физиологии, кафедре патологической анатомии и судебной ветеринарной медицины ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины», а также в клинико-биохимической лаборатории при ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины», в хозяйствах ПЗ «Красноозерное» Приозерского района, ПЗ «Победа» Ломоносовского района, ПЗ «Сельцо» Волосовского района, ПЗ «Гатчинское» Гатчинского района, СПК «Поляны» Выборгского района Ленинградской области, АО «Нива-1» ферма на базе учебно-опытного хозяйства «УПЦА» ФГБОУ ВО СПбГАУ. В период с 2014 по 2016 годы работа была проведена в лаборатории кормления высокопродуктивных коров Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста».

Исследования были проведены в пять этапов на коровах голштинизированной черно-пестрой и голштинской породы в возрасте 3-7 лет (таблица 1, схема 1).

Был проведен анализ рационов животных в исследуемых хозяйствах. Рационы представлены в приложении 1, 2, 3.

Таблица 1 – Общее количество проведенных исследований

Исследования	Количество животных	Количество исследований	Количество проб/биохимических исследований
<b>ПЗ «Красноозерное»</b>			
Биохимические исследования сыворотки крови коров, всего:	30	1920	120
Сухостойный период	30	960	60
Новотельный период	30	480	30
Период раздоя	30	480	30
Биохимические исследования сыворотки телят	30	150	30
Всего:	60	2070	150
<b>ПЗ «Победа»</b>			
Биохимические исследования сыворотки крови коров, всего:	15	120	30
Транзитный период – 1	15	60	15
Транзитный период – 2	15	60	15
<b>ПЗ «Сельцо»</b>			
Биохимические исследования сыворотки крови коров, всего:	15	75	15
Новотельный период	15	75	15
<b>ПЗ «Гатчинское»</b>			
Биохимические исследования сыворотки крови коров, всего:	15	180	45
Транзитный период – 1	15	60	15
Транзитный период – 2	15	120	30
Анализ производственных показателей	15	15	-
Акушерско-гинекологическая диспансеризация	15	15	-
Всего:	15	210	45
<b>СПК «Поляны»</b>			
Анализ производственных показателей	160	160	-
Акушерско-гинекологическая диспансеризация	160	160	-
Всего:	160	320	-
<b>АО «Нива-1»</b>			
Клинические исследования крови коров, всего:	10	400	40
Транзитный период – 1	10	200	20
Транзитный период – 2	10	200	20
Биохимические исследования сыворотки крови коров, всего:	11	44	11
Транзитный период – 2	11	44	11
Гормональные исследования сыворотки крови коров, всего:	10	160	40
Транзитный период – 1	10	80	20



Продолжение таблицы 1

Транзитный период – 2	10	80	20
Гистологические исследования, всего:	14	56 гист. срезов	28 стекол
Печень	14	28 гист. срезов	14 стекол
Надпочечники	14		
Щитовидная железа	14	28 гист. срезов	14 стекол
Яичники	14		
Анализ производственных показателей	10	10	-
Акушерско-гинекологическая диспансеризация	10	10	-
Всего:	24	680	119
<b>Всего:</b>	<b>289</b>	<b>3415</b>	<b>344/2339</b>

Целью первого этапа исследований явилось изучение эффективности применения витаминно-минеральных болюсов пролонгированного действия на обмен веществ коров в разные периоды производственного цикла (сухостойный и новотельный периоды, период раздоя). Экспериментальная работа была проведена на базе ПЗ «Красноозерное» на коровах голштинизированной черно-пестрой породы Ленинградского типа в возрасте 3-5 лет с продуктивностью 5625 кг. в период с 2011 по 2013 годы.

Поголовье дойного стада племенного завода «Красноозерное» по данным на 2012г. было равным 1100 голов. Рационы кормления составлялись по группам, в зависимости от суточного удоя и периода репродуктивного цикла в соответствии с нормами ВИЖ. Основой рациона было заготовленное хозяйством сено, силос удовлетворительного качества, сенаж, концентрированные корма, поваренная соль и витаминно-минеральные добавки.

Рацион сухостойных коров состоял из силоса собственного изготовления (20-25 кг), зерносенажа (2-3 кг), сена (3 кг), комбикорма (2,5 кг), патоки (0,5 кг), сиропа (100 гр), соли, смешанной с мелом в расчете 40 гр. на голову. Также в рацион вводили минеральную добавку (Минвит 5-2, состав: витамины – А, Д, Е, каротин, макроэлементы – кальций, фосфор,

магний, сера микроэлементы в неорганической форме – цинк, марганец, медь, йод, кобальт, селен микроэлементы в хелатной форме - цинк, медь, селен) в расчете 30 гр. на голову.

На ПЗ «Красноозерное» животные находились на круглогодичном стойловом содержании, содержались в типовых коровниках, оборудованных автопоилками, механизированной раздачей кормов и уборкой навоза. Доеение производилось 2 раза в сутки на доильной установке типа «Елочка» фирмы Альфа-Лаваль в отдельном цехе и в молочные бачки на месте.

Запуск коров осуществлялся в среднем за 60 дней до отела, кратность доения при этом постепенно снижалась. Отел проходил в родильном отделении. Искусственное осеменение коров проводили цервикальным методом с ректальной фиксацией шейки матки при наличии выраженных признаков течки и охоты спустя 1,5-2,0 месяца после отела с учетом завершения инволюции половых органов, а также с учетом расхода трех спермадоз на одно животное.

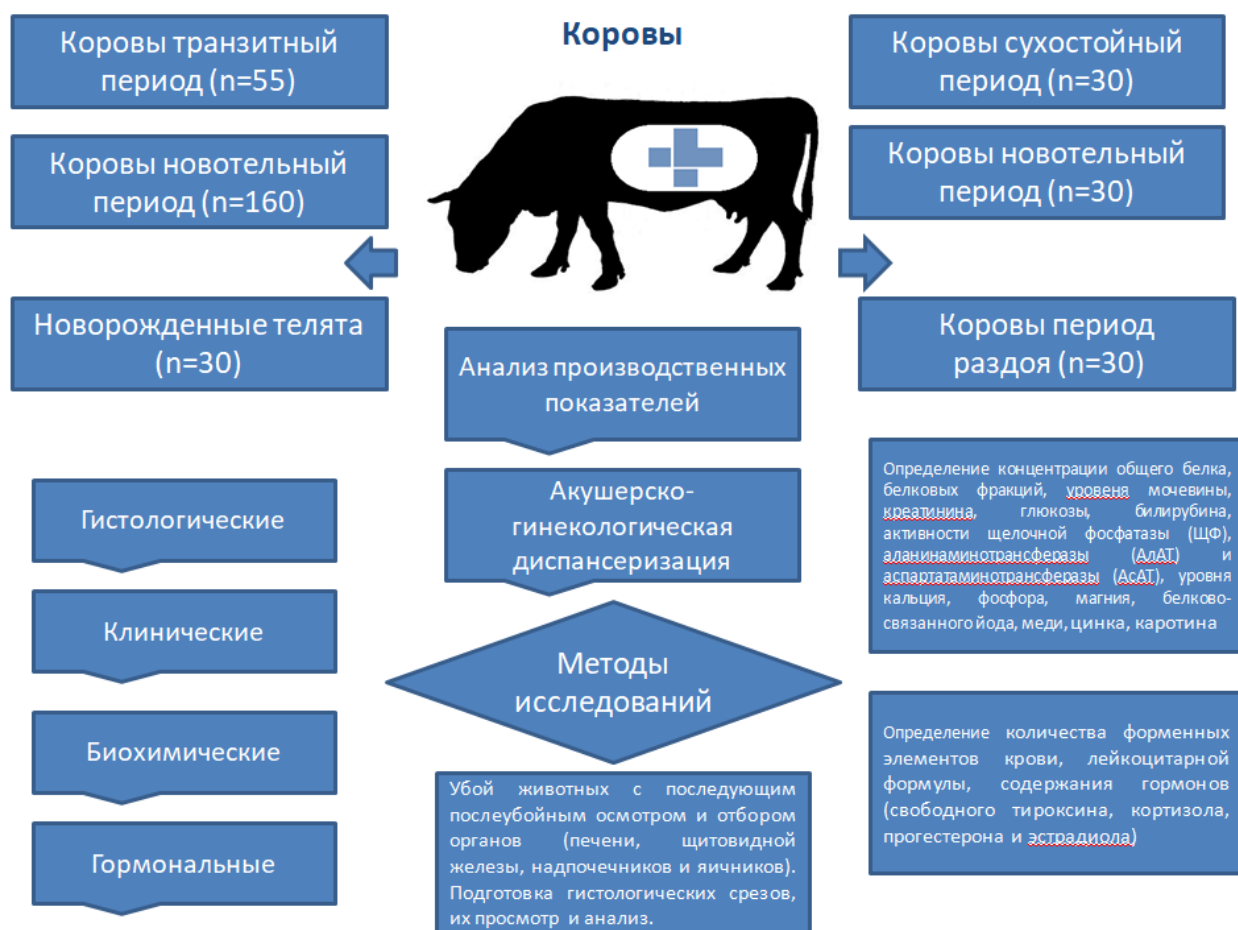


Схема 1-Схема исследования коров

Было сформировано 6 групп (n=30). Коровам первой группы однократно перорально (с помощью аппликатора) вводили по 2 болюса пролонгированного действия All – mineral plus производителя «Holland Animal Care», Голландия (таблица 2); второй– 2 болюса Uno Biotin производителя «Holland Animal Care», Голландия (таблица 3); третьей– 1 болюс Cattle Bolus with Iodine производителя «Telsol Limited», Великобритания (таблица 4); четвертой– 1 болюс Calcium Bolus Extra производителя «Holland Animal Care», Голландия (таблица 5); пятой – 2 болюса Cattle Bullet производителя «Holland Animal Care», Голландия (таблица 6). В рацион животных шестой группы (контроль) вводили премикс «Минвит 5-2» в соответствии с принятым в хозяйстве рационом кормления. Подопытным животным первой, второй, третьей, пятой групп болюсы вводили однократно в начале опыта, животным четвертой группы первый раз

болюсы вводили в начале проведения опыта, временем повторного введения болюса был второй день после отела (схема 2).

Таблица 2- Характеристика болюса All-mineralplus

Активные компоненты болюса	
Медь (оксид)	177,5 мг
Кобальт (карбонат)	2,8 мг
Селен (селенит натрия)	2,7 мг
Марганец (сульфат)	90,2 мг
Цинк (сульфат)	145,1 мг
Vit A	5 956 ME
Vit D3	1191 ME
Vit E	12 ME
Продолжительность действия	в течение 180 дней после введения

Таблица 3 -Характеристика болюса Uno Biotin

Активные компоненты болюса	
Биотин	20,0 мг
Медь (оксид)	98,3 мг
Кобальт (карбонат)	4,0 мг
Селен (селенит натрия)	2,4 мг
Марганец (сульфат)	152,3 мг
Цинк (сульфат)	254,7 мг
Йод (кальция йодат)	16,7 мг
VitA	9,395 ME
VitD3	1879ME
Vit E	28ME
Продолжительность действия	в течение 120 дней после введения

Таблица 4 - Характеристика болюса CattleBoluswithIodine

Активные компоненты болюса	
Медь	13,4 г
Кобальт	0,5 г
Селен (селенит натрия)	0,15 г
Йод (кальция йодат)	1,0 г
Продолжительность действия	в течение 120 дней после введения

Таблица 5 - Характеристика болюса CalciumBolusExtra

Активные компоненты болюса	
Кальция лактат	60 г
Продолжительность действия	Рассасывание в течение 20 -30 минут

Таблица 6 - Характеристика болюса CattleBullet

Активные компоненты болюса	
Медь (оксид)	98,3 мг
Кобальт (карбонат)	4,0 мг
Селен (селенит натрия)	2,4 мг
Марганец (сульфат)	152,3 мг
Цинк (сульфат)	254,7 мг
Йод (кальция йодат)	16,7 мг
VitA	9,395 МЕ
VitD3	1879МЕ
Vit E	28МЕ
Продолжительность действия	в течение 120 дней после введения

Данные витаминно – минеральные комплексы пролонгированного действия изготовлены по специальной запатентованной технологии.

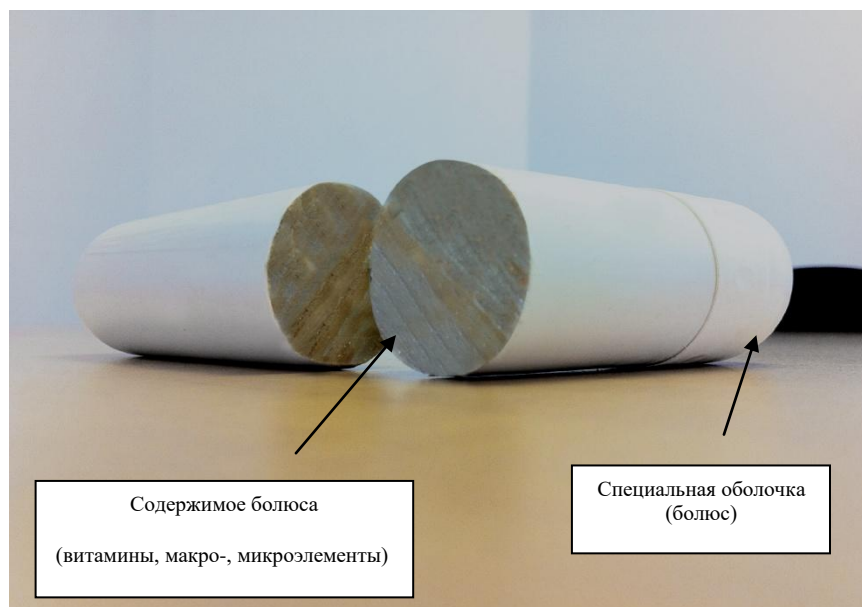


Рисунок 1 -Состав болюса.



Рисунок 2 –Введение болюса с помощью болюсодавателя в организм коров.

Полезные питательные вещества (макро-, микроэлементы, витамины и пр.) заключены в специальную капсулу – болюс (рисунок 1), которая, находясь в рубце, постепенно растворяется, выделяя необходимые и строго рассчитанные количества питательных нутриентов в макроорганизм. Введение болюса в организм коров осуществляется с помощью специального болюсодавателя или аппликатора (рисунок 2). Когда капсула полностью растворяется, действие препарата заканчивается.

Пролонгированность действия болюсов осуществляется с помощью специальной оболочки, которая постепенно рассасывается в рубце в течение 120-180 дней. Таким образом, витамины, макро-, микроэлементы, входящие в состав данных препаратов, высвобождаются и ежедневно обеспечивают их поступление в организм.

Для контроля локализации болюса проводили убой коровы на 40 день после введения данного препарата (рисунок 3, 4).



Рисунок 3 -Болюс на 40 день после введения.

Согласно послеубойному осмотру, размер болюса был уменьшен, что может указывать на постепенное его рассасывание (рисунок 3).

При послеубойном осмотре, болюс был локализован в рубце (рисунок 4).

У всех животных проводили мониторинг биохимических показателей (общий белок, белковых фракций, мочевины, креатинина, глюкозы, билирубина, активность щелочной фосфатазы (ЩФ),

аланинаминотрансферазы (АлАТ) и аспартатаминотрансферазы (АсАТ), кальция, фосфора, белковосвязанного йода, меди, цинка, каротина).



Рисунок 4 - Болус на 40 день после введения.

Для мониторинга биохимического профиля крови, отбор материала производился четырехкратно: два раза в сухостойный период (до введения болусов и через 24 дня после применения болусов), в новотельный период – на 67 день после введения болусов, а также в период раздоя – на 141 день после введения болусов. Взятие крови у коров проводили из подхвостовой вены, у телят – из яремной вены в вакуумные пробирки. Основные лабораторные исследования были проведены на кафедре биохимии и физиологии ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины».

Концентрацию общего белка определяли колориметрическим методом с использованием биуретового реактива (И. П. Кондрахин, 2004). Белковые фракции сыворотки крови определяли нефелометрическим методом по Оллу и Маккорду в модификации Карпюка (И. П. Кондрахин, 2004). Концентрацию мочевины в сыворотке крови определяли колориметрическим методом с использованием промышленных наборов НПФ «Абрис+». В основе метода – цветная реакция с диацетилмонооксимом (Н. У. Тиц, 1997). Креатинин в сыворотке крови определяли фотоколориметрическим методом с пикриновой кислотой с использованием промышленных наборов НПЦ

«ЭкоСервис». В основе набора – метод Яффе (И. П. Кондрахин, 2004). Концентрацию глюкозы в сыворотке крови определяли энзиматическим колориметрическим методом с использованием промышленных наборов НПФ «Абрис+». В основе метода – «глюкозооксидазный» метод по Триндеру (Н. У. Тиц, 1997). Концентрацию кальция в сыворотке крови определяли колориметрическим методом с применением диагностического набора НПФ «Абрис+». В основе метода – реакция с реагентом Арсеназо III (Н. У. Тиц, 1997). Концентрацию фосфора в сыворотке крови определяли колориметрическим методом с применением диагностического набора НПФ «Абрис+». В основе метода – реакция с молибдатом аммония (Н. У. Тиц, 1997). Концентрацию меди и цинка в сыворотке крови определяли колориметрическим методом с применением диагностического набора НПФ «Абрис+» и Rendox соответственно. В основе метода – реакция с реагентом 3,5-di-Br-PAESA и 5-Br-PAPS2 соответственно (Н. У. Тиц, 1997). Активность щелочной фосфатазы (ЩФ) в сыворотке крови определяли фотометрическим методом, основанным на гидролизе п-нитрофенилфосфата динатриевой соли, с использованием промышленных наборов фирмы «Мицар» (В. В. Меньшиков, 1994). Активность аминотрансфераз - аланинаминотрансфераза (АлАТ) и аспаратаминотрансфераза (АсАТ) в сыворотке крови определяли методом Райтмана и Френкеля с применением промышленных наборов НПФ «Абрис» (Н. У. Тиц, 1997). Определение содержания билирубина в сыворотке крови методом Йендрашика-Грофа с использованием набора реактивов Клини Тест-Бил фирмы «Мицар». Белковосвязанный йод определяли методом экстракции толуолом (В. В. Медведев, Ю. З. Волчек, 2006). Определение концентрации каротина проводили по методике Бессея в модификации А.А. Анисовой (В.М. Холод, Г.Ф. Ермолаев, 1988).

В рамках первого этапа исследований также проводили клинический осмотр, биохимический анализ крови (уровень общего белка, альбуминов, глобулинов), а также определение содержания кальция и фосфора в



сыворотке крови новорожденных телят, матери которых получали витаминно-минеральные пролонгированные болюсы (первый этап исследований). Пробы крови (n=30) брали на третий-пятый дни жизни новорожденных телят. Анализ содержания общего белка, альбуминов, глобулинов, кальция и фосфора проводили на кафедре биохимии и физиологии ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины».

Второй этап исследований был проведен в рамках гранта У. М. Н. И. К (Договор (Соглашение) о предоставлении гранта № 1666ГУ1/2014 от 11. 03. 2014г., приложение 4) на коровах голштинизированной черно-пестрой и голштинской породы в ЗАО ПЗ «Победа», ЗАО ПЗ «Гатчинское» и ЗАО ПЗ «Сельцо» в период с 2014 по 2016 годы.

Биохимические исследования крови были проведены на кафедре биохимии и физиологии ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины». Концентрацию общего белка определяли колориметрическим методом с использованием биуретового реактива (Кондрахин И. П., 2004); концентрацию кальция – колориметрическим методом с применением диагностического набора НПФ «Абрис+» (в основе – реакция с реагентом Арсеназо III); фосфора – реакцией с молибдатом аммония, используя диагностический набор НПФ «Абрис+» (Н. У. Тиц, 1997). Активность щелочной фосфатазы (ЩФ) в сыворотке крови определяли фотометрическим методом, основанным на гидролизе п-нитрофенилфосфата динатриевой соли, с использованием промышленных наборов фирмы «Мицар» (В. В. Долгов, 2012).

Формирование групп за два месяца до отела					
Первая подопытная группа (n=5)	Вторая подопытная группа (n=5)	Третья подопытная группа (n=5)	Четвертая подопытная группа (n=5)	Пятая подопытная группа (n=5)	Контрольная группа (n=5)
Первое взятие крови за два месяца до отела и проведение биохимического анализа № 1					
Введение витаминно-минеральных болюсов					
Два болюса <b>All-mineral plus</b> (Cu,Co,Se,Mn,Zn, Vit A, D3, E)	Два болюса <b>Uno Biotin</b> (Cu,Co,Se,Mn,Zn,J, Vit H, A, D3, E)	Два болюса <b>Cattle Bolus with Iodine</b> (Cu,Co, Se,J)	Один болюс <b>Calcium Bolus Extra</b> (Ca)	Один болюс <b>Cattle Bullet</b> (Cu,Co,Se, Mn,Zn,J, Vit A, D3, E)	Болюсы не вводили (премикс «Минвит 5- 2»)
Второе взятие крови 24 дня после введения болюсов (36 дней до отела) и проведение биохимического анализа № 2					
			Введение 2-го болюса <b>Calcium Bolus Extra</b> на 2 день после отела		
Третье взятие крови 67 дней после введения болюсов (7 дней после отела) и проведение биохимического анализа № 3					
Четвертое взятие крови 141 день после введения болюсов (81 дней после отела) и проведение биохимического анализа № 4					

Схема 2 - Схема экспериментальных исследований первого этапа.

С целью установления эффективности состава рассыпных (желатиновая оболочка) форм кальцийсодержащих комплексов в кормлении транзитного периода молочных коров, были проведены исследования в ЗАО ПЗ «Победа» Ломоносовского района Ленинградской области на коровах голштинизированной черно-пестрой породы в возрасте с 3 до 5 лет с продуктивностью 7 365 кг молока (по данным 2015 года) в транзитный период.

Структура кормовых рационов транзитного периода представлена сочными (по СВ-84 и 77%, по ОЭ-75 и 65%), концентрированными кормами (по СВ-16 и 23%, по ОЭ-25 и 35%) и кормовыми отходами (таблица 7). В

рацион вводили минеральную добавку (Минвит 5-2) в расчете 30 гр. на голову.

Таблица 7 -Структура кормовых рационов для коров сухостойного периода в ЗАО ПЗ «Победа» (на 01. 08. 2015)

Группа	Структура рациона по СВ,%			Структура рациона по ОЭ,%		
	Сочные	Концентраты	Отходы	Сочные	Концентраты	Отходы
Рольный зал (105 голов)	77	23	-	65	35	-
48 голов	65	26	9	47	42	11
90 голов — площадка	86	14	-	77	23	-
177 голов - схостой	84	16	-	75	25	-

В ходе эксперимента было сформировано три группы (схема 3). Животным первой подопытной группы (n=5) за 9-18 дней до отела был введен (per os) один болюс «Кальций-Интенсив Плюс» (рассыпная форма, производитель Россия, г. Санкт-Петербург). Состав болюсов «Кальций-Интенсив Плюс»: кальция лактат, лактоза, бикарбонат натрия, высушенный корень элеутерококка колючего (патент №2015128682, от 14 июня 2015 года, зарегистрирован от 02 ноября 2016 года, приложение 5).

Животным второй подопытной группы (n=5) в те же сроки был введен один болюс «Кальций-Интенсив». Состав: биодоступный кальций, лактоза, специальная желатиновая оболочка – болюс (ТУ 9296-001-31069445-14, производитель Россия, г. Санкт-Петербург; декларация о соответствии № РОССРУ. МЛ20. Д19619 от 02. 10. 2009г., приложение 6).

Повторное введение болюсов осуществлялось в день отела. Животным третьей подопытной группы болюсы не вводили, применяли минеральную добавку (Минвит 5-2) в расчете 30 гр. на голову.



Рисунок 5 -Болюс «Кальций-Интенсив Плюс» и болюсодаватель

Пробы крови брали за 9-18 дней до отела (первое введение болюсов), в день отела (второе введение болюсов), на вторые сутки после отела. Проводили биохимическое исследование сыворотки крови (общий белок, кальций, фосфор, щелочная фосфатаза).

Формирование групп за 9-18 дней до отела		
Первая подопытная группа (n=5)	Вторая подопытная группа (n=5)	Контрольная группа (n=5)
Первое взятие крови за 9-18 дней до отела и проведение биохимического анализа № 1 (Кальций, Фосфор, Щелочная Фосфатаза)		
Один болюс <b>Кальций-Интенсив Плюс</b> (кальция лактат, лактоза, бикарбонат натрия, высушенный корень элеутерококка колючего)	Один болюс <b>Кальций-Интенсив</b> (биодоступный кальций, лактоза)	Болюсы не вводили
Повторное введение минеральных болюсов в день отела		
Второе взятие крови на второй день после отела и проведение биохимического анализа № 2 (Кальций, Фосфор, Щелочная Фосфатаза)		

Схема 3 - Схема экспериментальных исследований второго этапа  
(часть 1, ЗАО ПЗ «Победа»)

С целью определения эффективности применения витаминно-минеральных болюсов краткосрочного действия на минеральный обмен веществ в послеродовой период были проведены исследования в ЗАО ПЗ «Сельцо» Волосовского района Ленинградской области на коровах

голштинизированной черно-пестрой породы с продуктивностью 9 450 кг молока (по данным 2016 года).

Рацион сухостойных коров (из расчет на животное) представлен силосом (25 кг), зерносенажом (5 кг), сеном (2 кг), комбикормом (2,5 кг), патокой (сироп 300 гр. на голову), солью (40 гр), мелом (40 гр).

Животным первой подопытной группы (n=5) в день отела был введен (per os) один витаминно-минеральный болюс (производитель Россия, г. Санкт-Петербург, состав: кальций, фосфор, витамин Е, лактоза, прессованная форма), второй подопытной группы (n=5) в те же сроки – один минеральный болюс (производитель Россия, г. Санкт-Петербург, состав: кальций, фосфор, магний, лактоза, прессованная форма). Животным третьей группы (контроль, n=5) болюсы не применяли (схема 4), использовали минеральную добавку (Минвит 5-2) в расчете 40 гр. на голову.

Формирование групп, введение болюсов в день отела и первое взятие крови (общий белок, кальций, фосфор, щелочная фосфатаза, магний)		
Первая подопытная группа (Ca, P, VitE, лактоза, n=5)	Вторая подопытная группа (Ca, P, Mg, лактоза, n=5)	Контрольная группа (болюсы не вводили, n=5)
Второе взятие крови (второй день отела) (общий белок, кальций, фосфор, щелочная фосфатаза, магний)		

Схема 4 - Схема экспериментальных исследований второго этапа (часть 2, ЗАО ПЗ «Сельцо»)

Пробы крови брали в день отела (введение болюсов), на второй день отела. Проводили биохимическое исследование сыворотки крови (общий белок, кальций, фосфор, магний, щелочная фосфатаза).

С целью определения эффективности применения кальцийсодержащих болюсов («Кальций-Экстра» (Голландия) и «Кальций-Интенсив» (Россия)) на показатели минерального обмена веществ в послеродовой период и их влияния на частоту акушерско-гинекологической патологии и продуктивный потенциал животных были проведены исследования в ЗАО ПЗ «Гатчинское» на коровах голштинизированной черно-пестрой породы с продуктивностью

8115 кг молока (по данным 2015 года) в транзитный период в возрасте от 3 до 7 лет. Рацион сухостойных коров (вторая половина, в расчете на голову) представлен сеном (1 кг), силосом (35 кг), зерном (2,5 кг), шротом соевым (0,4 кг), шротом подсолнечниковым (1,2кг), жмыхом рапсовым (0,7 кг), кукурузой (1 кг), премиксом (0,2 кг), пропиленгликолем (0,2 кг), дрожжами (0,02 кг).

Было сформировано три группы. Животным первой подопытной группы (n=5) за 9-18 дней до отела был введен (per os) один болюс «Кальций-Интенсив» (ТУ 9296-001-31069445-14, производитель Россия, г. Санкт-Петербург; декларация о соответствии № РОССТУ. МЛ20. Д19619 от 02. 10. 2009г., состав: биодоступный кальций, лактоза, рисунок 6), второй подопытной группы (n=5) в те же сроки – один болюс «Кальций-Экстра» (производитель «Holland Animal Care», Голландия, состав: кальций, целлюлозное волокно). Животным третьей группы (контроль, n=5) болюсы не применяли, использовали минеральную добавку (Минвит 5-2) в расчете 40 гр. на голову. Повторное введение болюсов животным первой и второй групп осуществлялось в день отела.

Взятие проб крови осуществляли за 9-18 дней до отела (первое введение болюсов), в день отела (второе введение болюсов), на вторые сутки после отела с последующим биохимическим исследованием (общий белок, кальций, фосфор, магний, щелочная фосфатаза). Проводили наблюдения за течением родов, регистрировали случаи возникновения послеродового пареза (схема 5).



Рисунок 6 - Болюс «Кальций-Интенсив»

Третий этап исследований был проведен с целью изучения эффективности микроминеральных болюсов рассыпной формы коровам в транзитный период. Исследования были проведены в учебно-опытном хозяйстве на базе УПЦА ФГБОУ ВО СПбГАУ на коровах черно-пестрой породы в транзитный период. Продуктивность коров варьировала от 5625 до 10000 кг молока (по данным 2021-2022 года, 1-3 лактации).

Формирование групп за 9-18 дней до отела		
Первая подопытная группа (n=5)	Вторая подопытная группа (n=5)	Контрольная группа (n=5)
Первое взятие крови за 9-18 дней до отела и проведение биохимического анализа № 1 (общий белок, кальций, фосфор, щелочная фосфатаза)		
Первый болюс <b>Кальций-Интенсив</b> (биодоступный кальций, лактоза)	Второй болюс <b>Кальций-Экстра</b> (кальций, целлюлоза)	Болюсы не вводили
Повторное введение минеральных болюсов в день отела		
Второе взятие крови в первый день после отела и проведение биохимического анализа № 2 (общий белок, кальций, фосфор, щелочная фосфатаза)		
Третье взятие крови на второй день после отела и проведение биохимического анализа № 3 (общий белок, кальций, фосфор, щелочная фосфатаза)		

Схема 5 - Схема экспериментальных исследований третьего этапа (часть 3, ЗАО ПЗ «Гатчинское»)

В данном хозяйстве животных содержание привязное, без дополнительного моциона. Продолжительность транзитного периода составляет 42 дня. Рацион в его первую половину состоит преимущественно из грубых (силос, сено) и на 30% из концентрированных кормов (ячмень, жмых подсолнечника, рапсовый шрот). Потребление сухого вещества коровами в первую половину транзитного периода составляло 12-13 кг, в новотельный период – 10-15 кг.

Одномоментный запуск коров производился с помощью интерцистернального введения препарата «Прималакт». После запуска животных перегруппировывали и переводили на соответствующий рацион - «Сухостой-1», который состоял преимущественно из грубых (силос, сено) и 15% концентрированных кормов (ячмень, жмых подсолнечника, рапсовый шрот). За 21 день до отела рацион животных менялся (рацион «Сухостой-2»), где доля концентрированных кормов составляла 30%. В новотельный период доля концентрированных кормов возрастала до 50%. В данном хозяйстве привязное содержание коров, дополнительный моцион отсутствует.

Упитанность коров оценивали по бальной системе, разработанной Э. Уайлдманом (Университет штата Вермонт, США). В поздний сухостойный период данный показатель составил 3,5 балла, в новотельный период – 2,8-2,9 баллов.

В рамках экспериментальных исследований были проведены лабораторные исследования крови: клинический, гормональный анализ и исследование биохимических маркеров повреждения печени.

Было сформировано две группы (n=10) (схема 6). Коровам подопытной группы (n=5) ежедневно применяли минеральную добавку в форме болюса, покрытого желатиновой оболочкой, из расчета 75 и 100 г/гол. соответственно в первую и вторую половины транзитного периода, с помощью болюсодавателя интра руминально. В ее состав входят органические микроэлементы: цинк, марганец, медь, кобальт, хром и селен, а желатиновая



оболочка, которая рассасывается в течение 30 мин после локализации в рубце. Животные контрольной группы (n=5) получали витаминно-минеральный комплекс в форме порошка ежедневно из расчета 200 и 100 г/гол. соответственно в первую и вторую половину транзитного периода. Он состоит из витаминов А, D, Е и селена органического.

Пробы крови для клинического и гормонального анализа брали у животных из хвостовой вены в четыре этапа: за 21 и 10 дней до отела, на 2- и 14-й день после отела. Также был проведен анализ биохимических маркеров гепатоцеллюлярного повреждения (АСТ, АЛТ), а также экскреторной способности печени (билирубин) в сыворотке крови коров во вторую половину транзитного периода (10-15 день после отела).

Формирование групп за 21 день до отела	
подопытная группа (n=5)	контрольная группа (n=5)
Первое взятие крови за 21 день до отела: клинический анализ и гормональные исследования крови (прогестерон, эстрадиол, свободный тироксин, кортизол)	
введение микроминеральных болюсов в течение транзитного периода (21 день до и 21 день после отела). Состав: цинк, марганец, медь, кобальт, хром и селен (органическая форма).	введение витаминно-минеральной добавки в течение транзитного периода (21 день до и 21 день после отела). Состав: Vit A, D, E, селен органический.
Второе взятие крови за 10-ь дней до отела: клинический анализ, гормональные исследования крови (прогестерон, эстрадиол, свободный тироксин, кортизол), исследования билирубина, АСТ, АЛТ	
Третье взятие крови на 2-й день после отела: клинический анализ, гормональные исследования крови (прогестерон, эстрадиол, свободный тироксин, кортизол)	
Четвертое взятие крови на 14-й день после отела: клинический анализ, гормональные исследования крови (прогестерон, эстрадиол, свободный тироксин, кортизол)	

Схема 6 - Схема экспериментальных исследований третьего этапа (УПЦА ФГБОУ ВО СПбГАУ)

Количество форменных элементов крови подсчитывали на гематологическом анализаторе Micros 60, лейкоцитарную формулу в мазках крови, окрашенных по Паппенгейму, – трехпольным методом по Филипченко и СОЭ – по методу Панченкова; содержание гормонов (свободного тироксина, кортизола, прогестерона и эстрадиола) в сыворотке

крови – с помощью наборов реагентов «ТироидИФА-свободный Т4», «СтероидИФА-кортизол», «СтероидИФА-прогестерон», «СтероидИФА-эстрадиол» (ООО «Компания Алкор Био»).

Содержание общего билирубина проводили методом Йендрашика-Грофа с помощью набора, предназначенного для фотометрического количественного определения содержания общего и прямого билирубина в сыворотке крови. Количественное определение активности аспартатаминотрансферазы (АСТ) и аланинаминотрансферазы (АЛТ) в сыворотке крови проводили оптимизированным кинетическим энзиматическим методом с помощью наборов реагентов «АЛТ-ОЛЬВЕКС» И «АСТ-ОЛЬВЕКС».

Четвертый этап исследований был проведен с целью изучения эффективности применения растительно-минеральных болусов как препаратов, используемых в рамках профилактики акушерско-гинекологической патологии в СПК «Поляны» Выборгского района Ленинградской области на коровах голштинской породы с продуктивностью 9000 кг молока в возрасте от 3 до 7 лет в период с 2019 по 2020 годы.

В данном хозяйстве ведется селекционная работа по увеличению молочной продуктивности маточного поголовья, в результате с 2017 г. по 2020 г. данный показатель возрос с 7500 до 9000 кг молока. Для учета управления стадом в хозяйстве используется программа Afimilk (Израиль). Система содержания животных беспривязная, скученности животных в секции не наблюдается. Кормление коров в транзитный период производится согласно рациону (Сухостой-1 (с 60 по 30 день до отела), Сухостой-2 (с 30 по 0 день отела), Раздой-1 (с 0 по 30 день после отела)). Рацион коров новотельного периода представлен следующими кормами (в расчете на голову): сено – 0,3 кг, силос – 14,53 кг, оболочка соевая – 0,6 кг, жмых подсолнечный – 2,0 кг, жмых рапсовый – 2,6 кг, кукуруза дробленая – 4,5 кг, ячмень дробленый – 4,5 кг, дробина пивная сухая – 1,6 кг, соль – 0,1 кг, сода

– 0,2 кг, премикс новотел – 0,1 кг, известняковая мука или мел – 0,18 кг, сироп - 0,40 кг.

Добровольный период ожидания составляет 50 дней, гинекологическая диспансеризация животных после отела (главным образом посредством ультразвукового исследования (узи-сканер IMAGO)) проводится с 35 по 41 день.

В рамках четвертого этапа исследований было сформировано две группы по 80 голов в каждой. Животным подопытной группы вводили растительно-минеральные болюсы Метраболь (Mg, Zn, Cu, Co, Se, растительные компоненты (calendula, cinnamun, suisque), Techna France Nutrition S. A. S., France) по 2 штуки на голову в течение первых 12 ч после отела. Для животных контрольной группы использовали протокол новотельного периода (антибактериальные, утеротонизирующие и поливитаминные препараты). Согласно которому, в день отела производилось подкожное введение пролонгированного антибактериального препарата широкого спектра действия цефтиофура гидрохлорида 200 мг/мл (эксид, цефтонит форте, рецефур ПС 200), внутримышечная инъекция поливитаминных препаратов (Элеовит, Мультивит). Для усиления сокращения гладких мышц матки в первый, второй и третий дни после отела производилось внутримышечное введение препарата, содержащего пропранолола гидрохлорида.

Проводили акушерско-гинекологическую диспансеризацию коров в новотельный период, а также анализ эффективности осеменений.

Задачей пятого этапа было проведение послеубойного осмотра и гистологического исследования печени, щитовидной железы, надпочечников и яичников.

Было сформировано две группы (n=14) (схема 7). Коровам подопытной группы (n=7) ежедневно применяли минеральную добавку в форме болюса, покрытого желатиновой оболочкой, из расчета 75 и 100 г/гол., начиная с 21

дня до родов с помощью болюсодавателя интраруминально. В ее состав входят органические микроэлементы: цинк, марганец, медь, кобальт, хром и селен, а желатиновая оболочка рассасывается в течение 30 мин после локализации в рубце. Животные контрольной группы (n=7) получали витаминно-минеральный комплекс в форме порошка ежедневно из расчета 200 и 100 г/гол. соответственно в первую и вторую половину транзитного периода. Он состоит из витаминов А, D, Е и селена органического.

Данные животные были планово выбракованы за 2-3 месяца до отела по причине экстерьерных дефектов молочной железы, вызывающие затруднения во время доения и сопровождающиеся частым проявлением маститов.

Убой животных с последующим послеубойным осмотром и отбором органов (печени, щитовидной железы, надпочечников и яичников) был проведен в первый день после отела.

Формирование групп за 21 день до отела	
подопытная группа (n=7)	контрольная группа (n=7)
введение микроминеральных болюсов в течение первой половины транзитного периода (21 день до отела). Состав: цинк, марганец, медь, кобальт, хром и селен (органическая форма).	введение витаминно-минеральной добавки в течение первой половины транзитного периода (21 день до отела). Состав: Vit А, D, Е, селен органический.
Убой животных с последующим послеубойным осмотром и отбором органов (печени, щитовидной железы, надпочечников и яичников) в первый день после отела	
Гистологическое исследование печени, щитовидной железы, надпочечников, яичников	

Схема 7 -Схема экспериментальных исследований пятого этапа (УПЦА ФГБОУ ВО СПбГАУ)

Для гистологического исследования отобранный материал фиксировали в 10% растворе нейтрального формалина в течение 24-48 часов, после чего по общепринятой методике осуществляли вырезку, промывку, проводку материала, изготавливали парафиновые блоки. Затем готовили срезы толщиной 5-7 мкм, которые депарафинировали, окрашивали гематоксилином и эозином, просветляли и заключали под покровные стекла.

Для изготовления гистологических препаратов использовали стандартную методику (А. А. Мужикян с соавт. 2014; Т. И. Вахрушева, 2019; S. K. Suvarna с соавт., 2019).

Просмотр и анализ гистологических препаратов был проведен при помощи светооптических микроскопов для биологических исследований N-100В (Россия) при увеличении 160, 400 и 600, CarlZeissAxioScopeA1 (Германия) при увеличении 50, 100, 200 и 400. Микрофотографирование проводили при помощи цифровых фотокамер LevenhukC510, TouptekPhotonicFMA 050, а также AxioCamICс 1 и программного обеспечения AxioVisionRel 4. 8 (Германия).

Диссертационную работу оформляли в текстовом и табличном редакторах MicrosoftWord и Excel 2008.

Статистическую обработку данных проводили с помощью расчета t-критерия Стьюдента (программа Stattech).

## 2.2 Результаты собственных исследований

### 2.2.1 Мониторинг биохимических показателей крови коров в разные фазы производственного цикла

Многочисленными исследованиями доказана важность биохимического исследования крови в аспекте оценки здоровья животного. Учитывая селекционно-генетический прогресс молочного животноводства, мониторинг биохимических показателей крови является актуальным и практически значимым.

Исследования были проведены в ЗАО ПЗ «Красноозерное» на коровах голштинизированной черно-пестрой породы ленинградского типа с продуктивностью 5625 кг (по данным 2012 года) в период с 2011 по 2013 годы. Показатели обмена веществ в разные фазы производственного цикла коров отражены в таблице 8.

Согласно полученным данным (таблица 8), уровень общего белка в сыворотке крови подопытных животных в разные фазы производственного цикла находился в пределах нормы. В новотельный период и период раздоя наблюдалась тенденция к снижению значения данного показателя. Достоверная разница значений наблюдалась в сыворотке крови подопытных животных сухостойного периода (первая половина) и периода раздоя (1,1 раза,  $p < 0,05$ ). Уровень альбумина в сыворотке крови сухостойного и новотельного периодов находился в пределах нормы. В период раздоя значение данного показателя возросло и превышало как верхнюю границу нормы, так и значения первой половины сухостойного периода в 1,3 раза ( $p < 0,05$ ). Уровень глобулинов на протяжении всего периода исследований находился выше верхней границы нормы, тенденция к его снижению наблюдалась в сыворотке крови подопытных животных в период раздоя.

Что касается показателей энергетического обмена веществ, то концентрация глюкозы в сыворотке крови подопытных животных всех

производственных групп находилась в пределах нормы. Наблюдалась статистически значимая разница значений данного показателя в сыворотке крови подопытных животных в сухостойный период (1,5 раза,  $p < 0,05$ ).

Таблица 8- Биохимические показатели крови коров в разные фазы производственного цикла

Показатель	Референсные значения (Курдеко А.П. с соавт., 2020)	Сухостойный период - 1 (60 дней до отела)	Сухостойный период - 2 (36 дней до отела)	Новотельный период (7 дней после отела)	Период раздоя (81 день после отела)
Общий белок, г/л	60-85	82,66±2,30	79,78±2,65	78,26±6,31	74,27±1,12*
Альбумин, г/л	25-37	29,5±3,20	29,65±5,55	37,08±22,0	40,32±0,82*
Глобулины, г/л	25-40	53,13±3,77	48,64±6,35	48,63±18,32	42,0±4,0
Глюкоза, мкмоль/л	1,32-4,89	2,50±0,23	3,8±0,36*	3,33±0,57	2,65±0,25
Мочевина, мкмоль/л	0,83-6,91	6,99±1,26	5,34±1,01	4,82±0,67	4,55±0,95
Креатинин, мкмоль/л	35-140	148±3,74	137±7,50*	105±6,32	102,5±2,5*
Билирубин, мкмоль/л	0,34-8,21	10,88±0,98	10,45±1,15	13,6±1,13	12,82±2,27
АлАТ, МЕ/л	1,3-8,5	14,50±1,87	9,50±2,80	11,37±2,14	10,95±2,45
АсАТ, МЕ/л	11,5-30,6	29,30±4,14	15,35±2,81*	16,72±1,90*	17,80±3,71
ЩФ, МЕ/л	3-75	62,88±7,80	61,26±13,06	71,89±15,60	79,34±15,15
Кальций, мкмоль/л	1,26-3,37	2,31±0,14	2,62±0,15	2,40±0,44	2,80±0,30
Фосфор, мкмоль/л	0,81-2,72	1,78±0,26	1,93±0,53	2,01±0,55	2,26±0,38
Са:Р	-	1,3:1		1,2:1	
		Норма: 0,8-1,5:1		Норма – 1,5-2:1	
Медь, мкмоль/л	6,28-24,30	22,87±2,16	20,4±3,26	18,55±2,31	20,43±1,03
Цинк, мкмоль/л	15-33,7	15,5±2,02	16,85±5,63	14,92±1,57	12,89±0,86
СБИ, нм/л	315,2-630,4	333,3±39,3	339,6±65,3	296,2±28,3	344,3±9,4
Каротин, мкмоль/л	18,6-37,2	23,4±6,3	25,1±11,3	21,9±9,5	20,8±2,2

Примечание: \* ( $p < 0,05$ ), \*\* ( $p < 0,01$ ) – достоверно, между группами

В сыворотке крови наблюдалась тенденция к снижению показателей азотистого обмена веществ у подопытных коров в период раздоя. Была

зарегистрирована достоверная разница значений креатинина в сыворотке крови подопытных животных сухостойного периода и периода раздоя (1,4 и 1,3 раза,  $p < 0,05$ ).

Выраженная гипербилирубинемия отмечалась в сыворотке крови всех животных, участвующих в исследовании. Однако наибольшее значение данного показателя отмечалось в новотельный период ( $13,6 \pm 1,13$  мкмоль/л). Что касается биохимических маркеров гепатоцеллюлярного повреждения, то уровень аланиновой трансферазы (АлАТ) был выше нормы у всех исследуемых животных на протяжении всего эксперимента. Чего нельзя сказать о показателе аспарагиновой трансферазы (АсАТ), значение которой находилось в пределах нормы. При этом статистически значимую разницу значений данного показателя регистрировали между подопытными животными в сухостойный и новотельный периоды (в 1,9 и 1,7 раз,  $p < 0,05$ ).

Повышение неспецифического маркера заболевания печени - активности щелочной фосфатазы отмечали в сыворотке крови подопытных животных в период раздоя ( $79,34 \pm 15,15$  МЕ/л).

Значение кальция, фосфора, меди и каротина было в пределах нормы на протяжении всего эксперимента. Соотношение кальция и фосфора у всех исследуемых коров в сухостойный период составляло 1,3:1,0, что соответствовало норме. Сдвиг кальций-фосфорного соотношения было зарегистрировано у всех исследуемых животных в период раздоя – 1,2:1,0 по сравнению с нормой для данного периода, равной 1,5-2:1. Исходя из данных проведенных исследований, можно предположить, что причиной данного отклонения явилось ухудшение всасывания и использования ионов кальция вследствие гепатоцеллюлярного повреждения печени в период активной выработки молока.

Что касается обмена микроэлементов и каротина, то у животных в новотельный период и период раздоя было зарегистрировано незначительное



снижение уровня цинка, а также уровня йода. Концентрация каротина в сыворотке крови всех исследуемых животных была в пределах нормы.

Таким образом, результаты мониторинга биохимических показателей корови отражает производственную нагрузку, главным образом – выработку молока организмом коров, а также состояние здоровья печени. Так, в начале сухостойного периода, а также в новотельный период отмечались изменения в белковом, азотистом и минеральном обменах, что в первом случае связано с адаптацией организма к прекращению биосинтеза молока, во втором – с активацией процесса клеточного синтеза молочной железы. Данные процессы сопряжены с морфофункциональным состоянием печени. Выраженная гипербилирубинемия, повышение активности аланиновой трансферазы и щелочной фосфатазы (главным образом в производственный период) указывают на гепатоцеллюлярное повреждение печени.

### **2.2.2. Результаты коррекции витаминно-минерального гомеостаза болюсами пролонгированного действия**

Витаминно-минеральный обмен веществ молочных коров является одним из важных факторов, раскрывающих репродуктивный и молочный генетический потенциал животных. Многочисленными исследованиями установлены такие последствия дефицита витаминов и минеральных веществ в организме продуктивных животных как нарушение их воспроизводительной способности (патологическое течение беременности, родов, послеродового периода, снижение процента оплодотворяемости и другие), снижение молочной продуктивности, рождение слабого, нежизнеспособного потомства. Существующие традиционные способы - витаминные и минеральные премиксы, инъекционные формы данных веществ имеют ряд следующих недостатков: многофакторность воздействия окружающей среды на витамины и минералы, введение организма в состояние стресса посредством проведения частых манипуляций (парентеральное введение в виде инъекций), нетехнологичность процесса, низкий процент поступления и усвояемости соединений, входящих в премиксы и препараты. В связи с этим актуальным является поиск наиболее технологичных и защищенных форм витаминно-минеральных комплексов, одним из которых являются инновационные болюсы пролонгированного действия. Апробационные исследования витаминно-минеральных болюсов пролонгированного действия были проведены в ЗАО ПЗ «Красноозерное» на коровах голштинизированной черно-пестрой породы ленинградского типа в возрасте 3-5 лет (главы 2. 2. 2. 1 - 2. 2. 2. 6).

### 2.2.2.1. Оценка метаболического профиля коров до введения пролонгированных болюсов

Одним из критических периодов в производственной жизни животного является сухостойный период, который сопряжен с экспоненциальным ростом плода, завершением беременности и лактации. Кроме того, сухостойный период включает в себя часть транзитного периода (21 день до отела), благополучное течение которого во многом отражается на последующей продуктивной жизни животного (R. R. Grummer соавт., 1995).

Учитывая физиологию данного процесса, важное значение имеет контроль за состоянием витаминно-минерального обмена веществ, который невозможен без проведения биохимического анализа крови (таблица 9).

Анализ данных таблицы 9 указывает на то, что концентрация общего белка у подопытных и контрольных животных до введения болюсов находилась в пределах физиологической нормы, исключение составляла первая группа, в которой отмечалось увеличение уровня общего белка в 1,03 раза, а также статистически значимая разница значений данного показателя у животных контрольной группы ( $p \leq 0,05$ ). Можно предположить, что снижение количества альбуминов до  $21,84 \pm 1,76$  (пятая подопытная группа) было связано в основном с угнетением белковосинтезирующей функции гепатоцитов из-за дефицита АТФ и нарушением деятельности рибосом. Выявленная гиперглобулинемия у животных всех групп, вероятно, связана с поражением гепатоцитов и эндотелиальных (звездчатых) клеток, вследствие чего происходит нарушение синтеза и распада глобулинов, повышение содержания их в крови.

Следствием высокого содержания белка в крови исследуемых коров явилось повышение уровня креатинина (конечного азотистого продукта обмена белков) до  $146,6 \pm 4,70$  -  $148 \pm 3,74$  мкмоль/л (первая, шестая группы соответственно). Уровень мочевины находился в пределах нормы во всех подопытных группах животных, в контрольной группе наблюдалось

незначительное увеличение данного показателя до  $6,99 \pm 1,26$  мкмоль/л. Статистически значимая разница значений данного показателя отмечалась у животных первой подопытной и контрольной групп (1,7 раза,  $p \leq 0,05$ ).

Таблица 9 - Биохимические показатели крови коров в сухостойный период

Показатель	Референсные значения (Курдеко А.П. с соавт., 2020)	Первая группа	Вторая группа	Третья группа	Четвертая группа	Пятая группа	Шестая группа (контроль)
Общий белок, г/л	60-85	$88,06 \pm 0,40^*$	$78,64 \pm 2,46$	$81,68 \pm 3,97$	$81,20 \pm 1,51$	$81,16 \pm 2,94$	$82,66 \pm 2,30$
Альбумин, г/л	25-37	$30,64 \pm 0,10$	$28,45 \pm 1,5$	$25,37 \pm 3,04$	$26,41 \pm 2,85$	$21,84 \pm 1,76$	$29,5 \pm 3,20$
Глобулины, г/л	25-40	$64,64 \pm 3,37$	$50,13 \pm 1,74$	$56,32 \pm 2,97$	$54,71 \pm 2,01$	$61,56 \pm 5,55$	$53,13 \pm 3,77$
Глюкоза, мкмоль/л	1,32-4,89	$2,68 \pm 0,13$	$2,65 \pm 0,05$	$2,23 \pm 0,17$	$2,31 \pm 0,21$	$1,85 \pm 0,09^*$	$2,50 \pm 0,23$
Мочевина, мкмоль/л	0,83-6,91	$3,96 \pm 0,22^*$	$5,07 \pm 0,66$	$6,09 \pm 0,78$	$6,83 \pm 0,54$	$5,50 \pm 0,65$	$6,99 \pm 1,26$
Креатинин, мкмоль/л	35-140	$146,6 \pm 4,70$	$136 \pm 5,01$	$140 \pm 8,36$	$136 \pm 5,10$	$138 \pm 5,83$	$148 \pm 3,74$
Билирубин, мкмоль/л	0,34-8,21	$9,96 \pm 0,50$	$6,94 \pm 1,48$	$8,21 \pm 0,71$	$11,78 \pm 0,77$	$9,61 \pm 0,30$	$10,88 \pm 0,98$
АлАТ, МЕ/л	1,3-8,5	$10,41 \pm 0,09$	$10,76 \pm 2,28$	$12,21 \pm 1,50$	$11,95 \pm 1,80$	$14,64 \pm 0,65$	$14,50 \pm 1,87$
АсАТ, МЕ/л	11,5-30,6	$19,50 \pm 0,20^*$	$20,97 \pm 2,81$	$25,70 \pm 3,66$	$23,60 \pm 3,41$	$32,08 \pm 1,54$	$29,30 \pm 4,14$
ЩФ, МЕ/л	3-75	$51,5 \pm 0,10$	$73,99 \pm 9,51$	$79,75 \pm 16,03$	$90,40 \pm 10,50$	$58,84 \pm 3,37$	$62,88 \pm 7,80$
Кальций, мкмоль/л	1,26-3,37	$2,24 \pm 0,25$	$2,69 \pm 0,14$	$2,54 \pm 0,14$	$2,40 \pm 0,26$	$2,73 \pm 0,23$	$2,31 \pm 0,14$
Фосфор, мкмоль/л	0,81-2,72	$1,53 \pm 0,24$	$1,76 \pm 0,25$	$1,44 \pm 0,16$	$1,94 \pm 0,12$	$1,54 \pm 0,13$	$1,78 \pm 0,26$
Са:Р	0,8-1,5:1	1,4	1,5	1,7	1,2	1,8	1,2
Медь, мкмоль/л	6,28-24,3	$11,32 \pm 1,40^{**}$	$14,98 \pm 1,35$	$18,50 \pm 2,57$	$21,20 \pm 1,45$	$17,90 \pm 2,72$	$22,87 \pm 2,16$
Цинк, мкмоль/л	15-33,7	$12,53 \pm 0,38$	$12,02 \pm 0,50$	$13,08 \pm 1,50$	$17,40 \pm 1,40$	$12,52 \pm 0,94$	$15,5 \pm 2,02$
СБИ, нм/л	315,2-630,4	$256,1 \pm 101,3$	$349,1 \pm 72,4$	$349,1 \pm 72,4$	$467,2 \pm 31,5$	$364,8 \pm 44,1$	$333,3 \pm 39,4$
Каротин, мкмоль/л	18,6-37,2	$20,1 \pm 2,2$	$35,7 \pm 5,2$	$35,7 \pm 5,2$	$36,1 \pm 7,4$	$50,4 \pm 23,4$	$23,4 \pm 6,3$

Примечание: \* ( $p \leq 0,05$ ), \*\* ( $p \leq 0,01$ ) – достоверно по сравнению с показателями контрольной группы

Концентрация глюкозы у животных до введения болюсов была в пределах нормы. Достоверное различие значений наблюдались у животных пятой подопытной и контрольной групп (1,3 раза,  $p \leq 0,05$ ). Показатель пигментного обмена: билирубин был выше нормы у животных первой, пятой подопытных групп – в 1,2 раза, четвертой подопытной группы – в 1,4 раза, шестой (контрольной) группы – в 1,3 раза. Данные изменения также указывают на поражение печени, приводящие к нарушению выведения билирубина из организма.

Активность аланинаминотрансферазы (АлАТ) в крови животных была выше нормы во всех подопытных группах животных: в первой, второй – в 1,2 раза, в третьей, четвертой – в 1,4 раза, в пятой, а также в контрольной – в 1,7 раза, что говорит о повреждении печени. Увеличение активности аспартатаминотрансферазы (АсАТ) наблюдалось у животных пятой подопытной группы, достоверные различия значений были зарегистрированы между животными первой подопытной и контрольной групп (1,5 раза,  $p \leq 0,05$ ).

Уровень щелочной фосфатазы (ЩФ) у животных третьей и четвертой подопытных групп был выше референсных значений. Содержание макро-, микроэлементов, а также каротина в сыворотке крови животных находилось в пределах нормы. Сдвиг соотношения кальция к фосфору 1,7-1,8:1,0 при норме 0,8-1,5:1,0 был зарегистрирован у исследуемых животных третьей и пятой групп. Была зарегистрирована статистически значимая разница значений цинка первой подопытной и контрольной групп (2,02 раза,  $p < 0,01$ ), а также йода у животных четвертой подопытной и контрольной групп (1,4 раза,  $p \leq 0,05$ ).

Таким образом, полученные данные биохимических показателей крови могут указывать на нарушение белкового обмена веществ, одной из основных причин которой является угнетение функциональной активности печени.

### **2.2.2.2. Мониторинг показателей белкового и углеводного обменов веществ коров в период пролонгационной активности болюсов**

Многочисленными исследованиями доказана роль белков и углеводов в продуктивной жизни жвачных животных. Углеводы, как самый важный источник энергии для молочных коров, являются предшественниками жиров и сахаров в организме животных. Протеин, в свою очередь, как резервуар аминокислот, способствует реализации продуктивного и репродуктивного потенциалов коров (И. А. Лысик, 2016).

Учитывая значение белкового и углеводного метаболизма коров, анализ эффективности любых изменений в рационе следует рассматривать комплексно. Оценку эффективности действия витаминно-минеральных болюсов пролонгированного действия на показатели белкового и углеводного обменов веществ отражены в таблице 10.

Как отмечает Васильева С. В., Конопатов Ю. В. (2009), определение содержания общего белка в сыворотке крови коров имеет важнейшее диагностическое значение. Анализируя полученные показатели (таблица 10), уровень общего белка у всех исследуемых животных в разные фазы их производственного цикла находился в пределах нормы. При проведении сравнительной оценки значений, статистически значимую разницу наблюдали у животных первой подопытной группы: 24 дня после введения болюсов – снижение в 1,2 раза ( $p \leq 0,05$ ), 67 дней после введения болюсов – снижение в 1,1 раза ( $p \leq 0,01$ ), а также у животных контрольной группы на 141 день после введения болюсов – снижение в 1,1 раза ( $p \leq 0,01$ ) по сравнению с показателями до введения болюсов. Нужно также отметить, что в сыворотке крови как подопытных, так и контрольных животных наблюдалась тенденция к снижению концентрации общего белка на 24, 67 и 141 дни после введения болюсов по сравнению со значениями до введения болюсов.

Таблица 10 - Эффективность действия болюсов на белковый и углеводный обмен молочных коров, М±m

Показатель, Единицы измерения	Первая группа (n=5)	Вторая группа (n=5)	Третья группа (n=5)	Четвертая группа (n=5)	Пятая группа (n=5)	Контрольная группа (n=5)
<b>До введения болюсов (сухостойный период-1)</b>						
Общий белок, г/л	88,06±0,40	78,64±2,46	81,68±3,97	81,20±1,51	81,16±2,94	82,66±2,30
Альбумины, г/л	30,64±0,10	28,45±1,5	25,37±3,04	26,41±2,85	21,84±1,76	29,5±3,20
Глобулины, г/л	64,64±3,37	50,13±1,74	56,32±2,97	54,71±2,01	61,56±5,55	53,13±3,77
Глюкоза, мкмоль/л	2,68±0,13	2,65±0,05	2,23±0,17	2,31±0,21	1,85±0,09	2,50±0,23
<b>24 дня после введения болюсов (сухостойный период-2)</b>						
Общий белок, г/л	73,7±2,41**	77,76±6,90	74,8±5,21	78,56±5,25	72,18±9,32	79,78±2,65
Альбумины, г/л	39,95±1,53**	39,67±20,86	33,36±3,46	37,27±3,18*	31,99±2,87**	29,65±5,55
Глобулины, г/л	49,45±0,17**	43,76±9,16	38,57±9,43	48,54±5,51	42,09±5,07*	48,64±6,35
Глюкоза, мкмоль/л	3,27±0,14**	3,75±0,25**	3,05±0,51	2,87±0,43	3,80±0,45**	3,8±0,36**
<b>67 дней после введения болюсов (новотельный период)</b>						
Общий белок, г/л	79,56±2,67**	70,55±10,17	79,92±2,36	72,52±8,14	78,66±4,57	78,26±6,31
Альбумины, г/л	34,43±6,0	36,13±4,31**	36,25±4,66	38,05±3,22*	36,53±4,41**	37,08±22,0
Глобулины, г/л	42,23±7,50*	26,83±16,24	43,7±5,90	34,46±7,81*	42,09±8,11	48,63±18,32
Глюкоза, мкмоль/л	4,0±0,81	3,94±0,57	3,8±0,47*	3,78±0,56*	4,3±1,07	3,33±0,57
<b>141 день после введения болюсов (период раздоя)</b>						
Общий белок, г/л	84,45±1,95	77,82±4,64	76,98±3,16	77,56±4,54	76,05±8,38	74,27±1,12**
Альбумины, г/л	42,45±5,95	36,22±5,61**	44,82±2,32	36,81±4,85	35,80±4,44*	40,32±0,82**
Глобулины, г/л	38,52±2,62**	39,34±7,88	34,93±7,28*	40,75±8,77	40,13±6,33*	42,0±4,0
Глюкоза, мкмоль/л	2,9±0,4	3,05±0,45	2,96±0,16**	2,63±0,73	2,68±0,37	2,65±0,25

Примечание: \* ( $p \leq 0,05$ ), \*\* ( $p \leq 0,01$ ) – достоверно по сравнению с показателями до введения болюсов

Что касается альбуминов, как определенного резерва аминокислот для синтеза других специфических белков организма, то статистически значимое увеличение данного показателя по сравнению со значениями до введения болюсов отмечалось у животных первой подопытной группы 24 дня после введения болюсов - в 1,3 раза ( $p \leq 0,01$ ), второй подопытной группы 67 и 141 дней после введения болюсов – в 1,2 раза ( $p \leq 0,01$ ), четвертой подопытной группы 24 и 67 дней после введения болюсов - в 1,4 раза ( $p \leq 0,05$ ). А также пятой подопытной группы 24 дня после введения болюсов – в 1,4 раза ( $p \leq 0,01$ ), 67 и 141 дней после введения болюсов – в 1,6 раза ( $p \leq 0,01$  и  $p \leq 0,05$  соответственно) и контрольной группы 141 день после введения болюсов – в 1,3 раза ( $p \leq 0,01$ ). Кроме того, в сыворотке крови первой подопытной и контрольной групп на 141 день после введения болюсов наблюдалась выраженная тенденция к увеличению уровня альбуминов по сравнению с референсными значениями.

Концентрация глобулинов у животных фактически всех исследуемых групп была повышена по сравнению с нормой. Вместе с тем, у данных животных наблюдалась тенденция к снижению уровня данного показателя на 24, 67, 141 дни после введения болюсов по сравнению с данными до их введения. Так, достоверные различия значений были зарегистрированы у животных первой подопытной группы – в 1,3 раза ( $p \leq 0,01$ ), в 1,5 раза ( $p \leq 0,05$ ), в 1,6 раза ( $p \leq 0,01$ ). У животных пятой группы 24 дня после введения болюсов – в 1,4 раза ( $p \leq 0,05$ ), четвертой группы 67 дней после введения болюсов – в 1,6 раза ( $p \leq 0,05$ ), третьей и пятой групп 141 дней после введения болюсов – в 1,6 и 1,5 раза соответственно ( $p \leq 0,05$ ).

Так как основной синтез глюкозы у коров осуществляется в процессе глюконеогенеза в печени из летучих жирных кислот, образующихся при брожении, уровень глюкозы в сыворотке крови всех исследуемых животных в пределах референсных значений может свидетельствовать о функциональной активности рубца и печени, а также об активной выработке



молока. Достоверно значимое повышение значений данного показателя отмечалось у животных первой, второй, пятой подопытной, а также контрольной групп 24 дня после введения болюсов в 1,2; 1,4; 2 и 1,5 раз ( $p \leq 0,01$ ) соответственно по сравнению со значениями до введения болюсов. Данная тенденция была зарегистрировано также у животных третьей подопытной группы 67 и 141 дней после введения болюсов – в 1,7 и 1,3 раза соответственно ( $p \leq 0,05$ ), а также у животных четвертой группы – в 1,6 раза ( $p \leq 0,05$ ).

Таким образом, полученные данные могут свидетельствовать об активной работе рубца и печени, синтезе глюкозы и выработке молока. При этом, стабилизация показателей белкового обмена веществ (уровень альбуминов и глобулинов) наблюдались у животных второй, четвертой и пятой групп. Данные животные получали витаминно-минеральные болюсы с одинаковым составом витаминов (жирорастворимые витамины А, D<sub>3</sub>, Е). В связи с этим, можно предположить, что пролонгационная активность жирорастворимых витаминов и минералов, входящих в состав болюсов благоприятно отражается на белковом метаболизме крупных жвачных животных.

### 2.2.2.3. Состояние азотистого и пигментного обменов веществ подопытных коров

Известно, что азотистый обмен веществ жвачных животных выполняет одну из ключевых ролей в обеспечении организма жвачных животных питательными веществами. Кроме того, изучение азотистого обмена позволяет полноценно оценить качество белкового питания, а также направленность обменных процессов.

Показатели азотисто-пигментного обмена веществ молочных коров в период пролонгационной активности витаминно-минеральных болюсов отражены в таблице 11.

Так, значение конечного продукта азотистого обмена, мочевины, у всех исследуемых животных на протяжении эксперимента находилось в пределах нормы. Исключение составили данные первой подопытной группы 24 дня после введения болюсов –  $7,25 \pm 0,63$  мкмоль/л, достоверная разница значений с показателем мочевины до введения болюсов составила 1,8 раза ( $p \leq 0,01$ ,  $3,96 \pm 0,22$ ). Статистически значимое снижение значений мочевины было зарегистрировано у подопытных животных третьей группы 141 день после введения болюсов в 1,6 раза ( $p \leq 0,05$ ), а также у подопытных животных четвертой группы 67 и 141 день после введения болюсов – в 1,3 и 1,6 раза соответственно ( $p \leq 0,05$ ) по сравнению со значениями до введения болюсов.

Уровень креатинина, как важного азотсодержащего небелкового соединения крови, был в пределах референсных значений у всех исследуемых животных на протяжении эксперимента. Исключение составили значения данного показателя у животных первой подопытной и контрольной групп до введения болюсов ( $146,6 \pm 4,70$  и  $148 \pm 3,74$  мкмоль/л соответственно). Сравнительная оценка значений у животных на протяжении эксперимента указывает на тенденцию к снижению данного показателя на 67 и 141 дни после введения болюсов. Так, достоверные различия были

зарегистрированы у животных первой, второй подопытных, а также контрольной групп 67 дней после введения болюсов: в 1,2 (показатели подопытных групп,  $p \leq 0,05$ ) и 1,4 раза (показатели контрольной группы,  $p \leq 0,01$ ). А также у животных пятой подопытной и контрольной групп 141 день после введения болюсов в 1,2 ( $p \leq 0,05$ ) и 1,4 ( $p \leq 0,01$ ) раза соответственно.

Таблица 11 - Азотисто – пигментный обмен веществ молочных коров,  $M \pm m$

Показатель	Первая группа (n=5)	Вторая группа (n=5)	Третья группа (n=5)	Четвертая группа (n=5)	Пятая группа (n=5)	Контрольная группа (n=5)
<b>До введения болюсов (сухостойный период-1)</b>						
Мочевина, мкмоль/л	3,96±0,22	5,07±0,66	6,09±0,78	6,83±0,54	5,50±0,65	6,99±1,26
Креатинин, мкмоль/л	146,6±4,70	136,0±5,01	140,0±8,36	136,0±5,10	138,0±5,83	148,0±3,74
Билирубин, мкмоль/л	9,96±0,50	6,94±1,48	8,21±0,71	11,78±0,77	9,61±0,30	10,88±0,98
<b>24 дня после введения болюсов (сухостойный период-2)</b>						
Мочевина, мкмоль/л	7,25±0,63 **	5,81±2,17	5,53±1,51	5,91±0,65	6,14±2,02	5,34±1,01
Креатинин, мкмоль/л	130±8,16	132±5,10	132±13,31	130±8,94	137±8,71	137±7,50
Билирубин, мкмоль/л	6,4±0,70 **	13,89±0,38	6,91±2,03	10,47±1,25	8,93±1,02	10,45±1,15
<b>67 дней после введения болюсов (новотельный период)</b>						
Мочевина, мкмоль/л	4,58±0,60	4,99±0,77	5,09±0,61	4,99±0,37 *	4,99±0,58	4,82±0,67
Креатинин, мкмоль/л	120,0±8,16	111,25±7,40	120,0±6,12	114,0±13,56	112,0±11,66	105,0±6,32
Билирубин, мкмоль/л	9,54±0,78	9,96±1,13	10,77±1,57	9,74±1,10	9,96±1,88	13,6±1,13
<b>141 день после введения болюсов (период раздоя)</b>						
Мочевина, мкмоль/л	4,12±0,13	3,38±0,67	3,70±0,41*	4,13±0,73 *	4,44±0,71	4,55±0,95
Креатинин, мкмоль/л	130,0±10,0	123,30±4,71	116,66±12,47	118,0±11,66	116,66±4,71	102,5±2,5
Билирубин, мкмоль/л	9,98±1,48	9,20±0,88	8,60±2,12	10,32±0,81	10,43±0,78	12,82±2,27

Примечание: \* ( $p \leq 0,05$ ), \*\* ( $p \leq 0,01$ ) – достоверно по сравнению с показателями до введения болюсов

Содержание креатинина в крови подопытных животных, преимущественно первой, второй и пятой групп, согласуется с данными по

содержанию общего белка, мочевины и определяет активность белкового обмена веществ, а также пролонгационную активность витаминов и минералов.

Оценку функции печени и интенсивность гемолитических процессов в организме проводили с помощью количественного определения билирубина плазмы крови. Было зарегистрировано значительное увеличение билирубина на протяжении всего эксперимента у животных четвертой подопытной и контрольной групп –  $11,78 \pm 0,77 / 10,47 \pm 1,25 / 9,74 \pm 1,10 / 10,32 \pm 0,81$  мкмоль/л и  $10,88 \pm 0,98 / 10,45 \pm 1,15 / 13,6 \pm 1,13 / 12,82 \pm 2,27$  мкмоль/л по сравнению с верхней границей нормой, равной 8,21 мкмоль/л. Кроме того, выраженное повышение билирубина отмечалось у животных второй подопытной группы 24 дня после введения болюсов –  $13,89 \pm 0,38$  мкмоль/л, третьей подопытной группы 67 дней после введения болюсов –  $10,77 \pm 1,57$  мкмоль/л, пятой подопытной группы 141 день после введения болюсов –  $10,43 \pm 0,78$  мкмоль/л. У животных первой подопытной группы отмечалось незначительное повышение билирубина как до, так 67 и 141 дней после введения болюсов по сравнению с верхней границей референсных значений. Достоверное снижение значений данного показателя отмечалось у животных первой подопытной группы 24 дня после введения болюсов в 1,5 раза ( $p \leq 0,01$ ), и напротив, его повышение было зарегистрировано у животных второй подопытной группы – в 2 раза ( $p \leq 0,01$ ). Повышенная концентрация билирубина может быть следствием нарушения пигментообразующей функции печени, что вероятно связано с деструктивно-дистрофическими изменениями в паренхиматозных клетках печени, а также инфильтративными – в строме, результатом которых является повышение давления в желчных протоках (Н. И. Кузнецов, 1990). Также причиной билирубинемии могло быть нарушение метаболических процессов в пораженных гепатоцитах с дальнейшей потерей способности переводить связанный билирубин из клеток в желчь против градиента концентрации (Р. В. Роменский с соавт., 2013).

Таким образом, положительная динамика азотистого и пигментного обменов веществ отмечалась преимущественно в сыворотке крови животных первой подопытной группы, получавших витаминно-минеральный комплекс пролонгированного действия All-mineralplus.

#### 2.2.2.4. Активность ферментов крови подопытных коров

Многочисленными исследованиями в области как медицинской, так и ветеринарной клинической биохимии доказана роль аланиновой и аспарагиновой трансфераз как участников обменов белков, а также биохимических маркеров гепатоцеллюлярного повреждения печени (С. В. Васильева, 2009; Д. И. Гавриленко, Т. Е. Гавриленко, 2017). В таблице 12 отражены результаты биохимического анализа крови коров подопытных и контрольной групп на разных этапах экспериментальных исследований.

Согласно данным таблицы 12, активность аланиновой трансферазы у животных как подопытных, так и контрольной группы на протяжении всего эксперимента была выше верхней границы нормы. Достоверное снижение данного показателя было зарегистрировано у подопытных животных первой группы 24 дня после введения болюсов – в 1,2 раза ( $p \leq 0,01$ ), а также пятой группы 141 день после введения болюсов – в 1,6 раза ( $p \leq 0,01$ ). Полученные данные согласуются со значением билирубина и указывают на повреждение гепатоцитов. Следует также отметить, что наиболее выраженное увеличение активности аланиновой трансферазы отмечалось у животных в период раннего раздоя, что, вероятно, связано, с адаптацией метаболизма к молочной продуктивности и формированию устойчивой системы организма коров для синтетической деятельности молочной железы.

Активность аспарагиновой трансферазы у всех исследуемых животных находилась в пределах референсных значений. Статистически значимое снижение значения данного фермента было зарегистрировано у подопытных животных первой – в 1,3 раза ( $p \leq 0,05$ ), третьей – в 1,6 раза ( $p \leq 0,05$ ) групп 24 дня после введения болюсов по сравнению с данными до введения

витамино-минеральных препаратов пролонгированного действия. Достоверное различие было также зарегистрировано у животных пятой подопытной и контрольной групп 24 (разница значений - 1,9 раза ( $p \leq 0,05$ )) и 67 дней после введения болюсов – в 1,8 ( $p \leq 0,01$ ) и 1,7 раза ( $p \leq 0,05$ ), у животных пятой подопытной группы 141 день после введения болюсов – в 2 раза ( $p \leq 0,01$ ).

Таблица 12 - Активность ферментов крови коров,  $M \pm m$ 

Показатель, Единицы измерения	Первая группа (n=5)	Вторая группа (n=5)	Третья группа (n=5)	Четвертая группа (n=5)	Пятая группа (n=5)	Контрольная группа (n=5)
<b>До введения болюсов (сухостойный период-1)</b>						
АлАТ, МЕ	10,41± 0,09	10,76± 2,28	12,21± 1,50	11,95± 1,80	14,64± 0,65	14,50± 1,87
АсАТ, МЕ	19,50± 0,20	20,97± 2,81	25,70± 3,66	23,60± 3,41	32,08± 1,54	29,30± 4,14
ЩФ, МЕ/л	51,5± 0,10	73,99± 9,51	79,75± 16,03	90,40± 10,50	58,84± 3,37	62,88± 7,80
<b>24 дня после введения болюсов (сухостойный период-2)</b>						
АлАТ, МЕ	8,85± 0,25**	8,92± 3,07	10,66± 2,80	11,82± 1,75	10,71± 1,70	9,50± 2,80
АсАТ, МЕ	14,86± 0,50**	13,88± 3,88	15,60± 1,04*	16,4± 1,43	16,82± 6,41*	15,35± 2,81*
ЩФ, МЕ/л	73,15± 1,30**	53,90± 25,90	52,34± 7,63	63,11± 12,25	68,41± 21,0	61,26± 13,06
<b>67 дней после введения болюсов (новотельный период)</b>						
АлАТ, МЕ	10,97± 1,14	11,14± 1,81	12,61± 1,29	12,18± 2,35	11,37± 2,55	11,37±2,14
АсАТ, МЕ	15,95± 1,77	16,96± 1,50	20,21± 2,50	18,99± 3,70	17,21± 2,66**	16,72±1,90 *
ЩФ, МЕ/л	85,48± 16,74	75,15± 13,98	75,67± 12,62	71,45± 19,25	63,61± 20,62	71,89± 15,60
<b>141 день после введения болюсов (период раздоя)</b>						
АлАТ, МЕ	12,45± 1,65	11,48± 0,80	11,74± 1,02	11,50± 2,23	9,13±0,51 **	10,95±2,45
АсАТ, МЕ	20,44± 1,96	19,83± 3,03	20,06± 0,95	20,50± 1,50	15,35± 1,99**	17,80± 3,71
ЩФ, МЕ/л	75,45± 9,05*	63,16± 16,67	71,10± 18,13	66,72± 11,98	67,95± 20,45	79,34± 15,15

Примечание: \* ( $p \leq 0,05$ ), \*\* ( $p \leq 0,01$ ) – достоверно по сравнению с показателями до введения болюсов

Согласно данным таблицы 12, наиболее выраженное изменение активности аспарагиновой трансферазы наблюдалось у подопытных

животных пятой группы, получавших болусы Cattle Bullet, включающие микроэлементы: медь, кобальт, селен, марганец, цинк, йод, а также жирорастворимые витамины А, D<sub>3</sub>, Е.

Активность печеночной изоформы – щелочной фосфатазы была выше нормы у животных четвертой подопытной группы в первую половину сухостойного периода (до введения болусов), первой подопытной группы в новотельный период (67 дней после введения болусов) и контрольной группы в период раздоя (141 день после введения болусов). Достоверное повышение активности щелочной фосфатазы отмечалось у животных первой подопытной группы 24 и 141 день после введения болусов в 1,4 раза ( $p \leq 0,01$  и  $p \leq 0,05$  соответственно). Как известно, активность щелочной фосфатазы связана с обменом минеральных веществ, таких как кальций и фосфор. Кроме того, данный фермент является неспецифическим маркером заболевания печени положительная диагностика, в аспекте которого возможна только при одновременном повышении гамма-глутамилтранспептидазы. В связи с этим, можно предположить, что выраженная активность щелочной фосфатазы у подопытных животных четвертой группы до введения болусов сопряжена с недостатком кальция в рационе животных, после введения, которых наблюдалась нормализация значений данного фермента. Увеличение щелочной фосфатазы в производственный период и период раннего раздоя, вероятно, связано с активным процессом синтеза молока, а также с послеродовым восстановлением организма. Диагностика субклинической гипокальциемии в данном случае возможна только при анализе показателей минерального обмена веществ (глава 2. 2. 3).

Таким образом, изменение активности ферментов согласуются с изменениями в белковом и азотисто-пигментном обменах веществ, что можно объяснить гепатоцеллюлярным повреждением печени, а также активным синтезом молока организмом коров в период раздоя.

### 2.2.2.5. Оценка витаминного и минерального обменов веществ подопытных коров

Витаминные и минеральные вещества относятся к составным компонентам рациона крупного рогатого скота. Учитывая физиологические основы, организация пролонгированного витаминно-минерального питания крупных жвачных животных является необходимым условием для реализации их молочного и репродуктивного генетического потенциалов. Результаты использования витаминно-минеральных болюсов пролонгированного действия в аспекте изучения некоторых показателей витаминов и минеральных веществ отражены в таблице 13.

Согласно результатам проведенных исследований (таблица 13), содержание главных компонентов костной ткани, кальция и фосфора, в сыворотке крови всех подопытных и контрольной групп на протяжении экспериментального исследования находилось в пределах референсных значений. При этом достоверное увеличение кальция и фосфора было зарегистрировано у животных первой подопытной группы 24 дня после введения болюсов в 1,4 раза ( $p \leq 0,01$  – кальций,  $p \leq 0,05$  – фосфор), а также третьей подопытной группы – в 1,3 раза ( $p \leq 0,05$  - кальций). Кальций-фосфорное соотношение соответствовало норме в сыворотке крови животных второй подопытной группы. В сыворотке крови животных первой и четвертой подопытных групп сдвиг данного соотношения был зарегистрирован на 141 день после введения болюсов и был ниже нормы. У животных третьей подопытной группы, напротив, сдвиг соотношения макроэлементов отмечался до введения болюсов, в сухостойный период и был выше нормы. Выраженный сдвиг к увеличению соотношения кальция и фосфора отмечался в сыворотке крови животных пятой подопытной группы в сухостойный период. У животных контрольной группы, напротив, было зарегистрировано уменьшение соотношения кальция и фосфора в период раздоя.



Таблица 13 - Обмен витаминов и минеральных веществ коров, М±m

Показатель, Единицы измерения	Первая группа (n=5)	Вторая группа (n=5)	Третья группа (n=5)	Четвертая группа (n=5)	Пятая группа (n=5)	Контрольная группа (n=5)
<b>До введения болюсов (сухостойный период-1)</b>						
Кальций, мкмоль/л	2,24±0,25	2,69±0,14	2,54±0,14	2,40±0,26	2,73±0,23	2,31±0,14
Фосфор, мкмоль/л	1,53±0,24	1,76±0,25	1,44±0,16	1,94±0,12	1,54±0,13	1,78±0,26
Са:Р	1,4	1,5	1,7	1,2	1,8	1,3
Медь, мкмоль/л	11,32± 1,40	14,98± 1,35	18,50± 2,57	21,20± 1,45	17,90± 2,72	22,87±2,16
Цинк, мкмоль/л	12,53± 0,38	12,02± 0,50	13,08± 1,50	17,40± 1,40	12,52± 0,94	15,5±2,02
СБИ, нм/л	256,1± 3,9	349,1± 72,5	349,0± 72,5	467,2 ± 31,5	364,8± 44,1	333,3± 39,4
Каротин, мкмоль/л	20,1±2,2	35,7±5,3	35,7±5,2	36,1 ±7,4	50,4±14,1	23,4±6,3
<b>24 дня после введения болюсов (сухостойный период-2)</b>						
Кальций, мкмоль/л	3,3±0,20 **	3,0±0,31	2,97± 0,45	2,81± 0,51	3,20±0,45	2,62±0,15
Фосфор, мкмоль/л	2,25±0,05 *	2,36±0,37	1,97±0,51	2,32±0,18	1,92±0,35	1,93±0,53
Са:Р	1,5	1,3	1,5	1,2	1,7	1,3
Медь, мкмоль/л	19,99± 0,05**	16,8±1,46	23,4±6,34	-	25,6±3,42	20,4±3,26
Цинк, мкмоль/л	20,50± 1,00**	17,19± 1,98*	-	-	17,26±2,40	16,85±5,63
СБИ, нм/л	394,0± 15,7**	333,3± 55,1	336,4± 63,1	491,0± 56,1	412,8 ± 73,3	339,6± 65,4
Каротин, мкмоль/л	69,0± 11,1**	50,4± 3,3*	50,1± 11,1	43,5± 16,4	54,1± 15,2	25,1± 11,3
<b>67 дней после введения болюсов (новотельный период)</b>						
Кальций, мкмоль/л	3,29±0,45	3,17±0,21	3,50±0,47	2,94±0,18	3,01±0,47	2,40±0,44
Фосфор, мкмоль/л	1,88±0,33	1,80±0,30	1,85±0,35	1,77±0,32	1,88±0,25	2,01±0,55
Са:Р	1,8	1,7	1,9	1,7	1,6	1,2
Медь, мкмоль/л	21,58± 0,43**	19,90± 2,71	24,52± 3,29	-	25,15±3,82	18,55±2,31
Цинк, мкмоль/л	15,2±2,68	19,40± 7,45	-	-	11,85±1,76	14,92±1,57
СБИ, нм/л	339,1± 75,6	350,1± 60,6	365,6± 23,6	539,1± 56,1	375,1± 24,4	296,2± 28,3

продолжение таблицы 13

Каротин, мкмоль/л	33,1± 2,4**	43,7± 0,72	13,4± 1,8	45,7± 13,9	52,8± 18,9	21,9± 9,4
<b>141 день после введения болюсов (период раздоя)</b>						
Кальций, мкмоль/л	2,82±0,62	3,04±0,10	3,27±0,21*	2,94±0,25	2,71±0,43	2,80±0,30
Фосфор, мкмоль/л	2,20±0,20	2,01±0,02	1,77±0,11	2,01±0,15	1,90±0,25	2,26±0,38
Са:Р	1,2	1,5	1,8	1,4	1,4	1,2
Медь, мкмоль/л	30,27± 1,12**	25,37± 2,04**	25,23± 0,98*	-	26,54± 0,42**	20,43±1,03
Цинк, мкмоль/л	16,84± 2,64	18,34± 7,87	-	-	15,54± 1,26	12,89±0,86
СБИ, нм/л	432,0± 1,5**	351,4± 12,6	390,0± 11,8	319,1 ± 58,3	415,2± 11,0	344,3± 9,4
Каротин, мкмоль/л	43,1± 1,86**	55,4± 7,6	43,7± 20,1	48,1± 9,3	50,2± 5,7	21,0± 2,2

Примечание: \* ( $p \leq 0,05$ ), \*\* ( $p \leq 0,01$ ) – достоверно по сравнению с показателями до введения болюсов

Принимая во внимание полученные значения кальция и фосфора, увеличение активности щелочной фосфатазы (глава 2. 2. 2. 4) у животных первой подопытной и контрольной групп в новотельный период, вероятно, связано с интенсивным белковым обменом, активной функциональной деятельностью печени, а также с нарушением соотношения кальция и фосфора в организме продуктивных жвачных животных.

Результаты мониторинга содержания микроэлементов меди, цинка, йода, а также предшественника витамина А – каротина представлены в таблице 12. Согласно данным проведенных исследований, низкий уровень цинка наблюдался до введения болюсов у подопытных животных первой, второй, третьей и пятой групп. Также было зарегистрировано незначительное снижение уровня белково-связанного йода у подопытных животных первой группы. Нормализация значений данных показателей после введения болюсов отмечалась у всех исследуемых животных. Исключением явилось значение микроэлемента цинка в сыворотке крови животных пятой

подопытной группы 67 дней после введения болюсов. Животные данной группы получали пролонгированные болюсы, содержащие данный микроэлемент. Можно предположить, что его снижение связано с гепатоцеллюлярным повреждением, так как органом депо данного микроэлемента является печень. Не стоит исключать нарушение процесса абсорбции цинка в сычуге и тонкой кишке в новотельный период.

Достоверное увеличение уровня меди отмечали в сыворотке крови подопытных животных первой группы 24, 67 и 141 день после введения болюсов – в 1,7; 1,9 и 2,6 раз ( $p \leq 0,01$ ) соответственно по сравнению с показателями до введения болюсов. Значение последнего было выше верхней границы нормы в 1,2 раза. Также статистически значимое повышение меди было зарегистрировано у животных второй, третьей и пятой групп 141 день после введения болюсов – в 1,7 ( $p \leq 0,01$ ), 1,3 ( $p \leq 0,05$ ) и 1,4 ( $p \leq 0,01$ ) раз соответственно. Достоверное увеличение цинка отмечалось у животных первой и второй подопытных групп 24 дня после введения болюсов – в 1,6 ( $p \leq 0,01$ ) и 1,4 ( $p \leq 0,05$ ) раз. Что же касается уровня белко-связанного йода, то в сыворотке крови животных первой подопытной группы отмечалось достоверное увеличение значения данного показателя 24 и 141 день после введения болюсов – в 1,5-1,6 раза ( $p \leq 0,01$ ) соответственно.

В ходе анализа полученных данных, особый интерес вызвал мониторинг значений каротина. Так, повышение данного показателя было зарегистрировано у всех подопытных животных 24, 67 и 141 день после введения витаминно-минеральных препаратов пролонгированного действия по сравнению с верхней границей нормы. Нормализация значения каротина отмечалась у животных первой подопытной группы 67 дней после введения болюсов, равное  $1,77 \pm 0,13$  мг%. Достоверное увеличение предшественника витамина А было выявлено у животных первой подопытной группы на всех этапах проведения исследований – в 3,3; 1,5 и 2 раза ( $p \leq 0,01$ ) соответственно,

а также у животных второй подопытной группы 24 дня после введения болюсов в 1,4 раза ( $p \leq 0,05$ ).

В сыворотке крови коров контрольной группы отмечалась низкая концентрация цинка в производственный период -  $12,89 \pm 0,86$  мкмоль/л по сравнению с нижней границей нормы, равной 15 мкмоль/л, а также тенденция к снижению концентрации белково-связанного йода в период раннего раздоя:  $3,76 \pm 0,36$  мкг/% и нижняя граница нормы, равная 4 мкг/%. Можно предположить, что причиной снижения значений данных микроэлементов в сыворотке крови коров явилась рассыпная форма витаминно-минеральных комплексов, вводимых в рацион коров контрольной группы. А именно снижение фактического потребления данных комплексов организмом животного ввиду социального ранга животных, а также доступности к кормовому столу (Ян Гулсен, 2010).

Таким образом, анализ полученных данных витаминно-минерального обмена коров указывает на наибольшую эффективность витаминно-минеральных болюсов All-mineral plus как инновационных препаратов, обеспечивающих организм молочных коров витаминами, макро- и микроэлементами в такие важные этапы производственного цикла животных как сухостойный и новотельный периоды, период раздоя.

#### **2.2.2.6. Влияние инновационных комплексов пролонгированного действия на здоровье полученного приплода**

Рождение плода характеризуется разрушением целостности биологической системы мать-плацента-плод и адаптационным переходом к автономной жизнедеятельности последнего. Течение данного процесса зависит как от уровня морфофункциональной зрелости новорожденного, так и от полиморбидности матерей, возникающей, в том числе по причине витаминно-минерального голодания.

Эффективность влияния инновационных витаминно-минеральных комплексов пролонгированного действия на здоровье приплода оценивали исходя из результатов клинического осмотра новорожденных телят, а также биохимического анализа крови (общий белок, альбумины, глобулины, кальций, фосфор).

Согласно результатам клинического осмотра, новорожденные телята подопытных (21 теленок) и контрольных (2 теленка) групп были клинически полноценными, при рождении имели среднюю живую массу – 36 кг, поднимались после рождения на ноги в течение 0,5-2,0 часов, обладали четко выраженным рефлексом сосания и хорошим аппетитом. После кормления телята имели бодрый вид, резвились, шерстный покров был гладкий, блестящий. Первородный кал был хорошо сформирован. На щипок в области крупа у них проявлялась сильная болевая реакция в форме вскакивания, прыжка в бок. Температура тела у клинически здоровых трехдневных телят колебалась в пределах 38,5-39,3° С, частота пульса в пределах 150-170 ударов в минуту; число дыхательных движений - 50-70 в 1 мин. В течение первых дней жизни выделение кала происходило в среднем 3 раза, мочи - 4 раза в сутки.

Четыре теленка подопытных групп (первой, второй, третьей и пятой), а также 3 теленка контрольной группы при клиническом осмотре были

вялыми, малоподвижными, неохотно поднимались, сосательный рефлекс и аппетит был слабо выражен. Температура тела у обследуемых трехдневных телят колебалась в пределах 37,5 - 38,5 С, частота пульса в пределах 130 - 150; число дыхательных движений - 50-60 в 1 мин. В течение первых дней жизни выделение кала происходило в среднем 2 раза, мочи - 3 раза в сутки.

Показатели белкового обмена новорожденных телят отражены в таблице 14 и 15.

Таблица 14 - Показатели белкового обмена новорожденных телят, М±m

Показатель, Единицы измерения	Первая группа (n=5)	Вторая группа (n=5)	Третья группа (n=5)	Четвертая группа (n=5)	Пятая группа (n=5)	Контрольная группа (n=5)
Общий белок, г/л	68,64± 6,17	58,90± 6,54	62,75± 6,26	70,83± 7,23	66,51± 6,05	49,99± 18,96
норма	59-77					
Альбумины, г/л	28,97± 3,14*	23,24± 6,48	28,24± 6,22	23,52± 7,24	28,11± 10,42	18,19± 3,37
Норма	27,5-39,4					
Глобулины, г/л	36,21± 2,73	35,64± 5,93	34,45± 7,93	39,54± 6,43	35,69± 5,73	47,68± 11,64
Референсные значения	28-65 (Курдеко А.П. с соавт., 2020)					

Примечание: \* $p < 0,05$  – достоверно по сравнению с контрольной группой

Анализируя показатели белкового обмена новорожденных телят, нужно отметить, что уровень общего белка у всех подопытных животных был в пределах нормы. У телят контрольной группы наблюдалось снижение данного показателя в 1,2 раза. Значение альбуминов соответствовало норме у животных первой, третьей и пятой подопытной групп и было ниже нормы у телят второй, четвертой подопытных (в 1,2 раза) и контрольной (в 1,5 раза) групп. Достоверное увеличение значения данного показателя наблюдалось у телят первой подопытной группы по сравнению с данными контрольной группы – 1,6 раза ( $p \leq 0,05$ ). Уровень глобулинов у животных всех исследуемых групп находился в пределах нормы, при этом наиболее высокое значение данного показателя наблюдалось у телят контрольной группы.

Полученные данные указывают на снижение интенсивности белкового обмена веществ телят второй, четвертой подопытных и контрольной групп. Вероятно, это связано с напряженностью белкового метаболизма матерей исследуемых телят.

Таблица 15 -Показатели минерального обмена веществ новорожденных телят,  $M \pm m$

Показатель, Единицы измерения	Первая группа (n=5)	Вторая группа (n=5)	Третья группа (n=5)	Четвертая группа (n=5)	Пятая группа (n=5)	Контрольная группа (n=5)
Кальций, ммоль/л	2,28±0,41	2,60±0,26	2,66±0,43	2,38±0,29	2,09±0,25	2,06±0,42
Референсные значения	1,98-2,5 (Курдеко А.П. с соавт., 2020)					
Фосфор, ммоль/л	2,19±0,22	3,26±0,82	2,78±0,81	4,10±0,97	1,95±0,52	2,32±0,18
Референсные значения	1,4-2,5 (Курдеко А.П. с соавт., 2020)					
Кальций – фосфорное соотношение	1,04:1,0	1,20:1,0	1,04:1,0	1,7:1,0	1,07:1,0	1,02:1,0

Согласно данным таблицы 15, уровень кальция в сыворотке крови всех исследуемых телят находился в пределах нормы. Тенденция к увеличению данного показателя наблюдалась у новорожденных телят второй и третьей подопытной групп. Значение макроэлемента фосфора было в пределах нормы в сыворотке крови животных первой, пятой подопытных и контрольной групп. При этом тенденция к увеличению значения данного показателя наблюдалась у животных третьей подопытной группы, наиболее выраженные изменения были зарегистрированы в сыворотке крови телят второй и четвертой подопытных групп. Разница значений с верхней границей нормы составляла 1,3 и 1,6 раза. В связи с этим наблюдался сдвиг кальций-фосфорного соотношения к 1,1 – 1,2:1,0 против 1,5:1 – 2,0:1,0 в норме. Исключение составила четвертая группа, кальций-фосфорное соотношение сыворотки крови которой было в норме (2,08:1,0). Вероятно, это связано с действием инновационных витаминно-минеральных комплексов Calcium Bolus

Extra, в состав которого входит Ca, витамины A, D<sub>3</sub>, E, которые были введены дважды: за 60 дней до отела и на вторые сутки после отела.

Таким образом, согласно результатам проведенных исследований можно предположить, что наиболее эффективным инновационным комплексом, содержащим витамины и минеральные вещества с пролонгационной активностью являются болюсы All-mineral plus. Кроме того, можно предположить, что у коров получавших данный препарат, отмечался интенсивный белковый обмен веществ, что указывает на высокий уровень неспецифической защиты на всем протяжении молозивного периода, обеспечивая высокую степень адаптационной способности. Положительная тенденция наблюдалась также у животных третьей и пятой подопытных групп, матери которых получали болюсы Uno Biotin и Cattle Bullet. В отношении благоприятного влияния на макроминеральный обмен веществ коров матерей и телят наиболее эффективно сработали инновационные комплексы Calcium Bolus Extra.

В заключении главы 2. 2. 2 нужно отметить, что результаты коррекции витаминно-минерального гомеостаза инновационными препаратами пролонгированного действия указывают на положительную динамику применения данных комплексов, содержащих витамины и минеральные вещества, главным преимуществом которых является их пролонгированное действие, высокая биодоступность и точное поступление в организм продуктивных коров. Мониторинг биохимического исследования показателей крови подтверждает вышеизложенные факты. При этом наибольшее количество достоверных данных было получено у животных первой подопытной группы, получавших All-mineral plus с пролонгационным периодом равным 180 дней.

Основные биохимические критерии проведенного мониторинга обмена веществ коров в период пролонгационной активности болюсов определяют напряженность белкового метаболизма у всех исследуемых животных. Кроме



того, повышенные значения билирубина и выраженная активность маркеров повреждения печени, главным образом аланиновой трансферазы опосредованно указывают на повреждение гепатоцитов с наибольшей распространенностью у животных в период раннего раздоя, что можно объяснить физиологическими изменениями организма коров во вторую половину транзитного периода, а также вероятной погрешностью в кормлении крупных жвачных животных в этот период. Стабилизация показателей азотистого и пигментного обменов веществ наблюдалась у животных первой подопытной группы, получавших витаминно-минеральный комплекс пролонгированного действия All-mineral plus. Также положительная динамика значений белков плазмы крови отмечалась в сыворотке крови животных второй, четвертой и пятой подопытной групп, получавших витаминно-минеральные комплексы, характерной особенностью которых явился одинаковый состав жирорастворимых витаминов (А, D<sub>3</sub>, Е).

Применение инновационных комплексов пролонгированного действия All-mineral plus, Uno Biotin и Cattle Bullet коровам-матерям оказывают положительное влияние на здоровье полученного приплода, главным образом на интенсивность белкового метаболизма новорожденных телят, введение Calcium Bolus Extra - наиболее выраженное влияние на минеральный метаболизм телят. Можно рекомендовать применение данных комплексов коровам-матерям в первую половину транзитного периода как способ профилактики рахита новорожденных.

### **2. 2. 3 Результаты применения витаминно-макро-минеральных болюсов краткосрочного действия коровам в транзитный период**

Как известно, транзитный период составляет 42 дня и включает в себя 21 день до и после родов. Успешное протекание транзитного периода способствует максимальному раскрытию генетического потенциала молочной коровы, определяя, таким образом, ее прибыльность во время лактации. В связи с этим, актуальным является эффективный менеджмент транзитного периода коровы с учетом физиологических потребностей животного, а также условий кормления и содержания. Изучая особенности переходного периода коров, необходимо выделить минеральный обмен веществ продуктивных животных. Результаты использования макроминеральных болюсов, изложенные в главе 2.2.2.6, показали положительный эффект воздействия на минеральный обмен веществ в рамках профилактики гипокальциемии коров-матерей и рахита новорожденных телят. Учитывая актуальность минерального питания коров в транзитный период, научный и производственный интерес представляет собой вариабельность состава инновационных комплексов, формы упаковки, а также схем применения.

Для оценки доступности минеральных веществ и оптимальном их уровне в рационе проводили биохимическое исследование сыворотки крови животных.

Исследования были проведены в рамках гранта У. М. Н. И. К (Договор (Соглашение) о предоставлении гранта № 1666ГУ1/2014 от 11. 03. 2014г. ) на коровах голштинизированной черно-пестрой породы в ЗАО ПЗ «Победа», ЗАО ПЗ «Гатчинское» и ЗАО ПЗ «Сельцо» в период с 2014 по 2016 годы.

Результаты проведенных исследований отражены в главах 2. 2. 3. 1, 2. 2. 3. 2, 2. 2. 3. 3.

### 2.2.3.1 Результаты применения кальцийсодержащих болюсов краткосрочного действия на минеральный обмен веществ коров в транзитный период

С целью установления эффективности использования рассыпных (желатиновая оболочка) форм кальцийсодержащих комплексов в кормлении транзитного периода молочных коров, были проведены исследования в ЗАО ПЗ «Победа» на коровах голштинизированной черно-пестрой породы с продуктивностью 7 365 кг молока (по данным 2015 года).

Согласно результатам проведенных исследований (диаграмма 1), двукратное введение кальцийсодержащих комплексов «Кальций-Интенсив» (биодоступный кальций, лактоза, специальная желатиновая оболочка – болюс (ТУ 9296-001-31069445-14, производитель Россия, г. Санкт-Петербург; декларация о соответствии № РОССТУ. МЛ20. Д19619 от 02. 10. 2009г.) и «Кальций-Интенсив Плюс» (кальция лактат, лактоза, бикарбонат натрия, высушенный корень элеутерококка колючего (патент №2015128682, от 14 июня 2015 года, зарегистрирован от 02 ноября 2016 года)) за 9-18 дней до отела и в день отела в рацион молочных коров положительно отражается на обмене кальция у животных в послеродовой период.

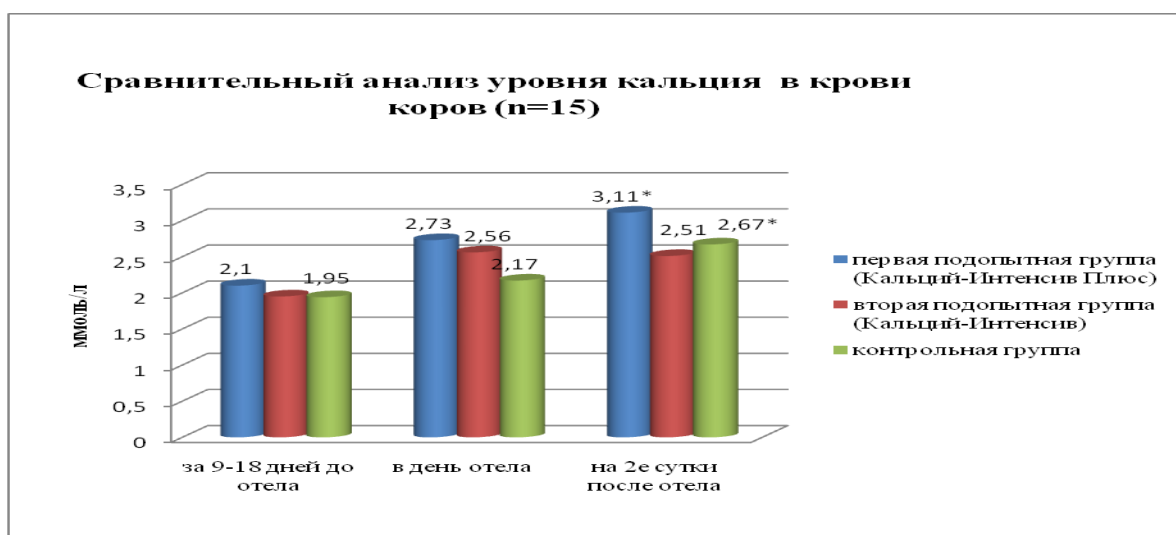


Диаграмма 1 - Сравнительный анализ уровня кальция в крови коров (n=15).

Примечание: \* - достоверно ( $p \leq 0,05$ ) по сравнению с показателями на вторые сутки после отела

У всех животных в первой половине транзитного периода (за 9-18 дней) отмечалась тенденция к снижению уровня кальция по сравнению с нижней границей референсных значений, что может свидетельствовать о дефиците кальция в организме животного. Данная закономерность - уменьшение содержания кальция в костном депо у коров коррелирует со снижением его количества в сыворотке крови и подтверждается исследованиями В. И. Волгина и др. (2006). Достоверное повышение концентрации кальция наблюдалось в крови животных первой подопытной и контрольной групп (в 1,4 раза,  $p \leq 0,05$ ) на вторые сутки после отела по сравнению с данными в первую половину транзитного периода (9-18 дней до отела). Кроме того, положительная динамика содержания кальция отмечалась также в сыворотке крови животных, получавших рассыпную форму инновационных минеральных комплексов «Кальций-Интенсив» как на первые, так и на вторые сутки после отела. Что касается животных контрольной группы, то стабилизация значений данного макроэлемента была зарегистрирована только на вторые сутки после отела. Полученные данные подтверждают актуальность формы введения и биодоступность макроэлемента кальция, вводимого в организм животного.

Динамика значений фосфора отражена в диаграмме 2, согласно которой концентрация данного макроэлемента находилось в пределах нормы у всех подопытных животных в первую половину транзитного периода.

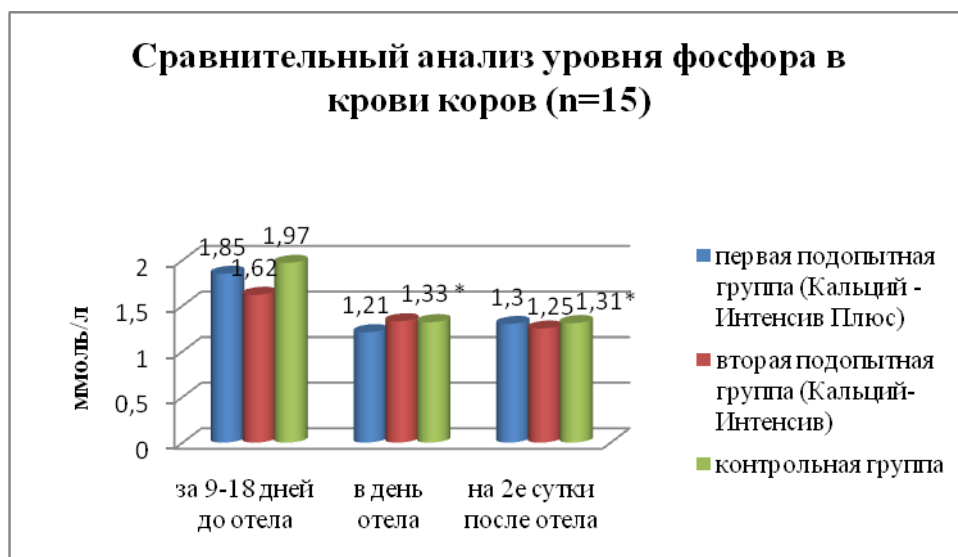


Диаграмма 2 – Сравнительный анализ уровня фосфора в крови коров (n=15).

Примечание: \* - достоверно ( $p \leq 0,01$ ) по сравнению с показателями за 9-18 дней до отела

Тенденция к снижению уровня фосфора наблюдалась у всех исследуемых животных в послеродовой период по сравнению с нормой. Достоверное снижение значений было зарегистрировано в сыворотке крови животных контрольной группы во вторую половину транзитного периода – в 1,4 раза ( $p \leq 0,01$ ) по сравнению с данными за 9-18 дней до отела.

Соотношение Са:Р в первую половину транзитного периода соответствовало норме у всех исследуемых животных и находилось в диапазоне 0,8-1,5:1, во вторую половину транзитного периода – у животных второй подопытной и контрольной групп и составляло 1,6-2:1.

Уровень щелочной фосфатазы у всех исследуемых животных на протяжении всего эксперимента находился в пределах референсных значений и в среднем составлял 61,9-68,2 МЕ/л. Достоверных различий значений данного фермента у животных разных групп не установлено.

Что касается показателя белкового обмена – общего белка, то его значение было в пределах нормы в сыворотке крови всех исследуемых животных в первой половине транзитного периода. Снижение уровня общего белка было зарегистрировано в сыворотке крови первой подопытной группы как на первые, так и на вторые сутки после отела и составляло  $51,71 \pm 9,94$  г/л

и  $48,66 \pm 11,30$  г/л. А также у животных второй подопытной группы первые сутки после отела -  $48,93 \pm 17,81$  г/л. Статистически значимой разницы данного показателя между животными разных групп не выявлено.

Таким образом, согласно результатам двукратного введения (за 9 – 18 дней до отела и в день отела, (per os)) кальций-содержащих болюсов краткосрочного действия в рацион молочных коров и их сравнительной оценки, наиболее эффективными являются инновационные болюсы «Кальций-Интенсив Плюс», основным действующим веществом которых является биодоступный кальций (Макроминеральные болюсы для молочных коров в транзитный период. Корочкина, Е. А., Племяшов, К. В., Романенко, Л. В., Уварова, А. С. Ветеринария. 2015. № 10. С. 39-41)

### **2.2.3.2 Результаты применения витаминно-минеральных болюсов краткосрочного действия прессованной формы на минеральный обмен веществ коров в транзитный период**

С целью определения эффективности применения витаминно-минеральных болюсов краткосрочного действия на минеральный обмен веществ в послеродовой период были проведены исследования в ЗАО ПЗ «Сельцо» на коровах голштинизированной черно-пестрой породы с продуктивностью 9 450 кг молока (по данным 2016 года, 1-3 лактации).

Результаты сравнительной оценки витаминно-минеральных (кальций, фосфор, витамин Е, лактоза) и минеральных болюсов (кальций, фосфор, магний) прессованной формы на показатели минерального обмена веществ молочных коров во вторую половину транзитного периода отражены в таблице 16.

Таблица 16 - Влияние витаминно-минеральных комплексов на минеральный обмен веществ молочных коров (n=15)

Показатель	Референсные значения (Курдеко А.П. соавт., 2020)	Первая подопытная группа (n=5) (Ca, P, Vit. E)		Вторая подопытная группа (n=5) (Ca, P, Mg)		Третья контрольная группа (n=5)	
		В день отела	На 2е сутки после отела	В день отела	На 2е сутки после отела	В день отела	На 2е сутки после отела
Кальций, ммоль/л	2,37-3,36	3,06±0,5	2,86±0,3	4,0±1,1	3,04±0,5	4,25±0,8	3,1±0,2
Фосфор, ммоль/л	1,45-2,09	1,85±0,50	2,04±0,3	1,64±0,3	1,73±0,6	1,6±0,2	2,1±0,2
Ca:P	1,5-2:1	1,6:1	1,4:1	2,4:1	1,7:1	2,6:1	1,4:1
Щелочная фосфатаза, МЕ/л	30,3-100,5	48,40±9,1	66,04±22,7	45,7±7,6	45,5±13,4	44,0±11,2	41,5±12,0
Общий белок, г/л	60,0-85,0	78,2±6,8	52,3±5,2*	72,1±3,3	45,5±13,4	74,0±4,8	61,8±5,6
Магний, ммоль/л	0,82-1,23	0,86±0,1	1,1±0,3	0,6±0,1	0,95±0,2*	0,9±0,1	1,1±0,1

Примечание: \* - достоверно ( $p \leq 0,05$ ) между группами

Согласно анализу данных таблицы 16, наиболее выраженное положительное влияние на показатели минерального обмена веществ коров в послеродовой период отмечалось при применении инновационных витаминно-минеральных комплексов краткосрочного действия, содержащих биодоступные кальций и фосфор, а также витамина Е. Значения кальция, фосфора, магния, а также щелочной фосфатазы у животных данной группы находились в пределах нормы. Кроме того, было зарегистрировано достоверное снижение уровня общего белка на вторые сутки после отела в 1,5 раза ( $p \leq 0,05$ ), что может указывать на напряженность иммунной системы коров после отела, сопряженной с процессом послеродовой инволюции половой и других систем организма животных, а также с активной выработкой молозива. Значение данного показателя было меньше нижней границы нормы и составляло  $52,3 \pm 5,2$  г/л.

У животных второй подопытной и контрольной групп был зарегистрирован высокий уровень кальция в день отела, следствием чего был сдвиг к увеличению соотношения кальция и фосфора (2,4-2,6:1,0). Кроме того, у животных второй подопытной группы наблюдалась тенденция к снижению концентрации общего белка, а также достоверное увеличение магния в 1,5 раза ( $p \leq 0,05$ ) с нормализацией значений последнего на вторые сутки после отела.

Таким образом, согласно результатам двукратного введения (первые и вторые сутки после отела, (per os)) инновационных комплексов краткосрочного действия в рацион молочных коров и их сравнительной оценки, наиболее эффективной является прессованная витаминно-минеральная форма, содержащая в своем составе биодоступные кальций, фосфор, а также витамин Е.



### 2.2.3.3 Сравнительная оценка кальцийсодержащих болюсов в аспекте показателей минерального обмена веществ и их влияние на частоту акушерско-гинекологической патологии и продуктивный потенциал животных

С целью определения эффективности применения кальций-содержащих болюсов рассыпных форм отечественного и зарубежного производства на показатели минерального обмена веществ в послеродовой период и их влияния на частоту акушерско-гинекологической патологии и продуктивный потенциал животных были проведены исследования в ЗАО ПЗ «Гатчинское» на коровах голштинизированной черно-пестрой породы с продуктивностью 8115 кг молока (по данным 2015 года, 1-3 лактации). Учитывая полученные результаты, изложенные в главе 2. 2. 2, а также в главе 2. 2. 3. 1, инновационными минеральными комплексами выбора явились болюсы «Кальций-Интенсив» и зарубежные препараты аналоги «Кальций-Экстра».

Установлено, что применение кальций-содержащих болюсов положительно отражается на показателях минерального обмена веществ у коров в послеродовой период (диаграмма 3,4).

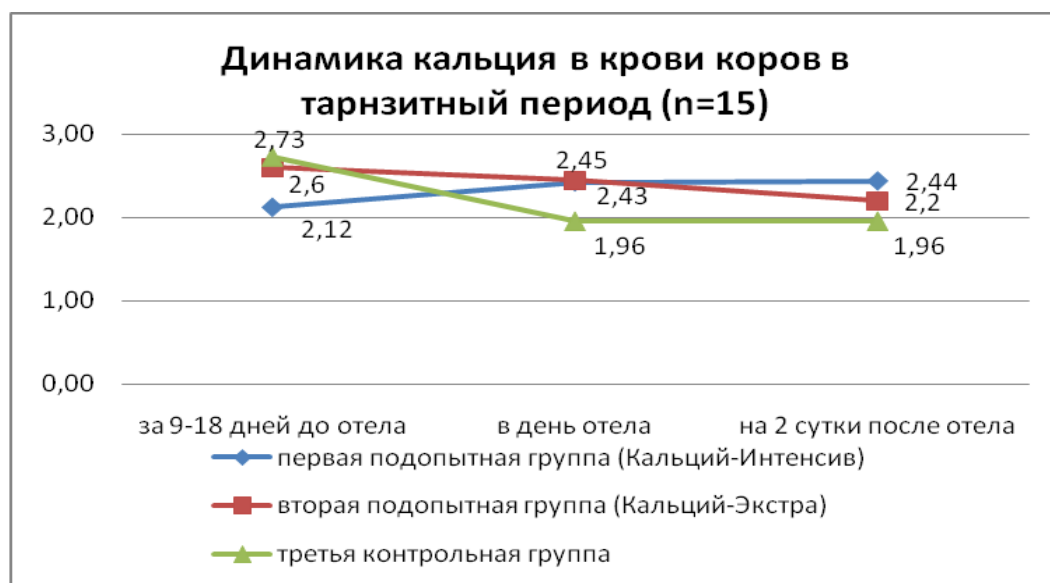


Диаграмма 3 – Динамика кальция в крови коров в транзитный период (n=15)

Так, содержание кальция у животных подопытных групп находилось в пределах референсных значений (диаграмма 3). Выраженных изменений концентрации данного макроэлемента как в первую, так и во вторую

половины транзитного периода не выявлено. Значение данного макроэлемента у животных контрольной группы в первые и вторые сутки после отела было ниже нормы в 1,2 раза. Достоверных различий зарегистрировано не было.

Динамика концентрации макроэлемента фосфора отражена на диаграмме 4.

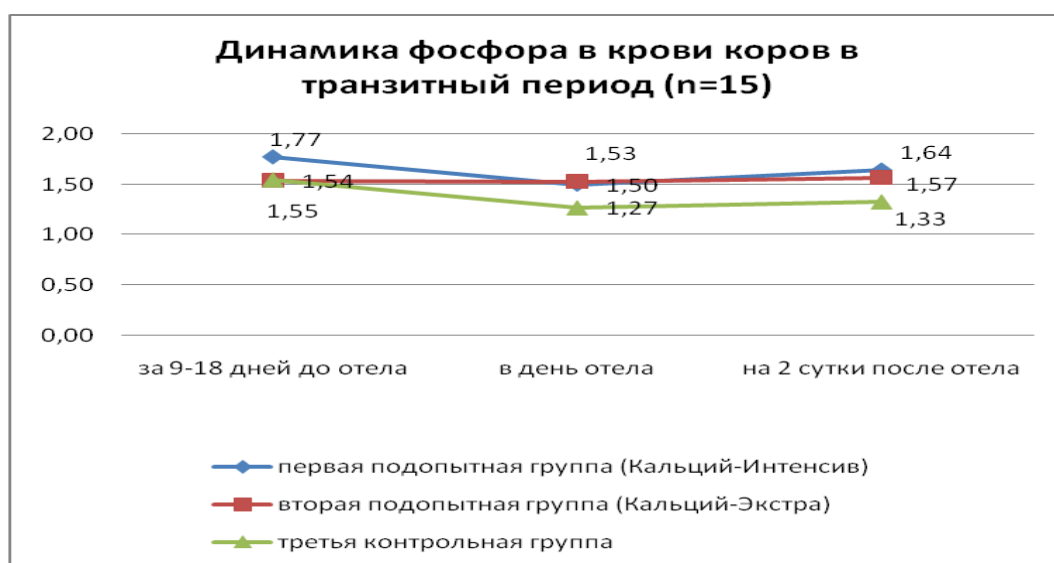


Диаграмма 4 – Динамика фосфора в крови коров в транзитный период (n=15).

Учитывая взаимосвязь обмена кальция с обменом фосфора, в сыворотке крови подопытных животных наблюдалась положительная динамика значений фосфора (диаграмма 4). У животных контрольной группы, напротив, было зарегистрировано незначительное снижение уровня данного макроэлемента во вторую половину транзитного периода по сравнению с нижней границей нормы. Вследствие полученных данных соотношение кальция и фосфора соответствовало норме у подопытных животных, как в первую, так и во вторую половины транзитного периода. Нарушение данной пропорции было зарегистрировано у животных второй подопытной группы за 9-18 дней до отела (1,7:1), а также у животных контрольной группы на протяжении всего эксперимента (1,8/1,4/1,4:1).

Активность щелочной фосфатазы у всех исследуемых животных соответствовала норме. Наиболее выраженное значение гидролитического фермента, синтезируемого в основном в печени, было зарегистрировано в день отела, главным образом у животных, получавших инновационные минеральные комплексы «Кальций-Экстра».

Что касается показателя белкового обмена веществ - общего белка, то в сыворотке крови всех исследуемых животных на протяжении всего эксперимента было зарегистрировано его снижение по сравнению с нижней границей референсных значений. При этом наибольший показатель наблюдался у животных первой подопытной группы за 9-18 дней до отела,  $50,3 \pm 6,70$  г/л. Наименьший показатель у второй подопытной группы в день отела,  $46,41 \pm 8,35$  г/л. Вероятно, полученные значения общего белка связаны с интенсивным синтезом молока, функциональным состоянием печени, а также качеством белкового кормления коров в транзитный период.

Для оценки эффективности применения кальцийсодержащих болюсов на частоту акушерско-гинекологической патологии на 3-8 сутки после отела проводили акушерское обследование всех исследуемых животных.

Согласно полученным результатам, у 26 исследуемых коров на 3-8 сутки после отела матка располагалась в брюшной полости, размер рогов соответствовал 3-4-месячной беременности, стенка рогов матки была утолщена, имела складчатую поверхность. Что касается половых гонад, то у 14 исследуемых коров яичники были недоступны для исследований, у 16 - имели гладкую или мелкобугристую поверхность, со стороны рога плодовместилища было зарегистрировано наличие желтого тела. Из вульвы отмечались выделения однородных лохий, от темно-красного до светло-коричневого цвета, в объеме 200-250 мл в сутки или полужидких бурокрасных (до 400 мл) лохий.

Структура акушерско-гинекологических заболеваний всех исследуемых животных отражена на диаграмме 5.

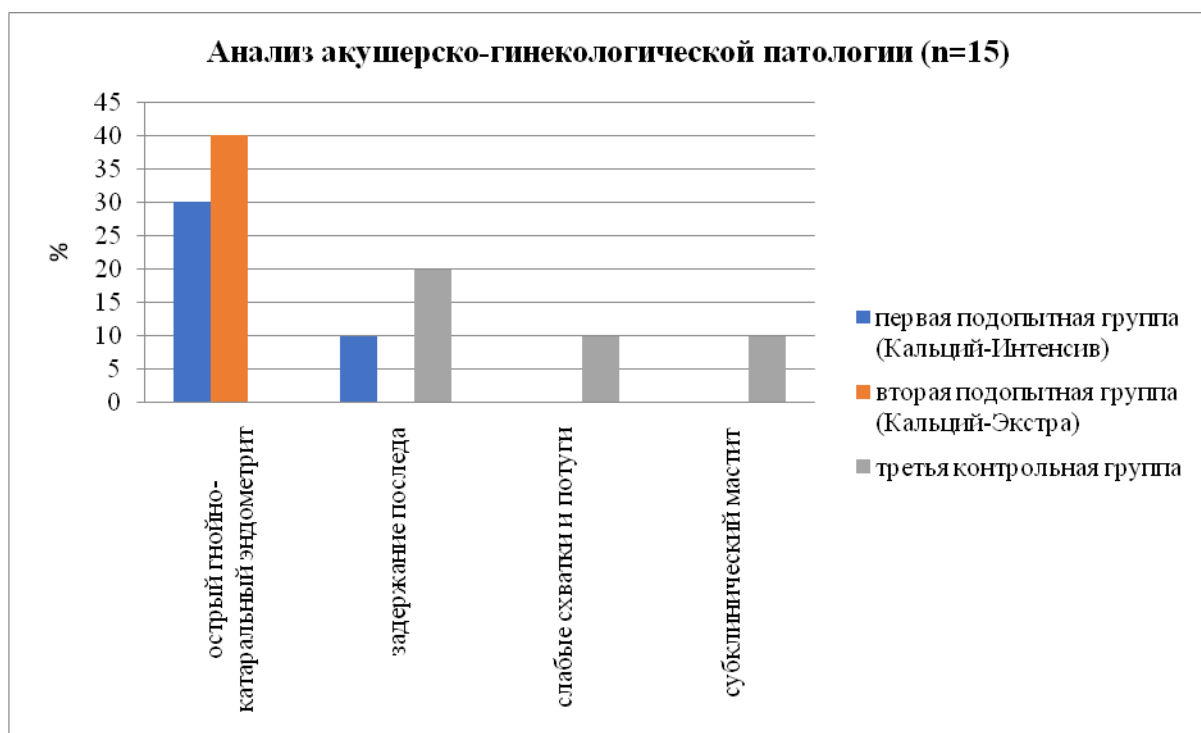


Диаграмма 5 – Анализ акушерско-гинекологической патологии коров в трезитный период (n=15).

Согласно данным диаграммы 5, наиболее частой нозологической единицей среди болезней половой системы подопытных животных было поражение слизистой оболочки матки, этиологическим началом, которого в первую очередь является патогенная микрофлора. Среди животных контрольной группы регистрировали слабые схватки и потуги на втором и третьем этапах родов, задержание последа и мертворождение как следствие. Случаев гипокальциемии зарегистрировано не было.

На основании полученных данных показателей минерального обмена веществ, а также анализа акушерско-гинекологической патологии можно предположить, что нарушение кальций-фосфорного обмена у животных контрольной группы явилось причиной недостаточной сокращающей активности миометрия во время родов и развитие патологических родов соответственно.

В рамках сравнительного анализа эффективности применения кальцийсодержащих болюсов на продуктивный потенциал животных, через месяц после отела проводили анализ среднесуточных надоев (диаграмма 6).

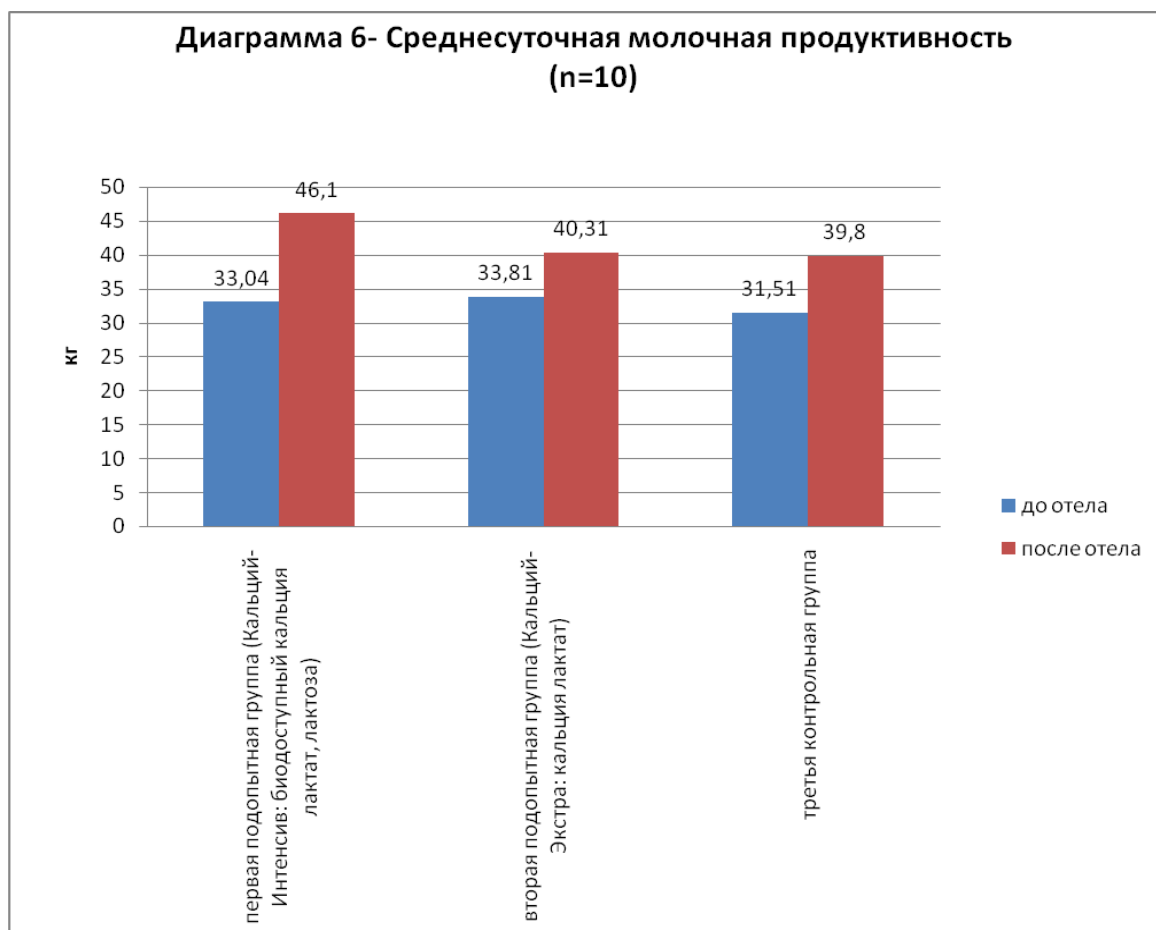


Диаграмма 6 – Среднесуточная молочная продуктивность коров.

Так, тенденция к закономерному увеличению молочной продуктивности наблюдалась у всех исследуемых животных после отела, что связано с наступлением новой лактации. Вместе с тем, значительные изменения показателей среднесуточной молочной продуктивности наблюдались у животных, получавших инновационные комплексы «Кальций-Интенсив». При этом было зарегистрировано увеличение среднесуточного объема молока в 1,15 раза по сравнению с показателями контрольной группы. В связи с этим можно предположить, что минеральные болюсы «Кальций-Интенсив» в совокупности с другими факторами способствуют реализации продуктивного потенциала коров.

Таким образом, применение минеральных болюсов «Кальций-Интенсив» (отечественного производства) по следующей схеме: 1 болюс за 9-18 дней до отела, второй болюс – в день отела (per os) является

эффективным способом гипокальциемии высокопродуктивных коров, оказывает положительное влияние на течение послеродового периода, повышает молочную продуктивность коров (статьи: Корочкина Е. А. Профилактика гипокальциемии у высокопродуктивных коров в послеродовый период / Е. А. Корочкина, К. В. Племяшов, М. Л. Гордаш // Ветеринария. – 2014. - № 7, с. 41-44; Корочкина Е. А. Эффективность применения болюсов «Кальций-Интенсив» и «Кальций-Экстра» для высокопродуктивных коров / Е. А. Корочкина // Иппология и ветеринария. – 2014. - № 2(12), с. 56-61; Победитель конкурса лучших инновационных проектов в сфере науки и высшего профессионального образования Санкт-Петербурга в 2014 году в номинации «Лучший инновационный продукт» за проект «Витаминно-минеральные болюсы краткосрочного и пролонгированного действия для высокопродуктивных коров» (диплом ИП № 17/14), приложение 7).

В заключение главы 2. 2. 3 следует отметить, что исследования инновационных минеральных комплексов, применяемых в транзитный период с целью профилактики гипокальциемии показали, что наиболее эффективной формой упаковки является рассыпная форма, при которой минеральные вещества находятся в желатиновой оболочке – болюсе. Согласно сравнительной оценке состава минеральных болюсов, наиболее эффективными являются болюсы «Кальций-Интенсив Плюс» (кальция лактат, лактоза, бикарбонат натрия, высушенный корень элеутерококка колючего, желатиновая оболочка (патент №2015128682, от 14 июня 2015 года, зарегистрирован от 02 ноября 2016 года)), а также прессованная форма болюсов, содержащих кальций, фосфор и витамин Е. Согласно анализу результатов применения кальций-содержащих болюсов краткосрочного действия отечественного и голландского производства можно предположить, что наиболее эффективными являются болюсы «Кальций-Интенсив» (биодоступный кальций, лактоза, специальная желатиновая оболочка –

болюс (ТУ 9296-001-31069445-14, производитель Россия, г. Санкт-Петербург; декларация о соответствии № РОССТУ. МЛ20. Д19619 от 02. 10. 2009г.)) вводимые в рацион молочных коров двукратно: за 9 – 18 дней до отела и в день отела (per os).

#### **2.2.4 Результаты применения микроминеральных болюсов коровам в транзитный период**

По данным Serúlveda-Varas et al. (2014) коровы в транзитный период подвергаются множеству изменений со стороны кормления и содержания, которые в совокупности с физиологическими изменениями могут привести к стрессу и соответственно к ухудшению состояния организма животного. В связи с этим, актуальным является организация успешного менеджмента транзитного периода, который включает в себя полноценное кормление и уход за животными, профилактика нарушений витаминно-минерального метаболизма новотельных коров, оценка состояния печени. Оценка эффективности менеджмента возможна при постоянном контроле за состоянием животного, что возможно при клиническом обследовании, а также при анализе клинических и биохимических показателей крови, содержания гормонов в крови.

С целью изучения эффективности микроминеральных болюсов рассыпной формы были проведены исследования в учебно-опытном хозяйстве на базе УПЦА ФГБОУ ВО СПбГАУ на коровах черно-пестрой породы с продуктивностью от 5625 до 10000 кг молока (по данным 2021-2022 года, 1-3 лактации).

Результаты исследований отражены в главах 2. 2. 4. 1; 2. 2. 4. 2.

### 2.2.4.1 Анализ клинических, некоторых биохимических показателей крови и содержания гормонов в крови коров в транзитный период

Как известно, изучение клинических и биохимических показателей крови, а также мониторинг содержания гормонов в крови имеет большое значение в клинической практике. Выявление отклонений клинических показателей крови и переменный характер изменений концентрации гормонов, как правило, указывают на изменение метаболических процессов в организме животных.

Результаты клинического и гормонального исследований крови коров в транзитный период представлены в таблице 17 и 18.

Таблица 17 - Клинические показатели крови коров (n=10) в транзитный период

Показатели	Референсные значения (Курдеко А.П. соавт., 2020)	Время проведения исследований			
		За 21 день отела	За 10 дней до отела	2 дня после отела	14 дней после отела
Лейкоциты, $10^9$ /л	4,5-12,0	7,35±0,75	7,20±1,09	8,47±0,86	6,68±0,98
Эритроциты, $10^{12}$ /л	5,0-7,5	6,57±0,64	5,41±0,69	5,88±0,24	4,98±0,61
Гемоглобин, г/л	99-129	84,50±1,64	89,90±3,25	92,6±2,75*	89,67±2,08
Тромбоциты, $10^9$ /л	260-700	306,5±16,95	258,9±21,45*	234±10,82**	208,4±8,3**
СОЭ, мм/ч	0,5-1,5	0,26±0,03	0,29±0,04	0,28±0,04	0,26±0,04
Лейкоцитарная формула					
Эозинофилы, %	5-8	4,3±1,3	6,4±1,3	3,8±0,8	3,9±0,8
Палочкоядерные нейтрофилы, %	2-5	3,4±0,6	3,6±0,7	4,5±0,8	4,8±0,7
Сегментоядерные нейтрофилы, %	20-35	44,4±1,8	41,4±2,4	51,3±2,9	50,4±2,9*
Лимфоциты, %	40-65	41,4±2,5	41,5±2,5	34,5±3,5	34,3±2,4
Моноциты, %	2-7	6,4±0,7	6,3±0,7	6,5±1,3	6,8±0,8

Примечание: \* $p < 0,05$ , \*\* $p < 0,01$  – достоверно между группами

Согласно данным таблицы 17, статистически значимая разница ( $p < 0,05$ ) наблюдалась при анализе уровня гемоглобина, в частности было



зарегистрировано его повышение у новотельных коров по сравнению с данными за 21 день до отела ( $84,5 \pm 1,6$  г/л и  $92,6 \pm 2,7$  г/л). Кроме того, у животных на протяжении всего транзитного периода наблюдался низкий уровень гемоглобина. Уровень тромбоцитов был статистически снижен в крови коров во второй половине транзитного периода как по сравнению с нормой, так и по сравнению с данными за 21 день до отела ( $p < 0,01$ ,  $306,5 \pm 16,9 \cdot 10^9/\text{л}$  и  $234,0 \pm 10,8 \cdot 10^9/\text{л}$ ;  $306,5 \pm 16,9 \cdot 10^9/\text{л}$  и  $208,4 \pm 8,3 \cdot 10^9/\text{л}$ ). Было также зафиксировано статистически значимое уменьшение уровня тромбоцитов в крови коров на 14 день после отела по сравнению с данными за 10 дней до отела ( $p < 0,05$ ,  $258,9 \pm 21,4 \cdot 10^9/\text{л}$  и  $208,4 \pm 8,3 \cdot 10^9/\text{л}$ ). Отмечалось снижение скорости оседания эритроцитов в крови животных в течение всего транзитного периода по сравнению с нормой.

В крови коров второй половины транзитного периода была зарегистрирована выраженная эозинопения ( $3,8-3,9 \pm 0,8$  и  $5-8$ ), а также снижение уровня лимфоцитов ( $34,5 \pm 3,5$ ,  $34,3 \pm 2,4$  и  $40-65$ ). Уровень сегментоядерных нейтрофилов был достоверно повышен в крови коров за 10 дней до отела по сравнению со значениями на 14 день после отела ( $p < 0,05$ ,  $41,4 \pm 2,4\%$  и  $50,4 \pm 2,9\%$ ).

Таблица 18 - Гормональные показатели крови коров (n=10) в транзитный период

Показатели	Время проведения исследований			
	За 21 день отела	За 10 дней до отела	2 дня до отела	14 дней после отела
Свободный тироксин, пмоль/л	$14,82 \pm 1,99$	$16,20 \pm 8,01$	$11,21 \pm 1,02$	$9,76 \pm 1,19$
Кортизол, нмоль/л	$40,38 \pm 36,3$	$36,9 \pm 5,82$	$43,1 \pm 7,2$	$44,4 \pm 12,40$
Прогестерон, нмоль/л	$23,1 \pm 4,7$	$18,1 \pm 7,8$	$2,1 \pm 2,1$	$2,5 \pm 4,1$
Эстрадиол, пмоль/л	$203,9 \pm 94,6$	$961,4 \pm 801,2$	$252,9 \pm 196,2$	$149,1 \pm 101,3$

Согласно данным таблицы 18, статистически незначимая разница наблюдалась при анализе концентрации свободного тироксина, в частности было зарегистрировано его увеличение во второй половине транзитного

периода, после чего отмечалось снижение данного показателя в 1,5 раза на 14 день после отела ( $14,82 \pm 1,99$  пмоль/л и  $9,76 \pm 1,19$  пмоль/л). Что же касается глюкокортикоидного гормона, то тенденция к увеличению концентрации кортизола отмечалась в крови коров второй половины транзитного периода. Наибольший показатель отмечался на 14 день после отела ( $44,4 \pm 12,40$  нмоль/л).

Согласно данным анализа концентрации стероидных гормонов в сыворотке крови коров в транзитный период (таблица 18), снижение прогестерона наблюдалось в период, близкий к родам, а также в новотельный период, что связано с регрессией желтого тела беременности и плацентарного гормонопоза.

Важно отметить значительное увеличение концентрации эстрадиола в крови коров в период, близкий к родам (интервал между 21 и 10 днем до отела), что вероятно связано с созданием оптимальных условий для проявления сократительной функции матки. И напротив, постепенное его снижение на второй день после отела, а также через две недели после отела. Данное наблюдение изменения концентрации стероидных гормонов в крови коров указано также в работе С. В. Васильевой и Ю. В. Конопатова (2009). Результаты проведенных нами исследований, а именно - низкий уровень эстрадиола на 10 день после отела, равный  $149,1 \pm 101,3$  пмоль/л, вероятно, связан с высокой молочной продуктивностью коров и метаболизмом стероидных гормонов, что также отражено в исследованиях Sangsritavong et al. (2002).

На основании полученных результатов клинического и гормонального исследований крови, низкий уровень гемоглобина и снижение скорости оседания эритроцитов указывает на анемию, которая вероятно возникла вследствие изменения репродуктивного статуса организма животного, а также нарушения кормления и содержания. Тромбоцитопения в крови коров во вторую половину транзитного периода, возможно, связана с изменением

минерального обмена веществ, в частности с гипокальциемией. Однако, для подтверждения данного диагноза необходимо проведение биохимического анализа крови. Эозинопения, снижение уровня лимфоцитов и повышение уровня сегментоядерных нейтрофилов, наблюдаемые в крови коров второй половины транзитного периода, вероятно, связаны с активным инволюционным процессом репродуктивных органов после родов. Вариабельный характер изменения концентрации свободного тироксина в крови коров на протяжении транзитного периода может объясняться тем, что данная форма гормона является обменным пулом для образования более активного трийодтиронина. Кроме того, согласно данным Васильевой С. В., Конопатова Ю. В. (2009), снижение концентрации свободного тироксина может свидетельствовать о повышенной потребности в трийодтиронине для организма животного (С. В. Васильева и др., 2009). Активация синтеза кортизола отмечается во время родов и в послеродовом периоде, что подтверждается полученными нами данными (Ф. Л. Сенджер, 2019).

Исследуя многофакторность транзитного периода молочных коров и их влияния на реализацию продуктивного потенциала животных, особое внимание С. Вандони (2019) обращает на состояние печени, здоровье которого является ключевым фактором для нормального начала лактации. Учитывая особенности обмена веществ коров в транзитный период, необходимо проводить мероприятия, направленные на уменьшение риска ожирения печени (снижением концентрации неэтерифицированных жирных кислот в крови или стимуляцией выработки липопротеинов очень низкой плотности). Кроме того, актуальным является оценка функционального состояния печени посредством анализа биохимических маркеров гепатоцеллюлярного повреждения (активность АСТ, АЛТ), а также экскреторной способности печени (содержание билирубина) в сыворотке крови.

Так, в рамках изучения состояния здоровья печени были проведены исследования активности аспарагиновой трансферазы, аланиновой трансаминазы, а также уровня билирубина в сыворотке крови коров во вторую половину транзитного периода (10-15 день после отела).

Согласно результатам биохимического исследования крови коров в транзитный период, активность АЛТ в сыворотке крови исследуемых коров находилась в пределах допустимых значений. В 18% случаев было зарегистрировано увеличение уровня АСТ в 1,1-1,3 раза по сравнению с нормой. Значительное увеличение концентрации билирубина (в 2 раза) отмечали в 9% случаев. Так как АСТ локализуется в цитозоле и митохондриях гепатоцитов, при их повреждении отмечается выход аспарагиновой трансферазы в системный кровоток, что доказывает ее повышенное содержание. Степень повышения трансаминаз, по мнению Гавриленко Д. И. и др. (2017), имеет большое значение при трактовке результата, так как отражает степень и характер гепатоцеллюлярного повреждения.

Значительное увеличение уровня билирубина может указывать на нарушение экскреторной способности печени (Д. И. Гавриленко и др., 2017). Животное с данными показателями было вынужденно выбраковано на 19 день после отела (причина – субклинический кетоз, хронический мастит, далее атрофия вымени). Вероятно, в организме коровы с высоким содержанием АСТ на фоне повышенной инсулинорезистентности наблюдалось накопление уровня неэстерифицированных жирных кислот (НЭЖК) с частичным их окислением и производством кетоновых тел.

Таким образом, полученные результаты коррелируют с биологическими изменениями организма коров в транзитный период, главным образом с процессом, связанным с завершением беременности, родами и послеродовой инволюцией половых органов. Однако стоит отметить, вероятность развития гипокальциемии у коров во вторую половину

транзитного периода, что впоследствии может быть причиной метрита, смещения сычуга, кетоза, мастита и других патологий. В связи с чем, необходимо провести комплексное клиническое исследование, а также экспресс-анализ для определения уровня глюкозы, кальция и фосфора (статья: Корочкина Е. А. Клинические и гормональные показатели крови молочных коров в транзитный период/ Е. А. Корочкина, В. В. Никитин// Ветеринария №6. 2022. С. 45-48; Корочкина Е. А. К вопросу о потреблении сухого вещества, концентрации стероидных гормонов и молочной продуктивности коров в транзитный период / Е. А. Корочкина, В. В. Никитин// VI Емельяновские чтения Аграрная наука на современном этапе: состояние, проблемы, перспективы. Вологда 2022. С. 89-94).

Исходя из результатов проведенных исследований некоторых печеночных тестов, можно предположить, что функциональное состояние печени большинства исследуемых животных соответствовало норме. Исключение составило одно животное, значение биохимических показателей сыворотки крови, которых соответствовало его нозологическому профилю и было причиной выбраковки (статья: Корочкина Е. А. Анализ биохимических маркеров повреждения печени у молочных коров в транзитный период / Е. А. Корочкина, В. В. Никитин // Аграрная наука в условиях модернизации и цифрового развития АПК России: сб. статей по материалам Международной научно-практической конференции. Курган, 2022. Стр. 211-214).

#### **2.2.4.2 Сравнительный анализ эффективности применения инновационных микроминеральных болюсов коровам в транзитный период**

С целью изучения эффективности применения минеральных болюсов рассыпной формы коровам в транзитный период был проведен сравнительный анализ клинических показателей крови и мониторинг содержания гормонов в крови исследуемых животных.

Коровы подопытной группы (№1) ежедневно на протяжении всего транзитного периода получали минеральную добавку (органические микроэлементы: цинк, марганец, медь, кобальт, хром, селен) в форме желатиновой оболочки – болюса (75 и 100 грамм в расчете на одно животное в первую и вторую половины транзитного периода соответственно). Болюсы были введены с помощью болюсодавателя инtrarуминально. Желатиновая оболочка рассасывается в течении 30 минут после локализации ее в рубце. Коровы контрольной группы (№ 2) получали витаминно-минеральный комплекс в рассыпной форме (витамин А, Д, Е, селен органический) ежедневно в течении транзитного периода (200 и 100 грамм в расчете на одно животное в первую и вторую половины транзитного периода соответственно).

Результаты клинического анализа крови исследуемых коров отражены в таблице 19. Так, в крови животных контрольной группы на 4 день после отела наблюдалось незначительное снижение уровня эритроцитов до  $4,7 \pm 1,3 \cdot 10^{12}$  /л по сравнению с нижней границей нормы. У животных всех групп в период эксперимента отмечалось снижение уровня гемоглобина. Тенденция к снижению уровня тромбоцитов отмечалась у животных подопытной и контрольной групп во вторую половину транзитного периода, а также у животных контрольной группы за 10 дней до отела до  $221 \pm 15,4 \cdot 10^9$  /л. Было

зарегистрировано снижение скорости оседания эритроцитов у всех исследуемых животных по сравнению с референсными значениями.

Таблица 19 - Клинические показатели крови коров (n=10)

Показатели	Референсные значения (Курдео А.П. с соавт., 2020)	Срок исследований							
		За 21 день отела		За 10 дней до отела		2 дня после отела		14 дней после отела	
Группы (n=10)		№ 1	№ 2	№ 1	№ 2	№ 1	№ 2	№ 1	№ 2
Лейкоциты, $10^9/\text{л}$	4,5-12,0	8,0±0,9	6,7±1,3	7,4±1,1	8,6±1,0	9,2±1,2	7,7±1,4	7,8±1,1	5,5±1,7
Эритроциты, $10^{12}/\text{л}$	5,0-7,5	5,6±0,6	7,5±1,0	6,1±0,4	4,8±1,4	5,7±0,2	6,0±0,5	5,2±0,1	4,7±1,3
Гемоглобин, г/л	99-129	82,6±1,4	86,4±3,0	89,4±4,2	88,4±5,5	89,8±5,6	95,4±1,4	86,2±2,5	93,2±1,8
Тромбоциты, $10^9/\text{л}$	260-700	329±27,6	284±19,3	287±32,5	221±15,4	237±16,9	231±17,4	217,2±13,4	196±6,7
СОЭ, мм/ч	0,5-1,5	0,2±0,04	0,3±0,05	0,3±0,06	0,2±0,03	0,2±0,03	0,3±0,1	0,2±0,03	0,3±0,1
Лейкоцитарная формула									
Эозинофилы, %	5-8	4,6±2,3	4,0±1,8	7,4±1,9	4,6±1,7	2,6±0,2	4,0±1,2	4,4±1,2	2,8±1,3
Палочкоядерные нейтрофилы, %	2-5	2,8±1,1	4,0±0,8	3,0±0,9	4,0±1,0	5,0±1,5	4,0±0,8	4,8±1,1	4,2±1,02
Сегментоядерные нейтрофилы, %	20-35	42,0±1,0	46,8±3,6	37,4±2,5	45,2±2,7	52,2±3,8	50,4±5,4	53,0±5,1	46,6±2,3
Лимфоциты, %	40-65	44,6±2,9	44,6±2,9	46,2±1,9	34,6±3,01*	33,0±5,7	36,0±5,5	32,0±4,06	35,8±2,5
Моноциты, %	2-7	6,0±0,3	7,0±1,4	6,0±1,0	5,4±1,9	7,4±2,5	5,6±1,6	5,8±1,1	6,4±1,9

Примечание: \* $p < 0,05$ , \*\* $p = 0,01$  – достоверно по сравнению с контрольной группой

Снижение уровня эозинофилов отмечалось в крови животных всех исследуемых групп за исключением первой подопытной группы за 10 дней до отела ( $7,4 \pm 1,9\%$ ). Наиболее выраженное увеличение процента сегментоядерных нейтрофилов отмечалось в первую половину транзитного периода в крови животных контрольной группы ( $46,8 \pm 3,6$  и  $45,2 \pm 2,7$ ), а

также во вторую половину транзитного периода в крови животных подопытной группы ( $52,2 \pm 3,8$  и  $53,0 \pm 5,1$ ). За 10 дней до отела отмечалась статистически значимая разница значений лимфоцитов в крови животных подопытной и контрольной групп в 1,3 раза с тенденцией к снижению данного показателя у последней группы ( $p < 0,05$ ).

Результаты исследования содержания гормонов в крови животных подопытных и контрольных групп отражены в таблице 20.

Таблица 20-Гормональные показатели крови коров (n=10)

Показатели	Референсные значения (Васильева С.В., Конопацов Ю.В., 2009)	Срок исследований							
		За 21 день отела		За 10 дней до отела		2 дня после отела		14 дней после отела	
Группы (n=10)		№ 1	№ 2	№ 1	№ 2	№ 1	№ 2	№ 1	№ 2
Прогестерон, нмоль/л	-	23,2 ±1,2	22,9 ±3,3	21,4 ±2,9	14,7 ±4,3	1,8 ±1,1	2,3 ±1,1	3,7 ±2,8	1,3 ±0,6
Эстрадиол, пмоль/л	-	176,3 ±31,1	247,9 ±36,7	595,9 ±131,6	1546,9 ±371,9*	313,5 ±122,8	409,8 ±193,2	210,2 ±48,6	110,0 ±21,5
Свободный тироксин, пмоль/л	10-27	18,3 ±3,3	11,3 ±1,9	20,6 ±2,9	14,0 ±2,2	10,4 ±1,8	11,9 ±1,4	11,2 ±0,6	10,1 ±1,02
Кортизол, нмоль/л	20-80	39,6 ±7,3	41,1 ±3,5	36,3 ±6,3	46,5 ±4,6	59,5 ±9,01	26,7 ±3,5**	61,4 ±22,0	33,7 ±7,6

Примечание: \* $p < 0,05$ , \*\* $p = 0,01$  – достоверно по сравнению с контрольной группой

Согласно данным таблицы 20, концентрация свободного тироксина и кортизола в крови всех исследуемых животных находилась в пределах нормы. Была зарегистрирована статистически значимая разница значений



кортизола у животных подопытной и контрольной групп на 2 день после отела (2,2 раза,  $p=0,01$ ). Нужно также отметить более высокие показатели кортизола в крови животных подопытной группы преимущественно во вторую половину транзитного периода, и, наоборот, в крови животных контрольной группы в первую половину транзитного периода. Что же касается концентрации женских половых гормонов, то у всех исследуемых животных значения соответствовали физиологическим нормам и физиологическим процессам, происходящим в репродуктивной системе животных. Стоит отметить статистически значимую разницу концентрации эстрадиола в крови животных подопытной и контрольной групп за 10 дней до отела ( $p<0,05$ ,  $595,9\pm 131,6$  пмоль/ли  $1546,9\pm 371,9$  пмоль/л).

В целом изменения клинической и гормональной картины крови носят физиологический характер и обусловлены резкими метаболическими изменениями в связи с завершением беременности, родами и послеродовым периодом (С. В. Васильева, Ю. В. Конопатов, 2009; Ф. Л. Сенджер, 2019; DrackleyJamesK, 1999). Однако стоит обратить внимание на тенденцию к снижению тромбоцитов, что может быть связано с развитием субклинической гипокальциемии у животных контрольной группы в первую половину транзитного периода, а также у животных подопытной и контрольной групп во вторую половину транзитного периода. Изменение уровня кортизола соответствует физиологии родов. Колебания значений уровня тироксина, вероятно, связаны с метаболическими изменениями, происходящими в транзитный период. Снижение концентрации прогестерона в крови всех исследуемых животных обусловлено регрессией желтого тела. Резкое увеличение уровня эстрадиола связано с наступлением родов (Ф. Л. Сенджер, 2019). Однако, можно предположить, что высокая концентрация данного гормона у животных контрольной группы связана с положительным влиянием витаминных комплексов (в частности витамин А и Е) на яичниковый стероидогенез исследуемых животных.

Исходя из полученных данных, можно предположить, что применение витаминно-минеральных и минеральных добавок благоприятно отражается на организме коров в транзитный период. Комплекс органических микроэлементов (болусная форма) в совокупности с другими факторами, вероятно, способствует активизации клеточного иммунитета в течение транзитного периода. Комплекс жирорастворимых витаминов (рассыпная форма) активизирует гонадальный стероидогенез, что подтверждается результатами проведенных исследований.

Полученные данные клинического и гормонального анализов крови соотносятся с результатами акушерско-гинекологических исследований и показателями молочной продуктивности. Так, у коров подопытной группы послеродовых осложнений зарегистрировано не было. У животных контрольной группы был зарегистрирован единичный случай мастита, а также единичный случай задержания последа и острого гнойно-катарального эндометрита.



Диаграмма 7- Среднесуточная молочная продуктивность коров в период раздоя.

Что касается анализа молочной продуктивности (диаграмма 7), то высокими были показатели коров подопытной группы. Разница значений с данными контрольной группы составляла 1,2 раза, различия статистически не значимы ( $p=0,646313$ ).

Исходя из полученных данных можно предположить, что рациональным является использование витаминно-минеральных добавок коровам в транзитный период, включающих жирорастворимые витамины и органические микроэлементы, контроль за уровнем кальция и фосфора в транзитный период, а также индивидуальный подход к выбору формы подачи витаминно-минеральных компонентов (статья: Корочкина Е. А. Эффективность применения витаминно-минеральных добавок коровам в транзитный период / К. В. Племяшов, Е. А. Корочкина, В. В. Никитин // Ветеринария. 2022. № 8, с. 38-41)

### **2.2.5 Результаты применения растительно-минеральных болюсов коровам в новотельный период**

Анализируя физиологические особенности коров в транзитный период (фаза сухостойный период-отел и новотельный период-период раздоя), особое внимание заслуживает новотельный период. Известно, что в данный период происходит инволюция половой системы коров с высокой вероятностью развития патологических процессов в ней, чаще всего это эндометриты, субинволюция матки, кисты и гипофункция яичников. То есть реализация генетического потенциала в аспекте репродукции главным образом зависит от течения новотельного периода. В связи с этим, актуальным является разработка эффективных протоколов для профилактики послеродовых осложнений.

С целью изучения эффективности применения растительно-минеральных болюсов как препаратов, используемых в рамках профилактики акушерско-гинекологической патологии проводили исследования в СПК

«Поляны» на коровах голштинской породы с продуктивностью 9000 кг молока (согласно данным 2019-2020 гг., 1-3 лактации). Сравнительной оценке эффективности применения подвергались растительно-минеральные болюсы «Метраболь» (Техна Франс Нутришен, С. А. С., Франция) и протокол ведения новотельного периода, утвержденный ветеринарной службой хозяйства.

Состав болюса включает в себя витамин Е, марганец, цинк, медь, селен, растительные компоненты (календула, корица, гвоздика), вспомогательные вещества (сульфат железа). Болюсы в количестве 2 штуки были введены с помощью болюсодавателя в течение первых 12 часов после отела. Согласно протоколу ведения новотельного периода, в день отела производилось подкожное введение пролонгированного антибактериального препарата широкого спектра действия цефтиофура гидрохлорида 200 мг/мл (эксид, цефтонит форте, рецефур ПС 200), внутримышечная инъекция поливитаминных препаратов (Элеовит, Мультивит). Для усиления сокращения гладких мышц матки в первый, второй и третий дни после отела производилось внутримышечное введение препарата, содержащего пропранолола гидрохлорида.

Результаты применения растительно-минеральных болюсов и комплексного использования антибактериальных, поливитаминных и сокращающих препаратов на течение новотельного периода и воспроизводительную функцию коров в период раздоя представлены в таблицах 21 и 22.

Согласно данным таблицы 21, у коров подопытной группы первой лактации продолжительность сервис-периода была на 29 дней длиннее такового у животных контрольной группы, а у животных второй лактации на 12 дней. Среди особей третьей и более лактаций контрольной группы, данный показатель напротив, возрос до 123 дней против 115 дней в

подопытной группе. Однако полученная разница значений статистически не значимая ( $t=-0,2$ ;  $-0,1$  и  $0,09$  соответственно при  $p=0,05$ ).

Таблица 21 - Показатели воспроизводства у коров подопытной и контрольной групп

Показатель	Группа					
	подопытная (n=80)			контрольная (n=80)		
	Первая лактация	Вторая лактация	Третья и более лактации	Первая лактация	Вторая лактация	Третья и более лактации
Сервис-период, Дней	151,1±80,9	159,3±83,7	115,3±65,6	122,3±62,6	147,4±71,9	123,7±53
Индекс стельности	2	3	2	2,4	2,8	2,55
Успешно оплодотворилось после осеменения, %:						
Первого	41,4	38,1	44,8	28,6	36,8	27,3
Второго	31,0	38,1	44,8	50,0	52,6	60,6
3 – 10-го	27,6	23,8	10,3	21,4	10,5	12,1

Таким образом, длительный сервис-период регистрировали среди животных второй лактации подопытной и контрольной групп, разница с нормой для данного хозяйства (90 дней) составила 57 – 69 дней. В то же время самым непродолжительным данный показатель был у коров третьей и более лактаций подопытной группы и у животных первой лактации контрольной группы, разница значений с нормой достигала 25 – 32 дня. Исходя из приведенных данных, можно сделать вывод о наличии проблем в области воспроизводства животных в данном хозяйстве.

Кроме того, более результативными первые осеменения были среди животных подопытной группы. Разница значений с контролем по лактациям составила соответственно 12,8; 1,3 и 17,5%. При этом вторые осеменения успешнее прошли у коров контрольной группы, разница по сравнению с опытной группой по лактациям равнялась 19; 14,5 и 15,8%. Оплодотворяемость после третьих и последующих осеменений была выше у

животных подопытной группы, разница с контролем по лактациям составила 6,2; 13,3 и 1,8%.

Результаты проведенной акушерско-гинекологической диспансеризации коров отражены в таблице 22.

Таблица 22 -Акушерско-гинекологическая патология у коров подопытной и контрольной групп (до первого осеменения)

Патология	Группы	
	Подопытная (n=80)	Контрольная (n=80)
Задержание последа,%	13,4	17,1
Послеродовый эндометрит,%	7,6	8,5
Кисты и гипофункция яичников	0	10,7

Согласно данным таблицы 22, у коров подопытной группы наблюдалось патологическое течение третьего этапа родов, а именно задержание последа в 13,4% случаев. У коров контрольной группы частота данного заболевания была зарегистрирована у 17,1% животных, что на 3,7% случаев больше, чем в подопытной группе. Частота возникновения послеродовых эндометритов у коров подопытной и контрольной групп была зарегистрирована в 7,6 и 8,5% случаев. Примечательно, что препараты, содержащие растительные компоненты, витамины и минералы оказывают наиболее благоприятное воздействие на половые органы после родов по сравнению с антибактериальными препаратами пролонгированного действия, миотоническими средствами и поливитаминами в инъекционной форме. Применение протокола, включающего в себя растительно-минеральные болюсы, может быть наиболее целесообразным с точки зрения безопасности и качества молока и молочных продуктов.

Кроме того, при проведении гинекологической диспансеризации на 35 день после отела (главным образом, ультразвуковое исследование) у коров подопытной группы отмечали отсутствие такой гинекологической патологии

как кисты и гипофункция яичников, а у коров контрольной группы, напротив, наличие – у 10, 7% животных. Из этого следует, что применение растительно-минеральных болюсов в новотельный период способствует восстановлению функции яичников и возобновлению половой цикличности после отела по сравнению с совокупным применением антибактериальных, миотонических средств и поливитаминов.

Таким образом, согласно результатам проведенного эксперимента, применение растительно-минеральных болюсов в новотельный период согласно схеме: два болюса в течение первых 12 часов после отела способствует благоприятному течению родов, своевременному завершению инволюционных процессов в половых органах и повышению процента успешных первых осеменений по сравнению с совокупным использованием антибактериальных, миотонических средств и поливитаминов в инъекционной форме. Кроме того, протокол ведения новотельного периода, включающий в себя использование растительно-минеральных болюсов (в количестве 2 штуки) можно использовать в целях профилактики послеродового эндометрита и нормализации работы яичников у коров (в статье: Корочкина Е. А. Влияние растительно-минеральных болюсов на репродуктивную функцию молочных коров в период раздоя / Е. А. Корочкина, К. В. Племяшов, В. В. Никитин // Ветеринария. 2021. №9. С. 42-44; Корочкина Е. А. Эффективность использования растительно-минеральных болюсов в воспроизводстве молочного скота / Е. А. Корочкина, В. В. Никитин, К. В. Племяшов // Иппология и ветеринария. 2021. №3 (41). С. 105-109).

### **2.2.6 Результаты гистологического исследования печени, надпочечников, щитовидной железы и яичников коров**

В рамках сравнительного анализа эффективности применения минеральных добавок (глава 2.2.4) было проведено гистологическое исследование печени, щитовидной железы, надпочечников и яичников.

Согласно результатам послеубойного осмотра, масса печени коров контрольной группы в среднем составляла 12,2 кг (рисунок 7), подопытной группы - 10,8 кг (рисунок 8).



Рисунок 7 -Извлеченная печень коровы контрольной группы: неравномерная окраска органа – участки темно-красного цвета чередуются с участками желто-коричневого цвета.





Рисунок 8 - Извлеченная печень коровы подопытной группы: неравномерная окраска органа – участки темно-красного цвета чередуются с участками желто-коричневого цвета.

Снаружи печень покрыта серозной оболочкой, под которой располагается соединительнотканная (глиссонова) капсула из плотной волокнистой соединительной ткани, имеет множество эластических волокон. Орган имеет ворота, в которые входит воротная вена, печеночная артерия, нервы, выходит печеночные вены, лимфатические сосуды и печеночный проток. Орган имеет дольчатое строение, в средней части каждой дольки проходит центральная вена, от которой по радиусам в виде балок располагаются печеночные клетки – гепатоциты. Долька является структурно-функциональной единицей печени, хотя у жвачных они малозаметны. Кроме того, следует упомянуть о таком понятии, как портальная печеночная долька, которая включает в себя участки из трех соседних классических долек, окружающих одну триаду. В состав каждой триады входят междольковая артерия, вена и желчный проток. На внутренней поверхности эндотелия синусоидов имеются клетки

ретикулоэндотелиальной системы – звездчатые макрофаги (клетки Купфера), имеющие отростки в виде щупалец, которые направлены в просвет капилляра.

При гистологическом исследовании печени у 90% коров контрольной группы были обнаружены единичные или множественные очаги некроза отдельных гепатоцитов, сопровождающиеся слабо выраженной мононуклеарной инфильтрацией. Данные изменения отражены на рисунках 9, 11-13.

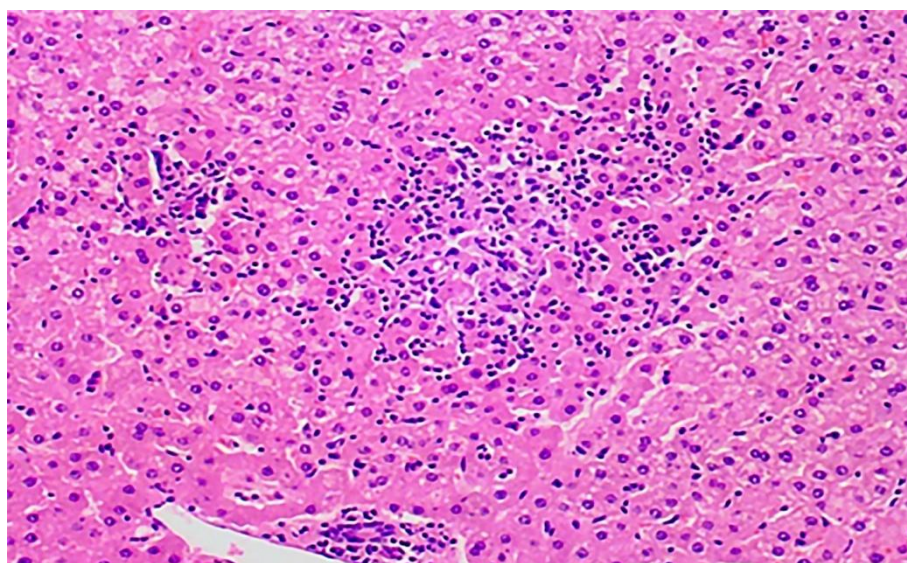


Рисунок 9 -Гистологический срез печени коровы №212. Очаг некроза гепатоцитов со слабо выраженной мононуклеарной инфильтрацией. Окраска гематоксилином и эозином, увеличение x100.

У 10% коров контрольной группы выявлялась выраженная, преимущественно централобулярная, среднекапельная жировая дистрофия гепатоцитов с некрозом отдельных клеток и очаговой слабо или умеренно выраженной смешанноклеточной инфильтрацией, представленной лимфоцитами, нейтрофилами, макрофагами и плазмócитами (рисунки 11-13).

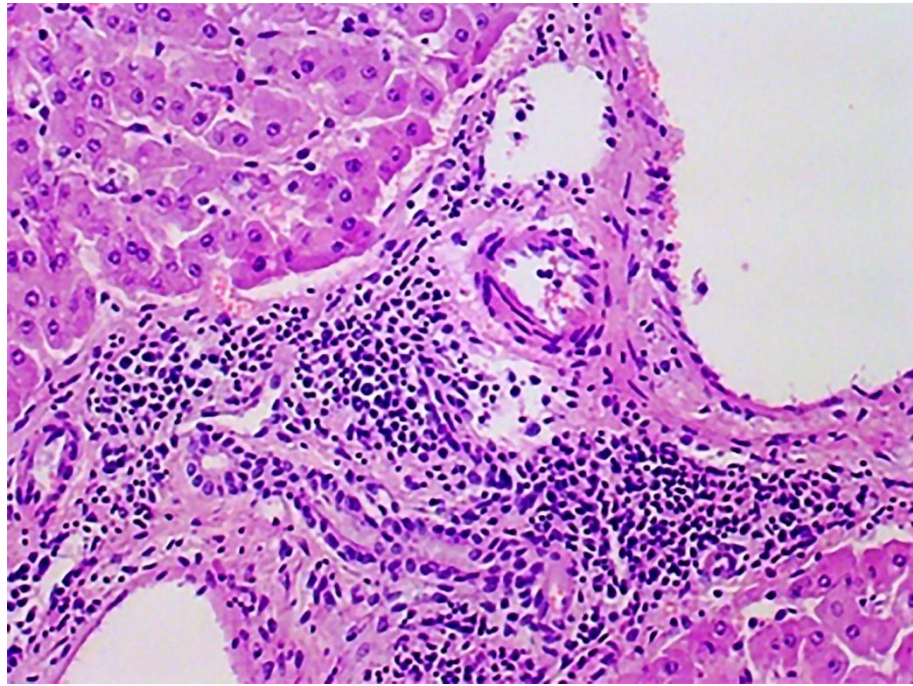


Рисунок 10 -Гистологический срез печени коровы №3748. Перипортальная умеренно выраженная смешанноклеточная инфильтрация, представленная преимущественно лимфоцитами и макрофагами, в меньшей степени – нейтрофилами. Окраска гематоксилином и эозином, увеличение x100.

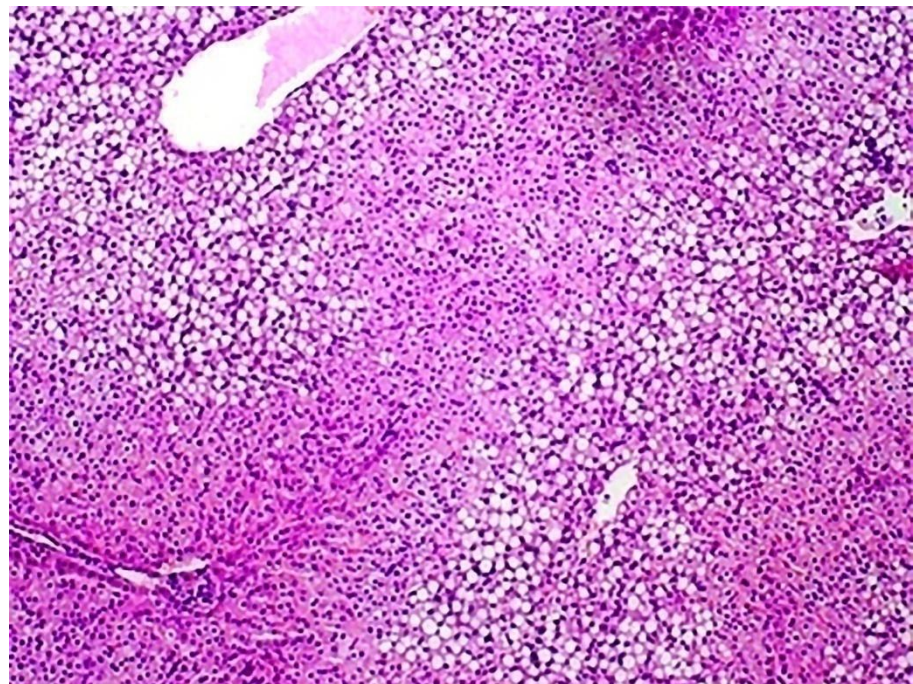


Рисунок 11 -Гистологический срез печени коровы №8443. Выраженная, преимущественно центролобулярная, среднекапельная жировая дистрофия гепатоцитов с некрозом отдельных клеток и очаговой слабо или умеренно выраженной смешанноклеточной инфильтрацией, представленной лимфоцитами, нейтрофилами, макрофагами и плазмócитами. Окраска гематоксилином и эозином, увеличение x40.

У 80% коров подопытной группы в ткани печени отмечалась периваскулярная и/или перипортальная слабо или умеренно выраженная смешанно-клеточная инфильтрация, представленная преимущественно лимфоцитами и макрофагами, в меньшей степени – нейтрофилами (рисунки 10-13).

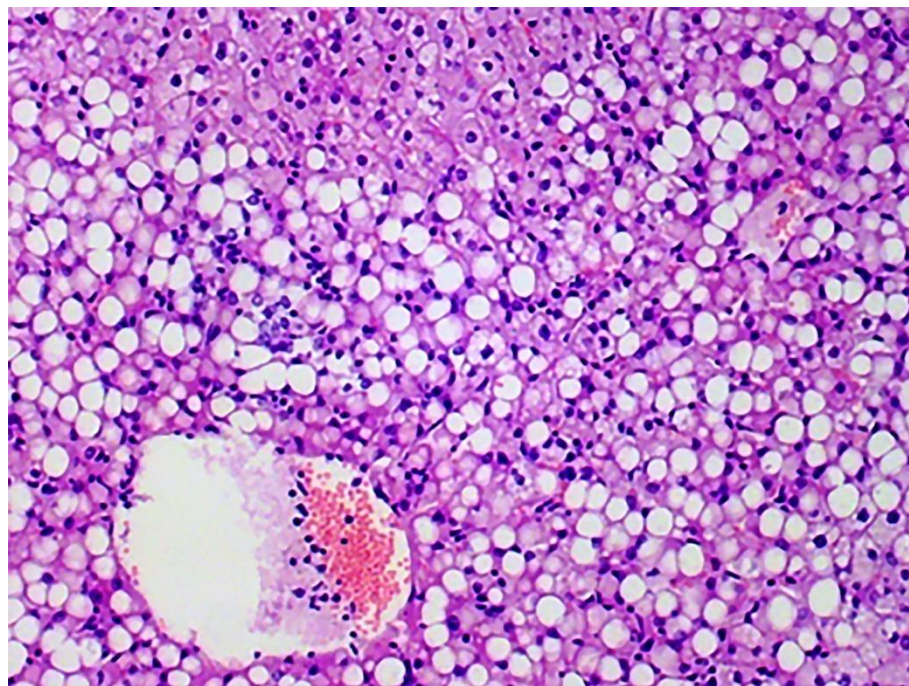


Рисунок 12 -Гистологический срез печени коровы №8443.

Выраженная, преимущественно централобулярная, среднекапельная жировая дистрофия гепатоцитов с некрозом отдельных клеток и очаговой слабо или умеренно выраженной смешанноклеточной инфильтрацией, представленной лимфоцитами, нейтрофилами, макрофагами и плазмоцитами.

Окраска гематоксилином и эозином, увеличение x100.

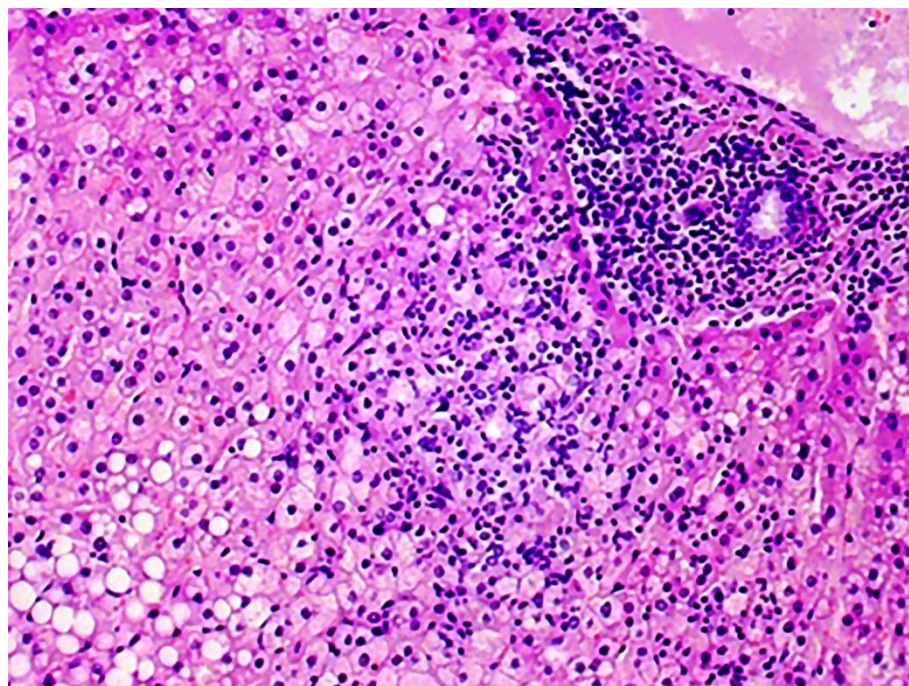


Рисунок 13 -Гистологический срез печени коровы №8443. Выраженная, преимущественно центрлобулярная, среднекапельная жировая дистрофия гепатоцитов с некрозом отдельных клеток и очаговой слабо или умеренно выраженной смешанноклеточной инфильтрацией, представленной лимфоцитами, нейтрофилами, макрофагами и плазмоцитами. Окраска гематоксилином и эозином, увеличение x100.

У 20% коров подопытной группы патологических изменений в ткани печени не было обнаружено (рисунок 14).

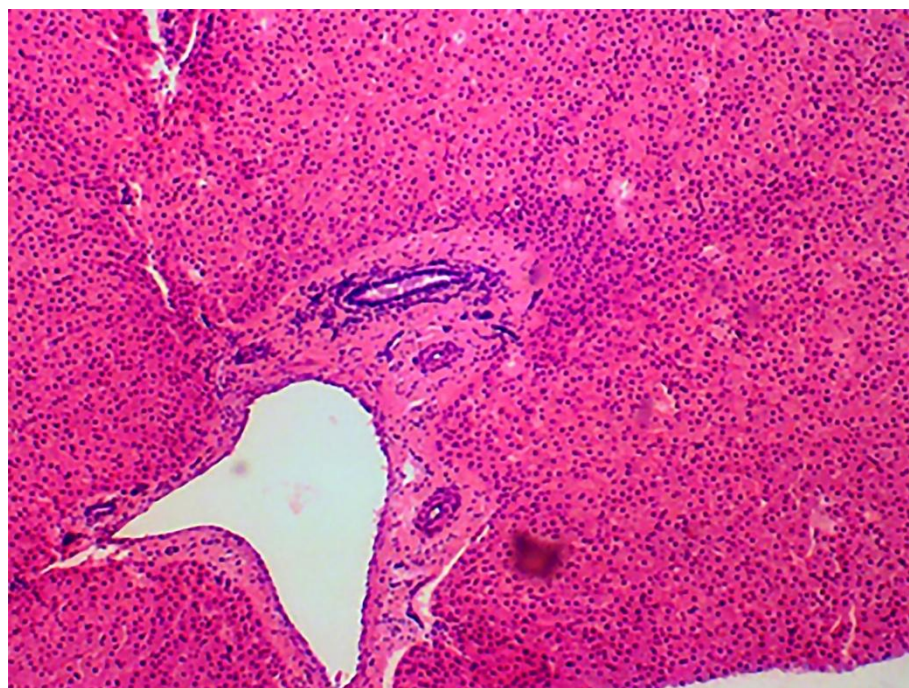


Рисунок 14 -Гистологический срез печени коровы № 1545. Нормальное строение, патологические изменения отсутствуют. Окраска гематоксилином и эозином, увеличение x40.

Масса надпочечников коров контрольной группы в среднем составляла: правый- 31,5 гр., левый – 30, 8 гр. (рисунок 15); подопытной группы: правый - 25,8 гр.; левый - 27,9 гр. (рисунок 16).



Рисунок 15 -Извлеченные надпочечники коровы №8443 контрольной группы: макроскопические изменения не обнаружены.



Рисунок 16 -Извлеченные надпочечники коровы № 1753 из подопытной группы: макроскопические изменения не обнаружены.

Надпочечники – парные органы, снаружи покрыты капсулой из плотной волокнистой соединительной ткани, имеют зональное строение и состоят из коркового и мозгового вещества. Эти вещества взаимосвязаны, но имеют различное строение. Корковое вещество надпочечников находится под капсулой, состоит из трех зон, по порядку от капсулы: клубочковой, пучковой и сетчатой. От капсулы внутрь коркового вещества отходят перегородки из рыхлой волокнистой соединительной ткани, содержащие большое количество кровеносных сосудов, и разделяют тяжи эндокринных клеток. Клетки в тяжах тесно прилегают друг к другу.

В клубочковой зоне надпочечников тяжи аденоцитов призматической формы образуют структуры в виде арок, похожих на клубочки. Между тяжами клеток имеют многочисленные микрососуды, которые проникают вглубь вплоть до мозгового вещества. Пучковая зона наиболее толстая, состоит из тяжелой крупных клеток полигональной формы, которые направлены глубже в корковое вещество и формируют пучки. Эндокриноциты этой зоны – спонгиоциты – делятся на светлые и темные, отличающиеся друг от друга количеством липидных включений – липосом.

Глубже тяжи эндокриноцитов постепенно теряют форму и образуют трехмерную сеть – сетчатая зона. Здесь эндокриноциты меньше в размерах, имеют полигональную форму, представляют собой «старые» клетки, которые берут свое развитие из спонгиоцитов пучковой зоны.

Паренхима мозгового вещества надпочечников формирует тяжи или «гнезда», образована крупными клетками полигональной формы. В строме вещества располагаются крупные синусоидно расширенные вены. Также в мозговом веществе имеются ганглиозные клетки, которые по своему строению соответствуют нейронам внутриорганных нервных узлов, и поддерживающие клетки, которые родственны периферическим глиоцитам.

У 80% животных контрольной группы в ткани надпочечников была отмечена диффузно-очаговая слабо выраженная (у 50%) или умеренно (у

30%) выраженная смешанноклеточная инфильтрация, представленная преимущественно макрофагами, в меньшей степени лимфоцитами, плазмócитами и нейтрофилами (рисунки 17-19).

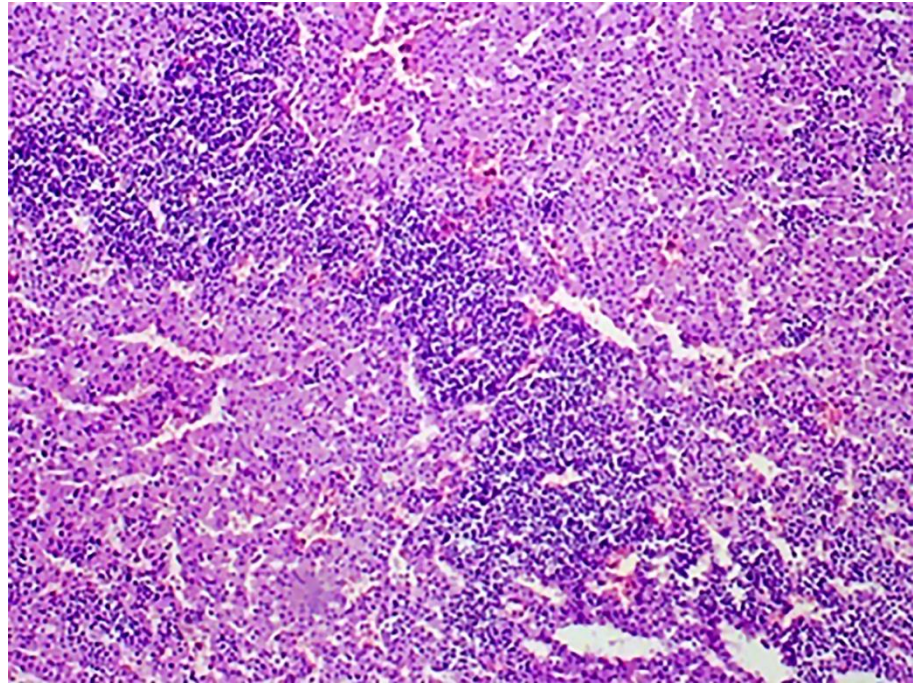


Рисунок 17 - Гистологический срез надпочечника коровы №3748. Диффузно-очаговая умеренно выраженная смешанноклеточная инфильтрация, представленная преимущественно макрофагами, в меньшей степени лимфоцитами и нейтрофилами. Окраска гематоксилином и эозином, увеличение x40.



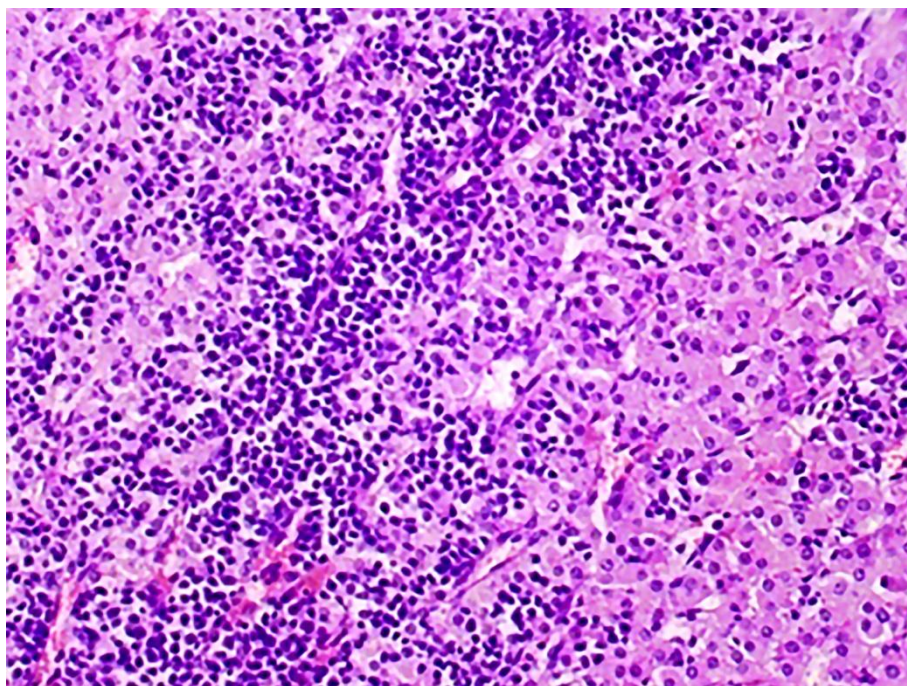


Рисунок 18 - Гистологический срез надпочечника коровы №3748. Диффузно-очаговая умеренно выраженная смешанноклеточная инфильтрация, представленная преимущественно макрофагами, в меньшей степени лимфоцитами и нейтрофилами. Окраска гематоксилином и эозином, увеличение x100.

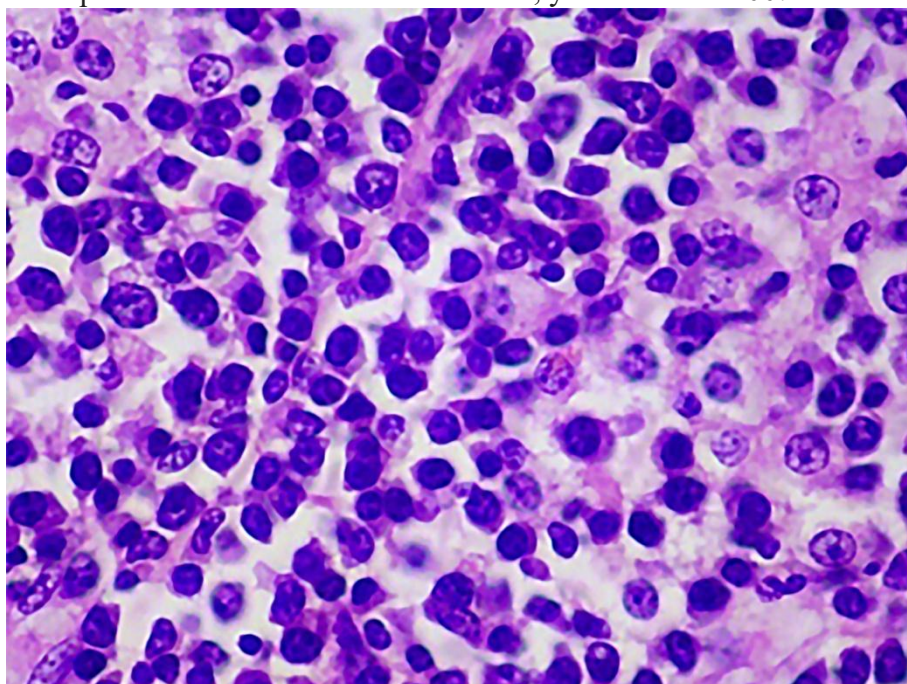


Рисунок 19 - Гистологический срез надпочечника коровы №3748. Диффузно-очаговая умеренно выраженная смешанноклеточная инфильтрация, представленная преимущественно макрофагами, в меньшей степени лимфоцитами и плазмócитами. Окраска гематоксилином и эозином, увеличение x400.

Сосуды коркового и мозгового вещества надпочечников 10% животных контрольной группы были кровенаполненными (рисунок 20).

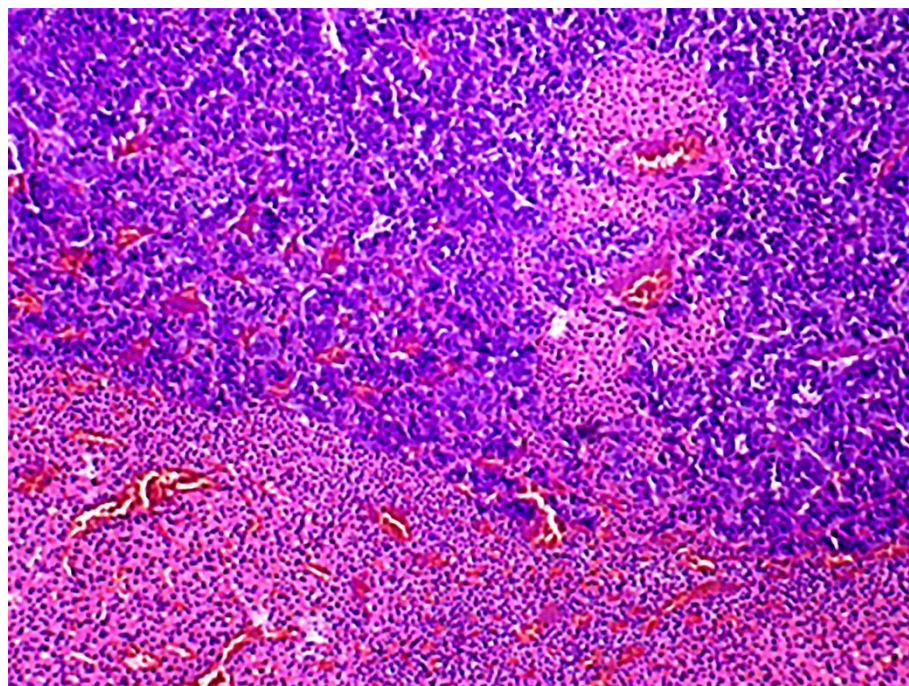


Рисунок 20 - Гистологический срез надпочечника коровы №22269. Полнокровие сосудов коркового и мозгового слоя. Окраска гематоксилином и эозином, увеличение х40.

У 10% коров контрольной группы отмечалось расширение кровеносных сосудов (капилляров и вен) в мозговом веществе надпочечников, при этом сосуды были пустые, выстланы одним слоем хорошо дифференцированных эндотелиальных клеток, что свидетельствует об ангиоэктазии (рисунок 21).

При гистологическом исследовании надпочечников коров подопытной группы, у 10% животных было обнаружено отложение зерен пигмента темно-коричневого цвета внутри клеток и внеклеточно преимущественно в сетчатой и пучковой зонах, а также частично в капсуле надпочечников (рисунок 22).

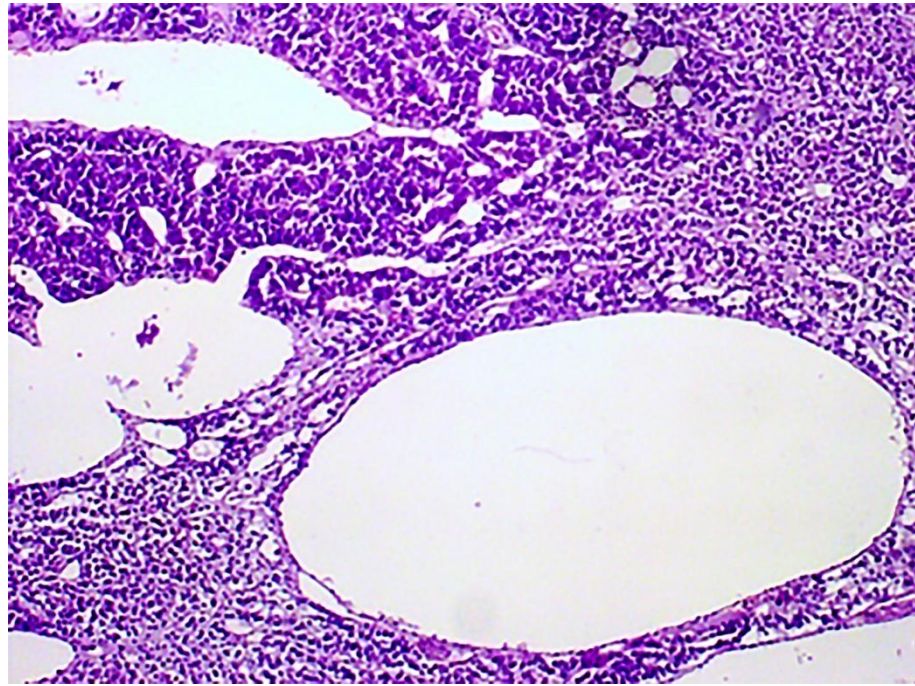


Рисунок 21 - Гистологический срез надпочечника коровы №1500. Расширение кровеносных сосудов (капилляров и вен) в мозговом веществе: сосуды пустые, выстланы одним слоем хорошо дифференцированных эндотелиальных клеток. Ангиоэктазия. Окраска гематоксилином и эозином, увеличение  $\times 40$ .

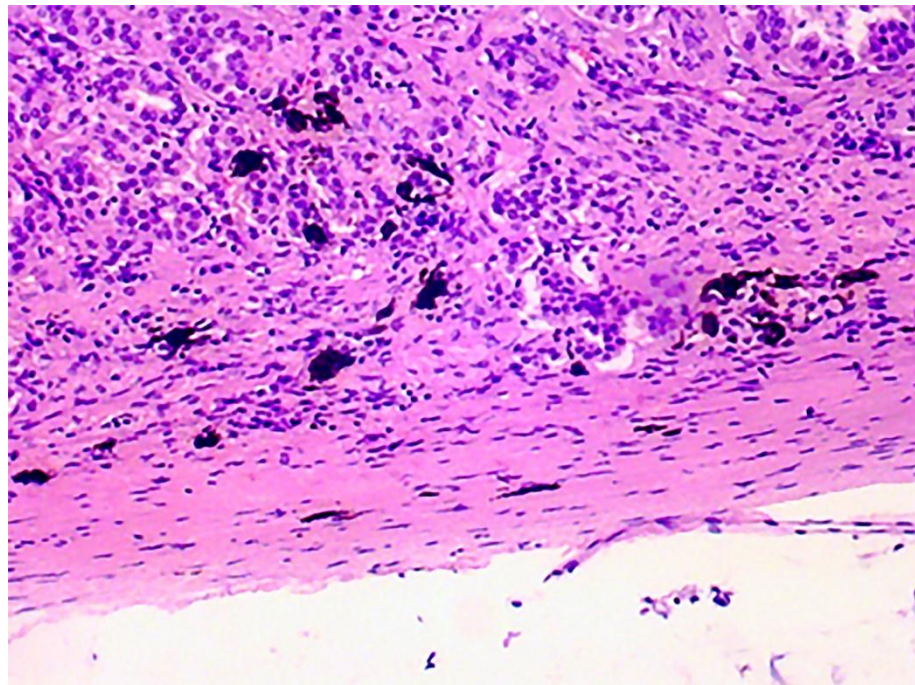


Рисунок 22 - Гистологический срез надпочечника коровы №1545. Отложение зерен пигмента темно-коричневого цвета внутри клеток и внеклеточно преимущественно в сетчатой и пучковой зонах, а также частично в капсуле. Окраска гематоксилином и эозином, увеличение  $\times 100$ .

У остальных 90% животных патологических изменений в ткани надпочечников не было обнаружено (рисунки 23, 24).

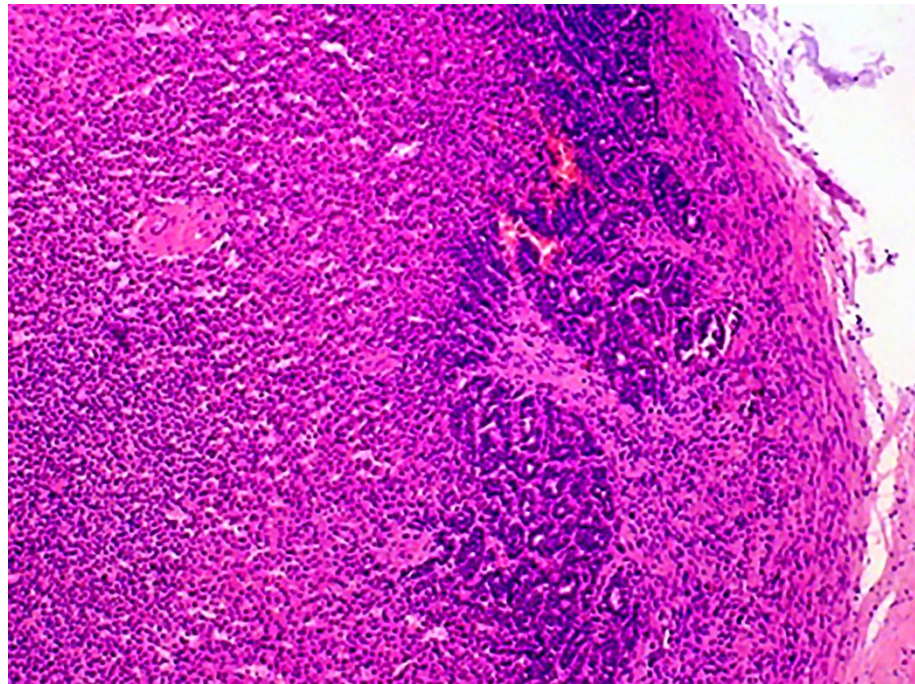


Рисунок 23 -Гистологический срез надпочечника коровы №1042. Нормальное строение, патологические изменения отсутствуют. Окраска гематоксилином и эозином, увеличение x40.

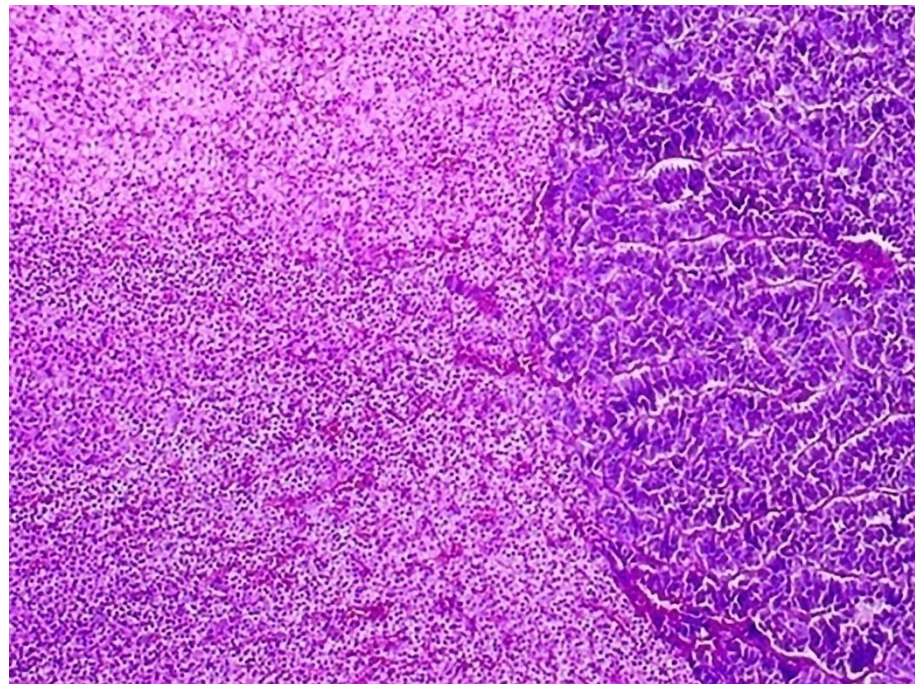


Рисунок 24 -Гистологический срез надпочечника коровы №1753. Нормальное строение, патологические изменения отсутствуют. Окраска гематоксилином и эозином, увеличение x40.

Масса щитовидной железы коров контрольной группы в среднем составляла: правой – 18,2 гр.; левой – 16,14 гр. (рисунок 25); подопытной группы: правой – 21,4 гр.; левой – 20,5 гр. (рисунок 26).



Рисунок 25 - Извлеченная щитовидная железа коровы №8443 контрольной группы: макроскопические изменения не обнаружены.



Рисунок 26 - Извлеченная щитовидная железа коровы №1107 подопытной группы: макроскопические изменения не обнаружены.

Щитовидная железа снаружи покрыта капсулой из плотной волокнистой соединительной ткани. Строма сформирована рыхлой волокнистой соединительной тканью с большим количеством кровеносных сосудов. Структурно-функциональной единицей паренхимы органа является фолликул – полое тельце, чаще овальной или округлой формы, реже – неправильной. Снаружи покрыто непрерывной трехслойной базальной мембраной. Внутри фолликул выстлан эндокринными клетками – тироцитами, заполнен вязким содержимым – коллоидом. Тироциты в норме расположены в один слой, имеют кубическую форму. Также паренхимы щитовидной железы формируют кальцитониноциты, эндокринные клетки, имеющие овальную или полигональную форму, расположенные одиночно или мелкими группами в базальных участках эпителиальной выстилки фолликулов или в тяжах рыхло соединительной ткани.

Также в щитовидной железе обнаруживаются интерфолликулярные островки – скопления мелких клеток, предшественников тироцитов. В процессе созревания островки увеличиваются в размерах, накапливают коллоид и становятся фолликулами.

У 40% коров контрольной группы отмечалась дилатация отдельных фолликулов щитовидной железы, расположенных преимущественно по периферии органа, при этом фолликулы были выстланы тироцитами кубической или уплощенной формы, заполнены бледно эозинофильным коллоидом (рисунок 27, 28, 29).

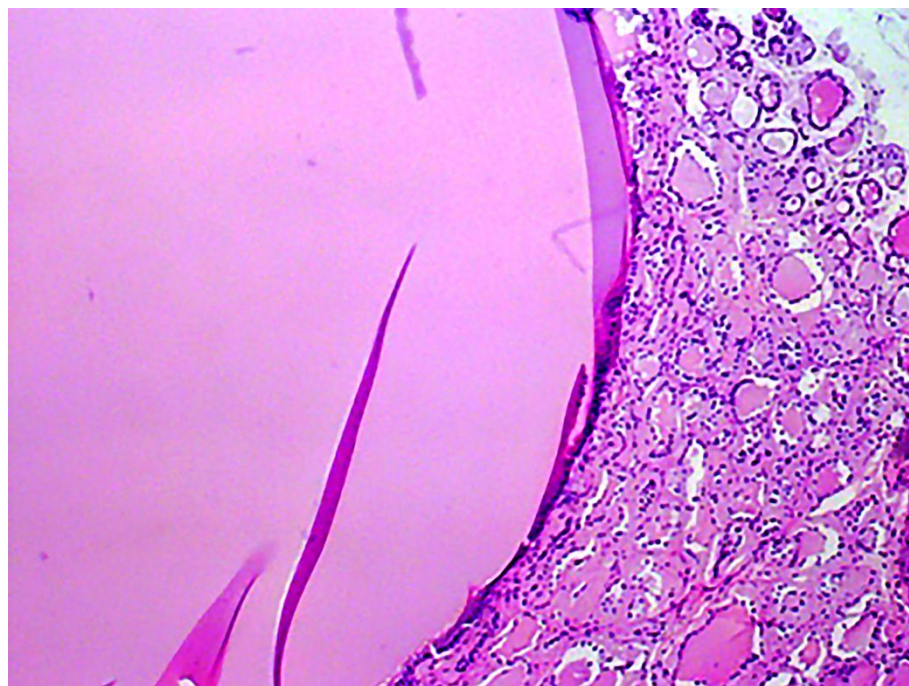


Рисунок 27 -Гистологический срез щитовидной железы коровы №2386. Дилатация фолликула, фолликул выстлан клетками кубической или уплощенной формы (очагами), заполнен бледно эозинофильным коллоидом. Атрофические изменения фолликулов и тироцитов, слабо выраженная пролиферация рыхлой волокнистой соединительной ткани стромы. Окраска гематоксилином и эозином, увеличение  $\times 40$ .

У 20% животных контрольной группы отмечались атрофические изменения фолликулов и тироцитов, слабо выраженная пролиферация рыхлой волокнистой соединительной ткани стромы (рисунки 27, 28).

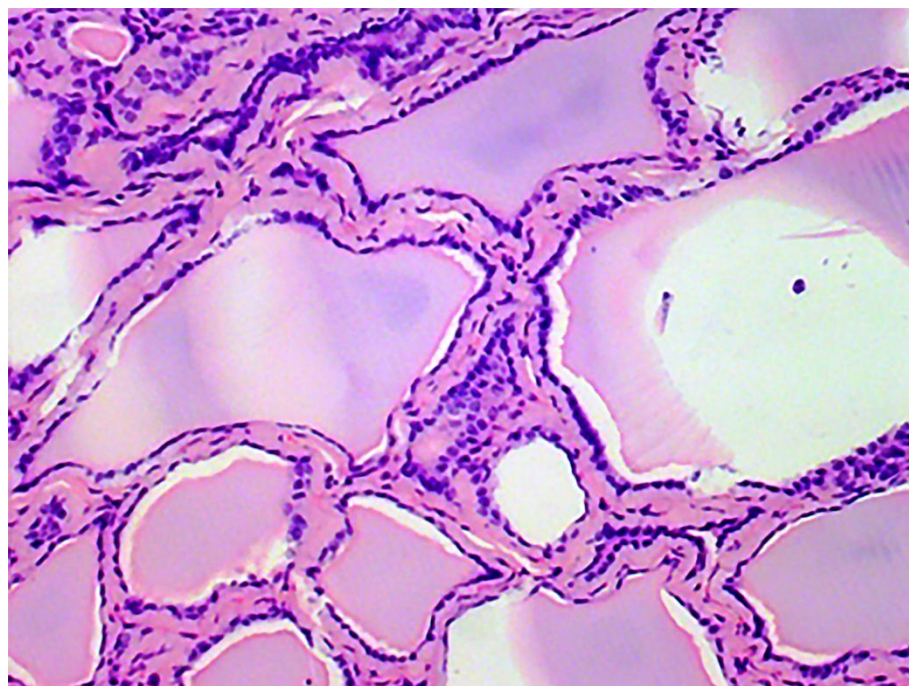


Рисунок 28 - Гистологический срез щитовидной железы коровы №2386. Атрофические изменения фолликулов и тироцитов, слабо выраженная пролиферация рыхлой волокнистой соединительной ткани стромы. Окраска гематоксилином и эозином, увеличение x100.

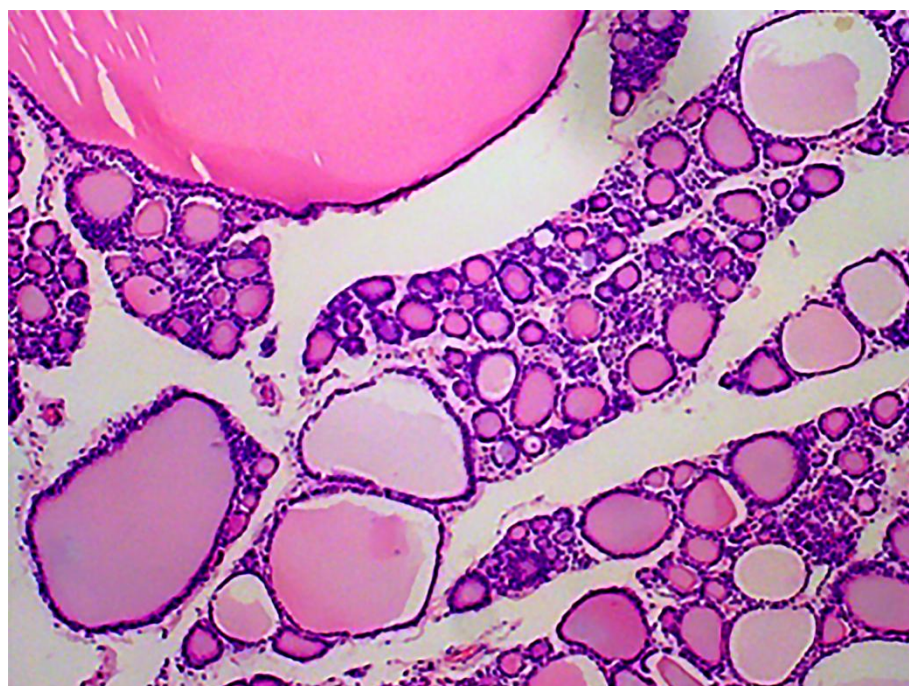


Рисунок 29 - Гистологический срез щитовидной железы коровы №1980. Тироциты большинства фолликулов увеличены в размерах, при этом просветы этих фолликулов уменьшены, некоторые заполнены бледно эозинофильным коллоидом, в некоторых участках органа – увеличение количества тироцитов, Гипертрофия и гиперплазия. Окраска гематоксилином и эозином, увеличение x40.

Щитовидная железа 40% животных контрольной группы была в норме



(рисунки 31, 32).

У 20% коров подопытной группы тироциты большинства фолликулов были незначительно увеличены в размерах, при этом просветы этих фолликулов уменьшены, некоторые заполнены бледно эозинофильным коллоидом, в некоторых участках органа отмечалось увеличение количества тироцитов, что свидетельствует о гиперплазии и гипертрофии фолликулов (рисунки 29, 30).

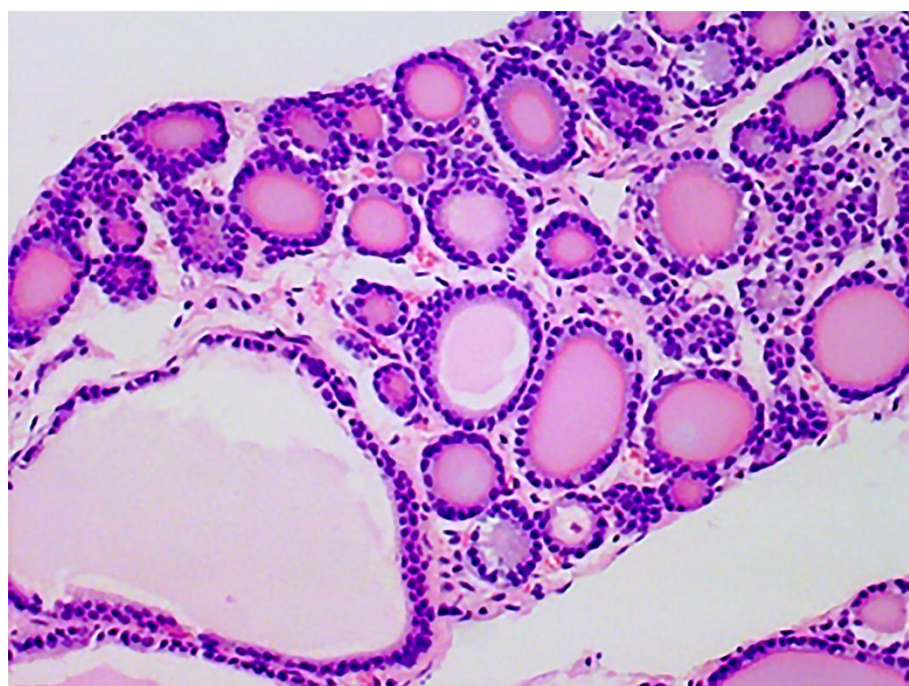


Рисунок 30 - Гистологический срез щитовидной железы коровы №1980. Тироциты большинства фолликулов увеличены в размерах, при этом просветы этих фолликулов уменьшены, некоторые заполнены бледно эозинофильным коллоидом, в некоторых участках органа – увеличение количества тироцитов, Гипертрофия и гиперплазия. Окраска гематоксилином и эозином, увеличение x100.

В ткани щитовидной железы 80% животных подопытной группы патологических изменений не было обнаружено (рисунки 31, 32).

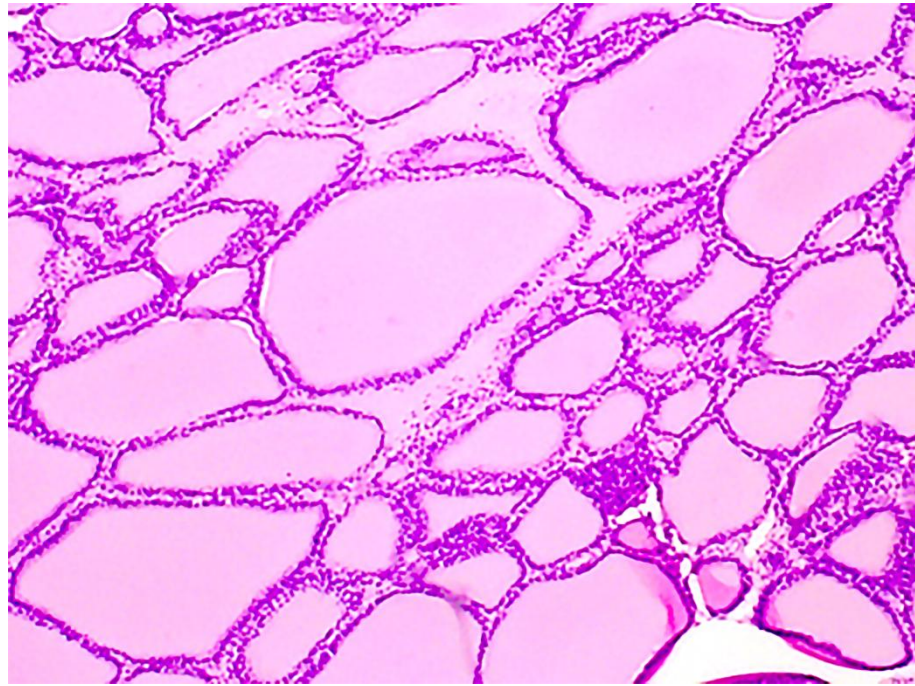


Рисунок 31 - Гистологический срез щитовидной железы коровы № 1107. Нормальное строение, патологические изменения отсутствуют. Окраска гематоксилином и эозином, увеличение x40.

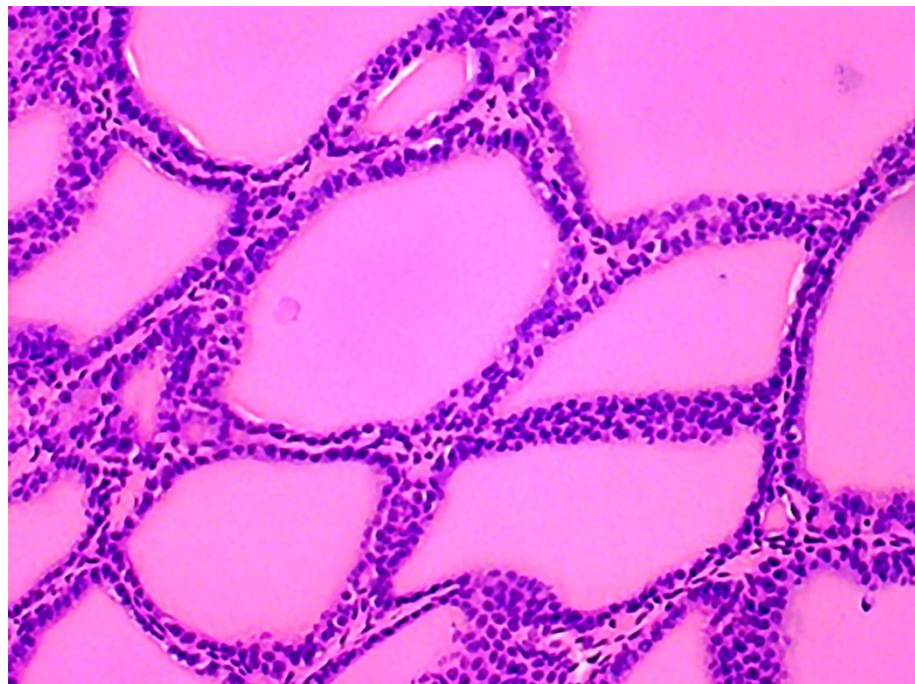


Рисунок 32 - Гистологический срез щитовидной железы коровы №212. Нормальное строение, патологические изменения отсутствуют. Окраска гематоксилином и эозином, увеличение x100.

Масса яичников коров контрольной группы в среднем составляла правой – 11,26 гр.; левой – 5,4 гр. (рисунок 33); подопытной группы: правой – 9,01 гр.; левой – 9,9 гр. (рисунок 34).



Рисунок 33. Извлеченные яичники коровы № 8443 контрольной группы: макроскопические изменения не обнаружены.



Рисунок 34 - Извлеченные яичники коровы №1753 подопытной группы: макроскопические изменения не обнаружены.

Яичники представляют собой парный орган, состоящий из стромы и паренхимы. Строма образует капсулу и соединительную ткань внутри органа. Паренхима образована эпителием фолликулов и эндокринных клеток.

Снаружи яичник покрыт однослойным поверхностным эпителием, являющимся продолжением целомического эпителия. Под ним в виде широкой волокнистой полосы видна соединительная ткань - белочная оболочка. Ниже располагаются фолликулы разной степени зрелости. Под белочной оболочкой - мелкие примордиальные и первичные фолликулы, которые состоят из одного слоя фолликулярных клеток. Растущие фолликулы, более крупные, лежат в более глубоких участках коркового вещества. Их стенка образована несколькими рядами фолликулярных клеток. Самые крупные — пузырьчатые фолликулы занимают почти всю толщину коркового вещества.

Пузырчатый фолликул имеет сложное строение. Он отделен от окружающих его тканей яичника соединительнотканной оболочкой — текой фолликула с большим количеством сосудов. Далее лежит слой фолликулярных клеток, образующий зернистый слой фолликула. В стенке фолликула находится яйценосный бугорок — место залегания ооцита первого порядка, окруженный фолликулярными клетками в виде лучистого венца. Между лучистым венцом и ооцитом первого порядка располагается блестящая зона. Это сложная система микроворсинок ооцита и фолликулярных клеток, по которой вещества передаются из фолликулярного эпителия в цитоплазму ооцита. Основная масса пузырьчатого фолликула состоит из фолликулярной жидкости — продукт деятельности фолликулярных клеток и гранулезы.

Со стороны половой системы коров контрольной группы наблюдались изменения со стороны яичников, в частности у 40% коров было зарегистрировано уменьшение количества фолликулов яичников в гистологическом срезе, но нельзя исключать наличие фолликулов в других участках органа, не попавших в гистологический срез. У остальных животных контрольной группы патологических изменений зарегистрировано не было.

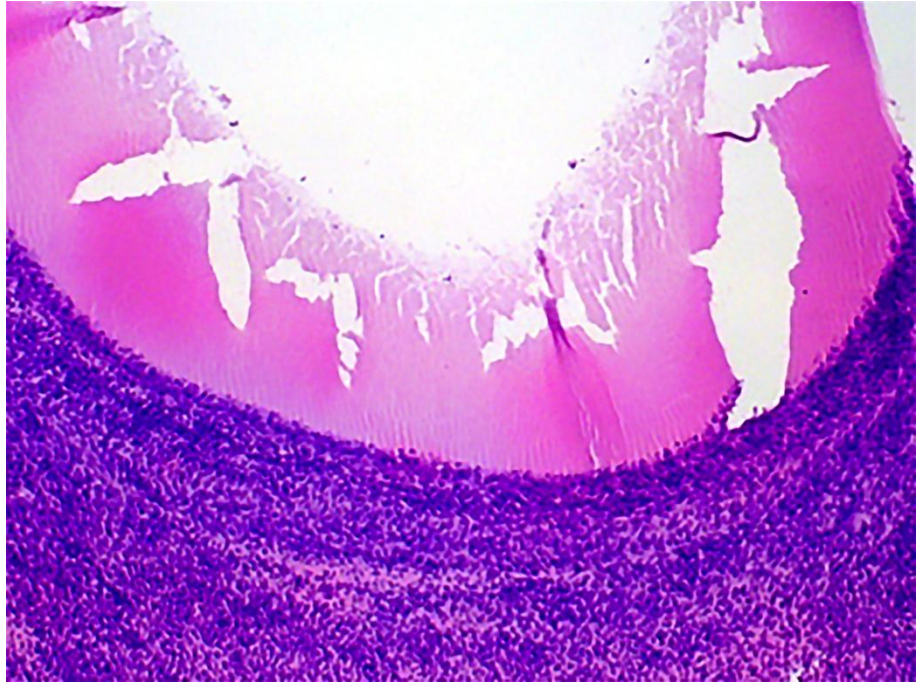


Рисунок 35 - Гистологический срез яичника коровы №8443. Нормальное строение, патологические изменения отсутствуют. Окраска гематоксилином и эозином, увеличение x40.

У всех животных подопытной группы патологических изменений в ткани яичников не было обнаружено (рисунки 36-41).

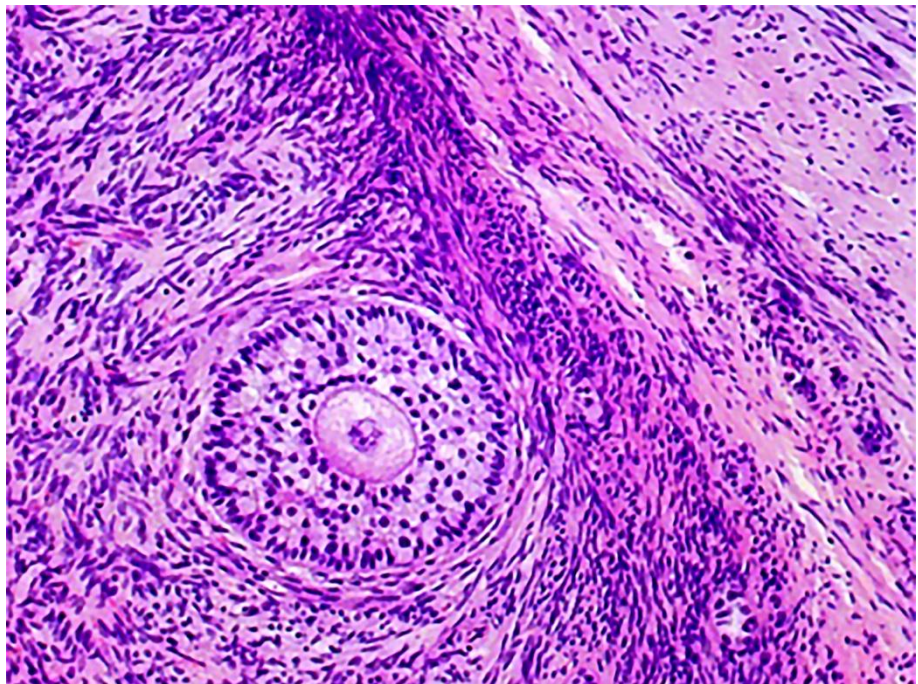


Рисунок 36 - Гистологический срез яичника коровы №1042. Нормальное строение, патологические изменения отсутствуют. Окраска гематоксилином и эозином, увеличение x100.

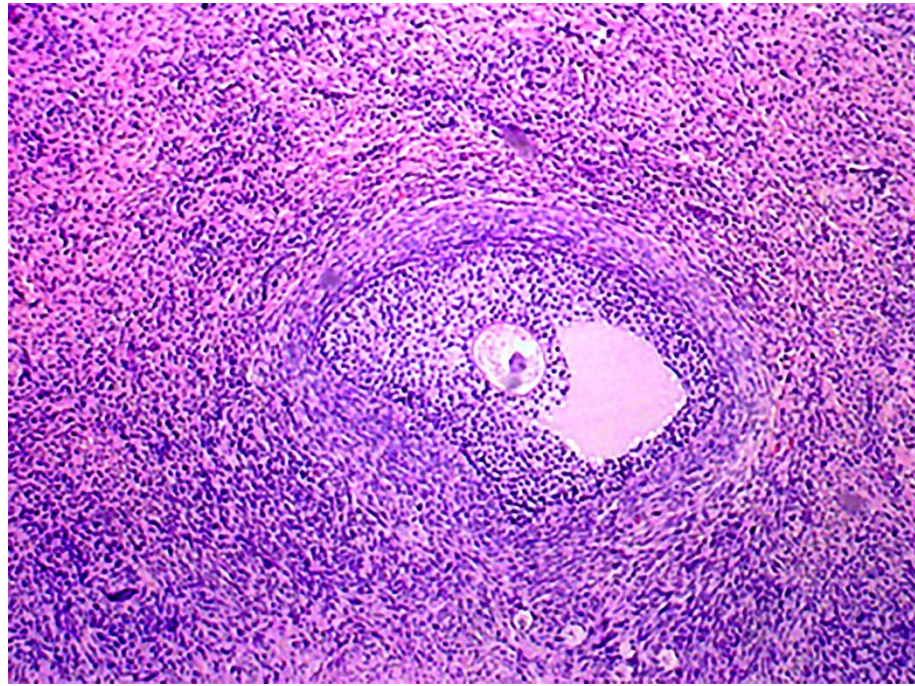


Рисунок 37 - Гистологический срез яичника коровы №212. Нормальное строение, патологические изменения отсутствуют. Окраска гематоксилином и эозином, увеличение х40.

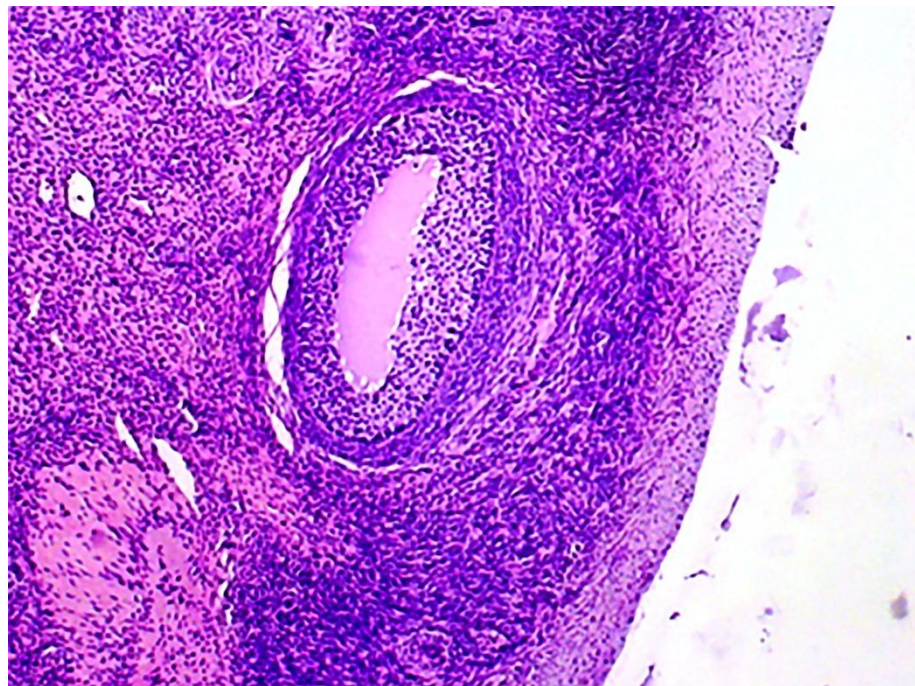


Рисунок 38 - Гистологический срез яичника коровы №1500. Нормальное строение, патологические изменения отсутствуют. Окраска гематоксилином и эозином, увеличение х40.

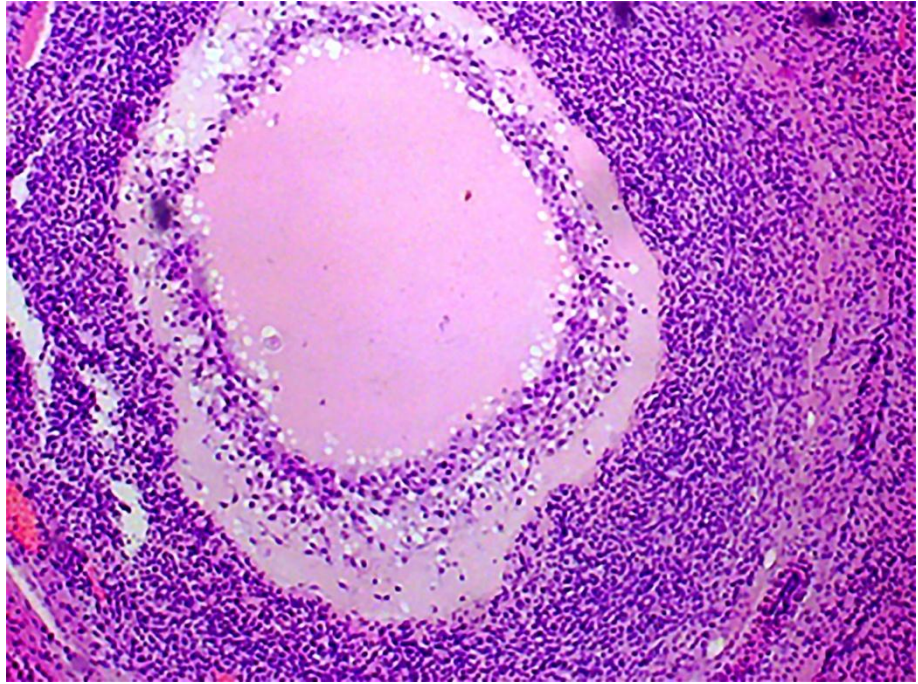


Рисунок 39 - Гистологический срез яичника коровы №2269. Нормальное строение, патологические изменения отсутствуют. Окраска гематоксилином и эозином, увеличение x40.

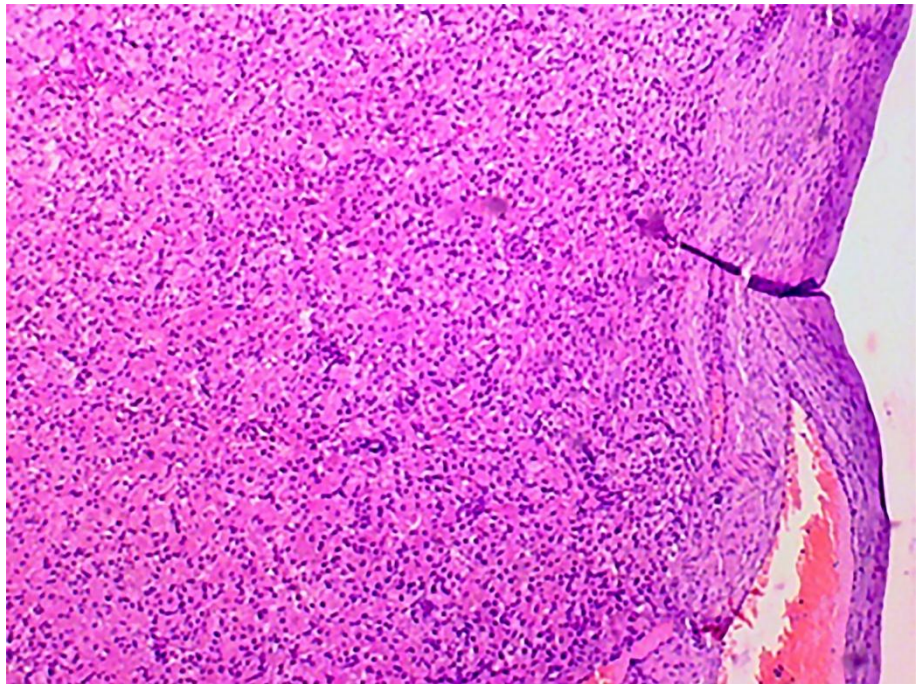


Рисунок 40 - Гистологический срез яичника коровы №212. Нормальное строение, патологические изменения отсутствуют. Окраска гематоксилином и эозином, увеличение x40.

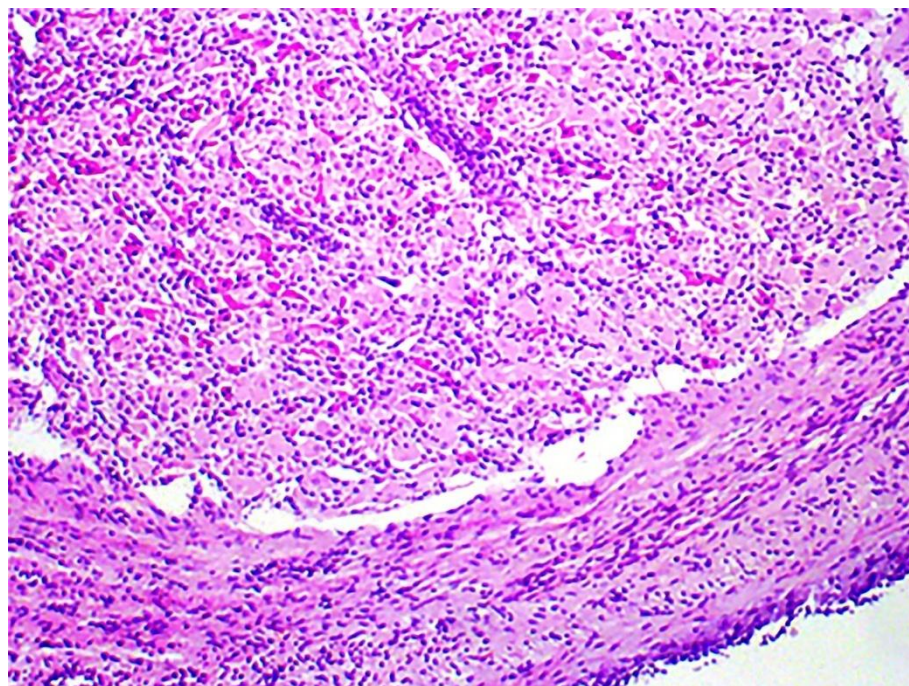


Рисунок 41 - Гистологический срез яичника коровы №1107. Нормальное строение, патологические изменения отсутствуют. Окраска гематоксилином и эозином, увеличение x40.

Таким образом, согласно результатам гистологической оценке печени, надпочечников, щитовидной железы и яичников коров в ранний новотельный период (первый день после отела), наиболее выраженные изменения были зарегистрированы в печени и надпочечниках коров как контрольной, так и подопытной групп.

Так, в ткани печени 90% коров контрольной группы были обнаружены единичные или множественные очаги некроза отдельных гепатоцитов, сопровождающиеся слабо выраженной мононуклеарной инфильтрацией, у 10% коров выявлялась выраженная, преимущественно центролобулярная, среднекапельная жировая дистрофия гепатоцитов с некрозом отдельных клеток и очаговой слабо или умеренно выраженной смешанноклеточной инфильтрацией.

В ткани печени 80% коров подопытной группы отмечалась периваскулярная и/или перипортальная слабо или умеренно выраженная смешанно-клеточная инфильтрация, представленная преимущественно лимфоцитами и макрофагами, в меньшей степени – нейтрофилами, у 20% коров патологических изменений не было обнаружено.



У 80% животных контрольной группы в ткани надпочечников была отмечена диффузно-очаговая разной степени выраженности смешанно-клеточная инфильтрация, представленная преимущественно макрофагами, в меньшей степени лимфоцитами, плазмócитами и нейтрофилами. В ткани надпочечников 20% коров было выявлено выраженное кровенаполнение сосудов коркового и мозгового вещества надпочечников, а также ангиоэктазия.

У 10% животных подопытной группы было обнаружено отложение зерен пигмента темно-коричневого цвета внутри клеток и внеклеточно преимущественно в сетчатой и пучковой зонах, а также частично в капсуле надпочечников. В ткани надпочечников остальных 90% животных патологических изменений не было обнаружено.

Что касается щитовидной железы, то у 40% коров контрольной группы отмечалась дилатация отдельных фолликулов щитовидной железы, у 20% отмечались атрофические изменения фолликулов и тироцитов, слабо выраженная пролиферация рыхлой волокнистой соединительной ткани стромы. У 20% коров подопытной группы отмечалась гиперплазия и гипертрофия фолликулов. В ткани щитовидной железы 40% животных контрольной и 80% подопытной группы патологических изменений обнаружено не было.

Выраженных изменений в яичниках коров контрольной и подопытной групп зарегистрировано не было.

Учитывая результаты проведенных исследований можно предположить, что выраженные изменения в печени и надпочечников коров контрольной и подопытной групп связаны с развитием общего адаптационного синдрома как во время родов, так и после родов. Об это свидетельствуют изменения в тканях надпочечников. Признаки жировой дистрофии печени, а также смешанно-клеточная инфильтрация указывают на отрицательный энергетический баланс и вероятное развитие кетоза.

### 2.2.7. Экономическая эффективность разработанных минеральных болюсов

Себестоимость макроминеральных болюсов «Кальций-Интенсив» (ТУ 9296-001-31069445-14, одна упаковка по 20 болюсов) рассчитывалась из стоимости следующих элементов: упаковка, коробка, пакет, состав болюса (биодоступный кальция лактат, лактоза), желатиновая капсула – болюс, логистика, трудозатраты, брак. Итоговая себестоимость одной коробки болюса (составила 1583 рубля 14 копеек), себестоимость одного болюса составила 79 рублей 20 копеек.

Рыночная стоимость одного болюса «Кальций-Интенсив» (ТУ 9296-001-31069445-14) составила 225 рублей. Учитывая схему применения болюсов в рамках профилактики гипокальциемии (два болюса на одно животное), стоимость профилактики гипокальциемии одного животного в новотельный период составляет 450 рублей.

Расчет экономической эффективности применения разработанных болюсов производился по методике определения экономической эффективности ветеринарных мероприятий, утвержденной начальником Департамента ветеринарии 21 февраля 1997 года (Н. М. Калишин, Д. А. Орехов, А. И. Шнур и др., 2013).

Эффективность рассчитывалась по следующей формуле:

$$Э_{В1} = П_y - З_в$$

где

$Э_в$  – экономическая эффективность;

$П_y$  – предотвращенный ущерб;

$З_в$  – затраты ветеринарные.

Расчет производился в одном из исследуемых хозяйств по данным 2021 года, где применялись разработанные болюсы. В среднем частота гипокальциемии среди коров составила 1,6 % (12,8 голов) по стаду с 0,3 % (3 головы) выбытия. Так как стоимость племенной коровы

голландизированной черно-пестрой породы составляет 250 000 рублей, прогнозируемый предотвращенный ущерб ( $\Pi_y$ ) составил 750 000 рублей. При этом ветеринарные затраты составили 252 000 рублей (стоимость одного курса использования разработанных болюсов (450 рублей) X 560 голов (коровы второй и следующих лактаций). Ветеринарные затраты при использовании зарубежных аналогов «Кальций-Экстра» (при рыночной стоимости одного болюса – 370 рублей) составили 414 400 рублей.

Таким образом, экономическая эффективность при использовании минеральных болюсов «Кальций-Интенсив» отечественного производства составила 498 000 рублей в расчете 560 коров, при использовании зарубежных аналогов «Кальций Экстра» – 335 600 рублей.

Экономический эффект на 1 рубль затрат при проведении профилактических и лечебных мероприятий был определен по формуле:

$$\mathcal{E}_p = \mathcal{E}_B : Z_B$$

где  $\mathcal{E}_p$  – эффективность на 1 рубль затрат (руб.)

$\mathcal{E}_B$  - экономический эффект (суммарный)

$Z_B$  – затраты ветеринарные

$\mathcal{E}_p = 498\,000 : 252\,000 = 1,9$  рублей при использовании болюсов отечественного производства «Кальций-Интенсив».

$\mathcal{E}_p = 335\,600 : 414\,400 = 0,8$  рублей при использовании болюсов зарубежного производства «Кальций Экстра».

В связи с этим, можно предположить, что экономическая эффективность при использовании минеральных болюсов отечественного производства выше на 162 400 рублей по сравнению с их зарубежными аналогами.

Учитывая эффективность болюсов в аспекте молочной продуктивности, нужно отметить, что у животных, получавших макроминеральные болюсы, среднесуточный прирост молока составил 0,3 кг по сравнению с контрольной группой. Учитывая, что рыночная стоимость

одного литра молока составляет 30 рублей (по данным 2023 г., Ленинградская область), при использовании болюсов коровам транзитного периода количество получаемого молока увеличивается на 95 л в расчете на одну голову за 305 дней лактации. Прогнозируемый объем прибыли за счет увеличения молока составляет 2850 рублей (30 рублей/литр X 95 литров) в расчете на одну голову. При количестве коров равном 560 голов (коровы второй и следующих лактаций), экономическая эффективность при использовании болюсов составит 1 596 000 рублей.

Таким образом, применение минеральных болюсов краткосрочного действия коровам в транзитный период является экономически эффективным способом минерального кормления и профилактики гипокальциемии продуктивных животных.

### 3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

#### 3.1 Обсуждение полученных результатов

Молочное животноводство является одной из перспективных и высокоразвитых отраслей сельского хозяйства. Актуальность данной отрасли обоснована питательной ценностью молочных продуктов и соответственно достаточно развитым потребительским рынком. Так, по актуальным данным развития молочного рынка в 2022 году, объем производства товарного молока в первом полугодии 2022 года вырос на 2,9% по сравнению с показателями 2021 года и составил 12,2 миллиона тонн молока. Данная положительная динамика является результатом благоприятно сложившейся ценовой конъюнктуры, эффективного менеджмента и успешной работы зооветеринарной службы животноводческих предприятий.

Проводя анализ динамики развития молочного животноводства, нужно отметить, что основными факторами роста данной отрасли на сегодняшний день являются генетика, кормление, содержание, своевременная профилактика болезней и контроль воспроизводства.

С биологической точки зрения, полноценное раскрытие генетического потенциала животных в аспекте молочной продуктивности и воспроизводительной способности зависит от гомеостаза организма животных или саморегуляции, способности открытой системы сохранять постоянство своего внутреннего состояния посредством скоординированных реакций, направленных на поддержание динамического равновесия (М. И. Клопов с соавт., 2022).

Как известно, гомеостаз- определение многофакторное. Механизм саморегуляции организма главным образом основан на полноценном поступлении питательных веществ, витаминов, макро-, микроэлементов, а также биохимических процессов, происходящих в нем.

Принимая во внимание динамику молочной продуктивности коров, а также разноплановость их производственного цикла, витаминно-минеральное питание продуктивных животных имеет важное значение в аспекте целостности гомеостаза их организма.

Степень полноценности витаминно-минерального питания коров как одного из факторов, влияющих на гомеостаз их организма, определяется мониторингом клинических, биохимических и гормональных показателей крови в разные фазы производственного цикла животных, нозологическим статусом, а также показателями молочной продуктивности и воспроизводительной способности.

Известно, что биохимические показатели крови полностью отражают метаболизм белков, жиров, углеводов, витаминов, гормонов, а также водно-минеральные характеристики организма. Кроме того, количественные характеристики данных показателей крови крупного рогатого скота имеют зависимость от различных факторов, одним из которых является обеспечение потребностей организма животных питательными и витаминно-минеральными веществами (С. В. Васильева, Ю. В. Конопатов, 2009).

Так, результаты мониторинга биохимического профиля крови коров в разные фазы их производственного цикла (сухостойный период, новотельный период, а также период раздоя) указывают на производственную активность организма коров, а также отражают состояние здоровья печени. При этом были зарегистрированы изменения в белковом, азотистом и минеральном обменах веществ в начале сухостойного периода, а также в новотельный период. Вероятно, это связано с адаптацией организма к биосинтезу молока (как с активацией, так и с прекращением данного процесса). В свою очередь, выраженная гипербилирубинемия, повышение активности аланиновой трансферазы и щелочной фосфатазы (главным образом в производственный период) указывают на гепатоцеллюлярное повреждение печени. Причина данного морфофункционального изменения

печени определяется особенностью лактирующих коров, а именно высокая потребность в липидах молочной железы. Так, Мальцева, Е. И. с соавт. (2022) в своих исследованиях также указывают на данную особенность организма лактирующих коров, высокий удой которых обеспечивается энергией корма, а также вовлечение жира организма (2 кг жира в день). Процесс активации обменных процессов в жировой ткани и выработка жирных кислот описан также в работах Кириллова, А. А. с соавт. (2015), Cuttance, E. L. с соавт. (2021) и других.

Кроме того, результаты мониторинга некоторых показателей минерального обмена веществ у коров в разные фазы их производственного цикла указывают на снижение уровня таких микроэлементов в сыворотке крови как цинка и йода. Данные изменения были зафиксированы в крови коров новотельного периода. Вероятно, данные изменения связаны с началом новой лактации и коррелируют с исследованиями Пирйо, А. с соавт. (2009), Юмагузина, И. с соавт. (2017), согласно которым, с 1 литром молока из организма коровы выводится 30-35 г белка, 26-40 г жира, 48 г лактозы, 1,2 г кальция, 0,9 г фосфора, большое количество витаминов, микроэлементов. Поэтому, ключевыми факторами в кормлении продуктивных животных являются процентное соотношение энергии, протеина, общее потребление сухого вещества, биодоступность жирорастворимых витаминов, а также макро- и микроэлементов, основными из которых являются кальций, фосфор, магний, медь, цинк, кобальт, марганец, железо, йод и селен.

Учитывая значение витаминно-минерального питания коров, нами был разработан состав витаминно-минеральных и минеральных болюсов краткосрочного действия отечественного производства и проведены апробационные исследования данных комплексов на коровах в транзитный период. Был получен патент РФ на изобретение № 2015128682 Болюс Кальций-Интенсив Плюс (от 14 июня 2015 года, зарегистрирован от 02 ноября 2016 года). В состав данных болюсов входит кальция лактат, лактоза,

бикарбонат натрия, высушенный корень элеутерококка колючего, желатиновая оболочка - болюс. Кроме того, был также разработан состав болюса «Кальций-Интенсив», (биодоступный кальций, лактоза, специальная желатиновая оболочка – болюс), выпускаемый согласно ТУ 9296-001-310694445-14 (декларация о соответствии РОСС RU. МЛ20. Д19619, дата регистрации 02.10. 2014).

Согласно результатам сравнительного анализа разработанных кальций-содержащих болюсов краткосрочного действия рассыпной формы, достоверное повышение концентрации кальция наблюдалось в крови животных, получавших болюсы «Кальций-Интенсив Плюс» (в 1,4 раза,  $p \leq 0,05$ ) на вторые сутки после отела по сравнению с данными в первую половину транзитного периода (9-18 дней до отела). Кроме того, положительная динамика содержания кальция отмечалась также в сыворотке крови животных, получавших рассыпную форму инновационных минеральных комплексов «Кальций-Интенсив» как на первые, так и на вторые сутки после отела.

Установлено, что применение минеральных болюсов «Кальций-Интенсив» (биодоступный кальций, лактоза, специальная желатиновая оболочка – болюс, декларация о соответствии РОСС RU. МЛ20. Д19619, дата регистрации 02.10. 2014; ТУ 9296-001-310694445-14) и «Кальций-Интенсив Плюс» (кальция лактат, лактоза, бикарбонат натрия, высушенный корень элеутерококка колючего, патент №2015128682, от 14 июня 2015 года, зарегистрирован от 02 ноября 2016 года) отечественного производства по схеме: первый болюс – за 9-18 дней до отела, второй – сразу после отела является эффективным способом профилактики гипокальциемии коров в транзитный период.

Были также разработаны витаминно-минеральные (кальций, фосфор, витамин Е) и минеральные болюсы (кальций, фосфор, магний) прессованной формы. Дача болюсов была осуществлена в день отела (*per os*). Были



проведены их апробационные исследования. Согласно результатам биохимического профиля крови коров, наиболее эффективной является прессованной форма болюсов, содержащих кальций, фосфор и витамин Е. Установлено положительное влияние данных комплексов на показатели минерального обмена веществ коров в послеродовой период.

С целью установления эффективности использования витаминно-минеральных препаратов пролонгированного действия зарубежного производства была проведена серия экспериментальных работ.

Полученные данные биохимического профиля крови исследуемых животных в сухостойный период до введения витаминно-минеральных препаратов пролонгированного действия указывают на нарушение белкового обмена веществ, одной из основных причин которой является угнетение функциональной активности печени. Полученные данные коррелируют с исследованиями Кириллова, А. А. с соавт. (2015). При этом выявленная гиперглобулинемия у животных всех групп, вероятно, связана с поражением гепатоцитов и эндотелиальных (звездчатых) клеток, вследствие чего происходит нарушение синтеза и распада глобулинов, повышение содержания их в крови. Следствием высокого содержания белка в крови исследуемых коров явилось повышение уровня креатинина (конечного азотистого продукта обмена белков) до  $146,6 \pm 4,70$  -  $148 \pm 3,74$  мкмоль/л (первая, шестая группы соответственно). Также было зарегистрировано повышение активности аланинаминотрансферазы (АлАТ) и активности аспартатаминотрансферазы (АсАТ) в крови исследуемых животных до введения витаминно-минеральных болюсов пролонгированного действия. Можно предположить, что данные изменения биохимического профиля крови коров, вероятно, связаны с погрешностями в кормлении животных, а также нарушением хозяйственного использования животных (И. Е. Иванова с соавт., 2017).

Результаты апробационных исследований витаминно-минеральных болюсов пролонгированного действия указывают на стабилизацию показателей белкового обмена веществ (уровень альбуминов и глобулинов) у животных, получавших болюсы Uno Biotin, Calcium Bolus Extra, Cattle Bullet. Данные витаминно-минеральные болюсы имеют одинаковый состав витаминов. Вероятно, постоянное поступление жирорастворимых витаминов А, D3, Е и минеральных веществ (медь, кобальт, селен, марганец, цинк, йод, кальций), входящих в состав болюсов, благоприятно отражается на белковом метаболизме крупных жвачных животных.

Кузнецов, С. А. с соавт. (2003), Гаркушин, Е. В. с соавт. (2021) в своих исследованиях также указывают на положительное влияние витаминов и минералов на метаболизм животных.

Что касается углеводного обмена веществ, то уровень глюкозы в сыворотке крови всех исследуемых животных находился в пределах референсных значений. Достоверно значимое повышение значений данного показателя отмечалось у животных, получавших инновационные витаминно-минеральные комплексы пролонгированного действия All-mineral plus, Uno Biotin, Cattle Bullet, а также у животных контрольной групп 24 дня после введения болюсов в 1,2; 1,4; 2,0 и 1,5 раз ( $p \leq 0,01$ ) соответственно по сравнению со значениями до введения болюсов. Полученные результаты могут свидетельствовать о функциональной активности рубца и печени, а также активном синтезе молока. Требухов А. В. с соавт. (2022) единогласно отмечают эффективность применения витаминов и минеральных веществ на функцию печени, нормализацию углеводно-жирового обмена.

Положительная динамика азотистого и пигментного обменов веществ отмечалась преимущественно в сыворотке крови животных первой подопытной группы, получавших витаминно-минеральный комплекс пролонгированного действия All-mineral plus. При этом, значение конечного продукта азотистого обмена, мочевины, у всех исследуемых животных на

протяжении эксперимента находилось в пределах нормы. Исключение составили данные первой подопытной группы 24 дня после введения болюсов –  $7,25 \pm 0,63$  мкмоль/л, достоверная разница значений с показателем мочевины до введения болюсов составила 1,8 раза ( $p \leq 0,01$ ,  $3,96 \pm 0,22$ ). Уровень азотсодержащего небелкового соединения крови – креатинина был в пределах референсных значений у всех исследуемых животных на протяжении эксперимента.

Данные показателя креатинина в крови подопытных животных, получавших инновационные болюсы All-mineral plus, Uno Biotin, Cattle Bullet, подтверждают активность белкового обмена веществ, а также пролонгационную активность витаминов и минералов, входящих в данные комплексы.

По данным Смолина, С. Г. (2022), активность белкового обмена веществ определяется морфофункциональным состоянием печени. Определение функциональной активности данного органа, а также его гепатоцеллюлярного повреждения возможно при анализе уровня билирубина, активности аланиновой и аспарагиновой трансфераз, щелочной фосфатазы (С. В. Васильева, 2009; Д. И. Гавриленко, Т. Е. Гавриленко, 2017).

Печень является одним из основных органов депо для большинства витаминов и минеральных веществ. Кроме того она принимает активное участие в витаминно-минеральном гомеостазе (Л. Ю. Карпенко с соавт., 2018; Н. В. Зеленецкий с соавт., 2022; Ю. В. Конопатов с соавт., 2022 и др. ).

Исследование маркеров гепатоцеллюлярного повреждения печени в первом этапе исследований указывают на наиболее выраженное увеличение билирубина на протяжении всего эксперимента у животных, получавших макроминеральные болюсы (Calcium Bolus Extra), а также у животных контрольной группы. Данные изменения также наблюдались у животных, получавших болюсы Uno Biotin (24 дня после их введения), Cattle Bolus with Iodine (67 дней после их введения), Cattle Bullet (141 день после их введения).

Достоверное снижение билирубина отмечалось у животных, получавших болюсы All-mineral Plus (24 дня после их введения). На основании полученных данных можно предположить, что выраженное увеличение билирубина связано с нарушением пигментообразующей функции печени, а также с активным участием данного органа в витаминно-минеральном гомеостазе. Кузнецов, Н. И. (1990) в своих исследованиях также отмечает деструктивно-дистрофические изменения в паренхиматозных клетках печени и нарушение пигментообразующей функции, которые сопровождаются значительным повышением билирубина. Роменский, Р. В. с соавт. (2013) считает, что вероятной причиной билирубинемии является нарушение метаболических процессов в пораженных гепатоцитах с дальнейшей потерей способности переводить связанный билирубин из клеток в желчь против градиента концентрации.

Что касается активности ферментов, участников обменов белков, а также биохимических маркеров гепатоцеллюлярного повреждения печени (С. В. Васильева, 2009; Д. И. Гавриленко, Т. Е. Гавриленко, 2017), то наиболее выраженные изменения наблюдались в активности аланиновой трансферазы у всех исследуемых животных - выше верхней границы нормы. Кроме того, изменение активности аспарагиновой трансферазы наблюдалось у подопытных животных пятой группы, получавших болюсы Cattle Bullet, включающие микроэлементы: медь, кобальт, селен, марганец, цинк, йод, а также жирорастворимые витамины А, D<sub>3</sub>, Е. Так как микроэлементы являются составной частью биологически активных веществ (В. В. Ковзов, 2007; Д. Д. Хайруллин с соавт., 2022), главным образом ферментов, можно предположить, что увеличение активности аланиновой и аспарагиновой трансфераз связаны с непрерывным поступлением минеральных веществ, входящих в состав данных болюсов.

Изучение активности печеночной изоформы - щелочной фосфатазы показали, что достоверное повышение данного показателя отмечалось у

животных, получавших инновационные болюсы пролонгированного действия All-mineral plus на 24 и 141 день после их введения в 1,4 раза ( $p \leq 0,01$  и  $p \leq 0,05$  соответственно). Как известно, активность щелочной фосфатазы связана с обменом минеральных веществ, таких как кальций и фосфор (К. В. Племяшов с соавт., 2010). Увеличение данного показателя в период активной работы молочной железы коров, вероятно, обусловлено клеточным биосинтезом молока, который, согласно данным Батракова, А. Я. с соавт. (2022), вызывает изменения биохимического профиля крови коров.

Результаты мониторинга содержания микроэлементов меди, цинка, йода, а также предшественника витамина А – каротина указывают на эффективность применения витаминно-минеральных болюсов пролонгированного действия.

Исключением явилось значение микроэлемента цинка в сыворотке крови животных, получавших болюсы Cattle Bullet преимущественно 67 дней после их введения. Так как в состав данных болюсов входит микроэлемент цинк, можно предположить, что причиной его снижения в сыворотке крови связано с гепатоцеллюлярным повреждением, так как органом депо данного микроэлемента является печень. Кроме того, данная тенденция может быть также связана с нарушением процесса абсорбции цинка в сычуге и тонком кишечнике в новотельный период. Кондрахин, И. П. с соавт. (1985), Андрейцев, М. З. (1990), Mudronetal, P. (1997, 1999), Никулин, И. А. (2002) также отмечают негативное влияние болезней желудочно-кишечного тракта на процесс абсорбции минеральных веществ.

В сыворотке крови животных контрольной группы было зарегистрировано низкое содержание цинка и йода преимущественно в период производства молока. Вероятно, это связано с низкой эффективностью рассыпной формы витаминов и минеральных веществ, вводимых в рацион и фактической величиной потребления данных комплексов коровами в условиях беспривязного содержания. Гулсен Ян

(2010) в своей работе «Сигналы коров» указывает на снижение фактического потребления данных комплексов организмом животного ввиду социального ранга животных, а также доступности к кормовому столу.

Нужно отметить, что согласно результатам анализа показателей витаминно-минерального обмена коров, наиболее эффективными витаминно-минеральными комплексами являются болюсы All-mineral plus с пролонгационной активностью равной 180 дней. Данные комплексы обеспечивают организм молочных коров витаминами, макро- и микроэлементами в такие важные этапы производственного цикла животных как сухостойный и новотельный периоды, период раздоя. Кроме того, инновационные витаминно-минеральные болюсы All-mineral plus оказывают положительное влияние на рост плода, обуславливая его зрелость и готовность к рождению. Великанов, В. И. с соавт. (2020) в своих исследованиях также указывает на положительное влияние микроэлементов на организм коров-матерей и иммунологический статус телят.

Результаты клинического осмотра новорожденных телят, а также биохимического анализа крови (общий белок, альбумины, глобулины, кальций, фосфор) указывают на высокий уровень неспецифической защиты на всем протяжении молозивного периода, обеспечивая высокую степень адаптационной способности. Положительная тенденция наблюдалась также у животных третьей и пятой подопытных групп, матери которых получали болюсы Uno Biotin и Cattle Bullet. В отношении благоприятного влияния на макроминеральный обмен веществ коров матерей и телят наиболее эффективно сработали инновационные комплексы Calcium Bolus Extra, в состав которых входит биодоступный кальций.

Учитывая полученные результаты первого этапа исследований, особый интерес вызывает транзитный период в производственном цикле коров, который включает в себя 21 день до и 21 день после отела.

Большинство исследователей выделяют важность транзитного периода в продуктивной жизни коров. Это своего рода, шанс или возможность получить высокие показатели при организации благоприятного его протекания, а также возможность сохранить продуктивное долголетие и здоровье животного (J. M. Huzzey с соавт., 2005). Вандони С. (2019) считает, что особое внимание следует уделять здоровью печени коров в транзитный или переходный период, а также полноценности витаминно-минерального питания.

Учитывая актуальность минерального питания коров в транзитный период, научный и производственный интерес представляет собой вариабельность состава инновационных комплексов, формы упаковки, а также схем применения инновационных витаминно-минеральных болюсов.

Нами были разработаны минеральные болюсы «Кальций-Интенсив» (биодоступный кальций, лактоза, специальная желатиновая оболочка – болюс, декларация о соответствии РОСС RU. МЛ20. Д19619, дата регистрации 02.10. 2014; ТУ 9296-001-310694445-14) и «Кальций-Интенсив Плюс» (кальция лактат, лактоза, бикарбонат натрия, высушенный корень элеутерококка колючего, патент №2015128682). А также утверждена следующая схема применения данных минеральных болюсов (per os): первый болюс – за 9-18 дней до отела, второй – сразу после отела (одобренны научным Координационным советом по проблемам животноводства, ветеринарии и АПК Европейского Севера Северо-Западный Центр междисциплинарных исследований проблем продовольственного обеспечения – обособленное структурное подразделение ФГБНУ «Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр РАН» (Протокол № 2, от 21.11.2022), приложение 8).

Анализ эффективности двукратного введения кальцийсодержащих комплексов «Кальций-Интенсив» и «Кальций-Интенсив Плюс» отечественного производства за 9-18 дней до отела и в день отела в рацион

молочных коров показали, что наиболее эффективной формой упаковки является рассыпная форма, заключенная в желатиновую оболочку – болюс.

Так, у всех животных в первой половине транзитного периода (за 9-18 дней) отмечалась тенденция к снижению уровня кальция по сравнению с нижней границей референсных значений, что может свидетельствовать о дефиците кальция в организме животного. Данная закономерность - уменьшение содержания кальция в костном депо у коров коррелирует со снижением его количества в сыворотке крови и подтверждается исследованиями В. И. Волгина и др. (2006). Тенденция к снижению уровня фосфора наблюдалась у всех исследуемых животных в послеродовой период по сравнению с нормой. Уровень щелочной фосфатазы у всех исследуемых животных на протяжении всего эксперимента находился в пределах референсных значений и в среднем составлял 61,9-68,2 МЕ/л. Достоверных различий значений уровня общего белка у животных разных групп установлено не было.

Согласно сравнительной оценке состава минеральных болюсов, наиболее эффективными являются минеральные болюсы рассыпной формы с биодоступным кальцием, а также витаминно-минеральные болюсы прессованной формы, содержащие кальций, фосфор и витамин Е. При этом значения кальция, фосфора, магния, а также щелочной фосфатазы в рамках биохимического анализа крови животных, получавших данные макроэлементы и витамин, находились в пределах нормы. Вероятно, это связано с биодоступностью макроэлементов, а также сочетанным действием кальция, фосфора и витамина Е, что согласуется с данными Калоева Б. С. с соавт. (2022).

Согласно анализу результатов применения кальций-содержащих болюсов краткосрочного действия отечественного и голландского производства можно предположить, что наиболее эффективными являются болюсы «Кальций-Интенсив» (биодоступный кальций, лактоза, специальная



желатиновая оболочка – болюс, декларация о соответствии РОСС RU. МЛ20. Д19619, дата регистрации 02.10. 2014; ТУ 9296-001-310694445-14), вводимые в рацион молочных коров двукратно: за 9 – 18 дней до отела и в день отела (per os). При этом, содержание кальция у животных подопытных групп находилось в пределах референсных значений. Учитывая взаимосвязь обмена кальция с обменом фосфора, в сыворотке крови подопытных животных наблюдалась положительная динамика значений фосфора. Наиболее выраженное значение гидролитического фермента – щелочной фосфатазы, синтезируемого в основном в печени, было зарегистрировано в день отела, главным образом у животных, получавших инновационные минеральные комплексы голландского производства «Кальций-Экстра». Акушерско-гинекологический нозологический профиль всех исследуемых коров в транзитный период указывает на наличие слабых схваток и потуг и как следствие задержание последа и мертворождение. Вероятно, это связано с нарушением кальций-фосфорного обмена у животных, получавших минеральные премиксы, утвержденные протоколом хозяйства и недостаточную их эффективность. Также можно предположить сниженную эффективность использования премиксов (С. Н. Ижболдина с соавт. (2014), В. Ю. Лобкова (2016)). По данным Кулистикова, Т. (2008), к минусам использования премиксов относятся небольшой срок хранения, необходимость «доработки», дороговизна по сравнению с традиционными кормами.

Sepúlveda-Varas, с соавт. (2014), изучая значение транзитного периода в продуктивной жизни коров, отмечает, что нарушения со стороны кормления и содержания животных могут привести к стрессу и нарушению гомеостаза. В связи с этим, актуальным является непрерывный контроль за состоянием животного, что возможно при клиническом обследовании, а также при анализе клинических показателей крови и содержания гормонов в крови.

Согласно мониторингу клинических показателей крови и содержания гормонов в крови коров в транзитный период был установлен низкий уровень гемоглобина и снижение скорости оседания эритроцитов. Полученные данные указывает на анемию, которая вероятно возникла вследствие изменения репродуктивного статуса организма животного, а также нарушения кормления и содержания. Полученные данные согласуются с исследованиями Дмитриевой, Т. О. (2010). Тромбоцитопения в крови коров во вторую половину транзитного периода, возможно, связана с изменением минерального обмена веществ, в частности с гипокальциемией. Однако, для подтверждения данного диагноза рекомендуется проведение биохимического анализа крови (Л. Ю. Сашнина, 2022). Эозинопения, снижение уровня лимфоцитов и повышение уровня сегментоядерных нейтрофилов, наблюдаемые в крови коров второй половины транзитного периода, вероятно, связаны с активным инволюционным процессом репродуктивных органов после родов. Вариабельный характер изменения концентрации свободного тироксина в крови коров на протяжении транзитного периода может объясняться тем, что данная форма гормона является обменным пулом для образования более активного трийодтиронина. Кроме того, согласно данным Васильевой, С. В., Конопатова, Ю. В. (2009), снижение концентрации свободного тироксина может свидетельствовать о повышенной потребности в трийодтиронине для организма животного (С. В. Васильева и др., 2009). Активация синтеза кортизола отмечается во время родов и в послеродовом периоде, что подтверждается полученными нами данными (Ф. Л. Сенджер, 2019).

Согласно результатам биохимического исследования крови коров в транзитный период, уровень АЛТ в сыворотке крови исследуемых коров находился в пределах допустимых значений. В 18% случаев было зарегистрировано увеличение уровня АСТ в 1,1-1,3 раза по сравнению с нормой. Значительное увеличение концентрации билирубина (в 2 раза)

отмечали в 9% случаев. Так как АСТ локализуется в цитозоле и митохондриях гепатоцитов, при их повреждении отмечается выход аспарагиновой трансферазы в системный кровоток, что доказывает ее повышенное содержание. Степень повышения трансаминаз, по мнению Гавриленко, Д. И. и др. (2017), имеет большое значение при трактовке результата, так как отражает степень и характер гепатоцеллюлярного повреждения.

Значительное увеличение уровня билирубина может указывать на нарушение экскреторной способности печени (Д. И. Гавриленко и др., 2017). Животное с данными показателями было вынуждено выбраковано на 19 день после отела (причина – субклинический кетоз, хронический мастит, далее атрофия вымени). Вероятно, в организме коровы с высоким содержанием АСТ на фоне повышенной инсулинорезистентности наблюдалось накопление уровня неэстерифицированных жирных кислот (НЭЖК) с частичным их окислением и производством кетоновых тел.

Как известно, печень имеет ключевое значение в метаболизме жирных кислот (в составе триацилглицеролов), полученных из жировых депо. В рамках изучения влияния микроминеральных болюсов и витаминно-минеральных комплексов на организм коров в транзитный период, было проведено гистологическое исследование печени, надпочечников, щитовидной железы и яичников.

При гистологическом исследовании печени у 90% коров контрольной группы были обнаружены единичные или множественные очаги некроза отдельных гепатоцитов, сопровождающиеся слабо выраженной мононуклеарной инфильтрацией. У 80% коров подопытной группы в ткани печени отмечалась периваскулярная и/или перипортальная слабо или умеренно выраженная смешанно-клеточная инфильтрация, представленная преимущественно лимфоцитами и макрофагами, в меньшей степени – нейтрофилами. У 20% коров подопытной группы патологических изменений

в ткани печени не было обнаружено. Полученные данные коррелируют с результатами биохимического анализа крови, главным образом – значением аланиновой и аспарагиновой аминотрансфераз, щелочной фосфатазы.

Что касается гистологического исследования ткани надпочечников, у 80% животных контрольной группы в ткани данных органов была отмечена диффузно-очаговая слабо выраженная (у 50%) или умеренно (у 30%) выраженная смешанноклеточная инфильтрация, представленная преимущественно макрофагами, в меньшей степени лимфоцитами, плазмócитами и нейтрофилами. У 10% коров контрольной группы отмечалось расширение кровеносных сосудов (капилляров и вен) в мозговом веществе надпочечников, при этом сосуды были пустые, выстланы одним слоем хорошо дифференцированных эндотелиальных клеток, что свидетельствует об ангиоэктазии. При гистологическом исследовании надпочечников коров подопытной группы, у 10% животных было обнаружено отложение зерен пигмента темно-коричневого цвета внутри клеток и внеклеточно преимущественно в сетчатой и пучковой зонах, а также частично в капсуле надпочечников.

Согласно гистологической оценке щитовидной железы, у 40% коров контрольной группы отмечалась дилатация отдельных фолликулов щитовидной железы, расположенных преимущественно по периферии органа, при этом фолликулы были выстланы тироцитами кубической или уплощенной формы, заполнены бледно эозинофильным коллоидом, у 20% животных контрольной группы отмечались атрофические изменения фолликулов и тироцитов, слабо выраженная пролиферация рыхлой волокнистой соединительной ткани стромы щитовидной железы. Щитовидная железа 40% животных контрольной группы была в норме. У 20% коров подопытной группы тироциты большинства фолликулов были незначительно увеличены в размерах, при этом просветы этих фолликулов уменьшены, некоторые заполнены бледно эозинофильным коллоидом, в

некоторых участках органа отмечалось увеличение количества тироцитов, что свидетельствует о гиперплазии и гипертрофии фолликулов. В ткани щитовидной железы 80% животных подопытной группы патологических изменений не было обнаружено.

Со стороны половой системы коров контрольной группы наблюдались изменения со стороны яичников, в частности у 40% коров было зарегистрировано уменьшение количества фолликулов яичников в гистологическом срезе, но нельзя исключать наличие фолликулов в других участках органа, не попавших в гистологический срез. У остальных животных контрольной группы патологических изменений зарегистрировано не было. У всех животных подопытной группы патологических изменений в ткани яичников не было обнаружено.

Учитывая результаты проведенных исследований можно предположить, что выраженные изменения в печени и надпочечников коров контрольной и подопытной групп связаны с развитием общего адаптационного синдрома как во время родов, так и после родов. Об это свидетельствуют изменения в тканях надпочечников. Признаки жировой дистрофии печени, а также смешанно-клеточная инфильтрация указывают на отрицательный энергетический баланс и вероятное развитие кетоза.

Результаты апробационных исследований инновационных микроминеральных болюсов (рассыпная форма, органические микроэлементы: цинк, марганец, медь, кобальт, хром, селен) указывают на активизацию клеточного иммунитета в организме коров в течение транзитного периода. Это подтверждается исследованиями Булгаковой, С. В. с соавт. (2020). В то время как сочетанное применение жирорастворимых витаминов и микроэлемента селена (витамино-минеральная добавка рассыпной формы) активизирует гонадальный стероидогенез, что подтверждается результатами проведенных исследований. Полученные

данные коррелируют с результатами исследований Кудинова, С. П. с соавт. (2013), Племяшова, К. В. с соавт. (2016), Волгина, В. И. (2018).

Положительное влияние жирорастворимых витаминов на репродуктивную систему животных подтверждается также полученными результатами сравнительной оценки применения растительно-минеральных болюсов коровам в новотельный период и сочетанному применению инъекционной формы поливитаминовых и антибактериальных препаратов в рамках четвертого этапа исследований. Так, применение растительно-минеральных болюсов (состав: витамин Е, марганец, цинк, медь, селен, растительные компоненты (календула, корица, гвоздика)) в новотельный период согласно схеме: два болюса в течение первых 12 часов после отела способствует благоприятному течению родов, своевременному завершению инволюционных процессов в половых органах и повышению процента успешных первых осеменений по сравнению с совокупным использованием антибактериальных, миотонических средств и поливитаминов в инъекционной форме. Кроме того, протокол ведения новотельного периода, включающий в себя использование растительно-минеральных болюсов (в количестве 2 штуки) можно использовать в целях профилактики послеродового эндометрита и нормализации работы яичников.

Таким образом, применение витаминно-минеральных болюсов, макро-, микроминеральных болюсов, а также растительно-минеральных болюсов коровам в разные фазы производственного цикла является эффективным инновационным способом коррекции витаминно-минерального гомеостаза продуктивных животных.

### 3.2 Выводы

1. Содержание показателей витаминно-минерального гомеостаза коров: кальция, фосфора, меди и каротина находилось в пределах референсных значений в сыворотки крови животных в разные фазы производственного цикла в рамках протокола кормления, установленного зоотехнической службой. При этом, соотношение кальция и фосфора у всех исследуемых коров в сухостойный период составляло 1,3:1,0. Сдвиг кальций-фосфорного соотношения был зарегистрирован у всех исследуемых животных в период раздоя – 1,2:1,0 по сравнению с референсными значениями для данного периода равными 1,5-2:1. Зарегистрировано незначительное снижение уровня цинка, а также уровня белково-связанного йода у коров в новотельный период и период раздоя (уровень цинка:  $14,92 \pm 1,57$  и  $12,89 \pm 0,86$  мкмоль/л соответственно, уровень белково-связанного йода:  $296,2 \pm 28,3$  нм/л).

2. Разработан и запатентован в РФ болюс «Кальций-Интенсив Плюс», включающий в себя кальция лактат, лактозу, бикарбонат натрия, высушенный корень элеутерококка колючего (Патент на изобретение РФ №2015128682, от 14 июня 2015 года, зарегистрирован от 02 ноября 2016 года), разработан болюс «Кальций-Интенсив» (ТУ 9296-001-310694445-14, состав: биодоступный кальция лактат, лактоза). Применение данных болюсов (peros) по следующей схеме: первый болюс – за 9-18 дней до отела, второй – сразу после отела является эффективным способом профилактики гипокальциемии коров в транзитный период (одобрено научным Координационным советом по проблемам животноводства, ветеринарии и АПК Европейского Севера Северо-Западный Центр междисциплинарных исследований проблем продовольственного обеспечения – обособленное структурное подразделение ФГБНУ «Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр РАН» (Протокол № 2, от 21. 11. 2022)). Ежедневное

использование микроминеральных болюсов краткосрочного действия (состав: органическая форма микроэлементов цинк, марганец, медь, кобальт, хром и селен, per os) в течение транзитного периода способствует активизации клеточного иммунитета коров.

3. Доказано положительное действие инновационных оригинальных витаминно-минеральных комплексов пролонгированного действия, вводимых коровам за 60 дней до отела, на синтез глюкозы, а также на метаболизм витаминов и микроэлементов как в сухостойный период, так и в период лактационной активности животных. Зарегистрирована стабилизация показателей белкового обмена веществ у животных, получавших инновационные комплексы Uno Biotin (состав: биотин, медь, кобальт, селен, марганец, цинк, йод, vit A, D3, E, продолжительность действия – 120 дней; снижение уровня альбуминов в период раздоя в 1,2 раза ( $p \leq 0,05$ )), Calcium Bolus Extra (состав: кальция лактат, продолжительность действия-20-30 минут; повышение уровня альбуминов в 1,4 раза в сухостойный и новотельный периоды, снижение уровня глобулинов в 1,6 и 1,5 раза в период раздоя ( $p \leq 0,05$ )), Cattle Bullet (состав: медь, кобальт, селен, марганец, цинк, йод, vitA, D3, E, продолжительность действия-120 дней; повышение уровня альбуминов в 1,4 раза в сухостойный период, в 1,6 раза в период раздоя ( $p \leq 0,01$  и  $p \leq 0,05$  соответственно), снижение уровня глобулинов в 1,4 раза в сухостойный период ( $p \leq 0,05$ )). Характерной особенностью данных инновационных комплексов явился одинаковый состав витаминов (жирорастворимые витамины A, D3, E).

4. Констатировано положительное влияние инновационных витаминно-минеральных комплексов All-mineral plus (состав: медь, кобальт, селен, марганец, цинк, vit A, D3, E, продолжительность действия-180 дней) на показатели азотисто-пигментного обмена веществ: доказано достоверное снижение уровня креатинина в 1,2 раза ( $p \leq 0,05$ ) в новотельный период, а также достоверное снижение уровня билирубина в 1,5 раза ( $p \leq 0,01$ )



преимущественно в сухостойный период. Установлено достоверное увеличение микроэлементов: меди, цинка, йода у всех животных, получавших инновационные комплексы, в состав которых включены микроэлементы. Данная тенденция на протяжении всего эксперимента была характерна для животных первой подопытной группы (болюсы All-mineral plus): увеличение уровня меди в 1,7; 1,9 и 2,6 раз ( $p \leq 0,01$ ) соответственно на 24-й, 67-й и 141-й дни после введения болюсов; увеличение цинка на 24 день после введения болюсов – в 1,6 ( $p \leq 0,01$ ) раза, увеличение уровня белково-связанного йода на 24 и 141 дни после введения болюсов – соответственно в 1,5-1,6 раза ( $p \leq 0,01$ ) по сравнению с показателями до их применения.

5. Применение инновационных витаминно-минеральных комплексов пролонгированного действия All-mineral plus (состав: медь, кобальт, селен, марганец, цинк, vitA, D3, E), Cattle Bolus with Iodine (состав: медь, кобальт, селен, йод, продолжительность действия-120 дней), а также Cattle Bullet (состав: медь, кобальт, селен, марганец, цинк, йод, vit A, D3, E, продолжительность действия-120 дней) коровам-матерям в сухостойный период оказывает положительное влияние на интенсивность белкового обмена новорожденных телят, при этом достоверное увеличение уровня альбуминов было зарегистрировано в крови телят первой группы (болюсы All-mineral plus) в 1,6 раза ( $p \leq 0,05$ ) по сравнению с показателями контрольной группы. В отношении показателей минерального обмена новорожденных телят эффективно действует инновационный комплекс Calcium Bolus Extra («Holland Animal Care», Голландия), двухразовое введение которого (за 60 дней до отела и на второй день после отела) положительно отразилось на соотношении кальция и фосфора в сыворотке крови новорожденных телят (2,08:1).

6. Установлено положительное влияние макроминеральных болюсов «Кальций-Интенсив» и «Кальций-Интенсив Плюс» отечественного

производства на биохимические показатели крови коров в транзитный период: повышение уровня кальция в 1,4 раза ( $p \leq 0,05$ ) на вторые сутки после отела, содержание общего белка при этом составляло  $51,71 \pm 9,94$  г/л и  $48,93 \pm 17,81$  г/л соответственно. Применение микроминеральных болюсов краткосрочного действия (состав: органические микроэлементы цинк, марганец, медь, кобальт, хром и селен, peros) коровам транзитного периода способствует увеличению процента сегментоядерных нейтрофилов на 2-й и 14-й дни после отела ( $52,2 \pm 3,8\%$  и  $53,0 \pm 5,1\%$ ), увеличению уровня эстрадиола и прогестерона в крови коров в период раздоя ( $3,7 \pm 2,8$  нмоль/л и  $210,2 \pm 4,86$  пмоль/л соответственно).

7. Наиболее выраженные изменения наблюдались в печени и надпочечниках коров, получавших микроминеральные болюсы в течение транзитного периода. В ткани печени у 80% животных - периваскулярная и/или перипортальная слабо или умеренно выраженная смешанно-клеточная инфильтрация, представленная преимущественно лимфоцитами и макрофагами, в меньшей степени – нейтрофилами, у 20% животных - патологических изменений не было обнаружено. В ткани надпочечников у 10% коров - отложение зерен пигмента темно-коричневого цвета внутри клеток и внеклеточно преимущественно в сетчатой и пучковой зонах, а также частично в капсуле надпочечников, у 90% коров - патологических изменений не было обнаружено. Зарегистрировано увеличение среднесуточного объема молока в 1,15 раза у животных, получавших болюсы «Кальций-Интенсив», в 1,2 раза у животных, получавших микроминеральные болюсы.

8. Применение растительно-минеральных болюсов «Метраболь» в качестве производственного протокола профилактики послеродовых осложнений коров является наиболее результативным в отношении эффективности первых осеменений, а также профилактики послеродовых осложнений. При этом разница значений с контролем по лактациям (1, 2, 3 и более лактации) составила соответственно 12,8; 1,3 и 17,5%.

Зарегистрировано снижение частоты возникновения задержания последа на 3,7%, послеродовых эндометритов на 0,9% и отсутствие таких гинекологических заболеваний как кисты и гипофункция яичников (10,7% - у животных контрольной группы). Применение макро- («Кальций-Интенсив», состав: биодоступный кальция лактат, лактоза) и микроминеральных болюсов (состав: органические микроэлементы цинк, марганец, медь, кобальт, хром и селен, per os) сокращает частоту случаев дистоции и субклинического мастита коров во вторую половину транзитного периода.

9. Рыночная стоимость одного болюса «Кальций-Интенсив» (ТУ 9296-001-31069445-14) составляет 225 рублей, стоимость профилактики гипокальциемии одного животного в новотельный период составляет 450 рублей. Экономическая эффективность при использовании минеральных болюсов отечественного производства составила 498 000 рублей в расчете на дойное стадо (560 голов), зарубежного аналога - 335 600 рублей. Экономический эффект на 1 рубль затрат при использовании минеральных болюсов отечественного производства составил 1,9 рублей, зарубежного аналога – 0,8 рублей. Прогнозируемый объем прибыли за счет увеличения молока составляет 2850 рублей (30 рублей/литр X 95 литров) в расчете на одну голову. При количестве коров равном 560 голов, экономическая эффективность при использовании болюсов составит 1 596 000 рублей.

#### 4. ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ

1. Применение витаминно-минеральных болюсов пролонгированного действия All-mineral plus (2 болюса однократно), Uno Biotin (2 болюса однократно), Cattle Bolus with Iodine (1 болюс однократно), Calcium Bolus Extra (1 болюс в сухостойный период, 1 болюс – на второй день после отела), Cattle Bullet (1 болюс однократно) коровам в сухостойный период обеспечивает полноценное витаминно-минеральное питание в течении 120-180 дней;

2. Введение инновационных минеральных комплексов «Кальций-Интенсив Плюс» (патент №2015128682, от 14 июня 2015 года, зарегистрирован от 02 ноября 2016 года) и «Кальций-Интенсив» (декларация о соответствии РОСС RU. МЛ20. Д19619, дата регистрации 02.10. 2014; ТУ 9296-001-310694445-14) (per os) коровам в транзитный период по следующей схеме: 1 болюс за 9-18 дней до отела, второй болюс – в день отела является эффективным способом профилактики гипокальциемии коров;

3. Применение растительно-минеральных болюсов «Метраболь» по схеме 2 болюса в первые сутки после родов является эффективным протоколом профилактики послеродовых осложнений коров, а также способствует повышению эффективности первых осеменений;

4. Ежедневное использование микроминеральных болюсов краткосрочного действия (состав: органические микроэлементы цинк, марганец, медь, кобальт, хром и селен из расчета 75 г/гол. (первая половина транзитного периода) и 100 г/гол. (вторая половина транзитного периода) (per os) способствует активизации клеточного иммунитета коров транзитного периода.

## 5. РЕКОМЕНДАЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

1. Разработка механизма пролонгации витаминно-минеральных болюсов, а также лекарственных препаратов, длительная активность которых актуальна в лечении и профилактики болезней продуктивных животных.

2. Поиск и разработка новых видов минеральных субстанций, обладающими антиоксидантными и гепатопротекторными свойствами, субстанций-адсорбентов, эффективно блокирующих действие микотоксинов и являющихся составными элементами болюсов.

3. Усовершенствование механизма производства прессованной формы витаминно-минеральных комплексов с наличием пролонгационной активности.

4. Проработка химического состава болюсной капсулы, обеспечивающей постепенное поступление витаминных и минеральных веществ в организм животного.

5. Организация собственного отечественного производства различных форм витаминно-минеральных препаратов краткосрочного и пролонгированного действия для массового использования в молочном животноводстве.

6. Создание различных рецептурных форм болюсов, направленных на профилактику и лечение болезней крупного рогатого скота незаразной этиологии.

7. Проведение подобных исследований, направленных на разработку и изучение влияния витаминно-минеральных болюсов на организм мелкого рогатого скота, парнокопытных различных семейств, уникальных и исчезающих видов животных.

8. Разработка и апробационные исследования эффективности применения минеральных и витаминных болюсов различной степени пролонгационной активности для всеядных домашних млекопитающих и их диких сородичей, обитающих в дикой природе.

## 6. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамова, Е. Н. Биохимические показатели крови коров при глубокой стельности / Е. Н. Абрамова, Б. М. Федоров, В. В. Рудаков // Профилактика незаразных болезней и терапия с. -х. животных и пушных зверей. -Л., 1989. -С. 17-21.
2. Азизова, М. А. Изучение морфологии и некоторых морфометрических показателей печени у травоядных, плотоядных и всеядных лабораторных животных / М. А. Азизова // Вестник Совета молодых учёных и специалистов Челябинской области. — 2015. — № 4-1. — С. 3-9.
3. Акаевский А. И. Анатомия домашних животных. - М. : «Колос», 1968. -608 с.
4. Алейникова, Ю. Н. Влияние комплексного препарата «Йодис-вет» на воспроизводительную способность коров / Ю. Н. Алейникова // Животноводство и ветеринарная медицина. — 2020. — № 4. — С. 30-33.
5. Алейникова, Ю. Н. Обогащение минерального состава крови стельных сухостойных коров при использовании комплексного йодоселенсодержащего профилактического препарата «Йодис-вет» / Ю. Н. Алейникова // Животноводство и ветеринарная медицина. — 2022. — № 1. — С. 20-23.
6. Алехин Ю. Н. Патология печени новорожденных телят (клинико- биохимические синдромы, профилактика и лечение): Автореф. дисс. . . канд. биол. наук. - Воронеж, 1992. - 23 с.
7. Алехин, Ю. Н. Патология печени новорожденных телят (клинико-биохимические синдромы, профилактика и лечение) [Текст]: автореф. дисс. .... канд. биол. и вет. наук: 03. 00. 04; 16. 00. 01/Алехин Юрий Николаевич. – Воронеж, 1992. – 23с.

8. Анатомия животных : учебное пособие / составители С. В. Бармин, Л. П. Соловьева, Н. П. Горбунова. — пос. Караваяево : КГСХА, 2021. — 156 с.
9. Андрейцев, М. З. Использование хлореллы в профилактике гепатозов у коров // Краевая патология и терапия животных и птиц: Мат. науч. конф. Барнаул. - 1990. - С. 5-8.
10. Андрейчук, П. Витамины и их значение в обмене веществ / Андрейчук П., Врзгула Л., Ковач Г., Паенок С. М. // Обмен веществ у жвачных животных / Под ред. А. А. Алиева. - М., 1997. - С. 302-343.
11. Андросова, Л. Ф. Нормирование кобальта в рационах коров на Сахалине // Зоотехния. 2005. - №1. - С. 20.
12. Антипов, В. А. Эффективность использования препарата «Каролин» / В. А. Антипов, Е. В. Кузьминова, Д. Н. Уразаев // Мат. Междунар. конгр. Сов. «Экологические проблемы патологии, фармакологии и терапии животных» Воронеж, 1997. - С. 175-176.
13. Афанасьев Ю. И. Успехи современной биологии / Афанасьев Ю. И., Боронихина Т. В. - 1987. - С. 400-411.
14. Ахметова, И. Н. Влияние органического селена на переваримость питательных веществ рациона бычков // Зоотехния, 2008. №7. - С. 12.
15. Байматов, В. Н. Практикум по патологической физиологии / В. Н. Байматов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 352 с.
16. Баймишев, Х. Б. Акушерство и гинекология: учебное пособие / Х. Б. Баймишев, М. Х. Баймишев. — Самара: СамГАУ, 2019. — 144 с.
17. Баймишев, Х. Б. Повышение воспроизводительных качеств высокопродуктивных коров : монография / Х. Б. Баймишев, М. Х. Баймишев, С. П. Еремин. — Самара : СамГАУ, 2020. — 209 с.



18. Батраков А. Я. Профилактика и лечение болезней вымени у коров / А. Я. Батраков, К. В. Племяшов, Е. А. Корочкина // Санкт-Петербург. – 2022. – 250 стр.
19. Бегучев, А. П. Скотоводство / А. П. Бегучев, Т. Н. Безенко, В. А. Голосов // М. : Колос, 1984.
20. Безбородов, Н. В. Нарушения воспроизводительной функции сельскохозяйственных животных : учебное пособие / Н. В. Безбородов, В. М. Бреславец. — Белгород : БелГАУ им. В. Я. Горина, 2019. — 311 с.
21. Белехов, Г. П. Минеральное и витаминное питание сельскохозяйственных животных издание 2-е, переработанное и дополненное / Г. П. Белехов, А. А. Чубинская // Ленинград. : «Колос», 1965. - 300 с.
22. Белки. Ферменты. Витамины : учебно-методическое пособие / под редакцией Ж. В. Антоновой [и др. ]. — Санкт-Петербург : СЗГМУ им. И. И. Мечникова, 2019. — 148 с.
23. Белки. Ферменты. Витамины : учебно-методическое пособие / под редакцией Ж. В. Антоновой [и др. ]. — Санкт-Петербург : СЗГМУ им. И. И. Мечникова, 2019. — 148 с.
24. Беляев А. А. Влияние элементарной серы и синтетического метионина на содержание витамина Е в сыворотке крови и печени ягнят на фоне неполноценного протеинового питания // Мат. 7 Всесоюз. конф. по физиологическим и биохимическим основам повышения продуктивности с. - х. животных. - Боровск, 1970. - С. 230.
25. Биохимия органов и тканей/ Л. Ю. Карпенко, А. А. Бахта, П. А. Полистовская, К. П. Кинаревская. — Санкт-Петербург : СПбГАВМ, 2019. — 175 с.
26. Блинов В. А. Глюконеогенная функция печени у коров, пораженных лейкозом [Текст] /В. А. Блинов, О. В. Пилипченко // Ветеринария. – 2006. - № 8. – С. 27-29.

27. Блинов В. А. Особенности глюконеогенной функции печени у телят при гастроэнтерите [Текст] /В. А. Блинов, Е. Н. Кузнецова // Ветеринария. – 2000. - № 2. – С. 39-41.
28. Богомолова, И. К. Роль макро- и микроэлементов при недифференцированной дисплазии соединительной ткани у детей / И. К. Богомолова, М. И. Плотникова // Забайкальский медицинский вестник. — 2021. — № 3. — С. 59-69.
29. Болезни молодняка крупного рогатого скота: практические рекомендации : учебное пособие / Д. Н. Пудовкин, С. В. Щепеткина, Л. Ю. Карпенко, О. А. Ришко. — 2-е изд. — Санкт-Петербург : СПбГАВМ, 2019. — 204 с.
30. Бромлей Н. В. Е-витаминное питание с. -х. животных и птицы // Витамины в кормлении с. -х. животных и птиц. -М., 1970. - С. 124-159.
31. Буланкин, А. Л. Разработка и применение новых препаратов при эндометритах, маститах и желудочно-кишечных заболеваниях телят // Автореф. д. в. н. Воронеж, 1995.
32. Булгакова, С. В. Иммунный гомеостаз: новая роль микро- и макроэлементов, здоровой микробиоты / С. В. Булгакова, Н. П. Романчук // Бюллетень науки и практики. — 2020. — № 10. — С. 206-233.
33. Вальдман А. Р. Физиология всасывания / Вальдман А. Р., Циелеис Э. А., Озол А. Я. - Л. : Наука, 1977. - С. 423-488.
34. Валюшкин К. Д. Витамины и микроэлементы в профилактике бесплодия коров. - Мн. : Ураджай, 1993. – 111 с.
35. Валюшкин, К. Д. Акушерство, гинекология и биотехника размножения животных / К. Д. Валюшкин, Г. Ф. Медведев. – Минск: Ураджай, 2001. – 869 с.
36. Варакин А. Т. Влияние новых кормовых добавок на продуктивность дойных коров и качество молока / А. Т. Варакин, В. В.

Саломатин, Е. А. Харламова // Ветеринария сельскохозяйственных животных. – 2013. - №6. – С. 6-11.

37. Васильев, Ю. Г. Ветеринарная клиническая гематология : учебное пособие / Ю. Г. Васильев, Е. И. Трошин, А. И. Любимов. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 656 с.

38. Васильева С. В. Минеральный обмен крупного рогатого скота: Монография. – Уфа: Аэтерна, 2021. – 110с.

39. Васильева С. В., Конопатов Ю. В. Клиническая биохимия крупного рогатого скота. Учебное пособие. – СПб., Издательство СПбГАВМ, 2009. С. 179.

40. Ветеринарное акушерство, гинекология и биотехника размножения : учебно-методическое пособие / составители Р. В. Радионов [и др. ]. — Воронеж : Мичуринский ГАУ, 2022. — 115 с.

41. Викторов, П. Использовать трикальцийфосфат выгодно / П. Викторов, Т. Михайлова, С. Хасанова // Молочное и мясное скотоводство, 2005. -№9. -С. 61.

42. Внутренние болезни животных. Профилактика и терапия : учебник / Г. Г. Щербаков, А. В. Коробов, Б. М. Анохин [и др. ]. — 5-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 736 с.

43. Волынкина М. Г. Использование премикса «Санмикс» в кормлении коров / М. Г. Волынкина // Кормление крупного рогатого скота. – 2011. - № 7. – С. 8-11.

44. Воробьева, Н. В. Мониторинг кормления быков-производителей в ООО «Нижегородское» по племенной работе / Н. В. Воробьева, Н. Е. Глебов // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. — 2017. — № 2. — С. 14-20.

45. Воронов, Д. В. Влияние кормовой добавки в форме болюса на показатели крови и репродуктивную функцию у коров / Д. В. Воронов //

Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. — 2014. — № 3. — С. 32-36.

46. Воронов, Д. В. Новый способ профилактики дефицита микроэлементов и витаминов у высокопродуктивных коров в период / Д. В. Воронов, Ю. Н. Бобер, А. В. Сенько // Наше сельское хозяйство. — 2011. - № 8. — С. 2-4.

47. Воронов, Д. В. Эффективность профилактики гипокальциемии у коров с использованием кальциболусаи мела кормового / Д. В. Воронов, Ю. Н. Бобер, Е. А. Корочкина. — Иппология и ветеринария. — 2014. - № 2(12). — С. 51-56.

48. Гавриленко Д. И., Гавриленко Т. Е. Особенности интерпретации некоторых печеночных тестов. — Гомель: ГУ «РНПЦ РМиЭЧ», 2017. — 27 с.

49. Гавриленко Н. И. Бесплодие у коров в хозяйствах Дальневосточного федерального округа: причины и формы бесплодия, диагностика, прогнозирование, лечение и профилактика. Докт. дис. Казань, 2011.

50. Гавриш, В. Г. Клинико-лабораторная диагностика и рациональные методы терапии субклинического эндометрита у коров // Автореф. дисс. д. в. н. Воронеж . - 1997. - 39 с.

51. Гаркушин Е. В., Шубина Т. П. Влияние витаминов и минералов на состояние здоровья и продуктивность крупного рогатого скота. Вестник Донского государственного аграрного университета, 2021, 1-1: 38-41.

52. Гармаза Ю. М. Цинк в живом организме: биологическая роль и механизмы действия/ Ю. М. Гармаза, Е. И. Слобожанина// Издательский дом «Белорусская наука», 2021. 189 с.

53. Гатауллин Н. Г. Состав и технологические свойства молока коров при включении в рацион комплексной кормовой добавки «Биодарин»: дисс...канд. с. -х. наук / Н. Г. Гатауллин. — Уфа, 2017. — С. 137

54. Георгиевский В. И. Минеральное питание животных / Георгиевский В. И., Анненков Б. Н., Самохин В. Т. - М. : Колос, 1979. - 471 с.
55. Гнездилова Л. А., Карпенко Л. Ю., Бахта А. А. Клинико-диагностическое значение витаминов и минералов в обменных процессах у мелких домашних животных. – СПб, Издательство СПбГАВМ, 2015г. – 69 с.
56. Голубева, Л. В. Технология продуктов животного происхождения. Технология молока и молочных продуктов : учебное пособие / Л. В. Голубева, Е. А. Пожидаева. — Воронеж : ВГУИТ, 2017. — 96 с.
57. Гольцман, А. А. Влияние селеносодержащих препаратов на воспроизводительные качества коров / А. А. Гольцман, С. С. Александрова // Аграрный вестник Урала. — 2015. — № 3. — С. 18-20.
58. Гомеостаз [Текст] / Под ред. П. Д. Горизонтова. – М. : Медицина, 1981. – 576с.
59. Горлов, И. Селеноорганические подкормки для коров / И. Горлов, В. Храмова, Н. Чамуралиев // Молочное и мясное скотоводство, 2006. — №2. —1. С. 24.
60. Грачева, О. А. Эффективность средства «Янтовет» при заболеваниях печени животных : монография / О. А. Грачева ; составители О. А. Грачева [и др. ]. — Казань : КГАВМ им. Баумана, 2022. — 127 с.
61. Григорьев Н. Г. Витаминно-минеральное питание скота / Н. Г. Григорьев [и др. ] // Ветеринарный консультант. – 2006. - №9. – С. 23-26.
62. Григорьев Н. Г. Витаминно-минеральное питание скота/ Н. Г. Григорьев [и др. ] // Ветеринарный консультант. – 2006. - №9. – С. 23-26.
63. Грожевская С. Б. Роль микроэлементов (меди, цинка, марганца, кобальта) в некоторых физиологических и патологических процессах в организме крупного рогатого скота в условиях Пермской области. : Автореф. дисс. . . . докт. биол. наук. - Л., 1970. -47 с.
64. Гулсен Ян. Сигналы коров. Vetvice. 2010. 96.

65. Гусев, Н. Ф. Витамины. Эколого-биологические аспекты применения : монография / Н. Ф. Гусев. — Оренбург : Оренбургский ГАУ, 2017. — 240 с.
66. Даев Е. В. О "стрессе", ... или о двух ошибках Ганса Селье, завоевавших мир // Экологическая генетика. 2019. №4.
67. Дарменова А. Г., Юсупов С. Р., Зухрабов М. Г. Состояние А-витаминового обмена и его влияние на воспроизводительную функцию коров // Известия ОГАУ. 2017. №5 (67). С 247-248. г
68. Девяткин, В. А. Использование каротина микробиологического синтеза в рационах крупного рогатого скота. Автореф. дисс. к. с. н., ВИЖ, Дубровицы, Московская обл., 1990 — 24 с.
69. Джамбулатов, М. Некоторые аспекты йодистого питания молочного скота / М. Джамбулатов, М. Магомедов, Г. Симонов // Молочное и мясное скотоводство, 2006. — №6. — С. 24.
70. Дмитриева Т. О. Профилактика акушерской патологии у высокопродуктивных коров в сухостойный период синтетическим  $\beta$  – каротином / Т. О. Дмитриева // Автореферат диссертации кандидата ветеринарных наук, Спб, 2012. – 29 с.
71. Дмитриева, Т. О. Лечение высокопродуктивных коров бета-каротином при бесплодии / Т. О. Дмитриева, Н. Б. Баженова, И. В. Смышляев // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. — 2014. — № 3. — С. 49-51.
72. Дмитриева, Т. О. Профилактика послеродовых заболеваний и алиментарной анемии у коров в сухостойный период / Т. О. Дмитриева // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. — 2010. — № 4. — С. 77-79.
73. Долгов В. В. Клиническая лабораторная диагностика: Национальное руководство. В 2-х томах/ В. В. Долгов, В. В. Меньшиков. – Геотар-Медиа, 2012. - 928с.

74. Дорохова, Я. П. Влияние препарата «Маримикс 5:0» на минеральный обмен и воспроизводительную функцию высокопродуктивных коров / Я. П. Дорохова // Международный вестник ветеринарии. — 2016. — № 4. — С. 70-74.

75. Дубовая А. В. Эссенциальные биоэлементы у детей с нарушениями ритма сердца. ЭНИ Забайкальский медицинский вестник. 2017. 1. 35-43.

76. Жаров, А. В. Патология обмена веществ у высокопродуктивных животных / А. В. Жаров, Ю. П. Жарова // Ветеринария. — 2012. - № 9. — С. 46-49.

77. Жуков, В. М. Органопатология печени животных : учебное пособие / В. М. Жуков. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 96 с.

78. Захарчук, И. Е. Влияние А, Д и С - витаминных подкормок на уровень С-витаминных резервов в организме молодняка крупного рогатого скота / Захарчук И. Е., Белецкий В. А., Задерий И. И. // Кишиневский СХИ, 1974. - Т. 119. - С. 83-89. - (Тр. ин-та).

79. Зверева, Г. В. Гинекологические болезни коров / Зверева Г. В., Хомин СП. // Издат. Урожай, Киев 1976. - 150 с.

80. Зеленецкий, Н. В. Анатомия животных : учебник для вузов / Н. В. Зеленецкий, М. В. Щипакин. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 484 с.

81. Зеленецкий, Н. В. Анатомия животных : учебное пособие для вузов / Н. В. Зеленецкий, К. Н. Зеленецкий. — 2-е, испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 848 с.

82. Зеленецкий, Н. В. Собака. Морфология и биохимия : учебное пособие для вузов / Н. В. Зеленецкий, Ю. В. Конопатов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 172 с.

83. Зинченко, Л. И. Минерально – витаминное питание коров / Л. И. Зинченко, И. Е. Погорелова // Л., «Колос», 1980, 80 с.

84. Значение исследования продуктов глубокого окисления белков в клинике внутренних болезней : учебное пособие / О. С. Полунина, М. О. Филиппова, Л. П. Воронина [и др. ]. — Астрахань : АГМУ, 2021. — 27 с.

85. Иванов, А. А. Регуляция метаболизма ретиноидов у молочных коров за счет перорального назначения биоэлементов / А. А. Иванов // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. — 2007. — № 1. — С. 122-132.

86. Иванова, И. Е. Биохимический статус крови высокопродуктивных коров сухостойного периода в условиях АО «ПЗ «Учхоз ГАУ Северного Зауралья» / И. Е. Иванова, М. Г. Волынкина // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. — 2017. — № 5. — С. 173-176.

87. Ижболдина, С. Н. Современные технологии производства молока : учебное пособие / С. Н. Ижболдина, М. Р. Кудрин. — Ижевск : Ижевская ГСХА, 2014. — 109 с.

88. Изменения гематологических и биохимических показателей у свиноматок в период супоросности / Л. Ю. Сашнина, А. Г. Шахов, Ю. Ю. Владимирова [и др. ] // Ученые записки учреждения образования "Витебская ордена "Знак почета" государственная академия ветеринарной медицины". — 2022. — № 3. — С. 142-145.

89. Калишин, Н.М. Методические указания по определению экономической эффективности ветеринарных мероприятий / Н.М. Калишин, Д.А. Орехов, А.И. Шнур, И.И. Шершнева, Д.В. Заходнова. — СПб : Издательство ФГБОУ ВПО «СПбГАВМ», 2013. — 35 с.

90. Калоев, Б. С. Биологические основы полноценного кормления. Практикум / Б. С. Калоев, В. В. Ногаева. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 116 с.



91. Калоев, Б. С. Кормление сельскохозяйственных животных с основами кормопроизводства. Практикум/ Б. С. Калоев. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 108 с.
92. Кальницкий Б. Д. Минеральный обмен / Кальницкий Б. Д., Хеннинг А. // Обмен веществ у жвачных животных / Под ред. А. А. Алиева. - М., 1997. -С. 263-302.
93. Кальницкий Б. Д. Минеральный обмен / Кальницкий Б. Д., Хеннинг А. // Обмен веществ у жвачных животных / Под ред. А. А. Алиева. - М., 1997. -С. 263-302.
94. Калюжный И. И. Клиническая гастроэнтерология животных. И. И. Калюжный, Г. Г. Щербаков, А. В. Яшин, Н. Д. Баринов, Т. Н. Дерезина. Уч. Пособие, 2-е изд., испр. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 448с.
95. Карамышев В. А. Профилактика родовой и послеродовой патологии природными антиоксидантами// Итоги и перспективы научных исследований по проблемам патологии животных и разработке средств и методов терапии и профилактики. Воронеж. -1995. -С. 216-218.
96. Кердяшов, Н. Н. Современные технологии в животноводстве : учебное пособие / Н. Н. Кердяшов, А. И. Дарьин. — Пенза : ПГАУ, 2020 — Часть 3: Современные аспекты систем нормированного кормления животных — 2020. — 105 с.
97. Кетоз коров и телят: учебное пособие / А. В. Требухов, А. А. Эленшлегер, С. П. Ковалев [и др. ]. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 132 с.
98. Кириллов, А. А. Лечение и профилактика болезней печени у коров / А. А. Кириллов, П. Н. Юшманов, А. Я. Батраков // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. — 2015. — № 1. — С. 91-95.
99. Кириллов, А. А. Этиология, распространение и экономический ущерб при заболеваниях печени у коров/ А. А. Кириллов, П. Н. Юшманов, А.

Я. Батраков // Международный вестник ветеринарии. — 2015. — № 1. — С. 7-12.

100. Клиническая эндокринология/ Л. Ю. Карпенко, С. В. Васильева, А. А. Бахта [и др. ]. — Санкт-Петербург : СПбГАВМ, 2018. — 126 с.

101. Клопов, М. И. Биологическая химия: учебное пособие для вузов / М. И. Клопов. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 188 с.

102. Клопов, М. И. Биологически активные вещества в физиологических и биохимических процессах в организме животного : учебное пособие / М. И. Клопов, В. И. Максимов. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 448 с.

103. Коба, И. С. Этиология и патогенез послеродового эндометрита у коров / И. С. Коба, М. Б. Решетка, М. С. Дубовикова // Вестник АПК Ставрополя. — 2015. — № 4. — С. 95-98.

104. Ковалев, С. П. Клиническая диагностика внутренних болезней животных: учебник для вузов / С. П. Ковалев, А. П. Курдеко ; Под редакцией С. П. Ковалева [и др. ]. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 540 с.

105. Ковзов В. В. Особенности обмена веществ у высокопродуктивных коров / В. В. Ковзов // Витебск, УО ВГАВМ, 2007. — 160 с.

106. Ковзов В. В. Особенности обмена веществ у высокопродуктивных коров / В. В. Ковзов // Витебск, УО ВГАВМ, 2007. — 160 с.

107. Козина, Е. А. Нормированное кормление животных : учебное пособие / Е. А. Козина. — Красноярск: КрасГАУ, 2020. — 139 с.

108. Козинец А. И. Использование наночастиц микроэлементов в рационах коров / А. И. Козинец, О. Г. Голушко, М. А. Надаринская, Т. Г. Козинец // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. — 2019. — № 1. — С. 185-192.

109. Кондратьев Ю. Н. Обеспеченность молочных коров микроэлементами в хозяйствах Воронежской области. - М, 1979. - Т. 2. -С. 67-70. - (Сб. научн. тр. ВНИИНБЖ).
110. Кондрахин И. П. Алиментарные и эндокринные болезни животных / И. П. Кондрахин. – М.: Агропромиздат, 1989. – 256 с.
111. Кондрахин И. П. Мероприятия по гигиене кормления и профилактике болезней обмена веществ у молочных коров /Кондрахин И. П.,Шпильман И. Д. //Повышение эффективности промышленного животноводства: Мат. науч. конф. - М., 1985. - С. 112-118.
112. Кондрахин И. П. Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики: справочник // Под ред. И. П. Кондрахина. – Колос, 2004. – 520 с.
113. Кондрахин И. П.,Курилов Н. В.,Малахов А. Г. и др. Клиническая лабораторная диагностика в ветеринарии. — М.: Агропромиздат, 2004. – 531с.
114. Кононский А. И. Биохимия животных. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Колос, 1992. -526 с.
115. Конопатов, Ю. В. Биохимия животных : учебное пособие / Ю. В. Конопатов, С. В. Васильева. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 384 с.
116. Кормление дойной коровы: справочник / А. Пирйо, А. Пенти, П. Хухтанен [и др.]– Союз Центров «ПроАгррия», 2009. – 127 с.
117. Корочкина, Е. А. Анализ биохимических маркеров повреждения печени у молочных коров в транзитный период / Е. А. Корочкина, В. В. Никитин // Аграрная наука в условиях модернизации и цифрового развития АПК России: сб. статей по материалам Международной научно-практической конференции. Курган, 2022. Стр. 211-214.
118. Корочкина, Е. А. Влияние растительно-минеральных болюсов на репродуктивную функцию молочных коров в период раздоя / Е. А.

Корочкина, К. В. Племяшов, В. В. Никитин // Ветеринария. - 2021. - №9. - С. 42-44.

119. Корочкина, Е. А. Влияние минеральных болюсов «Кальций-Интенсив» на послеродовой период молочных коров / Е. А. Корочкина, К. В. Племяшов // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. — 2015. — № 2. — С. 210-211.

120. Корочкина, Е. А. К вопросу о потреблении сухого вещества, концентрации стероидных гормонов и молочной продуктивности коров в транзитный период / Е. А. Корочкина, В. В. Никитин // VI Емельяновские чтения Аграрная наука на современном этапе: состояние, проблемы, перспективы. Вологда 2022. С. 89-94.

121. Корочкина, Е. А. Клинический анализ крови молочных коров в поздний сухостойный период как один из маркеров успешной организации транзитного периода / Е. А. Корочкина, В. В. Никитин, В.А. Трушкин // Ветеринария. - 2022. - № 3. - С. 58-61.

122. Корочкина, Е. А. Клинические и гормональные показатели крови молочных коров в транзитный период / Е. А. Корочкина, В. В. Никитин // Ветеринария. - №6. - 2022. - С. 45-48.

123. Корочкина, Е. А. Макроминеральные болюсы для молочных коров в транзитный период / Е.А. Корочкина, К.В. Племяшов, Л.В. Романенко, А. С. Уварова. - Ветеринария. - 2015. - № 10. - С. 39-4.

124. Корочкина, Е. А. Эффективность использования растительно-минеральных болюсов в воспроизводстве молочного скота / Е. А. Корочкина, В. В. Никитин, К. В. Племяшов // Иппология и ветеринария. - 2021. - №3 (41). - С. 105-109.

125. Корочкина, Е. А. Эффективность применения витаминно-минеральных добавок коровам в транзитный период / К. В. Племяшов, Е. А. Корочкина, В. В. Никитин // Ветеринария. - 2022. - № 8. - С. 38-41.

126. Костромкина, Н. В. Влияние селеносодержащего препарата «Сел-Плекс» на энергию роста и мясную продуктивность молодняка курпного рогатого / Н. В. Костромкина, А. В. Валошин // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. — 2017. — № 4. — С. 141-144.

127. Кот А. Н. Пищеварение в рубце, обмен веществ и продуктивность молодняка крупного рогатого скота при скармливании уксуснокислого кобальта / А. Н. Кот, В. Ф. Радчиков, И. С. Серяков, В. И. Петров // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. — 2022. — № 1. — С. 166-173.

128. Красочко, П. А. Влияние кормового фосфолипидного комплекса на показатели продуктивности и сохранности крупного рогатого скота / П. А. Красочко, И. В. Новожилова // Животноводство и ветеринарная медицина. — 2018. — № 2. — С. 40-44.

129. Кряжева, В. Л. Обмен кобальта у коров при подкормке синтетическим метионином // Зоотехния, 2004. — №11. — С. 12-13.

130. Кудинова, С. П. Опыт применения микробиологического β-каротина/ С. П. Кудинова, А. Н. Турченко // Труды Кубанского государственного аграрного университета. — 2013. — № 45. — С. 177-179.

131. Кудрин, А. Г. Использование биологически активных веществ в кормлении коров: монография / А. Г. Кудрин. — Воронеж : Мичуринский ГАУ, 2008. — 141 с.

132. Кудрявцева Л. А. Витамин Е и его применение в животноводстве и ветеринарии. Сельское хозяйство за рубежом // Животноводство. - 1974. - № 5. -С. 20-25.

133. Кудрявцева Л. А. Применение витамина Е в животноводстве // Ветеринария. - 1970. - № 12. - С. 59-60.

134. Кузнецов Н. И. Новые препараты для профилактики токсической гепатодистрофии и лечения животных // Ветеринария. — 1990. — № 3. — С. 9.

135. Кузнецов С. Г. Биологическая доступность минеральных веществ для животных. – М., 1992. – 52 с.
136. Кузнецов С. А, Кузнецов А. П. Микроэлементы в кормлении животных. Животноводство России, 2003, 3: 16-20.
137. Кузьменкова, С. Н. Коррекция обменных нарушений у быков-производителей в условиях витаминно-минеральной недостаточности / С. Н. Кузьменкова, В. В. Ковзов, Л. В. Волков // Ученые записки учреждения образования "Витебская ордена "Знак почета" государственная академия ветеринарной медицины". — 2015. — № 1-1. — С. 66-70.
138. Кузьминова Е. В. К вопросу витаминного питания / Кузьминова Е. В., Семененко М. П., Трошина А. Н., Кудинова С. П. // Материалы науч. - практ. конф. «Актуальные проблемы ветеринарии в современных условиях», Краснодар, 2006 - С. 297-298.
139. Кузьмич Р. Г. Клиническое акушерство и гинекология животных. Витебск, 2002. – 313 с.
140. Кузьмич Р. Г. Послеродовые эндометриты у коров (этиология, патогенез, профилактика и терапия) / Кузьмич Р. Г. // Автореферат диссертации доктора ветеринарных наук, Витебск, 2000. – 38 с.
141. Кузьмичева, В. Н. Биохимия в животноводстве: учебное пособие / В. Н. Кузьмичева. — Воронеж : ВГАУ, 2015. — 179 с.
142. Кузьмичева, В. Н. Биохимия в животноводстве: учебное пособие / В. Н. Кузьмичева. — Воронеж : ВГАУ, 2015. — 179 с.
143. Кулистикова Т. Витаминный коктейль Агроинвестор, 2008
144. Курдеко, А.П. Методы диагностики болезней сельскохозяйственных животных : учебное пособие / А. П. Курдеко, С. П. Ковалев, В. Н. Алешкевич [и др.] ; под редакцией А. П. Курдеко, С. П. Ковалева. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 208 с. —

145. Кучук Э. М. Биохимия специализированных тканей / Э. М. Кучук, Н. С. Матющенко, Дж. З. Закиров, Л. П. Горборукова. – Уч. пособ. - Бишкек, 2014. – 223с.
146. Лавренова В. Витаминно-минеральные препараты для продуктивных животных. Ценовик, 2019.
147. Лазарева, М. В. Обоснование фармакологической коррекции минерального состава рационов для животных / М. В. Лазарева, Н. А. Шкиль, С. В. Мезенцева // Вестник НГАУ. — 2020. — № 3. — С. 110-115.
148. Латыпов, Д. Г. Основы судебно-ветеринарной экспертизы: учебное пособие / Д. Г. Латыпов, И. Н. Залялов. — 2-е изд., перераб. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 576 с.
149. Лебедько, Е. Я. «Холодный» метод выращивания телят в молочном скотоводстве: учебное пособие / Е. Я. Лебедько. — Санкт-Петербург: Лань, 2020. — 80 с.
150. Лёвичева, Е. В. Физиологическая роль минеральных веществ в организме молодняка крупного рогатого скота и их влияние на реализацию генетического потенциала продуктивности животных / Е. В. Лёвичева, А. С. Козлов // Вестник аграрной науки. — 2015. — № 3 (54). — С. 95-99.
151. Ленинджер, А. Основы биохимии [Текст] /А. Ленинджер. – Т. 1. -Пер. с англ. – М. : Мир, 1985. – 367с.
152. Лисунова, Л. И. Кормление сельскохозяйственных животных : учебное пособие / Л. И. Лисунова. — Новосибирск: НГАУ, 2011. — 401 с.
153. Лобков, В. Ю. Технология выращивания крупного рогатого скота : монография / В. Ю. Лобков. — Ярославль: Ярославская ГСХА, 2016. — 182 с.
154. Лобков, В. Ю. Технология выращивания крупного рогатого скота : монография / В. Ю. Лобков. — Ярославль : Ярославская ГСХА, 2016. — 182 с.

155. Лободин, К. А. Фундаментальные и прикладные аспекты контроля за воспроизводительной функцией молочных коров в сухостойный и послеродовый периоды / К. А. Лободин, А. Г. Нежданов // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. — 2014. — № 3. — С. 97-103. »
156. Лочкарев В. А. Лечение коров при родильном парезе /В. А. Лочкарев// Ветеринария. – 1991. -№5. – С. 45.
157. Лунегов, А. М. Фармакогнозия: учебное пособие для вузов / А. М. Лунегов, В. А. Барышев. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 148 с.
158. Лысенко Б. Ф. Профилактика послеродового пареза /Б. Ф. Лысенко // Ветеринария. – 1982. - № 10. – С. 40-41.
159. Любимов В. Ю. Проблемы животноводства и как их решать //Тез. докл. конф. мол. ученых. — Новосибирск, 1990. - С. 26-27.
160. Магер, С. Н. Физиология иммунной системы : учебное пособие / С. Н. Магер, Е. С. Дементьева. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 192 с.
161. Максимов, В. И. Основы физиологии и этологии животных : учебник для вузов / В. И. Максимов, В. Ф. Лысов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 504 с.
162. Матусис И. И. Витамин С (аскорбиновая кислота) // Витамины. - М., 1974. -С. 384-414.
163. Медведев В. В. Клиническая лабораторная диагностика/ В. В. Медведев, Ю. З. Волчек//Москва: Гиппократ, 2006 – 230с.
164. Медведев Г. Ф. Рост, развитие и воспроизводительная функция первотелок голштинской селекции / Г. Ф. Медведев, Н. И. Гавриченко, И. А. Долин, С. К. Сорокина // Ученые записки учреждения образования "Витебская ордена "Знак почета" государственная академия ветеринарной медицины". — 2011. — № 2-2. — С. 44-47.
165. Медведев, Г. Ф. Расстройства репродуктивной функции коров с осложненным послеродовым периодом / Г. Ф. Медведев, О. Н. Кухтина, В. Р.



Каплунов // Животноводство и ветеринарная медицина. — 2022. — № 2. — С. 18-22.

166. Медведев, И. Н. Физиологическая регуляция организма: учебное пособие / И. Н. Медведев, С. Ю. Завалишина, Н. В. Кутафина. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 392 с.

167. Мезенова, О. Я. Гомеостаз и питание: учебное пособие / О. Я. Мезенова. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 224 с.

168. Меньшиков, В. В. Унификация лабораторных методов исследования-М. 1978. - С. 72-75.

169. Меньшиков, В. В. Унификация лабораторных методов исследования-М. 1978. - С. 72-75.

170. Микроэлементозы сельскохозяйственных животных/ С. П. Ковалёв, А. П. Курдеко, Г. Г. Щербаков [и др. ] ; под редакцией С. П. Ковалёва. — Санкт-Петербург: СПбГАВМ, 2013. — 132 с.

171. Племяшов, К. В. Минеральные болусы в транзитный период / К. В. Племяшов, Романенко Л. В., Корочкина Е. А., Бахта А. А., Анипченко П. С. // Животноводство России. - 2015.- № 11.- С. 48-49.

172. Миронов А. К. Руководство по проведению доклинических исследований лекарственных средств. Часть первая. – М.: Гриф и К.,2012. – 944с.

173. Миронов А. К. Руководство по проведению доклинических исследований лекарственных средств. Часть первая. – М.: Гриф и К.,2012. – 944с.

174. Мишанин Ю. Ф. Влияние селена и витаминов на процессы перекисного окисления липидов //Бюлл. Всерос. НИИ физиологии, биохимии и питания с-х животных. -1992. -вып. 2-3. -с. 55-59.

175. Морфология, физиология и патология органов пищеварения жвачных животных: учебник / К. А. Сидорова, Л. А. Глазунова, С. А. Веремеева [и др. ]. — Тюмень: ГАУ Северного Зауралья, 2021. — 289 с.

176. Морфология, физиология и патология органов пищеварения жвачных животных: учебник / К. А. Сидорова, Л. А. Глазунова, С. А. Веремеева [и др.]. — Тюмень: ГАУ Северного Зауралья, 2021. — 289 с.

177. Нежданов А. Г. Акушерско-гинекологические болезни коров (диагностика и лечение) / А. Г. Нежданов, В. П. Иноземцев // Ветеринария. - 1996. -№ 9. - С. 9-15.

178. Нежданов А. Г. Совершенствование биотехнологических методов повышения результативности осеменения коров и профилактики внутриутробной задержки развития эмбриона и плода / А. Г. Нежданов, В. И. Михалёв, Е. Г. Лозовая, В. А. Сафонов // Ученые записки учреждения образования "Витебская ордена "Знак почета" государственная академия ветеринарной медицины". — 2018. — № 4. — С. 93-96. »

179. Нежданов, А. Г. Физиологические основы профилактики симптоматического бесплодия у коров. / Автореф. дисс. д. в. п. Воронеж. — 1987. 28 с.

180. Некрасова И. И. Микроэлементный состав крови коров в различные периоды воспроизводительной функции / И. И. Некрасова, Н. А. Писаренко, Н. В. Федота, В. А. Грабик // Труды Кубанского государственного аграрного университета. — 2013. — № 43. — С. 196-198.

181. Некрасова, И. И. Влияние компенсации недостатка ряда микроэлементов в рационе и крови коров в различные периоды воспроизводительной функции на усвояемость кальция и фосфора / И. И. Некрасова, Н. В. Белугин // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. — 2014. — № 4. — С. 151-154.

182. Николаев А. Я. Биологическая химия /А. Я. Николаев. М. : ООО «Медицинское информационное агенство», 2007. 568 с.

183. Никулин И. А. Метаболическая функция печени у крупного рогатого скота при силосно-концентратном типе кормления и ее коррекция гепатотропными препаратами. Дисс. . . док. вет. наук. - Воронеж, 2002 - 354с.

184. Овсеенко Ю. В. Изучение обмена кальция, фосфора и магния у лактирующих коров: диссер. кан. биол. наук., Москва, 1983, 152 с.
185. Основы биологической химии: учебное пособие / Э. В. Горчаков, Б. М. Багамаев, Н. В. Федота, В. А. Оробец. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 208 с.
186. Основы гепатологии: морфология, физиология, патология: учебник / К. А. Сидорова, С. А. Веремеева, Л. А. Глазунова, О. А. Драгич, Е. П. Краснолюбова, С. В. Козлова, Н. А. Череменина. — Тюмень: Вектор Бук, 2019. — 148 с.
187. Основы производства продукции животноводства: учебное пособие / Е. И. Мальцева, А. Г. Кулаева, А. Ю. Головин, С. П. Прокопов. — Омск: Омский ГАУ, 2022. — 86 с.
188. Охрименко, О. В. Основы биохимии сельскохозяйственной продукции: учебное пособие / О. В. Охрименко. — Санкт-Петербург: Лань, 2022.
189. Перепелкина, Л. И. Коррекция дефицита селена у кур // Зоотехния, 2007. -№12. -С. 17.
190. Пилейко В. В. Профилактика и лечение при родильном парезе коров в условиях беспривязного содержания / В. В. Пилейко, А. А. Мацинович, Ю. А. Рыбаков, В. В. Яцына // Ученые Записки УО ВГАВМ, т. 47, вып. 1, 2011. – с. 225-229
191. Плахова, А. И. Оценка влияния препаратов карофертин и гемобаланс на гематологический статус доноров и реципиентов эмбрионов / А. И. Плахова, К. В. Племяшов // Международный вестник ветеринарии. — 2020. — № 3. — С. 83-88.
192. Племяшов К. В. Воспроизводительная функция у высокопродуктивных коров при нарушении обмена веществ и ее коррекция / Племяшов К. В. // Автореферат диссертации доктора ветеринарных наук, СПб, 2010. -38 с.

193. Племяшов, К. В. Влияние препарата гемобаланс на минеральный обмен и гормональный фон / К. В. Племяшов, Е. А. Корочкина, А. Р. Мусин // Ученые записки учреждения образования "Витебская ордена "Знак почета" государственная академия ветеринарной медицины". — 2011. — № 2-2. — С. 99-101.

194. Племяшов, К. В. Значение бета-каротина для крупного рогатого скота: опыт Ленинградской области / К. В. Племяшов // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. — 2016. — № 2. — С. 134-136.

195. Племяшов, К. Д. Значение бета-каротина для крупного рогатого скота: опыт Ленинградской области / К. Д. Племяшов // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. — 2016. — № 2. — С. 134-136.

196. Племяшов, К. Д. Значение бета-каротина для крупного рогатого скота: опыт Ленинградской области / К. Д. Племяшов // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. — 2016. — № 2. — С. 134-136.

197. Племяшов, К. В. Репродуктивная функция высокопродуктивных молочных коров при нарушении обмена веществ и ее коррекция / К. В. Племяшов, Д. О. Моисеенко // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. — 2010. — № 1. — С. 37-40.

198. Племяшов, К. В. Репродуктивная функция высокопродуктивных молочных коров при нарушении обмена веществ и ее коррекция / К. В. Племяшов, Д. О. Моисеенко // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. — 2010. — № 1. — С. 37-40.

199. Полноценное кормление молочного скота – основа реализации генетического потенциала продуктивности. Волгин В. И., Романенко Л. В., Прохоренко П. Н., Федорова З. Л., Корочкина Е. А. Москва, 2018. Монография, 260с.

200. Полянцев, Н. И. Акушерство, гинекология и биотехника размножения животных : учебник / Н. И. Полянцев, А. И. Афанасьев. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 400 с.

201. Полянцев, Н. И. Технология воспроизводства племенного скота : учебное пособие / Н. И. Полянцев. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 288 с.

202. Порфирьев И. А. Физиолого-биохимическое обоснование профилактики алиментарного бесплодия и нормализация воспроизводительной функции у высокопродуктивных коров // Автореферат диссертации доктора биологических наук. Дубровицы, 1996.

203. Пырочкин, В. М. Клиническая электрокардиография: учебное пособие / В. М. Пырочкин. — Гродно : ГрГМУ, 2021. — 284 с.

204. Рикеби С. Д. Новейшие достижения в исследовании питания животных. — М. : Колос, 1984. - С. 145-157.

205. Роль иммуноглобулинов и бактериоценоза в поддержании здоровья животных: монография / И. И. Усачев, К. И. Усачев, В. Ф. Поляков, Н. Н. Чеченок. — Брянск: Брянский ГАУ, 2017. — 324 с.

206. Романенко В. Д. Печень и регуляция межуточного обмена (млекопитающие и рыбы). - Киев: Наукова думка, 1978. - 184 с.

207. Романенко Л. В. Организация полноценного кормления высокопродуктивных коров / Л. В. Романенко, В. И. Волгин, Н. В. Пристач, З. Л. Федорова // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. — 2015. — № 40. — С. 72-77.

208. Романенко Л. В. Использование витаминно-минеральных препаратов пролонгированного действия молочным коровам в период сухостоя / Л. В. Романенко, Е. А. Корочкина, Н. В. Пристач, Н. Б. Баженова // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. — 2017. — № 4. — С. 56-61.

209. Роменский Р. В., Хохлов А. В., Роменская Н. В., Щеглов А. В. Гепатопатии стельных коров и их влияние на состояние воспроизводительной функции // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 3.

210. Рядчиков, В. Г. Основы питания и кормления сельскохозяйственных животных: учебник / В. Г. Рядчиков. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 640 с.

211. Рядчиков, В. Г. Основы питания и кормления сельскохозяйственных животных: учебник / В. Г. Рядчиков. — Санкт-Петербург : Лань, 2022.

212. Савинков, А. В. Фармакокоррекция нарушений фосфорно-кальциевого обмена у животных в Средневолжском регионе: монография / А. В. Савинков, М. П. Семененко. — Самара: СамГАУ, 2019. — 301 с.

213. Савченко, С. Организация полноценного кормления коров / С. Савченко, Д. Дрожжащих, П. Савченко // Молочное и мясное скотоводство, 2006. №2. - С. 22.

214. Садовникова, Н. Органические микроэлементы и здоровье молочного стада // Молочное и мясное скотоводство, 2006. - №2. -С. 20.

215. Самохин В. Т. Комплексный хронический гипомикроэлементоз - основная причина массовых незаразных болезней животных // Роль зооветтобразования в профилактике болезней и лечении животных: Тез. докл. /МВА им. К. Н. Скрябина - М. : МВА, 1999. - С. 135-136.

216. Самохин В. Т. Стратегия борьбы с болезнями новорожденного молодняка //Профилактика и лечение болезней молодняка с-х животных: Тез. докл. Всесоюз. научн. -техн. конф. 9-10 октяб. 1991. -М., 1991. С. 78-79.

217. Самохин В. Т. Нарушения обмена веществ: клиника, диагностика, профилактика /Самохин В. Т., Петров П. Е., Кузнецов Н. И., Подшибякин А. Е. //Ветеринария. -1985. 11. - С. 17-21.

218. Самохин, В. Т. Своевременно предупреждать незаразные болезни животных / В. Т. Самохин, А. Г. Шахов // Ветеринария, 2000. № 6. - С. 3-6.
219. Саргаев, П. М. Неорганическая химия: учебное пособие / П. М. Саргаев. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 384 с.
220. Сарсенов Ж. А. Усовершенствование конструкции аппарата Эверса / Ж. А. Сарсенов // Ветеринария. – 1992. - № 7-8. – С. 43.
221. Сахончик П. Е., Жаркин В. В., Зацепин П. Ф. Дополнительное введение йода и селена для профилактики нарушений воспроизводительной функции у высокопродуктивных коров // Научные основы развития животноводства в Республике Беларусь. Сб. тр. Бел НИИЖ. -1994. -вып. 25. - с. 59-63.
222. Сенджер Ф. Л. Животные: от беременности к родам. – СПб. : ВНИИГРЖ-ПРОФ, 2019. – 336с.
223. Сенько, А. В. Эффективность использования добавок, регулирующих катионно-анионный баланс рациона, для профилактики болезней и повышения продуктивности у коров в послепереловый период / А. В. Сенько, А. В. Яшин // Международный вестник ветеринарии. — 2015. — № 3. — С. 10-13.
224. Сергеев, А. В. Использование антиоксидантов для коррекции вторичных иммунодефицитов / А. В. Сергеев, Б. С. Утешев, О. В. Буклинская, П. Алпатов // Рос. науч. конф. «Человек и лекарство» Тез. докл. — М. 1996. — С. 48.
225. Серебрицкий, П. М. Профилактика задержания послорода у высокопродуктивных коров / П. М. Серебрицкий // Молодежь и наука. — 2012. — № 1. — С. 97-100.
226. Серяков, И. С. Хром и цинк в рационах телят молочного периода / И. С. Серяков, В. И. Караба // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. — 2022. — № 1. — С. 109-116.

227. Сидоркин, В. Роль витаминов в профилактике заболеваний репродуктивной системы у коров / В. Сидоркин, Д. Полутов, А. Комаров // Молочное и мясное скотоводство, 2007. — №5. С. 31.
228. Скаржинская Г. М., Кузьмина Е. А., Иванов В. И. и др. Уровень селена в крови коров. // Ветеринария. - 1997. -№1. -с. 38-41.
229. Скопичев, В. Г. Морфология и физиология животных : учебное пособие для вузов / В. Г. Скопичев, В. Б. Шумилов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 416 с.
230. Слободяник В. И. Механизм действия препаратов различных фармакологических групп. / В. И. Слободяник., В. А. Степанов, Н. В. Мельникова // Воронеж, 2008. – С. 70 – 85.
231. Смирнов С. И. Клиническая оценка некоторых функциональных проб печени у крупного рогатого скота /Смирнов С. И., Бырка В. И. //Харьков. -1974. -Т. 199. - С. 14-18. - (Сб. науч. тр. ).
232. Смирнова, Е. И. Значение йодной подкормки в воспроизводительной функции коров / Е. И. Смирнова // Животноводство, 1965. №1.
233. Смолин, С. Г. Физиология и этология животных: учебное пособие для вузов / С. Г. Смолин. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 628 с.
234. Соколов, А. В. Действие кальцийсодержащих добавок на организм животных / А. В. Соколов, С. П. Замана // Зоотехния, 2001. — №2. С. 19.
235. Сравнительная физиология животных: учебник / А. А. Иванов, О. А. Войнова, Д. А. Ксенофонтов, Е. П. Полякова. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 416 с.
236. Студенцов А. П. Акушерство, гинекология и биотехника репродукции животных: учебник для вузов / А. П. Студенцов, В. С.



Шипилов, В. Я. Никитин [и др.]. — 12-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 548 с.

237. Тагиров, Х. Х. Влияние кормовой добавки биодарин на молочную продуктивность и химический состав молока / Х. Х. Тагиров, Е. С. Ганиева, З. А. Галиева // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. — 2019. — № 1. — С. 193-199.

238. Техника и технологии в животноводстве : учебное пособие / В. И. Трухачев, И. В. Атанов, И. В. Капустин, Д. И. Грицай. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 380 с.

239. Тимаков А. В., Тимакова Т. К., Бобылев А. К. Биохимические показатели крови крупного рогатого скота разных пород в зимнестойловый // Матер. Междунар. науч. конф. Казан. академии вет. медицины. — Казань, 2000. — Т. 3. — С. 281-282.

240. Тиц Н. У. Энциклопедия клинических лабораторных тестов. / Тиц Н. У. // М., Лабинформ, 1997. - 460 с.

241. Тойгильдин, С. В. Влияние биопрепарата «Карток» на молочную продуктивность и воспроизводительную способность коров разных пород / С. В. Тойгильдин, С. П. Лифанова, О. А. Десятов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. — 2012. — № 1. — С. 118-122.

242. Топорова, Л. В. Практикум по кормлению сельскохозяйственных животных / Л. В. Топорова, А. В. Архипов, Р. Ф. Бессарабова // М. : КолосС, 2004. -296 с.

243. Трисветова Е. Л. Магний в клинической практике. Рациональная Фармакотерапия в Кардиологии, 2012;8(4). С. 545-552

244. Труфанов А. В. Биохимия витаминов и антивитаминов. М. : Колос, 1972. - 328 с.

245. Тукфатулин, Г. С. Эффективность сбалансированного кормления коров для получения высококачественного молока в условиях

интенсификации кормопроизводства: монография / Г. С. Тукфатулин, О. К. Гогаев, Р. С. Годжиев. — Владикавказ: Горский ГАУ, 2018. — 216 с.

246. Туников, Г. М. Биологические основы продуктивности крупного рогатого скота: учебное пособие / Г. М. Туников, И. Ю. Быстрова. — 2-е изд., доп. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 336 с.

247. Убушаев Б. С. Влияние уровня йода в рационе на обмен веществ у молодняка крупного рогатого скота мясного направления / Б. С. Убушаев, А. К. Натыров, Н. Н. Мороз [и др. ] // Проблемы развития АПК региона. — 2020. — № 44. — С. 162-167.

248. Уша Б. В. Ветеринарная гепатология. - М.: Колос, 1979. - 263 с.

249. Уша Б. В. Клинико-функциональные и морфологические исследования в изучении патологии печени крупного рогатого скота: Автореф. дисс. . . док. вет. наук. -М., 1974. - 40 с.

250. Федин, А. В. Влияние витаминно-минерального премикса на метаболизм и воспроизводительные качества коров с удлинённым сервис-периодом / А. В. Федин // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. — 2012. — № 2. — С. 59-61.

251. Федоров Б. М., Пилаева Н. В., Васильева С. В. Витаминология и ферментология в ветеринарии. Учебно-метод. пособ. — СПб, ИздательствоСПбГАВМ, 2015г. — 35 с.

252. Физиологическое состояние, становление неспецифической резистентности и иммунологического статуса телят раннего постнатального периода онтогенеза после применения Тимогена, Полиоксидония, Ронколейкина и Синэстрола 2% коровам матерям перед отелом : монография / В. И. Великанов, А. В. Кляпнев, Л. В. Харитонов, С. С. Терентьев. — Нижний Новгород: НГСХА, 2020. — 224 с.

253. Функции печени и их нарушения: учебное пособие / составители И. А. Частоедова [и др. ]. — Киров: Кировский ГМУ, 2013. — 89 с.

254. Хазиахметов, Ф. С. Рациональное кормление животных: учебное пособие / Ф. С. Хазиахметов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 364 с.
255. Хазипов Н. З. Биохимия животных / Хазипов Н. З., Аскарова А. Н. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - Казань, 1999. - 286 с.
256. Харламов А. В. Влияние коррекции элементного статуса йода и селена, оцененных по их содержанию в волосяном покрове, на морфологические показатели крови мясных коров / А. В. Харламов, А. Н. Фролов, О. А. Завьялов, В. И. Косилов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. — 2018. — № 6. — С. 228-230.
257. Холод В.М. Справочник по ветеринарной биохимии / Холод В.М., Ермолаев Г.Ф. Мн.: Ураджай, - 1988. — 43 с.
258. Чехранова С. В. Влияние премиксов на молочную продуктивность коров / С. В. Чехранова, О. Ю. Агапова, Т. А. Акмалиев, Л. Ф. Ермолова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. — 2013. — № 1. — С. 131-135.
259. Шалак М. В. Коррекция продуктивности коров йодосодержащим препаратом йодомарин / М. В. Шалак, С. Н. Почкина, А. Г. Марусич [и др. ] // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. — 2019. — № 2. — С. 18-23.
260. Шилов П. М. Основы клинической витаминологии /Шилов П. М., Яковлев Т. Н. - Л.: Медицина, 1974. - 343 с.
261. Шувалова Е. П. Метаболическая дизадаптация в патогенезе вирусных гепатитов (обзор) [Текст] / Е. П. Шувалова, Т. В. Антонова// Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии. — 1995. - №5, 2. — С. 53-33.
262. Шулутко Б. И. Болезни печени и почек [Текст] /Б. И. Шулутко. — Изд. 2-е испр. и дополн. — СПб.: изд-во РЕНКОР, 1995. — 480с.

263. Эффективность использования премиксов в кормлении дойных коров /Чехранова С. В.,Дикусаров В. Г.,Струк В. Н.,Агапова О. Ю. // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. — 2012. — № 4. — С. 151-154.

264. Юмагузин, И.Ф. Влияние интенсивности раздоя первотелок на продуктивное долголетие голштинских коров / И.Ф. Юмагузин // Вестник Курганской ГСХА. — 2017. — № 4. — С. 74-75.

265. Янковская Л. В. Риск развития и возможности коррекции ряда заболеваний при дефиците микроэлементов: акцент на магний и калий / Л. В. Янковская, Медицинские новости № 9, 2015.

266. Яхаев И М. Профилактика алиментраного бесплодия с использованием хелатсодержащих препаратов. Канд. дис. Москва, 2021.

267. Яшин А. В. Гиповитаминоз С у новорожденных телят: Автореф. дис. . . . канд. вет. наук. - Л., 1985. - 21 с.

268. Ahola J. K., Sharpe L. R., Dorton K. L., Burns P. D., Stanton T. L., Engle T. E. 2005. Effects of lifetime copper, zinc, and manganese supplementation and source on performance, mineral status, immunity, and carcass characteristics of feedlot cattle. Prof. Anim. Sci. 21:305–317

269. AnchordoquyJM, AnchordoquyJP, GalarzaEM, FarnetanoNA, GiuliadoriMJ, NikoloffN, FazzioLE, FurnusCC. Parenteral Zinc Supplementation Increases Pregnancy Rates in Beef Cows. Biol Trace Elem Res. 2019 Dec; 192(2):175-182.

270. Anchordoquy JP., Anchordoquy JM., Picco SJ., Sirini MA., Errecalde AL., Furnus CC. Influence of manganese on apoptosis and glutathione content of cumulus cells during in vitro maturation in bovine oocytes. Cell Biol Int. 2014 Feb; 38 (2):246-53.

271. Anke, M. Manganmangel beim wiederkauer "Arch. Fure nahr" / M. Anke, B. Groppe // 1973. 3. - 197-211.

272. Bell, A. W. 1995. Regulation of organic nutrient metabolism during transition from late pregnancy to early lactation. *J. Anim. Sci.* 73:2804–2819.
273. Bhagavan N. V., Chung-Eun Ha. *Essentials of Medical Biochemistry* (Second Edition), 2015, 699 p.
274. Calder P. C. 2013. Feeding the immune system. *Proc. Nutr. Soc.* 72:299–309.
275. "Cannon's Four Features of Homeostasis" translated. [translated.turbopages.org](https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.e32ffb74-62fceb64-7a3efa7c-74722d776562/https/sciencing.com/cannons-four-features-homeostasis-19379.html), [https://translated.turbopages.org/proxy\\_u/en-ru.ru.e32ffb74-62fceb64-7a3efa7c-74722d776562/https/sciencing.com/cannons-four-features-homeostasis-19379.html](https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.e32ffb74-62fceb64-7a3efa7c-74722d776562/https/sciencing.com/cannons-four-features-homeostasis-19379.html).
276. Casillas S, Pomerantz A, Surani S, Varon J. Role of vitamin C in diabetic ketoacidosis: Is it ready for prime time? *World J Diabetes.* 2018 Dec 15;9(12):206-208.
277. Colonna A. Factors affecting consumers' preferences for and purchasing decisions regarding pasteurized and raw milk specialty cheeses / Colonna A, Durham C, Meunier-Goddik L // *J Dairy Sci.* – 2011. – Oct; 94(10): 5217-26.
278. Conei D., Rojas M., Santamaria L., Risopatron J. Protective role of vitamin E in testicular development of mice exposed to valproic acid. *Andrologia.* 2021 Sep; 53 (8):e 14140.
279. Cuttance EL, Mason WA, Laven RA. The association of milk-solid production during the current lactation with liver damage due to presumptive ingestion of spores from *Pithomyces chatarum* by dairy cattle. *N Z Vet J.* 2021 Jul;69(4):201-210.
280. Drackley James K. Biology of dairy cows during the transition period: the final frontier? *Journal of dairy science*, 11,1999, P. 2259-2273.
281. Drackley JK. 1999. Biology of dairy cows during the transition period: The final frontier? *J. Dairy Sci.* 82 (11): 2259-2273

282. Drackley JK. 1999. Biology of dairy cows during the transition period: The final frontier? *J. Dairy Sci.* 82 (11): 2259-2273
283. Duff G. C., Galyen M. L. Board-invited review: recent advances in management of highly stressed, newly received feedlot cattle. *J Anim Sci.* 2007 Mar, 85(3):823-40.
284. Duffy C, O'Riordan D, O'Sullivan M, Jacquier JC. In vitro evaluation of chitosan copper chelate gels as a multimicronutrient feed additive for cattle. *J Sci Food Agric.* 2018 Aug;98(11):4177-4183.
285. Enjalbert F, Lebreton P, Salat O, Meschy F, Schelcher F. Effects of copper supplementation on the copper status of peripartum beef cows and their calves. *Vet Rec.* 2002 Jul 13;151(2):50-3.
286. Furnus CC, Fazzio LE, Anchordoquy JM. Zinc supplementation within the reference ranges for zinc status in cattle improves sperm quality without modifying in vitro fertilization performance. *Anim Reprod Sci.* 2020 Oct;221:106595.
287. G. Klop, J. L. Ellis, A. Bannink, E. Kebreab, J. France, J. Dijkstra. Meta-analysis of factors that affect the utilization efficiency of phosphorus in lactating dairy cows. *J Dairy Sci.* 2013 Jun;96(6):3936-49.
288. Gille D., Schmid A. Vitamin B12 in meat and dairy products. *Nutr Rev.* 2015 Feb;73 (2):106-15.
289. Girard CL., Graulet B. Methods and approaches to estimate B vitamin status in dairy cows: Knowledge, gaps and advances. *Methods.* 2021 Feb;186:52-58.
290. Goodman D. C. - цит. по В. Б. Спиричев, И. Я. Конь / Биологическая роль жирорастворимых витаминов // Итоги науки и техники. Серия Физиология человека и животных. - М., 1989. - 37. - С. 1-226.
291. Gopinath, C. Atlas of toxicological pathology / C. Gopinath, V. Mowat // Springer. – 2014. – P. 291

292. Grummer, R. R. 1995. Impact of changes in organic nutrient metabolism on feeding the transition dairy cow. *J. Anim. Sci.* 73:2820–2833.
293. Hemingway R. G. The influences of dietary intakes and supplementation with selenium and Vitamin E on reproduction diseases and reproductive efficiency in cattle and sheep. *Vet Res Commun* 2003 Feb; 27(2):159-74.
294. Hendriks SJ, Laven RA. Selenium requirements in grazing dairy cows: a review. *N Z Vet J.* 2020 Jan;68(1):13-22.
295. Hernandez-Sanchez D., Cervantes-Gomez D., Ramirez-Bribiesca Efren J., Cobos-Peralta M., Pinto-Ruiz R., Astigarraga L., Gere Jose I. The influence of cooper levels on in vitro ruminal fermentation, bacterial growth and methane production. *J Sci Agric.* 2019 Feb; 99(3):1073-1077.
296. Hidiroglou N. *J. Anim. Sei.* / Hidiroglou N., Butler G., Mc Dowell L. R. - 1990. - №3. - p. 782-787.
297. Hodnik JJ., Jezek J., StaricJ. A review of vitamin D and its importance to the health of dairy cattle. *J Dairy Res.* 2020 Aug; 87 (S1):84-87.
298. Hurley L. S. *Fed. Proc.* / Hurley L. S., Keen C. L., Lonnerdal B. - 42, 1983. - p. 1735-1739.
299. Huzzey JM, von Keyserlingk MA, Weary DM. Changes in feeding, drinking, and standing behavior of dairy cows during the transition period. *J Dairy Sci.* 2005 Jul;88(7):2454-61.
300. Ianni A., Martino C., Innosa D., Bennato F., Grotta L.,Martino G. Zinc supplementation of lactating dairy cows: effects on chemical-nutritional quality and volatile profile of Caciocavallo cheese. *Asian-Australas J Anim Sci.* 2020 May; 33(5): 825-835.
301. Jordan, E. R., and R. H. Fourdraine. 1993. Characterization of the management practices of the top milk producing herds in the country. *J. Dairy Sci.* 76:3247–3256.

302. Kerwin A. L. Effects of feeding synthetic zeolite A during the prepartum period on serum mineral concentration, oxidant status, and performance of multiparous Holstein cows / A. L. Kerwin, C. M. Ryan, B. M. Leno, M. Jakobsen, P. Theilgaard, D. M. Barbano, T. R. Overton // *J Dairy Sci.* 2019 Jun; 102(6): 5191-5207.
303. Kirchgessner M. Tierernahrung. -7 Aufl - Frankfurt: DLG - Verlag, 1987.
304. Kirchgessner M. Tierernahrung. -7 Aufl - Frankfurt: DLG - Verlag, 1987.
305. Kirchgessner M. Tierernahrung. -7 Aufl - Frankfurt: DLG - Verlag, 1987.
306. Kosa C. A., Nagy K., Szenci O., Baska-Vincze B., Andrasofzky E., Szep R., Keresztesi A., Mircean M., Taulescu M., Kutasi O. The role of selenium and vitamin E in a Transylvanian enzootic equine recurrent rhabdomyolysis syndrome. *Acta Vet Hung.* 2021 Sep 7; 69 (3):256-265.
307. Mallard, B. A., J. C. Dekkers, M. J. Ireland, K. E. Leslie, S. Sharif, C. Lacey Vankampen, L. Wagter, and B. N. Wilkie. 1998. Alteration in immune responsiveness during the peripartum period and its ramification on dairy cow and calf health. *J. Dairy Sci.* 81:585–595.
308. Marchioli, R. Antioxidant vitamins und preventions of cardiovascular disease: laboratory epidemiological and clinical trial data // *Pharmacol Res.* — 1999, 40, N 3. P. 227-238.
309. McClure S. J. 2008. How minerals may influence the development and expression of immunity to endoparasites in livestock. *Parasite Immunol.* . 30:89–100.
310. Mudron P. Plasma and liver alpha-tocopherol in dairy cows with left abomasal displacement and fatty liver / Mudron P., Rehage J., Sallmann H. P., Mertens M., Scholz H., Kovac G // *Zentralbl-Veterinarmed-A.* -1997. -Apr; 44(2): 91-7.



311. Mudron P. A study of lipid peroxidation and vitamin E in dairy cows with hepatic insufficiency / Mudron P., Rehage J., Qualmann K., Sallmann H. P., Scholz H. // Zentralbl-Veterinarmed-A. -1999. -May. ;46(4): 219-24.
312. Nicks Leif – Calcium chloride containing preparation for the prevention in ruminants. - №88/00220; declared. 23. 12. 88; publ. 12. 07. 90.
313. Ocal Halis, 2017. Transition Period Management in Dairy Cows: Critical Stages and Control Points. TVJD VI. Ulusal and I. Uluslararası Kongresi, 12-15 Ekim
314. P. Sepúlveda-Varas, D. M. Weary, M. A. G. von Keyserlingk. Lying behavior and postpartum health status in grazing dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 97 (2014), pp. 6334-6343
315. Padilla L, Shibano K, Inoue J, Matsui T, Yano H. Plasma vitamin C concentration is not related to the incidence of ketosis in dairy cows during the early lactation period. *J Vet Med Sci.* 2005 Sep;67(9):883-6.
316. Pasquariello R, Anipchenko P, Pennarossa G, Crociati M, Zerani M, Brevini TA, Gandolfi F, Maranesi M. Carotenoids in female and male reproduction. *Phytochemistry.* 2022 Sep 29;113459.
317. Politis I, Bizelis I, Tsiaras A, Baldi A. Effect of vitamin E supplementation on neutrophil function, milk composition and plasmin activity in dairy cows in a commercial herd. *J Dairy Res.* 2004 Aug;71(3):273-8.
318. Politis I, Theodorou G, Lampidonis AD, Kominakis A, Baldi A. Short communication: Oxidative status and incidence of mastitis relative to blood  $\alpha$ -tocopherol concentrations in the postpartum period in dairy cows. *J Dairy Sci.* 2012 Dec; 95(12):7331-5.
319. Rajala-Schultz P. J., Grohn Y. T., and McCulloch C. E. 1999. Effects of milk fever, ketosis, and lameness on milk yield in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 82:288–294

320. Richeson J. T., Kegley E. B. 2011. Effect of supplemental trace minerals from injection on health and performance of highly stressed, newly received beef heifers. *Prof. Anim. Sci.* 27:461–466.
321. Robert J. Washabau и Michael J. Day. *Canine and feline gastroenterology*, 2013, p. 973-996.
322. Sahota P. S. *The illustrated dictionary of toxicologic pathology and safety science* / P. S. Sahota, R. H. Spaet, P. Bentley, Z. W. Wojcinski // Taylor & Francis Group, LLC. – 2019. – pp. 671.
323. Sangsritavong S, Combs DK, Sartori R, Armentano LE, Wiltbank MC. High feed intake increases liver blood flow and metabolism of progesterone and estradiol-17 beta in dairy cattle. *J Dairy Sci.* 2002;85:2831–2842.
324. Schöne F, Leiterer M, Lebzien P, Bemann D, Spolders M, Flachowsky G. Iodine concentration of milk in a dose-response study with dairy cows and implications for consumer iodine intake. *J Trace Elem Med Biol.* 2009;23(2):84-92.
325. Smith, K. L., D. A. Todhunter, and P. S. Schoenberger. 1985. Environmental mastitis: cause, prevalence, prevention. *J. Dairy Sci.* 68:1531–1553.
326. Solomons, N. W. Plant sources of vitamin A and human nutriture: how much is still too little // *Nutr Rev.* 1999, 57, N 11, P. 350-353.
327. Spector R., Johanson CE. Vitamin transport and homeostasis in mammalian brain: focus on Vitamins B and E. *J Neurochem.* 2007 Oct; 103(2):425-38.
328. Stemme K., Lebzien P., Flachowsky G., Scholz H. The influence of an increased cobalt supply on ruminal parameters and microbial vitamin B12 synthesis in the rumen of dairy cows. *Arch Anim Nutr.* 2008 Jun; 62(3):207-18.
329. Stemme K., Meyer U., Flachowsky G., Scholz H. The influence of an increased cobalt supply to dairy cows on the vitamin B status of their calves. *J AnimPhysiol Anim Nutr (Berl).* 2006 Apr;90(3-4): 173-6.

330. Strickland JM, Herdt TH, Sledge DG, Buchweitz JP. Short communication: Survey of hepatic copper concentrations in Midwest dairy cows. *J Dairy Sci.* 2019 May;102(5):4209-4214.

331. Suvarna, S. K. Bancroft`s theory and practice of histological techniques / S. K. Suvarna, C. Layton, J. D. Bancroft // Elsevier Limited. – 2019. – P. 571.

332. Thorndyke MP., Guimaraes O., Kistner MJ., Wagner JJ., Engle TE. Influence of Molybdenum in Drinking Water or Feed on Copper Metabolism in Cattle-A Review. *Animals (Basel).* 2021 Jul 13; 11(7):2083.

333. Tsubona, V. Plasma antioxidant vitamins and carotenoids in five Japanese populations with varied mortality from gastric cancer / V. Tsubona, S. Tsugane, K. Gey // *Nutr Cancer*, 1999, 34, 14 1 -P 56-61.

334. Upston JM., Kritharides L., Stocker R. The role of Vitamin E in atherosclerosis. *Prog Lipid Res.* 2003 Sep; 42(5): 405-22.

335. Viktor Bielik, Martin Lolisek. Bioaccessibility and Bioavailability of Minerals in Relation to a Healthy Gut Microbiome. *Int J Mol Sci.* 2021 Jun 24;22(13):6803.

336. Wallace, R. L., G. C. McCoy, T. R. Overton, and J. H. Clark. 1996. Effect of adverse health events on dry matter consumption, milk production, and body weight loss of dairy cows during early lactation. *J. Dairy Sci.* 79(Suppl. 1): 205. (Abstr. )


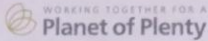

337. Wang M, Li Y, Gao Y, Li Q, Cao Y, Shen Y, Chen P, Yan J, Li J. Vitamin E regulates bovine granulosa cell apoptosis via NRF2-mediated defence mechanism by activating PI3K/AKT and ERK1/2 signalling pathways. *Reprod Domest Anim.* 2021 Aug;56(8):1066-1084.

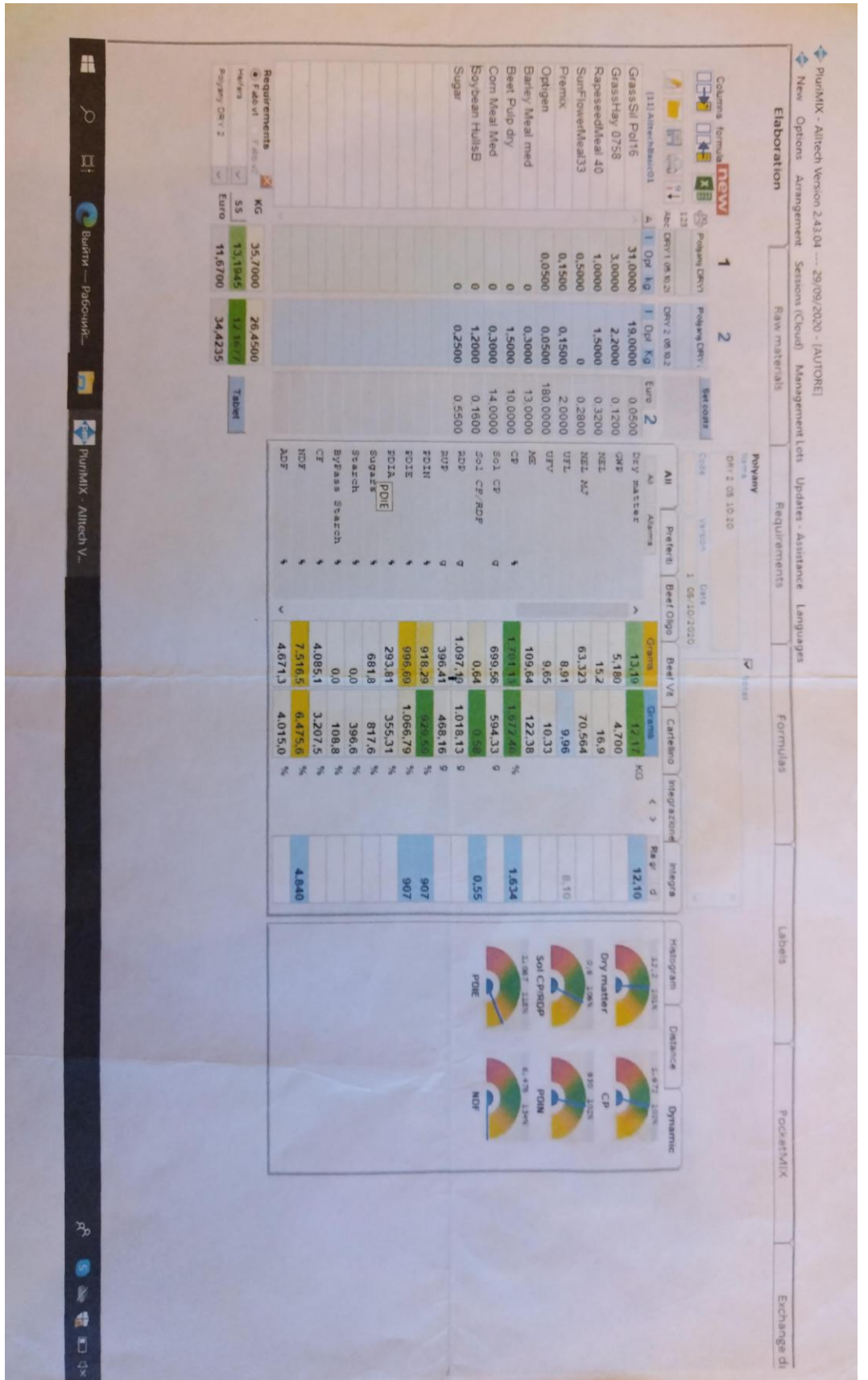
338. Wang M, Li Y, Molenaar A, Li Q, Cao Y, Shen Y, Chen P, Yan J, Gao Y, Li J. Vitamin E and selenium supplementation synergistically alleviate the injury induced by hydrogen peroxide in bovine granulosa cells. *Theriogenology.* 2021 Aug;170:91-106.

339. Weerathilake WADV, Brassington AH, Williams SJ, Kwong WY, Sinclair LA, Sinclair KD. Added dietary cobalt or vitamin B12, or injecting vitamin B12 does not improve performance or indicators of ketosis in pre- and post-partum Holstein-Friesian dairy cows. *Animal*. 2019 Apr;13(4):750-759.
340. Wei X., Yin Q., Zhao H., Cao Y., Cai C., Yao J. Metabolomics for the Effect of Biotin and Nicotinamide on Transition Dairy Cows. *J Agric Food Chem*. 2018 Jun 6; 66 (22): 5723-5732.
341. Weiss WP. A 100-Year Review: From ascorbic acid to zinc-Mineral and vitamin nutrition of dairy cows. *J Dairy Sci*. 2017 Dec; 100 (12):10045-10060.
342. Whitehair C. K. Vitamin E and selenium in cattle production // *Proc*. 1986. -p. 87-90
343. Wilde D. Influence of macro and micro minerals in the peri-parturient period on fertility in dairy cattle. *Anim Reprod Sci*. 2006 Dec; 96 (3-4):240-9.
344. Wintergerst E. S., Maggini S., Hornig D. H. 2007. Contribution of selected vitamins and trace minerals to immune function. *Ann. Nutr. Metab*. 51:301–323.

## 7. ПРИЛОЖЕНИЕ

## Приложение 1

					
Рационы 28.10.20					
Formula 1 : DRY 1 28.10.20					
Formula 2 : DRY 2 28.10.20					
Formula 3 : 0-30 40L 28.10.20					
Formula 4 : 30-250 44 L 28.10.20					
	1	2	3	4	€
Силос 16	25,00	19,00	6,00	7,00	0,0500
Сено	3,00	1,0	0,30	0,50	0,1200
Рапс	1,00	1,60	2,40	2,70	0,3200
Ячмень	0,80	0,50	4,50	5,50	13,0000
Подсолнечник	0,60		2,00	2,50	0,2800
Премикс	0,15	0,15	0,10	0,10	2,0000
Оптиген	0,05	0,05	0,15	0,20	180,0000
Жом		1,50			10,0000
Дробина			1,60	3,00	0,2100
Кукуруза		0,30	4,50	5,80	14,0000
Силос 3			7,00	17,00	0,0500
Соевая шелуха		1,20	0,60	0,30	0,1600
Сахар		0,25	0,40	0,30	0,5500
Вода			8,00	6,00	0,0000
Totals AF	30,60	22,75	34,55	50,90	
Totals DM	13,50	12,02	18,52	25,21	
Price €	21,80	36,86	188,81	326,09	
Printed with PluriMIX the 28/10/2020					
<p>This message may contain information that is confidential, and is being sent exclusively to the Recipient. The information contained in this message does not imply the responsibility of the Company.  GWP figures are provided by E-CO2 for sole use with the E-CO2 'What If?' Tool. </p>					









РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

**ПАТЕНТ**

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2603482

**БОЛЮС КАЛЬЦИЙ-ИНТЕНСИВ ПЛЮС**

Патентообладатель(и): *Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных (RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2015128682

Приоритет изобретения 14 июля 2015 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации 02 ноября 2016 г.

Срок действия патента истекает 14 июля 2035 г.



Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности

*Г.П. Ивлиев* Г.П. Ивлиев

**ДЕКЛАРАЦИЯ О СООТВЕТСТВИИ**

Общество с ограниченной ответственностью "ВНИИГРЖ-ПРОФ"  
информационное предприятие для ветеринарии, науки, техники и ветеринарного образования в области ветеринарии и животноводства  
 Зарегистрировано в МИФНС № 15 по Санкт-Петербургу, ОГРН 1137847414484 от 28.10.2013 года  
юридический адрес: 196625, г. Санкт-Петербург, поселок Тарзено, шоссе Московское, дом 55, корпус А  
 в лице Генерального директора Карожиной Елены Александровны  
информация о должности, фамилии, имени, отчестве, подписи и печати лица, принявшего декларацию

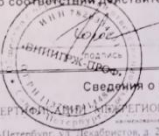
**заявляет, что**  
 Минеральные комплексы дополнительного питания для животных, болжсы «Кальций-Интенсив»  
информация о товаре, подлежащем декларированию

выпускаемая по ТУ 9296-001-31069445-14  
 Серийный выпуск  
информация о количестве выпускаемого товара (объем, масса, количество изделий, количество упаковок)  
 Код ОК 005-93 (ОКП) 92 9623  
 Код ТН ВЭД России

**соответствует требованиям**  
 ГОСТ Р 51551-2000 Пп. 4.3.1, 4.3.2, 4.3.3 табл. 1, пп. 4.3.4 табл. 2, 3, 4 пп. 4.3.4 табл. 5, пп. 4.3.7  
информация о стандартах, на соответствие которым производится декларация

**Декларация принята на основании**  
 протокола испытаний № 632-30-10-14 от 02.10.2014 г.  
 ООО ИЛ "Старт", рег. № РОСС RU.0001.21AB03 от 17.03.2011 г.  
 Адрес: 144001, Российская Федерация, Московская область, город Люкстросталь, Строительный переулок, дом 9, офис 215  
информация о документе, подтверждающем соответствие для принятия декларации


Дата принятия декларации: 02.10.2014  
 Декларация о соответствии действительна до: 01.10.2017

м.п.  Е.А. Карокина  
инициалы, фамилия

**Сведения о регистрации декларации о соответствии**

ООО "ЦЕНТР СЕРТИФИКАЦИИ МЕЖРЕГИОНТЕСТ"  
информация об адресе органа по сертификации, удостоверяющего декларацию  
 190000, г. Санкт-Петербург, ул. Декабристов, д. 2, лит. А, тел. (812) 600-06-07, факс (812) 600-06-07 E-mail: info@megregiontest.ru  
 www.megregiontest.ru  
 Аттестат рег. № РОСС RU.0001.11ML20 выдан 02.10.2009г. Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии

Дата регистрации: 02.10.2014, регистрационный номер декларации РОСС RU.МЛ20.Д19619  
информация о дате и регистрационном номере декларации

м.п.  А.Б. Родионов  
инициалы, фамилия руководителя органа по сертификации

*М.П. Карокина*  
*ген. дир. ВНИИГРЖ-ПРОФ*

**ОРГАН ПО СЕРТИФИКАЦИИ**  
**МЕЖРЕГИОНТЕСТ**  
 РОСС RU.0001.11.ML20

190000, Россия, Санкт-Петербург, ул. Декабристов, д.2  
 Тел./Факс: 8(812) 600-06-07  
 8(495) 646-83-71  
 Email: info@megregiontest.ru  
 http://megregiontest.ru

**023314**



**ВЫПИСКА**

из протокола № 2 заседания Координационного Совета  
по проблемам животноводства, ветеринарии и АПК Европейского Севера  
Северо-Западный Центр междисциплинарных исследований проблем продовольственного  
обеспечения – обособленное структурное подразделение  
ФГБУН «Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр РАН

от 21 ноября 2022 г.

Присутствовали 8 членов Координационного Совета

**Слушали:**

"Рекомендации по применению витаминно-минеральных болюсов пролонгированного и краткосрочного действия для крупного рогатого скота", разработанные ФГБОУ ВО СПбГУВМ

Авторы/составители: Е.А.Корочкина, К.В.Племяшов, Н.В.Зеленевский (ФГБОУ ВО СПбГУВМ),

**Постановили:**

1. С учетом высказанных замечаний и предложений членами Координационного Совета, "Рекомендации по применению витаминно-минеральных болюсов пролонгированного и краткосрочного действия для крупного рогатого скота", разработанные ФГБОУ ВО СПбГУВМ, одобрить.

2. Рекомендовать ФГБОУ ВО СПбГУВМ издание рассмотренных рекомендаций для ветеринарных специалистов, научных работников и аспирантов.

Председатель научного Координационного Совета  
по проблемам животноводства,  
ветеринарии и АПК Европейского Севера,  
д.в.н., академик РАН

Секретарь Совета



К.А.Лайшев

О.Б.Медлина