

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

На правах рукописи

**Абузярова Гульсина Алиевна**

**ВЛИЯНИЕ АЭРОИОНИЗАЦИИ НА РАЗВИТИЕ ГУСИНЫХ  
ЭМБРИОНОВ И МОРФОЛОГИЮ ИХ ПЕЧЕНИ**

06.02.01 – Диагностика болезней и терапия животных, патология,  
онкология и морфология животных

**Диссертация**

на соискание ученой степени  
кандидата ветеринарных наук

**Научный руководитель:**  
доктор биологических наук,  
профессор Хохлов Р.Ю.

Пенза –2022

## Содержание

<b>Введение</b> .....	3
<b>1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ</b> .....	9
1.1 Влияние аэроионизации на животных, птицу и человека.....	9
1.2 Печень птиц в эмбриональном и постэмбриональном периодах.....	34
<b>2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ</b> .....	51
<b>3. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ</b> .....	54
3.1. Влияние аэроионизации на рост гусиных эмбрионов.....	54
3.2. Влияние аэроионизации на динамику массы печени гусиных эмбрионов.....	65
3.3. Влияние аэроионизации на морфометрические показатели печени гусиных эмбрионов.....	80
3.3.1. Влияние аэроионизации на длину правой доли печени.....	80
3.3.2. Влияние аэроионизации на ширину правой доли печени.....	82
3.3.3. Влияние аэроионизации на длину левой доли печени.....	84
3.3.4. Влияние аэроионизации на ширину левой доли печени.....	85
3.4. Влияние аэроионизации на цитометрические показатели гепатоцитов гусиных эмбрионов.....	87
3.4.1. Влияние аэроионизации на площадь гепатоцитов .....	87
3.4.2. Влияние аэроионизации на площадь ядер гепатоцитов.....	93
3.4.3. Влияние аэроионизации на ядерно-цитоплазматическое отношение гепатоцитов .....	101
<b>4. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ</b> .....	104
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b> .....	121
<b>РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ</b> .....	124
<b>ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ</b> .....	124
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ</b> .....	125
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ</b> .....	158

## Введение

**Актуальность темы исследования.** По данным Федеральной службы государственной статистики поголовье птицы в хозяйствах всех категорий в Российской Федерации в 2010 году составляло 449710,74 тыс. голов, а в 2020 году увеличилось до 519778,49 тыс. голов. Что касается Пензенской области, то в ней в 2010 году поголовье птицы составляло 6650,74 тыс. голов, а к 2020 году увеличилось более чем в 2 раза и достигло 13951,7 тыс. голов. Приведенные статистические данные указывают на активное развитие птицеводства в Пензенской области. В связи с этим со стороны производителей птицеводческой продукции имеется запрос на исследование морфофункциональных аспектов сельскохозяйственной птицы.

Гусеводство занимает особое место в структуре птицеводческой продукции. Одним из важнейших направлений при выращивании гусей является получение гусиной печени, которая нашла широкое гастрономическое применение. В связи с этим одним из приоритетных направлений современной ветеринарной науки является вскрытие и изучение закономерностей морфогенеза печени сельскохозяйственной птицы в целом и, гусей, в частности, как в эмбриональном, так и постэмбриональном периодах. Морфологические особенности печени птицы изучались на протяжении длительного периода (Graf В. и Bescol-Liversac J., 1975; Красникова Л.В., 2015; Khodadadi Н. и соавторы, 2019). Кроме того, в научной литературе имеются сведения о влиянии различных факторов эндогенного и экзогенного происхождения на морфогенез печени птиц (Шишкина Д.А., 2016; Губайдуллин А.С., 2016). Особое место в вопросах морфологии печени занимает направление, посвященное изучению развития печени в эмбриональном онтогенезе (Щербина П.Ф., 1959; Stephens R.J. и Bils R.F., 1967; Sandström В. и Westman J., 1971; Fancsi Т., 1982; Доаа М. и соавторы, 2013).

На эмбриогенез сельскохозяйственной птицы, инкубация которой происходит в искусственных условиях, влияет множество факторов. К одному из таких факторов можно отнести аэроионизацию. В связи с этим в научной литературе встречается большое количество научных работ направленных на оптимизацию параметров инкубации яиц сельскохозяйственной птицы посредством аэроионизации (Чижевский А.Л., 1989; Черников Г.Б., 1989; Patil V.N. и соавторы, 2014; Бирюкова Е.Е., Хохлов Р.Ю., 2018). В этой связи актуальны исследования направленные на выявление влияния искусственной аэроионизации на рост гусиных эмбрионов, а также на макро- и микроморфологические показатели их печени.

**Степень разработанности темы.** Целесообразность применения искусственной аэроионизации в птицеводстве выясняли Herbut E. и соавторы (1997); Клетикова Л.В. и соавторы (2019); Будевич А.И. и соавторы (2006). Имеются сведения по применению аэроионизации в свиноводстве Tanaka A. и Zhang Y. (1996); Rademacher C. и соавторы (2012). Встречаются работы, направленные на изучение феномена аэроионизации в скотоводстве Абрамов С.С. (1989); Дементьев Е.П. и соавторы (2015); Лободина Ж.В. и соавторы (2015); Алексеев И.А. и соавторы (2018). Также были попытки использования свойств отрицательных аэроионов в медицине Kerr K.G. и соавторы (2006); Просвирина О.Н. (2007); Suzuki S. и соавторы (2008); Дикова О.В. (2009); Laza V. (2009); Arora D. и Batra P. (2014); Wiszniewski A. и соавторы (2014); Wallner P. и соавторы (2015); Мещеряков А.Ю. (2017); Chu C.H. и соавторы (2019).

Вопросами морфогенеза печени занимались Suksaweang S. и соавторы (2004); Индюхова Е.Н. (2015); Шишкина Д.А. и соавторы (2016); Нехайчук Е.В. (2018); Бронникова Г.З. (2019); Сковородин Е.Н. и

Бронникова Г.З. (2019); Котарев В.И. и соавторы (2020); Челнокова М.И. (2021).

Однако в научной литературе нет сведений о влиянии искусственной аэроионизации на морфогенез печени гусиных эмбрионов.

**Цель и задачи исследования.** Цель исследования – изучить влияние аэроионизации на рост гусиных эмбрионов и морфологию их печени.

**Задачи исследования:**

1. Изучить влияние аэроионизации на рост гусиных эмбрионов;
2. Определить влияние аэроионизации на динамику массы печени гусиных эмбрионов;
3. Установить влияние аэроионизации на макроморфометрические показатели печени гусиных эмбрионов;
4. Определить влияние аэроионизации на цитометрические показатели гепатоцитов гусиных эмбрионов.

**Научная новизна.** Научная новизна проведенных исследований заключается в том, что впервые изучено влияние аэроионизации на рост гусиных эмбрионов Линдовской породы. Впервые проведено экспериментальное исследование по изучению влияния отрицательных аэроионов на макроморфометрические показатели печени гусиных эмбрионов. Впервые определены такие цитометрические показатели как площадь гепатоцитов и их ядер у эмбрионов гусей, развивающихся при искусственной аэроионизации.

**Теоретическая и практическая значимость работы.** Теоретическая значимость диссертационной работы состоит в том, что поставленные вопросы направлены непосредственно на повышение эффективности птицеводства.

Полученные данные дополняют и расширяют имеющиеся сведения о использовании искусственной аэроионизации в птицеводстве, в частности в технологической схеме инкубирования яиц, и открывают новые возможности для изучения гистогенеза и органогенеза печени гусиных эмбрионов.

Результаты исследований вошли в научно-практические рекомендации «Использование искусственной аэроионизации при инкубировании гусиного яйца» (одобрены НТС Министерства сельского хозяйства Пензенской области протокол №3 от 04.10.2021 года).

В практической работе использование искусственной аэроионизации при эмбриональном развитии гусей будет являться стимулирующим фактором, оказывающим положительное влияние на развитие гусиных эмбрионов.

Материалы диссертационной работы могут быть использованы на биологических и ветеринарных факультетах в учебном процессе при чтении лекций, проведении лабораторных занятий по эмбриологии и птицеводству, а так же в научно-исследовательской работе; при написании учебников, учебных пособий, монографий; в птицеводстве при инкубации яиц.

**Методология и методы исследования.** Методологической основой диссертационной работы являлись научные работы отечественных и зарубежных исследователей, изучавших свойства отрицательных аэроионов на биологические объекты в целом и, на эмбриогенез, в частности. В работе использованы современные методы исследований: макро- и микропрепарирования, органомерия, гистологические методы с последующим статистическим анализом полученных данных.

**Основные положения, выносимые на защиту:**

1. Показатели, характеризующие рост гусиных эмбрионов, инкубируемых под действием искусственной аэроионизации и без неё;
2. Данные, характеризующие прирост массы печени гусиных эмбрионов на фоне применения искусственной аэроионизации;
3. Макроморфометрические показатели печени при применении аэроионизации;
4. Цитометрические изменения в гепатоцитах при аэроионизации.

**Степень достоверности и апробация результатов.** Достоверность полученных результатов обусловлена достаточным количеством гусиных эмбрионов и подтверждается статистической обработкой.

Основные положения работы были представлены и обсуждены на: Международной научно-практической конференции молодых ученых «Инновационные идеи молодых исследователей для Агропромышленного Комплекса России» (Пенза, 2019); Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых «Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК России» (Пенза, 2019); 20-й национальной научно-практической конференции с Международным участием по патологической анатомии животных «Актуальные вопросы патологии, морфологии и терапии животных» (Уфа, 2020); Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых «Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК России» (Пенза, 2020); XV Конгрессе Международной ассоциации морфологов (Ханты-Мансийск, 2020); Всероссийской (национальной) научно-практической конференции «Инновационные решения актуальных проблем в области ветеринарии» (Курск, 2021).

Материалы диссертации используются в учебном процессе на кафедрах аграрных ВУЗов: ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет», ФГБОУ ВО «Великолукская государственная сельскохозяйственная академия», ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет», ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет», ФГБОУ ВО «Самарский государственный аграрный университет», ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет», ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», а также в производственной деятельности крестьянского (фермерского) хозяйства (КФХ) Тюрденов Р.Н. Пензенской области.

**Личный вклад.** Диссертационная работа является результатом научных исследований автора в период с 2018 по 2021 годы. Соискатель лично провел эксперимент по изучению влияния аэроионизации на рост гусиных эмбрионов и морфологию их печени. В ходе выполнения диссертационной работы автор использовал морфологические методики для изучения роста гусиных эмбрионов и морфологии их печени.

**Публикации.** Положения диссертационной работы достаточно полно отражены в 9 научных работах, в том числе в 3 публикациях в рецензируемых журналах из перечня ВАК РФ. Общий объем публикации составляет – 2,9 п.л., из которых 1,86 п.л. принадлежат лично соискателю.

**Объем и структура диссертации.** Диссертация изложена на 161 страницах компьютерного текста и включает разделы: введение, обзор литературы, материалы и методы исследования, результаты собственных исследований, обсуждение результатов собственных исследований, заключение, рекомендации производству, перспективы дальнейшей разработки темы, список литературы, приложения. Список литературы включает 209 источников, в том числе 62 зарубежных. Работа иллюстрирована 53 рисунками (фотографиями, микрофотографиями и графиками).

## 1. Обзор литературы

### 1.1 Влияние аэроионизации на животных, птицу и человека

У истоков познания значения отрицательных аэроионов для биологических объектов, а впоследствии и внедрение аэроионизации в профилактику и лечение, стоял наш соотечественник Чижевский А.Л. (1989).

По данным Хусаинова В.Р. (1993) под влиянием аэроионизации отмечается повышение уровня обменных процессов, улучшение гематологических показателей, повышение физиологической резистентности и иммунобиологической реактивности организма поросят-сосунов.

Бароев Т.Р. (2013) анализировал формирование и поддержание микроклимата в свинарниках маточниках в зависимости от местного климата, видов установок комбинированных ИК и ультрафиолетового облучения, уровня ионизации воздуха в помещении.

Дементьев Е.П. и соавторы (2004) указывают, что ионизация воздуха сопровождается благоприятными физиологическими изменениями в организме поросят, что увеличивает интенсивности их роста на 9-12%.

Rademacher С. и соавторы (2012) изучали влияние отрицательных ионов при выращивании поросят. Исследователи испытывали систему аэроионизации, выдающую  $1,25 \times 10^{16}$  ионов в секунду. Авторы отметили повышение живой массы поросят, снижение смертности на 1,2 %, снижение содержания пылевых частиц в воздушном пространстве на 60-80%.

Аниным А.Н. (2007) установлено, что применение эфирных масел и аэроионизации при выращивании молодняка свиней повышает среднесуточные и абсолютные приросты живой массы на 21,02 % и 16,39

%; предубойную массу, массу парной туши и убойный выход на 16,75 %, 17,70 % и 4,68 % соответственно.

Дементьев Е.П. и соавторы (2019) изучали изменение морфологических показателей желез внутренней секреции свиней под влиянием аэроионизации и пришли к выводу, что под влиянием аэроионизации активизируется функция желез внутренней секреции, что приводит к увеличению интенсивности роста свиней на 10,5 %.

Tanaka A. и Zhang Y. (1996) изучали действие отрицательной ионизации в свиномнике. Авторы установили, что ионизация снижает количество модифицированной вдыхаемой и выдыхаемой пыли на 46 %.

Alonso C. и соавторы (2016) утверждают, что расстояние до источника ионов, тип патогена и размер частиц влияли на эффективность удаления вирусов с помощью электростатической системы ионизации частиц. Снижение содержания инфекционных агентов в воздухе с помощью технологии электростатической системы ионизации частиц потенциально может снизить микробиологическое воздействие на свиней и людей в закрытых животноводческих помещениях.

Цепелева Е. и Дементьев Е. (2011) представляют взаимосвязь спектра естественной ионизации и основных параметров микроклимата животноводческих помещений.

В статье Головановой В.В. и Лопаевой Н.Л. (2021) рассмотрено действие аэроионизации в животноводстве. Проведено исследование с результатом, который характеризует аэроионизацию, как положительное оказывающее влияние на функции организма и его процессов.

Бушунова Н.Л. (2005) установила, что наиболее эффективной, для бройлеров является ионизация длительностью 10 минут с концентрацией 1450 тыс. ион/см<sup>3</sup> в течение 5 дней с последующим двухдневным перерывом.

По данным Алексева И.А. и Зайцевой М.Н. (2018) в условиях гусиной фермы с целью оптимизации микроклимата в цехе выращивания

гусят испытан искусственный аэроионизатор «Элион-132». Испытуемый аэроионизатор при трех часовой экспозиции, позволяет насыщать воздух в указанном помещении полезными отрицательными аэроионами кислорода до требуемой нормы, в пределах 200 тыс. ион/см<sup>3</sup>.

Царёва Е.А. и Кузнецов С.И. (2013) применяли аэроионизацию при выращивании бройлеров. Исследователи пришли к выводу, что под действием аэроионизации уменьшается на 2 % падеж, а масса бройлеров увеличивается на 8,8 %, в конце откорма.

По данным Шкурко Д.И. (2004) отрицательные аэроионы как в отдельности, так и в комбинации с низкоинтенсивным магнитолазерным излучением ИК-спектра активизировали повышение живой массы, содействовали более напряженному развитию bursa fabricii. Исследователь полагает, что дифференцированное действие низкоинтенсивного магнитолазерного излучения с выдержкой одна, две и три минуты в возрасте 21 суток (однократно) после предварительной аэроионизации способствовало получению цыплят-бройлеров с живой массой 1712-1851 г ( $P < 0,001$ ) против 1693 г в контроле в возрасте 38 суток. Аэроионотерапия при последующей магнитолазерной терапии способствовала повышению сохранности поголовья цыплят-бройлеров до 98,5 - 100 %.

Кириллов Н.К. и соавторы (2007) пришли к выводу, что использование аэроионизации в комбинировании с эфирными маслами чабреца и лимона содействует изменению санитарно-гигиенического состояния воздуха помещений инкубаторно-птицеводческой станции в лучшую сторону. При этом скопления влаги, вредных газов и микроорганизмов уменьшается от 10 до 35 %.

Лемесева А.Е. и соавторы (2014) указывают, что выращивание бройлеров при отрицательно заряженных аэроионах приводит к достоверному увеличению на 8–16 % абсолютной массы щитовидной железы в возрастном промежутке с 10 до 30-суточного возраста. Высота тиреоидного эпителия увеличивается на 19–20 % в 5-, 10-, 25- и 35-

суточном возрасте. Величина фолликулов железы, напротив, под действием отрицательных аэроионов оказалась на 16–20 % меньше, чем в контроле.

Имеются сведения о влиянии аэроионизации на морфогенез яичника и яйцевода куриных эмбрионов (Бирюкова Е.Е и Хохлов Р.Ю., 2017, 2018).

Лемесевой Е.А. и Кузнецовым С.И. (2020) установлено позитивное действие отрицательно заряженных аэроионов на морфологию щитовидной железы бройлеров.

По данным Литвиновой В.В. и Кузнецова С.И. (2015) непрерывная аэроионификация при выращивании цыплят-бройлеров оказала положительное влияние на мясную продуктивность и резистентность выращиваемой птицы.

Зебяркина К.А. (2017) указывает на положительные двигательные реакции птиц на действие искусственной ионизации воздуха.

Гончаров А.И. (2007) приводит данные, что в помещениях инкубаторно-птицеводческой станции аэроионизация воздуха в комбинации с эфирными маслами чабреца и лимона содействовала уменьшению относительной влажности воздуха на 8,63 %, скопления аммиака на 34,97 %, сероводорода на 41,40 %, диоксида углерода на 0,07 %, пыли и микроорганизмов в 2 раза. Что касается обработки яиц ионароматозной смесью до инкубации, то она содействовала повышению вывода и выводимости цыплят. Так же исследователь установил, что под воздействием отрицательных ионов кислорода в комбинации с эфирными маслами чабреца и лимона в крови кур фиксируется повышение красных клеток крови на 10,50 %, лейкоцитов на 3,22 %, гемоглобина на 7,15 %, уровня общего белка в сыворотке на 8,54 %, гамма-глобулинов на 14,92 %.

Курило И.П. и Будевич А.И. (2007) установили, что отрицательно заряженные аэроионы, в зависимости от количества и экспозиции, характеризуются позитивным влиянием на развитие птицы. Увеличивается

выводимость яиц на 4,3 %, а вывод цыплят на 6,5 %. Обработка цыплят лёгкими отрицательными аэроионами (ЛОАИ) в количестве  $10 \times 10^4$  см<sup>3</sup> каждый час по пятнадцать минут, способствует повышению живой массы на 6,4 %. Взрослая птица под влиянием лёгких отрицательных аэроионов по такой же схеме имела повышенную яйценоскость - на 13 %, выход инкубационных яиц увеличился на 3,3 %, уменьшился на 14,2 % возраст достижения 50 % яйцекладки.

Будевич А.И. с соавторами (2006) установил, что воздействие лёгких отрицательных аэроионов кислорода (ЛОАИ) в определённых концентрациях и режимах применения оказывает положительный эффект на сельскохозяйственную птицу. Все группы кур различных возрастов, подвергавшиеся обработке ЛОАИ, имели более высокие результаты по продуктивности. Яйценоскость взрослой птицы в расчёте на начальную несушку была выше на 19,3 яйца, выход инкубационных яиц в 60 недель – на 3,3 %, а показатель сохранности – на 10,7 % в сопоставлении с контролем.

Нестеровой Н.В. (2019) рассмотрено преимущество применения аэроионизации воздуха в птичниках клеточного содержания.

Митин С.Г. и соавторы (2012) доказали, что аэроионизация и скармливание муки ягод рябины обыкновенной в бройлерном птицеводстве положительно влияли на процессы метаболизма протеина в организме цыплят-бройлеров.

Абузярова Г.А., Хохлов Р.Ю. (2019, 2020, 2021) изучали влияние отрицательных аэроионов гусиных эмбрионов.

Patil V.N. и соавторы (2014) провели эксперименты по выявлению влияния отрицательной аэроионизации на эмбриональное развитие куриных эмбрионов. Авторы установили, что в случае применения аэроионизации в течение всего периода инкубации (21 сутки) был выявлен меньший процент нормально вылупившихся яиц, чем в контрольной партии. Тогда как в другом варианте эксперимента, при котором яйца

подвергались ионизации при непрерывном применении в течение инкубационного периода с 13-го по 20-е сутки, был выявлен большой процент нормально вылупившихся яиц по сравнению с контрольной партией.

Herbut E. и соавторы (1997) установили, что отрицательная ионизация воздуха компенсирует негативное воздействие на цыплят низкой и высокой влажности.

Herbut E. и соавторами (2018) установлено, что воздействие на выращиваемых цыплят повышенной температуры воздуха ( $37^{\circ}\text{C}$ - $23^{\circ}\text{C}$ ) ускоряет расщепление отрицательных ионов, по сравнению с температурой ниже на  $10^{\circ}\text{C}$ . Аэроионизация воздуха снижает негативное влияние высокой температуры на цыплят. Повышенная влажность (85%) воздуха также способствовала разрушению отрицательных ионов. Результаты исследований показывают, что ионизация воздуха является элементом окружающей среды, способствующим повышению продуктивности цыплят-бройлеров.

Черников Г.Б. (1989) изучая действие аэроионов на эмбриогенез бройлеров, сделал заключение, что отрицательно заряженные аэроионы способны, и стимулировать и подавлять развитие куриного эмбриона. По его мнению сеансы аэроионизации должны быть на уровне 25000-35000 ионов в одном кубическом сантиметре и продолжаться по восемь минут каждый час. Начинать такие сеансы следует с третьего дня развития эмбрионов, а заканчивать на девятнадцатые сутки эмбриогенеза. При такой технологии отмечается лучшее развитие цыплят после вылупления.

Камалов Р.А. и соавторы (2019) реализовали эксперимент по исследованию действия искусственной аэроионизации на кур. Экспериментаторами найдено, что при круглосуточной эксплуатации прибора «Аэротон» количество отрицательно заряженных аэроионов в зале с экспериментальными курами превышало содержание отрицательных аэроионов в контрольном зале примерно в четыре раза и составляло 70000

в одном кубическом сантиметре. После того как прибор выключали концентрация отрицательно заряженных аэроионов за двадцать пять – тридцать минут уменьшалась до значений в контрольном зале. В результате экспериментаторы резюмировали, что наилучший вариант использования прибора «Аэротон» это один час работы, потом тридцать минут пауза и так на протяжении периода яйценоскости.

Laza V. и Volboacă S.D. (2008) изучали, как влияют отрицательные аэроионы на инкубационное яйцо. Авторы полагают, что большие дозы отрицательных аэроионов в первой трети эмбрионального развития имеют отрицательное влияние. Вместе с тем, аналогичная процедура, но во второй половине эмбриогенеза имеет позитивный эффект на зародышей.

Поспелов В.В. и др. (1985) определяли, как влияют отрицательные аэроионы на обменные процессы липидов у кур. Авторы провели эксперимент на цыплятах продолжительностью с первого по тридцатый день. В течение этого периода проводили сеансы аэроионизации по восемь часов, применяя разные дозы аэроионов: десять тысяч, пять тысяч и тысяча ионов в одном кубическом сантиметре. В результате проведенного эксперимента определено, что аэроионы в первые десять дней снижали концентрацию лецитина, холестерина, однако к концу эксперимента различий не отмечалось.

Рудаков В.В., Александрова С.К. (1987) исследовали воздействие отрицательных аэроионов на яйца во время инкубационного периода. Исследователи отмечают увеличение массы птицы и её сохранности на фоне снижения расхода комбикорма.

Лепешенков В.Ф. и соавторы (1987) изучали действие отрицательных аэроионов применительно к органам эндокринной системы. По их данным искусственная аэроионизация влияет на морфологические и функциональные показатели *glandula thyroidea*.

Цыганюк О.В. (1987) считает, что использовать искусственную аэроионизацию при инкубировании яиц целесообразнее в период

эмбриогенеза когда начинает действовать зародышевая оболочка аллантоис.

Пярнасте Э.Э., Махова С.А. (1988) исследовали как воздействуют отрицательные аэроионы на эмбриогенез индюков. Исследователи установили, что аэроионизационная обработка способствовала повышению выводимости и жизнеспособности индюшат.

Родионов Н.Н. и соавторы (1983) изучали эффект от аэроионизации на цыплятах бройлерах. Исследователи установили, что искусственная аэроионизация оказывает благотворное влияние на защитные свойства организма, так как зафиксировано, что лейкоциты повысили фагоцитарную активность. Так же под действием отрицательных аэроионов в крови изменяется концентрация таких элементов как Na и K. Авторы указывают на рост количества эритроцитов, увеличение концентрации Са и гемоглобина в крови бройлеров.

Сторчевой В.Ф. (1994) исследовал действие озона и отрицательных аэроионов на яичных курах. Автор указывает на благотворное влияние изучаемых факторов и утверждает, что яичная продуктивность увеличилась на шесть – восемь процентов, сохранность поголовья повысилась на 1,5 %.

Семенов К.П. (1981) изучал влияние искусственной аэроионизации на яичных курах. Автор приводит аргументы в доказательство того, что искусственная аэроионизация позитивно действует на продуктивные качества птицы и способствует получению большого количества яйца. Кроме того автор отмечает, что под действием аэроионизации размеры яиц увеличиваются.

Laza V. и Lotrean L. (2009) представили несколько примеров, иллюстрирующих биологическое воздействие малых ионов воздуха на куриные яйца и лабораторных животных. Авторы подтверждают результаты других исследователей, что отрицательные ионы воздуха оказывают нормализующее действие, возвращают к норме

гематологические показатели или гистологическую структуру измененных органов и могут стать ценным дополнением к другим формам терапии.

Mitchell B.W. и King D.J. (1994) утверждают, что использование генераторов отрицательных ионов воздуха снизило воздушную передачу штамма Роакина вируса Ньюкаслской болезни в среднем от 6,6 % до 27,7 %. При некоторых видах лечения было получено достоверное ( $P \leq 0,05$ ) снижение передачи инфекции.

Кириллов Н.К. и соавторы (2007) применили пробиотик «Споросан» в условиях молочного комплекса в дозе 20 мл в расчете на одну голову в сочетании с легкими аэроионами кислорода отрицательной полярности в концентрации  $25 \times 10^4$  ион/см<sup>3</sup> воздуха, что способствовало улучшению физиологического статуса, морфологии крови на 5,38 % ( $P < 0,05$ ), биохимического профиля сыворотки крови - на 6,95 % ( $P < 0,01$ ), естественной резистентности - на 24,50 % ( $P < 0,01$ ) и повышению среднесуточного роста массы – на шесть процентов. Авторы не обнаружили отрицательного влияния искусственной аэроионизации на телят, о чём свидетельствуют представленные в работе данные.

Алексеев И.А. и соавторы (2018) представили результаты применения аэроионов ( $250000$  ионов в  $1 \text{ см}^3$ , с экспозицией 90 минут ежедневно) и ароматического масла лаванды при выращивании телят. Под влиянием отрицательно заряженных аэроионов кислорода отдельно и при комплексном их применении с ароматическим маслом лаванды, происходило достоверное уменьшение в воздухе помещений: влажности от шести до восьми процентов,  $\text{NH}_3$  - от тридцати трех до сорока девяти процентов,  $\text{H}_2\text{S}$  – от восемнадцати до двадцати процентов,  $\text{CO}_2$  - на одну десятую процента, пылевой загрязненности – от сорока трех до шестидесяти процентов и микробной обсемененности воздуха – от тридцати пяти до пятидесяти процентов. На фоне использования аэроионов и масла лаванды происходило увеличение в крови опытных животных, по

сравнению с контрольными аналогами, количества красных кровяных телец на 6-7 %, Hgb - на 5 %, общего белка сыворотки крови - на 3,34 %-5,05 %,  $\gamma$ -глобулинов - на 9-15 % и повышение прироста живой массы на 60-е сутки опыта на 4,54-6,73 %. Более высокие показатели отмечены в опытной группе, где аэроионы применяли в сочетании с ароматическим маслом лаванды.

Васяев В.А. (1998) во время сеансов аэроионизации у телят установил повышение аппетита, увеличение двигательной активности и устойчивую реакцию на внешние раздражители. У животных подвергавшихся воздействию сеансов аэроионизации повышается интенсивность роста. Так за месяц среднесуточный прирост в контрольной группе оказался на 12,2 % меньше, чем в опытной группе.

В работе Лободиной Ж.В., Цепелевой Е.В., Дементьева Е.П. (2015) анализировалось действие на организм телят совместного и отдельного использования аэроионов и пробиотика «лактобактерин».

Лободиной Ж.В. и соавторами (2015) показано, что под действием аэроионов улучшается санитария микроклимата. Действие аэроионизации и пробиотика Споровит оказало большее позитивное воздействие на телят, по сравнению с отдельным их применением.

Лободина Ж.В. (2016) исследовала, как влияют отрицательные аэроионы отдельно и в сочетании с пробиотиками. Автор приходит к выводу, что одновременное применение этих факторов усиливает благотворное влияние на молодняк крупного рогатого скота.

Цепелевой Е.В. и Дементьевым Е.П. (2012) изучена эффективность применения отрицательных аэроионов при содержании крупного рогатого скота, а также на фоне иммунизации от ротавируса и сальмонеллеза. В качестве параметров исследования авторы выбрали естественную резистентность, иммунитет. Установлено, что наличие отрицательных аэроионов в коровнике, во-первых, улучшает характеристики микроклимата, во-вторых, у иммунизированных телят отмечается рост

специфического иммунитета и специфической резистентности, в-третьих, ученые приводят доказательства, что молодняк полученный от коров, которые находились в зоне действия отрицательных аэроионов, отличался более интенсивной выработкой колострального иммунитета.

Дементьев Е.П. и соавторы (2015) пришли к выводу, что процедуры аэроионизации в течение месяца кратностью дважды в день и продолжительностью 45 минут с уровнем 250000-300000 ионов в кубическом сантиметре улучшает санитарное состояние микроклимата и уровень естественной резистентности телят, а если использовать препарат «Лактобактерин» в комплексе с аэроионизацией, то отмечается усиленный эффект на молодняк крупного рогатого скота.

Дементьев Е.П. и соавторы (2019) приводят данные по динамике гематологических показателей телят после применения препарата «Споровит» в сочетании с аэроионизацией. Авторы отмечают, что у телят повысились основные показатели естественной резистентности.

По данным Абрамова С.С. и Ганкович В.И. (1983) применение отрицательных аэроионов способствует повышению уровня естественной защиты организма, улучшает микроклимат в помещении, снижает заболеваемость телят бронхопневмонией.

Абрамов С.С. (1989) установил, что под влиянием искусственной униполярной отрицательной аэроионизации воздуха в помещениях для телят активизируются обменные процессы в организме животных. Наиболее высокий стимулирующий эффект на обменные процессы оказывают отрицательные аэроионы в концентрациях от  $15 \times 10^4$  до  $20 \times 10^4$  в  $1 \text{ см}^3$  воздуха.

Сторчевой В.Ф. и Кабдин Н.Е. (2020) разработали ионизатор воздуха для животноводческих ферм, позволяющий улучшать микроклимат в помещении для животных. По данным авторов рациональные режимы: общая емкость ионизатора 1,5 мкФ; ток разряда 75 мА; температура +283 К, влажность 67%.

Резчиков В.Г. и Грищенко Н.В. (2009) рассмотрели возможность использования аэроионной технологии для повышения урожайности сельскохозяйственных культур и продуктивности животных.

Шешунова Е.В., Шмигель В.В. (2019) изучая изменение характеристик воздуха под действием аэроионизации указывают, что отрицательные аэроионы способствуют снижению токсичности и очищает воздух от пыли и микробов. Практическим путем авторы определили, что отрицательные аэроионы показывают лучший эффект в противовес положительным аэроионам обнаруживают лучший эффект на животных, а также проявляют лечебное и гигиеническое значение.

Шмигель В.В. и соавторы (2020) для регулирования ионного микроклимата использовали аэроионизатор (максимальное напряжение 10 кВ, ток 25 мкА). Таким образом, концентрация пыли в воздухе в коровнике (42...132 мкг/м<sup>3</sup>) была снижена на 12,7...26,2 %. Также авторы отмечают, что интенсивный прирост веса коров обусловлен повышением обмена веществ на фоне применения искусственной аэроионизации.

Соколов Г.А. и соавторы (2004) пришли к выводу, что искусственная аэроионизация волов в дозе 250-300 тыс./см<sup>3</sup> отрицательных легких аэроионов продолжительностью 1,5-2 часа, трижды в сутки, в течение 3-х месяцев с подготовительным периодом в 10 дней оказывает стимулирующее влияние на специфическую реактивность организма продуцентов сыворотки против сальмонеллеза. При этом наибольший стимулирующий эффект наблюдается в случае проведения аэроионизации в течение 30-50 дней.

Ховарёвой С.О. (2017) показано влияние отрицательных аэроионов на сельскохозяйственных животных.

Бинеевым Э.А. (2012) описан опыт использования ионизаторов воздуха для восстановления и поддержания оптимальной концентрации аэроионов в рабочей зоне предприятия связи. Установлено снижение

заболеваемости и улучшение условий труда по запыленности воздуха и другим показателям.

Лысенко А.В. и соавторы (2016) утверждают, что уровень аэроионизации, не соответствующий нормируемым требованиям, отрицательно влияет на точность выполнения умственной работы и физическую работоспособность, на показатели функционального состояния сердечнососудистой, дыхательной, нервной систем организма студентов.

Брагин Л.Х. и соавторы (2008) провели экспериментальное исследование с участием человека по выяснению действия отрицательных аэроионов на физиологические параметры и работоспособность в условиях пребывания в гермообъекте.

Перевозкина М.О. и Лопаева Н.Л. (2020) указывают на высокую терапевтическую эффективность лечения и профилактики различных заболеваний с помощью аэронизатора.

Шумилин В.К. и Шумилина Г.И. (2014) приводят данные о пользе и необходимости проведения аэроионизации воздуха на рабочих местах и предлагают методику подбора необходимых типов аэроионизаторов и их количества.

В статье Булгаковой Е.В. и Сулкарнаевой Г.А. (2017) рассматривается проблема аэроионизации воздушной среды рентгеновских кабинетов. Отмечается неблагоприятное действие положительных и благоприятные эффекты отрицательных аэроионов.

Дикова О.В. (2009) изучала как влияют отрицательные аэроионы на больных с диагнозом экзема. По её данным отрицательные аэроионы кислорода способствовали незначительному улучшению биохимических показателей. Применение аэроионизации при лечении больных экземой увеличивает терапевтический эффект, который проявляется в уменьшении времени пребывания в стационаре с одновременным увеличением количества вылеченных.

Результаты исследований Мещерякова А.Ю. (2017) показывают какое влияние оказывает аэроионизация на больных. В эксперименте аэроионы проникали в организм посредством ингаляции и непосредственно на тело в местах язв, ран. В результате такого воздействия фиксировалось, что у большинства больных улучшалось функционирование легких, сердца, органов ЖКТ.

Chu С.Н. и соавторы (2019) изучали влияние отрицательных ионов воздуха на когнитивные функции у молодых мужчин, в частности, изучалось, могут ли отрицательные аэроионы влиять на поведенческие и нейроэлектрические показатели торможения. Исследователи указывают на то, что аэроионизация приводит к общему улучшению как базовой обработки информации, так и торможения.

Wiszniewski А. и Suchanowski В. (2014) провели эксперимент в котором мужчины и женщины разного возраста подвергались воздействию отрицательных или положительных ионов воздуха по несколько часов в день в течение от нескольких до более десяти дней. В ходе этих экспериментов были определены сдвиги их систолического/диастолического давления и пульса. Анализы показали статистически значимое влияние ионизированных частиц, прежде всего на артериальное давление. Воздействие на человека с нормальными показателями кровообращения шесть часов в день в течение более чем десяти дней отрицательными ионами воздуха в концентрации 10000 ионов/см<sup>3</sup> приводит к падению систолического давления на 5 % и диастолического давления примерно на 2 %, но не оказывает никакого влияния на пульс. Этот эффект действует до тех пор, пока оба давления не достигнут стабильного уровня, который, вероятно, можно считать оптимальным для данного человека. Однако воздействие на людей положительных ионов воздуха в концентрации 25000 ионов/см<sup>3</sup> приводит к дестабилизации показателей кровообращения.

Козлов С.А. и Рыгин Е.А. (2018) пришли к выводу, что влияние гемокорректоров на фоне аэроионотерапии оказывает антирадикальный и антиацидотический эффект, проявляющийся компенсацией нарушений кислотно-основного состояния и угнетением реакций перекисного окисления липидов.

Чинкин А.С. и соавторы (2007) изучали действие отрицательно заряженных аэроионов на функциональное состояние и физическое развитие молодых пловцов. При анализе физического развития исследуемого контингента установлено, что достоверно увеличились длина и масса тела юных пловцов как экспериментальной, так и контрольной групп.

Македонской О.Г. и соавторами (2010) показана возможность длительного сохранения нативного состояния эритроцитов донорской эритроцитной массы при применении барботажной аэроионизации.

По данным Jiang S.Y. и соавторов (2018) отрицательные ионы воздуха облегчают симптомы аллергии на пыль, споры плесени и другие аллергены. Также негативные аэроионы можно использовать для высокоэффективного удаления твердых частиц, находящихся в воздухе.

Shepherd S.J. и соавторы (2010) на основании своих исследований делают заключение, что отрицательно заряженные аэроионы могут препятствовать бактериальному заражению медицинского оборудования.

Tyagi A.K. и Malik A. (2010) пришли к выводу, что антибактериальный эффект паров эфирного масла может быть существенно усилен отрицательными аэроионами.

Ogungbe A.S. и соавторы (2010) приводят сведения, что повышенный уровень отрицательных ионов воздуха оказывает благотворное воздействие на человека, включая снижение усталости, уровня стресса, раздражительности, депрессии и напряженности. А повышенный уровень положительных ионов оказывает вредное воздействие. Избыток

положительных ионов вызывает передозировку нейrogормона стрессовой реакции серотонина в организме человека и животных.

Ryushi T. и соавторы (1998) показали, что воздействие отрицательных ионов воздуха приводит к медленному восстановлению диастолического артериального давления и снижению уровней серотонина (5-НТ) и дофамина в восстановительном периоде после умеренных упражнений на выносливость.

Arora D. и Vatra P. (2014) изучали влияния воздействия отрицательных ионов воздуха (экспозиция 1000-1200 ионов/см<sup>3</sup> в течение 10 дней) на избирательное и устойчивое внимание учеников в возрастном диапазоне 14-16 лет, со средним уровнем внимания. Результаты показали, что терапия отрицательными ионами воздуха усиливает избирательное и устойчивое внимание подростков.

Bailey W.H. и соавторы (2018) по результатам экспериментальных исследований пришли к выводам, что лабораторные животные, подвергавшиеся воздействию положительных и отрицательных ионов воздуха в течение от нескольких минут до нескольких лет в диапазоне интенсивностей в пять логарифмических единиц, не показали какого-либо последовательного или надежного влияния на показатели поведения, обучения и памяти, нейромедиаторов, функции трахеи, респираторной инфекции, сердечно-сосудистой функции, репродукции и роста, канцерогенеза или других конечных точек здоровья. Эти данные не свидетельствуют об отрицательном или положительном влиянии воздействия ионов воздуха на здоровье и не предполагают какого-либо биологического механизма взаимодействия, за исключением, возможно, механосенсорной стимуляции поверхностей тела статическими электрическими полями при высоких концентрациях ионов воздуха.

Escombe A.R. и соавторы (2009) приводят данные, что ультрафиолетовое излучение и отрицательная ионизация воздуха

предотвращали большую часть передачи туберкулеза воздушно-капельным путем.

Wallner P. и соавторы (2015) провели исследование, чтобы определить, влияют ли более высокие уровни ионов воздуха на когнитивные функции, самочувствие, функцию легких и сердечно-сосудистую функцию. Авторы не обнаружили влияния ионов воздуха на функцию легких и на самочувствие.

Kerr K.G. и соавторы (2006) исследовали влияние отрицательных ионов воздуха на колонизацию/инфицирование метициллинрезистентным золотистым стафилококком и ацинетобактериями в отделении интенсивной терапии. Авторы пришли к заключению, что ионизаторы могут играть определенную роль в профилактике ацинетобактерных инфекций.

По данным Эрдынеевой Б.С. и Примака Т.Д. (2019) под влиянием отрицательных аэроионов (генерация ОАИ до 5000 ион/см<sup>3</sup> воздуха) биоплёнко-образующая активность *S. aureus* достоверно снижается, в том числе и у штаммов MRSA.

Laza V. (2009) приводит данные, что у юных спортсменов, получавших отрицательные ионы воздуха (концентрация 16000-18000/см<sup>3</sup> по 15-20 минут ежедневно в течение двух недель), наблюдалась лучшая сердечно-сосудистая и дыхательная адаптация к нагрузке: пульс и артериальное давление быстрее возвращались к норме.

Wachman С.Н. и соавторы (1966) провели эксперимент и пришли к выводу, что воздействие различных концентраций ионов любой полярности вызывало выраженные эффекты. Помимо общей двигательной активности у крыс были зафиксированы еще шесть поведенческих параметров. Самая низкая концентрация ионов была наиболее эффективной.

Hinsull S.M. и соавторы (1981) исследовали влияние непрерывной положительной и отрицательной ионизации на рост крыс в пре- и постнатальном периоде до 10-недельного возраста. Было установлено, что

непрерывное воздействие положительными ионами в концентрации  $1,0 \times 10^4$  ионов/мл не оказывали вредного воздействия на животных ни на одной стадии их развития. Напротив, воздействие отрицательными ионами в той же концентрации во время беременности и в раннем постнатальном периоде приводили к некоторым неблагоприятным последствиям для роста и развития. Однако, когда воздействие этого уровня отрицательных ионов началось во время отъема, никаких побочных эффектов не наблюдалось.

Hinsull S.M. и соавторы (1983) установили, что непрерывная отрицательная ионизация воздуха в течение двух поколений приводит к уменьшению массы тимуса по сравнению с контрольными значениями. Данные о весе надпочечников свидетельствуют о том, что этот эффект не был опосредован стрессовым эффектом. Авторы полагают, что может иметь место прямое действие отрицательных ионов на иммунную систему.

Hinsull S.M. и Head E.L. (1986) показали, что положительные ионы не оказывают какого-либо неблагоприятного влияния на репродуктивные возможности или рост лабораторных крыс. Напротив, показано, что воздействие повышенных уровней положительных ионов способствует общему росту, особенно, у самцов крыс. Это действие положительных ионов возрастает с каждым последующим поколением, подвергающимся воздействию ионов.

Результаты исследований Noyce J.O. и Hughes J.F. (2002) показывают, что воздействие отрицательных и особенно положительных ионов оказывает смертельное воздействие на клетки кишечной палочки. Авторы полагают, что гибель клеток может быть вызвана физиологическим изменением внешней мембраны в результате ионных взаимодействий.

Noyce J.O. и Hughes J.F. (2003) указывают на то, что воздействие отрицательных или положительных ионов оказывает смертельное действие на истощенные клетки *Pseudomonas veronii*. Гибель клеток может быть

вызвана ионным проколом клеточной стенки в результате накопления ионов на внешней мембране.

Результаты Seo К.Н. и соавторов (2001) показывают, что высокие уровни отрицательных ионов воздуха могут оказывать значительное влияние на микробную нагрузку в воздухе, и что большая часть этого эффекта происходит через прямое уничтожение организмов.

Целью исследования Fan L. и соавторов (2002) было изучение влияния озона и/или отрицательных ионов воздуха на жизнеспособность бактерий. Авторами был обнаружен сильный синергизм между озоном и отрицательными аэроионами воздуха на гибель бактериальных клеток, но степень этого эффекта варьировала в зависимости от вида бактерий.

Zhou P. и соавторы (2018) получили результаты, которые показывают, что использование отрицательных ионов имеет большой потенциал для улучшения качества воздуха в помещениях за счет снижения содержания микроорганизмов в воздухе в системах вентиляции.

Климова Е.В. (2005) делает вывод, что аэроионизация благоприятно влияет на организм лошадей, помогает им быстрее восстанавливаться после высоких нагрузок. Аэроионизация может быть введена в технологию содержания лошадей быстро-аллюрных пород для профилактики различных заболеваний.

Гончарова Л.Н. (2008) установила, что в помещении для животных искусственная ионизация воздуха не только улучшает санитарно-гигиеническое состояние воздушной среды, но и способствует более высокому проявлению половой активности и получению качественной спермы.

Губайдуллин Н.М. (2009) определял содержание азота в организме пчел при подкормках на фоне аэроионизации гнезда.

Результаты исследований Маннапова А.Г. (2009) показывают, что отрицательно заряженные аэроионы способствуют увеличению опылительной способности пчел.

Дементьев Е.П. и соавторы (2009) установили, что аэроионизация повышает санитарное достоинство микроклимата помещений, стимулирует обменные процессы, положительно влияет на иммунитет и естественную резистентность организма животных.

Krueger A.P. и соавторы (1966) установили, что продолжительная ионная обработка личинок шелкопряда вызывала следующие физиологические эффекты: заметное увеличение скорости роста личинок; усиление биосинтеза каталазы, пероксидазы и цитохром-с-оксидазы; более раннее начало прядения; значительное увеличение массы кокона при 24°C и 26°C. При 24°C обработка ионами (+) или (-) вызывала статистически достоверное увеличение массы куколки, но при 26°C это происходило только после обработки ионами (+).

Krueger A.P. и Reed E.J. (1976) указывают, что у лабораторных животных серотонин может быть подвержен влиянию полярности и концентрации вдыхаемых ионов воздуха.

Kose H. и соавторы (2010) провели эксперимент на крысах, в котором на опытную группу в течение четырех недель воздействовали отрицательными аэроионами. Авторы замечают, что не смогли обнаружить каких-либо существенных различий между группами и считают, что отрицательные аэроионы имеют ограниченное влияния на определенные биохимические параметры.

Bailey W.H. и Charry J.M. (1987) подвергали крыс воздействию  $5,0 \times 10^5$  ионов/см<sup>3</sup> в течение 66 часов и не обнаружили никакого влияния воздействия ионов воздуха или связанных с ними электрических полей постоянного тока на концентрацию серотонина у крыс.

Bhartendu I.A. и I. Menon (1978) изучали влияние отрицательных ионов воздуха на поглощение кислорода изолированными клетками печени мышей путем воздействия на клетки печени различных концентраций ионов. При концентрациях порядка  $1-2 \times 10^5$  ионов/см<sup>3</sup> поглощение кислорода всегда было выше, чем в нормальных атмосферных условиях

$3-8 \times 10^2$  ионов/см<sup>3</sup>. Для промежуточных концентраций наблюдались различные эффекты активации и ингибирования. Статистический анализ показал, что поглощение кислорода увеличивалось примерно на 14 %, когда клетки печени подвергались воздействию концентраций ионов, превышающих норму в 1-9 раз, примерно на 9 % при воздействии в 10-99 раз выше нормы и примерно на 38% при воздействии в 100-999 раз выше нормы.

Yamamoto D. и соавторы (2014) изучали влияние отрицательно заряженных аэроионов на развитие плодов крыс. В эксперименте авторы применяли аэроионизацию в количестве 7000000 отрицательно заряженных ионов в одном кубическом сантиметре, а продолжительность экспозиции составила шесть часов. Авторы отмечают, что не обнаружено патологических процессов у плодов крыс в эмбриональный период с шестого по девятнадцатые сутки.

Yamamoto D. и соавторы (2015) изучали характер действия как отрицательно заряженных, так и положительно заряженных аэроионов. Исследователи не выявили эффекта от аэроионизации на репродуктивные функции крыс. Так же авторы не зафиксировали влияния аэроионизации на рост грызунов в постэмбриональном онтогенезе.

Suzuki S. и соавторы (2008) определяли, как действуют отрицательно заряженные аэроионы на физиологические реакции (кровеное давление, частоту сердечных сокращений, вариабельность сердечного ритма) крыс. По результатам экспериментов авторы заключают, что отрицательно заряженные аэроионы значительно снижали артериальное давление и частоту сердечных сокращений. Кроме этого авторы определили, что отрицательные аэроионы могут модулировать вегетативную регуляцию и что эффекты отрицательных аэроионов могут быть опосредованы через блуждающий нерв.

Варисевич Я.С. (1995) установила, что 30-минутное воздействие отрицательно заряженных аэроионов на организм крыс вызвало повышение

активности ферментов во всех тканях и органах, а продолжительная аэроионизация (180 минут) снижала удельную активность исследуемых энзимов.

По данным Белова Г.В. и Морковкиной А.Б. (2015) пребывание крыс в камере с де- и гиперioniзированным воздухом в течение 10 суток привело к достоверному снижению поверхностной активности клеточного и внеклеточного сурфактанта легких. Максимальное отрицательное действие на сурфактант альвеол легких оказывает воздух, лишенный ионов. Вместе с тем при гиперioniзации отмечаются значительные изменения структуры респираторного отдела и поверхностной активности сурфактанта.

Сирота Т.В. и соавторы (2008) исследовали влияние вдыхания крысами ионизированного воздуха, в котором концентрация отрицательно заряженных ионов, в месте нахождения животных, составляла 320-350 тыс. ионов /см<sup>3</sup>. Показано, что вдыхание отрицательных аэроионов в течение 60 минут вызывало активацию секреции бокаловидных клеток без повреждения слизистой трахеи и изменения белкового спектра бронхо-альвеолярного смыва.

Oliverneau J.M. и Lambert J.F. (1981) исследовали влияние ионов воздуха на некоторые аспекты обучения и памяти крыс и мышей. Авторы установили, что отрицательные ионы воздуха, как правило, улучшают обучение, а положительные ионы оказывают тревожное воздействие. У животных, подвергнутых воздействию положительных ионов воздуха, наблюдаются признаки нарушения кратковременной и долговременной памяти. Отдельный эксперимент показал заметное дифференциальное влияние полярности ионов воздуха на спонтанную активность самцов крыс. На основе этих данных и результатов других исследований в области биологической ионной зависимости воздуха обсуждается поведенческое значение аэроионизации в процессах обучения и памяти в связи с метаболизмом серотонина и другими нейроэндокринными механизмами.

Lambert J.F. и соавторы (1981) установили, что крысы, подвергшиеся в течение трех недель воздействию высоких концентраций положительных ионов воздуха ( $80000$  ионов/мл), проявляют признаки пониженного возбуждения мозга.

Duffee R.A. и Koontz R.H. (1965) выясняли, является ли стресс необходимым условием для того, чтобы ионизированный воздух влиял на поведение. Вторичной целью было исследование взаимосвязи между полярностью ионов и возрастом испытуемых. В качестве испытуемых использовали крыс альбиносов штамма Вистар. Животных подвергали воздействию ионов концентрация которых составляла  $2,9 \times 10^5$  положительных ионов/см<sup>3</sup>,  $1,4 \times 10^5$  отрицательных ионов/см<sup>3</sup> и  $600$  положительных и отрицательных ионов/см<sup>3</sup> (контроль). Результаты показали, что стресс не является необходимым условием для того, чтобы ионы воздуха влияли на поведение. Изучение лабиринта усиливалось обеими полярностями ионов, особенно отрицательно ионизированным воздухом. Значительно улучшилась работоспособность старых животных, живущих в отрицательно ионизированной атмосфере.

Gilbert G.O. (1973) изучал влияние отрицательных ионов воздуха на эмоциональное поведение и содержание серотонина в мозге крыс. В результате исследований установлено, что ионы были эффективны в снижении как эмоциональности, так и серотонина. Причем эффективна была, только непрерывная ионная обработка.

Yamada R. и соавторы (2006) изучали генерируемые водой отрицательные ионы в отношении физических свойств, а также иммунологической активации и противоопухолевой активности (ингибирование канцерогенеза и роста опухоли) у мышей. Электрически генерируемые отрицательные ионы служили контролем. Исследователи делают заключение, что генерируемые водой отрицательные ионы обладали долгой жизнью, значительно усиливали цитотоксическую

активность естественных киллерных клеток, значительно снижали заболеваемость раком и подавляли рост опухоли.

Результаты исследований Diamond M.C. и соавторов (1980) показали, что отрицательные ионы воздуха изменяют вес коры головного мозга крыс, а также отрицательными ионами воздуха может быть изменена концентрация серотонина и циклических нуклеотидов.

Robinzon В. и соавторы (1983) воздействовали на крыс положительными ионами воздуха в течение 6 недель и более. Это приводило к повреждению ресничек эпителия трахеи. Вместе с тем авторы отмечают, что крысы, подвергшиеся ранее воздействию отрицательных ионов, были устойчивы к повреждающему воздействию положительных ионов.

По данным Ставровской И.Г. (1997) воздействие отрицательно заряженными аэроионами на выделенные митохондрии обеспечивает сохранение нативной структурной организации органелл в виде ассоциатов, также отрицательно заряженные аэроионы способствуют энергизации митохондрий, что проявляется в увеличении энергетического контроля, а также снижении активации дыхания. Автор, кроме того приводит аргументы за то, что действие отрицательно заряженных аэроионов, активированных адреналином, увеличивает энергетический контроль дыхания митохондрий.

Примак Т.Д. с соавторами (2012) пришли к выводу, что под влиянием искусственной аэроионизации, которая проводилась в течение ста двадцати минут отмечалось уменьшение популяции *S. warneri* с  $8 \lg (5 \times 10^8)$  КОЕ до  $6 \lg (5 \times 10^6)$  в восьмидесяти девяти процентов проб. При увеличении времени воздействия отрицательно заряженными ионами до ста восьмидесяти минут и одновременным использованием *Lactobacillus acidophilus* N.V.Ep. 317/402 антибиотикорезистентность *S. warneri* падает примерно в 4 раза.

Гудин В.А. и соавторы (2005) установили, что однократное воздействие отрицательных аэроионов в течение 1 ч вызывает у

кроликов продолжительную (около 12 ч) реакцию со стороны серотонинергической системы, характеризующуюся увеличением функциональной активности, содержания серотонина и серотонинергического индекса в крови и тканях органов животных.

Волков Г.К. (1963) изучал влияние отрицательных ионов на гематологические показатели, на половую активность самцов, качество спермы, оплодотворяющую способность. Автор установил, что насыщенность воздуха отрицательно заряженными ионами в количестве двести пятьдесят тысяч в одном кубическом сантиметре оказывает благотворное влияние на кроликов при условии проведения сеансов по два часа каждый день на протяжении двух месяцев. Что касается быков, то для них автор рекомендует увеличить экспозицию до 10 часов ежедневно с продолжительностью 2-4 месяца. Тогда как концентрация лёгких аэронов отрицательного заряда в дозе 250000 в 1 см<sup>3</sup> при 10 часовой экспозиции в течение 5,5-6 месяцев является угнетающей для быков-производителей.

Рябина Е.Н., Пелиховская Т.Н. (2012) изучали влияние искусственной аэроионизации на овец. Авторами показано, что под действием отрицательно заряженных аэроионов в стойловый период качественные характеристики шерсти повышаются. На основании этого исследователи находят целесообразным использовать искусственную аэроионизацию при выращивании овец.

Скорых Л.Н. и соавторы (2014) осуществили изыскание по выяснению влияния отрицательно заряженных аэроионов на гематологические показатели овец. На основании полученных данных сделано заключение, что у ягнят, получавших сеансы аэроионизации достоверно повышается концентрация альбумина на 5 %, кроме этого отмечается повышение и  $\gamma$ -глобулинов.

По данным исследованиям Пелиховской Т.Н. и соавторов (2009) сеансы аэроионизации для овец в стойловый период способствовали повышению качественных характеристик шерсти.

Пелиховская Т.Н. и соавторы (2011) поставили задачу изучить, как влияет искусственная аэроионизация на длину шерсти. В результате эксперимента установлено, что у овец, получавших сеансы аэроионизации, увеличивалась длина шерсти на 14 %, а у овец, содержащихся без аэроионизации длина шерсти увеличилась лишь на 8 %. Помимо этого в аэроионизационной группе отмечалось повышение на 13,93 %, а у маток интактной группы понижение на 1,37 % прочности шерстяного штапеля. Однако авторы отмечают, что остальные качественные показатели шерсти овец не отреагировали на аэроионизацию.

По данным Скорых Л.Н. и соавторов (2014) при аэроионизации у ягнят в ранний период онтогенеза происходит увеличение среднесуточных приростов массы, а у овцематок отмечается улучшение качественных показателей шерсти (длина, прочность).

Гаппоева В.С. и соавторы (2020) приводят данные, что в закрытом помещении с увеличением концентрации отрицательных аэроионов, содержание бактерий в воздухе достоверно падает.

Fletcher L.A. и соавторы (2007) выясняли обладают ли отрицательно заряженные аэроионы бактерицидным действием. Авторы придерживаются мнения, что бактерицидным действием, на которое указывают ряд ученых, отрицательно заряженные аэроионы не обладают.

## **1.2 Печень птиц в эмбриональном и постэмбриональном периодах**

Из опыта Антоновой Е.И. (2011) следует, что через час после воздействия гипертермии в печени птиц вида *Columba livia* блокируется ряд метаболических реакций, активность Г-6-ФДГ (индикатор метаболической пластичности) растет. Отмечается переход метаболитов на анаэробный путь окисления глюкозы вместо аэробного. Запускается процесс апоптоза гепатоцитов.

Бурков П.В. и соавторы (2014) утверждают, что применение препарата «Геприм для кур» с цитотоксинами может привести к уменьшению депонирования жира в печени птиц и, как следствие, связанную с ним жировую дистрофию.

Бронникова Г.З. (2017) изучала рост массы тела перепелок, массы и линейных показателей их печени. По данным исследователя для перепелов свойственен напряженный рост абсолютной массы тела. С суточного до 90-дневного возраста она повышается более чем в 6 раз. Был определен коэффициент корреляции между массы перепелов и массой их печени, который составил 0,82. Также определено, что масса печени перепелов изменяется неравномерно. Максимальный рост отмечается в первые 30 суток постэмбрионального развития, после интенсивность прироста падает. С возрастом линейные промеры печени растут равномерно.

По данным Бронниковой Г.З. (2019) ядра гепатоцитов перепелов в своем большинстве округлой или овальной формы. Что касается размера ядра, то он варьирует от четырех до шести микрометров. Тогда как размеры ядрышек находятся в диапазоне от одного до двух с половиной микрометров. Обследовав ультраструктурные характеристики клеток печени автор делает заключение о повышенной секреторной активности гепатоцитов.

По данным Бронниковой Г.З. (2019) клетки печени перепелов имеют полигональную форму с диаметром пять-десять микрометров. Автор выделяет у гепатоцитов два конца один синусоидальный, а другой билиарный. Эти полюса отличаются расположением органоидов. В цитоплазме клеток печени хорошо развита эндоплазматическая сеть и локализовано много митохондрий.

Бронникова Г.З. и Сковородин Е.Н. (2019) при помощи кариоцитометрии гепатоцитов выявляли ультраструктурные признаки гепатоцитов, не доступные при простом качественном описании.

По данным Бронниковой Г.З. и соавторов (2020) антиоксиданты предотвращают у птиц развитие жировой, вакуольной и паренхиматозной дистрофии, некроз гепатоцитов и эпителиальных клеток желчных протоков, пролиферацию соединительной ткани с последующим ее фиброзом.

По данным Сковородина Е.Н. и Бронниковой Г.З. (2019) использование кормовой добавки Диронакс оптимизирует ультраструктуру гепатоцитов и предотвращает альтеративные изменения в них.

Петрова Ю.В. и соавторы (2018) для профилактирования липидной инфильтрации и иных патологий печени, а также гиповитаминоза группы В, ослабления постстрессовых состояний птицы включали в рацион препарат «Продактив Гепато». Установлено, что при использовании данного препарата в печени бройлеров не обнаружено липидной дистрофии.

Герунова Л.К. и соавторы (2014) пришли к заключению, что добавление водных растворов Конфидора экстра® и Калипсо® в количестве 5 и 1,3 мг/л, соответственно, при поении птиц в течение двух недель способствует развитию гемодинамических и дистрофических изменений в печени.

Гуреевой Н.В. (2011) установлено, что дезаминирование серотонина, триптамина, бензиламина в печени и мозге птиц идет избирательно и угнетается ингибиторами моноаминоксидазы. Выявлена антиокислительная способность триптамина и серотонина, изучено значение моноаминоксидазы в управлении антиоксидантами при стрессовых ситуациях.

Гребенькова Н.В. и соавторы (2018) исследовали целесообразность применения пробиотика «Диронакс» при выращивании гусей белой венгерской породы. Авторы изучили морфофункциональное состояние печени на фоне применения данного препарата и сделали вывод, что кормовая добавка благотворно влияет на морфологию печени, что

проявляется в отсутствии фиброза стромальных компонентов печени, а также липидной и белковой дистрофий.

Гунчак А.В. (2010) исследовал, как происходит обмен жиров в печени разных видов птиц. Автор приводит данные, что в печени у индюков количество общих жиров оказалось вдвое больше по сравнению с гусями. У индюков количество диацилглицеролов, триацилглицеролов, холестерина, фосфолипидов среди общих печеночных жиров превышало содержание таковых у гусей. Кроме этого автор сравнил яичный желток индеек и гусынь. Так концентрация триацилглицерола, холестерина оказалась наибольшей у индеек, но по количеству диацилглицеролов и фосфолипидов они уступали гусиным. Сопоставляя количество гидроперекисей жиров, ТБК-активных элементов в печени, то индюков он превалировал по сравнению с гусями. При сравнении яичных желтков двух видов птиц, у индеек отмечается превышение только ТБК-активных элементов.

Дроздовой Л.И. и соавторами (2010) обнаружены различные морфологические трансформации в печени, специфичные для дистрофических, некротических, воспалительных, иммуноморфологических изменений и компенсаторно-приспособительных процессов.

Дух О.И. и Вовк С.О. (2012) нашли, что количество витамина А при кормлении племенных кур в период интенсивной яйцекладки является значительным фактором влияния на процессы обмена липидов и жирных кислот в печени эмбрионов.

Дадашева О.А. и соавторы (2011) исследовали гистогенез печени у эмбрионов и птенцов японского перепела, прошедших полное эмбриональное и постнатальное развитие в условиях невесомости. Сравнительное изучение развития печени у эмбрионов перепелов полетной группы и лабораторного контроля показало, что процессы органогенеза и гистогенеза в условиях невесомости протекали так же, как и на Земле. На 10-е сутки у эмбрионов полетной группы были отмечены изменения в

структуре печени, она была более плотная за счет сужения просвета синусоидов. Количество очагов кроветворения в печени уменьшилось. К концу эмбрионального развития эти различия в гистологическом строении печени между эмбрионами полетной и контрольной групп практически отсутствовали.

Данченко Е.А. и соавторы (2013) доказали, что тканевая специфичность поддержки прооксидантно-антиоксидантного равновесия у гусей заключается в достоверно различном суммарном влиянии исследованного комплекса показателей на антиоксидантный статус этих тканей. Это влияние уменьшается в ряду миокард - желудок - скелетные мышцы - печень - мозг. Влияние антиоксидантных ферментов снижается, а низкомолекулярных антиоксидантов усиливается в ряду мозг - печень - скелетные мышцы - сердце - желудок.

Зорькина А.В. и Скопин П.И. (2009) пришли к выводу, что на фоне холангиоцеллюлярного рака РС-1 использование искусственной аэроионизации в сочетании с химиотерапией рубомицином приводит к понижению интоксикации, уменьшению перекисного окисления жиров, поднимает противоопухолевый эффект рубомицина, увеличению антиоксидантных свойств сердца и печени.

Ульяновым Р.В. и соавторами (2016) представлены результаты изучения влияния кормовых добавок «Стролитин» и «Бутофан ОР» на морфометрические показатели гистоструктурных изменений ткани печени и почек цыплят. Авторы показали, что применение кормовых добавок позволяет оптимизировать обменные процессы в печени и почках у цыплят, способствуя тем самым качественному улучшению структурно-функционального развития пищеварительной и выделительной систем организма.

В процессе изучения печени синантропного (голубь сизый) и дикого (куропатка бородатая) видов птиц Люто А.А. и соавторами (2019) были выявлены видовые и индивидуальные особенности. Показано, что печень

по микроструктуре у разных видов отличается незначительно, сильнее выделяются возрастные изменения, половой диморфизм не выражен. Клетки печени у молодых птиц меньше, площадь гепатоцитов у взрослых голубей больше  $40 \text{ мкм}^2$ , у куропаток  $35 \text{ мкм}^2$ . Печень куропаток содержит мало гликогена, в сравнении с голубями. Микроструктура печени голубей имеет многочисленные нарушения нормального строения в виде лимфоидных пролифератов в паренхиме печени вблизи портальных трактов.

Клетикова Л.В. и соавторы (2019) пришли к заключению, что применение искусственной аэроионизации при выращивании перепелов активизировало обмен веществ и синтетическую функцию печени. Под действие отрицательных аэроионов увеличивались такие показатели как живая масса на 9 %, количество общего белка и белковый коэффициент; одновременно отмечено снижение концентрации глюкозы и холестерина на 7,9 % и 44,7 %, соответственно.

Просвирина О.Н. (2007) установила, что искусственная аэроионизация с одновременным применением рубомицина приводила к уменьшению эндотоксикоза, объема и роста опухоли, и к увеличению антиоксидантных механизмов в красных клетках крови, сердце, печени.

Русаковой Е.А. и соавторами (2015) проведен анализ экспериментальных данных по содержанию витаминов-антиоксидантов (витамина А и Е) в печени цыплят-бройлеров при введении в рацион с различным уровнем фосфора ферментного препарата «Ронозим NT (СТ)». Анализ показал, что ферментный препарат «Ронозим NP (СТ)» оказывает положительное влияние на обменные процессы, приводя к увеличению содержания жирорастворимых витаминов в печени.

Рольник В.В. (1968) указывает, что печень у эмбрионов кур образуется на третий день. На четвертый день печень сильно вырастает и образует ветвящиеся клеточные стволики становящиеся, в дальнейшем,

секреторными элементами печени. Автор отмечает, что правая доля печени разрастается сильнее левой.

По данным Семененко М.П. и соавторов (2019) введение в рационы цыплят-бройлеров в количестве одного процента комбинированного препарата включающего природные алюмосиликатные минералы из группы монтмориллонита, гипосульфит, и природный биофлавоноид приводит к уменьшению на семь с половиной процентов патологических картин в печени.

Метальникова Д.В. и соавторы (2012, 2013) исследовали морфофункциональные изменения в печени и крови эмбрионов кур. Авторы отмечают положительное влияние отрицательно заряженных аэроионов на исследуемые объекты.

Махалов А.Г. (2020) изучал влияние кормовой добавки Лив52Вет, которую получало маточное поголовье гусей на эмбриональное развитие гусят. Автор утверждает, что применяемый пробиотик стимулировал эмбриогенез гусят, так как по результатам инкубации кондиционных гусят вышло больше.

Моравская Е.В. и Вовк С.О. (2012) проводили исследования по выяснению влияния витаминов на обмен жиров у гусей. Было установлено, что витамин Е в увеличенных концентрациях в сочетании с витаминами группы А и холекальциферолом повышают концентрацию холестерина и фосфолипидов и одновременно отмечалось уменьшение концентрации свободного холестерина и свободных жирных кислот. Исследование показало, что указанная витаминная коррекция влияла и на эмбриональную печень. Это проявлялось в снижении в ней концентрации предельных жирных кислот и повышением концентрации ненасыщенных жирных кислот.

Федорко А.С. и соавторы (2015) установили, что содержание ненасыщенных жирных кислот в тканях печени 22-суточных эмбрионов

гусей, по сравнению с тканями мозга, было выше на 13,9 %, а индекс ненасыщенности жирных кислот печени - наоборот, ниже на 17,8 %.

Щербина П.Ф. (1959) нашла, что печень начинает закладываться у четырехдневного гусяного эмбриона, а образование желчи возникает на шестой день эмбриогенеза.

Хамитова Л.Е. (2015) в своей работе указывает, что в паренхиме печеночного ацинуса в области портального тракта на фоне повышенной экспрессии белка bcl-2 на период эмбриогенеза птиц угнетаются процессы апоптоза.

Fancsi T. (1982) изучал ультраструктурное развитие печени у зародыша гуся. Исследованы структурные изменения печени у эмбрионов в возрасте 14, 21, 24 и 28 дней. Автор установил, что печеночный зачаток эндодермального происхождения локализуется вокруг венозного протока. Трабекулы гепатоцитов, пролиферируя в венозный проток, сначала делят просвет на широкие синусоиды, затем с увеличением числа трабекул синусоиды сужаются на 15-е сутки. Гепатоциты у 11-14-дневных эмбрионов менее дифференцированы и бедны клеточными органеллами. В гепатоцитах 21-дневного возраста, но особенно в 27-дневных эмбрионах, много жировых капель в мульти вакуольном формате. Печень содержит мало соединительной ткани, она образуется между 17 и 21 днями. Эндотелиальные клетки представляют собой хорошо развитый эндоплазматический ретикулум. Купферовские клетки содержат липидные капли после 22-го дня.

По данным Wong G.K. и Cavey M.J. (1992) гемопоэз в печени куриного эмбриона начинается на 7-й день инкубации и достигает максимума на 14-й день.

Wong G.K. и Cavey M.J. (1993) исследовали дифференцировку гемопоэтических клеток на 7-й и 14-й день инкубации. По данным авторов печень птиц непосредственно участвует только в эритропоэзе и гранулопоэзе. Эритропоэтические клетки, встречающиеся во

внутрисосудистых и внесосудистых локализациях, появляются в течение всего эксперимента. Островки крови с гранулопоэтическими клетками не наблюдались до 8-9 дней. Гранулопоэз в печени продуцирует только эозинофильные лейкоциты. Отдельные гранулопоэтические клетки сначала появляются в соединительнотканых оболочках печеночных сосудов, а затем эти клетки собираются в островки крови. Эндотелиальные клетки синусоидальных оболочек, посредством асимметричных делений, часто высвобождают дочерние клетки в кровоток, а клетки Купфера активно участвуют в фагоцитозе эритроцитов.

Khodadadi H. и соавторы (2019) исследовали паренхиму печени, изменения в гепатоцитах, а также время появления канальцев, желчных протоков, центральных вен. Исследователи утверждают, что развитие тканей печени фазанов завершается до восемнадцатого дня инкубационного периода.

Stephens R.J. и Bils R.F. (1967) исследовали цитологические изменения, сопровождающие дифференцировку печени цыпленка, с 3-го дня инкубации до 15-го дня после вылупления. Активация комплекса Гольджи происходит на 4-5 день. Митохондрии разрежены и имеют средний диаметр 0,2 мкм, который на 4-е сутки инкубации увеличивается более чем 1 мкм, а при вылуплении уменьшается примерно до 0,5 мкм. Эндоплазматический ретикулум очень разрежен на 3-е сутки инкубации и появляется сначала в основном в везикулярной форме, которая в конечном итоге переходит в цистернальную форму и становится тесно связанной с плазматической мембраной и митохондриями, единственной цистерной, окружающей почти каждую митохондрию. Шероховатый ЭР порождает гладкий ЭР, связанный с отложением гликогена. Полирибосомные группы часто наблюдаются в цитоплазме с 8-го дня.

Sandström B. и Westman J. (1971) исследовали ультраструктуру печени куриного эмбриона. Авторы отмечают следующее: желчные канальцы с хорошо развитыми микроворсинками присутствуют уже на 4-

дневной стадии и затем остаются практически неизменными в процессе развития; субэндотелиальное пространство Диссе отсутствует примерно до 16 дней инкубации; аппарат Гольджи не принимает свой дефинитивный вид примерно до 8 дней инкубации; гликоген сначала наблюдается у 6-дневных особей, а затем непрерывно увеличивается на протяжении всего развития; митохондрии увеличиваются в размерах и количестве в процессе развития с заметным изменением от округлых к более стержнеобразным и удлинённым формам.

Kanaï M. и соавторы (1994) исследовали формирование и накопление липолизосом в развивающихся гепатоцитах цыплят в сочетании с биохимическим анализом липидного состава гомогенатов печени. Авторы отмечают, что липолизосомы встречались с наибольшей частотой с 11 по 14 день инкубации. Обычно они были небольшими и электронно-плотными, но в процессе развития они постепенно увеличивались с сопутствующим уменьшением электронной плотности. Одновременно с этим увеличением происходило накопление эстерифицированного холестерина в гомогенатах печени. После вылупления произошло немедленное уменьшение размера и количества липолизосом, а также снижение концентрации эстерифицированного холестерина, из которого к 9-дневному возрасту осталось лишь очень небольшое количество. Вместо холестерина, впоследствии увеличились в концентрации триглицериды и составили основное содержание липидов в гомогенатах печени. В соответствии с ультраструктурными изменениями общий объём цитоплазматических липидных капель быстро увеличивался с возрастом. Это преходящее накопление эстерифицированного холестерина в липолизосомах может быть связано с чрезмерным поглощением и переработкой частиц липопротеинов плазмы, вероятно, полученных из яичного желтка. Эта концепция подтверждается обилием покрытых оболочкой ямок, эндосом и многовезикулярных телец в эмбриональных гепатоцитах.

Kanaï M. и соавторы (1997) утверждают, что пролиферация липолизосом является одним из характерных аспектов эмбриональных гепатоцитов цыплят. По мнению авторов, высвобождаемые холестерин и жирные кислоты полезны в качестве источника энергии и липидного обмена в целом, особенно после вылупления. Прием пищи индуцирует использование и ускоряет исчезновение липолизосом. Вместо липолизосом появляются липидные капли, которые увеличиваются в количестве и размерах с одновременным увеличением концентрации триглицеридов в гомогенатах печени, что свидетельствует о начале липогенеза в гепатоцитах цыплят.

Доаа М. и соавторы (2013) изучили 50 куриных эмбрионов курицы Дандарави на 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17 и 19-й день эмбриогенеза. Исследователи сделали заключение, что на 3-й день инкубации паренхима печени состояла в основном из печеночных тяжей. На 5-й день печень состояла из массы печеночных клеток и печеночных синусоидов, гепатоциты делились на темные и светлые клетки. На 7-й день светлые клетки стали многочисленными, а затем они постепенно уменьшались, достигая своего минимального уровня на 13-й день, а на 15-й день инкубации эти клетки было трудно наблюдать. Апикальные границы гепатоцитов содержат микроворсинки, которые имели максимальную длину на 7-й день, далее, в процессе эмбриогенеза до девятнадцатых суток, отмечается снижение. Концентрация жиров росла с седьмых суток и становилась максимальной на 19-й день. Количество гликогена постепенно увеличивалось, достигая своего максимума на 9-й день и минимума на 11-й день, затем увеличилось на 13-й день и оставалось на этом уровне до конца инкубации. Желчный пузырь впервые наблюдался на пятый день инкубации.

Доаа М.М. и соавторы (2013) изучили строение эмбриональной печени кур, в частности, на 3-й день инкубации дивертикулы печени отдал дорсальную и вентральную части по отношению к венозному протоку. На

7-й день дорсальная и вентральная части превратились в левую и правую доли соответственно. Желчный пузырь находился на висцеральной поверхности правой доли. На 9-й день правая доля стала длиннее и выше левой. На 13-й день желчный пузырь увеличился в размерах. На 15-й день на краниальном конце правой доли было три отростка: дорсальный, средний и вентральный, но на краниальном конце левой доли было два отростка: дорсальный и вентральный.

Kingsbury J.W. и соавторы (1956) отмечают, что у куриного эмбриона гистологическая картина печени становится аналогичной с печенью взрослой птицы на пятнадцатый день эмбриогенеза.

Ушкалов В.А. (2000) изучал влияние увеличенных доз ретинола и альфа-токоферола на печень 7-суточных эмбрионов кур. Курам-несушкам задавали дополнительно комбикорм с разным уровнем содержания ретинола и альфа-токоферола: 2-я гр. - 500 г/т альфа-токоферола; 300 млн.10/т ретинола - 3-я гр; 4-я гр.- 300 млн.10/т ретинола + 500 г/т альфа-токоферола. Во 2-й опытной гр. отмечали дистрофию паренхимы печени. В 3-й гр. - угнетение роста, развития и дифференцирования тканей печени. В 4-й гр. в печени 7-суточных эмбрионов отмечали значительное количество жировых вакуолей, дистрофию гепатоцитов. По структурному строению печень от эмбрионов 4-й гр. значительно отличалась от нормальной печени эмбрионов контрольной группы.

Челнокова М.И. (2021) выявила, что на различных этапах эмбрионального развития прослеживаются критические фазы увлечения удельной скорости роста печени куриных эмбрионов. В раннеплодную стадию на 10-е, 11-е сутки, среднеплодную стадию на 15-е сутки. Аллометрический рост внутренних органов куриных эмбрионов на различных этапах эмбриогенеза происходит неравномерно, а именно, обозначаются стадии увлечения и уменьшения их роста относительно к массе эмбриона. Печень куриных эмбрионов интенсивнее растет в раннеплодную стадию.

Челнокова М.И. и соавторы (2021) определили критические фазы удельной скорости роста массы печени на разных стадиях эмбрионального развития и выявлена неравномерность аллометрического роста данных органов куриных эмбрионов кросса Хайсекс коричневый.

Graf B. и Bescol-Liversac J. (1975) отмечают, что резкое снижение митотического индекса в паренхиме печени происходит между 15-м и 18-м днями инкубации гусиных яиц. Это снижение сопровождается появлением сначала гликогена, а затем липидов. Дифференцировка, связанная с этой биохимической специализацией, коррелирует со снижением способности клеток к размножению.

Suksaweang S. и соавторы (2004) определили распределение зон роста печени эмбрионального цыпленка. Было показано, что клетки предшественников периферических гепатоцитов откладываются внутрь и впоследствии организуются для формирования архитектуры печени.

Gheri Bryk S. и соавторы (1990) изучали дифференцировку слизистой оболочки желчного пузыря у куриных эмбрионов с 11-го дня инкубации до вылупления. По данным авторов поверхность слизистой оболочки на 11-й день инкубации выглядит гладкой. Начиная с 12-го дня на поверхности слизистой оболочки появляются продольные складки, которые в последующие дни становятся все более многочисленными и сложными. На 11-й день инкубации эпителиальные клетки, выстилающие поверхность желчного пузыря, имеют уплощенные вершины с короткими микроворсинками. С 12-го дня эпителиальные клетки имеют куполообразные вершины с длинными многочисленными микроворсинками. С 15-го дня инкубации, можно обнаружить некоторые специфические секреторные клетки.

Дубининым М.В. и соавторами (2017) проведены сравнительные исследования неспецифической проницаемости в митохондриях печени птиц, отличающихся по продуктивным качествам. Работа была проведена на митохондриях печени цесарки (*Numida meleagris*) «дикой» серо-

крапчатой популяции (СКП) и продуктивной домашней загорской белогрудой породы (ЗБП), а также на митохондриях печени кур, отличающихся по продуктивным качествам – мясо-яичной породы Хайсекс Браун и высокопродуктивных кур-бройлеров. В качестве контрольного объекта были использованы митохондрии печени лабораторных крыс. Авторы констатируют, что митохондрии печени исследуемых птиц диаметрально противоположно отвечают на действие  $Ca^{2+}$  как индуктора неспецифической поры: митохондрии печени кур обоих кроссов обладают низкой, по сравнению с митохондриями печени крыс, резистентностью к индукции этого процесса, а митохондрии печени СКП и ЗБП, напротив, обладают существенно большей резистентностью, чем митохондрии печени крыс.

Полученные данные Dimattia G.E. и Lazier C.B. (1993) свидетельствуют о развитии в период с седьмого по десятый день геноспецифических механизмов контроля белка альбумина в печени.

Стегней Ж.Г. и Гантова В.С. (2018) отмечают, что гусиная печень включает левую и правую доли. Однако авторы обращают внимание, что левая доля меньше, чем правая, которая простирается до последнего ребра. Относительная масса печени, из данных авторов, равна почти трем процентам.

Красникова Л.В., Фоменко Л.В. (2014) приводят данные по показателю относительной массы печени гусей. По их данным этот показатель находится на уровне двух процентов (1,8 %).

Красникова Л.В. (2015) изучала особенности венозного оттока из печени гуся итальянского. Исследователь приводит данные, что правая печеночная вена и левая печеночная вена заходят под острым углом в каудальную полую вену. Также к каудальной полую вену, на всем ее протяжении подходит большое количество вен небольшого калибра.

Шишкина Д.А. и соавторы (2016) изучали морфологию печени гусей с суточного по тридцатисуточный возраст. Авторы приводят следующую

гистологическую картину гусиной печени: гепатоциты печени суточных гусят не имеют четко выраженных границ, а также указывается на наличие «физиологической жировой дистрофии», которую авторы объясняют спецификой эндогенного питания. Проллиферативные процессы в гусиной печени доминируют до тридцатидневного возраста.

Мацинович А.А. и Тхорев А.Г. (2005) определили, что показатель относительной массы печени максимально увеличивается до возраста бройлера – пять суток.

Губайдуллин А.С. и соавторы (2016) изучали действие препарата Диронакс на структуру печени. По мнению исследователей, среди морфогенетических приспособлений, которые способствуют дистрофиям превалирует модификация составных частей липидов и перекисное окисление мембранных жиров. Механизм проявления обменных патологий на клеточном уровне кроется в депонировании жиров, по причине их утилизации не в полном объеме. Вместе с тем исследователи указывают, что несущественное депонирование жиров не оказывает негативного влияния на функционирование гепатоцитов, тогда как интенсивное накопление жиров к шестому месяцу жизни гусей негативно влияет на функционирование гепатоцитов.

Нехайчук Е.В. (2018) приводит данные, что анатомически печень перепелов разделена на левую и правую долю, причем размеры левой меньше правой. Длина левой примерно 20 мм (правой – 17,3 мм), толщина – 5,8 мм (правой – 6,3) и ширина 12,6 мм (правой – 18 мм).

Гарькун В.И. (2019) установил, что у уток относительная масса печени равна два с половиной процентов.

Котарев В.И. и соавторы (2020) представили результаты изучения морфологической структуры печени индеек кросс «Hybrid Converter». По их данным в условиях крупных птицеводческих хозяйств у птицы часто встречаются токсические поражения печени (гепатозы), в результате чего

снижается продуктивность молодняка, нарушается обмен веществ в организме.

Рудаков Е.А. и Стегней Н.М. (2020) изучали печень гусей возраста 8 месяцев и обнаружили, что длина, ширина и толщина правой доли печени гусей больше левой. Обнаружена слабая корреляция между массой гусей и массой печени, а между абсолютной и относительной массой печени сильная.

Донских П.П. и Минченко В.Н. (2020) указывают, что применение биологически активных веществ при кормлении цыплят-бройлеров оказало влияние на толщину капсулы печени, площадь центральной вены и ширину печеночной балки.

Сидорова К.А. и соавторы (2020) выявляли морфологические особенности печени лебедя-кликуна и лебедя-шипунa. Установлено, что у лебедя-кликуна и лебедя-шипунa левая доля печени более короткая, а правая доля более вытянутая, при этом у лебедя-шипунa длина левой доли печени больше, чем у лебедя-кликуна. По гистоструктуре печени отличий между видами выявлено не было. Было установлено отсутствие дольчатости в паренхиме, у гепатоцитов овальная форма с округлыми ядрами.

Муллаярова И.Р., Гайфуллина А.Р. (2016) провели гистологический анализ гусиной печени. Было установлено, что размеры печеночных клеток находятся в диапазоне одиннадцать – пятнадцать микрометров, а ядра три – пять микрометров. Кроме того отмечается, что клетки печени с более чем одним ядром не выявляются. Форма гепатоцитов полигональная ядра локализуются в центральной части, однако редко встречаются гепатоциты и с периферическим размещением ядра.

Индюхова Е.Н. (2015) изучала гистоархитектонику печени цыплят суточного возраста яичного кросса при различных температурах во время инкубации. При повышении и сохранении повышенной температуры в

течении всего эмбриогенеза, автором определена тенденция к жировому перерождению печени цыплят.

Микляева М.А. и соавторы (2014) утверждают, что падеж гусиных эмбрионов (37,5 %) происходит накануне вылупления, а в начале инкубации отход составляет лишь 7,3 %.

Приведенный научный обзор исследований в области применения аэроионизации доказывает, что на данном этапе нет информации о том, какое действие оказывает аэроионизация на эмбрионов гусей.

## 2 Материал и методы исследований

Работа выполнена на кафедре «Ветеринария» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет» в период с 2018 по 2021 гг.

Схема проведения исследований представлена на рисунке 1.



**Рисунок 1 - Схема проведения исследований**

Объектом исследований являлись гусиные эмбрионы Линдовской породы. Предметом для исследований являлась печень гусиных эмбрионов.

Для проведения опыта было сформировано 2 группы гусиных яиц. Инкубацию яиц осуществляли в инкубаторах марки ИУП-45. Яйца обеих групп инкубировались в соответствии с рекомендациями ВНИТИП. Яйца опытной группы, в отличие от контрольной, инкубировались при искусственной аэроионизации.

В качестве источника отрицательных аэроионов применялся аэроионизатор «Эффлювион»-3.1, изготовленный в ООО НПЦ «Альфа-РИТМ» (сертификат соответствия №РОСС RU.ME15.B01404). Санитарно-эпидемиологическое заключение №13.01.04.346.П.000212.08.06.

В течение эмбрионального периода ежедневно в одно и то же время проводились сеансы аэроионизации продолжительностью 2 часа с концентрацией отрицательных аэроионов  $17 \times 10^3$  ионов/см<sup>3</sup>.

Для морфологических исследований отбирали яйцо в количестве 5 штук из каждой группы в 11-, 13-, 15-, 17-, 19-, 23-, 26- и 28-дневном возрасте эмбрионов. Отбор осуществляли в одно и то же время. Эмбрионов взвешивали на весах Adventurer AR-2140.

Относительный прирост показателей вычисляли по формуле предложенной Броди:

$$K = \frac{(W_t - W_0) \times 100}{(W_t + W_0) \times 0,5}, \text{ где}$$

$K$  – относительный прирост в процентах за определенный отрезок времени;

$W_t$  – значение показателя в возрасте (t);

$W_0$  – начальное значение показателя.

Анатомический уровень исследований включал: вскрытие грудобрюшной полости, препарирование печени и взвешивание на весах

Adventure AR-2140. Промеры печени проводились в строго определенных местах штангенциркулем.

Для приготовления гистологических препаратов печень фиксировали в 8 % растворе формалина и жидкости Карнуа. Затем обезвоживали и заливали в гомогенизированную парафиновую среду Histomix. С помощью микротомы МПС-2 делали срезы толщиной 5-7 мкм. Срезы окрашивали гематоксилином и эозином.

Цитометрию эпителиоцитов, а именно площадь клетки и ядра, ядерноцитоплазматическое отношение определяли с помощью компьютерной программы ScreenMeter 1.0 и микроскопа Levenhuk, оснащенного цифровой камерой Levenhuk C800 NG.

Название гистологических структур представлены в соответствии с Международной гистологической номенклатурой (Семченко В.В. и др., 1999). Фотографирование препаратов осуществляли на микроскопе Levenhuk с помощью цифровой камеры Levenhuk C800 NG.

Полученный цифровой материал подвергали статистической обработке: рассчитывали среднюю арифметическую, ее ошибку. Статистическую обработку цифрового материала проводили с помощью программы Microsoft Excel. Для выявления статистической достоверности различий между группами рассчитывали критерий Стьюдента.

### 3 Результаты собственных исследований

#### 3.1. Влияние аэроионизации на рост гусиных эмбрионов

В 11-дневном возрасте вес эмбрионов гусей в интактной группе равен  $1,93 \pm 0,28$  г. У сверстников, инкубируемых под действием отрицательно заряженных аэроионов  $2,15 \pm 0,14$  г, значит, в 11-дневном возрасте вес эмбрионов в экспериментальной группе отличался в большую сторону на 11 % (рис. 2, 3).



Рисунок 2 – Гусиные эмбрионы опытной группы, возраст 11 дней



**Рисунок 3 – Гусиные эмбрионы контрольной группы, возраст 11 дней**

К 13 дню эмбриогенеза вес контрольных эмбрионов повысился в 2,08 раза и остановился на  $4,02 \pm 0,19$  г. У экспериментальных аналогов сходный показатель вырос в 1,7 раза и стал равен  $3,66 \pm 0,30$  г. Итак, на тринадцатый день инкубации контрольные зародыши оказались на девять процентов больше опытных сверстников (рис. 4, 5).



**Рисунок 4 – Гусиные эмбрионы опытной группы, возраст 13 дней**



**Рисунок 5 – Гусиные эмбрионы контрольной группы, возраст 13 дней**

Прирост массы по Броди между одиннадцатым и тринадцатым днем у интактных эмбрионов 70,25 %, у сверстников-аналогов, инкубируемых с отрицательными ионами – 51,98 %. Это значит, что напряженность прироста веса контрольных зародышей была на 18,3 % больше, по отношению к опытным сверстникам.

К 15-дневному этапу развития интактных зародышей их абсолютная масса выросла, в сопоставлении с тринадцатидневными в 2,13 раза до  $8,57 \pm 0,13$  г. Одновременно масса гусиных эмбрионов-аналогов из аэроионизационной группы выросла больше, так как умножилась в 2,36 раза и стала равной  $8,85 \pm 0,10$  г. Выходит у пятнадцатидневных эмбрионов абсолютные весовые показатели между контролем и опытом различались только на 0,9 % с перевесом аэроионизационной группы (рис. 6, 7).



**Рисунок 6 – Гусиные эмбрионы опытной группы, возраст 15 дней**



**Рисунок 7 – Гусиные эмбрионы контрольной группы, возраст 15 дней**

Показатель относительного прироста массы по Броди между тринадцатым и пятнадцатым днями эмбриогенеза в сопоставлении с предыдущим анализируемым периодом (с одиннадцатидневного по тринадцатидневный) у интактной группы вырос незначительно – на 2,03 % дойдя до 72,28 %. В аэроионизационной группе рассматриваемый индикатор вырос более значимо (на 29,09 %) и остановился на уровне 81,07 %. Итак, констатируем, что относительный прирост по Броди эмбриональной массы в промежутке с тринадцатого по пятнадцатый день в интактной группе был ниже на 8,79 % в сопоставлении с аналогами аэроионизационной группы.

К 17 дню инкубации интактные эмбрионы потяжелели в 1,75 раза в сопоставлении с пятнадцатым днем инкубации, на что указывает их вес который остановился на величине  $14,97 \pm 0,31$  г. В аэроионизационной группе абсолютная масса эмбрионов поднялась в сопоставлении с

пятнадцатидневной стадией эмбриогенеза в 1,84 раза до  $15,88 \pm 0,31$  г. В связи с этим можно отметить, что на семнадцатый день инкубации опытные эмбрионы были на 6,1 % тяжелее в сопоставлении с интактными аналогами.

Рассматривая уровень относительного прироста массы зародышей по Броди между пятнадцатым и семнадцатым днями инкубации стоит заметить, что у эмбрионов не получавших отрицательно заряженные аэроионы относительный прирост массы по Броди сократился на 17,9 % в сопоставлении с периодом инкубации между тринадцатым и пятнадцатым днем и отмечен на уровне 54,38 %.

В аэроионизационной группе скорость роста массы эмбрионов по Броди между тринадцатым и пятнадцатым днем инкубации сократилась на 22,12 % показав 58,95 %. Из этого следует, что на отрезке инкубации между пятнадцатым и семнадцатым днями скорость относительного роста массы эмбрионов по Броди аэроионизационной группы на 4,57 % превосходила эмбрионов-аналогов без аэроионизационной группы.

К 19 дню эмбриогенеза абсолютная масса интактных эмбрионов повысилась в соотнесении с семнадцатидневными в 1,68 раза до  $25,09 \pm 2,69$  г, а абсолютная масса эмбрионов аэроионизационной группы, за аналогичный интервал выросла в 1,51 раза дойдя до  $24,05 \pm 1,96$  г. Получается абсолютная масса девятнадцатидневных эмбрионов, инкубируемых при отрицательно заряженных ионах различалась с контролем на 4,1 % (рис. 8, 9).



**Рисунок 8 – Гусиные эмбрионы опытной группы, возраст 19 дней**

Относительный прирост массы по Броди у эмбрионов в сравниваемых группах в интервале между семнадцатым и девятнадцатым днями инкубации уменьшился по отношению к предыдущему периоду (с пятнадцатидневного по семнадцатидневный). У интактных эмбрионов анализируемый индикатор сократился на 3,86 %.

Если разбирать аэроионизационную группу, то в ней фиксируется еще большее падение (на 18,03 %) величины относительного прироста массы эмбрионов по Броди. Итак, на этапе инкубации с семнадцатого по девятнадцатый день относительный прирост массы гусиных эмбрионов по Броди в интактной группе был на 9,6 % выше, по соотнесению с опытными эмбрионами-аналогами.



**Рисунок 9 – Гусиные эмбрионы контрольной группы, возраст 19 дней**

В 23-дневном возрасте эмбрионы гусей контрольной группы приумножили свою массу в сопоставлении с 19-дневным возрастом в 1,93 раза до  $48,42 \pm 4,82$  г. Масса эмбрионов, развивающихся при аэроионизации выросла, за аналогичный период в 2,16 раза и составила  $52,00 \pm 2,40$  г. Выходит, в 23-дневном возрасте масса гусиных эмбрионов, развивающихся под действием отрицательных ионов была на 7,4 % больше массы эмбрионов, инкубируемых без применения искусственной аэроионизации.

Что до относительного прироста массы эмбрионов, то в интервале инкубации 19-23 дня в контроле этот параметр вырос на 12,95 %, в сопоставлении с предшествующим интервалом (17-19 дней) и равнялся 63,47 %. В группе с искусственной аэроионизацией величина относительного прироста массы эмбрионов увеличилась, в сопоставлении с предшествующим возрастным интервалом (17-19 дней) на 32,58 %, что существенно больше, по сравнению с контролем, и составила 73,50 %.

Именно поэтому, в периоде эмбрионального развития 19-23 дня относительный прирост массы эмбрионов, инкубируемых при отрицательно заряженных аэроионах был на 10,03 % выше, в сопоставлении с подобной величиной в интактной группе.

В 26 дней эмбрионы в контроле набрали  $69,82 \pm 2,85$  г это в 1,44 раза больше, в сопоставлении с 23 днем инкубации. В аэроионизационной группе вес эмбрионов к 26 дню вырос в 1,42 раза и достиг  $73,95 \pm 2,91$  г (рис. 10, 11).



**Рисунок 10 – Гусиные эмбрионы опытной группы, возраст 26 дней**

В результате, в 26-дневном возрасте масса эмбрионов, развивающихся при отрицательно заряженных аэроионах была на 5,9 % выше, в сопоставлении с интактной группой.

В отношении величины относительного прироста массы эмбрионов в инкубационном отрезке 23-26 дней нужно зафиксировать понижение исследуемого параметра в изучаемых группах. В группе без аэроионизации величина относительного прироста снизилась, в сопоставлении с

эмбриональным периодом 19-23 дней на 27,27 процентных пункта и достигла значения 36,20 %. Одновременно с этим в группе, где применялась аэроионизация снижение анализируемого показателя, в сравнении с возрастным интервалом 19-23 дней, составило 38,64 % и достигло 34,86 %. Из этого следует, что на эмбриональном отрезке 23-26 дней относительный прирост массы гусиных эмбрионов в интактной группе был на 1,34 % больше, в сопоставлении с подобным параметром в группе, где использовались отрицательные аэроионы.



**Рисунок 11 – Гусиные эмбрионы контрольной группы, возраст 26 дней**

В 28-дневном возрасте масса гусиных эмбрионов контрольной группы была  $111,52 \pm 3,10$  г, что больше в 1,59 раза в сопоставлении с 26-дневным. В аэроионизационной группе вес гусиных эмбрионов вырос за такой же временной отрезок в 1,54 раза и дошел до  $114,13 \pm 2,82$  г. Вот почему в 28 дней вес гусиных эмбрионов, инкубируемых при отрицательно заряженных аэроионах на 2,3 % был больше, нежели у эмбрионов-аналогов интактной группы (рис. 12, 13).



**Рисунок 12 – Гусиные эмбрионы опытной группы, возраст 28 дней**

Показатель относительного прироста массы гусиных эмбрионов в возрастном интервале 26-28 дней в обеих группах увеличился. В контрольной группе величина относительного прироста массы эмбрионов выросла, в сопоставлении с инкубационным отрезком 23-26 дней на 9,79 % и достигла 45,99 %. Что до аэроионизационной группы, то здесь так же наблюдается рост величины относительного прироста массы эмбрионов по сравнению с интервалом 23-26 дней на 7,87 % до 42,73 %. Следовательно, на эмбриональном этапе 26-28 дней относительный прирост массы эмбрионов в группе без аэроионизации был больше на 3,26 %, нежели в аэроионизационной группе.



**Рисунок 13 – Гусиные эмбрионы контрольной группы, возраст 28 дней**

### **3.2. Влияние аэроионизации на динамику массы печени гусиных эмбрионов**

В 11-дневном возрасте вес печени у контрольных эмбрионов в среднем равен  $0,03054 \pm 0,00552$  г, а в аэроионизационной группе установлен на уровне  $0,03256 \pm 0,00818$  г. Таким образом, у 11-дневных опытных эмбрионов масса печени была больше контрольных эмбрионов на 6,6 %. В отношении относительной массы печени укажем, что она в 11-дневном возрасте находилась примерно на одном уровне. Так в контрольной группе среднее значение относительной массы печени составило  $1,55 \pm 0,08$  %, а в опытной группе  $1,47 \pm 0,27$  %. Следовательно, разница составила лишь 0,08 %.

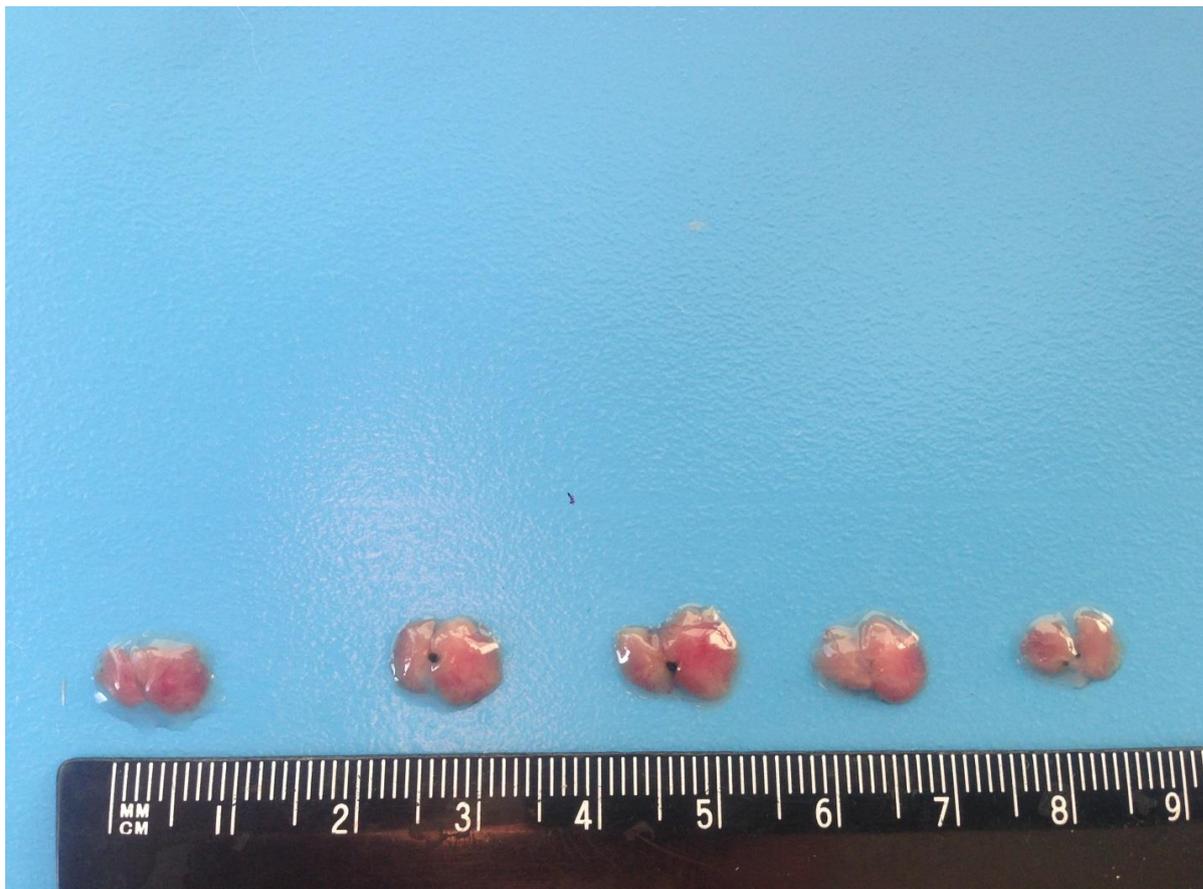
К 13 дню инкубации наблюдается увеличение массы печени у гусиных эмбрионов контрольной группы в 2,14 раза в сопоставлении с 11-дневным возрастом и достигает  $0,0654 \pm 0,00473$  г. В группе с аэроионизацией масса печени также увеличивается по сравнению с 11-дневным периодом, но менее интенсивно, а именно в 1,93 раза до  $0,06274 \pm 0,00720$  г. Таким образом, на 13 день эмбрионального онтогенеза масса печени эмбрионов интактной группы оказалась на 4,1 % больше, в сопоставлении с таковой эмбрионов-аналогов инкубируемых при искусственной аэроионизации (рис. 14, 15).



**Рисунок 14 – Печень гусиных эмбрионов контрольная группа,  
возраст 13 дней**

Относительный прирост массы печени по Броди за возрастной интервал с одиннадцатого по тринадцатый день в контрольной группе составил 72,67 %, а в аэроионизационной группе – 63,34 %. Значит, на

данном этапе инкубации напряженность прироста массы печени в интактной группе оказалось на 9,33 % выше.



**Рисунок 15 – Печень гусиных эмбрионов опытная группа, возраст 13 дней**

Относительная масса печени у 13-дневных гусиных эмбрионов в обеих группах увеличилась, в сопоставлении с 11-дневным возрастом. Так в контрольной группе к 13-дневному возрасту она возросла на 0,07 % и достигла  $1,62 \pm 0,07$  %. В опытной группе анализируемый показатель вырос на 0,23 % и дошел до  $1,70 \pm 0,09$  %. Итак, на этапе инкубации 13 дней относительная масса печени гусиных эмбрионов из группы, где применялся аэроионизация превышала таковую без аэроионизационную группу всего лишь на 0,08 %.

К 15 дню развития эмбрионов печень в интактной группе подросла в 2,55 раза и её масса дошла до  $0,1669 \pm 0,0128$  г. У аналогов из группы, где применялись отрицательно заряженные аэроионы печень прибавляла в весе

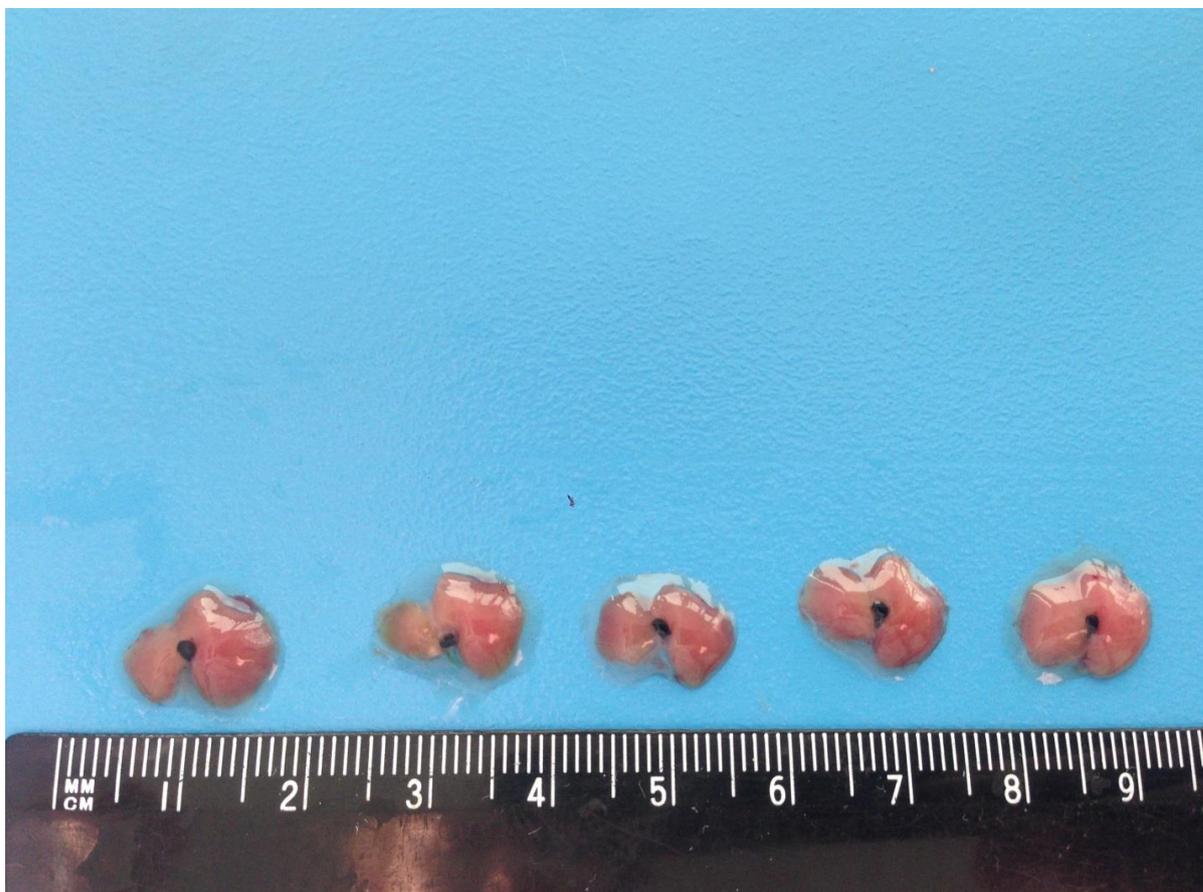
более энергично о чем свидетельствует её масса, увеличившаяся по отношению к 13 дню в 2,97 раза до  $0,18642 \pm 0,02585$  г. В связи с этим, в 15-дневном возрасте вес печени эмбрионов развивающихся при аэроионизации на 11,7 % был выше параметра контроля (рис. 16, 17).



**Рисунок 16 – Печень гусиных эмбрионов контрольная группа, возраст 15 дней**

Что касается относительного прироста массы печени по Броди в возрастном интервале с тринадцатого по пятнадцатый день, то нужно заметить, что в контрольной группе напряженность прироста массы печени по Броди составила 87,39 %. Значит, регистрируем увеличение напряженности роста массы печени, в сопоставлении с предшествующим возрастным интервалом (одиннадцать – тринадцать дней) на 14,7 %. В аэроионизационной группе показатель относительного прироста массы печени по Броди в возрастном интервале тринадцать – пятнадцать дней составил 99,28 %, что на 35,94 % больше по сравнению с предыдущим возрастным периодом (одиннадцать – тринадцать дней). Значит,

напряженность роста печени в группе, где была аэроионизация на этапе эмбриогенеза тринадцать – пятнадцать дней была на 11,89 % выше, в сопоставлении с контрольной группой.

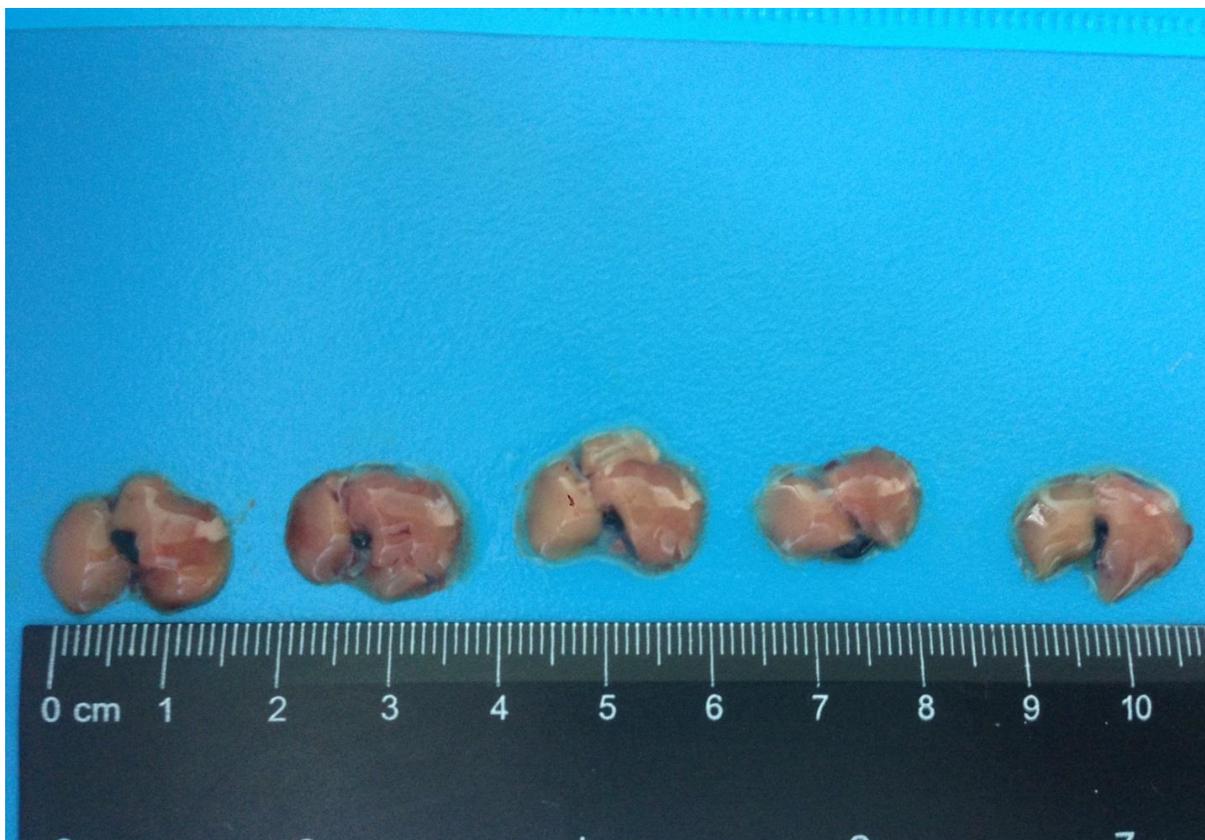


**Рисунок 17 – Печень гусиных эмбрионов опытная группа,  
возраст 15 дней**

Относительная масса печени к 15 дню инкубации выросла, по сравнению с 13 днем в каждой из двух групп. Так в контрольной группе этот рост составил 0,32 %, в то время как в аэроионизационной группе 0,45 %. В связи с этим, относительная масса печени в 15 дней зафиксирована в интактной группе –  $1,94 \pm 0,12$  %, а в аэроионизационной  $2,15 \pm 0,27$  %. Межгрупповая разница составила 0,21 % с перевесом аэроионизационной.

К 17 дню инкубации масса печени в контроле выросла в 1,46 раза, в сопоставлении с 15-дневным возрастом и достигла  $0,24312 \pm 0,01596$  г, а в группе, где инкубация проходила, при аэроионизации масса печени выросла, за аналогичный возрастной промежуток в 1,97 раза и набрала

$0,36664 \pm 0,03297$  г. Именно поэтому, на 17 день инкубации масса печени эмбрионов, развивающихся под влиянием отрицательно заряженных ионов оказалась достоверно ( $p \leq 0,05$ ) выше в сопоставлении с контрольной группой (рис. 18, 19).



**Рисунок 18 – Печень гусиных эмбрионов контрольная группа, возраст 17 дней**

Относительный прирост массы изучаемого органа в промежутке пятнадцать – семнадцать дней составил в интактной группе 37,18%, что существенно ниже (на 50,2 %) в сопоставлении с предыдущим возрастным интервалом (тринадцать – пятнадцать дней). В аэроионизационной группе в промежутке с пятнадцатого по семнадцатый день тоже происходит понижение темпов прироста массы печени (на 34,1 %), по сравнению с возрастным периодом тринадцать – пятнадцать дней до величины 65,17 %. Как видим, в возрастном интервале пятнадцать – семнадцать дней более усиленно увеличение печени проходило в группе, где присутствовали отрицательно заряженные ионы.



**Рисунок 19 – Печень гусиных эмбрионов опытная группа,  
возраст 17 дней**

Относительная масса печени в 17-дневном возрасте в контрольной группе стала на 0,32 % меньше, в сопоставлении с 15-дневным возрастом и отмечена на уровне  $1,62 \pm 0,08$  %, что соответствует значению в 13-дневном возрасте. В аэроионизационной группе, наоборот, к 17-дневному возрасту происходит увеличение (на 0,15 %) показателя относительной массы печени до значения  $2,30 \pm 0,17$  %. Сопоставляя, значения относительной массы печени между группами нужно заметить, что в 17-дневном возрасте относительная масса печени эмбрионов инкубируемых при отрицательно заряженных аэроионах была на 0,68 % выше исследуемого параметра в контрольной группе.

К 19-дневному возрасту масса исследуемого органа в интактной группе выросла, в сопоставлении с 17-дневным, в 2,42 раза до  $0,58826 \pm 0,15074$  г. В части касающейся аэроионизационной группы укажем, что за такой же инкубационный интервал масса органа выросла меньше – в 1,98 раза до  $0,72428 \pm 0,06934$  г. Тем не менее, в 19-дневном возрасте удостоверяем преимущество на 23,1 % массы печени эмбрионов развитие которых, осуществлялась под действием отрицательно заряженных ионов, в сопоставлении с контрольной группой (рис. 20, 21).

По вопросу относительного прироста массы печени по Броди в эмбриональный период с семнадцатого по девятнадцатый день инкубации нужно указать, что напряженность прироста рассматриваемого индикатора в показанный период в контрольной группе составила 83,03 %, что гораздо больше (на 45,85 %), в сопоставлении с предшествующим возрастным промежутком (пятнадцать – семнадцать дней). Получается, на стадии эмбриогенеза семнадцать – девятнадцать дней напряженность роста органа повысилась. Наряду с этим в аэроионизационной группе за тот же временной промежуток (семнадцать – девятнадцать дней) темп относительного прироста массы печени по Броди остался на прежнем уровне, а именно 65,57 %. Сравнивая рост печени за стадию с семнадцатого по девятнадцатый день удостоверяем, что на данной стадии инкубации прирост массы органа в контрольной группе был выше на 17,46 %, чем в опытной.



**Рисунок 20 – Печень гусиных эмбрионов контрольной группы, возраст 19 дней**



**Рисунок 21 – Печень гусиных эмбрионов опытной группы, возраст 19 дней**

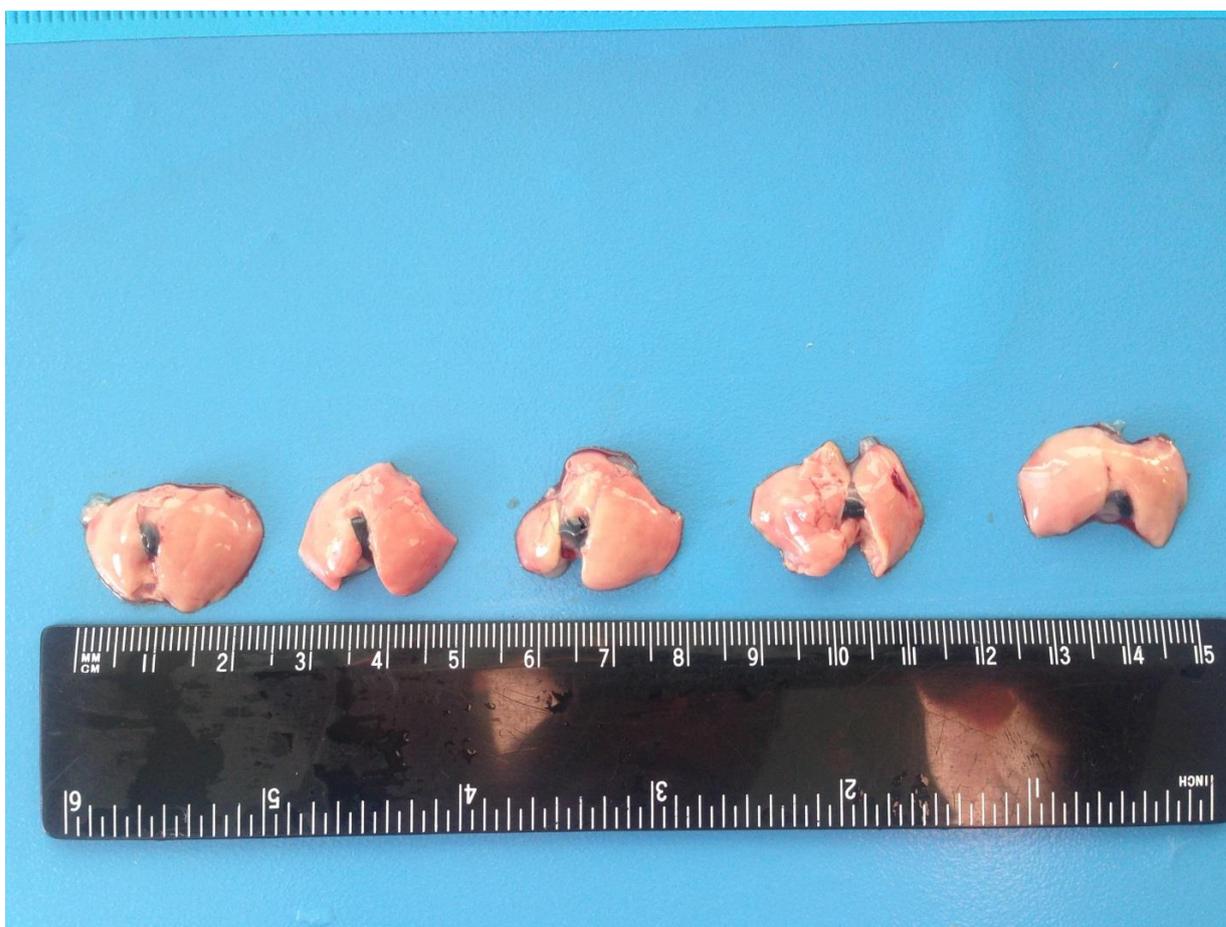
К 19 дню инкубации относительная масса печени эмбрионов в исследуемых группах выросла, в контрольной – на 0,63 %, а в опытной на 0,7 % и составила  $2,25 \pm 0,41$  % и  $3,00 \pm 0,05$  %, соответственно. Следовательно, нужно указать, что в 19-дневном возрасте относительная масса органа в аэроионизационной группе была на 0,75 % больше, чем в интактной группе.

К 23-дневному возрасту масса печени эмбрионов интактной группы повысилась в сопоставлении с 19 днем инкубации в 1,9 раза и составила  $1,117 \pm 0,120$  г. В аэроионизационной группе отмечается практически такое же повышение – в два раза до  $1,447 \pm 0,225$  г. В результате, на 23 день инкубирования печень зародышей, развивающихся под влиянием отрицательно заряженных аэроионов была тяжелее на 29,5 %, чем в контроле (рис. 22, 23).



**Рисунок 22 – Печень гусиных эмбрионов контрольной группы,  
возраст 23 дня**

За временной промежуток инкубации девятнадцать – двадцать три дня относительный прирост массы печени эмбрионов по Броди в двух группах был почти одинаков, с малым (4,56 %) преобладанием аэроионизационной группы. Также надлежит подчеркнуть, что напряженность роста массы изучаемого органа в рассматриваемом промежутке (девятнадцать – двадцать три дня) в интактной группе снизилась, в сопоставлении с прошлым интервалом (с семнадцатого по девятнадцатый день) значимо (на 21,02 %), в то время как в группе, где подавались отрицательно заряженные ионы падения не наблюдалось, а наоборот, отмечен небольшой рост на 1 %, в сопоставлении с возрастным периодом семнадцать – девятнадцать дней.



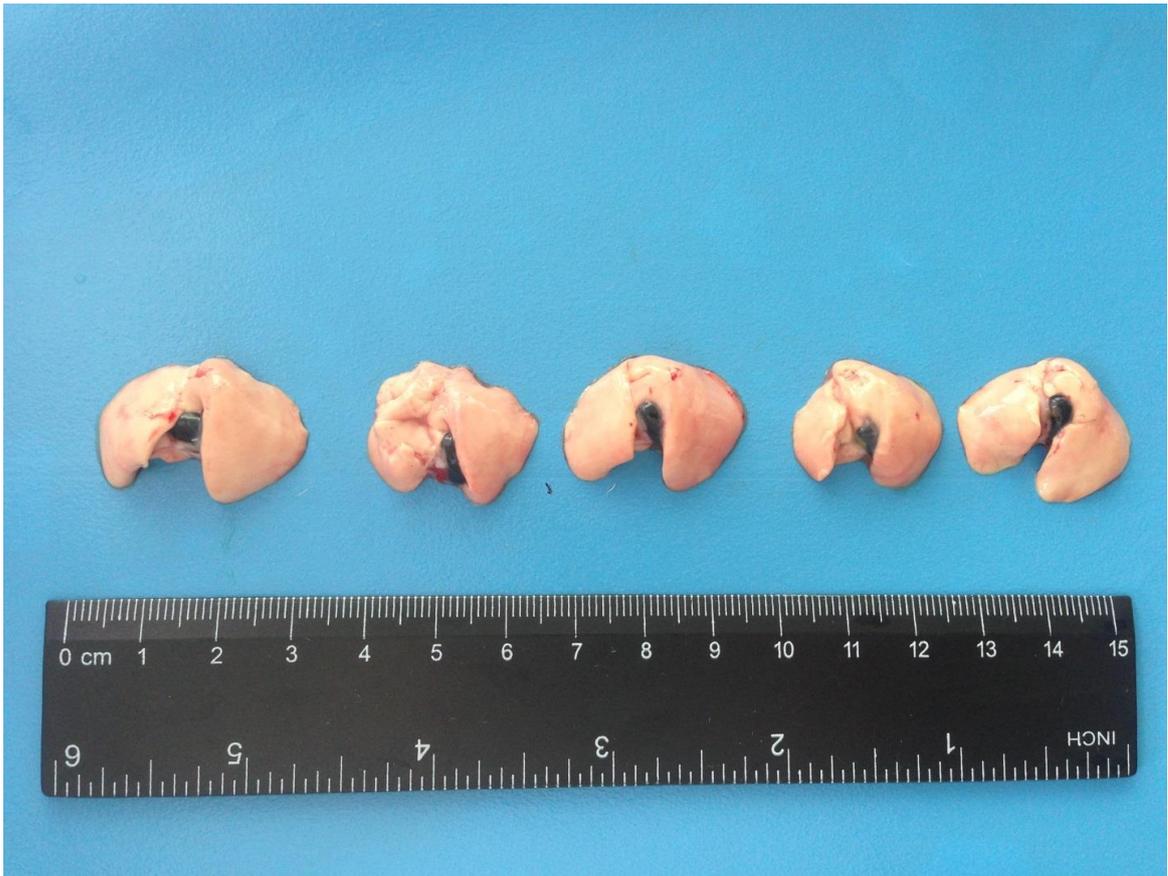
**Рисунок 23 – Печень гусиных эмбрионов опытной группы,**

**возраст 23 дня**

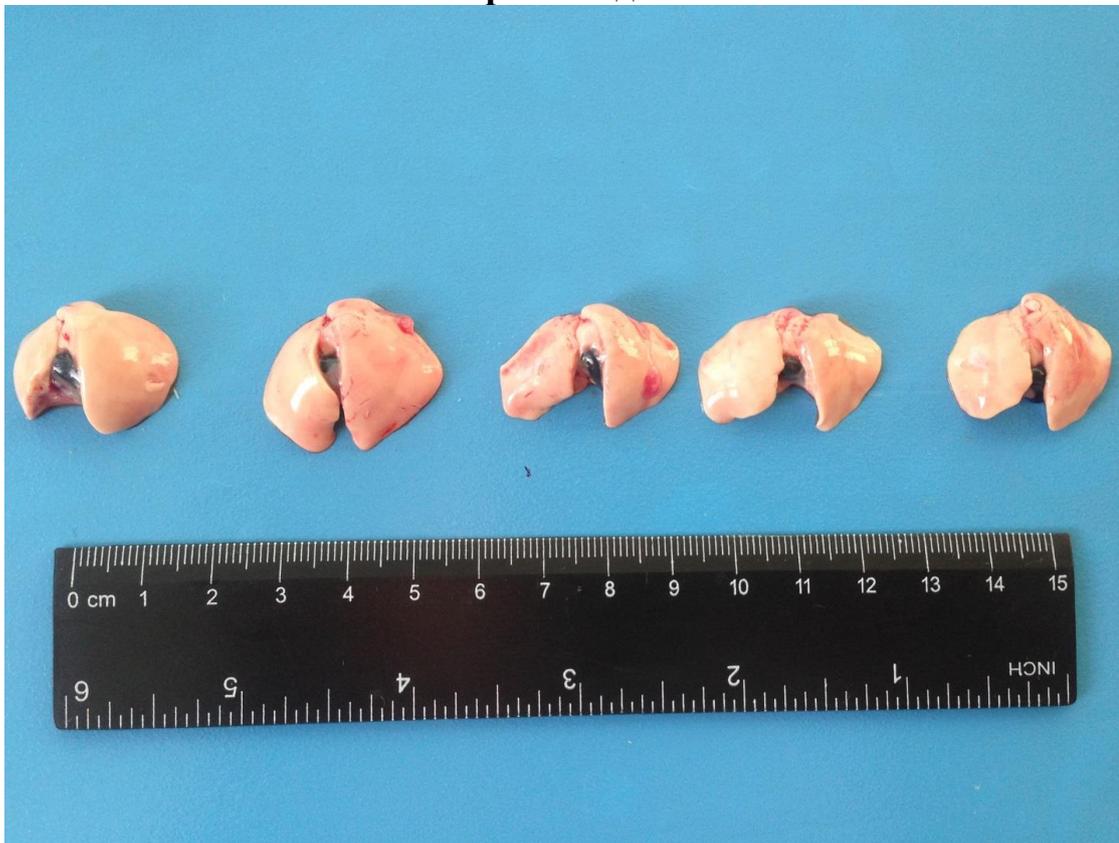
В части касающейся относительной массы печени гусиных эмбрионов в 23-дневном возрасте нужно заметить, что в интактной группе этот параметр составил  $2,30 \pm 0,05$  %, что на 0,05 % больше подобного показателя в 19 дней. В группе с аэроионизацией относительная масса органа в 23-дневном возрасте, напротив, уменьшается (на 0,26 %) до значения  $2,74 \pm 0,31$  %. Значит, на стадии инкубации двадцать три дня относительная масса печени эмбрионов, инкубируемых при отрицательно заряженных ионах имела преимущество на 0,44 %, в сопоставлении с контролем.

К 26 дню эмбриогенеза вес органа в группе без применения аэроионизации увеличился, в сопоставлении с 23 днем в 1,34 раза до  $1,493 \pm 0,107$  г. В группе с аэроионизацией за выделенный инкубационный промежуток масса органа поднялась только в 1,16 раза до  $1,672 \pm 0,120$  г. По этой причине, к 26 дню масса печени гусиных эмбрионов в аэроионизационной группе была на 12,0 % выше, в сопоставлении с контролем (рис. 24, 25).

В возрастном интервале 23-26 дней напряженность прироста массы печени гусиных эмбрионов в группе без аэроионизации снижается, в сопоставлении с инкубационным промежутком 19-23 дней на 33,2 % и устанавливается на уровне 28,81 %. Аналогичная ситуация обнаруживается и в аэроионизационной группе, где индикатор относительного прироста массы печени по Броди уменьшается ещё больше, а именно на 52,14% до 14,43 %. В результате, темп роста массы органа в инкубационном интервале 23-26 дней, у интактных эмбрионов был на 14,38 % выше, в сопоставлении с подобным показателем в опыте.



**Рисунок 24 – Печень гусиных эмбрионов контрольной группы, возраст 26 дней**

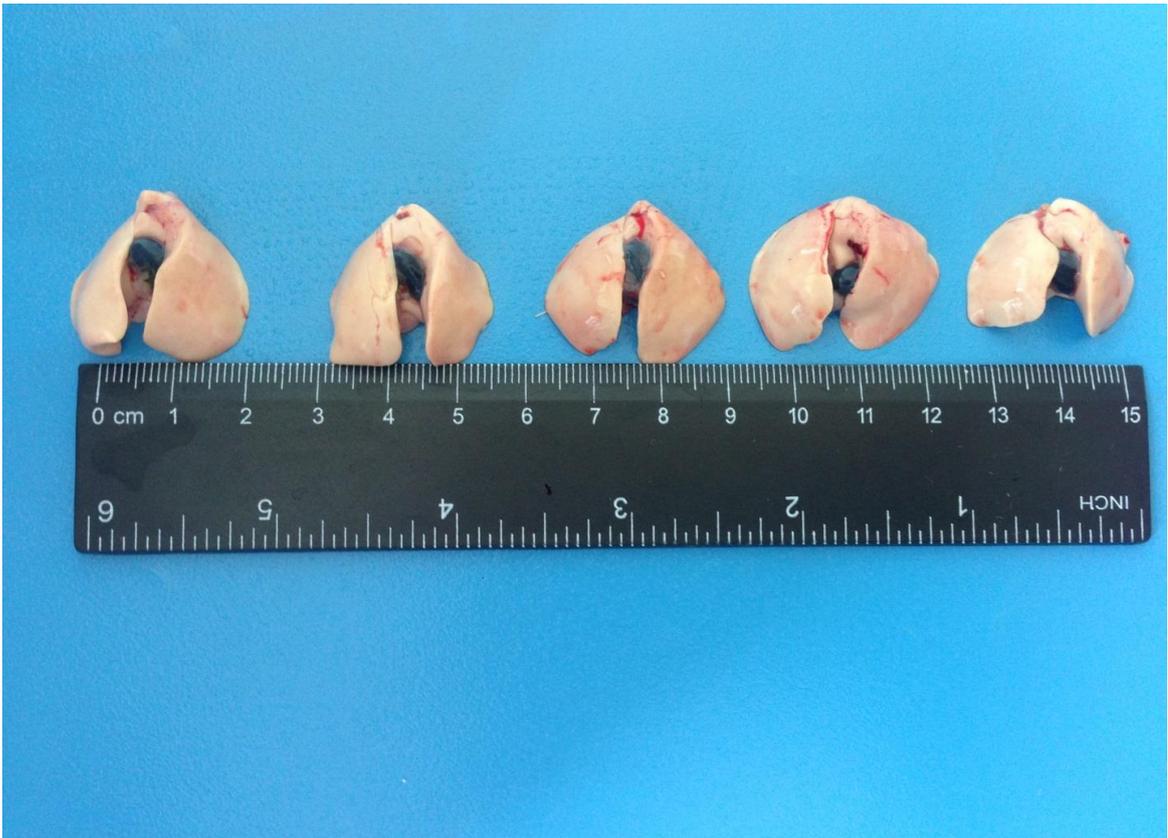


**Рисунок 25 – Печень гусиных эмбрионов опытной группы, возраст 26 дней**

В отношении относительной массы печени нужно заметить, что в интактной группе к 26 дню инкубации этот параметр снижается в сопоставлении с 23 днем на 0,17 % и составляет  $2,13 \pm 0,09$  %. В аэроионизационной группе к 26 дню также наблюдается уменьшение показателя относительной массы органа, а именно на 0,47 % до уровня  $2,27 \pm 0,18$  %. Как видно, в 26-дневном возрасте относительная масса печени гусиных эмбрионов, инкубируемых при наличии отрицательно заряженных ионов была на 0,14 % выше в сопоставлении с контролем.

К 28-дневному возрасту масса печени гусиных эмбрионов в интактной группе выросла, в сопоставлении с 26-дневным возрастом в 1,64 раза и дошла до  $2,442 \pm 0,129$  г. В аэроионизационной группе регистрируется сходный рост, а именно в 1,6 раза до  $2,682 \pm 0,137$  г. Значит, в 28-дневном возрасте масса печени гусиных эмбрионов, инкубация которых осуществлялась под действием отрицательно заряженных ионов, стала на 9,8 % больше, чем в группе без аэроионизации (рис. 26, 27).

В группе без использования аэроионизации относительный прирост массы печени по Броди в инкубационном промежутке 26-28 дней составил 48,23 %, что на 19,42 % выше, в сопоставлении с прошлым инкубационным отрезком (23-26 дней). В отношении группы с аэроионизацией замечаем, что величина прироста по Броди также увеличилась по сравнению с временным интервалом 23-26 дней, но существенно больше (на 31,96 %) и составила 46,93 %. В итоге, интенсивность роста органа в интервале 26-28 дней в контроле были выше, чем в опытной на 1,84 %.



**Рисунок 26 – Печень гусиных эмбрионов контрольной группы, возраст 28 дней**



**Рисунок 27 – Печень гусиных эмбрионов опытной группы, возраст 28 дней**

В контроле относительная масса печени на 28 день инкубации была равна  $2,18 \pm 0,06$  % это на 0,05 % больше по сравнению с 26-дневным возрастом. В аэроионизационной группе величина относительной массы печени к 28-дневному возрасту также как и в контроле выросла на 0,08 % до  $2,35 \pm 0,07$  %. Именно поэтому, в 28-дневном возрасте относительная масса печени эмбрионов гусей, инкубируемых, под действием отрицательно заряженных ионов стала на 0,17 % выше подобного показателя в группе без аэроионизации.

### **3.3. Влияние аэроионизации на морфометрические показатели печени гусиных эмбрионов**

#### **3.3.1. Влияние аэроионизации на длину правой доли печени**

В 11-дневном возрасте длина правой доли печени гусиных эмбрионов интактной группы имела значение  $5,26 \pm 0,43$  мм. В аэроионизационной группе тот же параметр был  $5,18 \pm 0,42$  мм, это на 1,52 % меньше, чем в контроле.

К 13 дню инкубации в группе без аэроионизации регистрируется рост длины правой доли, в сопоставлении с 11-дневным в 1,34 раза до  $7,06 \pm 0,13$  мм. Что касается группы, где инкубация осуществлялась под действием аэроионизации, то в ней рассматриваемая величина увеличилась в 1,41 раза и остановилась на уровне  $7,28 \pm 0,23$  мм. В связи с этим, на 13 день инкубации длина правой доли печени в группе инкубируемой под влиянием отрицательно заряженных ионов на 3,12 % превышала контроль.

К 15-дневному возрасту правая доля печени интактных эмбрионов стала длиннее, в сопоставлении с 13-дневным возрастом в 1,14 раза и установилась на отметки  $8,08 \pm 0,27$  мм. В опытной группе длина правой доли печени выросла, за схожий промежуток времени в 1,12 раза и

составила  $8,16 \pm 0,24$  мм. Поэтому, в 15-дневном возрасте расхождение между группами по изучаемому параметру лишь 0,99 %.

К 17-дневному возрасту длина правой доли печени возросла, по сравнению с 15-дневными эмбрионами в обеих группах одинаково – в 1,14 раза и достигла в контрольной и опытной группах, соответственно  $9,22 \pm 0,24$  мм и  $9,32 \pm 0,51$  мм. В итоге, в 17 дню инкубации разница между группами по изучаемому показателю оказалась практически такой же как и в 15-дневном возрасте, а именно 1,08 %.

К 19-дневному возрасту подтверждаем увеличение исследуемого параметра правой доли печени у эмбрионов гусей контрольной и опытной групп, в сопоставлении с 17-дневным в 1,10 раза до значений, соответственно  $10,12 \pm 0,31$  мм и  $10,24 \pm 0,38$  мм. Как видно, на данном этапе эмбриогенеза величина длины правой доли печени в аэроионизационной группе была на 1,19 % выше таковой в контроле.

К 23-дневному возрасту длина правой доли печени контрольных эмбрионов выросла, в сопоставлении с 19 днем в 1,52 раза и составила  $15,38 \pm 0,75$  мм. В группе, где применялась аэроионизация, рассматриваемый параметр подрос в 1,48 раза до  $15,18 \pm 0,74$  мм, это меньше на 1,3 %, чем в контроле.

К 26 дню инкубации правая доля печени контрольных эмбрионов стала длиннее, по сравнению с 23-дневным возрастом в 1,14 раза, так как достигла длины  $17,52 \pm 0,38$  мм. Что до опытной группы, то там длина правой доли выросла в 1,23 раза и составила  $18,72 \pm 0,50$  мм. В итоге, в 26-дневном возрасте правая доля печени эмбрионов гусей, инкубируемых под действием отрицательно заряженных ионов оказалась на 6,85 % длиннее, в сопоставлении с сверстниками в контроле.

К 28-дневному возрасту эмбрионов происходит существенное увеличение длины правой доли печени, в сопоставлении с 26-дневным возрастом, в частности в контрольной группе в 1,49 раза до  $26,02 \pm 0,44$  мм, а в опытной в 1,40 раза до  $26,26 \pm 0,51$  мм. Вследствие этого, в 28-дневном

возрасте правая доля печени у гусиных эмбрионов развивающихся при влиянии отрицательных аэроионов стала больше на 0,92 %, в сопоставлении с контролем.

### **3.3.2. Влияние аэроионизации на ширину правой доли печени**

Ширина правой доли печени гусиных эмбрионов в группе без аэроионизации в 11-дневном возрасте установлена на уровне  $5,40 \pm 0,04$  мм. В группе, где инкубация осуществлялась под действием отрицательных аэроионов аналогичный показатель составил  $5,36 \pm 0,04$  мм, это на 0,74 % меньше, в сопоставлении с контролем.

К 13-дневному возрасту регистрируется прирост ширины правой доли печени контрольных эмбрионов, в сопоставлении с 11-дневным возрастом в 1,21 раза до уровня  $6,52 \pm 0,04$  мм. В аэроионизационной группе исследуемая величина выросла за аналогичный интервал в 1,22 раза и достигла  $6,56 \pm 0,04$  мм. Следовательно, в 13-дневном возрасте эмбрионов инкубируемых при отрицательно заряженных ионах рассматриваемая величина, была больше на 0,61 %, таковой в интактной группе.

К 15-дневному возрасту правая доля печени продолжает расти в ширину. Так в контроле регистрируется повышение изучаемого параметра, в сопоставлении с 13 днем инкубации в 1,15 раза до  $7,52 \pm 0,18$  мм. Что до аэроионизационной группы, то в ней анализируемый параметр становится шире за тот же временной отрезок в 1,14 раза и останавливается на уровне  $7,50 \pm 0,15$  мм. В итоге, в 15-дневном возрасте правая доля печени контрольных эмбрионов гусей оказалась на 0,27 % шире, чем в опыте.

К 17 дню инкубации ширина правой доли печени эмбрионов, развивающихся без аэроионизации выросла, в сопоставлении с 15 днём эмбриогенеза в 1,11 раза и достигла  $8,34 \pm 0,23$  мм. В группе, где инкубация проходила под влиянием отрицательно заряженных ионов, рассматриваемый параметр вырос в 1,14 раза и составил  $8,52 \pm 0,24$  мм, а это означает, что в 17-дневном возрасте эмбрионов аэроионизационной группы

исследуемая величина оказалась больше – на 2,16 %, в соизмерении с контрольной группой.

К 19 дню правая доля печени гусиных эмбрионов продолжает увеличиваться. В частности, в группе без аэроионизации, исследуемая величина увеличилась, в сопоставлении с 17 днем, в 1,20 раза до ширины  $10,00 \pm 0,39$  мм. В опыте подобный параметр вырос, за тот же время в 1,22 раза и составил  $10,36 \pm 0,31$  мм. В связи с этим, на 19 день эмбрионального развития правая доля печени эмбрионов, формирующихся при влиянии отрицательно заряженных ионов, стала на 3,6 % шире, чем у сверстников в контроле.

К 23-дневной отметке исследуемая величина в контрольной группе выросла, в сопоставлении с 19-дневным возрастом в 1,34 раза и достигла  $13,42 \pm 0,26$  мм. Тем временем, в опыте изучаемый показатель также увеличился за тот же отрезок времени в 1,32 раза и достиг уровня  $13,68 \pm 0,22$  мм. Следовательно, в 23-дневном возрасте правая доля печени гусиных эмбрионов аэроионизационной группы, стала на 1,94 % шире соответствующего параметра в контроле.

К следующей контрольной точке (26 дней) ширина правой доли печени у контрольных эмбрионов выросла, в сопоставлении с 23-дневным возрастом в 1,13 раза до  $15,12 \pm 0,40$  мм. В отношении аэроионизационной группы, надлежит указать, что в ней отслеживаемый параметр поднялся за такой же период в 1,17 раза и стал  $15,98 \pm 0,35$  мм. Именно поэтому, в 26 дней ширина исследуемого параметра опытных эмбрионов имела преимущество в сопоставлении с контрольной на 5,6 %.

К 28 дню наблюдается рост ширины правой доли печени в интактной группе, в сопоставлении с 26-дневным возрастом в 1,12 раза до  $16,98 \pm 0,51$  мм. Тем временем в группе, где инкубация осуществлялась с аэроионизацией изучаемый показатель увеличился в 1,07 раза и достиг  $17,06 \pm 0,29$  мм. Выходит, на завершающей стадии эмбриогенеза (28 дней) ширина исследуемого параметра эмбрионов аэроионизационной группы

была лишь на 0,47 % больше в сопоставлении с контрольными сверстниками.

### **3.3.3. Влияние аэроионизации на длину левой доли печени**

Длина левой доли печени в 11-дневном возрасте в интактной группе определена на уровне  $4,28 \pm 0,05$  мм. В опыте исследуемый параметр составил  $4,32 \pm 0,02$  мм. Из этого следует, что в 11-дневном возрасте длина левой доли у эмбрионов, инкубируемых при отрицательно заряженных ионах была лишь на 0,9 % больше, чем в контроле.

К 13 дню длина левой доли печени у интактных эмбрионов возросла в сопоставлении с 11 днем в 1,18 раза до  $5,04 \pm 0,12$  мм, в опыте отслеживаемый параметр вырос в 1,03 раза и составил  $4,44 \pm 0,03$  мм, что меньше чем в контроле на 11,9 %.

В возрасте 15 дней длина левой доли печени контрольных эмбрионов составила  $5,60 \pm 0,04$  мм, что в 1,11 раза больше в сопоставлении с 13 днём. В аэроионизационной группе длина левой доли увеличилась за тот же отрезок времени в 1,27 раза и достигла  $5,64 \pm 0,03$  мм. В связи с этим, на данном этапе развития отличие между сверстниками по исследуемой величине было лишь 0,71 % – в пользу опытной группы.

К 17-дневному возрасту длина левой доли выросла, в сопоставлении с 15 днем в 1,18 раза и стала  $6,62 \pm 0,15$  мм. Что до аэроионизационной группы, то в ней исследуемая величина поднялась, за подобный период в 1,21 раза до  $6,82 \pm 0,02$  мм. Как следствие, в 17-дневном возрасте левая доля печени эмбрионов, растущих при отрицательно заряженных ионах стала на 3 % длиннее, чем в контроле.

К 19-дневному возрасту в контрольной группе регистрируется рост длины левой доли печени, в сопоставлении с 17 днем, в 1,13 раза до уровня  $7,46 \pm 0,26$  мм. Одновременно в аэроионизационной группе исследуемая величина выросла в 1,07 раза и достигла  $7,32 \pm 0,27$  мм, что на 1,9 % меньше, в сопоставлении с контролем.

К следующей поверочной точке – 23 дня, длина левой доли печени гусиных эмбрионов контрольной группы увеличивается в 1,55 раза и достигает  $11,56 \pm 0,26$  мм. У эмбрионов, инкубируемых при аэроионизации, длина левой доли печени увеличилась за тот же отрезок времени в 1,61 раза до  $11,78 \pm 0,43$  мм. В связи с этим, в 23-дневном возрасте левая доля печени у опытных эмбрионов была на 1,9 % длиннее, чем у сверстников в контроле.

К 26 дню развития левая доля у интактных плодов стала длиннее, в сопоставлении с 23 дневным в 1,34 раза и дошла до  $15,54 \pm 0,46$  мм. В аэроионизационной группе длина левой доли печени увеличилась почти во столько же раз, как и в контроле, а именно в 1,36 раза до  $16,06 \pm 0,47$  мм. В итоге, на 26 день инкубации длина левой доли у опытных эмбрионов была на 3,35 % больше, таковой контрольной группы.

К заключительному этапу эмбриогенеза – 28 дней, также как и в предыдущем возрастном интервале, отмечается синхронное увеличение длины левой доли печени в сравнении с 26-дневным возрастом. Так в интактной группе исследуемый параметр вырос в 1,21 раза и достиг значения  $18,80 \pm 0,22$  мм. В группе, где инкубация осуществлялась при аэроионизации, длина левой доли выросла в 1,19 раза и дошла до уровня  $19,16 \pm 0,36$  мм. Как следствие, в 28-дневном возрасте длина рассматриваемого параметра у опытных эмбрионов была больше на 1,91 % в сопоставлении с контролем.

#### **3.3.4. Влияние аэроионизации на ширину левой доли печени**

В 11-дневном возрасте ширина левой доли печени гусиных эмбрионов обеих групп была на уровне  $3,42 \pm 0,04$  мм и  $3,40 \pm 0,04$  мм в контроле и опыте, соответственно.

К 13 дню левая доля в интактной группе делается шире, в сопоставлении с 11-дневным в 1,3 раза и достигает значения  $4,44 \pm 0,03$  мм. Что касается группы, где инкубация осуществлялась под действием искусственной аэроионизации, то в ней ширина левой доли печени выросла

в 1,33 раза до  $4,52 \pm 0,05$  мм. В результате, в 13-дневном возрасте левая доля печени опытных эмбрионов была шире в сопоставлении с контрольными на 1,8 %.

К 15 дню инкубирования ширина левой доли печени в интактной группе выросла в соотношении с 13 днем в 1,13 раза и стала  $5,02 \pm 0,26$  мм. В опытной группе подобный промер возрос в 1,19 раза до  $5,36 \pm 0,21$  мм. В связи с этим, на этой стадии развития ширина левой доли стала больше на 6,77 %, в сопоставлении с таковой контрольной группы.

К следующей контрольной точке – 17 дней, фиксируется увеличение ширины левой доли печени, в сопоставлении с 15-дневным возрастом в 1,14 раза и изучаемый показатель достигает  $5,74 \pm 0,20$  мм. Одновременно в группе, инкубируемой под действием отрицательных аэроионов, ширина левой доли выросла в 1,13 раза и достигла  $6,06 \pm 0,16$  мм. Получается, в 17-дневном возрасте рассматриваемый параметр опытных эмбрионов был на 5,57 % шире, в сопоставлении с сверстниками из контрольной группы.

К 19-дневному возрасту левая доля печени эмбрионов гусей продолжает расти. Так в контроле отслеживаемый параметр вырос, в сопоставлении с 17-дневным возрастом в 1,08 раза и составил  $6,18 \pm 0,07$  мм. Что до аэроионизационной группы, то в ней ширина левой доли выросла в 1,11 раза до  $6,74 \pm 0,18$  мм. В связи с этим, в 19-дневном возрасте констатируем достоверное ( $P \leq 0,05$ ) превышение показателя ширины левой доли печени эмбрионов, развивающихся отрицательно заряженных ионах, в сопоставлении с контролем.

К 23-дневному возрасту гусиных эмбрионов в контрольной группе левая доля печени становится шире в сопоставлении с 19-дневным возрастом в 1,56 раза и достигает  $9,64 \pm 0,21$  мм. В опыте за такой же отрезок рассматриваемый параметр вырос в 1,48 раза и составил  $9,98 \pm 0,08$  мм. Как следствие, в 23-дневном возрасте ширина левой доли в опыте на 3,53 % больше в сопоставлении с сходным параметром в контрольной группе.

К 26-дневному возрасту ширина левой доли в контроле выросла, в сопоставлении с 23-дневным в 1,18 раза и остановилась на уровне  $11,38 \pm 0,19$  мм. Тем временем в группе, где инкубация осуществлялась под действием искусственной аэроионизации, изучаемый показатель увеличился в 1,16 раза и достиг  $11,62 \pm 0,30$  мм. Сопоставляя полученные результаты необходимо указать, что в 26-дневном возрасте ширина левой доли печени эмбрионов гусей аэроионизационной группы стала на 2,11 % больше, чем такой же параметр в контроле.

К 28-дневному возрасту, левая доля печени контрольных эмбрионов становится шире, в сопоставлении с 26-дневным в 1,05 раза дойдя до  $11,98 \pm 0,25$  мм. По отношению опытной группы нужно заметить, что в ней левая доля печени становится шире, по сравнению с 26-дневным возрастом, в 1,12 раза, так как достигает значения  $12,96 \pm 0,35$  мм. Исходя из этого, на завершающем отрезке эмбриогенеза гусиных эмбрионов (28 дней) констатируем, что левая доля печени эмбрионов инкубируемых под действием отрицательных аэроионов шире таковой сверстников из контроля на 8,36 %.

### **3.4. Влияние аэроионизации на цитометрические показатели гепатоцитов гусиных эмбрионов**

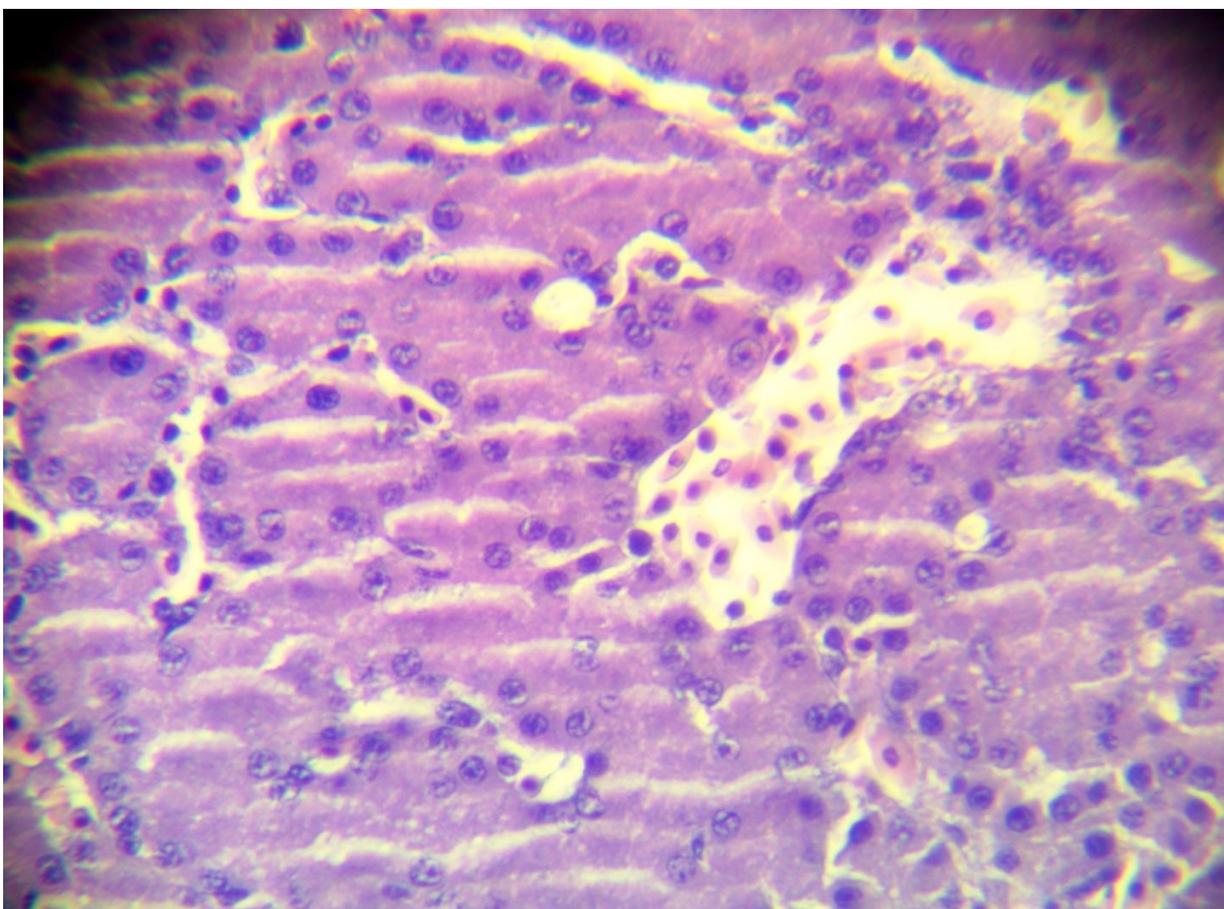
#### **3.4.1. Влияние аэроионизации на площадь гепатоцитов**

В 11-дневном возрасте площадь печеночных клеток у эмбрионов интактной группы составила  $46,68 \pm 1,98$  мкм<sup>2</sup>. В аэроионизационной группе исследуемая величина составила  $53,68 \pm 2,22$  мкм<sup>2</sup>, что на 15,0 % достоверно ( $P \leq 0,05$ ) больше, в сопоставлении с контролем.

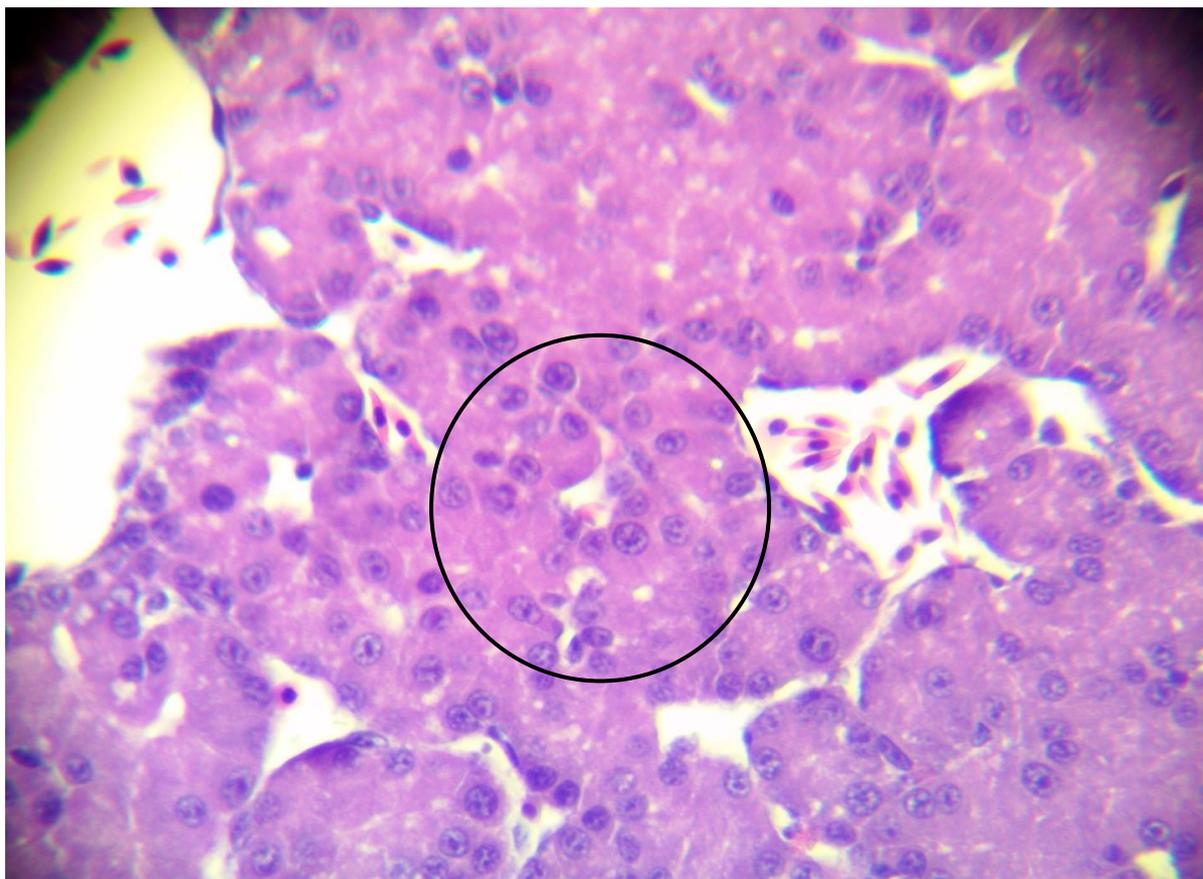
К 13 дню инкубации эмбрионов площадь клеток печени в группе без аэроионизации уменьшилась, в сопоставлении с 11-дневным возрастом в 1,26 раза и стала  $37,07 \pm 1,45$  мкм<sup>2</sup>. Что до аэроионизационной группы, то в ней напротив, площадь гепатоцитов за тот же отрезок времени увеличилась в 1,06 раза дойдя до  $56,73 \pm 1,87$  мкм<sup>2</sup>. В результате, в 13-дневном возрасте размер рассматриваемого параметра у эмбрионов развивающихся при

отрицательно заряженных ионах был на 53 % достоверно ( $P \leq 0,001$ ) больше, в сопоставлении с интактной группой.

К 15-дневному возрасту площадь печеночных клеток в интактной группе выросла в сопоставлении с 13 днем в 1,45 раза до  $53,90 \pm 1,62 \text{ мкм}^2$ . Рассматриваемая величина в опыте, также увеличилась, но не так сильно – в 1,1 раза и составила  $62,85 \pm 1,43 \text{ мкм}^2$ . В связи с этим, на 15-й день инкубации площадь гепатоцитов у эмбрионов аэроионизационной группы, как и в предшествующим инкубационном интервале достоверно ( $P \leq 0,001$ ) превосходит контроль, но различие между группами существенно меньше, а именно 16,03 % (рис. 28, 29).



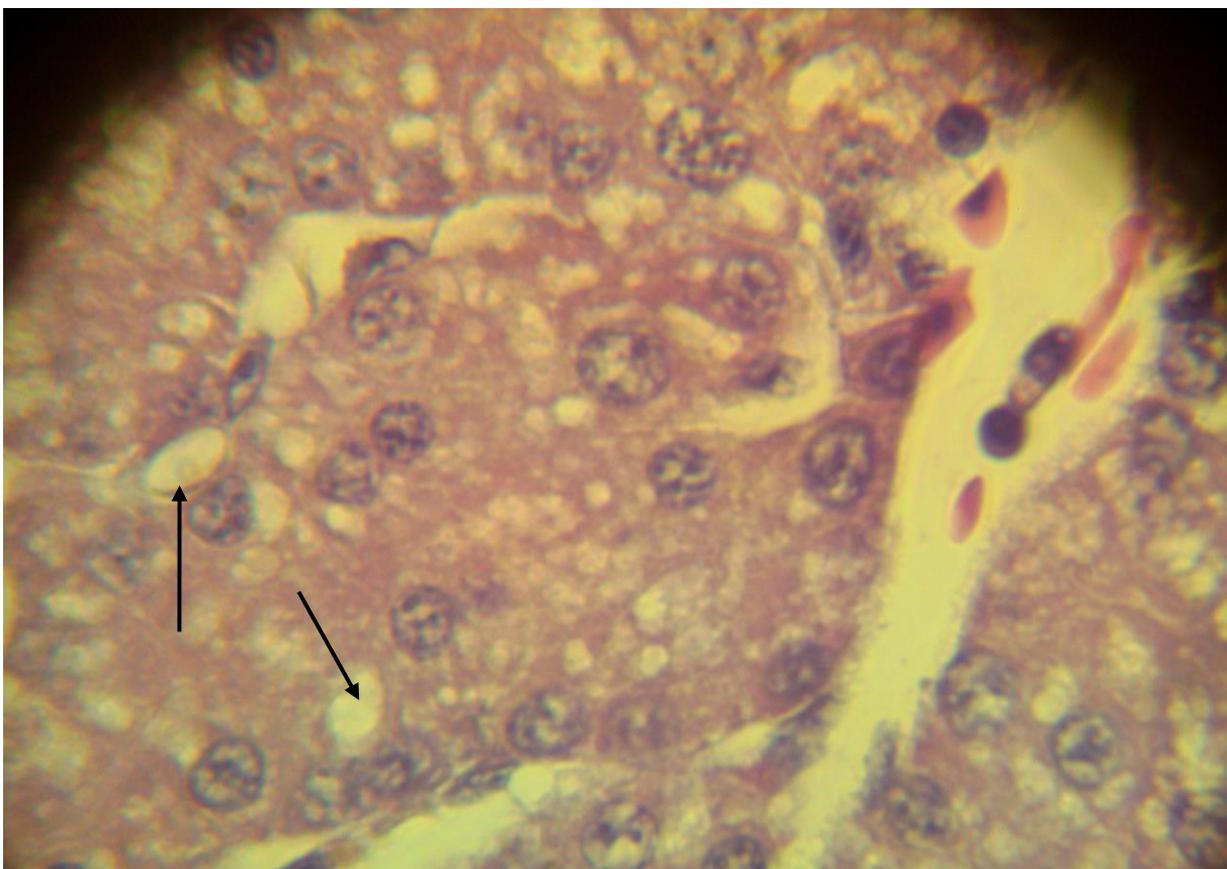
**Рисунок 28 – Гистологический препарат печени гусиных эмбрионов. Границы гепатоцитов слабо различимы. Жировые вакуоли отсутствуют. Контрольная группа. Возраст 15 дней. Окраска Г-Э. Увеличение  $\times 400$ .**



**Рисунок 29 – Гистологический препарат печени гусиных эмбрионов. Паренхима печени представлена гепатоцитами с одним или двумя ядрами, содержащими по несколько ядрышек. Опытная группа. Возраст 15 дней. Окраска Г-Э. Увеличение  $\times 400$ .**

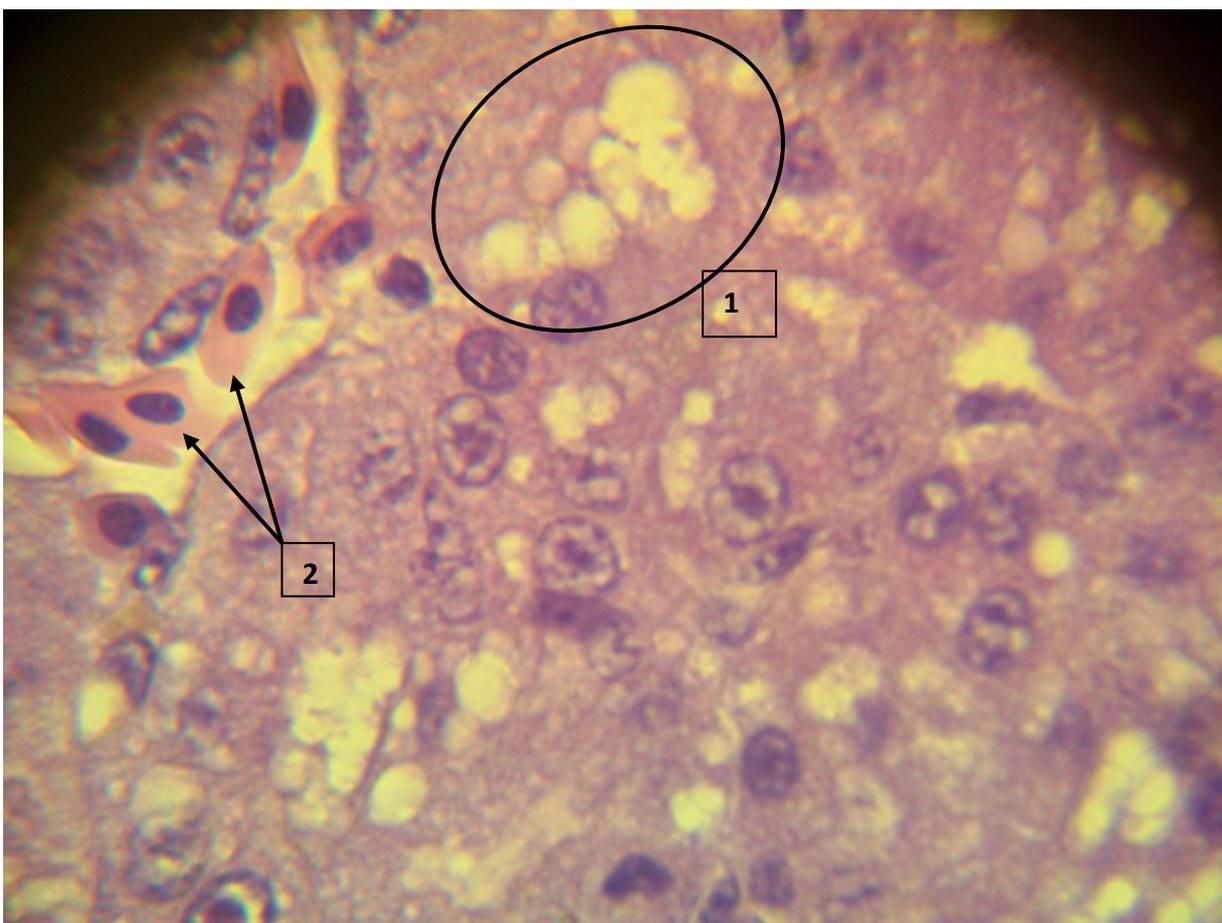
К 17-дневному возрасту размер печеночных клеток в сравниваемых группах продолжает увеличиваться. Так в контроле изучаемый показатель вырос, в сопоставлении с 15 днем в 1,25 раза и достиг  $67,29 \pm 1,60 \text{ мкм}^2$ , а в опытной группе увеличился лишь в 1,05 раза и составил  $66,18 \pm 2,14 \text{ мкм}^2$ . Таким образом, сопоставляя показатели площади гепатоцитов в контрольной и опытной группах на 17 день развития эмбрионов надлежит указать, что в интактной группе он был на 1,65 % больше, чем в аэроионизационной группе.

К 19-дневному возрасту устанавливаем понижение площади гепатоцитов в обеих группах.



**Рисунок 30 – Гистологический препарат печени гусиных эмбрионов. В паренхиме печени видны жировые вакуоли. Контрольная группа. Возраст 19 дней. Окраска Г-Э. Увеличение  $\times 1000$ .**

Так в интактной группе исследуемый параметр сократился, в сопоставлении с 17-дневным возрастом в 1,02 раза и составил  $66,29 \pm 2,41$   $\mu\text{m}^2$ . Что касается группы с искусственной аэроионизацией, то в ней снижение за аналогичный интервал зафиксировано более существенное, а именно в 1,49 раза до значения  $44,48 \pm 2,56$   $\mu\text{m}^2$ . Именно поэтому, в результате упомянутых изменений в 19-дневном возрасте площадь гепатоцитов эмбрионов аэроионизационной группы оказалась на 32,9 % достоверно меньше, в сопоставлении с интактной группой (рис. 30, 31).

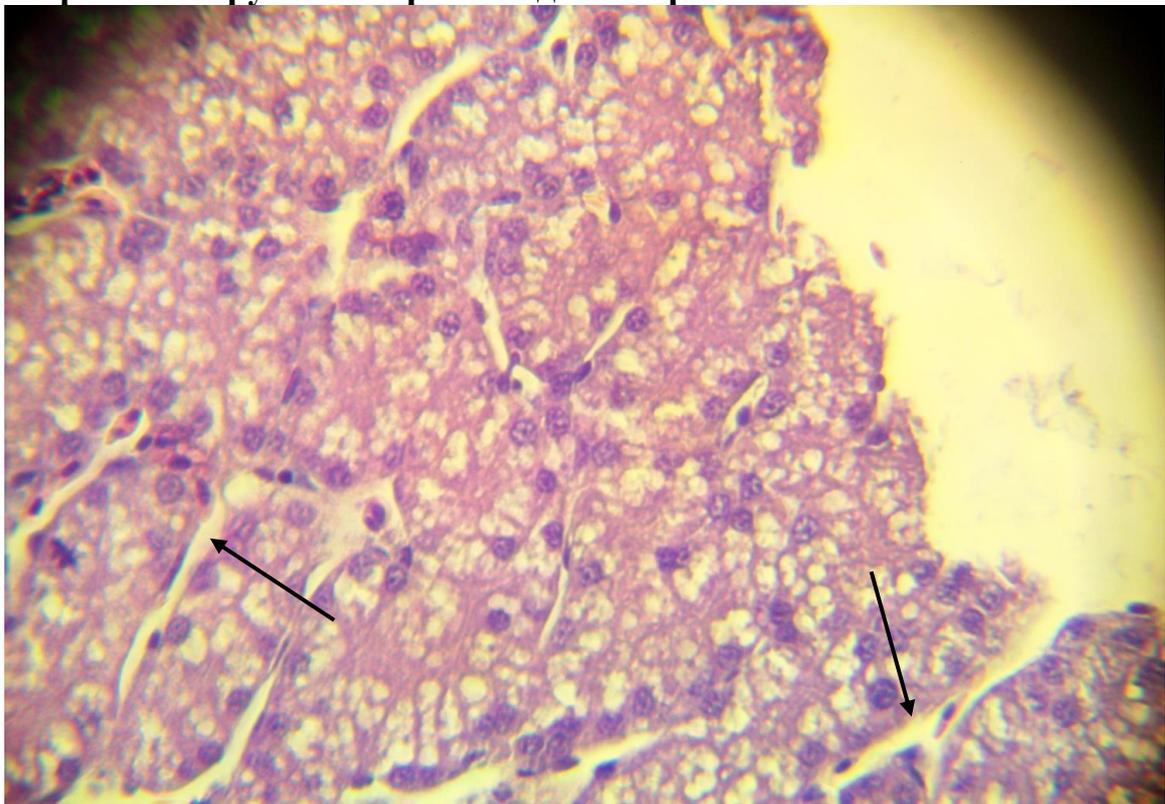


**Рисунок 31 – Гистологический препарат печени гусиных эмбрионов. Жировые вакуоли формируют группы (1). Эритроциты (2). Опытная группа. Возраст 19 дней. Окраска Г-Э. Увеличение  $\times 1000$ .**

К 23-дневному возрасту площадь гепатоцитов в группе без аэроионизации сократилась, в сопоставлении с 19-дневным в 1,22 раза и составила  $54,46 \pm 2,31$   $\mu\text{m}^2$ . В аэроионизационной группе, наоборот, площадь клеток в сопоставлении с 19-дневным возрастом подросла в 1,23 раза и достигла  $54,89 \pm 2,79$   $\mu\text{m}^2$ . В связи с этим, на данном рубеже эмбриогенеза (23 дня) различие между группами по площади печеночных клеток было 0,79 % в пользу опытных эмбрионов (рис. 32, 33).



**Рисунок 32 – Гистологический препарат печени гусиных эмбрионов. Крупные (1) и мелкие (2) жировые капли в паренхиме печени. Контрольная группа. Возраст 23 дня. Окраска Г-Э. Увеличение  $\times 400$ .**



**Рисунок 33 – Гистологический препарат печени гусиных эмбрионов. Хорошо выраженные просветы синусоидов. Опытная группа. Возраст 23 дня. Окраска Г-Э. Увеличение  $\times 400$ .**

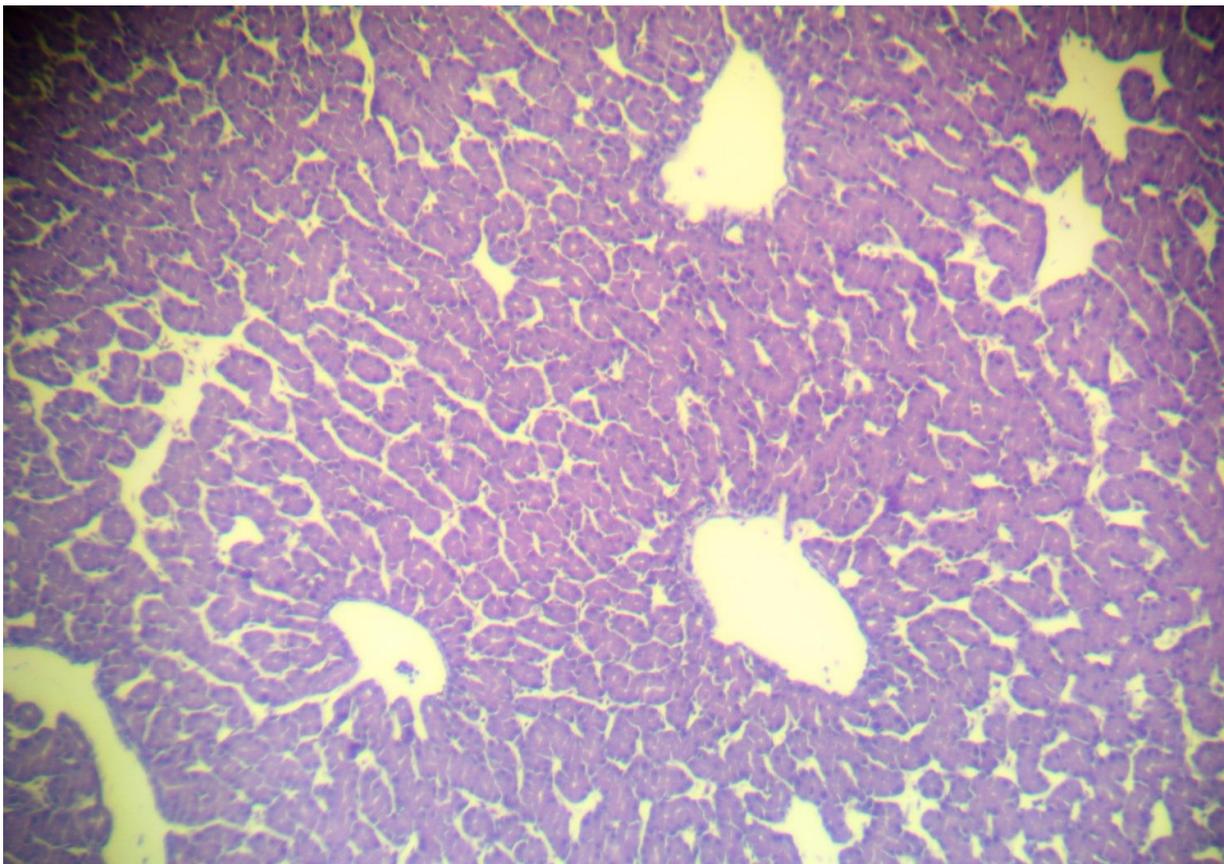
К 26-дневному возрасту размеры клеток печени в контрольной группе продолжает снижаться. Так по сравнению с 23-дневным возрастом площадь гепатоцитов контрольной группы снижается в 1,21 раза достигнув  $45,19 \pm 1,58$  мкм<sup>2</sup>. В аэроионизационной группе, наоборот, наблюдается увеличение размеров гепатоцитов, в сопоставлении с 23-дневным возрастом в 1,07 раза до  $58,89 \pm 1,91$  мкм<sup>2</sup>. Из этого следует, в 26-дневном возрасте площадь печеночных клеток эмбрионов инкубированных при отрицательно заряженных ионах стала на 30,32 % достоверно ( $P \leq 0,001$ ) больше, сходного параметра в контрольной группе.

К 28-дневному возрасту размер гепатоцитов у интактных эмбрионов увеличился, в сопоставлении с 26-дневным в 1,22 раза и составил  $55,16 \pm 2,03$  мкм<sup>2</sup>. В аэроионизационной группе исследуемый параметр вырос за тот же отрезок эмбриогенеза в 1,13 раза до  $66,39 \pm 2,25$  мкм<sup>2</sup>. Получается, в финальной фазе эмбриогенеза (28 дней) площадь гепатоцитов печени опытных эмбрионов была на 20,36 % достоверно ( $P \leq 0,001$ ) больше в сопоставлении с интактными эмбрионами.

### **3.4.2. Влияние аэроионизации на площадь ядер гепатоцитов**

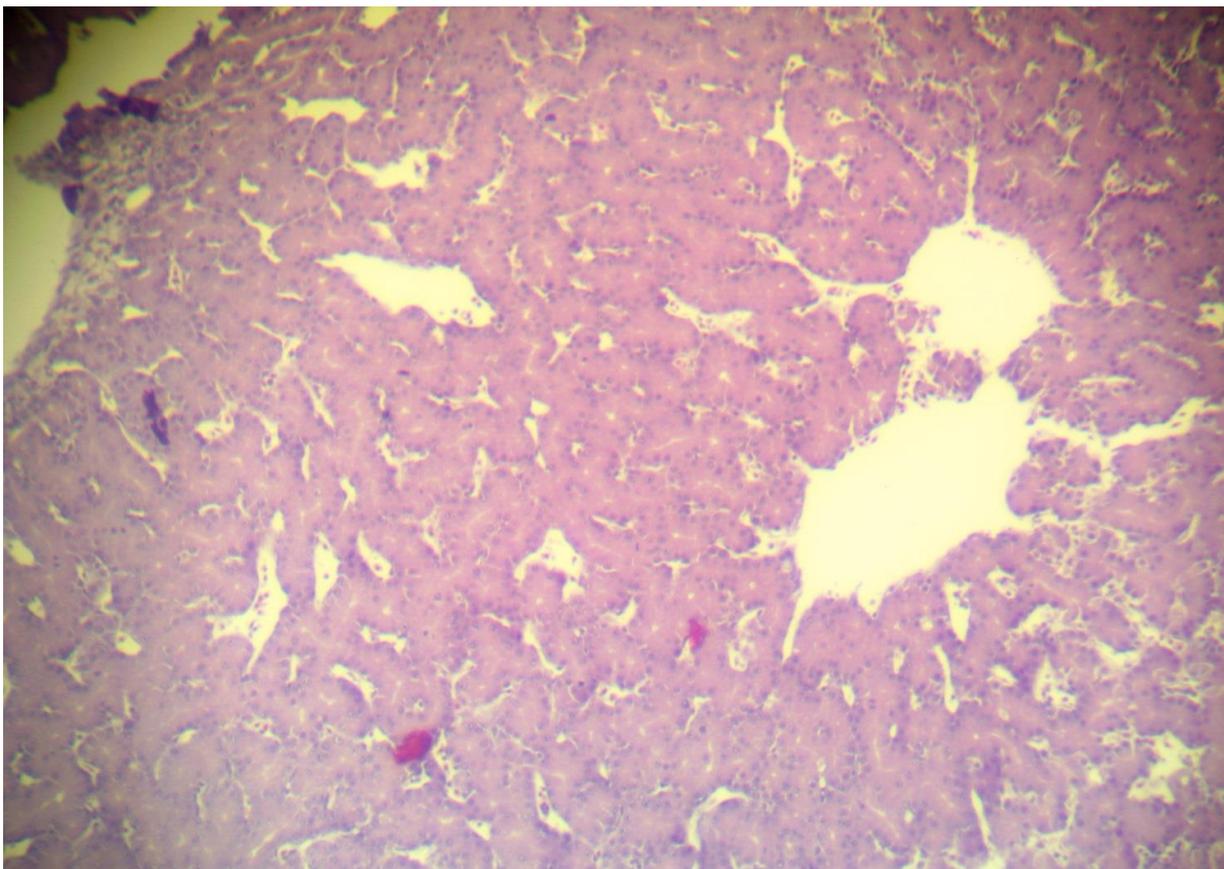
В 11-дневном возрасте площадь ядра гепатоцитов печени гусиных эмбрионов контрольной группы равна  $22,13 \pm 1,25$  мкм<sup>2</sup>. В группе, где инкубация осуществлялась под действием аэроионизации аналогичный показатель составил  $27,96 \pm 1,13$  мкм<sup>2</sup>. Именно поэтому, в 11 дней ядра гепатоцитов аэроионизационной группы достоверно ( $P \leq 0,001$ ) крупнее на 26,34 %, в сопоставлении с контрольной группой.

К 13 дню инкубирования в контрольной группе происходит уменьшение площади ядер гепатоцитов, в сопоставлении с 11 днем, в 1,13 раза, так как анализируемый показатель зафиксирован на уровне  $19,55 \pm 0,73$  мкм<sup>2</sup> (рис. 34, 35).



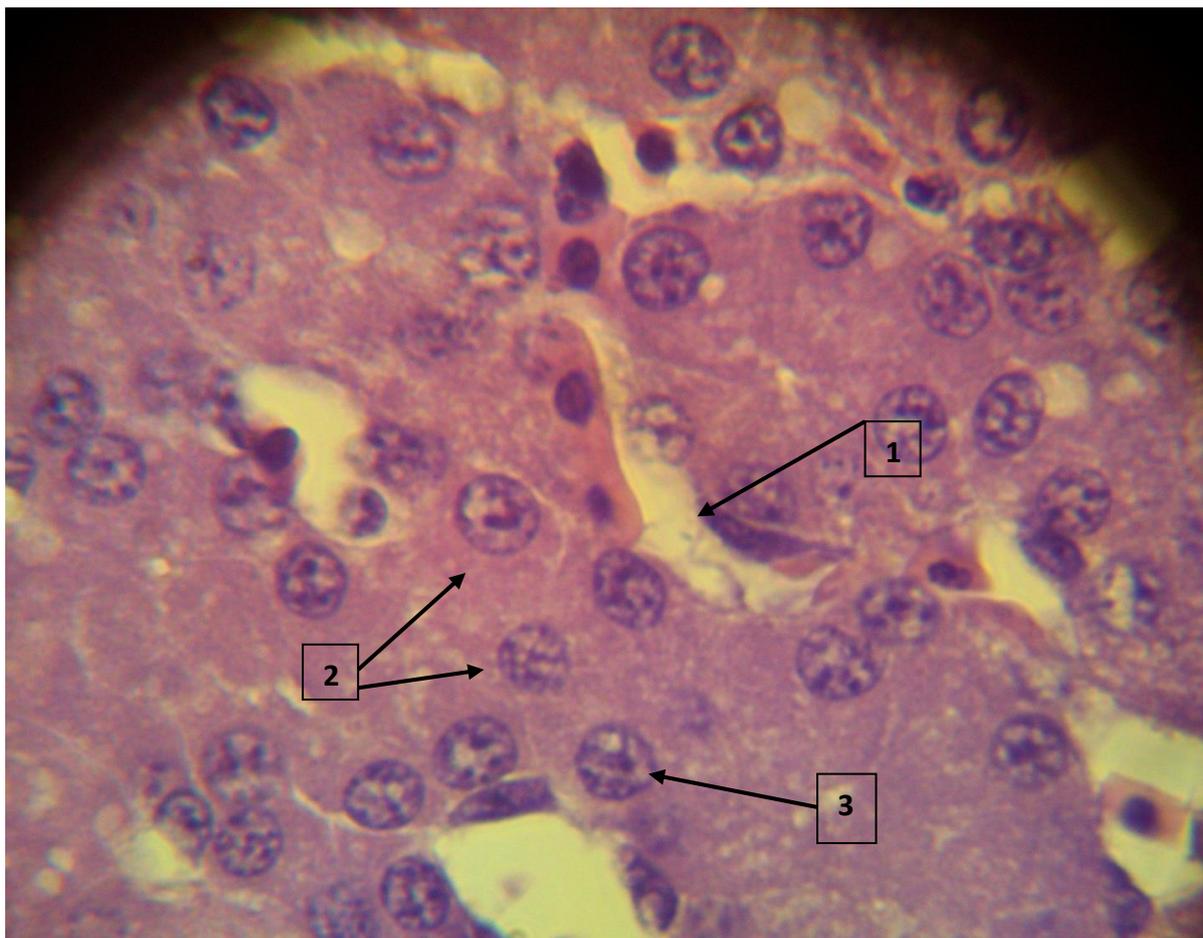
**Рисунок 34 – Гистологический препарат печени гусиных эмбрионов. Паренхима печени имеет сетчатый вид. Контрольная группа. Возраст 13 дней. Окраска Г-Э. Увеличение  $\times 100$ .**

В отношении опытной группы нужно заметить, что в ней также отмечается снижение площади ядер гепатоцитов, но не существенное, так как изучаемый показатель снижается лишь в 1,01 раза достигая  $27,64 \pm 1,13$   $\mu\text{m}^2$ . Как следствие, в 13-дневном возрасте достоверная ( $P \leq 0,001$ ) разница между группами по показателю площади ядер гепатоцитов увеличивается до 41,38 % с перевесом опытной группы.



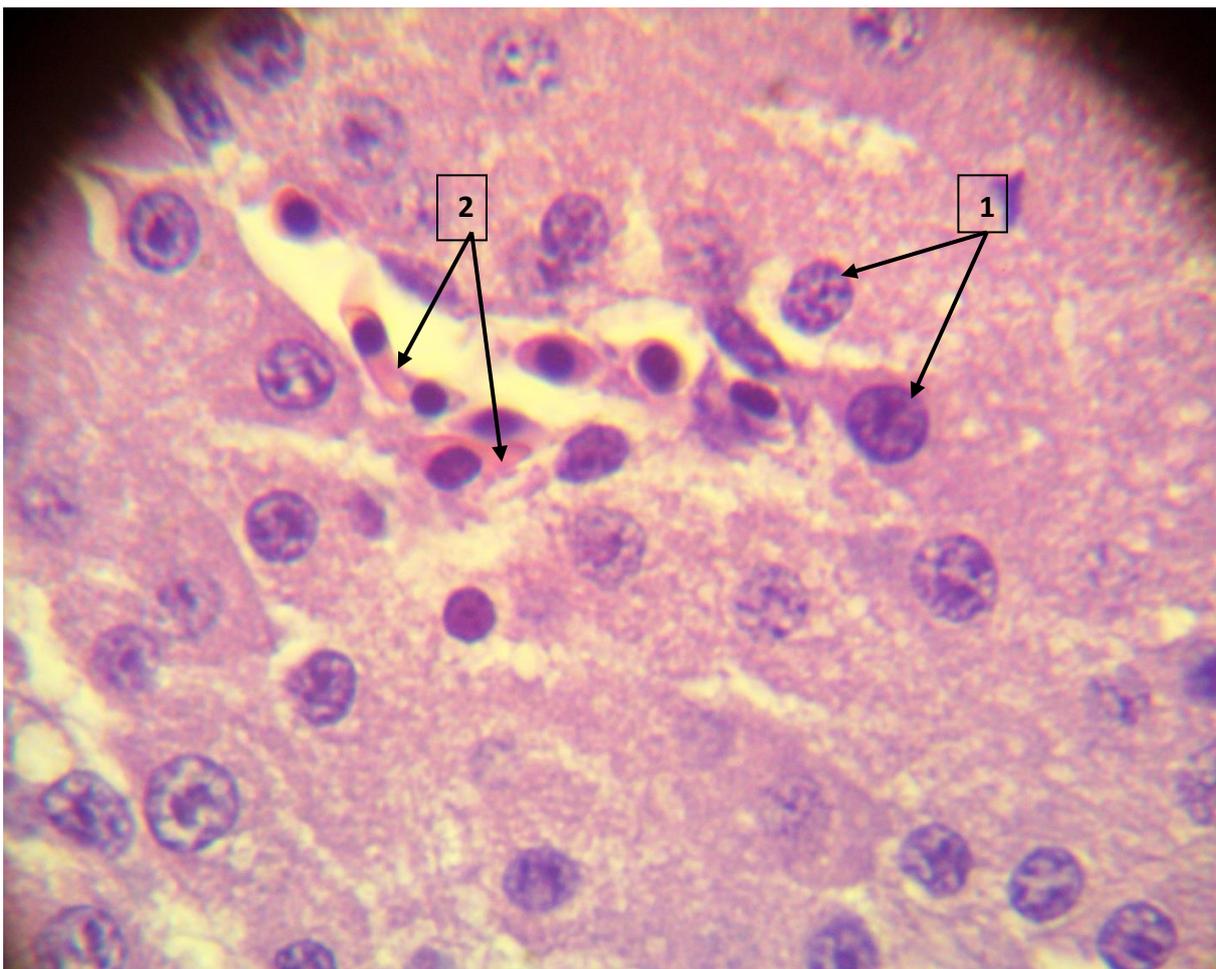
**Рисунок 35 – Гистологический препарат печени гусиных эмбрионов. Паренхима печени имеет балочное строение. Опытная группа. Возраст 13 дней. Окраска Г-Э. Увеличение  $\times 100$ .**

К 15-дневному возрасту величина площади ядра в сравниваемых группах растет, в сопоставлении с 13-дневным возрастом. В интактной группе исследуемый параметр вырос в 1,53 раза до значения  $29,93 \pm 1,13$   $\mu\text{m}^2$ . В опытной группе площадь ядер увеличилась, за аналогичный период, меньше – в 1,32 раза и составила  $36,43 \pm 0,92$   $\mu\text{m}^2$ . Выходит, в 15-дневном возрасте эмбрионов размер ядер печеночных клеток в аэроионизационной группе был на 21,72 % достоверно ( $P \leq 0,001$ ) больше, исследуемой величины в контроле.



**Рисунок 36 – Гистологический препарат печени гусиных эмбрионов. Синусоидные капилляры (1), гепатоциты (2), ядра (3). Контрольная группа. Возраст 17 дней. Окраска Г-Э. Увеличение  $\times 1000$ .**

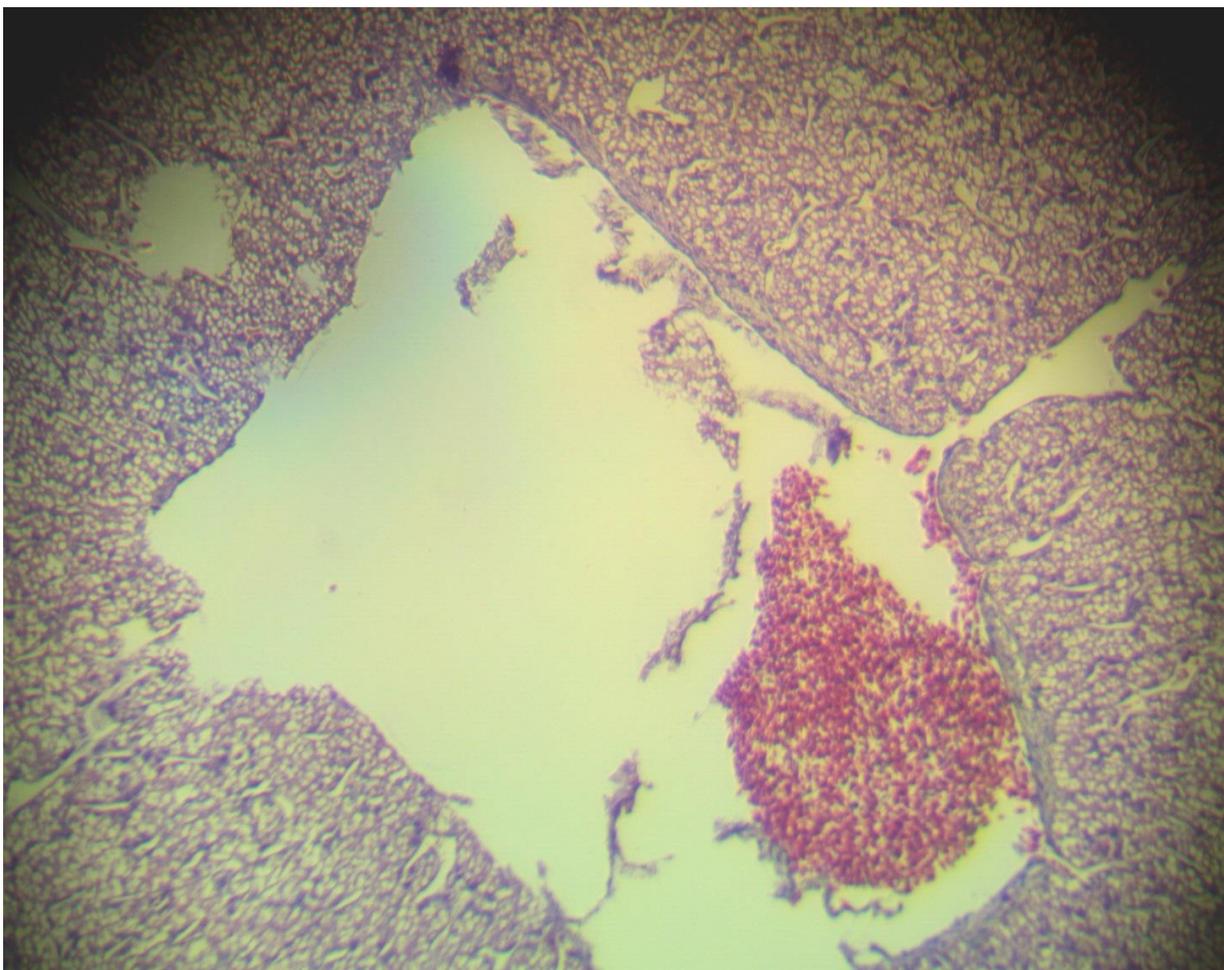
К 17-дневному возрасту площадь ядер гепатоцитов в обеих группах продолжает увеличиваться. Причем в группе без аэроионизации этот рост проходил интенсивнее, так как рассматриваемая величина выросла в 1,29 раза, в сопоставлении с 15-дневным возрастом, достигнув значения  $38,49 \pm 1,06 \text{ мкм}^2$ . В группе, где эмбрионы развивались, при отрицательно заряженных ионах размер ядер гепатоцитов увеличилась не значительно, лишь в 1,01 раза, составив  $36,83 \pm 1,16 \text{ мкм}^2$ . В связи с этим, установлено, что на 17 день инкубирования площадь ядер гепатоцитов в аэроионизационной группе была на 4,31 % меньше, в сопоставлении с интактной группой (рис. 36, 37).



**Рисунок 37 – Гистологический препарат печени гусиных эмбрионов. Гепатоциты имеют равномерные ядра (1), микроциркуляторное русло содержит эритроциты (2). Опытная группа. Возраст 17 дней. Окраска Г-Э. Увеличение  $\times 1000$ .**

К 19-дневному возрасту размер ядер печеночных клеток в сравниваемых группах снова уменьшается. В частности, в контроле ядра гепатоцитов уменьшились в размере, в сопоставлении с 17 днем, в 1,03 раза составив  $37,43 \pm 1,48 \text{ мкм}^2$ . В опыте происходит еще большее уменьшение площади ядер гепатоцитов, в сопоставлении с 17 днем, а именно в 1,51 раза до  $24,46 \pm 1,87 \text{ мкм}^2$ . Выходит, на рассматриваемой стадии развития площадь ядер в группе без аэроионизации стала достоверно ( $P \leq 0,001$ ) больше на 34,65 %, в сопоставлении с аэроионизационной группой.

К 23-дневному возрасту в интактной группе величина площади ядер гепатоцитов в сопоставлении с 19-дневным уменьшается в 1,20 раза до  $31,17 \pm 1,49$   $\mu\text{m}^2$ . В аэроионизационной группе, напротив, фиксируется увеличение изучаемого показателя за аналогичный период в 1,31 раза до  $32,00 \pm 1,57$   $\mu\text{m}^2$ . Исходя из этого, в 23-дневном возрасте площадь ядер печеночных клеток у опытных эмбрионов была на 2,66 % больше, в сопоставлении с контролем.



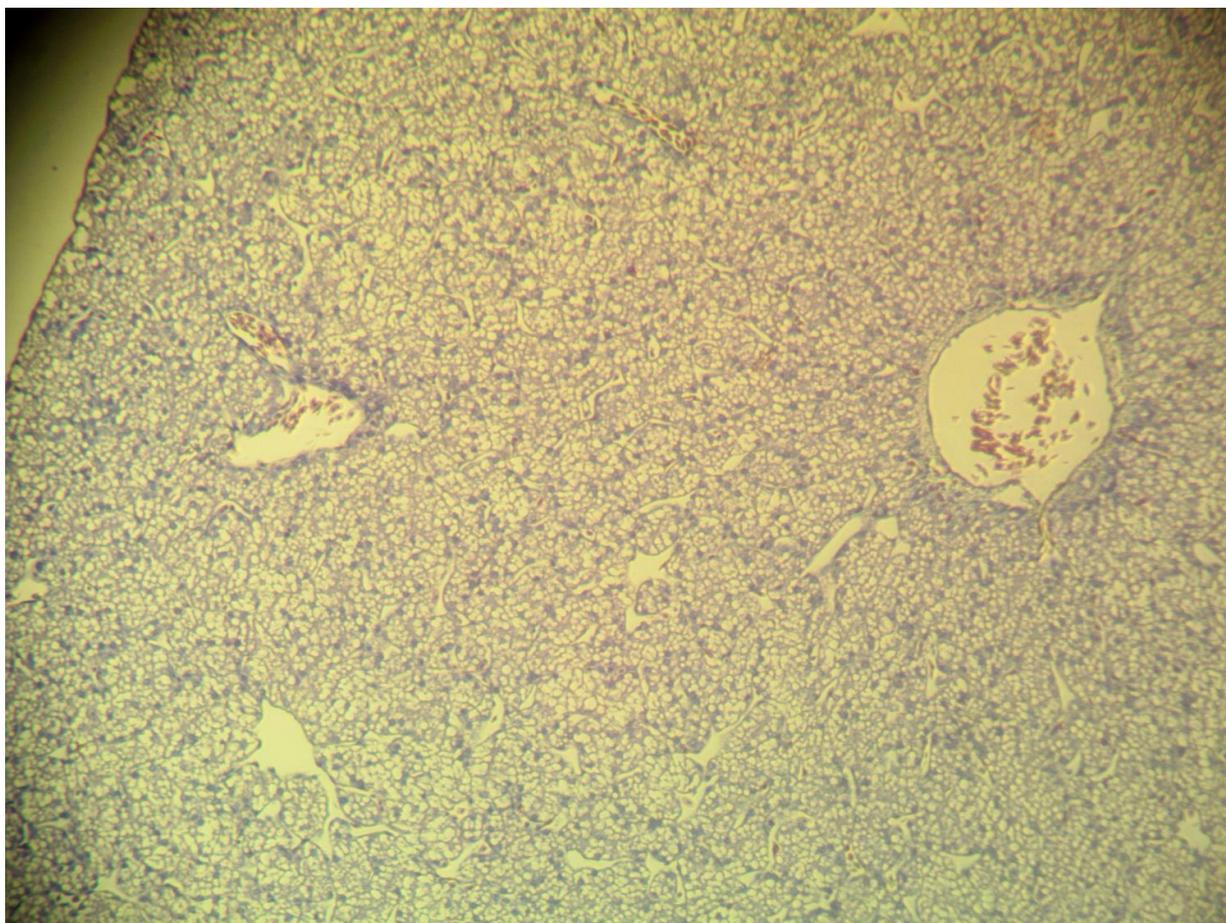
**Рисунок 38 – Гистологический препарат печени гусиных эмбрионов. Крупная печеночная вена с сформированной стенкой. Контрольная группа. Возраст 26 дней. Окраска Г-Э. Увеличение  $\times 100$ .**



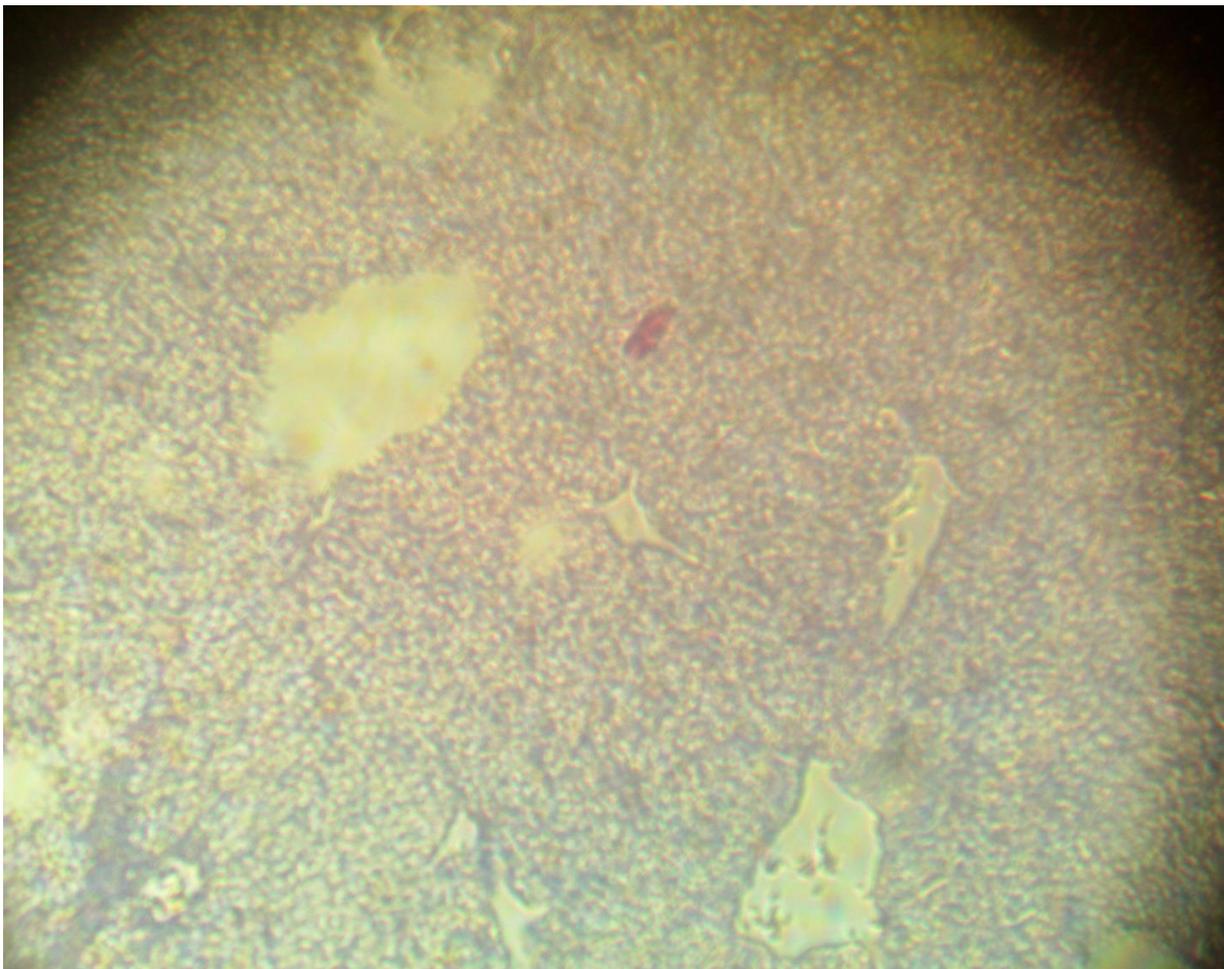
**Рисунок 39 – Гистологический препарат печени гусиных эмбрионов. Опытная группа. Возраст 26 дней. Окраска Г-Э. Увеличение  $\times 100$**

К 26-дневному возрасту в обеих группах происходит снижение показателя площади ядер гепатоцитов. Так в контрольной группе исследуемая величина уменьшилась в 1,21 раза и составила  $25,68 \pm 1,11$   $\mu\text{m}^2$ . Что до опытной группы, то в ней рассматриваемый параметр снизился, в сопоставлении с 23-дневным возрастом существенно меньше – в 1,02 раза, достигнув  $31,35 \pm 1,11$   $\mu\text{m}^2$ . В связи с этим в 26 дней площадь ядер гепатоцитов в аэроионизационной группе была на 22,08 % достоверно больше, чем у сверстников из контроля (рис. 38, 39).

К 28-дневному возрасту в сравниваемых группах вновь происходит увеличение размеров ядер гепатоцитов, по сравнению с 26-дневным возрастом. Так у контрольных эмбрионов площадь ядер гепатоцитов выросла в 1,27 раза, достигнув  $32,68 \pm 2,09$   $\mu\text{m}^2$ . В аэроионизационной группе регистрируется еще больший рост исследуемой величины в 1,30 раза до значения  $40,91 \pm 2,63$   $\mu\text{m}^2$ . В итоге, в 28-дневном возрасте размер ядер печеночных клеток у гусиных эмбрионов, инкубируемых при отрицательно заряженных ионах стала на 25,18 % достоверно ( $P \leq 0,05$ ) больше, в сопоставлении с аналогичной величиной в интактной группе (рис. 40, 41).



**Рисунок 40 – Гистологический препарат печени гусиных эмбрионов. Контрольная группа. Возраст 28 дней. Окраска Г-Э. Увеличение  $\times 100$**



**Рисунок 41 – Гистологический препарат печени гусиных эмбрионов. Опытная группа. Возраст 28 дней. Окраска Г-Э. Увеличение  $\times 100$ .**

### **3.4.3. Влияние аэроионизации на ядерно-цитоплазматическое отношение гепатоцитов**

В 11 дней ядерно-цитоплазматическое отношение в печеночных клетках интактных эмбрионов было  $0,97 \pm 0,07$ , а в опыте рассматриваемый параметр установился на уровне  $1,20 \pm 0,08$ , что на 23,71 % больше.

К 13-дневному возрасту величина ядерно-цитоплазматического отношения гепатоцитов в интактной группе выросла, в сопоставлении с 11-дневным возрастом в 1,24 раза и стал  $1,20 \pm 0,08$ . В аэроионизационной

группе, наоборот, исследуемая величина снизилась в 1,2 раза и стала  $1,00 \pm 0,06$ . Как следствие, в 13-дневном возрасте величина ядерно-цитоплазматического отношения в контроле была на 16,7 % больше, таковой в опыте.

К 15-дневному возрасту показатель ядерно-цитоплазматического отношения в исследуемых группах вырос, в сопоставлении с 13-дневным. Так в контроле рассматриваемый параметр вырос в 1,09 раза и зафиксирован на уровне  $1,31 \pm 0,07$ . В опытной группе наблюдается более существенное увеличение – в 1,43 раза до значения  $1,43 \pm 0,07$ . В итоге, на данном рубеже развития (15 дней) ядерно-цитоплазматическое отношение в гепатоцитах гусиных эмбрионов, инкубированных под действием отрицательных аэроионов превысило аналогичный показатель в контроле на 9,16 %.

К 17-дневному возрасту регистрируется несинхронное изменение величины ядерно-цитоплазматического отношения в гепатоцитах исследуемых групп. Оно выражается в том, что в интактной группе изучаемый показатель увеличивается, в сопоставлении с 15-дневным возрастом в 1,07 раза достигает  $1,40 \pm 0,07$ , а в аэроионизационной группе, наоборот, анализируемая величина снижается в 1,08 раза до уровня  $1,32 \pm 0,07$ . В результате, констатируем превышение показателя ядерно-цитоплазматического отношения гепатоцитов контрольных эмбрионов над опытными на 5,71 %.

В 19-дневном возрасте в группе без аэроионизации величина ядерно-цитоплазматического отношения снизилась в 1,01 раза, в сопоставлении с 17 днем, и составила  $1,38 \pm 0,08$ . Что до опытной группы, то в ней продолжается понижение рассматриваемой величины, так как на этом этапе (19 дней) фиксируем ядерно-цитоплазматическое отношение на уровне  $1,23 \pm 0,08$ , что в 1,07 раза меньше, в сопоставлении с 17-дневным возрастом. Соизмеряя ядерно-цитоплазматическое отношение в гепатоцитах сравниваемых групп, следует заметить, что исследуемый

параметр в контрольной группе превосходил на 10,87 % таковой в аэроионизационной группе.

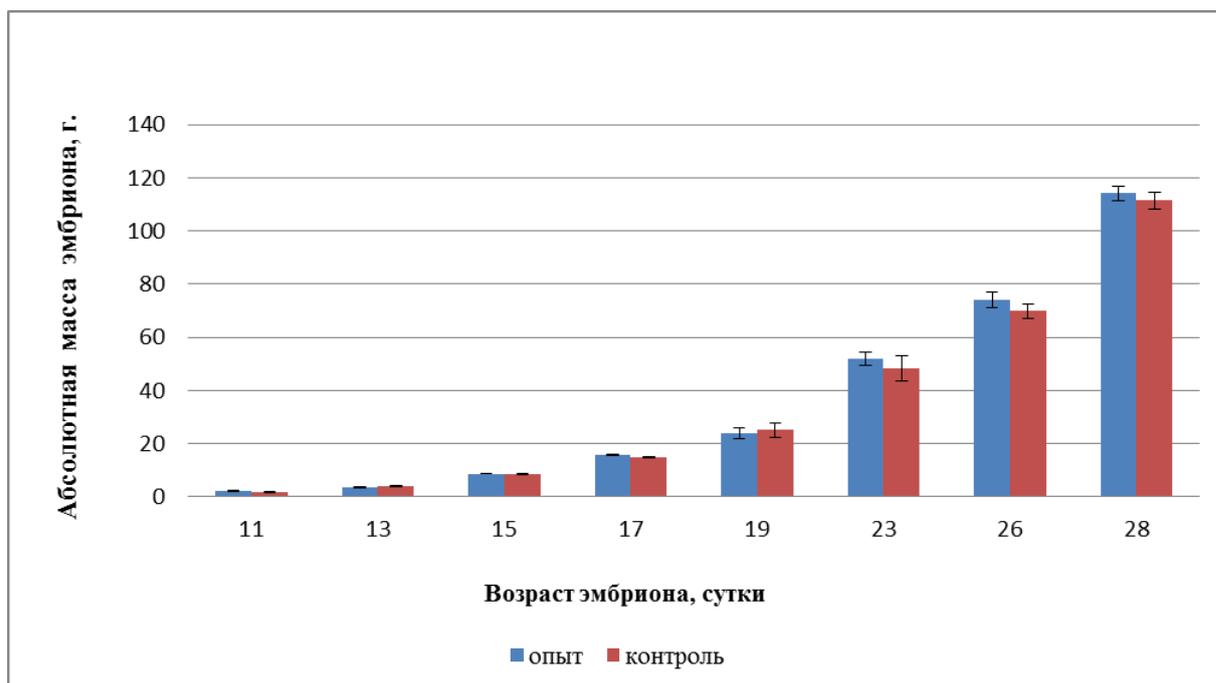
К 23-дневному возрасту, в сопоставлении с 19-дневным, величина ядерно-цитоплазматического отношения в гепатоцитах в сравниваемых группах растет. В контрольной группе исследуемая величина выросла в 1,20 раза достигнув  $1,66 \pm 0,24$ , а в опытной в 1,43 раза до уровня  $1,76 \pm 0,19$ . В связи с этим, в 23 дня ядерно-цитоплазматическое отношение в печеночных клетках эмбрионов из опыта превосходило рассматриваемую величину контроля на 6,02 %.

К 26 дню развития величина ядерно-цитоплазматического отношения в гепатоцитах сравниваемых групп снижается. В контрольной группе отслеживаемая величина снизилась, в сопоставлении с 23 днем в 1,16 раза и стала  $1,43 \pm 0,10$ , а в группе с использованием аэроионизации в 1,47 раза, достигнув  $1,20 \pm 0,07$ . Следовательно, в 26-дневном возрасте ядерно-цитоплазматическое отношение в печеночных клетках интактной группы превосходило таковое аэроионизационной на 16,08 %.

К 28-дневному возрасту величина ядерно-цитоплазматического отношения в гепатоцитах обеих групп возрастает. В контроле ядерно-цитоплазматическое отношение увеличилось по сравнению с 26-дневным возрастом в 1,61 раза и стало  $2,30 \pm 0,18$ . В опытной группе рассматриваемая величина выросла в 1,54 раза до  $1,85 \pm 0,06$ . В результате представленных изменений констатируем, что ядерно-цитоплазматическое отношение в гепатоцитах эмбрионов контрольной группы в 28-дневном возрасте было на 19,57 % выше, аналогичного показателя в опытной группе.

## 4 Обсуждение результатов собственных исследований

Обсуждая полученные результаты исследований, следует проанализировать рисунок 42, на котором наглядно представлена динамика массы гусиных эмбрионов, по которой следует судить о развитии гусиных эмбрионов.



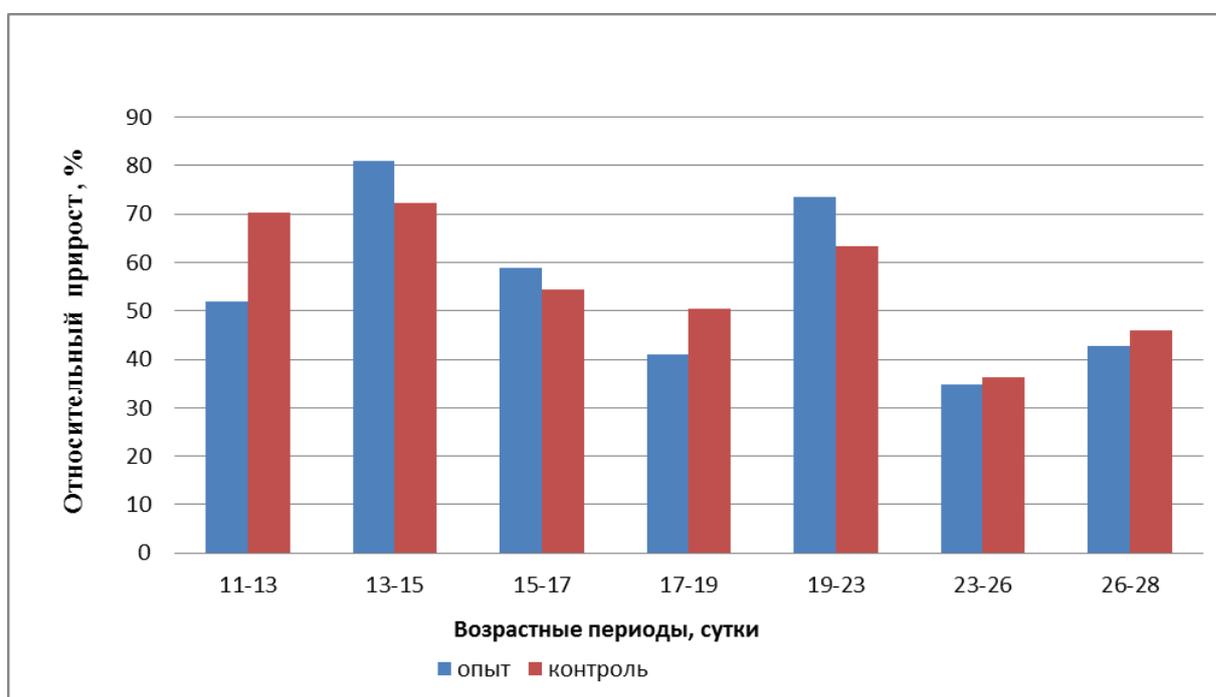
**Рисунок 42 – Динамика массы гусиных эмбрионов**

Анализируя полученные результаты эксперимента необходимо отметить, что масса эмбрионов, развивающихся при отрицательно заряженных ионах, за период наблюдений с 11- по 28-дневный возраст, превышала аналогичный показатель в интактной группе в шести контрольных точках из восьми. Масса интактных эмбрионов оказалась выше таковой эмбрионов опытной группы лишь в 13- и 19-дневном возрасте. Наибольшее превышение массы эмбрионов, инкубация которых осуществлялась под действием искусственных аэроионов по сравнению с контролем зафиксировано в 11-дневном возрасте – 11,4 %, а наименьшая

разница между группами по массе эмбрионов отмечена в 15-дневном возрасте – 0,9 % в пользу опытной группы.

Также нужно указать, что к концу инкубационного периода – в 28-дневном возрасте масса эмбрионов в контрольной и опытной группе выравнивается, разница составляет всего 2,3 % с преимуществом эмбрионов, развивающихся при аэроионизации.

Проанализируем динамику развития гусиных эмбрионов на основании данных относительного прироста их массы (рис. 43).



**Рисунок 43 – Относительный прирост массы гусиных эмбрионов по Броди, %**

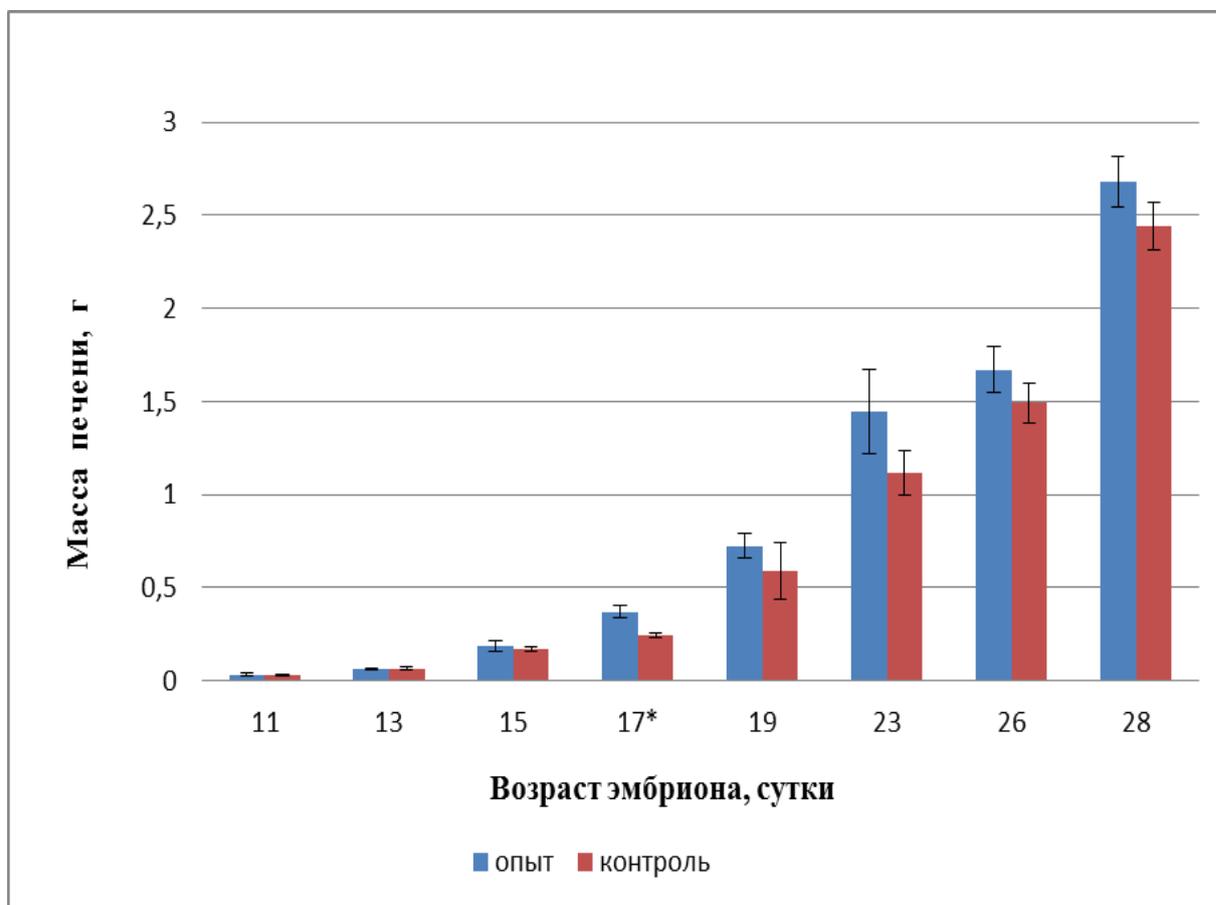
Следует отметить, что развитие гусиных эмбрионов на протяжении с 11 до 28 дней эмбрионального онтогенеза проходит не равномерно. Так в контрольной и опытной группе можно выделить периоды наиболее интенсивного и периоды наименее интенсивного прироста массы эмбрионов.

Так в контрольной группе наиболее интенсивный прирост массы эмбрионов отмечается в возрастном интервале с 11 до 15 дней эмбриогенеза. Далее наблюдается снижение темпов увеличения массы

эмбрионов интактной группы, что соответствует интервалу развития 15-19 дней. В дальнейшем (19-23 день) темпы прироста массы эмбрионов вновь возрастают. В следующий возрастной интервал (23-26 дней) анализируемый показатель вновь падает. И на заключительном этапе эмбриогенеза (26-28 дней) фиксируется увлечение темпов прироста массы эмбрионов. Таким образом, выявляется следующая закономерность развития гусиных эмбрионов: периоды наиболее интенсивного роста чередуются с периодами менее интенсивного роста. На основании представленных аргументов в развитии гусиных эмбрионов контрольной группы в течение инкубации с 11 до 28 дней можно выделить 5 отрезков их развития: первый интервал – это возрастной отрезок с 11 по 15 день. Второй интервал – это возрастной отрезок с 15 по 19 день. Третий интервал – это возрастной отрезок с 19 по 23 день. Четвертый интервал – это возрастной отрезок с 23 по 26 день. Пятый интервал – это возрастной отрезок с 26 по 28 день.

Что касается развития гусиных эмбрионов при отрицательно заряженных аэроионах, то в возрастном интервале 11-13 дней отмечается не высокий темп прироста массы эмбрионов. Но в возрастном интервале 13-15 дней наблюдается усиление прироста массы эмбрионов аэроионизационной группы до 81,1 %. Нужно заметить, что это наибольшая величина за анализируемый период эмбриогенеза. Далее на всем протяжении изучаемого отрезка эмбриогенеза изменение величины прироста массы гусиных эмбрионов проходит синхронно с изменением аналогичного показателя в контрольной группе. Таким образом, неравномерный темп развития гусиных эмбрионов по группам отмечается в возрастном интервале с 11 по 15 день. Так в контрольной группе в течение этого периода темпы прироста массы эмбриона были стабильны, тогда как в опытной группе в течение указанного отрезка эмбриогенеза наблюдалась увеличение темпов прироста массы гусиных эмбрионов.

На графике 44 представлена динамика массы печени гусиных эмбрионов.



\* -  $P \leq 0,05$

**Рисунок 44 – Динамика абсолютной массы печени гусиных эмбрионов**

Обсуждая полученные результаты по динамике абсолютной массы печени гусиных эмбрионов, за период их развития с 11 по 28 день, нужно указать, что во всех исследуемых возрастах масса печени эмбрионов аэроионизационной группы превосходила сверстников из контроля, за исключением 13-дневного возраста, когда рассматриваемый параметр у гусиных эмбрионов, инкубируемых при отрицательно заряженных ионах, был на 4,1 % меньше, в сопоставлении с контролем. Необходимо обратить внимание на период эмбриогенеза с 15 по 26 день, когда масса печени гусиных эмбрионов, инкубируемых под действием отрицательных

аэроионов превосходила отслеживаемую величину в контроле на 11,7 % - 50,8 %.

Уравнение, описывающие зависимость массы печени от возраста гусиного эмбриона в контрольной группе имеет вид  $Y=0,324x-0,6896$  ( $R^2=0,86$ ). А в группе с аэроионизацией  $Y=0,3659x-0,7496$  ( $R^2=0,89$ ). Таким образом, высокий коэффициент в обеих группах указывает на сильную связь, между массой печени и возрастом гусиного эмбриона.

Также следует отметить, что максимальное достоверное ( $P \leq 0,05$ ) превышение показателя массы печени эмбрионов развивающихся при отрицательных аэроионах над контролем зафиксировано в 17-дневном возрасте – 50,8 %. Минимальное превышение исследуемого параметра эмбрионов опытной группы над эмбрионами контрольной группы отмечается в 11-дневном возрасте – 6,6 %.

Исходя из представленного материала видно, что наилучший эффект от аэроионизации просматривается в возрастном интервале 17-23 дня. По-видимому аэроионизация оказывает максимальное стимулирующее действие на эмбриональную печень именно в возрастном интервале с 17 по 23 сутки. Так как одной из функций печени являются обменные процессы, то это позитивно отражается и на развитие самого эмбриона.

Вместе с тем нужно заметить, что к концу эмбрионального развития (28 дней) разница по массе печени между группами составляет 9,8 % в пользу опытной группы.

На графике 45 показано как изменяется величина относительного прироста массы печени гусиных эмбрионов.



**Рисунок 45 – Относительный прирост массы печени гусиных эмбрионов по Броди, %**

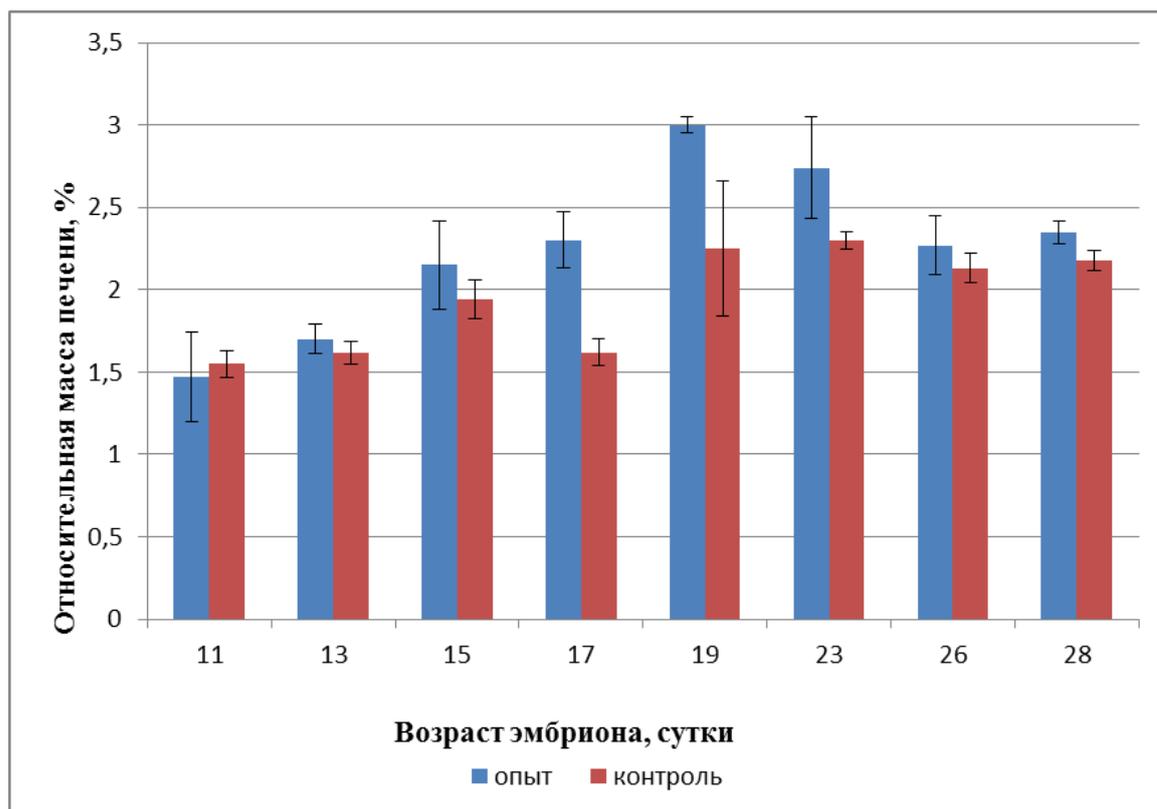
Обсудим полученные результаты относительного прироста массы печени. Как видно из графика 45 до 17-дневного возраста показатель относительного прироста в контрольной и опытной группах изменяется синхронно. Синхронность проявляется в том, что к возрастному периоду 13-15 дней интенсивность прироста массы печени в обеих группах возрастает. Затем в течение инкубационного отрезка 15-17 дней падает. Что касается эмбрионального отрезка с 17 по 23 день, то в течение указанного периода отмечается асинхронный рост массы печени в сравниваемых группах. Так в опытной группе в период обозначенного отрезка эмбриогенеза величина относительного прироста массы изучаемого органа стабилизируется и находится в границах 66-67 %. В интактной группе в

течение рассматриваемого периода 17-23 дней фиксируется скачкообразное изменение величины относительного прироста массы печени, а именно в интервале 17-19 дней, темп прироста увеличивается до 83 %, а в следующий период 19-23 дней снижается до 62 %.

Таким образом, различия в показателях относительного прироста массы печени гусиных эмбрионов отмечается лишь в 17-19 дней и 19-23 дней. Что касается интервала 17-19 день, то в опытной группе темп роста массы печени не изменился, по сравнению с предыдущим возрастным периодом, а в интактной группе фиксируется сильный рост величины относительного прироста массы печени с 37 % до 83 %. Второй возрастной отрезок 19-23 день, когда отслеживаемая величина в опыте осталась на уровне предшествующего возрастного отрезка, в то время как в контрольной группе отмечается падение относительного прироста массы печени.

Обобщая полученные результаты по относительному приросту массы печени, следует отметить, что максимальный темп прироста анализируемого показателя зафиксирован и в контрольной, и в аэроионизационной группах в возрастном интервале 13-15 дней. Самые низкие темпы роста массы печени отмечаются в возрастном интервале 23-26 дней также и в контроле и в опыте.

На графике 46 иллюстрирована динамика относительной массы печени гусиных эмбрионов в течение эксперимента.



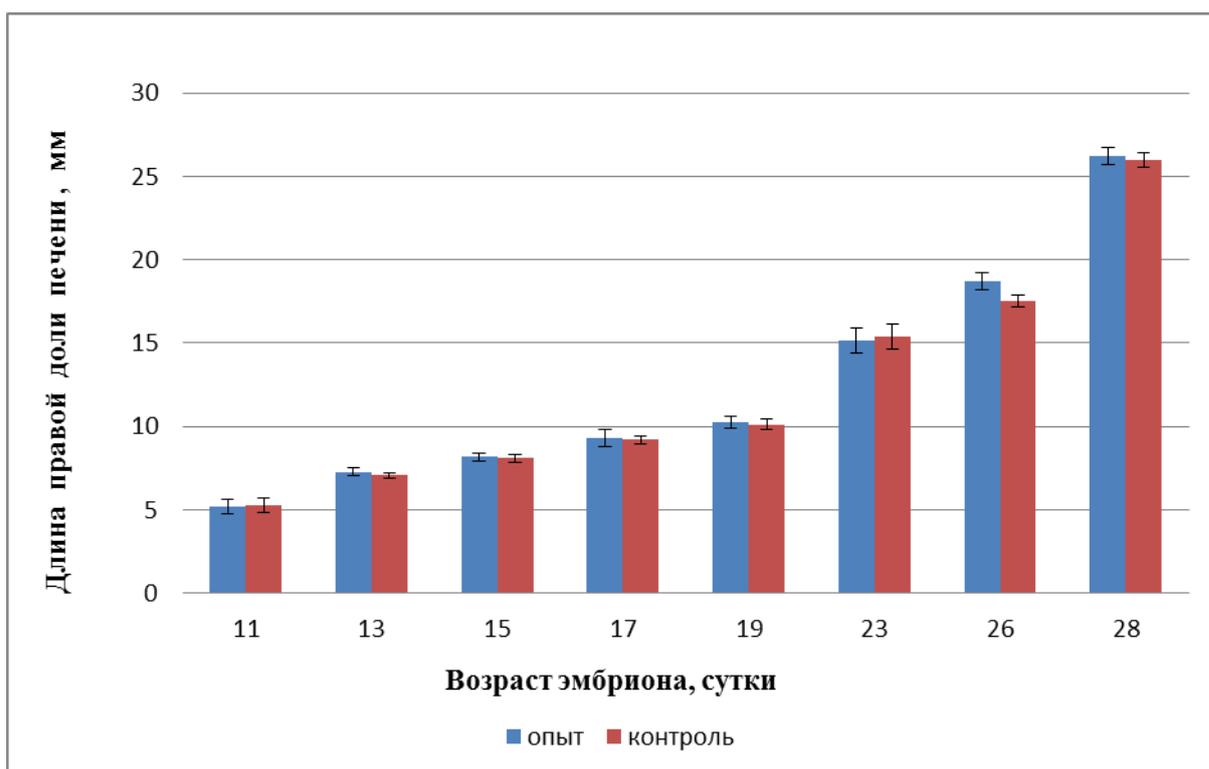
**Рисунок 46 – Относительная масса печени гусиных эмбрионов**

Обсудим показатели относительной массы печени, полученные в ходе эксперимента. Необходимо подчеркнуть тот факт, что относительная масса печени у гусиных эмбрионов аэроионизационной группы оказалась больше 2 %, начиная с 15-дневного возраста. Что до интактной группы, то в ней относительная масса печени с показателем более 2 % отмечается лишь с 19-дневного возраста. Также следует отметить, что относительная масса печени гусиных эмбрионов, развивающихся при отрицательно заряженных ионах, превалировала над контрольной группой в течение эксперимента, кроме 11-дневного возраста.

Самая большая величина относительной массы печени в сравниваемых группах зафиксирована в опыте в 19-дневном возрасте, а в контроле в 19- и 23-дневном возрасте, а наименьшая в 11-дневном возрасте в обеих группах.

Обсуждая показатели относительной массы печени гусиных эмбрионов необходимо выделить этап эмбриогенеза с 17 по 23 день, в течение которого относительная масса печени эмбрионов, инкубируемых при аэроионизации существенно превышала показатели относительной массы печени в контроле.

На рисунке 47 представлены данные по динамике длины правой доли печени гусиных эмбрионов.



**Рисунок 47 – Длина правой доли печени гусиных эмбрионов**

Из представленной диаграммы видно, что существенных различий между группами по длине правой доли в течение проведения эксперимента не выявлено. Однако, следует отметить, что наибольшее превышение показателя длины правой доли печени гусиных эмбрионов, инкубируемых под действием искусственной аэроионизации зафиксировано в 26-дневном возрасте. Что касается наименьшего превышения анализируемого показателя в опыте по сравнению с контролем, то оно отмечено в 28-дневном возрасте.

В изменение длины правой доли печени в возрастном интервале 11-28 дней выделяем два отрезка. Первый отрезок продолжается с 11- по 19-дневный возраст за этот период эмбриогенеза исследуемый параметр в интактной группе вырос в 1,92 раза, а в опытной в 1,98 раза. Второй отрезок равен возрастному промежутку 19-28 дней. В течение этого периода происходит более усиленный прирост длины правой доли печени, и в интактной, и в аэроионизационной группе, а именно в 2,6 раза.

На рисунке 48 представлены данные по динамике ширины правой доли печени гусиных эмбрионов.

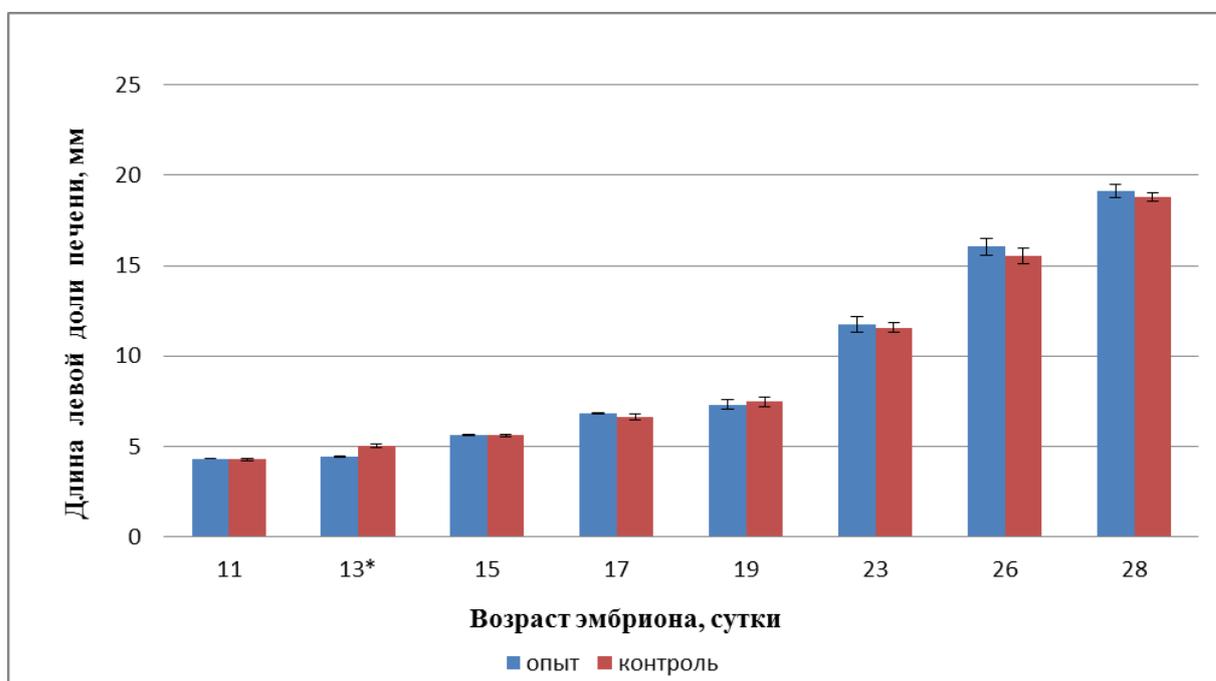


**Рисунок 48 – Ширина правой доли печени гусиных эмбрионов**

Рассматривая изменение величины ширины правой доли печени, в течение эксперимента, необходимо заметить, что в течение наблюдений во все контрольные точки, за исключением 11- и 15- дневного возраста исследуемый показатель у эмбрионов аэроионизационной группы превосходил аналогичный интактной группы. При этом наибольшее превышение наблюдалось в 26-дневном возрасте – 5,69 %. Кроме того следует отметить и 28-дневный возраст, когда превосходство исследуемой величины в аэроионизационной группе в сопоставлении с контрольной

было самым маленьким. В динамике прироста величины ширины правой доли печени можно отметить два отрезка. Первый отрезок длится с 11- по 17-дневный возраст. За этот период ширина правой доли печени увеличилась в аэроионизационной группе в 1,6 раза, а в интактной в 1,5 раза. Вторым отрезком – время с 17- по 28-дневный возраст – это период более интенсивного роста показателя ширины правой доли печени, так как за этот отрезок времени ширина правой доли печени увеличилась в 2 раза в обеих группах.

На рисунке 49 представлены данные по динамике длины левой доли печени гусиных эмбрионов.



\*-  $P \leq 0,05$

**Рисунок 49 – Длина левой доли печени гусиных эмбрионов**

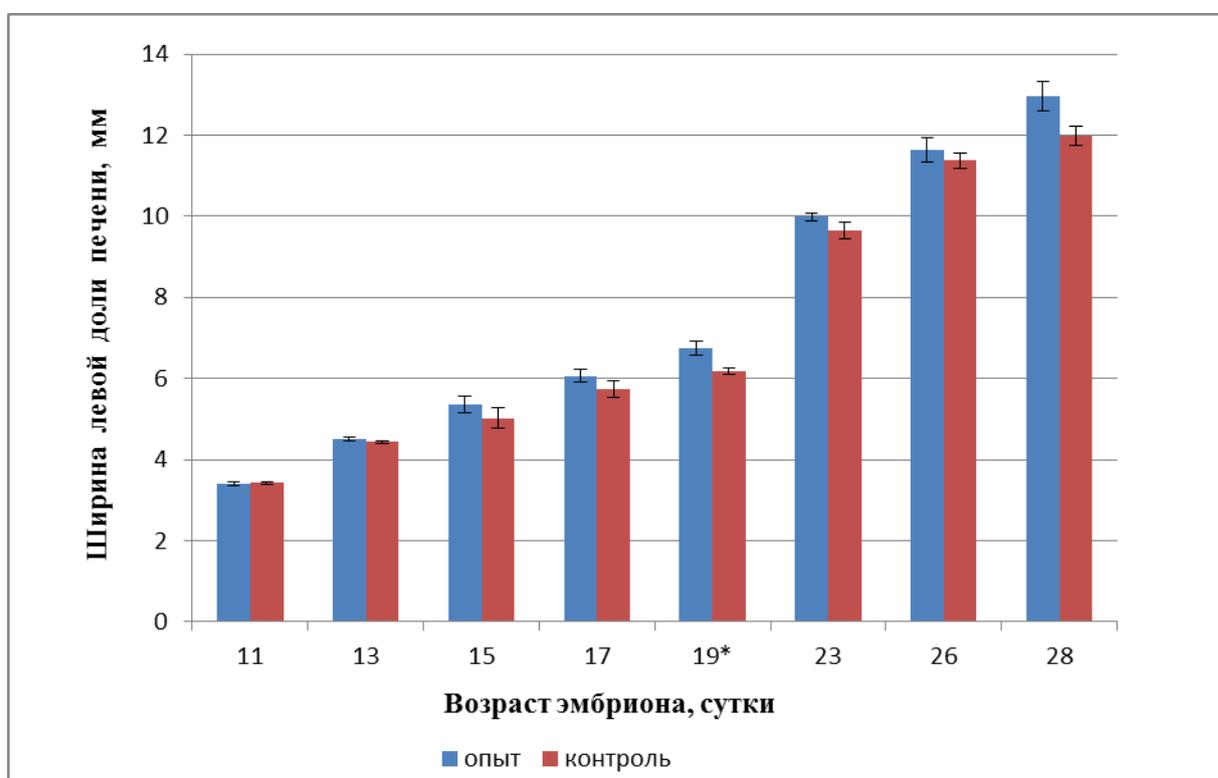
Из представленной диаграммы видно, что длина левой печени эмбрионов опытной группы в течение экспериментального наблюдения не существенно превосходила подобный параметр в контроле, кроме 13- и 19-дневного возраста. Самое большое превосходство исследуемого параметра аэроионизационной группы в сопоставлении с контрольной отмечено в 17- и 26-дневном возрасте 3,0 % и 3,4 %, соответственно. Что касается

минимального превышения опыта над контролем, то оно зафиксировано в 11- и 15-дневном возрасте - 0,9 % и 0,7 %, соответственно.

В динамике изменения показателя длины левой доли следует выделить два отрезка. Первый – продолжительностью с 11- по 19-дневный возраст. В течение этого времени отмечается умеренный прирост длины левой доли печени в обеих группах, так как она увеличилась в 1,7 раза. Второй отрезок совпадает с возрастным промежутком 19-28 дней. Этот период характеризуется более интенсивным увеличением длины левой доли печени в контрольной - в 2,5 раза, а в опытной в - 2,6 раза.

Наряду с этим необходимо указать, что в течение последней недели эмбрионального развития гусей длина левой доли печени эмбрионов, инкубируемых при отрицательно заряженных ионах превосходила подобную величину в контроле на 1,9-3,4 %.

На рисунке 50 представлены данные по динамике ширины левой доли печени гусиных эмбрионов.

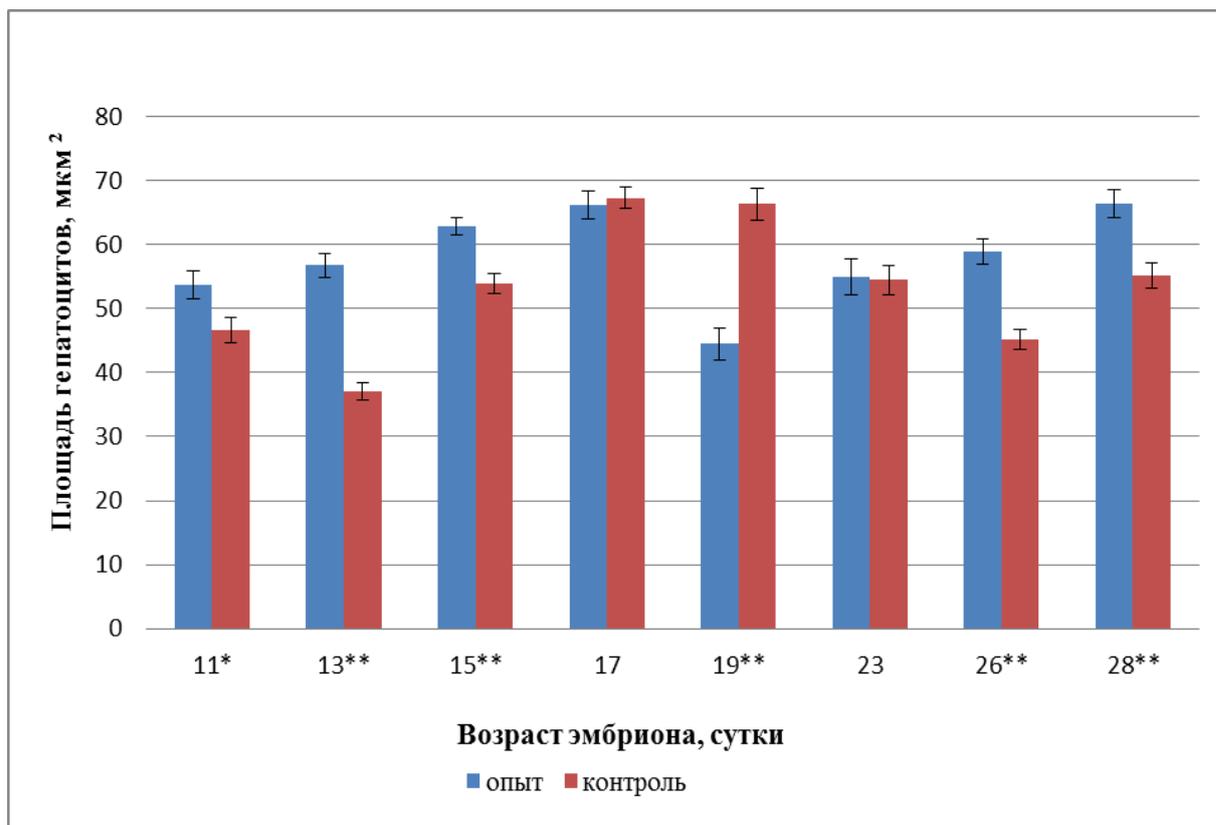


\* -  $P \leq 0,05$

**Рисунок 50 – Ширина левой доли печени гусиных эмбрионов**

Из представленной диаграммы видно, что в течение проведения эксперимента с 11- по 28-дневный возраст величина ширины левой доли печени на всем протяжении наблюдений, за исключением 11-дневного возраста, превосходит подобный параметр в интактной группе. При этом наибольшая достоверная разница в ширине левой доли печени гусиных эмбрионов отмечается в 19-дневном возрасте - 9,1 %, в пользу опытной группы. Минимальное превышение исследуемой величины у эмбрионов, развивающихся при отрицательно заряженных ионах, над контролем отмечается в 13-дневном возрасте 1,8 %. Кроме этого следует указать, что в конце эмбриогенеза – 28 день левая доля печени оказалась шире аналогичного показателя в контроле на 8,4 %. В динамике показателя ширины левой доли печени можно выделить 3 отрезка. Первый с 11 по 19 день – ширина в опытной группе за этот отрезок увеличилась в 1,98 раза, а в контроле в 1,81 раза. Вторым отрезком с 19 по 23 день – в опыте за этот интервал ширина увеличилась в 1,48 раза, а в контроле в 1,56 раза. Третий отрезок – с 23 по 28 день, когда ширина левой доли печени увеличилась в опыте в 1,3 раза, а в контроле в 1,24 раза.

На рисунке 51 представлены данные по динамике площади гепатоцитов печени гусиных эмбрионов.



\* –  $P \leq 0,05$ ; \*\* –  $P \leq 0,001$

**Рисунок 51 – Площадь гепатоцитов печени гусиных эмбрионов**

Площадь гепатоцитов гусиных эмбрионов инкубируемых под действием искусственной аэроионизации за период наблюдений находилась в пределах 44,5 - 66,4 мкм<sup>2</sup>. Что до интактной группы, то в ней аналогичный показатель находился в пределах 37,1 - 67,3 мкм<sup>2</sup>. При этом минимальная площадь гепатоцитов отмечена в опытной группе в 19-дневном возрасте, а в контрольной в 13-дневном. Самая большая площадь печёночных клеток в опытной группе зафиксирована в 28-дневном возрасте, а в интактной группе – в 17-дневном.

Сравнивая показатель площади гепатоцитов между группами необходимо выделить возраст эмбрионов, когда площадь клеток печени в опыте достоверно превышала таковую в контроле в 11, 13, 15, 26, 28 дней.

Однако нужно указать на 17- и 19- дневный возраст. В указанные дни площадь печёночных клеток эмбрионов контрольной группы превышала таковую опытной.

Таким образом, площадь гепатоцитов в контрольной и опытной группе с течением возраста эмбрионов менялась асинхронно. Так на протяжении возрастного интервала 11-17 дней в опытной группе отмечается постепенное увеличение размеров клеток печени, в то время в контроле с 11 по 13 день площадь гепатоцитов уменьшалась, и лишь после 13-дневного возраста отмечался её рост до 17-дневного, как и в опытной группе. После 17-дневного возраста в обеих группах происходит уменьшение размеров гепатоцитов, однако в опытной группе площадь клеток снижается лишь до 19-дневного возраста эмбрионов, тогда как в контрольной гепатоциты продолжают уменьшаться до 26-дневного возраста.

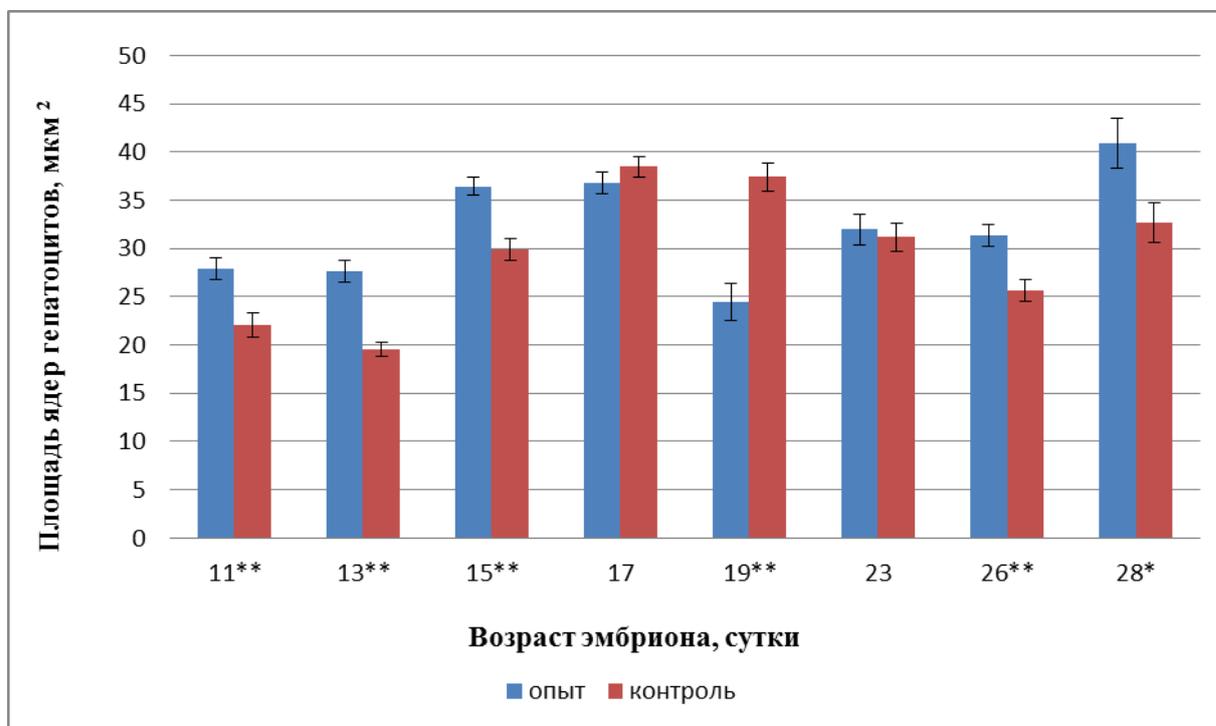
Таким образом, в возрастном интервале 11-28 дней прослеживается следующая закономерность в динамике изменения площади гепатоцитов. До 17-дневного возраста площадь клеток увеличивается, затем снижается в контроле – до 26-дневного возраста, а в опыте до 19-дневного возраста, и затем вновь увеличивается к 28-дневному возрасту.

На рисунке 52 представлена динамика площади ядер гепатоцитов печени гусиных эмбрионов.

Анализируя изменение показателя площади ядер гепатоцитов в возрастном интервале 11-28 дней нужно указать, что исследуемый показатель в группе, где применялась аэроионизация находился в пределах 24,5 - 40,9 мкм<sup>2</sup>.

В интактной группе аналогичный диапазон составил 19,6 - 38,5 мкм<sup>2</sup>. Наименьшая площадь ядер печёночных клеток в контрольной и опытной группах зафиксирована в различные возраста гусиных эмбрионов. Так в контрольной группе наименьший показатель площади ядер пришелся на 13-дневный, а в аэроионизационной группе на 19-дневный возраст.

Наибольшим размером ядра гепатоцитов отличались в 17- и 28-дневном возрасте, в контроле и опыте, соответственно.



\*-  $P \leq 0,05$ ; \*\*-  $P \leq 0,001$ ;

### Рисунок 52 – Площадь ядер гепатоцитов печени гусиных эмбрионов

Что касается межгрупповых различий по размеру ядер гепатоцитов, то анализ данных показывает, что на протяжении наблюдений площадь ядер гепатоцитов опытной группы превышала, за исключением 17- и 19-дневного возраста, аналогичный показатель в контроле. Наибольшая разница между группами в пользу опытной отмечается в 13-дневном возрасте. Наименьшее превышение опытной группы над контрольной было в 23-дневном возрасте – 2,7 %.

На рисунке 53 представлена динамика ядерно-цитоплазматического отношения гепатоцитов печени гусиных эмбрионов.

Ядерно-цитоплазматическое отношение за период наблюдений находилось в пределах 1,0 - 1,9 – в опытной и в пределах 0,97 - 2,3 – в контрольной группе. Минимальное значение показателя ядерно-цитоплазматического отношения отмечено в аэроионизационной группе в

13-дневном возрасте, а в группе без аэроионизации в 11-дневном. Самое большое отношение ядра к цитоплазме было в сравниваемых группах в 28-дневном возрасте.



**Рисунок 53 – Динамика ядерно-цитоплазматического отношения гепатоцитов печени гусиных эмбрионов**

До 17-дневного возраста наблюдается несинхронное варьирование величины ядерно-цитоплазматического отношения в сравниваемых группах. Потому что в промежутке 11-13 дней в интактной группе исследуемый показатель увеличивается, а в опытной, наоборот, уменьшается. В промежутке 13-17 дней величина ядерно-цитоплазматического отношения в интактной группе увеличивается, тогда как в опытной с 13- до 15 дней увеличивается, а с 15- до 17 дней – снижается.

Далее с 17-дневного возраста гусиных эмбрионов и до 28 дня ядерно-цитоплазматическое отношение изменяется синхронно в обеих группах.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, проведенные научные исследования раскрыли новые данные по влиянию аэроионизации на гусиных эмбрионов и морфологию их печени и позволяют сделать следующие выводы:

1. Абсолютная масса гусиных эмбрионов, инкубируемых под действием отрицательных аэроионов была выше аналогичного показателя контрольной группы в течение всего периода наблюдений, за исключением 13- и 19-дневного возраста. Наибольшее превышение зафиксировано в 11-дневном возрасте – 11,4 %, а наименьшее в 15-дневном – 0,9 %.

2. Анализ показателя относительного прироста массы гусиных эмбрионов в течение эмбриогенеза с 11- по 28-дневный возраст показывает, что наибольшие темпы прироста массы эмбрионов как в контрольной так и в опытной группах приходятся на возрастной интервал 13-15 дней – 72,3 % и 81,1 %, соответственно. Самые низкие темпы прироста массы эмбрионов отмечаются в возрастном интервале 23-26 дней – 36,2 % в контрольной группе и 34,9 % – в опытной группе.

3. Масса печени гусиных эмбрионов, инкубируемых под действием искусственной аэроионизации превышала аналогичный показатель в контроле в течении всего периода наблюдений, за исключением 13-дневного возраста. Максимальное различие между группами, в пользу опытной, зафиксировано в 17-дневном возрасте, а минимальное – в 11-дневном возрасте. Таким образом, аэроионизация оказывает положительное влияние, особенно это проявляется на отрезке эмбриогенеза с 17 по 23 день.

4. Максимальный относительный прирост массы печени гусиных эмбрионов как в контрольной, так и в опытной группе зафиксирован в возрастном интервале 13-15 дней – 87,4 % и 99,3 %, соответственно.

Наименьшие темпы прироста массы печени отмечаются в обеих группах в интервале с 23 по 26 день, а именно, в контрольной группе – 28,8 %, в опытной – 14,4 %.

5. Наибольшее значение относительной массы печени – 3,00 % зафиксировано в опытной группе в 19-дневном возрасте, а в контрольной в 19- и 23-дневном возрасте – 2,25 % и 2,30 %, соответственно. Наименьший показатель относительной массы печени гусиных эмбрионов отмечен как в контрольной, так и в опытной группах в 11-дневном возрасте 1,55 % и 1,47 %, соответственно.

6. Длина левой доли печени гусиных эмбрионов опытной группы превышала аналогичный показатель в контроле на протяжении всего периода наблюдений, за исключением 13- и 19-дневного возраста. Длина правой доли печени эмбрионов, инкубируемых при аэроионизации была больше таковой контроля в течении эксперимента, за исключением 11- и 23-дневного возраста. Показатель ширины левой доли печени у эмбрионов опытной группы в течение исследований превышал контроль, за исключением лишь 11-дневного возраста, когда значение анализируемого показателя в обеих группах было практически одинаковым. Что касается ширины правой доли печени, то она оказалась больше в опытной группе, во все исследуемые возраста кроме 11- и 15-дневного возраста, когда различия между группами были минимальными.

7. Максимальный размер гепатоциты контрольной группы имели в 17-дневном возрасте –  $67 \text{ мкм}^2$ , а в опытной группе самые большие печеночные клетки отмечены в 17- и 28-дневном возрасте –  $66 \text{ мкм}^2$ . Минимальные размеры гепатоцитов зафиксированы в контрольной группе в 13-дневном возрасте –  $37 \text{ мкм}^2$ , а в опытной в 19-дневном –  $44,5 \text{ мкм}^2$ . Площадь гепатоцитов печени эмбрионов, инкубируемых при искусственной аэроионизации была достоверно выше контрольных значений в 11-, 13-, 15-, 26- и 28-дневном возрасте. Следует отметить, что

лишь в 17- и 19-дневном возрасте площадь печеночных клеток эмбрионов опытной группы была меньше, чем в контрольной.

8. Показатель площади ядер гепатоцитов печени эмбрионов опытной группы достоверно превышал аналогичный показатель контроля в 11-, 13-, 15-, 26- и 28-дневном возрасте. В 17- и 19-дневном возрасте площадь ядер гепатоцитов печени эмбрионов опытной группы была меньше, чем в контроле. Следует указать, что максимальные размеры ядра гепатоцитов в контрольной группе имели в 17-дневном возрасте –  $38,5 \text{ мкм}^2$ , а в опытной группе – в 28-дневном –  $40,9 \text{ мкм}^2$ . Меньшей площадью отличались ядра гепатоцитов в контрольной группе в 13-дневном возрасте –  $19,6 \text{ мкм}^2$ , а в опытной – в 19-дневном –  $24,5 \text{ мкм}^2$ .

9. Ядерно-цитоплазматическое отношение менялось в контрольной и опытной группах асинхронно. Наивысшее значение ядерно-цитоплазматического отношения зафиксировано в контрольной и опытной группах в 28-дневном возрасте, а наименьшее отмечено в контроле – в 11-дневном возрасте, а в опыте в 13-дневном возрасте.

## **РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ**

Предлагаем, при инкубировании гусиного яйца для насыщения инкубационного шкафа отрицательными аэроионами и стимулирования роста гусиных эмбрионов проводить сеансы искусственной аэроионизации с концентрацией отрицательных аэроионов  $17 \times 10^3$  ионов/см<sup>3</sup> продолжительностью 2 часа.

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ**

Материалы диссертационной работы имеют перспективу применяться при составлении учебников, учебных пособий, справочников, атласов по эмбриональному развитию птиц, а также в сравнительной анатомии сельскохозяйственных птиц.

Ряд положений диссертационного исследования рекомендуем использовать в учебной работе при проведении лабораторно-практических работ и лекций по анатомии, эмбриологии, птицеводству для обучающихся по направлению подготовки ветеринария, зоотехния.

Полученные результаты могут быть использованы в научных исследованиях в области морфологии при изучении эмбриогенеза продуктивных птиц, в общем, и их органов, в частности.

Материалы диссертационного исследования являются основой для дальнейшего поиска оптимального режима искусственной аэроионизации при инкубировании яиц сельскохозяйственной птицы.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамов, С.С. Влияние отрицательных аэроионов на обменные процессы в организме телят / С.С. Абрамов // Ветеринария. – 1989. – № 7. – С. 23-25.
2. Абрамов, С.С. Влияние отрицательных аэроионов на организм телят / С.С. Абрамов, В.И. Ганкович // Ветеринария. – Москва. – 1983. – № 5. – С. 56-57.
3. Абузярова, Г.А. Корреляция между массой гусиных эмбрионов и массой их печени / Г.А. Абузярова, Р.Ю. Хохлов // Инновационные решения актуальных проблем в области ветеринарии: материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Курск. – 2021. – С. 63-66.
4. Абузярова, Г.А. Влияние аэроионизации на рост гусиных эмбрионов / Г.А. Абузярова // Морфология. – 2020. – Т.157. – № 2-2. – С. 7-8.
5. Абузярова, Г.А. Влияние аэроионизации на сельскохозяйственных животных и птицу / Г.А. Абузярова // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса России: Сборник материалов Международной научно-практической конференции молодых ученых. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2019. – С. 4-5.
6. Абузярова, Г.А. Влияние аэроионизации на среднесуточный прирост живой массы гусиных эмбрионов / Г.А. Абузярова, Р.Ю. Хохлов // Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК России: Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2019. – С. 55-57.

7. Абузярова, Г.А. Динамика массы гусиных эмбрионов, инкубируемых при искусственной аэроионизации / Г.А. Абузярова, Р.Ю. Хохлов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2021. – № 5 (199). – С. 83-87.
8. Абузярова, Г.А. Динамика относительного прироста массы печени гусиных эмбрионов при аэроионизации / Г.А. Абузярова, Р.Ю. Хохлов // Актуальные вопросы патологии, морфологии и терапии животных: Материалы 20-й национальной научно-практической конференции с международным участием по патологической анатомии животных. – Уфа: Башкирский государственный аграрный университет, 2020. – С. 251-254.
9. Абузярова, Г.А. Изменение массы печени гусиных эмбрионов при действии отрицательных аэроионов / Г.А. Абузярова, Р.Ю. Хохлов // Международный вестник ветеринарии. – 2021. – № 2. – С. 108-111.
10. Абузярова, Г.А. Интенсивность роста печени гусиных эмбрионов при аэроионизации / Г.А. Абузярова, Р.Ю. Хохлов // Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК России: Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2020. – С. 72-74.
11. Алексеев, И.А. Влияние искусственной аэроионизации на микроклимат цеха выращивания гусят / И. А. Алексеев, М. Н. Зайцева // Современные направления развития зоотехнической науки и ветеринарной медицины: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию Голдобина М. И., Заслуженного деятеля науки РФ, Заслуженного работника высшей школы Чувашской АССР, доктора сельскохозяйственных наук, профессора. – Чебоксары:

Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2018. – С. 172-178.

- 12.Алексеев, И.А. Гигиена выращивания телят с применением аэроионизации и ароматических масел / И.А. Алексеев // (к 120-летию со дня рождения русского ученого А.Л. Чижевского посвящается). Монография. Чебоксары, 2018. – С. 134.
- 13.Алексеев, И.А. Оптимизация микроклимата помещений и повышения прироста живой массы телят с применением аэроионов и ароматического масла лаванды / И.А. Алексеев, В.Г. Софронов, Р.А. Егоров // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2018. – Т. 233. – № 1. – С. 11-16.
- 14.Анин, А.Н. Применение аэроионизации и эфирных масел при выращивании молодняка свиней: автореф. дис. ... канд. вет. наук: 16.00.06 / Анин Алексей Николаевич. – Чебоксары, 2007. – 19 с.
- 15.Антонова, Е.И. Биохимический анализ активности ферментов печени после перегревания у птиц вида *Columba livia* / Е.И. Антонова, Д.И. Бекова, Л.Е. Хамитова, О.Ю. Шпак // Сборник научных трудов SWorld. – 2011. – Т. 34. – № 4. – С. 70-72.
- 16.Аэроионизация как метод коррекции функционального состояния организма в условиях герметического объекта / Л.Х. Брагин, А.Г. Гончарова, Ю.И. Воронков [и др.] // Технологии живых систем. – 2008. – Т. 5. – № 4. – С. 35-38.
- 17.Бароев, Т.Р. Результаты теоретических и экспериментальных исследований в области инфракрасного и ультрафиолетового облучения поросят / Т.Р. Бароев, С.А. Икаев, С.В. Дзудцев, К.С. Рабисов // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2013. – Т. 50. – № 3. – С. 190-192.

18. Белов, Г.В. Влияние изменений концентрации аэроионов вдыхаемого воздуха на состояние сурфактанта легких / Г.В. Белов, А.Б. Морковкина // Вестник физиотерапии и курортологии. – 2015. – Т. 21. – № 1. – С. 14-15.
19. Бинеев, Э.А. Аэроионизация на предприятиях связи / Э.А. Бинеев // Труды Северо-Кавказского филиала Московского технического университета связи и информатики. – 2012. – № 1. – С. 50-51.
20. Бирюкова, Е.Е. Влияние аэроионизации на гистометрические показатели яичника куриных эмбрионов / Е.Е. Бирюкова, Р.Ю. Хохлов // Научная жизнь. – 2018. – № 8. – С. 130-135.
21. Бирюкова, Е.Е. Влияние аэроионизации на динамику абсолютной массы яичника куриных эмбрионов / Е.Е. Бирюкова, Р.Ю. Хохлов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2018. – № 4(72). – С. 235-237.
22. Бирюкова, Е.Е. Влияние аэроионизации на относительный прирост длины куриных эмбрионов / Е.Е. Бирюкова, Р.Ю. Хохлов // Научное обеспечение агропромышленного производства: Материалы Международной научно-практической конференции, Курск. – 2018. – С. 67-71.
23. Бирюкова, Е.Е. Влияние аэроионизации на рост куриных эмбрионов / Е.Е. Бирюкова, Р.Ю. Хохлов // В сборнике: Агропромышленный комплекс: состояние, проблемы, перспективы. Материалы XIII Международной научно-практической конференции. Пенза. – 2017. – С. 62-63.
24. Бирюкова, Е.Е. Закономерность роста яйцевода кур в эмбриональном периоде при использовании аэроионизации / Е.Е. Бирюкова, Р.Ю. Хохлов // Международный сельскохозяйственный журнал. Москва. – 2018. – № 3. – С. 39-41.

25. Бирюкова, Е.Е. Применение аэроионизации при инкубации куриного яйца: Научно-практические рекомендации / Е.Е. Бирюкова, Р.Ю. Хохлов. – Пенза. – 2018. – 31 с.
26. Бронникова, Г.З. Анатомо-топографическая характеристика и динамика массы печени перепелов / Г.З. Бронникова // Современные тенденции инновационного развития ветеринарной медицины, зоотехнии и биологии: материалы Всероссийской очно-заочной научно-практической конференции с международным участием. – Уфа. – 2017. – С. 17-21.
27. Бронникова, Г.З. Влияние антиоксидантов на морфологию гепатоцитов птиц / Г.З. Бронникова, О.В. Дюдьбин, Г.В. Базекин // Актуальные вопросы патологии, морфологии и терапии животных: Материалы 20-й национальной научно-практической конференции с международным участием по патологической анатомии животных. – Уфа. – 2020. – С. 259-273.
28. Бронникова, Г.З. Ультраструктура и кариоцитометрия гепатоцитов перепелов / Г.З. Бронникова, Е.Н. Сковородин // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2019. – № 3(51). – С. 36-41.
29. Бронникова, Г.З. Ультраструктура ядер гепатоцитов перепелов / Г.З. Бронникова // Современное состояние, традиции и инновационные технологии в развитии АПК: материалы международной научно-практической конференции в рамках XXIX Международной специализированной выставки «Агрокомплекс-2019», Уфа. – 2019. – С. 17-21.
30. Бронникова, Г.З. Ультраструктурные характеристики цитоплазмы гепатоцитов перепелов / Г.З. Бронникова // Современное

- состояние, традиции и инновационные технологии в развитии АПК: Материалы международной научно-практической конференции в рамках XXIX Международной специализированной выставки «Агрокомплекс-2019», Уфа. – 2019. – С. 21-26.
- 31.Будевич, А.И. Влияние лёгких отрицательных аэроионов кислорода на яичную продуктивность кур / А.И. Будевич, В.С. Махнач, Т. В. Дмитриева, И.П. Курило // Зоотехническая наука Беларуси. – 2006. – Т. 41. – С. 399-404.
- 32.Булгакова, Е.В. Аэроионизация воздушной среды рентгеновских кабинетов / Е.В. Булгакова, Г.А. Сулкарнаева // Новая наука: современное состояние и перспективы развития: Материалы Международной (заочной) научно-практической конференции. – Прага, Чехия: Научно-издательский центр "Мир науки", 2017. – С. 567-570.
- 33.Бурков, П.В. Изучение влияния модифицированных цитотоксинов "Геприм для кур" на морфологические характеристики печени / П.В. Бурков, П.Н. Щербаков, Н.П. Щербаков // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2014. – № 12(122). – С. 108-113.
- 34.Бушунова, Н.Л. Физиологическое обоснование эффективности аэроионизации при промышленном выращивании бройлеров: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.13 / Бушунова Наталья Леонидовна. – Благовещенск, 2005. – 19 с.
- 35.Варисевич, Я.С. Кинетические параметры фосфатаз тканей и органов облученных крыс после воздействия отрицательных аэроионов: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Варисевич Ярослава Степановна. – Львов, 1995. – 23 с.

36. Васяев, В.А. Зоогигиеническое и биологическое обоснование применения искусственной аэроионизации при выращивании телят: автореф. дис. ... канд. вет. наук: 16.00.08 / Васяев Валерий Анатольевич, – Уфа, 1998. – 20 с.
37. Волков, Г.К. Влияние отрицательной ионизации воздуха на некоторые физиологические функции самцов: автореф. дис. ... канд. вет. наук: 16.00.00 / Волков Георгий Константинович. – Москва. – 1963. – 24 с.
38. Гаппоева, В.С. Влияние аэроионизации на состояние воздушной среды в закрытых помещениях / В.С. Гаппоева, З.Г. Хабаева, Д.А. Марзоева // Междисциплинарный вектор развития современной науки: теория, методология, практика: Сборник статей III Международной научно-практической конференции, Петрозаводск. – 2020. – С. 261-267.
39. Гарькун, В.И. Влияние селенорганического препарата на динамику массы печени в постэмбриональном онтогенезе уток Пекинской породы / В.И. Гарькун // Агротехнологии XXI века: Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 100-летию высшего аграрного образования на Урале, г. Пермь. – 2019. – С. 274-279.
40. Голованова, В.В. Действие аэроионизации в животноводстве / В.В. Голованова, Н.Л. Лопалева // Молодежь и наука. Биотехнологии и пищевая промышленность: сборник статей конференции, Екатеринбург: Уральский государственный аграрный университет, 2021. – С. 103-104.
41. Гончаров, А.И. Применение отрицательных аэроионов кислорода и эфирных масел при выращивании молодняка кур: автореф. дис. ... канд. вет. наук: 16.00.06 / Гончаров Александр Иванович. – Чебоксары, – 2007. – 19 с.

42. Гончарова, Л.Н. Зоогигиеническое обоснование применения аэроионизации при содержании и сравнительная характеристика спермопродукции быков-производителей в ОАО ПП "Барнаульское" / Л.Н. Гончарова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2008. – № 10(48). – С. 53-54.
43. Гребенькова, Н. В. Влияние кормовой добавки "Диронакс" на морфо-функциональные изменения печени гусей белой Венгерской породы / Н. В. Гребенькова, И. Р. Кильметова, А. С. Губайдуллин // Инновационные достижения науки и техники АПК: Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, Кинель, Самарская государственная сельскохозяйственная академия, 2018. – С. 43-45.
44. Губайдуллин, А.С. Микроморфология печени гусей при использовании гепатопротектора Диронакс / А.С. Губайдуллин, Н.В. Гребенькова, Е.Н. Сковородин // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2016. – № 2(58). – С. 84-85.
45. Губайдуллин, Н.М. Содержание азота в организме пчел при подкормках на фоне аэроионизации гнезда / Н.М. Губайдуллин // Пчеловодство. – 2009. – № 4. – С. 14-15.
46. Гудин, В.А. Функциональная активность серотонинергической системы кроликов под воздействием аэроионов / В.А. Гудин, Т.В. Гарипов, А.Х. Кадыров // Сельскохозяйственная биология. – 2005. – Т. 40. – № 4. – С. 75-79.
47. Гунчак, А.В. Видовые особенности липидного состава и содержание продуктов перекисного окисления липидов в тканях печени и

- желтках яиц / А.В. Гунчак, В.О. Кисци, И.Б. Ратыч // Біологія тварин. – 2010. – Т. 12. – № 1. – С. 71-75.
48. Гуреева, Н.В. Дезаминирование моноаминов в препаратах печени и мозга разных видов диких птиц и их влияние на пероксидное окисление липидов / Н.В. Гуреева // Вестник Тюменского государственного университета. Экология и природопользование. – 2011. – № 6. – С. 30-37.
49. Дадашева, О.А. Гистогенез печени у эмбрионов японского перепела, развившихся в условиях невесомости / О.А. Дадашева, Т.С. Гурьева, Е.И. Медникова [и др.] // Авиакосмическая и экологическая медицина. – 2011. – Т. 45. – № 2. – С. 30-34.
50. Данченко, Е.А. и др. Особенности функционирования системы антиоксидантной защиты в тканях гусей в эмбриональном и раннем постнатальном периодах онтогенеза / Е.А. Данченко, Л.Н. Здоровцева, Ю.П. Пащенко, Г.В. Рубан // Технология производства и переработки продукции животноводства. – 2013. – № 10 (105). – С. 21-24.
51. Дементьев, Е.П. Теоретические и практические аспекты применения аэроионизации в промышленном свиноводстве / Е.П. Дементьев, А.А. Кузнецов, В.А. Казадаев // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2004. – № 3 (3). – С. 138-139.
52. Дементьев, Е.П. Влияние аэроионизации и пробиотика "лактобактерин" на микроклимат телятника, гематологические показатели и интенсивность роста телят / Е.П. Дементьев, Ж.В. Лободина, Е.В. Цепелева // Международный журнал экспериментального образования. – 2015. – № 11-1. – С. 113-115.

53. Дементьев, Е.П. Динамика морфологических показателей крови под влиянием комплексного применения аэроионизации и пробиотика "Споровит" / Е.П. Дементьев, Ж.В. Лобдина, П.В. Лободин // Морфология. – 2019. – Т. – 155. – № 2. – С. 97-98.
54. Дементьев, Е.П. Изменение морфологических показателей желез внутренней секреции свиней под влиянием аэроионизации / Е.П. Дементьев, Ж.В. Лобдина, П.В. Лободин // Морфология. – 2019. – Т. 155. – № 2. – С. 98.
55. Дементьев, Е.П. Результаты применения аэроионизации в животноводстве и ветеринарии / Е.П. Дементьев, В.А. Казадаев, Е.В. Цепелева А.М. Синягин // Ученые записки учреждения образования Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины. – 2009. – Т. 45. – № 2-2. – С. 45-47.
56. Дикова, О.В. Отрицательные аэроионы кислорода в лечении экземы / О.В. Дикова // Вестник новых медицинских технологий. – Тула. 2009. – Т. 16. – № 1. – С. 71-74.
57. Донских, П.П. Структурная организация печени цыплят-бройлеров при введении в рацион БАВ / П.П. Донских, В.Н. Минченко // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: Сборник научных трудов Национальной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора биологических наук, профессора Е.П. Ващекина, Заслуженного работника Высшей школы РФ, Почетного работника высшего профессионального образования РФ, Почетного гражданина Брянской области. – Брянск. – 2020. – С.77-83.
58. Дроздова, Л.И. Печень птицы - живая лаборатория оценки качества кормления и содержания / Л.И. Дроздова, У.И. Кундрюкова // Аграрный вестник Урала. – 2010. – № 5 (71). – С. 68-70.

59. Дубинин, М.В. Особенности индукции неспецифической проницаемости в митохондриях печени птиц, отличающихся по продуктивным качествам / М.В. Дубинин, А.А. Ведерников, К.С. Теньков [и др.] // Биосистемы: организация, поведение, управление: Тезисы докладов 70-й Всероссийской с международным участием школы-конференции молодых ученых, Нижний Новгород, Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, 2017. – С. 59.
60. Дух, О.И. Липидный состав печени эмбрионов курей в зависимости от уровня витамина А в рационе родительского стада / О.И. Дух, С.О. Вовк // Биология тварин. – 2012. – Т. 14. – № 1-2. – С. 237-240.
61. Зебяркина, К.А. Аэроионизация и двигательная активность птиц / К.А. Зебяркина // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса России: Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2017. – С. 137-138.
62. Зорькина, А.В. Применение отрицательных аэроионов кислорода для модификации противоопухолевой химиотерапии / А.В. Зорькина, П.И. Скопин // Вестник новых медицинских технологий. – 2009. – Т. 16. – № 4. – С. 102-104.
63. Индюхова, Е.Н. Гистоархитектоника печени цыплят суточного возраста яичного кросса при различных температурах во время инкубации / Е.Н. Индюхова // Ветеринарный врач. – 2015. – № 2. – С. 59-62.
64. Камалов, Р.А. Определение оптимального режима работы устройства "Аэротон" для кур-несушек / Р.А. Камалов, Н.С.

- Гегамян, Л.Ю. Киселев [и др.] // Аграрный вестник Урала. – 2019. – № 1(180). – С. 16-20.
65. Кириллов, Н.К. Влияние пробиотика "Споросан" и аэроионизации на морфологические, биохимические, иммунологические показатели и активность трансфераз крови телят / Н.К. Кириллов, И.В. Царевский, И.А. Алексеев // Ветеринарный врач. – 2007. – № 4. – С. 42-44.
66. Кириллов, Н.К. Выводимость и сохранность цыплят на фоне аэроионизации и аромапрофилактики / Н.К. Кириллов, А.И. Гончаров, И.А. Алексеев // Ветеринарный врач. – 2007. – № 1. – С. 51-52.
67. Клетикова, Л.В. Реакция организма перепелов на воздействие отрицательных аэроионов / Л.В. Клетикова, В.А. Пономарев, А.А. Дурныкина // БИО. – 2019. – № 5(224). – С. 20-22.
68. Климова, Е.В. Улучшение микроклимата в денниках путем аэроионизации / Е.В. Климова // Экологическая безопасность в АПК. Реферативный журнал. – 2005. – № 2. – С. 475.
69. Козлов, С.А. Антирадикальное и антиацидотическое действие аэроионов кислорода при ожоге на фоне кровопотери / С.А. Козлов, Е.А. Рыгин // Биорадикалы и антиоксиданты. – 2018. – Т. 5. – № 3. – С. 25-28.
70. Котарев, В.И. Возрастные изменения печени индеек кросса "hybr ID converter" / В.И. Котарев, П.А. Паршин, Е.В. Михайлов [и др.] // Ветеринарный фармакологический вестник. – 2020. – № 2 (11). – С. 206-213.
71. Красникова, Л.В. Видовые особенности строения печени у домашних птиц / Л.В. Красникова, Л.В. Фоменко // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2014. – № 2 (14). – С. 58-60.

- 72.Красникова, Л.В. Источники венозного оттока из печени у гуся / Л.В. Красникова // Вестник КрасГАУ. – 2015. – № 4 (103). – С. 130-133.
- 73.Курило, И.П. Влияние аэроионизации на инкубационные качества яиц, развитие молодняка и продуктивность взрослых кур / И.П. Курило, А.И. Будевич // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2007. – № 4. – С. 73-77.
74. Лемесева, Е.А. Морфогенез щитовидной железы цыплят-бройлеров при аэроионизации / Е.А. Лемесева, С.И. Кузнецов, Р.Ю. Хохлов // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 3-2. – С. 281-284.
75. Лемесева, Е.А. Морфологические исследования щитовидной железы цыплят-бройлеров в постинкубационном онтогенезе и в условиях аэроионизации / Е.А. Лемесева, С.И. Кузнецов // Актуальные вопросы патологии, морфологии и терапии животных: Материалы 20-й национальной научно-практической конференции с международным участием по патологической анатомии животных. – Уфа: Башкирский государственный аграрный университет, 2020. – С. 286-290.
76. Лепешенков, В.Ф. Влияние искусственной аэроионизации в эмбриональный период развития на состояние эндокринной системы цыплят / В.Ф. Лепешенков, О.В. Данилова, Ф.Т. Баймут, Л.В. Свиридовская // Проблемы общей и молекулярной биологии. – 1987. – № 6. – С. 127-129.
- 77.Литвинова, В.В. Эффективность технологии непрерывной аэроионификации в мясном птицеводстве / В.В. Литвинова, С.И. Кузнецов // Современные аспекты воспроизводства сельскохозяйственных животных: Сборник статей

Международной научно-практической конференции. – Пенза. – 2015. – С. 74-81.

78. Лободина, Ж.В. Гигиеническая оценка применения аэроионизации и пробиотика Споровит при выращивании телят / Ж.В. Лободина, Е.П. Дементьев, Е.В. Цепелева // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2015. – № 4(54). – С. 132-135.
79. Лободина, Ж.В. Влияние аэроионизации и пробиотика "лактобактерин" на гематологические показатели и интенсивность роста телят / Ж.В. Лободина, Е.В. Цепелева, Е.П. Дементьев // Современные направления инновационного развития ветеринарной медицины, зоотехнии и биологии: Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти доктора ветеринарных наук, профессора Хикмата Хуснутдиновича Абдюшева (к 120-летию со дня рождения), Уфа. – 2015. – С. 115-118.
80. Лободина, Ж.В. Эффективность применения аэроионизации и пробиотиков споровит и лактобактерин при выращивании телят / Ж.В. Лободина // Известия оренбургского государственного аграрного университета. – 2016. – № 4 (60). – С. 100–102.
81. Лысенко, А.В. Возрастные особенности влияния аэроионизации на функциональное состояние студентов / А.В. Лысенко, Д.С. Лысенко, Т.В. Попова, С.А. Парфенов, А.А. Елькин // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2016. – № 2 (132). – С. 114-118.
82. Люто, А.А. Сравнительная оценка структуры печени диких и синантропных птиц в урбанизированной среде средней Сибири / А.А. Люто, В.Б. Тимошкин // Вестник ИрГСХА. – 2019. – № 93. – С. 138-148.

83. Маннапов, А.Г. Влияние стимулирующих подкормок на фоне аэроионизации на продолжительность жизни пчел и плодовитость маток в защищенном грунте / А.Г. Маннапов, Н.М. Губайдуллин // В сборнике: новое в науке и практике пчеловодства. Материалы координационного совещания и 9-й научно-практической конференции. Москва. – 2009. – С. 131-135.
84. Махалов, А.Г. Увеличение количества жизнеспособных эмбрионов за счет использования в комбикормах гусынь добавки Лив 52 вет / А.Г. Махалов // Достижения и перспективы научно-инновационного развития АПК: материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции с международным участием. – Курган: Курганская государственная сельскохозяйственная академия им. Т.С. Мальцева, 2020. – С. 534-536.
85. Мацинович, А.А. Изменение абсолютной и относительной массы печени у цыплят-бройлеров кросса Кобб-500 в 1-суточном, 5-суточном, 10-суточном возрасте / А.А. Мацинович, А.Г. Тхорев // Ученые записки учреждения образования Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины. – 2005. – Т. 41. – № 2-2. – С. 101-102.
86. Метальникова, Д.В. Влияние аэроионизации на рост печени куриных эмбрионов / Д.В. Метальникова, А.А. Малофеев, Р.Ю. Хохлов // Нива Поволжья. Пенза. – 2013. № 3 (28). – С. 125-129.
87. Метальникова, Д.В. Влияние аэроионизации на цитометрические показатели гепатоцитов куриных эмбрионов в плодном периоде / Д.В. Метальникова, А.А. Малофеев, Р.Ю. Хохлов // Нива Поволжья. – 2013. – № 2(27). – С. 107-113.

88. Метальникова, Д.В. Использование аэроионизации в технологии инкубации: Научно-практические рекомендации / Д.В. Метальникова, А.А. Малофеев, Р.Ю. Хохлов. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2013. – 21 с.
89. Мещеряков, А.Ю. Оценка действия отрицательных аэроионов на человека в искусственных средах обитания / А. Ю. Мещеряков // Вестник научных конференций. – 2017. – № 2-1(18). – С. 98-102.
90. Микляева, М.А. Эмбриональная гибель гусей и кур при воздействии низкоинтенсивного лазерного излучения / М.А. Микляева, Л.Ф. Скрылева, А.Г. Анисимов [и др.] // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2014. – Т. 19. – № 5. – С. 1442-1445.
91. Моравская, Е.В. Содержание общих липидов и их отдельных классов в печени эмбрионов в зависимости от дополнительного введения отдельно и комплексно витаминов А, D<sub>3</sub> и Е в рацион гусей в репродуктивный период / Е.В. Моравская, С.О. Вовк // Біологія тварин. – 2012. – Т. 14. – № 1-2. – С. 162-168.
92. Муллаярова, И.Р. Гистологические и ультраструктурные особенности строения печени гусей / И.Р. Муллаярова, А.Р. Гайфуллина // Аграрная наука в инновационном развитии АПК: материалы Международной научно-практической конференции в рамках XXVI Международной специализированной выставки «Агрокомплекс-2016». Уфа. – 2016. – С. 147-150.
93. Нестерова, Н.В. Аэроионизация воздуха в птичниках клеточного содержания / Н.В. Нестерова, А.Н. Мануйленко // Энергосберегающие технологии в АПК: сборник научных трудов по материалам Всероссийской научно-практической

- конференции с международным участием. – Ярославль, 2019. – С. 81-86.
94. Нехайчук, Е.В. Особенности строения печени у японского перепела / Е.В. Нехайчук // Агробиологические основы адаптивно-ландшафтного ведения сельскохозяйственного производства: Сборник тезисов докладов участников Российской теоретической и научно-практической, юбилейной конференции, посвященной 100-летию создания Академии биоресурсов и природопользования, Симферополь. – 2018. – С. 192-195.
95. Патент № 2490881 С1 Российская Федерация, МПК А01К 41/02. Способ инкубации яиц сельскохозяйственной птицы: № 2012113656/13: заявл. 06.04.2012: опубл. 27.08.2013 / Д.В. Метальникова, А.А. Малофеев, Р.Ю. Хохлов; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Пензенская государственная сельскохозяйственная академия".
96. Пелиховская, Т.Н. Аэроионная обработка как новый способ улучшения качества шерсти / Т.Н. Пелиховская, С.А. Бабичева, А.А. Омаров, Л.Н. Скорых // Сборник научных трудов Ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства. – 2009. – Т. 3. – № 3. – С. 82-85.
97. Пелиховская, Т.Н. Влияние аэроионизации на качество шерсти овец / Т.Н. Пелиховская, А.А. Омаров, Л.Н. Скорых // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2011. – № 1. – С. 41-43.
98. Перевозкина, М.О. Применение аэроионизации в животноводстве / М.О. Перевозкина, Н.Л. Лопаева // Современная аграрная наука: проблемы и пути решения: Сборник тезисов

- круглого стола в формате online, Екатеринбург: Уральский государственный аграрный университет, 2020. – С. 178-179.
99. Перекисное окисление липидов и антиоксидантная защита эритроцитов при барботажной аэроионизации донорской эритроцитной массы / О.Г. Македонская, С.П. Бякин, А.В. Зорькина [и др.] // Физиология человека. – 2010. – Т. 36. – № 1. – С. 142-144.
100. Петрова, Ю.В. Морфологические особенности печени цыплят-бройлеров при введении в рацион ПРОДАКТИВ ГЕПАТО / Ю.В. Петрова, И.С. Луговая, В.М. Бачинская, В.А. Рещенко // Аграрная наука. – 2018. – № 5. – С. 15-16.
101. Пospelов, В.В. Искусственная аэроионизация воздуха как фактор повышения обмена липидов в организме животных и птиц / В.В. Пospelов, В.В. Рудаков // Сборник научных трудов. Т. 83. Ленинградский ветеринарный институт. – Л., 1985. – С. 103-109.
102. Примак, Т.Д. Изменение биологических свойств условно-патогенного стафилококка под влиянием отрицательных аэроионов / Т.Д. Примак, Е.А. Шевчук, С.Л. Мельникова // Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра Сибирского отделения Российской академии медицинских наук. – 2012. – № 5–1(87). – С. 293-295.
103. Просвирина, О.Н. Влияние комбинированного применения рубомицина, мексидола, эмоксипина и отрицательных аэроионов кислорода на некоторые метаболические показатели в условиях экспериментальной неоплазии: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.00.25 / Просвирина Ольга Николаевна. – Ст. Купавна, 2007. – 21 с.

104. Пярнасте, Э.Э. Эффект искусственной аэроионизации при инкубации индюшиных яиц / Э.Э. Пярнасте, С.А. Махова // Теоретические и практические вопросы ветеринарии. – 1988. – № 2. – С.15-16.
105. Резчиков, В.Г. Аэроионная технология в сельском хозяйстве и перспективы ее развития / В.Г. Резчиков, Н.В. Грищенко // Техника в сельском хозяйстве. – 2009. – № 5. – С. 22-25.
106. Родионов, Н.Н. Влияние аэроионизации на некоторые показатели крови бройлеров / Н.Н. Родионов, Е.Е. Макеева, Н.Е. Никифорова, В.С. Злобин // Сб. науч. тр. Ленинградский ветеринарный институт. – 1983. – С. 154.
107. Рольник, В.В. Биология эмбрионального развития птиц / В.В. Рольник // Ленинград: Наука. Ленингр. отд-ние. – 1968. – 424 с.
108. Рудаков, Е.А. Морфологические особенности печени гусей / Е.А. Рудаков, Н.М. Стегней // Перспективы развития отрасли и предприятий АПК: отечественный и международный опыт: Сборник материалов Международной научно-практической конференции, Омск. – 2020. – С. 228-231.
109. Рудаков, В.В. Ионизация воздуха в животноводческих помещениях / В.В. Рудаков, С.К. Александрова. – Л.: Агропромиздат. – 1987. – С. 70.
110. Рябинина, Е.Н. Влияние аэроионной обработки на качество шерсти овец породы тексель / Е.Н. Рябинина, Т.Н. Пелиховская // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2012. – № 3. – С. 56-58.
111. Семененко, М.П. Профилактика патогенетических изменений гепатобилиарной системы птицы как способ повышения качества печени цыплят-бройлеров / М.П. Семененко, Е.В. Кузьминова, Е.В. Тяпкина // Сборник научных трудов

Краснодарского научного центра по зоотехнии и ветеринарии.  
– 2019. – Т. 8. – № 1. – С. 172-177.

112. Семенов, К.П. Биологическое обоснование применения искусственной электрорядности воздуха в птицеводстве, разработка средств и режимов аэроионизации в условиях промышленной технологии содержания кур: автореф. дис. ... док. вет. наук: 16.00.08 / К.П. Семенов. – М., 1981. – 48 с.
113. Сирота, Т.В. Действие отрицательных ионов воздуха на органы дыхания и кровь / Т.В. Сирота, В.Г. Сафронова, А.Г. Амелина [и др.] // Биофизика. – 2008. – Т. 53. – № 5. – С. 886-893.
114. Сидорова, К.А. Морфологические особенности печени лебедя-кликун и лебедя-шипун / К.А. Сидорова, Е.П. Краснолобова, С.А. Веремеева // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2020. – № 3(83). – С. 252-254.
115. Сковородин, Е.Н. Цитология гепатоцитов перепелов при применении препарата Диронакс / Е.Н. Сковородин, Г.З. Бронникова // Актуальные проблемы ветеринарной медицины, зоотехнии и биотехнологии: Сборник научных трудов Международной учебно-методической и научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня основания ФГБОУ ВО МГАВМиБ - МВА имени К.И. Скрябина. – Москва: ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии - МВА имени К.И. Скрябина», 2019. – С. 171-173.
116. Скорых, Л.Н. Влияние аэроионизации воздуха на продуктивность овец / Л.Н. Скорых, А.А. Омаров, Т.Н. Пелиховская // Сборник научных трудов Ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства. – 2014. – Т. 2. – № 7. – С. 193-197.

117. Содержание витаминов А и Е в печени птицы при использовании фитазы в рационе с различной нутриентной обеспеченностью / Е.А. Русакова, А.М. Короткова, Д.Б. Косян [и др.] // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2-2. – С. 821.
118. Соколов, Г.А. Влияние искусственной аэроионизации на продуцентов сыворотки против сальмонеллеза животных / Г.А. Соколов, А.П. Медведев, С.В. Даровских // Ученые записки учреждения образования Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины. Витебск. – 2004. – т. 40. – № 1. – С. 306-307.
119. Ставровская, И.Г. Действие отрицательных аэроионов на энергетические процессы, структурную организацию митохондрий печени крыс и активность супероксид дисмутазы: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.02 / Ставровская Ирина Геннадьевна. – Пущино, 1997. – 16 с.
120. Стегней, Ж.Г. Морфология печени гусей / Ж.Г. Стегней, В.С. Гантова // Молодые ученые в решении актуальных проблем науки: Материалы VIII Международной научно-практической конференции. – Владикавказ: «Веста», 2018. – С. 242-244.
121. Сторчевой, В.Ф. Аэроионизация и электроозонирование атмосферы в клетках для кур-несушек: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.02 / Сторчевой Владимир Федорович. – Москва, 1994. – 22 с.
122. Сторчевой, В.Ф. Параметры и режимы работы ионизатора для животноводческих ферм / В.Ф. Сторчевой, Н.Е. Кабдин // В сборнике: Доклады ТСХА. Москва. – 2020. – С. 127-131.
123. Структурные изменения в печени птиц при воздействии неоникотиноидов после обработки растворов озон/по-

- содержащей газовой смесью / Л.К. Герунова, В.В. Педдер, Т.В. Бойко [и др.] // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 2. – С. 709.
124. Ульянов, Р.В. Морфометрические показатели влияния кормовых добавок "Стролитин" и "Бутофан ор" на морфогенез печени и почек птиц / Р.В. Ульянов, И.Ю. Домницкий, А.А. Сазонов, С.В. Новикова // Аграрный научный журнал. – 2016. – №4. – С. 44-48.
125. Ушкалов, В. А. Патоморфологические изменения в печени эмбрионов кур под действием увеличенных доз ретинола и токоферола / В. А. Ушкалов // Ветеринария. Реферативный журнал. – 2000. – № 4. – С. 940.
126. Федеральная служба государственной статистики: официальный сайт. – URL: <https://rosstat.gov.ru>
127. Федорко, А.С. Жирнокислотный состав липидов тканей гусят и гусиных эмбрионов / А.С. Федорко, Е.А. Данченко, Ю.В. Николаева, А.В. Яковийчук // Биология тварин. – 2015. – Т. 17. – № 1. – С. 132-139.
128. Хамитова, Л.Е. Динамика интегральных показателей организма и морфогенез печени птиц в критические периоды эмбрионального и постэмбрионального онтогенеза / Л.Е. Хамитова // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 5. – С. 623.
129. Ховарёва, С.О. Применение аэроионизации в животноводстве / С.О. Ховарёва // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса России: Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2017. – С. 140-142.

130. Хусаинов, В.Р. Аэроионизация и ее влияние на организм лактирующих свиноматок: / автореф. дис. ... канд. вет. наук: 16.00.08 / Хусаинов Винер Рафигович. – Уфа, 1993. – 15 с.
131. Царёва, Е.А. Целесообразность применения аэроионизации для выращивания цыплят-бройлеров / Е.А. Царёва, С.И. Кузнецов // Нива Поволжья. – 2013. – № 2 (27). – С. 124-128.
132. Цепелева Е.В. Влияние аэроионизации на естественную резистентность и иммунный статус телят, вакцинированных против сальмонеллёза и ротавирусной инфекции / Е.В. Цепелева, Е.П. Дементьев // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2012. – № 4 (24). – С. 31-33.
133. Цепелева, Е.В. Зоогигиеническое и экологическое значение аэроионизации / Е. Цепелева, Е. Дементьев. – Saarbrücken: LAP LAMBERT, 2011. – 168 с.
134. Цыганюк, О.В. Влияние краткосрочной аэроионизации куриных яиц на результаты их инкубации / О.В. Цыганюк // Разведение и воспроизводство с.-х. животных в условиях Полесья и Лесостепи УССР. – 1987. – С. 100-103.
135. Челнокова, М.И. Закономерности роста висцеральных органов кур яичного кросса Хайсекс коричневый на разных стадиях эмбриогенеза при стабильном температурно-влажностном режиме инкубации / М.И. Челнокова, Ф.И. Сулейманов, А.А. Челноков // Вклад науки и практики в обеспечение продовольственной безопасности страны при техногенном ее развитии: Сборник научных трудов международной научно-практической конференции, Брянск. – 2021. – С. 129-133.
136. Челнокова, М.И. Рост и онтогенетическая аллометрия висцеральных органов эмбрионов кур кросса Ломан Браун на

- разных стадиях эмбриогенеза при стабильном температурно-влажностном режиме инкубации / М.И. Челнокова // Молочнохозяйственный вестник. – 2021. – № 1(41). – С. 123-131.
137. Черников, Г.Б. Действие аэроионов, генерируемых тритиевыми источниками, на эмбриогенез бройлеров: автореф. дис... канд. биол. наук: 03.00.13, 03.00.01 / Черников Геннадий Борисович. – Обнинск, 1989. – 18 с.
138. Чижевский, А.Л. Аэроионификация в народном хозяйстве / А.Л. Чижевский // 2-е изд., сокр. – М.; Стройиздат, 1989. – 488 с.
139. Чинкин, А.С. Влияние аэроионизации воздуха на физическое развитие и функциональное состояние организма юных пловцов / А.С. Чинкин, Т.Г. Кириллова, М.Г. Долбнин // Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта. – 2007. – Т. 2. – № 1. – С. 56-61.
140. Шешунова, Е.В. Обоснование необходимости применения ионизации воздуха в животноводческих помещениях / Е.В. Шешунова, В.В. Шмигель // Международный технико-экономический журнал. – 2019. – № 1. – С. 27-32.
141. Шишкина, Д.А. Гистологическая и гистохимическая оценка печени гусей китайской серой породы на фоне применения селеноорганического препарата ДАФС-25К / Д.А. Шишкина, В.В. Пронин, Е.Н. Вареник, Л.В. Фролова // Аграрный вестник Верхневолжья. – 2016. – № 1. – С. 57-60.
142. Шкурко, Д.И. Совершенствование промышленной технологии выращивания и кормления цыплят-бройлеров: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.02.02 / Шкурко Дмитрий Иванович. – Великий Новгород, 2004. – 24 с.

143. Шмигель, В.В. Устранение производственной пыли из коровников и влияние ионизации воздуха на продуктивность и уровни гормона роста молочных пород коров / В.В. Шмигель, Е.В. Шешунова, А.С. Угловский // Международный технико-экономический журнал. – 2020. – № 2. – С. 39-48.
144. Шумилин, В.К. Аэроионизация воздуха рабочих мест повышает работоспособность и надежность персонала (сообщение 1) / В.К. Шумилин, Г.И. Шумилина // Вестник Московского государственного университета приборостроения и информатики. Серия: Машиностроение. – 2014. – № 55. – С. 176-194.
145. Щербина, П.Ф. Эмбриональное развитие гусей при искусственной и естественной инкубации / П.Ф. Щербина // Научные труды Украинской опытной станции птицеводства. – 1959. – Т. 6. – С. 197.
146. Эрдынеева, Б.С. Влияние аэроионов на образование биоплёнок стафилококками при носоглоточном носительстве / Б.С. Эрдынеева, Т.Д. Примак // Экология. Здоровье. Спорт: Материалы VIII Международной научно-практической конференции. – Чита: Забайкальский государственный университет, 2019. – С. 149-153.
147. Эффективность аэроионизации, лазерного облучения и скармливания муки рябины обыкновенной на развитие внутренних органов цыплят-бройлеров / С.Г. Митин, В.Р. Вебер, А.М. Козина, А.Г. Вайзенен // Естественные науки в современном мире. – 2012. – № 1. – С. 23-25.
148. Alonso, C. Evaluation of an electrostatic particle ionization technology for decreasing airborne pathogens in pigs / C. Alonso, P.C. Raynor,

- P.R. Davies, R.B. Morrison, M. Torremorell // *Aerobiologia* (Bologna). – 2016. – № 32 (3). – P. 405-419.
149. Arora, D. Impact of negative air ion exposure on attention / D. Arora, P. Batra // *Indian J. Health Well Being*. – 2014. – № 5. – P. 1312-1315.
150. Bachman, C.H. Some effects of air ions on the activity of rats / C.H. Bachman, R.D. McDonald, P.J. Lorenz // *Int J Biometeorol*. – 1966. – № 10. – P. 39-46.
151. Bailey, W.H. Acute exposure of rats to air ions: effects on the regional concentration and utilization of serotonin in brain / J.M. Charry // *Bioelectromagnetics*. – 1987. – № 8(2). – P. 173-81.
152. Bailey, W.H. Exposure of laboratory animals to small air ions: a systematic review of biological and behavioral studies / W.H. Bailey, A.L. Williams, M.J. Leonhard // *Biomed Eng Online*. – 2018. – № 17(1). – P. 72.
153. Bhartendu, I.A. Effects of atmospheric small negative ions on the oxygen consumption of mouse liver cells / I.A. Bhartendu, I. Menon // *Int J Biometeorol*. – 1978. – № 22. – P. 43-52.
154. Chu, C.H. The effects of negative air ions on cognitive function: an event-related potential (ERP) study / C.H. Chu, S.R. Chen, C.H. Wu, Y.C. Cheng, Y.M. Cho, Y.K. Chang // *Int. J. Biometeorol*. – 2019. – № 63. – P. 1309-1317.
155. Dimattia, G.E. Expression of the albumin gene in the yolk sac and liver during chick embryogenesis / G.E. Dimattia, C.B. Lazier // *Comp Biochem Physiol B*. – 1993. – № 104(4). – P. 825-832.
156. Doaa, M. Histogenesis of liver of Dandarawi chicken / M. Doaa, A.H. Hassan, A. Fatma // *American Journal of Life Science Researches*. – 2013. – № 1 (2). – P. 47-58

157. Doaa, M.M. Dynamics of Liver development in Dandarawi chicken / M.M. Doaa, A.H. Enas, A.H.S. Hassan., A.M.J. Fatma / *World's Poult. Res.* – 2013. – № 3(3). – P. 73-79.
158. Duffee, R.A. Behavioral effects of ionized air on rats / R.A. Duffee, R.H. Koontz // *Psychophysiology.* – 1965. – № 1. – P. 347-359.
159. Environmental influences on serotonin and cyclic nucleotides in rat cerebral cortex / M.C. Diamond, J.R. Connor Jr, E.K. Orenberg [et al.] // *Science.* – 1980. – Vol. 210. – № 4470. – P. 652-654.
160. Escombe, A.R. Upper-room ultraviolet light and negative air ionization to prevent tuberculosis transmission / A.R. Escombe, D.A. Moore, R.H. Gilman, M. Navincopa, E. Ticona, B. Mitchell, C. Noakes, C. Martínez, P. Sheen, R. Ramirez, W. Quino, A. Gonzalez, J.S. Friedland, C.A. Evans // *PLoS Med.* – 2009. – № 6(3). – P. 43.
161. Fan, L. Interaction of ozone and negative air ions to control microorganisms / L. Fan, J. Song, P.D. Hildebrand, C.F. Forney // *J. Appl Microbiol.* – 2002. – № 93(1). – P. 144-148.
162. Fancsi, T. Ultrastructural studies of the goose embryo liver / T. Fancsi // *Anat Histol Embryol.* – 1982. № – 11(2). – P. 138–146.
163. Fletcher, L.A. Bactericidal action of positive and negative ions in air / L.A. Fletcher, J. Hinneh, C.B. Beggs, S.J. Shepherd, A. Sleight, C. Noakes, K. Kerr // *BMC Microbiology.* – 2007. – Vol. 7. – № 1. – P. 32.
164. Gheri Bryk, S. The development of the chick embryo gallbladder studied by scanning electron microscope / S. Gheri Bryk, G. Gheri, P. Pacini // *Anat. Anz.* – 1990. – № 171(5). – P.297-305.
165. Gilbert, G.O. Effect of negative air ions upon emotionality and brain serotonin levels in isolated rats / G.O. Gilbert // *Int. J. Biometeorol.* – 1973. – № 17. – P.267-275.

166. Graf, B. Variation du coefficient mitotique et spécialisation biochimique etude de la différenciation du parenchyme hépatique chez l'Oie en période embryonnaire et après l'éclosion [Variation of the mitotic coefficient and biochemical specialization. Study of the differentiation of the liver parenchyma in the goose during the embryonal period and after hatching] / B. Graf, J. Bescol-Liversac // Bull Assoc Anat (Nancy). – 1975. – № 59(164). – P.169-176.
167. Herbut, E. Air ionization in livestock buildings – a review / E. Herbut, E. Sosnowka-Czajka, I. Skomorucha // Ann. Anim. Sci. – 2018. – Vol. 18. – №. 4. – P. 899-905.
168. Herbut, E. Effect of air humidity on negative ion concentration in broiler chicken rearing / E. Herbut, S. Wezyk, K. Cywa-Benko, B. Niziol // 9-th International Congress in Animal Hygiene, Helsinki. – 1997. – P.309-313.
169. Hinsull, S.M. Effects of air ions on the neonatal growth of laboratory rats / S.M. Hinsull, D. Bellamy, E.L. Head // Int. J. Biometeorol. – 1981. – № 25. – P. 323-329.
170. Hinsull, S.M. The effect of negative air ionization on the thymus glands of laboratory rats / S.M. Hinsull, E.L. Head, D.Bellamy // J. Biol. Phys. – 1983. – № 11. – P. 87-90.
171. Hinsull, S.M. The effect of positive air ions on reproduction and growth in laboratory rats / S.M. Hinsull, E.L. Head // Int. J. Biometeorol. – 1986. – № 30. – P. 69-75.
172. Jiang, S.Y. Negative air ions and their effects on human health and air quality improvement / S.Y. Jiang, A. Ma, S. Ramachandran // International Journal of Molecular Sciences. – 2018. – Vol. 19. – № 10. – P. 2966.

173. Kanai, M. Biogenesis and function of lipolysosomes in developing chick hepatocytes / M. Kanai, T. Soji, D.C. Herbert // *Microsc. Res. Tech.* – 1997. – № 39 (5). – P.444-452.
174. Kanai, M. Formation and accumulation of lipolysosomes in developing chick hepatocytes / M. Kanai, N. Watari, T. Soji, E. Sugawara // *Cell Tissue Res.* – 1994. – № 275 (1). – P. 125-32.
175. Kerr, K.G. Air ionisation and colonisation/infection with methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* and *Acinetobacter* species in an intensive care unit / K.G. Kerr, C.B. Beggs, S.G. Dean, J. Thornton, J.K. Donnelly, N.J. Todd, P.A. Sleight, A. Qureshi, C.C.Taylor // *Intensive Care Med.* – 2006. – №32 (2). – P.315-317.
176. Khodadadi, H. Histogenetic and Histochemical Study of the Liver During the Embryonic Period of the Pheasant (*Phasianus colchicus*) / H. Khodadadi, A. Nabipour, Sh. Hashemnia, B. Shojaei // *J. Vet. Res.* – 2019. – № 74 (4). – P.564-572.
177. Kingsbury, J.W. The development of the liver in the chick / J.W. Kingsbury, M. Alexanderson, E.S. Kornstein // *Anat. Rec.* – 1956. – № 124 (2). – P. 165.
178. Kose, H. The effects of negativ eair ions up on some biochemical parameters in rats / H. Kose, K. Seyrek, F.Kiral // *Ekoloji.* – 2010. – № 19 (75). – P.15-19.
179. Krueger, A.P. Air ion effects on the growth of the silkworm / A.P. Krueger, S. Kotaka, K. Nishizawa, Y. Kogure, M. Takenobu, P.C. Andriese // *Int. J. Biometeor.* – 1966. – № 10. – P. 29-38.
180. Krueger, A.P. Biological impact of small air ions / A.P. Krueger, E.J. Reed // *Science.* – 1976. – № 193. – P.1209-1213.
181. Lambert, J.F. Influence of artificial air ionization on the electroencephalogram of the awake rat / J.F. Lambert,

- J.M. Olivereau, A. Truong-Ngoc // *Int J Biometeorol.* – 1981. – № 25. – P.71-75.
182. Laza, V. Enhancing the human reactivity by using the negative air ions generators. In: Vlad S., Ciupa R.V., Nicu A.I. (eds) *International conference on advancements of medicine and health care through technology / V. Laza // IFMBE Proceedings, vol 26.* Springer, Berlin, Heidelberg. – 2009. – P.151-156.
183. Laza, V. Using the negative air generators to improve the animal reactivity. In: Vlad S., Ciupa R.V., Nicu A.I. (eds) *International conference on advancements of medicine and health care through technology / V.Laza, L.Lotrean // IFMBE Proceedings, vol 26.* Springer, Berlin, Heidelberg. – 2009. – P.157-162.
184. Laza, V. The effect of negative air ionization exposure on ontogenetic development of chicken / V. Laza, S.D. Bolboacă // *Leonardo Electronic Journal of Practices and Technologie.* – № 13. – 2008. – P. 76-87.
185. Mitchell, B.W. Effect of negative air ionization on airborne transmission of Newcastle disease virus / B.W. Mitchell, D.J. King // *Avian Dis.* – 1994. – № 38 (4). – P. 725-32.
186. Noyce, J.O. Bactericidal effects of negative and positive ions generated in nitrogen on *Escherichia coli* / J.O. Noyce, J.F. Hughes // *J. Electrostatics.* – 2002. – Vol. 54. – Iss.2. – P.179-187.
187. Noyce, J.O. Bactericidal effects of negative and positive ions generated in nitrogen on starved *Pseudomonas veronii* / J.O. Noyce, J.F. Hughes // *J. Electrostatics.* – 2003. – № 57. – P.49-58.
188. Ogungbe, A.S. Effects of Gaseous Ions on the Environment and human performance / A.S. Ogungbe, O.H. Akintoye, B.A. Idowu // *Trends in Applied Sciences Research.* – 2010. – № 6. – P.130-133.

189. Olivereau, J.M. Effects of air ions on some aspects of learning and memory of rats and mice / J.M. Olivereau, J.F. Lambert // *Int. J. Biometeorol.* – 1981. – № 25. – P.53–62.
190. Patil, V.N. Effect of negative ionization on egg incubation and burn patient / V.N. Patil, B.P. Patil, N.G. Shimpi // *Wulfenia.* – 2014. – Vol. –21. – № 04. – P. 125–141.
191. Rademacher, C. Electrostatic particle ionization (EPI) improves nursery pig performance and air quality / C. Rademacher, G. Bradley, S. Pollmann, B. Coffelt, M. Baumgartner, J. Baumgartner // *Proc. AASV. Integrating Science, Welfare, and Economics in Practice, Denver USA, 2012.* – P.257-258.
192. Robinzon, B. Effect of negative and positive air ions on the chicken tracheal surface morphology: study with scanning electron microscopy / B. Robinzon, E. Liffshitz, R. Pyrzak, N. Snapir // *Avian Dis.* – 1983. – № 27(2). – P.531-538.
193. Ryushi, T. The effect of exposure to negative air ions on the recovery of physiological responses after moderate endurance exercise / T. Ryushi, I. Kita, T. Sakurai, M. Yasumatsu, M. Isokawa, Y. Aihara, K. Hama // *Int. J. Biometeorol.* – 1998. – № 41 (3). – P.132-136.
194. Sandström, B. Ultrastructure of the developing chicken liver before hatching / B. Sandström, J. Westman // *Z. Zellforsch Mikrosk Anat.* – 1971. – № 117. – P. 516-525.
195. Seo, K.H. Bactericidal effects of negative air ions on airborne and surface *Salmonella enteritidis* from an artificially generated aerosol / K.H. Seo, B.W. Mitchell, P.S. Holt, R.K. Gast // *J. Food Prot.* – 2001. – № 64(1). – P.113-116.
196. Shepherd, S.J. Sleigh Effect of negative air ions on the potential for bacterial contamination of plastic medical equipment /

- S.J. Shepherd, C.B. Beggs, C.F. Smith, K.G. Kerr, C.J. Noakes, P.A. Sleigh // *BMC Infect Dis.* – 2010. – № 10. – P. 92.
197. Stephens, R.J. Ultrastructural changes in the developing chick liver. I. General cytology / R.J. Stephens, R.F. Bills // *J. Ultrastruct Res.* – 1967. – V.18. – Iss.3. – P.456-474.
198. Suksaweang, S. Morphogenesis of chicken liver: identification of localized growth zones and the role of beta-catenin / S, Suksaweang, C.M. Lin, T.X. Jiang, M.W. Hughes, R.B. Widelitz, C.M. Chuong // *Wnt in size regulation. Dev Biol.* – 2004. – № 266 (1). – P.109-122.
199. Suzuki, S. Effects of negative air ions on activity of neural substrates involved in autonomic regulation in rats / S. Suzuki, S. Yanagita, S. Amemiya, Y. Kato, N. Kubota, T. Ryushi, I. Kita // *Int. J. Biometeorol.* – 2008. – №52 (6). – P.481-489.
200. Tanaka, A. Dust settling efficiency and electrostatic effect of a negative ionization system / A. Tanaka, Y. Zhang // *J. Agr. Saf. Health.* – 1996. – № 2. – P.39-47.
201. Tyagi, A.K. Antimicrobial action of essential oil vapours and negative air ions against *Pseudomonas fluorescens* / A.K. Tyagi, A. Malik // *Int. J. Food Microbiol.* – 2010. – № 143 (3). – P.205-210.
202. Wallner, P. Exposure to air ions in indoor environments: experimental study with healthy adults / P. Wallner, M. Kundi, M. Panny, P. Tappler, H.P. Hutter // *Int.J. Environ Res Public Health.* – 2015. – № 12 (11). – P.14301-14311.
203. Wiszniewski, A. Wielgomas Effects of Air-Ions on Human Circulatory Indicators / A. Wiszniewski, B. Suchanowski, // *Pol. J. Environ. Stud.* – 2014. – № 23 (2). – P.521-531.

204. Wong, G.K. Development of the liver in the chicken embryo. I. Hepatic cords and sinusoids / G.K. Wong, M.J. Cavey // *Anat Rec.* – 1992. – № 234 (4). – P.555-567.
205. Wong, G.K. Development of the liver in the chicken embryo. II. Erythropoietic and granulopoietic cells / G.K. Wong, M.J. Cavey // *Anat Rec.* – 1993. – № 235 (1). – P.131-143.
206. Yamada, R. Water-generated negative air ions activate NK cell and inhibit carcinogenesis in mice / R. Yamada, S. Yanoma, M. Akaike, A. Tsuburaya, Y. Sugimasa, S. Takemiya, H. Motohashi, Y. Rino, Y. Takanashi, T. Imada. // *Cancer Lett.* – 2006. – Vol. 239. – Issue 2. – P.190-197.
207. Yamamoto, D. Positive and negative ions by air purifier have no effects on embryo-fetal development in rats / D. Yamamoto, K. Wako, Y. Sato, M. Fujishiro, I. Matsuura, Y. Ohnishi // *J. Toxicological Sci.* – 2014. – Vol. 39. – No. 3. – P. 447-52.
208. Yamamoto, D. Positive and negative ions by air purifier have no effects on reproductive function or postnatal growth and development in rats / D. Yamamoto, Y.Wako, S. Kumabe, K. Wako, Y. Sato, M. Fujishiro, Y. Yasuda, I. Matsuura, Y. Ohnishi // *J. Fundam. Toxicol. Sci.* – 2015. – Vol. 2. – No.3. – P. 101-110.
209. Zhou, P. Numerical and experimental study on airborne disinfection by negative ions in air duct flow / P. Zhou, Y. Yang, G. Huang, A.C.K. Lai // *Build. Environ.* – 2018. – № 127. – P.204-210.

## **ПРИЛОЖЕНИЯ**

## Приложение 1

«УТВЕРЖДАЮ»  
 Проректор по  
 научно-исследовательской  
 работе ФГБОУ ВО «Пензенский ГАУ»  
 Носов А.В.  
 (подпись)  
 «16» \_\_\_\_\_ 2021 г



«УТВЕРЖДАЮ»  
 ИП Глава КФХ Тюрденев Р.Н.  
 (подпись)  
 «16» \_\_\_\_\_ 2021 г



## Акт

## о внедрении результатов научных исследований

Научные результаты полученные в процессе выполнения диссертационного исследования Абузяровой Гульсины Алиевны на тему: «Влияние аэроионизации на развитие гусиных эмбрионов и морфологию их печени» внедрены в производственную деятельность ИП Глава Крестьянское (фермерское) хозяйство (КФХ) Тюрденев Р.Н., Пензенская область, Бессоновский район, село Чемодановка и используются при инкубации гусиного яйца.

Аспирант ФГБОУ ВО «Пензенский ГАУ»



Абузярова Г.А.

Приложение 2

**Министерство сельского хозяйства РФ  
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет»**

Г.А. Абузярова, Р.Ю. Хохлов

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОЙ  
АЭРОИОНИЗАЦИИ ПРИ ИНКУБИРОВАНИИ  
ГУСИНОГО ЯЙЦА**

**научно-практические рекомендации**

Пенза-2021

УДК 636.5.082.474

А 13

Научно-практические рекомендации рассмотрены, одобрены и рекомендованы к изданию Министерством сельского хозяйства Пензенской области 04.10.2021г., протокол № 3.

**Рецензенты:**

заведующий кафедрой «Технологии производства и переработки продукции животноводства» ФГБОУ ВО Оренбургский ГАУ доктор биологических наук, профессор Топурия Г. М.;

профессор кафедры «Производство продукции животноводства» ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ доктор биологических наук, профессор Кердяшов Н.Н.

Абузярова, Г.А. Использование искусственной  
А 13 аэроионизации при инкубировании гусиного яйца: научно-практические рекомендации / Г.А. Абузярова, Р.Ю. Хохлов. – Пенза: РИО ПГАУ, 2021. – 21 с.

Рекомендации адресованы фермерам, ветеринарным специалистам.

Рекомендации содержат литературный обзор по применению искусственной аэроионизации в птицеводстве.

В рекомендациях использованы материалы собственных исследований авторов, направленные на совершенствование технологии инкубирования яйца сельскохозяйственной птицы.

© ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ, 2021

© Г.А. Абузярова, Р.Ю. Хохлов, 2021