

Научная статья

УДК 636.5.053:612.014.42

DOI 10.48012/1817-5457\_2025\_2\_125-136

## ВОЗДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ВНУТРЕННИЕ ОРГАНЫ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ: МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И ГИСТОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ

Галкина Екатерина Анатольевна<sup>1</sup>, Кузьмина Ирина Викторовна<sup>2</sup>✉,  
Турканов Игорь Федорович<sup>3</sup>, Бондарчук Елена Владимировна<sup>4</sup>,  
Грязнов Валерий Георгиевич<sup>5</sup>, Ваганов Алексей Геннадьевич<sup>6</sup>,  
Кайгородова Ирина Михайловна<sup>7</sup>, Зайнуллин Владимир Габдулович<sup>8</sup>

<sup>1-7</sup>Научный центр АО «Концерн ГРАНИТ», Москва, Россия

<sup>8</sup>Институт агробиотехнологий ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, Россия

<sup>2</sup>Kuzmina.i@granit-concern.ru

**Аннотация.** Цель исследований – выявить влияние электромагнитного излучения на морфологические и гистологические изменения внутренних органов цыплят-бройлеров и доказать безопасность метода обработки сельскохозяйственной птицы с помощью неионизирующего нетеплового воздействия электромагнитного излучения. Исследования проводились на 100 цыплятах-бройлерах кросса Кобб 500 в мае-июне 2024 г. с суточного до 56-дневного возраста. Цыплята были распределены на две группы, по 50 цыплят в каждой, методом групп-аналогов. Условия кормления и содержания соответствовали всем требованиям для данного кросса птицы при напольном содержании. Эксперименты выполняли в соответствии с требованиями Европейской конвенции о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях (ETS №123, Страсбург, 1986). Корм и воду цыплята получали вволю. В кормлении цыплят было 3 периода кормления: стартовый период (0-10 дн.), ростовой (15-21 дн.) и финишный – с 22-го дня до убоя. После проведения этаназии внутренние органы (сердце и печень) извлекали для последующих морфометрических и микроскопических исследований. Режимы обработки птицы при выращивании были следующими: воздействие излучением начинали с 4-суточного возраста. На 4, 5-е и 6-е сутки проводили одноразовую обработку цыплят в 8.00 утра на протяжении 3 минут. На 7, 8-е и 9-е сутки обработку увеличили до трех раз, начиная с 8.00 до 10.00 утра. Обработка длилась каждый час по 3 минуты. Начиная с 10-суточного и до 35-суточного возраста выращивания цыплята обрабатывались с 8.00 до 18.00 каждый час по 3 минуты. С 35-суточного возраста и до конца выращивания цыплята обрабатывались с 08.00 до 20.00 по 3 минуты каждые полчаса. Гистологический анализ не обнаружил изменений в структуре тканей и органов как у контрольной группы, так и у группы, которая подвергалась воздействию электромагнитного излучения. Использование неионизирующего нетеплового воздействия электромагнитного излучения не оказывает негативного влияния на внутренние органы, не представляет опасности и, следовательно, безопасно для применения в птицеводстве.

**Ключевые слова:** цыплята-бройлеры, электромагнитное излучение, гистология, печень, сердце.

**Для цитирования:** Воздействие электромагнитного излучения на внутренние органы цыплят-бройлеров: морфологические и гистологические изменения / Е. А. Галкина, И. В. Кузьмина, И. Ф. Турканов [и др.] // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. № 2 (82). С. 125-136. [https://doi.org/10.48012/1817-5457\\_2025\\_2\\_125-136](https://doi.org/10.48012/1817-5457_2025_2_125-136).

**Актуальность.** Птицеводство – одна из наиболее рентабельных отраслей сельского хозяйства [19], которая привлекает внимание как производителей, так и потребителей благодаря своей способности обеспечивать высококачественную продукцию. Однако, несмотря на прогресс и положительные результаты, в сфере промышленного птицеводства по-прежнему существует ряд нерешенных задач [15].

Одной из главных проблем является создание крупных птицеводческих комплексов, ко-

торые характеризуются высокой плотностью содержания птиц в ограниченном пространстве. Увеличение плотности посадки птицы в птичниках негативно влияет на ее здоровье, нарушая обменные процессы, что в итоге приводит к ухудшению качества мясной продукции [21]. Таким образом, здоровье птиц и качество выхода конечной продукции становятся взаимосвязанными факторами, которые необходимо учитывать при организации производства. Для того, чтобы повысить качество продук-

ции и одновременно снизить затраты ресурсов на выращивание поголовья, необходимо осуществить переход отрасли на более высокий технологический уровень. Это означает внедрение современных технологий и научных достижений, которые помогут оптимизировать процессы производства. Применение инновационных решений позволит не только повысить экономическую эффективность, но и улучшить условия содержания птиц, существенно снизить энергетические затраты, что в свою очередь приведет к уменьшению себестоимости выпускаемой продукции [13]. Поэтому эффективное управление ресурсами и внедрение новых технологий являются ключевыми аспектами, которые помогут данной сельскохозяйственной отрасли справиться с существующими вызовами и достичь устойчивого роста в будущем.

В настоящее время в птицеводстве наряду с традиционными технологиями начали использовать волновые технологии, связанные с воздействием на поголовье слабых электромагнитных полей. Многие исследования показали, что электромагнитное поле (ЭМП) может влиять на различные функции систем организма [26]. Например, у животных ЭМП может вызывать изменения в интенсивности обменных процессов, иммунной активности. Также под влиянием ЭМП изменяется поведение животных – их двигательная активность, ориентация в пространстве, способность к выработке условных рефлексов [14]. Ряд авторов считает, что эти эффекты обусловлены механизмом снижения уровня воспалительных цитокинов в мозге животных [27], что является важным фактором поведения как у животных, так и у людей [24].

Однако вопрос о механизмах такого воздействия по-прежнему остается открытым и вызывает живой интерес. В то время как воздействие электромагнитных полей в терапии и ветеринарии известно достаточно давно, применение их для повышения продуктивности сельскохозяйственной птицы – новый метод в зоотехнии. При этом существующие данные, касающиеся воздействия дистанционного нетеплового излучения, изучены слабо.

Известно, что ЭМИ-технологии ранее ограничено применялись для повышения зоотехнических показателей у здоровых животных в промышленном животноводстве. У сельскохозяйственных птиц комплексное воздействие электромагнитных факторов оказывало стимулирующее действие на физиологические

процессы, что в дальнейшем приводило к увеличению продуктивности [7].

Нами ранее было показано, что электромагнитное излучение (ЭМИ) оказывает положительное влияние на развитие птицы. В результате обработки ЭМИ наблюдалось значительное увеличение живой массы цыплят и их среднесуточного прироста, что свидетельствовало о более эффективном усвоении корма. Также было отмечено снижение средней стоимости 1 кг прироста, что делало процесс экономически эффективным. У цыплят, подвергшихся воздействию ЭМИ, наблюдался более интенсивный рост, что отражалось в снижении уровня общего белка, триглицеридов и холестерина в крови, указывая на улучшение обмена веществ и общего состояния здоровья птицы. Данные исследования показали, что обработка животных ЭМИ не вызывает нежелательных побочных эффектов [5]. Кроме того, исследования продемонстрировали положительное воздействие на иммунный статус цыплят, при этом ЭМИ способствовало улучшению состояния крови птицы [4].

Также исследование безопасности продовольственной продукции требует тщательного научного подхода, поэтому представляется логичным использовать гистологические методы для более глубокого понимания реакции тканей и клеток на ЭМИ.

**Цель исследования** – выявить влияние электромагнитного излучения на морфологические и гистологические изменения внутренних органов цыплят-бройлеров, доказать безопасность метода обработки сельскохозяйственной птицы с помощью неионизирующего нетеплового воздействия электромагнитного излучения.

**Объекты и методы.** Исследования проводились на 100 цыплятах-бройлерах кросса Кобб 500 в мае-июне 2024 г. с суточного до 56-дневного возраста. Цыплята были распределены на две группы, по 50 цыплят в каждой, методом аналогов. Условия кормления и содержания соответствовали всем требованиям для всех групп данного кросса птицы при напольном содержании [5]. Эксперименты выполняли в соответствии с требованиями Европейской конвенции о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях [9]. Корм и воду цыплята получали вволю. В их кормлении было 3 периода: стартовый (0-10 дн.), ростовой (15-21 дн.) и финишный – с 22-го дня до убоя. Корма были изготовлены и доставлены из ОАО «Мелькомбинат» (г. Тверь).

Для воздействия на цыплят опытной группы использовали аппарат неинвазивной электромагнитной терапии «ТОР». Принцип обработки был основан на слабом неионизирующем нетепловом ЭМИ, непрерывно генерируемом высоковольтными импульсами амплитудой 5–8 кВ, которые способны воздействовать на рН изотонических растворов на дистанции до 700 м. Частота импульсов составляла 100–150 Гц. Каждый волновой пакет с крутыми прямоугольными фронтами содержал частотные моды, кратные 25 кГц. Рабочая мощность прибора не превышала 80 Ватт, то есть была меньше мощности стандартной лампы накаливания в помещениях. Режимы обработки птицы при выращивании были следующими: обработку начинали с 4-суточного возраста. На 4, 5-е и 6-е сутки проводили одноразовую обработку цыплят в 8.00 утра на протяжении 3 мин. На 7, 8-е и 9-е сутки обработку увеличили до трех раз, с 8.00 до 10.00 утра. Обработка длилась каждый час по 3 мин. Начиная с 10-суточного до 35-суточного возраста выращивания цыпленка обрабатывались с 8.00 до 18.00 каждый час по 3 мин. С 35-суточного возраста и до конца выращивания цыпленка обрабатывались с 08.00 до 20.00 по 3 мин. каждые полчаса.

Морфогистологические исследования внутренних органов: после проведения эвтаназии внутренние органы (сердце и печень) извлекали для последующих морфометрических и микроскопических исследований. Сердце и печень цыплят-бройлеров фиксировали в 10 %-ном забуференном растворе формалина при соблюдении объемного соотношения 1:20. По окончании фиксации осуществляли стандартную гистологическую проводку образцов сердца и печени с помощью автоматического тканевого процессора карусельного типа (Leica TP 1020, Leica Microsystems, ФРГ). По завершении проводки образцы заливали в гомогенизированную парафиноподобную среду Paraplast (Leica Biosystems Richmond, США). Для заливки в парафин использовали модульную систему заливки тканей с графическим дисплеем (Tissue-Tek® ТЕК, Sakura, Япония). Гистологические срезы толщиной 5-6 микрон получали с помощью ротационного микротомы (Accu-Cut SRM 200, Sakura, Япония) и специально оборудованного рабочего места для микротомии (Bio-Optica Milano SPA, Италия). Срезы органов помещали на предметные стекла. В дальнейшем депарафинированные и окрашенные галлоцианин-эозином срезы помещали под покровные стекла, используя при этом синтетиче-

скую монтирующую среду Bio Mount (Bio-Optica Milano SPA, Италия). Из фиксированных в 10 %-ном забуференном растворе формалина образцов сердец и печени готовили замороженные срезы с помощью криостата Leica CM1520. Полученные срезы помещали на предметные стекла, окрашивали на липиды жировым красным по Лилли, заключали под покровные стекла, используя глицерин. Готовые микропрепараты представленных фрагментов сердца и печени исследовали в проходящем свете с помощью микроскопа Nikon Eclipse 55 I (Япония) при увеличении 40, 100, 200, 400. Документировали изображения фотокамерой Nikon DS-Filc с применением программы визуализации изображений NIS Elements BR для Nikon.

### Результаты и их обсуждение

**Результаты морфологических исследований.** Для полной оценки физиологического состояния цыплят-бройлеров у всех групп были проанализированы их анатомические особенности строения изучаемых органов (рис. 1).

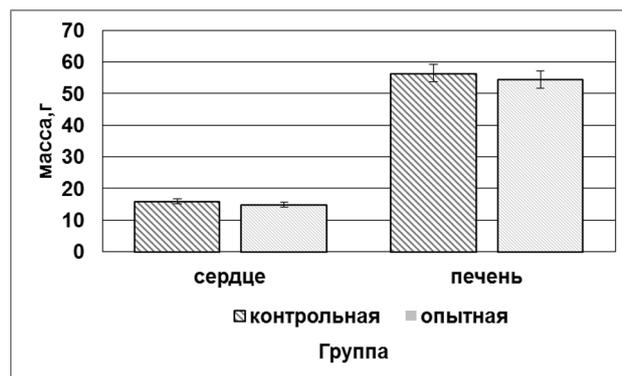


Рисунок 1 – Масса сердца и печени цыплят-бройлеров 56-суточного возраста, г

В 56-суточном возрасте живая масса у цыплят бройлеров опытной группы была незначительно ниже по сравнению с птицей контрольной группы. В связи с чем масса сердца и печени в данной группе была ниже на 6,9 и 3,5 % соответственно по сравнению с контролем.

Исходя из вышесказанного, можно заключить, что при электромагнитной обработке цыплят-бройлеров патологических изменений или различий в морфологическом строении печени и сердца во всех группах установлено не было.

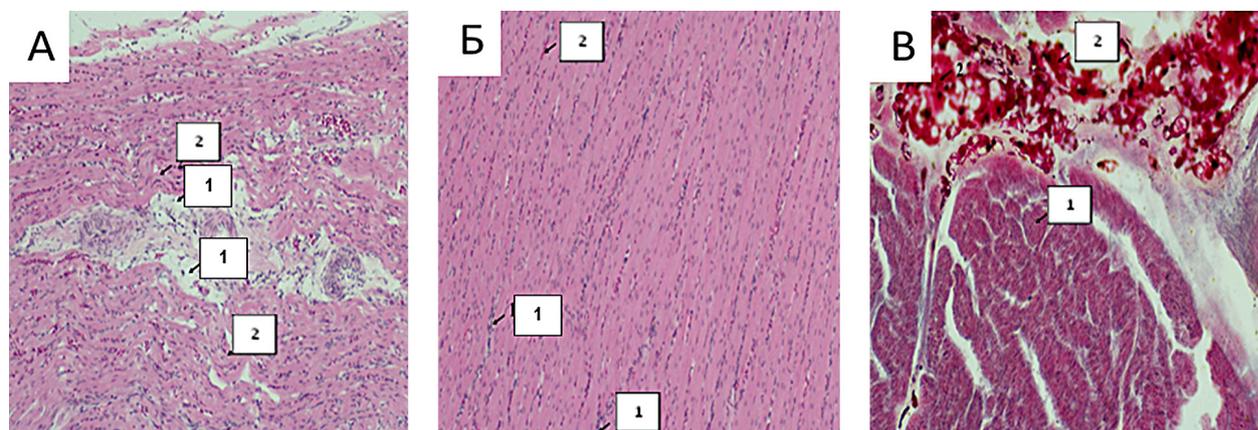
**Результаты гистологических исследований. Сердце.** Между отдельными группами кардиомиоцитов у цыплят-бройлеров контрольной группы обнаруживаются небольшие кровоизлияния, за исключением 30 % животных, у которых выявляются обширные

кровоизлияния. В миокарде птиц контрольной группы также обнаруживаются жировые включения (рис. 2), располагающиеся в большинстве случаев вокруг крупных сосудов, а также субэпикардиально. Ядра кардиомиоцитов характерной величины, изредка встречаются светлые гипертрофированные ядра с распыленным хроматином. У цыплят из контрольной группы выявляется волнообразная деформация кардиомиоцитов (рис. 2).

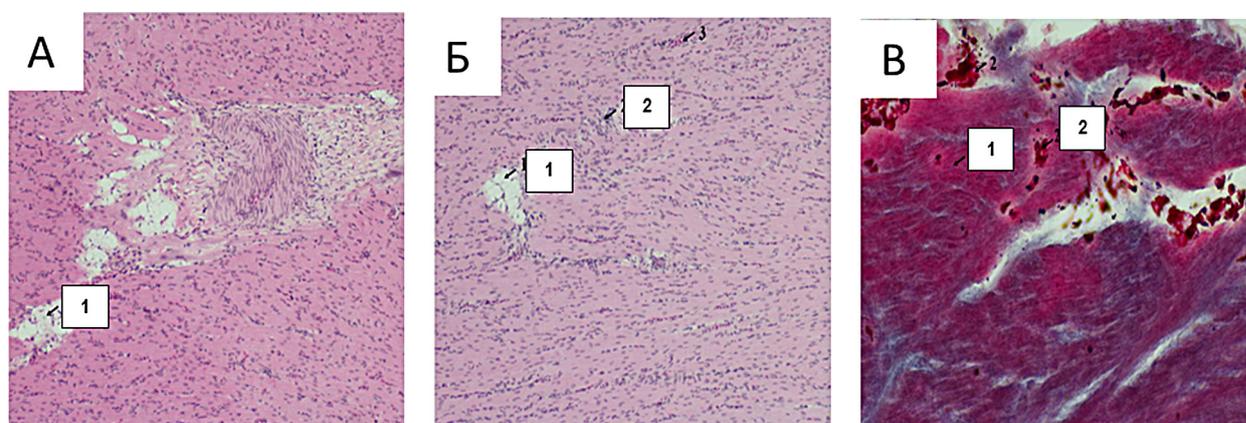
В стенках сердца цыплят-бройлеров опытной группы, так же, как и у контроля, хорошо различимы эндокард, миокард и эпикард. Миокард представлен тесно связанными между собой кардиомиоцитами, расположенными полойно. Окраска миокарда равномерная. Поперечная исчерченность в кардиомиоцитах отчетливо выражена. Между мышечными структурами миокарда обнаруживается рыхлая

соединительная ткань, кровеносные сосуды и нервы. Сосуды миокарда полнокровны. У всех животных в миокарде встречаются участки с воспалительной лимфомакрофагальной инфильтрацией (рис. 3). Между отдельными группами кардиомиоцитов обнаруживаются небольшие кровоизлияния. Также у 10 % птиц выявляется обширное кровоизлияние в миокарде. Поперечная исчерченность в большинстве кардиомиоцитов отчетливо видна. В левом и правом желудочках и межжелудочковой перегородке обнаруживаются жировые включения (рис. 3), располагающиеся в большинстве случаев вокруг крупных сосудов, а также субэпикардиально. Ядра кардиомиоцитов по форме и величине изменений не представляют.

Таким образом, у всех животных опытной и контрольной групп в миокарде обнаруживается диффузное венозно-капиллярное полно-



**Рисунок 2 – Микрофотография фрагмента левого желудочка цыпленка-бройлера из контрольной группы:** А – окраска галлоцианин-эозином, увеличение  $\times 100$  (1 – жировые включения; 2 – волнообразная деформация кардиомиоцитов); Б – окраска галлоцианин-эозином, увеличение  $\times 100$  (1 – воспалительная инфильтрация; 2 – скопление эритроцитов); В – окраска на липиды жирowym красным по Лилли, увеличение  $\times 100$  (1 – мышечная ткань; 2 – жировая ткань)



**Рисунок 3 – Микрофотография фрагмента левого желудочка цыпленка-бройлера опытной группы:** А – окраска галлоцианин-эозином, увеличение  $\times 100$  (1 – жировые включения); Б – окраска галлоцианин-эозином, увеличение  $\times 100$  (1 – жировые включения; 2 – воспалительная инфильтрация; 3 – скопление эритроцитов); В – окраска на липиды жирowym красным по Лилли, увеличение  $\times 100$  (1 – мышечная ткань; 2 – жировая ткань)

кровие с эритростазами, крупнокапельная жировая дистрофия, признаки миокардита.

**Результаты гистологических исследований. Печень.** Гистоархитектоника печени цыплят-бройлеров контрольной группы не нарушена. Структурно-функциональные единицы печени – печеночные дольки – хорошо определяются у всех животных данной группы. Центральные вены и вены триад, а также межбалочные капилляры в большинстве случаев полнокровны. Обнаруживаются участки с лимфомакрофагальной инфильтрацией, а также встречаются единичные плазмостазы (рис. 4). Соединительнотканые перегородки между дольками тонкие, едва заметные. Цитоплазма гепатоцитов содержит слабобазофильную зернистость. У всех животных в печени обнаруживаются участки со средне- и крупнокапельной гидропической дистрофией гепатоцитов, с незначительно выраженной жировой дистрофией,

а также участки с неравномерным расширением перисинусоидальных пространств Диссе (рис. 4). Ядра гепатоцитов полиморфны: наряду с характерными присутствуют гепатоциты с мелкими гиперхромными, пикнотичными ядрами, а также гепатоциты с полиплоидными ядрами.

У цыплят-бройлеров опытной группы хорошо определяются печеночные дольки. Центральные вены и вены триад, а также межбалочные капилляры в большинстве случаев полнокровны, обнаруживаются эритростазы, плазмостазы. Так же, как и у птиц контрольной группы, обнаруживаются участки с лимфомакрофагальной инфильтрацией. Соединительнотканые перегородки между дольками тонкие, едва заметные. Цитоплазма гепатоцитов содержит слабобазофильную зернистость. Обнаруживаются участки с неравномерным расширением перисинусоидальных пространств Диссе (рис. 5). Гидропическая дистрофия ге-

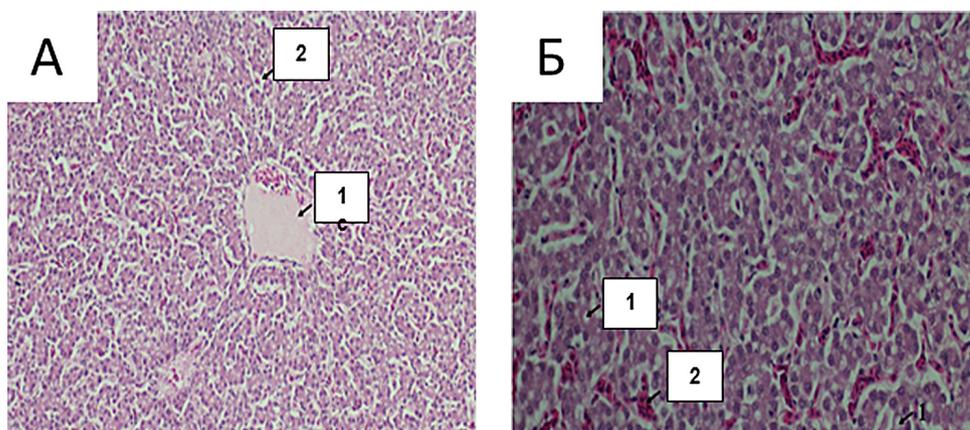


Рисунок 4 – Микрофотография фрагмента печени цыпленка-бройлера из контрольной группы: А – окраска галлоцианин-эозином, увеличение  $\times 100$  (1 – плазмостаз; 2 – расширение перисинусоидальных пространств Диссе); Б – окраска галлоцианин-эозином, увеличение  $\times 200$  (1 – гидропическая дистрофия гепатоцитов; 2 – скопление эритроцитов)

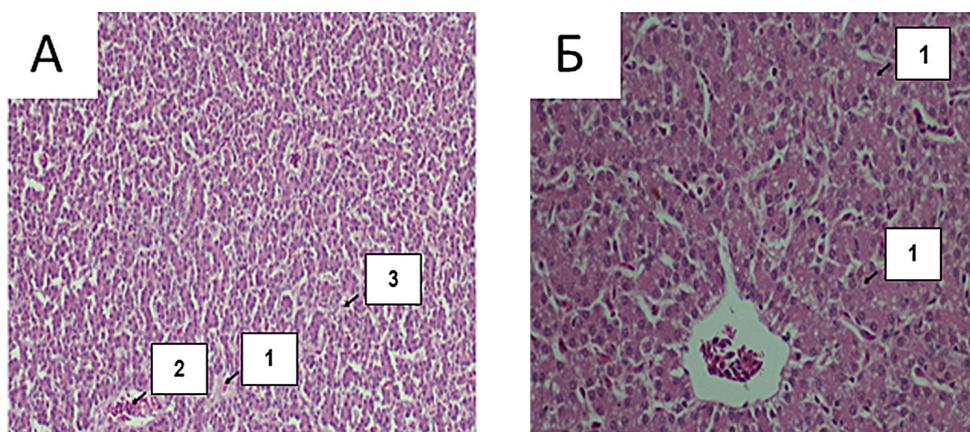


Рисунок 5 – Микрофотография фрагмента печени цыпленка-бройлера из опытной группы: А – окраска галлоцианин-эозином, увеличение  $\times 200$  (1 – плазмостаз; 2 – скопление эритроцитов; 3 – расширение перисинусоидальных пространств Диссе); Б – окраска галлоцианин-эозином, увеличение  $\times 200$  (1 – менее выражена гидропическая дистрофия гепатоцитов)

патоцитов в данной группе менее выражена по сравнению с контрольной группой. Ядра гепатоцитов полиморфны: наряду с характерными гепатоцитами присутствуют гепатоциты с мелкими гиперхромными, пикнотичными ядрами, а также гепатоциты с полиплоидными ядрами.

**Результаты гистологических исследований. Почки.** Гистоархитектоника почек цыплят из контрольной группы не нарушена. Ткань почек подразделяется на корковое и мозговое вещество. Строму почки составляет рыхлая волокнистая соединительная ткань. Структурной и функциональной единицей почки является нефрон, представленный почечным тельцем, эпителиальными почечными канальцами – проксимальными и дистальными (прямыми и извитыми), а также тонкими канальцами. Нефроны открываются в собирательные почечные трубочки, которые начина-

ются в корковом веществе, проходят в мозговое вещество и вливаются в сосочковый канал. Капилляры клубочков полнокровны. Капсулы Шумлянско-го – Боумена наполнены клетками крови. Цитоплазма эпителия отдельных групп почечных канальцев зачастую вакуолизирована, их ядра гиперхромны. В корковом и мозговом веществе выявляются венозно-капиллярное полнокровие, участки с воспалительной лимфомакрофагальной инфильтрацией, местами в паренхиме органа обнаруживаются средние и обширные кровоизлияния, эритростазы, плазмостазы (рис. 6).

Сходная микроскопическая картина обнаружена при исследовании образцов почек птиц из опытной группы (рис. 7).

Капилляры клубочков полнокровны. Цитоплазма эпителия отдельных групп почечных канальцев зачастую вакуолизирована, их ядра гиперхромны. Сосуды коркового и мозгового

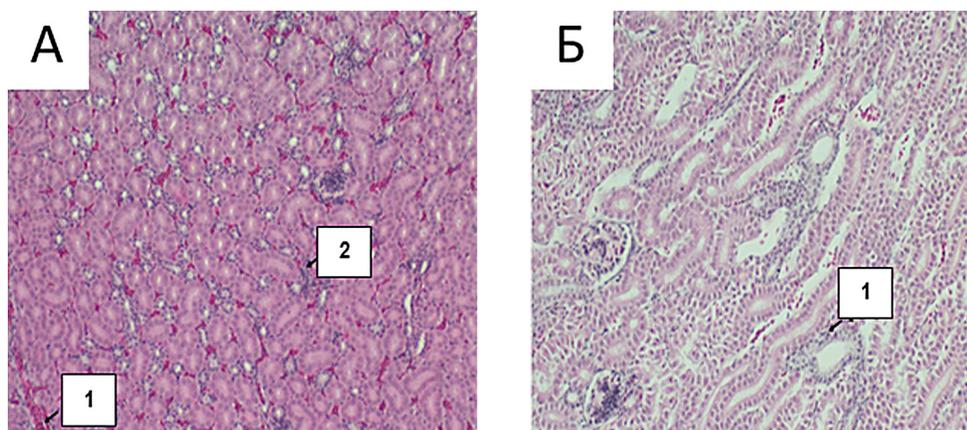


Рисунок 6 – Микрофотография фрагмента вещества почки цыпленка-бройлера из контрольной группы. Окраска галлоцианин-эозином: А – коркового вещества, увеличение  $\times 100$  (1 – кровоизлияние; 2 – воспалительная инфильтрация); Б – мозгового вещества, увеличение  $\times 100$  (1 – воспалительная инфильтрация)

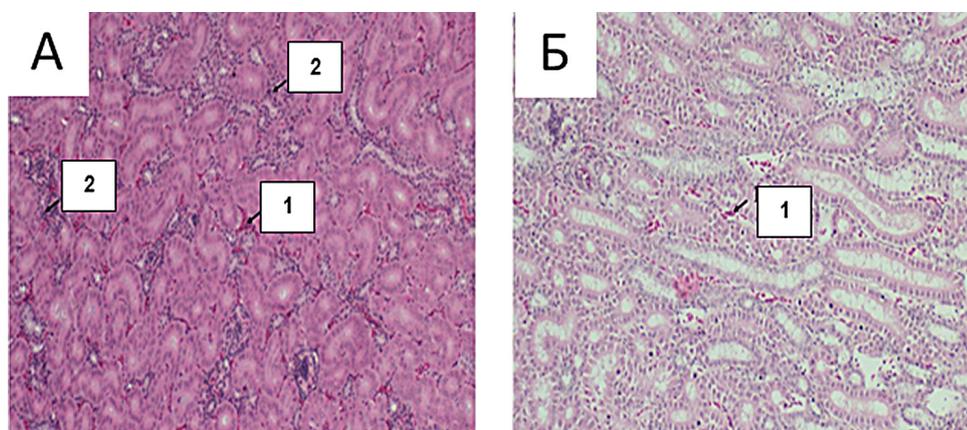


Рисунок 7 – Микрофотография фрагмента вещества почки цыпленка-бройлера из опытной группы. Окраска галлоцианин-эозином: А – коркового вещества, увеличение  $\times 100$  (1 – скопление эритроцитов; 2 – воспалительная инфильтрация); Б – мозгового вещества, увеличение  $\times 100$  (1 – скопление эритроцитов)

вещества полнокровны, в паренхиме органа обнаруживаются средние и обширные кровоизлияния, участки с воспалительной лимфомакрофагальной инфильтрацией, эритростазы, плазмостазы.

Низкочастотные электромагнитные поля являются неотъемлемой частью всех электрических устройств, включая линии электропередач, распределительные линии и электроприборы. В последние десятилетия проведено множество исследований, направленных на изучение воздействия электромагнитного излучения (ЭМИ) низкой интенсивности на здоровье населения. Но результаты этих исследований остаются неоднозначными. Эффекты ЭМИ на биологические системы зависят от его параметров и от природы объектов, на которые оно воздействует.

В частности, были проведены исследования влияния ЭМИ низкой интенсивности на растения, лабораторных животных и человека [12]. В данных работах было установлено, что обработка семян ЭМИ с частотами 24 и 50 Гц приводит к незначительному увеличению всхожести. При частотах 8 и 32 Гц никаких эффектов не наблюдалось. Однако при частотах 16 и 24 Гц отмечался упадок продольного роста, в то время как при частотах 40 и 50 Гц наблюдалась его активизация. Авторы пришли к выводу, что ЭМИ может оказывать магнито-биологические эффекты. При оценке влияния ЭМИ на всхожесть и энергию прорастания, силу начального роста и жизнеспособность семян, а также на высоту, длину корней и массу растений яровой пшеницы было установлено, что воздействие ЭМИ низкой частоты во время уборки приводит к улучшению этих показателей [16]. По всей видимости, действительно, воздействие ЭМИ, постоянное изменение его интенсивности могут подвергать растения сложным ситуациям, которые либо положительно, либо отрицательно будут влиять на их развитие [18].

При этом живой развивающийся организм, в котором происходит обширное деление и дифференциация клеток и тканей, чрезвычайно чувствителен к различным воздействиям окружающей среды. В результате чего можно сделать вывод о существовании электромагнитного гомеостаза, то есть способности живого организма поддерживать равновесие в системе сложных электромагнитных взаимодействий внутри клеток.

Последние гистологические исследования показали, что органы, расположенные в разных частях тела животных и птиц, имеют различ-

ное строение и клеточный состав. Особенно это касается органов кроветворения и иммуногенеза. Понимание особенностей строения и возрастных изменений этих органов имеет большое значение для понимания закономерностей морфофункциональной интеграции организма и его взаимодействия с факторами окружающей среды [1]. Доказано, что факторы окружающей среды оказывают влияние на морфологические и функциональные параметры внутренних органов [2, 10, 17]. При этом степень и глубина изменений морфофизиологических параметров организма в целом, органов и тканей в частности, зависят не только от специфики разного рода факторов, но и от реактивности отдельно взятой системы и клеток тканей органов [11].

Исследования, проведенные на эмбрионах кур породы леггорн белый, показали, что воздействие электромагнитных полей с частотой 50 Гц вызывает обширные кровоизлияния по всему телу и в печени эмбрионов. Также наблюдается увеличение лимфоидной и нарушение паренхиматозных тканей, замечены такие процессы, как денатурация синусоидов, везикуляция цитоплазмы и увеличение количества апоптотических клеток [25]. С другой стороны, комплексное воздействие электромагнитных факторов на организм цыплят с первых дней жизни приводило к стимулирующему эффекту физиологических процессов, оказывало положительное действие на динамику клинико-гематологических показателей ремонтного молодняка кур [26].

Кроме того, существуют литературные данные, которые подтверждают положительное влияние электромагнитного излучения на морфологию органов бройлеров [8, 20]. Установлено, что гистологическое исследование кожи и внутренних органов молодняка птиц, подвергшихся воздействию электромагнитных излучений различных диапазонов, может служить важным морфологическим показателем, свидетельствующим о повышении естественной резистентности организма. В частности, в покровных тканях, иммунных органах (тимусе, селезенке и фабрициевой сумке) и железах внутренней секреции (щитовидной железе и яичниках) наблюдались признаки активного функционального состояния [6]. Применение электромагнитного поля оказывало благотворное воздействие, стимулируя вывод цыплят и повышая их выживаемость, а также способствуя увеличению производства мяса [3].

Также известная опасность неионизирующих электромагнитных полей и радиочастот-

ных полей связана с тепловыми эффектами (например, нагревом, вызванным микроволновым излучением), которые имеют долгую историю клинического применения. По оценкам, с конца 1990-х годов с помощью устройств ЭМП было проведено более 3 000 000 процедур без сообщений о побочных эффектах или значимых нежелательных явлениях. Подчеркивая этот момент, ряд авторов не обнаружили доказательств серьезных нежелательных явлений или побочных эффектов [22, 23].

В настоящее время наблюдается недостаточная изученность воздействия электромагнитного излучения на онтогенез сельскохозяйственной птицы, что представляет собой актуальную проблему, требующую более глубоких исследований. Как уже упоминалось ранее, электромагнитные поля могут оказывать значительное воздействие на здоровье птиц, их рост, развитие и последующую продуктивность. Помимо этого раскрытие генетического потенциала также может быть обусловлено условиями содержания, в том числе с дополнительно возможным воздействием электромагнитных полей.

Как правило, нарушения метаболизма ведут к развитию дистрофий паренхиматозных органов и сердца, в связи с чем гистологическое исследование этих органов представляется наиболее информативным при изучении негативных последствий. Известно, что электромагнитные поля могут оказывать отрицательное воздействие на органы и ткани организма в зависимости от интенсивности поля, длины и частоты волн, продолжительности воздействия. Глубина проникновения в организм зависит от длины волны: длинноволновые поля действуют на внутренние органы, головной и спинной мозг, короткие волны – только на кожу и приводят к тепловому эффекту. Из-за особенностей электрической среды живого организма многие ткани особенно подвержены повреждающему воздействию ЭМП.

Знания о данных изменениях, происходящих в органах и тканях живого организма под воздействием различных естественных и искусственных факторов среды, имеют особое значение при оценке новых методов повышения продуктивности сельскохозяйственных животных, так как эти изменения отражают и воздействие на здоровье животного, и безопасность полученной продукции для человека. В долгосрочной перспективе такие исследования позволяют разрабатывать новые методы в животноводстве, основываясь на знаниях

о фундаментальных механизмах их воздействия на организм.

В связи с этим становится актуальным понимание того, как электромагнитное излучение может влиять на физиологические и биохимические процессы в организме птиц. Поэтому исследования в данной области имеют большое экономическое и хозяйственное значение, поскольку могут способствовать повышению продуктивности и улучшению здоровья кур, а также обеспечению безопасности и качества продукции в сельскохозяйственном производстве.

**Заключение.** В ходе исследования было обнаружено, что в сердце цыплят-бройлеров, как в контрольной, так и в опытной группах, наблюдается диффузное венозно-капиллярное полнокровие, которое сопровождается незначительными кровоизлияниями и эритростазами. Кроме того, была выявлена крупнокапельная жировая дистрофия, а также признаки миокардита.

В печени также наблюдается диффузное венозно-капиллярное полнокровие с эритростазами, а также средне- и крупнокапельная гидropическая дистрофия, слабовыраженная жировая дистрофия и признаки гепатита. Следует отметить, что у цыплят опытной группы гидropическая дистрофия печени была менее выраженной по сравнению с птицей из контрольной группы.

В почках, как и в других органах, наблюдается диффузное венозно-капиллярное полнокровие с эритростазами, плазмостазами, средними и обширными кровоизлияниями. Также отмечается мелко- и среднекапельная гидropическая дистрофия почечных канальцев и признаки воспаления как в контрольной, так и в опытной группе.

Данные изменения во всех органах являются незначительными, учитывая тот факт, что забор образцов органов проводился после декапитации птицы. Единственный факт, который заслуживает внимания, что в опытной группе нарушение белково-водно-электролитного обмена в клетках печени было менее выражено по сравнению с контролем.

Как уже упоминалось ранее, тепловое электромагнитное поле различной интенсивности может оказывать патологическое воздействие на микроскопическом уровне на различные органы и ткани цыплят-бройлеров. В нашем исследовании гистологический анализ не обнаружил изменений в структуре тканей и органов как у контрольной группы, так и у груп-

пы, которая подвергалась воздействию электромагнитных излучений. Это говорит о том, что использование неионизирующего нетеплового воздействия электромагнитных излучений не оказывает негативного влияния на внутренние органы, не представляет опасности и, следовательно, безопасно для применения в птицеводстве. При этом исследования влияния дистанционного нетеплового электромагнитного поля на организм птицы будут продолжены на большом поголовье.

**Благодарность.** Авторы выражают признательность коллегам и благодарят за финансовую поддержку исследования руководство АО «Концерн Гранит».

### Список источников

1. Анатомо-гистологическая характеристика селезенки бройлеров кросса arbor acres+ при воздействии стресс-фактора / Е. П. Краснолобова [и др.] // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 2. С. 42-48.
2. Анатомо-гистологические параметры печени бройлеров при стрессе / С. В. Козлова [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2021. №5 (170). С. 109-115.
3. Бабик А. В., Сулейманов Ф. И. Гистоархитектоника репродуктивных органов кур в онтогенезе и при воздействии лазерного излучения и магнитного поля // Известия Великолукской гос. с.-х. акад. 2024. №2 (47). С. 3-20.
4. Влияние дистанционного электромагнитного излучения на морфологические и зоотехнические показатели цыплят-бройлеров / И. В. Кузьмина [и др.] // Птица и птицепродукты. 2024. № 1. С. 48-51. DOI 10.30975/2073-4999-2024-26-1-48-51.
5. Влияние дистанционного электромагнитного излучения на основные продуктивные показатели и биохимию крови цыплят-бройлеров / Е. А. Галкина [и др.] // Птица и птицепродукты. 2024. № 2. С. 48-51. DOI 10.30975/2073-4999-2024-26-2-48-51.
6. Влияние УФ-облучения на организм птицы (обзор) / А. В. Иванов [и др.] // Птицеводство. 2016. № 8. С. 9-15.
7. Влияние электромагнитных излучений на организм птицы / И. А. Добросмылова [и др.] // Современные инновации в науке, образовании и технике: сб. науч. тр. по материалам VIII Междунар. науч.-практ. конф. 2018. С. 14-21.
8. Добросмылова И. А., Семенов В. Г., Сазанова А. А. Динамика морфологической картины крови птиц под воздействием физических факторов // Наука и образование сегодня. 2018. №3 (26). С 8-12.
9. Европейская конвенция о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях, ETS № 123 (Страсбург, 18 марта 1986 г.) // ГАРАНТ.РУ. Информационно-правовой портал: сайт. URL: <https://base.garant.ru/4090914/?ysclid=leo81o9njh27277417>.
10. Козлова С. В. Морфометрические параметры печени бройлеров кросса Arbor // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 9. С. 128-134.
11. Краснолобова Е. П., Веремеева С. А., Козлова С. В. Анатомо-гистологическая характеристика почек бройлеров кросса arboracres+ при воздействии стресс-фактора // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2021. № 2 (65). С. 114-118.
12. Лифанова Р. З., Орлова В. С., Цетлин В. В. Влияние электромагнитного излучения радиодиапазона на организм в целом и структурные единицы (Обзор литературы) // Гигиена и санитария. 2021. № 2. С. 123-128.
13. Нестеренко А. А., Решетняк А. И., Сергиенко Т. А. Электромагнитная обработка мясного сырья как новый способ интенсификации технологических процессов // Вестник НГИЭИ. 2011. № 2 (3). С. 143–151.
14. Определение подходов к нормированию воздействия антропогенного электромагнитного поля на природные экосистемы / О. А. Григорьев [и др.] // Ежегодник Российского национального комитета по защите от неионизирующих излучений. 2002. С. 46-75.
15. Плешакова В. И., Лещева Н. А., Балашов В. В. Влияние препарата «Ветостим» на некоторые продуктивные показатели цыплят-бройлеров // Вестник ОмГАУ. 2014. № 4 (16). С. 41–44.
16. Посевные качества семян мягкой яровой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) при разных режимах воздействия низкочастотным электромагнитным полем / Н. С. Левина [и др.] // Сельскохозяйственная биология. 2017. Т. 52, № 3. С. 580-587. DOI 10.15389/agrobiology.2017.3.580rus
17. Сидорова К. А., Краснолобова Е. П., Веремеева С. А. Морфологические особенности печени лебедя-кликлуна и лебедя-шипунa // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2020. № 3 (83). С. 252-254.
18. Слабые импульсные электромагнитные поля повышают урожайность и иммунитет картофеля / Е. В. Бондарчук [и др.] // Картофель и овощи. 2023. № 4. С. 35-40. DOI 10.25630/PAV.2023.91.50.004.
19. Состояние и перспективы развития мясного птицеводства / В. С. Буяров [и др.] // Вестник ОрелГАУ. 2012. № 1. С. 49–61.
20. Физиологическое развитие птицы и электромагнитные излучения разных диапазонов / И. А. Добросмылова [и др.] // I international scientific specialized conference “international scientific review of the problems of natural sciences and medicine”, Boston, 29 марта 2018 года – 30 2015 года. Boston: Problems of science, 2018. С. 4-11.
21. Dobrosmyslova I. A., Karyagin F. A., Zazhivikhina E. I., Smirnova S. N. Physiological development of poultry and electromagnetic radiation of different ranges. International scientific review of the problems of

natural sciences and medicine: collection of sci. art. of I Int. sci. spec. conf. Boston, USA, 2018. P. 5–11.

22. Guo L., Kubat N. J., Isenberg R. A. Pulsed radio frequency energy (PRFE) use in human medical applications. *Electromagn Biol. Med.* 2011; 30: 21–45.

23. Guo L., Kubat N. J., Nelson T. R., Isenberg R. A. Meta-analysis of clinical efficacy of pulsed radio frequency energy treatment. *Ann. Surg.* 2012; 255: 457–467.

24. Haroon E., Raison C. L., Miller A. H. Psychoneuro-immunology meets neuropsychopharmacology: translational implications of the impact of inflammation on behavior. *Neuropsychopharmacology.* 2012; 37: 137–162.

25. Lahijani M. S., Farivar S., Khodaeian M. Effects of 50 Hz electromagnetic fields on the histology, apoptosis, and expression of c-Fos and  $\beta$ -catenin on the livers of preincubated white Leghorn chicken embryos. *Electromagn Biol Med.* 2011 Sep; 30(3): 158-69. doi: 10.3109/15368378.2011.596603.

26. Pawlak K., Nieckarz Z., Sechman A., Wojtysiak D., Bojarski B., Tombarkiewicz B. Effect of a 1800 MHz electromagnetic field emitted during embryogenesis on chick development and hatchability. *Anat Histol Embryol.* 2018; 47: 222–230. <https://doi.org/10.1111/ah.12346>.

27. Rasouli J., Lekhraj R., White N. M., Flamm E. S., Pilla A. A., Strauch B., Casper D. Attenuation of interleukin-1 $\beta$  by pulsed electromagnetic fields after traumatic brain injury. *Neurosci. Lett.* 2012; 519: 4–8.

## References

1. Anatomo-gistologicheskaya charakteristika selezenki brojlerov krossa arbor acres+ pri vozdeystvii stress-faktora / E. P. Krasnolobova [i dr.] // *Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skoxozyajstvennoj akademii.* 2021. № 2. S. 42-48.

2. Anatomo-gistologicheskie parametry` pecheni brojlerov pri stresse / S. V. Kozlova [i dr.] // *Vestnik KrasGAU.* 2021. №5 (170). S. 109-115.

3. Babik A. V., Sulejmanov F. I. Gistoarxitektonika reproduktivny`x organov kur v ontogeneze i pri vozdeystvii lazernogo izlucheniya i magnitnogo polya // *Izvestiya Velikolukskoj gos. s.-h. akad.* 2024. № 2 (47). C. 3-20.

4. Vliyanie distancionnogo e`lektromagnitnogo izlucheniya na morfologicheskie i zootexnicheskie pokazateli cyplyat-brojlerov / I. V. Kuz'mina [i dr.] // *Pticza i pticeprodukty`.* 2024. № 1. S. 48-51. DOI 10.30975/2073-4999-2024-26-1-48-51.

5. Vliyanie distancionnogo e`lektromagnitnogo izlucheniya na osnovny`e produktivny`e pokazateli i bioximiyu krovi cyplyat-brojlerov / E. A. Galkina [i dr.] // *Pticza i pticeprodukty`.* 2024. № 2. S. 48-51. DOI 10.30975/2073-4999-2024-26-2-48-51.

6. Vliyanie UF-oblucheniya na organizm pticy (obzor) / A. V. Ivanov [i dr.] // *Pticevodstvo.* 2016. № 8. S. 9-15.

7. Vliyanie e`lektromagnitny`x izlucheniya na organizm pticy / I. A. Dobrosmy`slova [i dr.] // *Sovremennye innovacii v nauke, obrazovanii i tekhnike: sb. nauch. tr. po materialam VIII Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* 2018. S. 14-21.

8. Dobrosmy`slova I. A., Semenov V. G., Sazanova A. A. Dinamika morfologicheskoy kartiny` krovi pticz pod vozdeystviem fizicheskix faktorov // *Nauka i obrazovanie segodnya.* 2018. №3 (26). S 8-12.

9. Evropejskaya konvenciya o zashhite pozvonochny`x zhivotny`x, ispol`zuemy`x dlya e`ksperimentov ili v iny`x nauchny`x celyax, ETS № 123 (Strasburg, 18 marta 1986 g.) // GARANT.RU. Informacionno-pravovoj portal: sajt. URL: <https://base.garant.ru/4090914/?ysclid=leo81o9njh27277417>.

10. Kozlova S. V. Morfometricheskie parametry` pecheni brojlerov krossa Arbor // *Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skoxozyajstvennoj akademii.* 2019. № 9. S. 128-134.

11. Krasnolobova E. P., Veremeeva S. A., Kozlova S. V. Anatomo-gistologicheskaya charakteristika pohek brojlerov krossa arbor acres+ pri vozdeystvii stress-faktora // *Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta.* 2021. № 2 (65). S. 114-118.

12. Lifanova R. Z., Orlova V. S., Cetlin V. V. Vliyanie e`lektromagnitnogo izlucheniya radiodiapazona na organizm v celom i strukturny`e edinicy (Obzor literatury`) // *Gigiena i sanitariya.* 2021. № 2. S. 123-128.

13. Nesterenko A. A., Reshetnyak A. I., Sergienko T. A. E`lektromagnitnaya obrabotka myasnogo sy`rya kak novy`j sposob intensivkacii tekhnologicheskix processov // *Vestnik NGIE'I.* 2011. № 2 (3). S. 143–151.

14. Opredelenie podxodov k normirovaniyu vozdeystviya antropogennogo e`lektromagnitnogo polya na prirodny`e e`kosistemy` / O. A. Grigor'ev [i dr.] // *Ezhegodnik Rossijskogo nacional'nogo komiteta po zashhite ot neioniziruyushhix izlucheniya.* 2002. S. 46-75.

15. Pleshakova V. I., Leshheva N. A., Balashov V. V. Vliyanie preparata «Vetostim» na nekotory`e produktivny`e pokazateli cyplyat-brojlerov // *Vestnik OmGAU.* 2014. № 4 (16). S. 41–44.

16. Posevny`e kachestva semyan myagkoj yarovoj pshenicy (*Triticum aestivum* L.) pri razny`x rezhimax vozdeystviya nizkochastotny`m e`lektromagnitny`m polem / N. S. Levina [i dr.] // *Sel'skoxozyajstvennaya biologiya.* 2017. T. 52, № 3. S. 580-587. DOI 10.15389/agrobiology.2017.3.580rus

17. Sidorova K. A., Krasnolobova E. P., Veremeeva S. A. Morfologicheskie osobennosti pecheni lebedya-klikuna i lebedya-shipuna // *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta.* 2020. № 3 (83). S. 252-254.

18. Slaby`e impul`sny`e e`lektromagnitny`e polya povyshayut urozhnost` i immunitet kartofelya / E. V. Bondarchuk [i dr.] // *Kartofel` i ovoshhi.* 2023. № 4. S. 35-40. DOI 10.25630/PAV.2023.91.50.004.

19. Sostoyanie i perspektivy` razvitiya myasnogo pticevodstva / V. S. Buyarov [i dr.] // *Vestnik OrelGAU.* 2012. № 1. S. 49–61.

20. Fiziologicheskoe razvitie pticy i e`lektromagnitny`e izlucheniya razny`x diapazonov / I. A. Dobrosmy`slova [i dr.] // *I international scientific specialized conference "international scientific review*

of the problems of natural sciences and medicine”, Boston, 29 marta 2018 goda – 30 2015 goda. Boston: Problems of science, 2018. S. 4-11.

21. Dobrosmyslova I. A., Karyagin F. A., Zazhivikhina E. I., Smirnova S. N. Physiological development of poultry and electromagnetic radiation of different ranges. International scientific review of the problems of natural sciences and medicine: collection of sci. art. of I Int. sci. spec. conf. Boston, USA, 2018. R. 5–11.

22. Guo L., Kubat N. J., Isenberg R. A. Pulsed radio frequency energy (PRFE) use in human medical applications. *Electromagn Biol. Med.* 2011; 30: 21–45.

23. Guo L., Kubat N. J., Nelson T. R., Isenberg R.A. Meta-analysis of clinical efficacy of pulsed radio frequency energy treatment. *Ann. Surg.* 2012; 255: 457–467.

24. Haroon E., Raison C. L., Miller A. H. Psychoneuro-immunology meets neuropsychopharmacology: translational implications of the impact of inflammation on

behavior. *Neuropsychopharmacology.* 2012; 37: 137–162.

25. Lahijani M. S., Farivar S., Khodaeian M. Effects of 50 Hz electromagnetic fields on the histology, apoptosis, and expression of c-Fos and  $\beta$ -catenin on the livers of preincubated white Leghorn chicken embryos. *Electromagn Biol Med.* 2011 Sep; 30(3): 158-69. doi: 10.3109/15368378.2011.596603.

26. Pawlak K., Nieckarz Z., Sechman A., Wojtysiak D., Bojarski B., Tombarkiewicz B. Effect of a 1800 MHz electromagnetic field emitted during embryogenesis on chick development and hatchability. *Anat Histol Embryol.* 2018; 47: 222–230. <https://doi.org/10.1111/ahe.12346>.

27. Rasouli J., Lekhraj R., White N. M., Flamm E. S., Pilla A. A., Strauch B., Casper D. Attenuation of interleukin-1 $\beta$  by pulsed electromagnetic fields after traumatic brain injury. *Neurosci. Lett.* 2012; 519: 4–8.

### Сведения об авторах:

**Е. А. Галкина**<sup>1</sup>, начальник лаборатории электробиофизических и химических исследований;

**И. В. Кузьмина**<sup>2</sup>✉, кандидат биологических наук, научный консультант отдела волновых технологий, <https://orcid.org/0000-0001-6399-6886>;

**И. Ф. Турканов**<sup>3</sup>, руководитель;

**Е. В. Бондарчук**<sup>4</sup>, акционер АО «Концерн Гранит»;

**В. Г. Грязнов**<sup>5</sup>, кандидат физико-математических наук, заместитель руководителя;

**А. Г. Ваганов**<sup>6</sup>, кандидат медицинских наук, научный консультант отдела волнового оборудования;

**И. М. Кайгородова**<sup>7</sup>, кандидат сельскохозяйственных наук, специалист;

**В. Г. Зайнуллин**<sup>8</sup>, доктор биологических наук, главный научный сотрудник

<sup>1-7</sup>Научный центр АО «Концерн Гранит», ул. Гоголевский бульвар, 31, стр. 2, Москва, Россия, 119019

<sup>8</sup>Институт агробιοтехнологий ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, ул. Ручейная, 27, Сыктывкар, Россия, 167023

<sup>2</sup>[Kuzmina.i@granit-concern.ru](mailto:Kuzmina.i@granit-concern.ru)

Original article

## EFFECT OF ELECTROMAGNETIC RADIATION ON INTERNAL ORGANS OF BROILER CHICKENS: MORPHOLOGIC AND HISTOLOGIC CHANGES

**Ekaterina A. Galkina**<sup>1</sup>, **Irina V. Kuzmina**<sup>2</sup>✉, **Igor F. Turkanov**<sup>3</sup>, **Elena V. Bondarchuk**<sup>4</sup>, **Valery G. Gryaznov**<sup>5</sup>, **Alexey G. Vaganov**<sup>6</sup>, **Irina M. Kaigorodova**<sup>7</sup>, **Vladimir G. Zainullin**<sup>8</sup>

<sup>1-7</sup>Scientific Center of Granit Concern, Moscow, Russia

<sup>8</sup>Institute of Agrobiotechnologies Komi SC UrB RAS, Syktyvkar, Russia

<sup>2</sup>[Kuzmina.i@granit-concern.ru](mailto:Kuzmina.i@granit-concern.ru)

**Abstract.** *The aim of the research is to identify the effect of electromagnetic radiation on morphological and histological changes in the internal organs of broiler chickens. The studies were conducted on 100 broiler chickens of Cobb 500 cross during the period from one day old to 56 days old in May-June 2024. The chickens were distributed into two groups of 50 chickens in each group by the groups-analog method. Feeding and housing conditions met all the requirements for this cross of poultry in floor housing. The experiments were performed in accordance with the requirements of the European Convention for the Protection of Vertebrate Animals Used for Experiments or Other Scientific Purposes (ETS No. 123, Strasbourg, 1986). The chickens had free access to feed and water. There were 3 periods in the feeding of the chickens: the starter period (0-10 days), the growth period (15-21 days) and the finishing period from day 22 until slaughter. After euthanasia, internal organs (heart and liver) were extracted for subsequent morphometric and microscopic studies. The poultry treatment regimens during the rearing period were as follows: treatment was started at the age of 4 days. On days 4, 5 and 6 chickens were treated once at 8.00 am for 3 minutes. On days 7, 8 and 9, the treatment was increased to three times starting from 8.00 to 10.00 am. The treatments lasted for three minutes each hour. From 10 days old to 35 days old, chickens were treated from 8.00 am to 6.00 pm for three minutes each hour. From 35 days of age to the end of rearing, chickens*

were treated from 08.00 am to 8.00 pm for three minutes every half an hour. Histologic analysis revealed no changes in the structure of tissues and organs in both the control and EMI-exposed groups. The use of non-ionizing non-thermal exposure to EMR does not have a negative effect on internal organs, does not represent a danger and, therefore, is safe for use in poultry farming.

**Key words:** broiler chickens, electromagnetic field, histology, liver, heart.

**For citation:** Galkina E. A., Kuzmina I. V., Turkanov I. F., Bondarchuk E. V., Gryaznov V. G., Vaganov A. G., Kaigorodova I. M., Zainullin V. G. Effect of electromagnetic radiation on internal organs of broiler chickens: morphologic and histologic changes. *The Bulletin of Izhevsk State Agricultural Academy*. 2025; 2 (82): 125-136. (In Russ.). [https://doi.org/10.48012/1817-5457\\_2025\\_2\\_125-136](https://doi.org/10.48012/1817-5457_2025_2_125-136).

#### Authors:

**E. A. Galkina**<sup>1</sup>, Head of the Laboratory of Electrobiophysical and Chemical Research of Granit Concern;

**I. V. Kuzmina**<sup>2✉</sup>, Candidate of Biological Sciences, Scientific Advisor, Wave Technologies Department, <https://orcid.org/0000-0001-6399-6886>;

**I. F. Turkanov**<sup>3</sup>, Head of the Scientific Center of Granit Concern;

**E. V. Bondarchuk**<sup>4</sup>, Shareholder of Granit Concern;

**V. G. Gryaznov**<sup>5</sup>, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Deputy Head of Scientific Center of Granit Concern;

**A. G. Vaganov**<sup>6</sup>, Candidate of Medical Sciences, Scientific consultant of the Wave Technologies Department;

**I. M. Kaigorodova**<sup>7</sup>, Candidate of Agricultural Sciences, Specialist;

**V. G. Zainullin**<sup>8</sup>, Doctor of Biological Sciences, Chief Researcher

<sup>1-7</sup>Scientific Center of Granit Concern, 31, bld. 2, Gogolevsky bulvar, Moscow, Russia, 119019

<sup>8</sup>Institute of Agrobiotechnologies Komi SC UrB RAS, 27 Rucheynaya St., Syktyvkar, Russia, 167023

<sup>2</sup>Kuzmina.i@granit-concern.ru

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: the authors declare that they have no conflicts of interest.

Статья поступила в редакцию 31.03.2025; одобрена после рецензирования 17.04.2025;

принята к публикации 29.05.2025.

The article was submitted 31.03.2025; approved after reviewing 17.04.2025; accepted for publication 29.05.2025.

Научная статья

УДК 636.3.082.265

DOI 10.48012/1817-5457\_2025\_2\_136-146

## СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИСПЫТАНИЕ МЯСОШЕРСТНЫХ БАРАНОВ В ПРОМЫШЛЕННОМ СКРЕЩИВАНИИ

**Деревянкин Александр Вячеславович**

СФНЦА РАН, Краснообск, Россия

[derevyankinav@sfscs.ru](mailto:derevyankinav@sfscs.ru)

**Аннотация.** Устойчивое развитие сельского хозяйства, основанное на инновациях и научных исследованиях, становится ключевым фактором для повышения конкурентоспособности российских производителей. В связи с этим была поставлена цель исследования – определить эффективность применения мясошерстных баранов в процессе промышленного скрещивания для повышения продуктивности ягнят. Это включает в себя изучение различных пород баранов и их влияние на характеристики потомства, а также оценку экономической целесообразности таких мероприятий. В рамках исследования были применены методы промышленного скрещивания, контрольного откорма и статистического анализа данных. Эксперименты проводились с тремя группами баранчиков, полученных от различных пород: алтайских баранов, баранов советской мясошерстной породы сибирского типа и баранов породы тексель. В процессе эксперимента оценивалась динамика живой массы, мясная продуктивность, экстерьерные характеристики и экономическая эффективность. Результаты исследования продемон-