

**Заключение.** Общий ущерб в контрольной группе составил 99 020 рублей (62 220 рублей - от недополучения молока и 36 800 рублей - от недополучения телят). В опытной группе животных при применении общей схемы лечения и комплексного состава биостимуляторов и биомодуляторов, вводимых в биологически активные точки, экономический ущерб был предотвращен на сумму 99 020 рублей.

Стоимость лечения коров контрольной группы с применением общей схемы лечения больше на 2 894 рубля, чем лечение коров опытной группы с применением общей схемы лечения и комплексного состава биостимуляторов и биомодуляторов, вводимых в биологически активные точки.

В контрольной группе коров фактический экономический ущерб от недополучения молока составил 62 220 рублей, от недополучения телят – 36 800 рублей.

Предотвращенный ущерб в опытной группе коров при применении общей схемы лечения и комплексного состава биостимуляторов и биомодуляторов, вводимых в биологически активные точки, составил 99 020 рублей.

**Литература.** 1. Войтенко, Л. Г. Комплексное лечение коров при послеродовом эндометрите с использованием «Витафона» / Л. Г. Войтенко, В. В. Николаев // Интеграция науки, образования и бизнеса для обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации : материалы науч.-практ. конф. – пос. Персиановский, 2010. – С. 215-218. 2. Казеев, Г. В. Использование микродоз аналога гонадотропин-рилизинг-гормона по точкам акупунктуры для синхронизации цикла у коров / Г. В. Казеев, Т. Е. Тарадайник, Н. П. Тарадайник // Повышение конкурентоспособности животноводства и задачи кадрового обеспечения : материалы Международной научно-практической конференции. – Подольск : ФГБОУ РАМЖ. - 2016. - С. 124-129. 3. Комплексный метод лечения острого катарального послеродового эндометрита у коров / Д. В. Капралов, С. П. Ковалев, В. А. Коноплев, Т. В. Миллер // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. - 2019. - № 3. - С. 103-106. 4. Эффективная терапия коров с воспалением матки / Р. Г. Кузьмич, С. В. Мирончик, Н. В. Бабаянц, С. П. Кудинова // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». - 2021. - Т. 57, вып. 2. - С. 38-42. 5. Опыт применения лазерной терапии при эндометрите коров / С. С. Макаримов [и др.] // Ветеринария. – 2002. – № 4. – С. 29-31. 6. Никитин, И. Н. Организация и экономика ветеринарного дела : учебник / И. Н. Никитин. - 6-е изд., перераб. и доп. - Санкт-Петербург : Лань, 2014. – 359 с. 7. Проблема продуктивных возможностей и производственного долголетия коров в Ленинградской области / К. В. Племешов [и др.] // Международный вестник ветеринарии : темат. вып. Новые аспекты биотехнологии репродукции животных. – Санкт-Петербург, 2008. – С. 6-8. 8. Полянцева, Н. И. Детоксикационные средства при послеродовом эндометрите коров / Н. И. Полянцева, А. Г. Магомедов // Ветеринария. – 2006. – № 11. – С. 30-33. 9. Шевченко, Б. П. К морфологии биологически активных точек собак / Б. П. Шевченко, В. А. Рябуха // Актуальные проблемы ветеринарной медицины : материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 60-летию факультета ветеринарной медицины Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – Ульяновск, 2003. - С. 70-71.

Поступила в редакцию 02.03.2022.

УДК 615.272:611.11:616-018:636.036

#### ВЛИЯНИЕ КАРНИТИН-СОДЕРЖАЩЕЙ ДОБАВКИ НА МОРФОСТРУКТУРУ СЕРДЦА ПЕРЕПЕЛОВ ЯПОНСКОЙ ПОРОДЫ

\*Клетикова Л.В., \*\*Пронин В.В., \*Каминская А.А.

\*ФГБОУ ВО «Ивановская государственная сельскохозяйственная академия», г. Иваново, Российская Федерация

\*\*ФГБУ «Федеральный центр охраны здоровья животных», г. Владимир, Российская Федерация

Целью настоящего исследования была оценка влияния карнитин-содержащего комплекса на синтез белка в клетках сердца. Эксперимент проведен на перепеловодческом предприятии. Сформировали 5 групп перепелов по 7000 голов каждая, где контрольная группа получала стандартный рацион и чистую питьевую воду, 1 опытная – кормовую добавку в дозе 0,25 мл/л в течение 5 дней подряд с 10-дневным интервалом; 2 – 0,5 мл/л в течение 5 дней подряд с 10-дневным интервалом; 3 – 0,25 мл/л в течение 5 дней подряд с 5-дневным интервалом; 4 – 0,5 мл/л в течение 5 дней подряд с 5-дневным интервалом. Добавка выпаивалась с момента вывода до окончания периода выращивания, исследование микроструктуры сердца выполнено у 80-суточных перепелов по общепринятым методикам. В результате установлено, что у перепелов контрольной группы толщина миокарда  $5,40 \pm 1,18$  мкм, диаметр ядер  $2,49 \pm 0,26$  мкм, толщина эндокарда  $3,24 \pm 1,38$  мкм, перикарда –  $32,99 \pm 2,03$  мкм. У перепелов 1 опытной группы толщины мышечных волокон –  $6,44 \pm 0,77$  мкм, диаметр ядер  $4,31 \pm 0,35$  мкм; у 2 опытной группы толщина перикарда –  $47,35 \pm 4,59$  мкм. Кардиомиоциты формируют мышечные волокна, которые плотно расположены друг к другу. У перепелов 3 опытной группы диаметр ядер кардиомиоцитов –  $4,58 \pm 0,22$  мкм, толщина мышечных волокон –  $8,26 \pm 1,02$  мкм, интенсивно оксифильна, волокна мышечной ткани характеризуются упорядоченным расположением, ядра четко очерчены, слабо базофильны, слегка вытянутой формы, в кариоплазме хорошо различимы ядрышки и глыбки хроматина. У перепелов 4 опытной группы миокардиоциты хорошо визуализируются, формируют мышечные пучки толщиной  $7,49 \pm 0,27$  мкм, диаметр ядер –  $4,23 \pm 0,29$  мкм. Таким образом, карнитин-

содержащая добавка стимулирует увеличение толщины перикарда, мышечных волокон и диаметр ядер кардиомиоцитов в опытных группах, наиболее выраженный белково-стимулирующий эффект в клетках сердца установлен в 3 опытной группе. **Ключевые слова:** перепела, кормовая добавка, безопасность, схема применения, стимулирующий эффект, микроструктура сердца.

## INFLUENCE OF CARNITINE-CONTAINING SUPPLEMENT ON HEART MORPHOSTRUCTURE OF JAPANESE QUAILS

\*Kletikova L.V., \*\*Pronin V.V., \*Kaminskaya A.A.

\*Ivanovskaya State Agricultural Academy, Ivanovo, Russian Federation

\*\*Federal Centre for Animal Health, Vladimir, Russian Federation

The purpose of this study was to evaluate the effect of a carnitine-containing complex on protein synthesis in heart cells. The experiment was carried out at a quail breeding enterprise. Formed 5 groups of quails, 7000 heads each, where the control group received a standard diet and clean drinking water, 1 experimental feed additive at a dose of 0,25 ml / l for 5 consecutive days with a 10-day interval; 2 – 0,5 ml / l for 5 consecutive days at 10-day intervals; 3 – 0,25 ml / l for 5 consecutive days with a 5-day interval; 4 – 0,5 ml / L for 5 consecutive days at 5-day intervals. The additive was fed from the moment of hatching until the end of the growing period; the study of the microstructure of the heart was carried out in 80-day-old quails according to generally accepted methods. As a result, it was found that in quails of the control group, the thickness of the myocardium is  $5,40 \pm 1,18 \mu\text{m}$ , the diameter of the nuclei is  $2,49 \pm 0,26 \mu\text{m}$ , the thickness of the endocardium is  $3,24 \pm 1,38 \mu\text{m}$ , and the thickness of the pericardium is  $32,99 \pm 2,03$  microns. In quails of the 1st experimental group, the thickness of muscle fibers was  $6,44 \pm 0,77$  microns, the diameter of the nuclei was  $4,31 \pm 0,35$  microns; in experimental group 2, the thickness of the pericardium was  $47,35 \pm 4,59$  microns. Cardiomyocytes form muscle fibers that are tightly packed together. In quails of the 3rd experimental group, the diameter of the nuclei of cardiomyocytes is  $4,58 \pm 0,22 \mu\text{m}$ , the thickness of muscle fibers is  $8,26 \pm 1,02 \mu\text{m}$ , it is intensely oxyphilic, the fibers of muscle tissue are characterized by an ordered arrangement, the nuclei are clearly delineated, weakly basophilic, slightly elongated forms, in the karyoplasm nucleoli and lumps of chromatin are clearly distinguishable. In quails of the 4th experimental group, myocardiocytes are well visualized, they form muscle bundles with a thickness of  $7,49 \pm 0,27 \mu\text{m}$ , the diameter of the nuclei is  $4,23 \pm 0,29 \mu\text{m}$ . Thus, the carnitine-containing supplement stimulates an increase in the thickness of the pericardium, muscle fibers and the diameter of the nuclei of cardiomyocytes in the experimental groups, the most pronounced protein-stimulating effect in the heart cells was found in the 3rd experimental group. **Keywords:** quails, feed additive, safety, application scheme, stimulating effect, heart microstructure.

**Введение.** Перепеловодческая отрасль в нашей стране – сравнительно новое, начинающееся развиваться в крупных масштабах направление, призванное обеспечить население страны высокопитательными диетическими продуктами питания [4]. Постоянно наблюдается нарастающий интерес к использованию перепелов в качестве лабораторных объектов, а также их мяса и яиц как сырья для создания новых функциональных продуктов. Учитывая уникальность некоторых химических компонентов, мясо перепелов представляет научно-практический интерес, в том числе оценка морфологического и химического составов, пищевой и биологической ценности этого вида сырья в производстве диетических продуктов питания [1]. Согласно расчетам отечественных ученых, биологическая ценность мяса перепелов-бройлеров по сравнению с другими видами птицы значительно выше, а именно биологическая ценность потрохов – сердца, печени и мышечного желудка составляет 77,03; 73,00 и 65,70% [7], при этом масса съедобных потрошков самцов и самок в среднем достигает 10,04-10,31 г [8].

Актуальным органом для исследования является сердце, обеспечивающее систолическое давление, аэробную активность, высокий метаболизм [9; 11]. Сердце у перепелов, как и у остальных видов птиц, четырехкамерное, межпредсердно-желудочковой перегородкой разделено на правую и левую половины, каждая из которых состоит из предсердия и желудочка, сообщающихся между собой атриовентрикулярными отверстиями. От окружающих органов сердце отгорожено легочной и брюшной диафрагмами и окружено межключичным шейным и передними грудными воздухоносными мешками, охлаждающими и предохраняющими его от резких толчков [3]. Стенка сердца состоит из трех оболочек: внутренней оболочки – эндокарда, средней – миокарда и наружной – эпикарда [10]. Эпикард представляет собой висцеральный листок серозной оболочки, одевающей сердце. Он образован мезотелием и подстилающей его пластинкой тонкой соединительной ткани. Миокард образован сердечной поперечно-полосатой мышечной тканью, имеющей строение, аналогичное млекопитающим. Эндокард состоит из эндотелия и подстилающей его пластинки рыхлой соединительной ткани [5].

Для обеспечения жизнедеятельности птиц необходимо, чтобы сердце сокращалось с очень высокой частотой, что, в свою очередь, связано с усиленным входом в клетку ионов кальция. Кардиомиоциты птиц структурно схожи с клетками сердца рептилий и для усиления сократительной функции используют также  $\text{Ca}^{2+}$ , депонированный в саркоплазматическом ретикулуме, как это происходит в сердце млекопитающих [12].

Развитие сердца и его функционирование у перепелов во многом обусловлены условиями содержания и кормления, включением в рацион экологически безопасных ветеринарных препаратов и функциональных кормовых добавок [2, 6].

Исходя из этого, цель настоящего исследования – выявить оптимальную схему применения карнитинсодержащей добавки, не оказывающей отрицательного влияния на морфоструктуру сердечной мышцы и стимулирующей синтез белка в клетках сердца.

**Материалы и методы исследований.** Исследование выполнено в 2020-2021 гг. на кафедре акушерства, хирургии и незаразных болезней животных. Объектом послужили перепела японской породы, принадлежащие ООО «Шепиловская птицефабрика» (Московская область, г.о. Серпухов, д. Шепилово). Условия содержания перепелов соответствовали зоогигиеническим нормам. Кормление осуществлялось согласно возрасту комбинированными кормами, поение без ограничений.

Для достижения цели эксперимента сформировали 5 групп перепелов по 7 тысяч каждая: контрольная группа получала стандартный рацион, опытные группы с 2- до 80-суточного возраста (до окончания выращивания) получали с водой карнитин-содержащий комплекс согласно схеме эксперимента (таблица 1).

**Таблица 1 – Схема проведения эксперимента**

Контрольная группа	питьевая вода без ограничений
1 группа – опытная	0,25 мл/л в течение 5 дней подряд с 10-дневным интервалом
2 группа – опытная	0,5 мл/л в течение 5 дней подряд с 10-дневным интервалом
3 группа – опытная	0,25 мл/л в течение 5 дней подряд с 5-дневным интервалом
4 группа – опытная	0,5 мл/л в течение 5 дней подряд с 5-дневным интервалом

Микроструктуру сердца исследовали у перепелов 80-суточного возраста. Для морфологического исследования образцы фиксировали в 10% растворе нейтрального формалина, проводку материала осуществили в гистопроцессоре TLP-720 (Россия, Mt Point™), заливку – на станции заливки ESD-2800 (Россия, Mt Point™), срезы толщиной 5–8 мкм изготовили на ротационном полуавтоматическом микротоме RMD-3000 (Россия, Mt Point™).

Препараты окрасили гематоксилином и эозином в стейнере линейном автоматическом ALS-96 (Россия, Mt Point™), исследование провели с помощью микроскопа Микмед-6 (Россия, ЛОМО), измерение и фотодокументирование – с помощью видеокамеры E31S PM (Китай) и программного обеспечения TopView (Китай) на увеличении  $\times 100$  и  $\times 400$ . Калибровку измерительной шкалы видеокамеры выполнили с помощью объект-микрометра проходящего света ОМП (Россия, ЛОМО).

Статистическая обработка данных выполнена в операционной системе Microsoft Excel-2010, оценка достоверности различий между показателями – с использованием параметрического критерия t-Стьюдента.

**Результаты исследований.** У перепелов сердечная мышца состоит из: перикарда, эндокарда, миокарда. В контрольной группе птиц перикард представлен плотной волокнистой оформленной тканью, в которой хорошо выражены ядра. Миокард представлен кардиомиоцитами, которые формируют пучки мышечных волокон толщиной  $5,40 \pm 1,18$  мкм, ядра диаметром  $2,49 \pm 0,26$  мкм находятся в центре кардиомиоцитов. Эндокард толщиной  $3,24 \pm 1,38$  мкм состоит из тонкой пластинки рыхлой соединительной ткани, высланной мезотелием. С поверхности миокард покрыт перикардом, размеры которого составляют  $32,99 \pm 2,03$  мкм (таблица 2, рисунки 1 и 2).

**Таблица 2 – Морфометрические показатели структур сердца,  $M \pm m$ ,  $n=5$**

Группа перепелов	Толщина перикарда, мкм	Толщина эндокарда, мкм	Диаметр ядер, мкм	Толщина мышечных волокон, мкм
Контрольная	$32,99 \pm 2,03$	$3,24 \pm 1,38$	$2,49 \pm 0,26$	$5,40 \pm 1,18$
1 опытная	$41,04 \pm 2,49^*$	$3,41 \pm 1,12$	$4,31 \pm 0,35^*$	$6,44 \pm 0,77$
2 опытная	$47,35 \pm 4,59^*$	$3,55 \pm 1,63$	$3,96 \pm 1,09^*$	$5,21 \pm 0,31$
3 опытная	$46,39 \pm 1,44^*$	$3,48 \pm 1,50$	$4,58 \pm 0,22^*$	$8,26 \pm 1,02^*$
4 опытная	$46,60 \pm 5,38^*$	$3,38 \pm 1,85$	$4,23 \pm 0,29^*$	$7,49 \pm 0,27^*$

Примечание. \* -  $P \leq 0,05$ , в сравнении с контрольной группой.

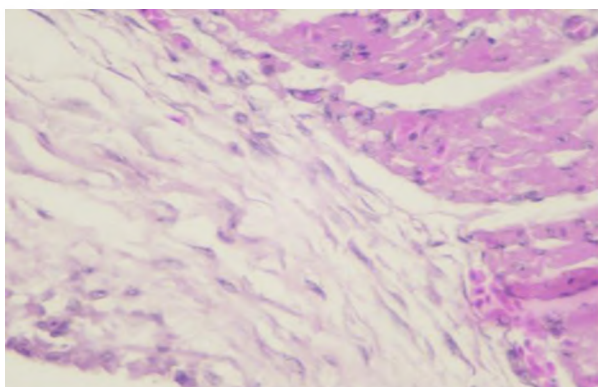
У перепелов 1 опытной группы отмечено достоверное увеличение перикарда, в сравнении с контрольной группой (таблица 2, рисунки 3 и 4,  $P \leq 0,05$ ), отмечена тенденция увеличения толщины мышечных волокон до  $6,44 \pm 0,77$  мкм. В центре кардиомиоцитов расположены овально-вытянутые ядра диаметром  $4,31 \pm 0,35$  мкм, что достоверно выше, чем в контроле ( $P \leq 0,05$ ), в которых хорошо различимы 1-2 ядрышка. Саркоплазма слабо оксифильна, между пучками мышечных волокон встречается небольшое количество эритроцитов. Размеры эндокарда в сравнении с контрольной группой не претерпели изменений.

У перепелов 2 опытной группы размеры перикарда достигают  $47,35 \pm 4,59$  мкм, что достоверно превосходит аналогичные показатели контрольной и 1 опытной групп (таблица 2, рисунки 5 и 6,  $P \leq 0,05$ ), миокард в незначительной степени инфильтрирован эритроцитами. Кардиомиоциты фор-

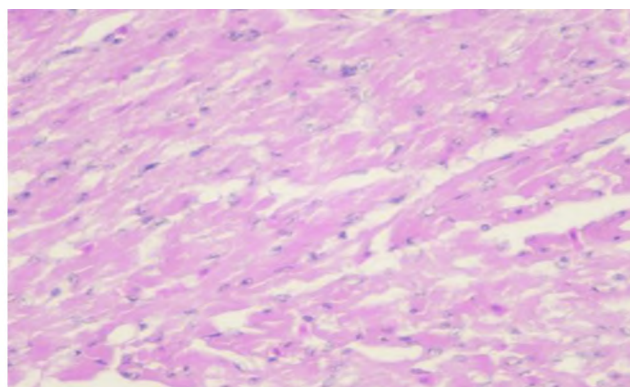
мируют мышечные волокна, которые плотно расположены друг к другу. Размеры эндокарда, диаметр ядер кардиомиоцитов и толщина мышечных волокон миокарда в этой группе не имеют достоверных различий с контрольной группой.

У перепелов 3 опытной группы размер перикарда не изменился в сравнении с 1 и 2 группами, но достоверно выше, чем в контроле и составляет  $46,39 \pm 1,44$  мкм, толщина эндокарда не изменилась в сравнении со всеми предыдущими группами. Следует отметить увеличение диаметра ядер кардиомиоцитов до  $4,58 \pm 0,22$  мкм и толщины мышечных волокон до  $8,26 \pm 1,02$  мкм, что достоверно значимо в сравнении с контрольной группой. Саркоплазма мышечных волокон в этой группе интенсивно оксифильна, волокна мышечной ткани характеризуются упорядоченным расположением, ядра четко очерчены, слабо базофильны, слегка вытянутой формы или овальные, в кариоплазме хорошо различимы ядрышки и глыбки хроматина. Между мышечными волокнами встречаются эритроциты слегка овальной формы с четко выраженным ядром (таблица 2, рисунки 7 и 8,  $P \leq 0,05$ ).

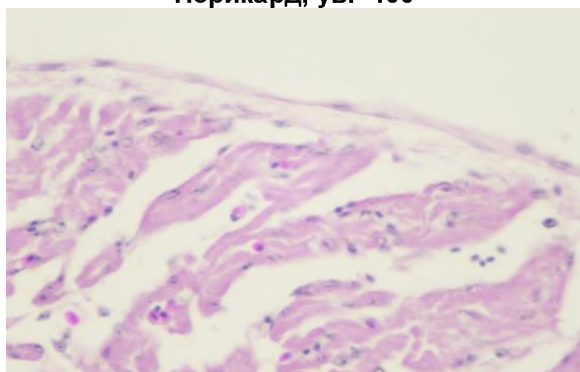
У перепелов 4 опытной группы миокардиоциты хорошо визуализируются, формируют мышечные пучки толщиной  $7,49 \pm 0,27$  мкм, что несколько меньше чем в 3 опытной группе, но достоверно выше, чем в контроле, ядра четко очерчены, овально-вытянутой формы, диаметром  $4,23 \pm 0,29$  мкм, что также достоверно выше, чем в контроле, ядра расположены в центре клетки. Толщина перикарда составляет  $46,60 \pm 5,38$  мкм, что выше чем в контрольной группе (таблица 2, рисунки 9 и 10,  $P \leq 0,05$ ).



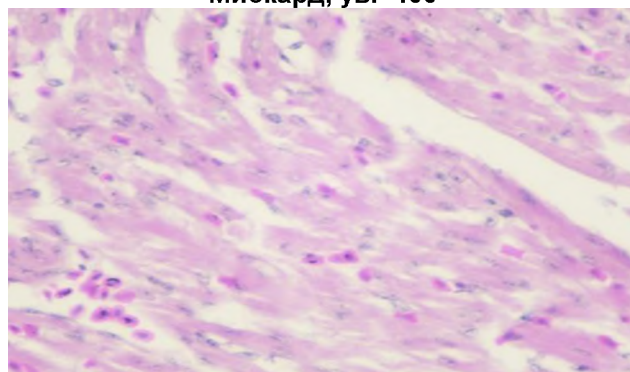
**Рисунок 1 – Контрольная группа.  
Перикард, ув.×400**



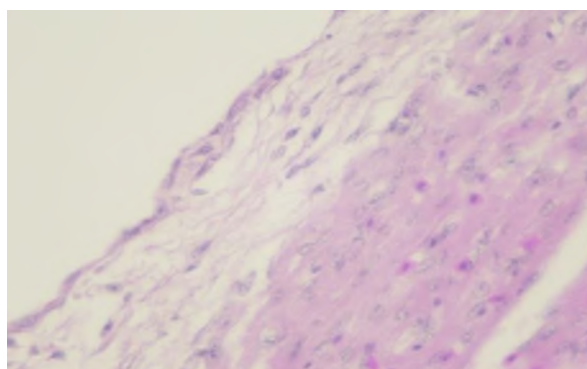
**Рисунок 2 – Контрольная группа.  
Миокард, ув.×400**



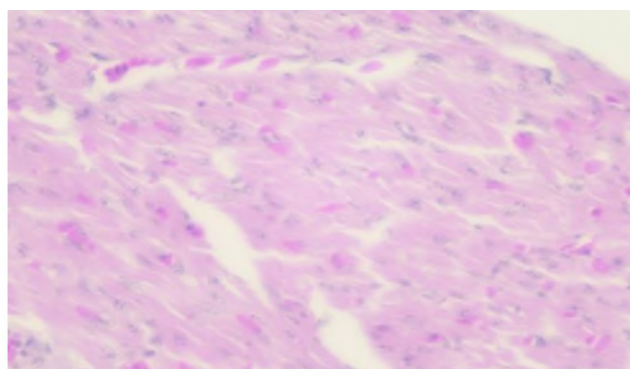
**Рисунок 3 – 1 опытная группа.  
Перикард, ув.×400**



**Рисунок 4 – 1 опытная группа.  
Миокард, ув.×400**



**Рисунок 5 – 2 опытная группа.  
Перикард, ув.×400**



**Рисунок 6 – 2 опытная группа.  
Миокард, ув.×400**

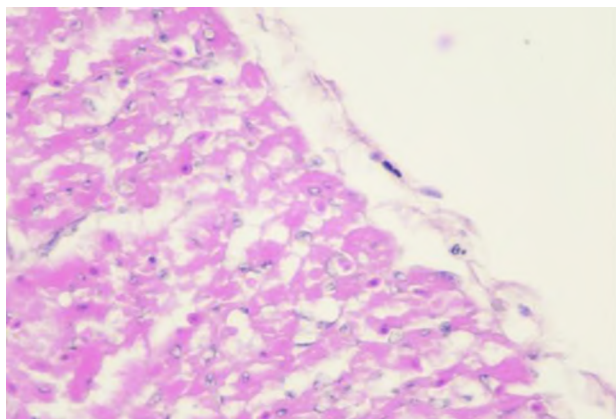


Рисунок 7 – 3 опытная группа.  
Перикард, ув.×400

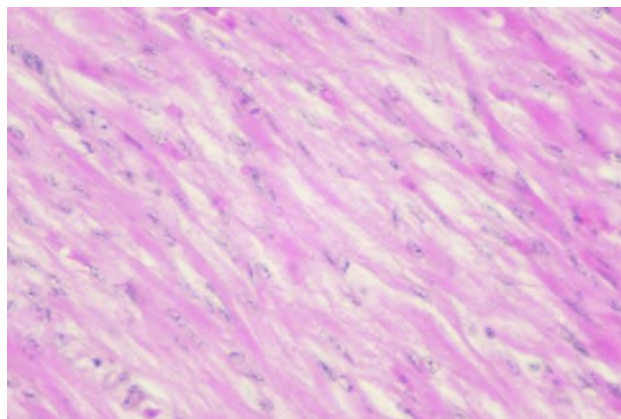


Рисунок 8 – 3 опытная группа.  
Миокард, ув.×400

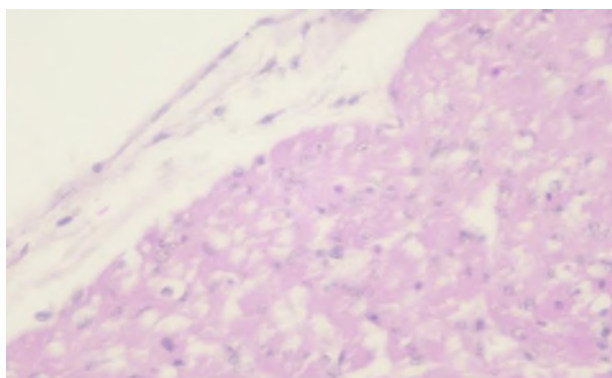


Рисунок 9 – 4 опытная группа.  
Перикард, ув. ×400

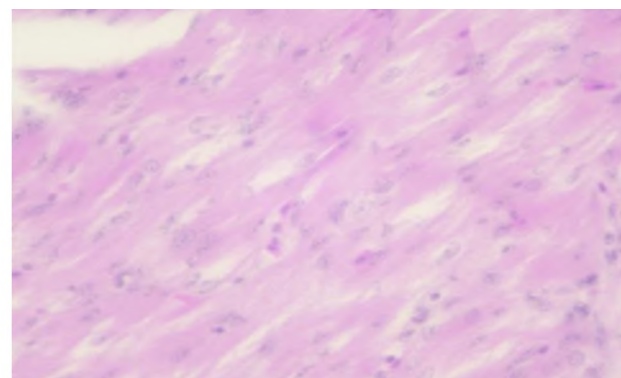


Рисунок 10 – 4 опытная группа.  
Миокард, ув. ×400

**Заключение.** По результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Применение карнитин-содержащей добавки по предложенным схемам не вызывает патологических изменений структуры в эндокарде, миокарде и перикарде перепелов опытных групп.
2. Добавление в питьевую воду карнитин-содержащей добавки стимулировало увеличение толщины перикарда, толщины мышечных волокон и диаметра ядер кардиомиоцитов во всех опытных группах, что свидетельствует о стимуляции синтеза белка в клетках сердца.
3. Наиболее выраженный белково-стимулирующий эффект отмечен в 3 опытной группе при использовании карнитин-содержащей добавки в дозе 0,25 мл/л в течение 5 дней подряд с 5-дневным интервалом.

**Литература.** 1. Антипова, Л. В. Функциональные продукты из мяса перепелов и кроликов / Л. В. Антипова, С. В. Полянских, А. В. Соколов // *Мясной ряд*. - 2008. - № 4. - С. 36-69. 2. Белогуров, А. Н. Морфофункциональная адаптация внутренних органов японского перепела при технологическом травматизме в промышленном птицеводстве: экспериментально-клинические исследования : автореф. дис. ... док. вет. наук / А. Н. Белогуров. - Москва, 2013. - 51 с. 3. Вракин, В. Ф. Анатомия и гистология домашней птицы / В. Ф. Вракин, М. В. Сидорова. - Москва : Колос, 1984. 4. Голубов, И. И. Развивать отечественное перепеловодство / И. И. Голубов, Г. В. Красноярцев // *Птица и птицепродукты*. - 2012. - № 5. - С. 27-29. 5. Анатомия животных и птиц (ангиология, лимфатическая система, неврология, орнитология) : учебное пособие / Д. Ю. Гришина, Л. А. Минюк, Х. Б. Баймишев, О. О. Датченко. - Самара : РИЦ СГСХА, 2016. 6. Лунева, А. В. Фармакологическое обоснование применения натрия гипохлорита в перепеловодстве : автореф. дис. ... канд. биол. наук / А. В. Лунева. - Краснодар, 2013. - 23 с. 7. Махонина, В. Н. Сравнительная оценка биологической ценности мясного сырья убойных животных и птицы / В. Н. Махонина // *Птица и птицепродукты*. - 2016. - № 3. - С. 26-28. 8. Пономарева, И. И. Современные подходы в технологии производства продуктов перепеловодства : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / И. И. Пономарева. - Воронеж, 2009. - 18 с. 9. Разлуго, Ю. В. Морфология сердца самок японских перепелов в зависимости от технологических этапов выращивания : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Ю. В. Разлуго. - Саранск, 2011. - 24 с. 10. Соколов, И. В. Цитология, гистология, эмбриология / И. В. Соколов, Е. И. Чумасов. - Москва : КолосС, 2004. 11. Butler, P. J. The physiological basis of bird flight / P. J. Butler // *Philos. Trans. R. Soc. B: Biol. Sci.* - 2016. - P. 371. 12. Filatova, T. S. Warmer, faster, stronger: Ca<sup>2+</sup> cycling in avian myocardium / T. S. Filatova, D. V. Abramochkin, H. A. Shiels // *J. Exp. Biol.* - 2020. - № 223 (19).

Поступила в редакцию 26.01.2022.