

# БИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

## BIOLOGICAL SCIENCES

DOI: DOI: 10.12731/2658-6649-2022-14-2-11-35

УДК 577.11:591.821

### МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ АДАПТАЦИЯ СТРУКТУР СЕРДЦА И БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КРОВИ У ПЕТУШКОВ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ КРОССА «ROSS-308» ПРИ ВВЕДЕНИИ В ОСНОВНОЙ РАЦИОН СОРБЕНТА «КОВЕЛОС-СОРБ»

*Е.Ю. Новцева, Е.В. Зайцева, А.Л. Харлан*

**Обоснование.** В настоящее время достаточно интенсивно развивается птицеводческая промышленность, именно с этим связано применение различных добавок, которые ускоряют рост и повышают качество продукции. Подобными свойствами обладает нанопрепарат, активизирующий обмен веществ животных – «Ковелос-Сорб» – энтеросорбент на основе частиц аморфного диоксида кремния.

**Цель.** Изучить особенности морфологической адаптации структур сердца и биохимии крови у петушков цыплят-бройлеров кросса «Ross-308» при введении в основной рацион сорбента «Ковелос-Сорб».

**Материалы и методы.** Исследованы две группы цыплят-бройлеров кросса «Ross-308» в возрасте от 1 суток и до 40 суток, общей численностью в 160 голов из 8 возрастных групп по 10 особей в каждой. Экспериментальной группе цыплят к основному рациону питания вводили сорбент «Ковелос-Сорб» в количестве 0,1% по массе корма. Исследование морфологических и биохимических показателей организма бройлеров проводилось по общепринятым методам.

**Результаты.** Проведен анализ динамики изменений морфологических структур сердца (линейных промеров – продольный размер, поперечный размер, обхват, толщина эпикарда, миокарда, эндокарда, толщина мышечных волокон), объема ядер кардиомиоцитов, биохимии крови цыплят-бройлеров

*кросса «Ross-308» при введении в основной рацион при кормлении нанопрепарата «Ковелос-Сорб».*

**Заключение.** Установлено, что кремнийсодержащий сорбент «Ковелос-Сорб» оказывает положительное влияние на качественные морфологические характеристики сердца цыплят-бройлеров кросса «Ross-308», проявляющиеся в стабилизации структур оболочек, в увеличение толщины мышечных волокон предсердий и желудочков сердца.

**Ключевые слова:** цыплята-бройлеры кросса «Ross-308»; сердце; биохимия крови; адаптивные преобразования; возрастная динамика; сорбент «Ковелос-Сорб»

**Для цитирования.** Новцева Е.Ю., Зайцева Е.В., Харлан А.Л. Морфологическая адаптация структур сердца и биохимических показателей крови у пестушков цыплят-бройлеров кросса «Ross-308» при введении в основной рацион сорбента «Ковелос-Сорб» // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2022. Т. 14, № 2. С. 11-35. DOI: 10.12731/2658-6649-2022-14-2-11-35

## THE MORPHOLOGICAL ADAPTATION OF HEART STRUCTURES AND BIOCHEMICAL BLOOD PARAMETERS OF ROSS-308 BROILER CHICKENS WHEN INTRODUCING THE «KOVELOS-SORB» SORBENT INTO THE MAIN DIET

*E. Yu. Novtseva, E. V. Zaitseva, L. N. Anishchenko, A. L. Kharlan*

**Background.** Currently, the poultry industry is developing quite intensively, this is why the use of various additives that accelerate growth and improve the quality of products is associated with this. The biologically active additive «Kovelos-Sorb» has similar properties – an enterosorbent based on particles of amorphous silicon dioxide.

**Purpose.** To study the features of morphological adaptation of heart structures and biochemical blood parameters of Ross-308 broiler chickens when introducing the «Kovelos-Sorb» sorbent into the main diet.

**Materials and methods.** Two groups of Ross-308 broiler chickens were studied from 1 day to 40 days, with a total number of 160 heads from 8 age groups of 10 individuals each. The experimental group of chickens was injected with the sorbent «Kovelos-Sorb» in the amount of 0.1% by weight of feed to the main diet. The study of morphological and biochemical parameters of the broiler organism was carried out according to generally accepted methods.

**Results.** *The analysis of the dynamics of changes in the morphological structures of the heart (linear measurements – longitudinal size, transverse size, girth, thickness of the epicardium, myocardium, endocardium, thickness of muscle fibers), the volume of cardiomyocyte nuclei, biochemical blood parameters of Ross-308 broiler chickens when added to the main diet of the enterosorbent «Kovelos-Sorb».*

**Conclusion.** *It was found that the silicon-containing sorbent «Kovelos-Sorb» has a positive effect on the qualitative morphological characteristics of the heart of Ross-308 broiler chickens, manifested by stabilization of shell structures, in an increase in the thickness of the muscle fibers of the atria and ventricles of the heart.*

**Keywords:** *Ross-308 broiler chickens, heart, blood biochemistry, adaptive transformations, age dynamics, «Kovelos-Sorb» sorbent.*

**For citation.** *Novtseva E. Yu., Zaitseva E. V., Anishchenko L. N., Kharlan A. L. The morphological adaptation of heart structures and biochemical blood parameters of Ross-308 broiler chickens when introducing the «Kovelos-Sorb» sorbent into the main diet. Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture, 2022, vol. 14, no. 2, pp. 11-35. DOI: 10.12731/2658-6649-2022-14-2-11-35*

## Введение

В современном мире глобальной проблемой является засорение окружающей природной среды различными загрязняющими веществами, среди них пестициды, нитраты и нитриты, тяжелые металлы, радионуклиды, выбросы предприятий. Попадая в воду, почву, растения, в корм к сельскохозяйственным животным, эти вещества откладываются в организме животных и как следствие в продукции животноводства – молоке, мясе, яйцах, поэтому, в конечном итоге, попадают в пищу человека [5].

В настоящее время активно внедряются в рационы сельскохозяйственных животных различные сорбенты, позволяющие выводить из организма вредные вещества [4]. «Ковелос-Сорб» – энтеросорбент на основе частиц аморфного диоксида кремния, нанопрепарат, содержащий растворимый и легко усваиваемый ион. Кремний в организме животных является катализатором энергии при протекании обменных процессов [2]. Было отмечено, что выведение кремния из рациона питания животного способствует снижению роста молодняка, уменьшению крепости костей, а также ухудшению кожного и шерстного покрова. Исследования показывают, что введение кремнийсодержащих добавок способствует ускорению роста и укреплению костей [10]. В. Потапов с соавторами выявили положительное влияние кремниевых пористых сорбентов на заболевания мочеполовой системы животных [18].

Сердце – один из важных органов, способствует передвижению по организму крови с растворенными в ней питательными веществами [12, 19]. Впервые появляется еще у моллюсков и членистоногих [1]. У представителей типа хордовых наблюдаются эволюционные преобразования сердца и кровопроводящих путей [3]. У птиц система кровообращения достигла одну из высших ступеней развития: сердце четырёхкамерное, система кровообращения представлена двумя кругами: малый круг кровообращения у них полностью отделен от большого [26, 28].

Сердечная стенка птиц трёхоболочечная: наружный серозный слой – эпикард имеет соединительную, мышечную и жировую ткани с крупными кровеносными сосудами. Мышечная оболочка (миокард) представлена двумя видами мышечной ткани – рабочей и проводящей [25]. Внутренняя оболочка (эндокард) тонкая и представлена эндотелиальными клетками, которые расположены на соединительнотканном слое с эластическими волокнами и гладкомышечными клетками. Ритмичную работу сердца осуществляет нервно-мышечная система, которая проводит возбуждение к сердцу [24].

Сердечная мышца состоит из кардиомиоцитов (поперечнополосатых мышечных клеток, содержащих много саркоплазмы, которая богата гликогеном). Миофибрилл в них мало, но между ними находится большое количество митохондрий [7]. Цель настоящего исследования – изучить особенности морфологической адаптации структур сердца и биохимии крови у петушков цыплят-бройлеров кросса «Ross-308» при введении в основной рацион сорбента «Ковелос-Сорб». В ходе достижения цели решались следующие задачи: проанализировать динамику изменений морфологических структур сердца (линейных промеров – продольного размера, поперечного размера, обхвата, толщины эпикарда, миокарда, эндокарда, толщины мышечных волокон); исследовать динамику объёма ядер кардиомиоцитов; провести биохимическое исследование сыворотки крови.

### **Характеристика объекта исследования**

Объектом научного исследования послужили клинически здоровые особи самцов (петушки) цыплят-бройлеров кросса «Ross-308».

Генетический потенциал кросса «Ross-308» довольно высок и проявляется в значительной скорости роста, набора массы тела, широко поставленных крепких нижних конечностях, а также отличными показателями мяса с хорошей кормоконверсией (сочное мясо, в котором имеется до 22,5% белка, содержащего 92% незаменимых аминокислот). Потенциал

петушков и курочек исследуемой и выращиваемой линии кур отличается от других представителей: масса мышц начинает формироваться уже с пятого дня откорма, т.е. в раннем возрасте, так к шестой неделе цыплята имеют массу два и более килограмм, к девятой неделе – до 5 килограмм, выход тушки составляет 73%.

### **Методы, методики и материалы работы**

Для изучения эффекта кремниевой добавки на развитие и физиологию птицы использовали – опытную (экспериментальную) и контрольную группы, которые отбирались по принципу аналогов: по половой принадлежности – петушки; по возрасту – цыплята-бройлеры от 1 суток и до 40 суток; по развитию – крепкого пропорционального телосложения и упитанности (длины и высоты тела); по упитанности (живой массе – от 35 до 40 граммов). Общее количество исследованных птиц составило 160 голов, из 8 возрастных групп, включающих в себя по 10 особей. Экспериментальной группе цыплят к основному рациону питания вводили нанопрепарат «Ковелос-Сорб» в количестве 0,1% по массе корма.

У цыплят-бройлеров в контроле и в опыте в каждой возрастной группе изучали динамику данных по биохимии крови.

«Вскрытие цыплят проводили по методике А.В. Жарова» [4]. Материалом для исследования послужили сердца цыплят экспериментальной и контрольной групп.

В ходе эксперимента получены данные по динамике линейных размеров сердца: размеров (ширины) оболочек сердца и волокон, составляющих мышцу, показатели минимума и максимума диаметра ядер кардиомиоцитов и объём ядер клеток сердечной мышцы в различных отделах сердца.

Для исследования использовался гистологический материал стенок предсердий у основания ушек в области гребешковых мышц и из стенок желудочков, в области верхушки сердца и коронарной борозды, тем самым затрагивая зоны сердца, участвующие в сердечном цикле с максимальным сокращением и расслаблением. Изъятый тканевый материал фиксировался в растворе формалина (10 %) для получения гистологического среза при помощи микротомы – криостата МК-25 и окрашивания гематоксилином и эозином [16].

При использовании техники для микроскопирования «Carl Zeiss AxioStar plus» и микровизора Vizo 130 с программным обеспечением AxioVision на готовых гистопрепаратах толщиной 5-10 мкм, определяли толщину эпикарда, миокарда, эндокарда, толщину мышечных волокон предсердий и

желудочков сердца. Объем ядер кардиомиоцитов ( $\text{мкм}^2$ ) вычисляли по формуле, предложенной ранее [13].

### **Результаты работы и обсуждение**

Экспериментальная и контрольная группы цыплят-бройлеров содержалась в условиях ОАО «Снежка» (Брянская область) при клеточном выращивании с первого до сорокового дня постинкубационного онтогенеза. Исследования ответной реакции птиц кросса «Ross-308», проявляющейся в цитологии сердечной мышцы, на применение кремнийсодержащего препарата торговой марки «Ковелос-Сорб» проходила в условиях малоподвижного образа жизни петушков-бройлеров при клеточном выращивании и благополучии по эпизоотологическим показателям. Все полученные данные носили экологический и фармакологический характер, так как представлены в виде комплексных наблюдений, рекомендуемых в птицеводстве и ветеринарии.

### **Макрометрические показатели сердца петушков-бройлеров**

При макрометрическом исследовании, в фазу выплупления у цыплят-бройлеров (возраст 1 сутки) в контрольной группе высота сердца составила  $1,12 \pm 0,02$  см, в 35-м суточном возрасте увеличилась в 3,38 раза.

При введении в рацион экспериментальной группе птиц кремнийсодержащего препарата «Ковелос-Сорб» на 5-е сутки (в первую биологическую фазу адаптации организма), высота сердца составила  $1,97 \pm 0,01$  см, что на 0,09 см больше, чем у цыплят в группе контроля этого же возраста. Морфометрические показатели, снятые у цыплят, вступивших в первичную биологическую фазу половой зрелости, высота сердца увеличилась до  $3,92 \pm 0,008$  см, что на 0,14 см больше, чем у цыплят в группе контроля этого же возраста (35-е сутки) (рис. 1).

В результате макрометрического исследования сердца цыплят установлено, что в контрольной группе ширина в 1-суточном возрасте составила  $0,61 \pm 0,004$  см, к этапу морфофункциональной зрелости, в конце периода исследования к 35-м суткам, увеличилась в 4,51 раза [23].

При получении сорбента с пищей в экспериментальной группе у цыплят фазы биологического развития (в 5-ти суточном возрасте) ширина сердца составила  $1,10 \pm 0,03$  см, у цыплят, вступивших в первичную биологическую фазу половой зрелости (35-е сутки развития), ширина сердца увеличилась до  $2,87 \pm 0,02$  см, что на 0,12 см больше, чем в контрольной группе (рис. 2) [23].

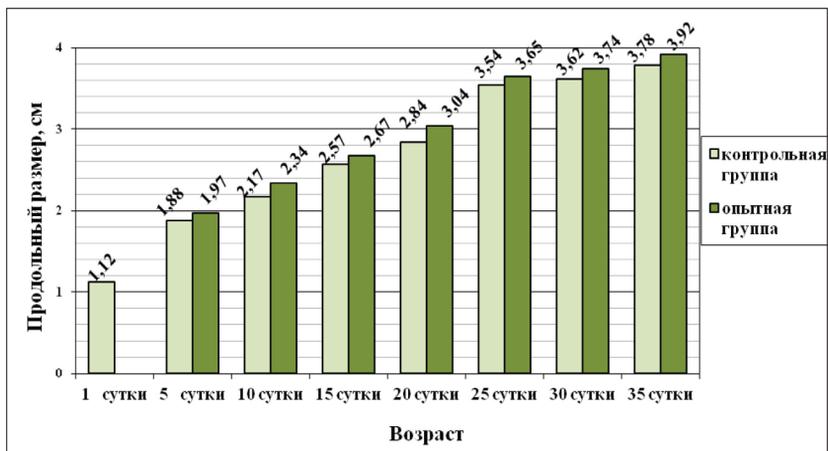


Рис. 1. Высота сердца цыплят в контрольной и опытной группах

При измерениях клеток тканей особей цыплят с момента вылупления – 1-х суток – обхват сердца возрос в 3,5 раза и составил  $7,64 \pm 0,2$  см на 35-е сутки: эти данные получены для цыплят контрольной группы (рис. 3) [23].

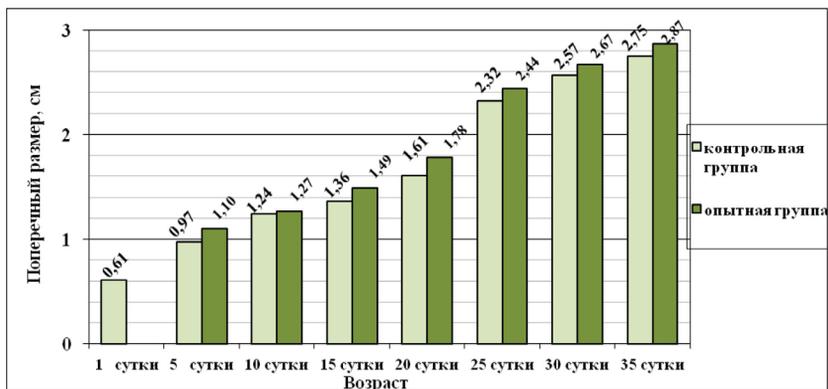
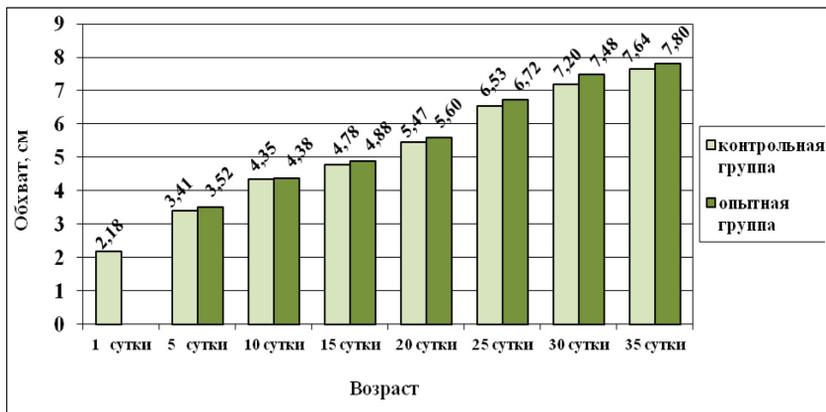


Рис. 2. Динамика показателей сердца цыплят в исследуемых группах

Для экспериментальной группы цыплят-бройлеров с 1-суточного возраста введение в рацион нанопрепарата «Ковелос-Сорб» зарегистрировано увеличение обхвата сердца с 5-ти суточного возраста (на 0,11 см выше, чем контрольной). У цыплят до 35-ти суточного возраста происходит гете-

рохронное увеличение обхвата сердца до  $7,80 \pm 0,5$  см, что на 0,16 см выше, чем в контрольной группе [12].



**Рис. 3.** Показатели обхвата сердца птицы в исследуемых группах при введении в рацион кремнийсодержащей добавки

Можно отметить, что полученные в ходе морфологического исследования данные соответствуют биологическим фазам развития бройлеров и согласуются с ранее проведенными исследованиями С.И. Постоялко, Е.В. Зайцевой и Н.Н. Крикливого [16], [17] и Н.Г. Чуминой [27].

### Микрометрические показатели предсердий и желудочков сердца

При анализе полученных данных по динамике толщины эпикарда предсердий (ТЭП) цыплят-бройлеров кросса «Ross-308» установлено, что в контрольной группе, в 1-суточном возрасте, в стартовый период в фазу вылупления, ТЭП составила  $10,58 \pm 0,24$  мкм, в 5-ти суточном возрасте, в фазу адаптации, увеличилась на 14,01 мкм, в 10-ти суточном возрасте, в ростовой период начальной стадии фазы смены пуха на первичное перо – на 1,79 мкм, в 15-ти суточном возрасте, в конечную стадию фазы смены пуха на первичное перо - на 7,6 мкм и, в 20-ти суточном возрасте, в ростовой период начальной стадии фазы ювенальной линьки – на 6,61 мкм, в 25-ти суточном возрасте, в конечную стадию фазы ювенальной линьки – на 4,4 мкм, в 30-ти суточном возрасте, в период начальной стадии фазы половой зрелости – на 5,89 мкм, в 35-ти суточном возрасте, – на 1,13 мкм и составила  $52,22 \pm 0,70$  мкм, что в 4,94 раза больше, чем у 1-суточных цыплят.

В 5-ти суточном возрасте у цыплят опытной группы толщина эпикарда предсердий сердца на 0,32 мкм больше, чем у цыплят в контрольной группе. Самое большое увеличение толщины эпикарда предсердий отмечено с 10-х по 15-е сутки – 7,71 мкм ( $34,85 \pm 0,31$  мкм), с 15-х по 20-е сутки – 6,18 мкм ( $41,03 \pm 0,55$  мкм), с 20-х по 25-е сутки – 4,42 мкм ( $45,45 \pm 0,32$  мкм), с 25-х по 30-е сутки – 5,66 мкм ( $51,11 \pm 0,18$  мкм), с 30-х по 35-е сутки – 1,11 мкм ( $52,22 \pm 0,46$  мкм).

Результаты исследования показали, что у цыплят-бройлеров в 35-суточном возрасте как в экспериментальной, так и в контрольной группах толщина эпикарда предсердий сердца имела одинаковые значения.

Аналогичная тенденция увеличения толщины эпикарда желудочков сердца зафиксирована во всех биологических периодах развития организма у особей контрольной и экспериментальной групп. Так для тканей цыплят начального этапа полового развития в контрольной группе ширина эпикарда желудочков сердца возросла на 7,3 мкм ( $40,89 \pm 0,28$  мкм), в экспериментальной группе – на 8,53 мкм ( $41,55 \pm 0,24$  мкм), что на 0,66 мкм больше, чем в контрольной группе.

В ходе эксперимента выявлены показатели, свидетельствующие об увеличении с возрастом ширины эпикардального слоя предсердий: этот процесс происходил неравномерно. Наиболее интенсивно увеличение толщины эпикарда предсердий происходило в период с 10-ти суточного по 20-ти суточный возраст ( $14,21 \pm 0,01$  мкм в контрольной группе и  $13,89 \pm 0,02$  мкм в опытной) и с 25-ти суточного по 30-ти суточный возраст (контроль –  $5,89 \pm 0,09$  мкм, опыт –  $5,66 \pm 0,08$  мкм).

У цыплят обеих групп, не зависимо от приема сорбента, толщина эпикарда желудочков сердца интенсивно и равномерно увеличивалась в период с 5-ти суточного по 15-ти суточный возраст ( $17,71 \pm 0,7$  мкм в контрольной группе и  $17,43 \pm 0,6$  мкм в опытной группе) и с 30-ти суточного по 35-ти суточный возраст (контрольной –  $7,3 \pm 0,24$  мкм, опытной –  $8,53 \pm 0,36$  мкм, соответственно).

Отмечено, что у цыплят толщина миокарда предсердий сердца интенсивно увеличивалась в период с 15-ти суточного возраста по 20-ти суточный возраст ( $17,14 \pm 0,27$  мкм в контрольной группе и  $16,1 \pm 0,21$  мкм в опытной группе) и с 30-ти суточного по 35-ти суточный возраст ( $38,61 \pm 0,64$  в контрольной группе и  $37,83 \pm 0,72$  мкм в опытной группе).

У цыплят-бройлеров увеличение толщины миокарда желудочков сердца наблюдалось в период с 25-ти суточного по 30-ти суточный возраст. За весь период исследования у цыплят с 1-суточного по 35-ти су-

точный возраст ширина миокардиального слоя желудочков возросла до  $197,41 \pm 8,65$  мкм (особи контрольной группы), в опытной группе до  $199,67 \pm 8,89$  мкм.

При анализе полученных данных по динамическим изменениям ширины эндокардиального слоя камер сердца цыплят исследуемого кросса для экспериментальной и контрольной группировки особей, выявлено, что размеры этого слоя в предсердиях увеличивались в период с 15-ти суточного по 25-ти суточный возраст, до  $11,89 \pm 1,56$  мкм в контрольной группе и до  $11,29 \pm 1,84$  мкм в опытной группе. В динамике роста толщины эндокарда желудочков сердца цыплят отмечено увеличение в период с 10-ти суточного по 15-ти суточный возраст, до  $4,80 \pm 0,8$  мкм в контрольной группе, и  $4,88 \pm 0,9$  мкм в опытной группе.

Установлено, что применение сорбента цыплятам-бройлерам с 1-суточного по 35-ти суточный возраст повлияло на морфологически качественную перестройку и равномерную организацию структурных элементов тканевых слоёв сердца.

Для контрольных особей птицы исследуемого кросса в 1-суточном возрасте в биологическую фазу вылупления толщина мышечных волокон (ТМВ) правого предсердия (ПП) сердца составила  $5,38 \pm 0,4$  мкм, в 35-ти суточном возрасте увеличилась в 1,81 раза и составила  $9,76 \pm 0,63$  мкм.

При скормливании цыплятам экспериментальной группы с суточного возраста сорбента ТМВ ПП сердца в возрасте 5 суток (при фазе приспособления) составила  $6,22 \pm 0,55$  мкм, что на 0,05 мкм больше, чем в контрольной группе, в 35-ти суточном возрасте достигла значения  $9,87 \pm 0,84$  мкм, что на 0,11 мкм больше, чем в контрольной группе (рис. 4).

ТМВ левого предсердия (ЛП) сердца цыплят-бройлеров кросса «Ross-308» в контрольной группе в 1-суточном возрасте составила  $5,43 \pm 0,29$  мкм, в 35-ти суточном возрасте увеличилась в 1,82 раза и составила  $9,89 \pm 0,79$  мкм.

В 5-ти суточном возрасте фазу адаптации, у петушков-бройлеров экспериментальной группы в ЛПС ТМВ составила  $6,15 \pm 0,36$  мкм, что на 0,14 мкм больше, чем в контрольной группе, в фазе начального периода биологического созревания (35-е сутки развития) ТМВ увеличилась до  $9,97 \pm 0,98$  мкм, что на 0,08 мкм больше, чем у птиц в контрольной группе.

В 1-суточном возрасте у цыплят-бройлеров контрольной группы в правом желудочке (ПЖ) сердца толщина мышечных волокон составила  $5,39 \pm 0,23$  мкм, в 35-ти суточном возрасте увеличилась в 1,81 раза и достигла значения  $9,79 \pm 0,78$  мкм.

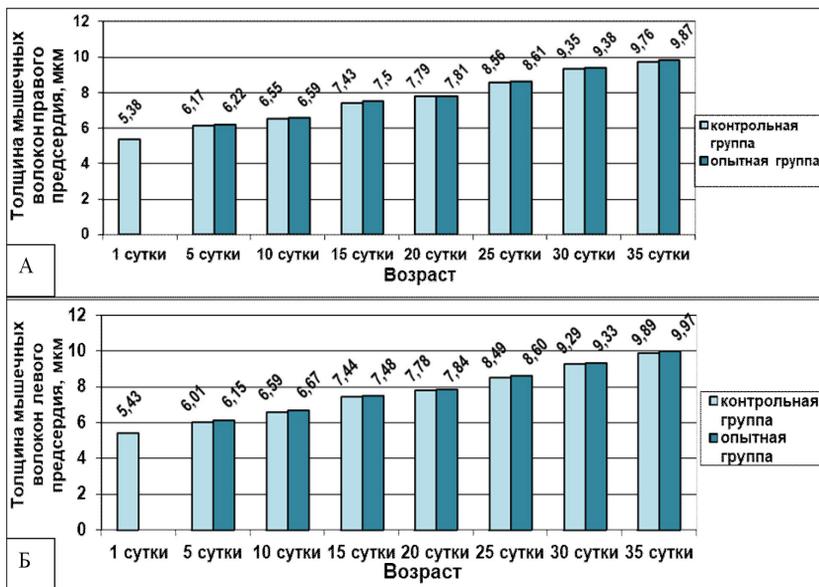


Рис. 4. Размеры (толщина) волокон мышц сердца (правого (А) и левого (Б)) предсердий сердца птиц в исследуемых группах

В экспериментальной группе бройлеров в 5-ти суточном возрасте в правом желудочке сердца толщина мышечных волокон составила  $5,98 \pm 0,85$  мкм, что на  $0,10$  мкм больше, чем в контрольной группе, в 35-ти суточном возрасте увеличилась до  $9,89 \pm 0,9$  мкм, что на  $0,10$  мкм больше, чем в контрольной группе (рис. 5).

Все описываемые качественные преобразования зарегистрированы для левого желудочка (ЛЖ) при любых возрастных периодах птиц. Для контрольной группы птиц ширина волокон мышц сердца ЛЖ в суточном возрасте составила  $5,48 \pm 0,82$  мкм, к периоду развития в 35 суток возросла в  $1,86$  раза и стала равной  $10,18 \pm 0,96$  мкм. При применении «Ковелос-Сорб» в экспериментальной группе цыплят с суточного возраста отмечается значительное увеличение ТМВ ЛЖ сердца. У 5-суточных особей птицы ширина мышечных волокон составила  $6,48 \pm 0,41$  мкм, что превышает на  $0,12$  мкм аналогичные показатели для контрольных особей, у птиц на 35-е сутки развития ТМВ ЛЖ возросла до  $10,35 \pm 0,74$  мкм, что превышает на  $0,17$  мкм размеры особей контрольной группы [6].

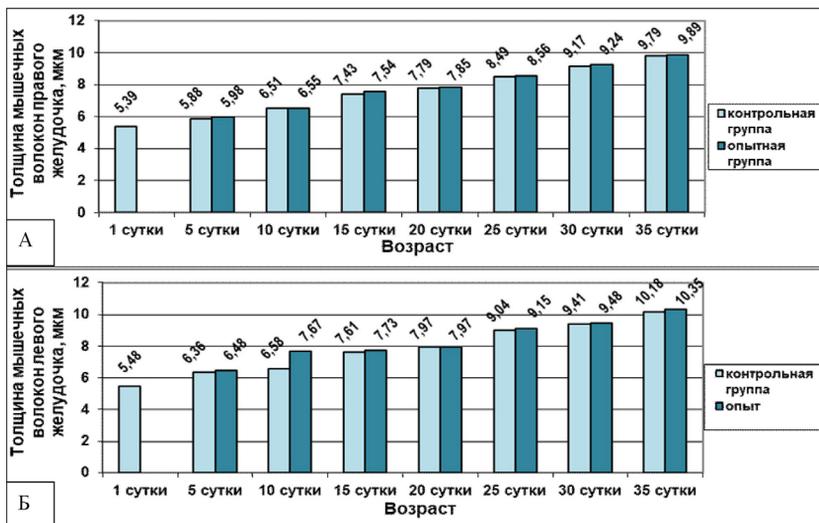


Рис. 5. Размеры (толщина) волокон мышц сердца (правого (А) и левого (Б)) желудочков сердца птиц в исследуемых группах

При экспериментальных исследованиях для всех исследуемых групп петушков выявлено увеличение поперечного размера сердца: наибольшее увеличение наблюдалось с 20-ти суточного по 25-ти суточный возраст промежуточного (продуктивного) биологического этапа в фазу ювенальной линьки. Так в контрольной группе петушков поперечный размер сердца увеличился на 0,71 см, в экспериментальной группе при применении кремнийсодержащего сорбента «Ковелос-Сорб» максимальное увеличение составило 0,61 см.

У цыплят-бройлеров контрольной группы с 1-суточного по 5-ти суточный возраст, в период фазы вылупления, включая фазу адаптации, отмечается максимальное увеличение продольного размера сердца до 0,76 см, и при возрасте с 20 до 25-и дневного развития (фаза подростковой линьки) – до 0,70 см. В экспериментальной группе цыплят скорость роста продольного размера сердца приходится также на период с 20-х по 25-е сутки (0,61 см).

В контрольной группе цыплят в начальный этап биологического развития с 1-суточного возраста биологической фазы вылупления до периода развития в 10 суток (фаза смены пуха на первичное перо) обхват сердца возрастал со значительной скоростью – на 1,23 см. Увеличение обхвата сердца у цыплят отмечено до 1,06 см и в промежуточный (продуктивный)

биологический этап с 20-ти суточного по 25-ти суточный возраст до биологической фазы ювенальной линьки.

Для экспериментальной группы цыплят характерна иная закономерность в скорости роста обхвата сердца. Так максимальное увеличение обхвата сердца зафиксировано только с период с 5-х суток начального биологического этапа первой фазы приспособления и до 10-дневного периода развития ( $0,86 \pm 0,1$  см, при начале смены пуха на перо) и в периоде, охватывающем онтогенетическое развитие с 20 по 25 день, зарегистрирован  $1,12 \pm 0,07$  см (состояние подростковой линьки).

Толщина мышечных волокон камер сердца исследуемых особей петушков росла гетерохронно с возрастом, как в контрольной, так и в экспериментальной группах. ТМВ правого предсердия в контрольной группе птиц на 35-е сутки на  $0,11$  мкм меньше, чем в экспериментальной группе, левого предсердия на  $0,08$  мкм. ТМВ правого желудочка  $0,10$  мкм меньше в контроле, чем в опыте, а толщина левого желудочка на  $0,17$  мкм меньше.

Объём ядер кардиомиоцитов ПП особей птицы для группы контроля в первые сутки развития зарегистрирован  $16,53 \pm 0,54$  мкм<sup>3</sup>, для начальной фазы полового созревания –  $98,84 \pm 2,58$  мкм<sup>3</sup> (развитие на 35 день), а в экспериментальной группе –  $100,99 \pm 2,19$  мкм<sup>3</sup>, что на  $2,15$  мкм<sup>3</sup> выше, чем для контрольной группы. У птиц в контрольной группе, в ЛП объём ядер кардиомиоцитов на первый день развития составил  $15,86 \pm 0,51$  мкм<sup>3</sup>, на 35-й день –  $101,23 \pm 2,62$  мкм<sup>3</sup>, в опытной группе –  $102,17 \pm 2,47$  мкм<sup>3</sup>, что на  $0,94$  мкм<sup>3</sup> больше, чем у птиц в контрольной группе [23].

Объём ядер кардиомиоцитов ПЖ для контрольной группы на первый день постинкубационного онтогенеза зарегистрирован  $16,68 \pm 0,55$  мкм<sup>3</sup>; для 35 дней онтогенетического развития –  $104,41 \pm 2,25$  мкм<sup>3</sup>, что в 6,26 раза больше, чем у цыплят предыдущей группы, а в экспериментальной группе –  $107,37 \pm 2,14$  мкм<sup>3</sup>, что на  $2,96$  мкм<sup>3</sup> больше, чем у особей петушков контрольной группы. Объём ядер кардиомиоцитов ЛЖ в контрольной группе на первый день постинкубационного онтогенеза зарегистрирован в  $18,11 \pm 0,56$  мкм<sup>3</sup>; для 35 дней онтогенетического развития –  $99,46 \pm 2,44$  мкм<sup>3</sup>, что в 5,5 раз больше, чем у цыплят первого дня постинкубационного онтогенеза, в экспериментальной группе –  $100,87 \pm 2,22$  мкм<sup>3</sup>, что на  $1,41$  мкм<sup>3</sup> выше, чем у птиц контрольной группы [23].

Максимальный диаметр ядер кардиомиоцитов ПП цыплят для контрольной группы на первый день постинкубационного онтогенеза выявлен в размере  $3,71 \pm 0,07$  мкм, минимальный диаметр –  $2,89 \pm 0,04$  мкм, для 35 дней онтогенетического развития максимальный диаметр –  $7,09 \pm 0,07$  мкм,

минимальный –  $5,13 \pm 0,06$  мкм, что в 1,91 раза; в 1,77 раза соответственно больше, чем у цыплят на первый день постинкубационного онтогенеза. В опытной группе для 35 дней онтогенетического развития максимальный диаметр кардиомиоцитов ПП составил  $7,15 \pm 0,06$  мкм, минимальный –  $5,21 \pm 0,06$  мкм, что на 0,06 мкм и на 0,08 мкм соответственно больше, чем у особей птицы в контроле.

Максимальный диаметр ядер кардиомиоцитов ЛПП у особей в контрольной группе на первый день постинкубационного онтогенеза выявлен в  $3,55 \pm 0,07$  мкм, минимальный диаметр –  $2,90 \pm 0,04$  мкм, для 35 дней онтогенетического развития максимальный диаметр ядер –  $7,14 \pm 0,06$  мкм, минимальный диаметр –  $5,14 \pm 0,06$  мкм, что в 2 раза и в 1,77 раза, соответственно, больше, чем у цыплят на первые сутки. В экспериментальной группе для птицы 35 дней онтогенетического развития максимальный диаметр ядер кардиомиоцитов составил  $7,21 \pm 0,06$  мкм, минимальный диаметр ядер кардиомиоцитов составил  $5,20 \pm 0,06$  мкм, что на 0,07 мкм и на 0,08 мкм, соответственно выше, чем в контроле [23].

Максимальный диаметр ядер кардиомиоцитов правого желудочка сердца в контрольной группе на первый день постинкубационного онтогенеза определён в  $3,70 \pm 0,06$  мкм, минимальный диаметр –  $2,90 \pm 0,04$  мкм для 35 дней онтогенетического развития максимальный диаметр ядер кардиомиоцитов выявлен в  $7,11 \pm 0,07$  мкм, минимальный диаметр –  $5,27 \pm 0,05$  мкм, что в 1,92 раза и в 1,82 раза соответственно больше, чем у суточных цыплят. У цыплят исследуемого кросса на 35-й день онтогенетического развития максимальный диаметр ядер кардиомиоцитов ПЖ в экспериментальной группе зарегистрирован в  $7,15 \pm 0,06$  мкм, что на 0,04 мкм больше, чем у цыплят в контроле, минимальный диаметр –  $5,36 \pm 0,06$  мкм, что на 0,09 мкм больше, чем у петушков-бройлеров в контроле.

Максимальный диаметр ядер кардиомиоцитов ЛЖ сердца цыплят в контрольной группе по окончании первого дня постинкубационного онтогенеза определён в  $3,78 \pm 0,07$  мкм, минимальный диаметр –  $3,00 \pm 0,04$  мкм, для возраста онтогенетического развития в 35 дней максимальный диаметр ядер кардиомиоцитов –  $7,12 \pm 0,06$  мкм, минимальный диаметр ядер –  $5,13 \pm 0,06$  мкм, что в 1,88 раза и в 1,71 раза соответственно больше, чем у особей на 1-е сутки развития. В экспериментальной группе на 35-й день развития цыплят в тканях максимальный диаметр ядер кардиомиоцитов –  $7,16 \pm 0,06$  мкм, минимальный диаметр –  $5,20 \pm 0,05$  мкм, что на 0,04 мкм и на 0,07 мкм соответственно выше, чем у особей исследуемого контроля [23].

### **Биохимические исследования сыворотки крови**

По мнению А.С. Мустафиной и В.Н. Никулина, при современном уровне развития промышленного животноводства и птицеводства биохимическое исследование крови является незаменимой составной частью эффективного производства продукции [14]. По данным С.В. Кожевникова показатели биохимии крови в норме не меняются, несмотря на противовесные процессы поступления и выведения соединений, в связи с этим эти данные отражают динамические условия метаболизма у биосистем [9].

В эксперименте исследовалась активность энзимов группы трансфераз – аланинаминотрансферазы и аспартаминотрансфераза (АлАТ и АсАТ) в биологической жидкости – крови у особей птиц.

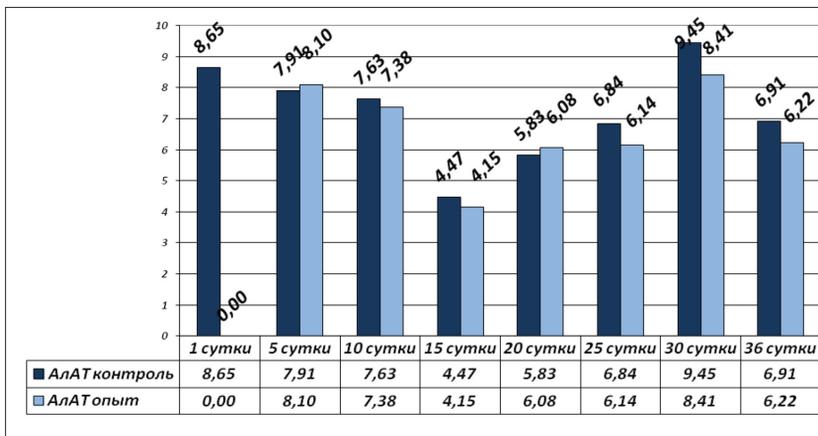
В настоящее время при выращивании птиц в промышленных масштабах на птицеводческих предприятиях при подборе корма производят учет ферментов аминокислотного обмена.

Аланинаминотрансфераза (АлАТ) в сыворотке крови катализирует перенос аминокислотной группы с аланина на кетокислоту. АлАТ находится в печени (максимальная концентрация), сердце, скелетной мускулатуре, в меньшем количестве – в поджелудочной железе и селезенке. Аспартаминотрансфераза (АсАТ) – трансфераза – выполняет катализ реакции по переносу аминокислотной группы у аминокислот. Содержание АсАТ высоко в тканях сердечной мышцы, печени, почек в миоцитах скелетной мускулатуры. Возрастание концентрации АсАТ свидетельствует о неблагополучии поперечно-полосатой сердечной ткани, воспалениях печени, других поражениях гепатоцитов, циррозе и желтухах [21].

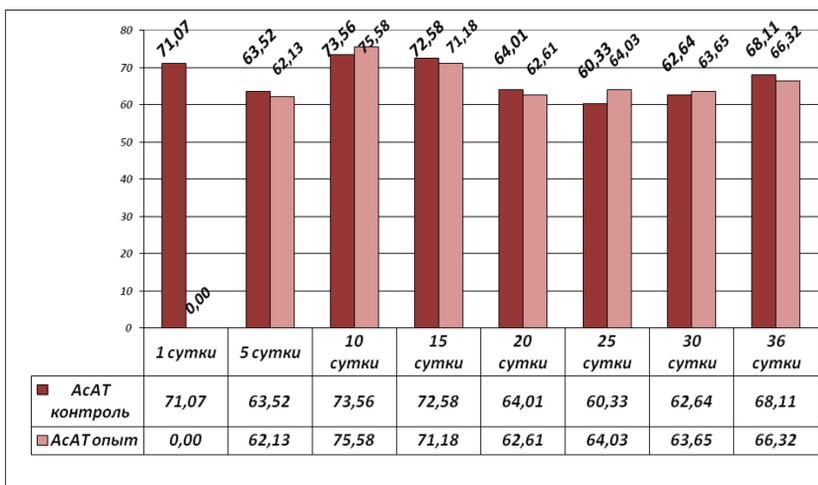
При исследовании сыворотки крови у двух групп особей кросса в контрольной и в экспериментальной группе, в которой к основному рациону добавляли сорбент «Ковелос-Сорб», устанавливали активность энзимов группы трансфераз и фосфатаз в разные онтогенетические периоды постинкубационного развития (рис. 6-7).

Экспериментальные данные по активности АлАТ и АсАТ у петушков исследуемого кросса показали следующее. Активность АлАТ в сыворотке крови у особей кур-бройлеров в первый день постинкубационного онтогенеза определена как  $8,65 \pm 0,52$  Ед/л (для контроля), а активность АсАТ –  $71,07 \pm 2,05$  Ед/л. По истечении 35-дневного срока постинкубационного онтогенеза активность АлАТ в контроле определена как  $6,91 \pm 0,39$  Ед/л, что на  $1,74$  Ед/л ниже, чем у птиц первого дня жизни, активность АсАТ –  $68,11 \pm 0,32$  Ед/л, что на  $2,96$  Ед/л ниже, чем у особей цыплят первого дня постинкубационного онтогенеза. Для 35 дня онтогенетического

развития у петушков в экспериментальной группы, активность АлАТ составила  $6,22 \pm 0,29$  Ед/л, что ниже на 0,69 Ед/л для контроля, активность АсАТ в экспериментальной группе определена как  $66,32 \pm 1,10$  Ед/л, что на 1,79 Ед/л ниже аналогичного показателя для контроля.



**Рис. 6.** Показатели активности АлАТ в сыворотке крови у особей цыплят-бройлеров в исследуемых группах при использовании кремнийсодержащего препарата «Ковелос-Сорб»



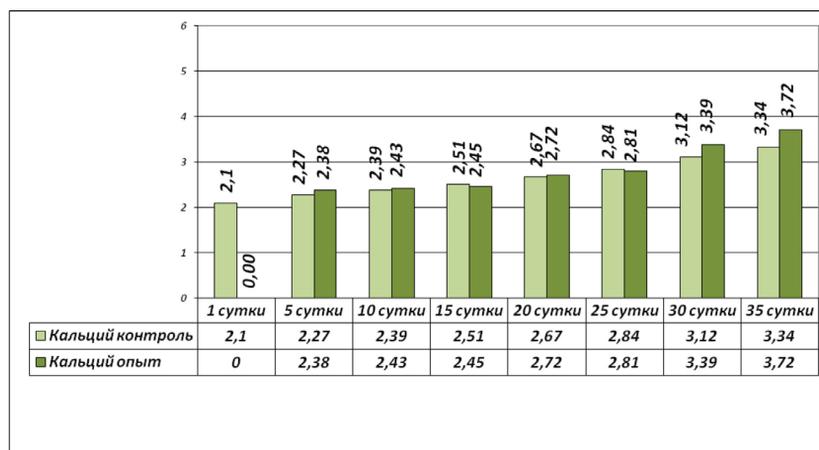
**Рис. 7.** Динамика активности энзима АсАТ у особей птицы на различных этапах постинкубационного онтогенеза в исследуемых группах

Изученные показатели активности энзимов группы трансфераз для петушков исследуемого кросса изменялись в зависимости от различных показателей, на влияние которых указывалось ранее: например, продолжительность постинкубационного онтогенеза, воздействия стрессовых факторов [11], [8].

Исследования влияния экспериментальных факторов на содержание солей фосфора и кальция у особей птицы показана ниже.

При анализе метаболизма птиц С.В. Кожевниковым указано, что вышеуказанные элементы вступают в реакции в виду солей угольной и фосфорной кислоты, а также их солей; в незначительной концентрации они представлены в плазме в виде ионов и в комплексе с белками [9]. Отмечено, что фосфор представлен фосфорнокислыми солями и составляет основу комплексов белков и нуклеиновых кислот, протеинов и фосфора.

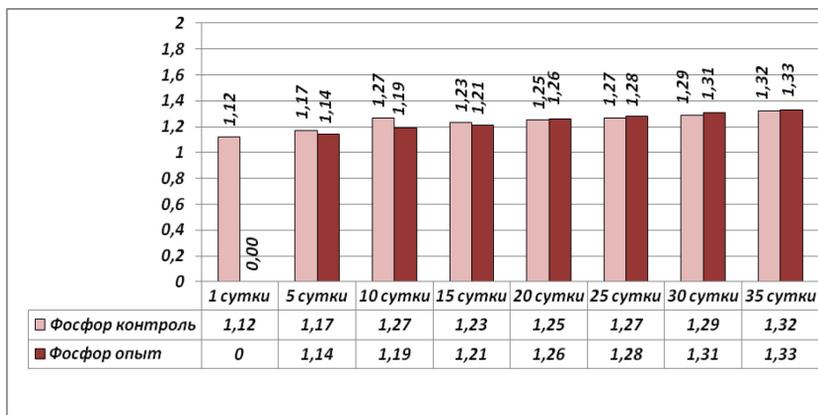
Нанопрепарат с кремнием оказывал воздействие на организм экспериментальных объектов, изменяя концентрацию фосфора и кальция (рис. 8-9). Содержание кальция в биологической жидкости особей птиц на первый день постинкубационного онтогенеза определён как  $2,10 \pm 0,04$  ммоль/л для контроля, на 35-й день –  $3,34 \pm 0,12$  ммоль/л, что в 1,6 раза превышает определённую концентрацию у 1-дневных цыплят.



**Рис. 8.** Концентрация кальция в биологической жидкости разновозрастных особей птицы для контроля

Для экспериментальной группы особей птицы концентрация кальция на 35-день постинкубационного онтогенеза определена как  $3,72 \pm 0,22$

ммоль/л: Этот показатель на 0,38 ммоль/л превышает показатель для контроля. Содержание фосфора у особей птицы в контроле в первый день развития определена как  $1,11 \pm 0,08$  ммоль/л, в 35-й день онтогенетического развития –  $1,32 \pm 0,05$  ммоль/л: показатель на 0,20 ммоль/л больше, чем у особей на первый день развития.



**Рис. 9.** Концентрация солей фосфора в биологической жидкости у особей птицы на различных стадиях постинкубационного онтогенеза в исследуемых группах

Показано, что на 35-й день развития для экспериментальной группы концентрация солей фосфора зарегистрирован как  $1,33 \pm 0,03$  ммоль/л: показатель превышает показатель для контрольной группы на 0,01 ммоль/л.

Биохимия фосфора и кальция, изученная И.В. Петрухиным [15] и А.Б. Рубиным [20], оказывает воздействие на активность друг друга: если нарушается количественное соотношение этих ионов, они могут неправильно откладываться в теле птицы. На минеральный обмен этого типа оказывают воздействие и внешние факторы, что доказано в исследованиях при введении кремнийсодержащего препарата торговой марки Ковелос (рисунок 8-9).

Таким образом, исходя из проведенного анализа по макро- и микрометрическим показателям ткани и клеток кардиомиоцитов петушков кросса «Ross-308» различного возраста – от 1-дневных до 35-дневных – отмечено, что линейные промеры сердца (длина, ширина, обхват), толщина эпикарда, миокарда, эндокарда и толщина мышечных волокон в контрольной, и в опытной группах увеличивались гетерохронно с возрастом, во все этапы биологического развития, начиная с фазы вылупления и заканчивая фазой морфофункциональной зрелости, с преобладающей тенденцией

равномерной скорости роста в опытной группе (при добавлении в основной рацион «Ковелос-Сорб»). Установлено, что кремнийсодержащий сорбент «Ковелос-Сорб» оказывает положительное влияние на качественные морфологические характеристики сердца особей бройлеров изученного кросса, проявляющиеся в стабилизации структур оболочек, в увеличение ширины волокон поперечно-полосатой сердечной мышечной ткани в камерах сердца птицы.

### **Выводы**

1. Добавление кремнийсодержащего сорбента «Ковелос-Сорб» к основному рациону особям птицы исследуемого кросса при экспериментальной дозировке 0,1% по массе корма, способствовало быстрому приспособлению при развитии организма в постинкубационном онтогенезе, что выявлено при повышении концентрации красных клеток крови, содержании гемоглобина, белка общего, других химических составляющих крови.

2. Сорбент положительно влияет на улучшение основных морфомакретрических данных особей (абсолютная и относительная масса, высота и ширина, обхват, толщина стенок предсердий и желудочков, ширина полостей предсердий и желудочков) и морфомикрметрических показателей (толщина оболочек – эпикарда, миокарда, эндокарда) сердца.

3. Активность энзимов группы аминотрансфераз в биологической жидкости (крови) птиц различных возрастных периодов в двух выборках изменялась скачкообразно и варьировала от 4,15 до 9,45 Ед/л. У особей бройлеров активность фермента АлАТ зарегистрирована как максимум на тридцатый день онтогенеза, минимальная активность энзима – на 15-й день развития для двух исследуемых групп. Активность энзимов АсАТ для особей зарегистрирована в наибольших значениях при развитии на 10-й день (экспериментальная и контрольная группа), наименьшая – на 25-й день развития в контроле и на 5-й день для особей экспериментальной группы при применении кремнийсодержащего препарата [23].

4. Отмечено, что концентрация солей кальция и фосфора у исследуемого кросса птиц возрастала с увеличением возраста согласно физиологической «норме» при клеточном содержании и благоприятной эпизоотологической ситуации.

### ***Список литературы***

1. Автократов Д.М. Курс анатомии домашних птиц. Л. : Гос. изд-во, 1928. 245 с.
2. Айлер Р. Химия кремнезема. М.: Мир, 1982. 416 с.

3. Анатомия домашних животных / Акаевский А.И., Юдичев Ю.Ф., Михайлов Н.В., Хрусталева И.В. Москва: Колос, 1984. 543 с.
4. Гулюшин С.Ю., Слаутальвис В., Головачев Д.Е. «Нутокс Фито Плюс» - профилактика хронических микотоксикозов и стимуляция функции печени у цыплят-бройлеров // Ценовик. 2010. №5. С. 51-53.
5. Ерохин В.В. Использование сорбента «Ковелос-Сорб» в рационах для телок: автореф. дисс...к-та с/х. наук. Владикавказ, 2015. 23 с.
6. Жаров А.В., Иванов И.В., Стрельников А.П. Вскрытие и патоморфологическая диагностика болезней животных. Москва: Колос, 2000. 400 с.
7. Исембергенова С.К. Морфология птиц. Курс лекций. Алма-Ата, 2006. 141 с.
8. Камышников В.С., Волотовская О.А. Методы клинических лабораторных исследований. Минск: Белорусская наука, 2003. 735 с.
9. Кожевников С.В. Морфологические и биохимические показатели крови цыплят-бройлеров при использовании йодида калия // Вестник АПК Верхневолжья. 2010. №1. С. 49-52.
10. Колесников М.П. Формы кремния в растениях // Успехи биологической химии. 2001. №41. С. 301-332
11. Влияние комплексного препарата Гамавит и Фоспренил на гематологические показатели цыплят-бройлеров / Кочиш И.И., Манукян В.А., Лукичева В.А., Горский Т.А. // Зоотехния. 2011. №6. С. 14
12. Крикливый Н.Н. Периодичность в постнатальном развитии организма и строения сердца кур кросса Хайсекс Браун: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Брянск, 2007. 24 с.
13. Малашко В.В. Гистологические и морфометрические методы исследования. Горки, 1993. 24 с.
14. Мустафина А.С., Никулин В.Н. Влияние ультрадисперсного кремния на показатели крови цыплят-бройлеров // Материалы Международной научно-практической конференции «Перспективные аграрные и пищевые инновации». Волгоград, 2019. С. 175-180.
15. Петрухин И.В. Применение химических и биологических веществ в кормлении птицы. М.: Россельхозиздат, 1972. 239 с.
16. Постоялко С.И., Крикливый Н.Н., Зайцева Е.В. Динамика линейных макропоказателей сердца бройлеров кросса «Смена-7» в норме и при применении «Гамавита» и «Фоспренила» // Современные проблемы науки и образования. 2012. №5. <https://science-education.ru/ru/article/view?id=6931>
17. Постоялко С.И. Морфогенез сердца цыплят-бройлеров кросса «Смена-7» при применении «Гамавита» и «Фоспренила»: автореф. дисс... к-т биол. наук. Саранск, 2012. 24 с.

18. Нанодисперсный диоксид кремния: применение в медицине и ветеринарии. / Потапов В., Мурадов С., Сивашенко В., Рогатых С. // Наноиндустрия. 2012. №3(33). С. 32-36
19. Разлуго Ю.В. Морфология сердца самок японских перепелов в зависимости от технологических этапов выращивания: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Саранск, 2011. 23 с.
20. Рубин А.Б. Биофизика. М.: Издательство Московского университета: Наука, 2004. 448 с.
21. Общие и специальные методы исследования крови птиц промышленных кроссов / Садовников Н.В., Придыбайло Н.Д., Верещак Н.А., Заслонов А.С. Екатеринбург–Санкт-Петербург: Уральская ГСХА, НПП «АВИВАК», 2009. 85 с.
22. Седнева Е.Ю. Динамика абсолютной и относительной массы сердца цыплят-бройлеров кросса «Ross-308» при добавлении к основному рациону питания сорбента «Ковелос-Сорб» // Международный научно-исследовательский журнал. 2021. №8-2 (110). С. 32-35.
23. Седнева Е.Ю., Зайцева Е.В. Влияние аморфного диоксида кремния на морфогенез сердца цыплят-бройлеров кросса «Ross-308» в возрастном аспекте. Брянск: ООО «Новый проект», 2021. 152 с.
24. Селянский В.М. Анатомия и физиология сельскохозяйственной птицы. М.: Агропромиздат, 1986. 458 с.
25. Скопичев В.Г., Шумилов Б.В. Морфология и физиология животных. С.-Пб., 2005. 498 с.
26. Ходжаян А.Б., Гевандова М.Г., Федоренко Н.Н. Онтогенез. Ставрополь: Издательство СтГМУ, 2014. 26 с.
27. Чумина Н.Г. Возрастные особенности сердца бройлеров. Информационный лист. Брянск: ЦНТИ, 2009. 4 с.
28. Gabella G. Chicken gizzard. The muscle, the tendon and their attachment // Anat. and Embryol. 1985. Vol. 171. No 2. С. 151–162. <https://doi.org/10.1007/bf00341409>

### References

1. Avtokratov D.M. *Kurs anatomii domashnih ptic* [Course of anatomy of domestic birds]. L. : Gos. izd-vo, 1928, 245 p.
2. Ajler R. *Himiya kremnezema* [Chemistry of silica]. M.: Mir, 1982, 416 p.
3. Akaevskij A.I., Yudichev Yu.F., Mihajlov N.V., Hrustaleva I.V. *Anatomiya domashnih zhivotnyh* [Anatomy of domestic animals]. M.: Kolos, 1984, 543 p.
4. Gulyushin S. Yu., Slautal'vis V., Golovachev D.E. «Nutoks Fito Plyus» – profilaktika hronicheskikh mikotoksikozov i stimulyaciya funkcii pecheni u cyplyat-bro-

- jlerov [«Nutox Phyto Plus» - prevention of chronic mycotoxicosis and stimulation of liver function in broiler chickens]. *Cenovik*, 2010, no. 5, pp. 51-53.
5. Erohin V.V. *Ispol'zovanie sorbenta «Kovelos-Sorb» v racionah dlya telok* [The use of the sorbent «Kovelos-Sorb» in diets for heifers]: avtoref. diss...k-ta s/h. nauk. Vladikavkaz, 2015, 23 p.
  6. ZHarov A.V., Ivanov I.V., *Strel'nikov A.P. Vskrytie i patomorfologicheskaya diagnostika boleznej zhivotnyh* [Autopsy and pathomorphological diagnostics of animal diseases]. Moscow: Kolos, 2000, 400 p.
  7. Isembergenova S.K. *Morfologiya ptic. Kurs lekcij* [Morphology of birds. A course of lectures]. Alma-Ata, 2006, 141 p.
  8. Kamysnikov V.S., Volotovskaya O.A. *Metody klinicheskikh laboratornykh issledovaniy* [Methods of clinical laboratory research]. Minsk: Belorusskaya nauka, 2003, 735 p.
  9. Kozhevnikov S.V. Morfologicheskie i biohimicheskie pokazateli krovi cyplyat-brojlerov pri ispol'zovanii jodida kaliya [Morphological and biochemical blood parameters of broiler chickens using potassium iodide]. *Vestnik APK Verhnevolzh'ya*, 2010, no. 1, pp. 49-52.
  10. Kolesnikov M.P. Formy kremniya v rasteniyah [Forms of silicon in plants]. *Uspekhi biologicheskoy himii*, 2001, no. 41, pp. 301-332.
  11. Kochish I.I., Manukyan V.A., Lukicheva V.A., Gorskij T.A. Vliyanie kompleksnogo preparata Gamavit i Fosprenil na gematologicheskie pokazateli cyplyat-brojlerov [The effect of the complex preparation Gamavit and Fosprenil on the hematological parameters of broiler chickens]. *Zootekhnika*, 2011, no. 6, p. 14.
  12. Kriklyvyj N.N. *Periodichnost' v postnatal'nom razvitiy organizma i stroeniya serdca kur krossa Hajseks Braun* [Periodicity in the postnatal development of the organism and the structure of the heart of the Haysex Brown cross chickens]: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. Bryansk, 2007, 24 p.
  13. Malashko V.V. *Gistologicheskie i morfometricheskie metody issledovaniya* [Histological and morphometric research methods]. Gorki, 1993, 24 p.
  14. Mustafina A.S., Nikulin V.N. Vliyanie ul'tradispersnogo kremniya na pokazateli krovi cyplyat-brojlerov [Influence of ultrafine silicon on blood parameters of broiler chickens]. *Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Perspektivnye agrarnye i pishchevye innovacii»* [Proceedings of the International Scientific and Practical Conference “Perspective Agricultural and Food Innovations”]. Volgograd, 2019, pp. 175-180.
  15. Petruhin I.V. *Primenenie himicheskikh i biologicheskikh veshchestv v kormlenii pticy* [Application of chemical and biological substances in poultry feeding]. M.: Rossel'hozizdat, 1972, 239 p.

16. Postoyalko S.I., Krikliviy N.N., Zajceva E.V. Dinamika linejnyh makropokazatelej serdca brojlerov krossa «Smena-7» v norme i pri primenenii «Gamavita» i «Fosprenila» [Dynamics of linear macro indicators of the heart of broilers of the cross «Smena-7» in the norm and when using «Gamavit» and «Fosprenil»]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*, 2012, no. 5. <https://science-education.ru/ru/article/view?id=6931>
17. Postoyalko S.I. *Morfogenez serdca cyplyat-brojlerov krossa «Smena-7» pri primenenii «Gamavita» i «Fosprenila»* [Morphogenesis of the heart of broiler chickens of the «Smena-7» cross when using «Gamavit» and «Fosprenil»]: avtoref. diss... k-t biol. nauk. Saransk, 2012, 24 p.
18. Potapov V., Muradov S., Sivashenko V., Rogatyh S. Nanodispersnyj dioksid kremniya: primenenie v medicine i veterinarii [Nanodispersed silicon dioxide: application in medicine and veterinary medicine]. *Nanoindustriya*, 2012, no. 3(33), pp. 32-36
19. Razlugo Yu.V. *Morfologiya serdca samok yaponskih perepelov v zavisimosti ot tekhnologicheskikh etapov vyrashchivaniya* [Morphology of the heart of female Japanese quails depending on the technological stages of cultivation]: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. Saransk, 2011, 23 p.
20. Rubin A.B. *Biofizika* [Biophysics]. M.: Izdatel'stvo Moskovskogo universiteta: Nauka, 2004, 448 p.
21. Sadovnikov N.V., Pridybajlo N.D., Vereshchak N.A., Zaslono A.S. *Obshchie i special'nye metody issledovaniya krovi ptic promyshlennyh krossov* [General and special methods of studying the blood of birds of industrial crosses]. Ekaterinburg – Sankt-Peterburg: Ural'skaya GSKHA, NPP «AVIVAK», 2009, 85 p.
22. Sadneva E.Yu. Dinamika absolyutnoj i otnositel'noj massy serdca cyplyat-brojlerov krossa «Ross-308» pri dobavlenii k osnovnomu racionu pitaniya sorbenta «Kovelos-Sorb» [Dynamics of absolute and relative heart mass of broiler chickens of the Ross-308 cross when adding the «Kovelos-Sorb» sorbent to the main diet]. *Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal*, 2021, no. 8-2 (110), pp. 32-35.
23. Sedneva E.Yu., Zajceva E.V. *Vliyanie amorfnogo dioksida kremniya na morfogenez serdca cyplyat-brojlerov krossa «Ross-308» v vozrastnom aspekte* [Influence of amorphous silicon dioxide on the morphogenesis of the heart of broiler chickens of the cross «Ross-308» in the age aspect]. Bryansk: OOO «Novyj proekt», 2021, 152 p.
24. Selyanskij V.M. *Anatomiya i fiziologiya sel'skohozyajstvennoj pticy* [Anatomy and physiology of poultry]. M.: Agropromizdat, 1986, 458 p.

25. Skopichev V.G., Shumilov B.V. *Morfologiya i fiziologiya zhivotnyh* [Morphology and physiology of animals]. S.-Pb., 2005. 498 s.
26. Hodzhayan A.B., Gevandova M.G., Fedorenko N.N. *Ontogenez* [Ontogenesis]. Stavropol': Izdatel'stvo StGMU, 2014, 26 p.
27. Chumina N.G. *Vozrastnye osobennosti serdca brojlerov* [Age-related features of the broiler heart]. Informacionnyj list. Bryansk: CNTI, 2009, 4 p.
28. Gabella G. Chicken gizzard. The muscle, the tendon and their attachment. *Anat. and Embryol.*, 1985, vol. 171, no. 2, pp. 151–16. <https://doi.org/10.1007/bf00341409>

### ВКЛАД АВТОРОВ

**Новцева Е.Ю.:** лабораторные исследования, интерпретация результатов, подготовка текста статьи.

**Зайцева Е.В.:** общее руководство направлением исследования, интерпретация результатов, подготовка текста статьи.

**Харлан А.Л.:** лабораторные исследования, морфометрические измерения, подготовка текста статьи.

### AUTHOR CONTRIBUTIONS

**Evgenia Yu. Novtseva:** laboratory research, interpretation of results, preparation of the text of the article.

**Elena V. Zaitseva:** general direction of the research direction, interpretation of results, preparation of the text of the article.

**Alexey L. Kharlan:** laboratory research, morphometric measurements, preparation of the text of the article.

### ДАнные ОБ АВТОРАХ

**Новцева Евгения Юрьевна,** аспирант кафедры биологии

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского»*

*ул. Бежицкая, 14, г. Брянск, 241036, Российская Федерация  
janne1991@yandex.ru*

**Зайцева Елена Владимировна,** доктор биологических наук, профессор

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского»*

*ул. Бежицкая, 14, г. Брянск, 241036, Российская Федерация*

**Харлан Алексей Леонидович**, кандидат биологических наук

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского»*

*ул. Бежицкая, 14, г. Брянск, 241036, Российская Федерация*

#### **DATA ABOUT THE AUTHORS**

**Evgenia Yu. Novtseva**, Postgraduate Student of the Department of Biology

*Bryansk State University named after Academician I.G. Petrovsky*

*14, Bezhickaya Str., Bryarsk, 241036, Russian Federation*

*janne1991@yandex.ru*

*SPIN-code: 6657-3300*

**Elena V. Zaitseva**, PhD (Biology), Dr. Habil, Professor

*Bryansk State University named after Academician I.G. Petrovsky*

*14, Bezhickaya Str., Bryarsk, 241036, Russian Federation*

*SPIN-code: 5232-3910*

**Alexey L. Kharlan**, PhD (Biology)

*Bryansk State University named after Academician I.G. Petrovsky*

*14, Bezhickaya Str., Bryarsk, 241036, Russian Federation*

*SPIN-code: 7930-9088*

Поступила 25.12.2021

После рецензирования 25.01.2022

Принята 10.02.2022

Received 25.12.2021

Revised 25.01.2022

Accepted 10.02.2022