ионов Na, Cl, Ca и Mg. У контрольной группы телят установлено снижение уровня ионов, что свидетельствует о незрелости буферных и ферментных систем, белков-носителей, чувствительности рецепторов клеток к действию гормонов, дефиците витаминов. Таким образом, антенатальная профилактика, основанная на

введении в течение 5 суток коровам-матерям и новорожденным телятам добавки, содержащей низкомолекулярные пептиды, нуклеозиды и нуклеотиды в дозе 0,1 г/кг живой массы, способствовала стимуляции метаболических процессов, повышению концентрации ионов в сывотке крови, их утилизации и реутилизации.

D. Sinelshchikova, L. Kletikova, A. Martynov

ION COMPOSITION OF CALVES BLOOD IN ANTE- AND NEONATAL INJECTION OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUPPLEMENT

Key words: *calves; homeostasis; ions; dietary supplement; antenatal and neonatal use.*

Authors' personal details

1. **Sinelshchikova Daria**, graduate student, Ivanovo State Agricultural Academy named after D. Belyaev, 153012, Ivanovo, Sovetskaya st., 45, phone: +7 (4932) 32-81-44, e-mail: rektorat@ivgsha.ru.

2. **Kletikova Lyudmila**, Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Obstetrics, Surgery and Non-communicable Animal Diseases, Ivanovo State Agricultural Academy named after D. Belyaev, 153012, Ivanovo, Sovetskaya st., 45, phone: +7 (4932) 32-81-44, e-mail: rektorat@ivgsha.ru.

3. **Martynov Alexander**, Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor of the Department of Obstetrics, Surgery and Non-communicable Animal Diseases, Ivanovo State Agricultural Academy named after D. Belyaev, 153012, Ivanovo, Sovetskaya st., 45, phone: +7 (4932) 32-81-44, e-mail: rektorat@ivgsha.ru.

The ionic composition of the blood is important in maintaining homeostasis. The purpose of research was to study the dynamics of ions in calves in antenatal and neonatal use of supplement that contains low-molecular peptides, nucleosides and nucleotides. We used a biochemical analyzer BA-88A «Semi-auto Chemistry Analyzer» and an electrolyte analyzer i-SMART 30 Vet to determine Na, Cl, K, Ca, P in blood serum. As a result of antenatal use of supplement in newborn calves of experimental groups concentration of ions Na, Cl, Ca, P, Mg in blood serum is higher than in control ones, and their ratio meets physiological standards. The use of the supplement during the entire colostrum period stimulated ion exchange, increased the energy potential and the content of Na, Cl, K, Ca, and

Mg. Blood serum of calves who received the supplement only in the antenatal period was characterized by a high content of K and P and the ion concentration of Na, Cl, Ca and Mg was decreased. The control group of calves has a decrease in the level of ions, and it indicates the immaturity of buffer and enzyme systems, proteins-carriers, the sensitivity of cell receptors to the action of hormones, and a vitamin deficiency. Thus, antenatal and neonatal prevention based on the supplement containing low molecular peptides, nucleosides and nucleotides at a dose of 0,1 g/kg for mother cows and newborn calves within 5 days helped to stimulate metabolic processes, the concentration of ions in the blood serum was increased as well as their utilization and reutilization.

© Синельщикова Д.И., Клетикова Л.В., Мартынов А.Н.

УДК 636.087.7:636.5

DOI: 10.31563/1684-7628-2020-53-1-114-125

Е.Н. Сковородин, Г.В. Базекин, Г.З. Бронникова, О.В. Дюдьбин

МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ АНТИОКСИДАНТОВ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ПТИЦЫ

Ключевые слова: *гуси; утки; перепела; морфология; печень; ультраструктура; гепатоциты; антиоксиданты; селен; диизопропиламмоний дихлорацетат.*

Введение. Изучение биохимических процессов в организме птиц и их морфологических

проявлений способствует созданию новых видов кормов и кормовых добавок, которые мак-

симально подходят каждому отдельному виду и породе [2, 8, 9, 11–13, 19, 31]. В этом отношении перспективным, особенно для Республики Башкортостан, эндемической зоны, где регистрируют дефицит селена, йода, цинка, кобальта и марганца [5], является изучение влияния кормовых добавок, содержащих натуральные антиоксиданты [2, 3, 17, 26, 27, 33]. Синтетические антиоксиданты благодаря своей низкой стоимости и удобству скармливания имеют большие перспективы [15, 21, 22, 23]. Например, диизопропиламмоний дихлорацетат, сходный с пангамовой кислотой, обладает липотропным действием и тем самым стимулирует рост птицы, повышает резистентность, предотвращает развитие дистрофических изменений в паренхиматозных органах [35]. Это вещество – дипромоний, используемый в медицине (пат. 369752, Швейцария; пат. 1105877, Германия; пат. 862248, Великобритания; пат. 1295338, Франция), – довольно дорогой, что не позволяет применять его в птицеводстве.

Разработан довольно дешевый способ синтеза диизопропиламмония дихлорацетата медицинского качества – Диронакс (пат. 2480212, Российская Федерация) для использования его при лечении животных как гепатопротектора и в качестве кормовой добавки [32]. Действие этого препарата на птиц мясных пород изучено недостаточно [30].

Мы впервые с помощью комплекса морфометрических, гистохимических и электронно-микроскопических методов исследовали печень мускусных уток, гусей венгерской белой породы и перепелов при откорме и на фоне применения антиоксидантов. Мы выбрали печень в качестве индикатора уровня метаболизма и наличия патологических процессов у мясных птиц при откорме, влияния на этот орган антиоксидантов [4, 7, 12, 15, 16, 18–20, 25]. Впервые установлены закономерности роста и развития птиц мясных пород, роста массы печени этих птиц на фоне применения кормовых добавок, содержащих селен и диизопропиламмоний дихлорацетат. Описаны макроскопические и гистологические изменения у птиц мясных пород, подробно изучена ультраструктура гепатоцитов птиц на фоне применения антиоксидантов. Представленное многолетнее исследование позволяет внести ясность в эти вопросы и разработать конкретные практические меры профилактики гепатопатий и повысить эффективность откорма птиц мясных пород.

Цель исследования – изучить влияние кормовых добавок, содержащих натуральные антиоксиданты (Солвимин Селен) и синтетический антиоксидант диизопропиламмония дихлорацетат (Диронакс).

Материал и методы. Объектом исследования служили мускусные утки, гуси белой венгерской породы, перепела, содержащиеся в виварии университета. Все эксперименты были проведены в соответствии с законодательством РФ и гуманными принципами. Использовали современные объективные морфологические методы исследования: анатомические (динамика массы тела, взвешивание, препарирование и описание анатомических особенностей органов мускусных уток, гусей венгерской белой породы и перепелов), органометрические (масса и размеры органов), гистологические, гистохимические и электронно-микроскопические методы морфологического анализа.

Птиц после вылупления разделили на контрольную и две опытные группы. Контрольная группа (по 40 птиц каждого вида) получала обычный рацион в соответствии с видом и возрастом. Утятам, гусятам и перепелятам первой опытной группы (по 30 птиц каждого вида) с водой давали диизопропиламмоний дихлорацетат, синтезированный в ООО «Базис» (г. Уфа) – Диронакс. Утятам, гусятам и перепелятам второй опытной группы (по 30 птиц каждого вида) с первого дня по 60-е сутки выпаивали поливитаминный препарат, содержащий органическую форму селена – Солвимин Селен. Взвешивание птиц и печени проводили на электронных весах с погрешностью измерений 0,02 грамма. Для морфометрических, гистологических и электронно-микроскопических исследований проводили убой птиц в суточном возрасте, в 15-ти суточном возрасте, месячном и двухмесячном возрасте постэмбрионального онтогенеза. Сроки убоя экспериментальных птиц определяли с учетом критических фаз роста массы тела и формирования печени [33, 34, 37]. Для изучения микроскопических изменений в печени опытных и контрольных птиц кусочки печени фиксировали в 10 % нейтрализованном формалине, жидкостях Буэна и Карнуа, заливали в парафиновые блоки. Срезы окрашивали гематоксилином и эозином, по Мак-Манусу, суданом III, суданом черным В. Ультратонкие срезы готовили на ультратоме LKB-III 8800 и изучали в трансмиссионном электронном микроскопе JEM-1011CX II.

Относительный прирост массы тела и печени определяли по формуле Броди. Цитометрические измерения проводили с помощью программы ImageJ. Ядерно-цитоплазматическое отношение определяли делением объема ядра на объем гепатоцита. Статистическую достоверность этого показателя определяли с помощью t-критерия Стьюдента. Из-за относительно небольшого числа групп птиц и отклонений от нормального распределения переменных про-

вели ранговый анализ с помощью непараметрического критерия Краскелла – Уоллиса.

Результаты исследований. Относительный прирост массы птиц умеренный в первые 15 суток и достигает 90–110 %. В последующие 15 суток он максимален и достигает 150–180 %. К концу эксперимента этот показатель снижается до 60–80 %. Установили, что применение антиоксидантов способствует увеличению привесов массы тела птиц мясных пород по сравнению с контрольными группами (на 5–10 %). Этот эффект наиболее выражен при использовании кормовой добавки, содержащей селен (разница достоверна при $P < 5 \%$).

Масса печени по сравнению с ростом массы тела увеличивалась синхронно. Относительный прирост массы до 15-ти суток после вылупления печени был умеренный, от 15-ти до 30-ти – максимальный, особенно у перепелов. К 60-ти суткам этот показатель снижался в 2 (утки и гуси) и 3 (перепела) раза. На рост печени больший эф-

фект оказывает Солвимин Селен, по сравнению с препаратом Диронакс (разница между опытными группами недостоверна при $P < 5 \%$).

У птиц контрольной группы выявляли следующие морфологические изменения. Печень суточных утят, гусят и перепелов имеет охряно-желтый цвет. Дольчатость не выражена. Строма плохо различима. Относительный объем паренхимы печени у вылупившихся птенцов максимальный. Это создает ложное впечатление жировой дистрофии органа.

При фиксации печени в жидкости Карнуа цитоплазма гепатоцитов пеннистая, вакуолизированная (таблица 1), содержит мало гликогена. При фиксации в жидкости Буэна или при постепенном повышении концентрации формалина от 3 до 10 % этот эффект не выражен. При предфиксации в глютаральдегиде и окраске полутонких срезов мы не выявляли подобной микроскопической картины. Вакуоли представлены фосфолипидами.

Таблица 1 Морфологические изменения в печени у суточных птиц (по 10 птиц в группе)

Тип морфологических изменений		Кол-во птиц с изменениями		
		утки	гуси	перепела
A	Вакуолизация цитоплазмы	10	10	10
B	Паренхиматозная дистрофия	2	0	1
C	Жировая дистрофия	2	1	1
D	Пролиферация соединительной ткани	0	0	0
E	Внеклеточная дистрофия и фиброз стромы	0	0	0
F	Ядерно-цитоплазматическое отношение	$0,046 \pm 0,002$	$0,038 \pm 0,001$	$0,072 \pm 0,005$

Кроме того, у 1–2 % птенцов (таблица 1) отмечали набухание и помутнение цитоплазмы, появление и накопление в цитоплазме мелкой ацидофильной зернистости белковой природы. При этом границы клеток и очертания ядер различимы с трудом.

Ядерно-цитоплазматическое отношение у суточных утят составляет $0,046 \pm 0,002$. Этот показатель у гусят ниже и достигает $0,038 \pm 0,001$. У перепелов он максимальный и равен $0,072 \pm 0,005$ (разница между группами достоверна при $P < 5 \%$). Это объясняется разным уровнем зрелости вылупившихся птенцов и уровнем белкового обмена.

Ядра гепатоцитов лежат эксцентрично. Внешняя и внутренняя мембраны оболочки с широким неровным пространством, с расширениями и сужениями около ядерных пор, несколько вакуолизированные. Со стороны цитоплазмы много рибосом. Хроматин краевой. В центре ядра одно, реже два ядрышка. Хроматин в нуклеоплазме мелкодисперсный. Ядрышки с преобладанием гранулярного компонента, с небольшими участками плотного фибриллярного вещества. Зернистая цитоплазматическая сеть в виде плоских цистерн из плотно упакованных мембран. Они расположены вокруг одной из

сторон митохондрий дугообразно. Митохондрии имеют округлую форму. Они располагаются около ядра, на синусоидальном или билиарном поле. Количество крист небольшое. Это свидетельствует о преобладании анаэробного дыхания. В некоторых гепатоцитах митохондрии крупные, их мембраны как бы растягиваются, расслаиваются, кристы неравномерно утолщаются и укорачиваются, матрикс органелл просветляется с появлением прозрачных вакуолей и вакуолизацией митохондрий.

К пятнадцати суткам у контрольных птиц удельный объем паренхимы печени у всех исследованных видов птиц уменьшается за счет роста объема стромы органа. При повышенной наполненности кровью просветы кровеносных сосудов небольшие. Это связано с регуляцией кровообращения в гистионе. Печеночные дольки выражены за счет темных гепатоцитов, расположенных по периферии, и утолщения коллагеновых волокон (таблица 2).

Гепатоциты со светлыми ядрами с четким хроматином в виде тонкой полоски по краю. Ядрышко лежит в центре и имеет слабо выраженную ретикулярную структуру. Ядра лежат в центре, реже эксцентрично. Ядерно-плазматическое отношение у утят составляет $0,049 \pm 0,003$;

у гусят – $0,041 \pm 0,002$; у перепелов – $0,078 \pm 0,006$. Эти показатели по сравнению с суточным возрастом достоверно увеличились.

У 30–40 % птиц контрольной группы диагностировали признаки внутриклеточной дистрофии, которые более выражены, чем у суточных птенцов. В цитоплазме гепатоцитов 2–4 % птиц обнаруживается мелкокапельное ожирение. У 4–6 % птиц обнаруживали дезорганизацию соединительной ткани стромы органов и сосудов, которая характеризовалась базофилией и метакромазией волокон и основного вещества, стимуляцией лимфоидных узелков в этой зоне.

Ядрышки крупные. Заметно больше в гепатоцитах становится митохондрий. Зернистая цитоплазматическая сеть увеличивается. Плотность гранул гликогена увеличивается. Они располагаются группами в отдельных участках цитоплазмы. Липиды имеют в виде округлых ка-

пель с полосчатой электронной плотностью. Это свидетельствует о преобладании в них триглицеридов, что подтверждается окраской суданом III (таблица 2).

У птиц, получавших Диронакс, структура печени к 15-суточному возрасту характеризуется увеличением относительного объема стромы за счет роста сосудистого элемента и развития соединительной ткани (таблица 2), что проявляется в меньшей степени по сравнению с контролем (таблица 2). Гепатоциты приобретают многоугольную форму. Их цитоплазма однородная. Отдельные клетки содержат мелкие капли нейтральных жиров и расположены на периферии долек (таблица 2). Ядра лежат в центре. Вокруг сосудов триады скопления лимфоидных клеток. Среднее ядерно-плазматическое отношение составляет у утят – $0,051 \pm 0,004$; у гусят – $0,043 \pm 0,003$; у перепелов – $0,076 \pm 0,006$.

Таблица 2 Морфологические изменения в печени у 15-суточных птиц (по 10 птиц в группе)

Тип морфологических изменений		Группа	Количество птиц с изменениями в печени		
			утки	гуси	перепела
А	Вакуолизация цитоплазмы	Контроль	8	6	8
		Диронакс	6	5	4
		С. Селен	4	3	4
В	Паренхиматозная дистрофия	Контроль	4	4	3
		Диронакс	2	2	2
		С. Селен	1	1	1
С	Жировая дистрофия	Контроль	3	4	2
		Диронакс	2	2	1
		С. Селен	1	1	1
D	Пролиферация соединительной ткани	Контроль	6	8	7
		Диронакс	4	3	4
		С. Селен	3	4	2
Е	Внеклеточная дистрофия и фиброз стромы	Контроль	5	4	6
		Диронакс	2	1	1
		С. Селен	1	2	2
F	Ядерно-цитоплазматическое отношение	Контроль	$0,049 \pm 0,003$	$0,041 \pm 0,002$	$0,078 \pm 0,006$
		Диронакс	$0,051 \pm 0,004$	$0,043 \pm 0,003$	$0,076 \pm 0,006$
		С. Селен	$0,054 \pm 0,004^*$	$0,046 \pm 0,003^*$	$0,079 \pm 0,007^*$

* достоверная разница с контролем ($P < 5 \%$).

У птиц, которые получали Солвимин Селен, к 15-суточному возрасту объем паренхимы печени снижается достоверно. В гепатоцитах уменьшается количество и величина капель липидов. Ядра лежат в центре. Среднее ядерно-плазматическое отношение составляет у утят – $0,054 \pm 0,004$; у гусят – $0,046 \pm 0,003$; у перепелов – $0,079 \pm 0,007$. Это достоверно выше по сравнению с контролем и с предыдущей опытной группой.

К одному месяцу снижается относительный объем паренхимы за счет роста гепатоцитов, а не их гиперплазии, развития стромы, изменения размеров капилляров и пространств между клетками. В поле зрения микроскопа видно больше центральных вен и триад, что связано с формированием печеночных долек и пролиферацией

соединительной ткани, возможно с фиброзными изменениями стенок сосудов и желчных протоков (таблица 3).

Почти у всех птиц диагностировали вакуолизацию цитоплазмы, белково-жировую дистрофию гепатоцитов, в области триад коагуляцию основного вещества, набухание и частичный распад коллагеновых волокон, плазморрагию с пропитыванием соединительной ткани эозинофильным веществом (таблица 3).

Ядра гепатоцитов имеют разную величину, округлые. В ядрах расположены одно-два крупных ядрышка, имеющих ретикулярную структуру. Среднее ядерно-плазматическое отношение составляет у утят – $0,044 \pm 0,003$; у гусят – $0,031 \pm 0,002$; у перепелов – $0,059 \pm 0,004$, что ниже по сравнению с 15-суточным возрастом.

Таблица 3 Морфологические изменения в печени у 30-суточных птиц (по 10 птиц в группе)

Тип морфологических изменений		Группа	Количество птиц с изменениями в печени		
			утки	гуси	перепела
А	Вакуолизация цитоплазмы	Контроль	9	8	9
		Диронакс	4	3	3
		С. Селен	2	2	2
В	Паренхиматозная дистрофия	Контроль	8	9	7
		Диронакс	1	2	1
		С. Селен	0	1	0
С	Жировая дистрофия	Контроль	7	8	6
		Диронакс	1	1	1
		С. Селен	0	0	0
D	Пролиферация соединительной ткани	Контроль	8	9	8
		Диронакс	2	3	2
		С. Селен	3	4	2
Е	Внеклеточная дистрофия и фиброз стромы	Контроль	7	6	8
		Диронакс	1	1	0
		С. Селен	0	1	0
F	Ядерно-цитоплазматическое отношение	Контроль	0,044 ± 0,003	0,031 ± 0,002	0,059 ± 0,004
		Диронакс	0,048 ± 0,004	0,039 ± 0,003*	0,071 ± 0,006*
		С. Селен	0,049 ± 0,005*	0,038 ± 0,003*	0,073 ± 0,006*

* достоверная разница с контролем ($P < 5\%$).

Цитоплазма содержит мелкие вакуоли и нейтральные жиры, зернистая. А на периферии дольки располагаются гепатоциты с каплями липидов. Неясно выражены границы гепатоцитов. Клетки несколько увеличены. Причем степень набухания гепатоцитов неодинакова. Особенно это выражено вдали от центра дольки. При большом увеличении устанавливается характер изменений цитоплазмы и ядер эпителиальных клеток.

У гусей гепатоциты достаточно крупные, с зернистой цитоплазмой и признаками жировой дистрофии. Под капсулой органа вакуолизация цитоплазмы гепатоцитов более выражена. Митохондрии диаметром до 1 мкм, округлые. Они располагаются около ядра, реже у синусоидального или билиарного полюса. Митохондрии с небольшим числом узких, параллельно расположенных мелких крист, простирающихся в сторону матрикса. Матрикс митохондрий гранулированный, электронно-плотный.

У уток в непосредственной близости от ядра гепатоцитов отчетливо видны расширенные ячейки зернистой цитоплазматической сети. Митохондрии набухшие, без крист. Причем сильнее это выражено по периферии клетки. Цитоплазма представляет собой полосы. Здесь же разбросаны сравнительно мелкие ячейки зернистой цитоплазматической сети. Ближе к цитоплазматической мембране находятся небольшие лизосомы, имеющие овальную форму черного цвета. Гликогена мало. Они располагаются в отдельных зонах цитоплазмы. Липиды в гепатоцитах в виде округлых капель средней величины. Они имеют характерную полосчатую электронную плотность вследствие преобладания в них балластных триглицеридов и нейтральных жиров.

Гепатоциты перепелов представляют собой полигональную клетку диаметром 5–10 мкм. Синусоидальный и билиарный полюса различаются характером расположения органелл. Цитоплазма гепатоцитов характеризуется наличием большого количества митохондрий. Они округлой или вытянутой формы диаметром от 1–1,5 мкм и длинной на продольных срезах до 3 мкм. Встречаются гантелевидные, вероятно делящиеся митохондрии. При этом в некоторых гепатоцитах преобладают митохондрии округлой формы, в других – вытянутые до нескольких микрон. Это объясняется однонаправленностью митохондриальной сети в гепатоцитах вытянутой формы и плотным расположением митохондриальных тяжей, что характерно для печени перепелов.

Митохондрии имеют типичное строение. Внутри имеется значительное число расширенных, коротких крист. Некоторые из них выглядят светлыми, а в митохондриях относительно светлого матрикса – темными со светлой серединой. В светлых гепатоцитах чаще встречаются митохондрии небольшой величины с множеством мелких крист. Мы наблюдали большее количество митохондрий и большую величину этих ультраструктур в крупных клетках с крупным светлым ядром и ядрышком гранулированного типа. В двуядерных гепатоцитах больше крупных митохондрий.

В гепатоцитах перепелов очень хорошо выражена цитоплазматическая сеть в виде небольших отграниченных мембранных канальцев и везикул. ЗЦС перепелов представлена главным образом плоскими цистернами, лежащими чаще всего близко к митохондриям, окружая их частично или полукругом, образуя своеобразную

«шапочку», или вокруг митохондрии в виде кольца. Последняя картина чаще наблюдается в двуядерных гепатоцитах. Если в срезе видны удлинённые митохондрии, профили ЗЦС располагаются близко между ними в виде тяжей. Описанная картина является видовой особенностью гепатоцитов перепелов. В отличие от млекопитающих ЗЦС гепатоцитов перепелов фрагментирована и не образует структур из параллельно лежащих мембран.

Кроме того, в цитоплазме гепатоцитов перепелов встречаются: лизосомы, периксисомы, пластинчатый комплекс, филаментозные структуры, липиды, гликоген. Но наибольшую информативность для оценки функционального состояния гепатоцитов имеет ядро и располагающееся в нем структуры и ядрышко.

Объем паренхимы печени птиц месячного возраста, получавших Диронакс, достоверно снижается, но этот показатель остается выше по сравнению с контролем. Среднее ядерно-плазматическое отношение у месячных птиц этой группы составляет у утят – $0,048 \pm 0,004$; у гусят – $0,039 \pm 0,003$; у перепелов – $0,071 \pm 0,006$. По сравнению с контролем, у гусей и перепелов ЯПО достоверно выше (при $P < 5\%$). Капли липидов, зернистость цитоплазмы встречается только у 10 % птиц. На фоне пролиферации соединительной ткани признаки стромально-сосудистой дистрофии обнаруживали у 10 % уток и гусей (таблица 3).

В ядре хроматин мелкодисперсный низкой электронной плотности лежит диффузно. Плотный хроматин различается в виде от краевого маргинального. Гранулярная цитоплазматическая сеть выражена, равномерно лежит по всей цитоплазме. Цистерны разделены, даже фрагментированы, не образуют пакеты параллельных мембран. На мембранах большое количество рибосом. Гладкая цитоплазматическая сеть мелкая, расположена ближе к периферии.

В гепатоцитах утят, получавших селен, митохондрий больше. Они овальные или неправильной формы с ответвлениями. Содержат много радиально лежащих крист. Их матрикс электронно-плотный гранулированный. Увеличивается плотность внутримитохондриальных крист. «Темных» гепатоцитов заметно больше. Они отвечают за синтетическую активность печени, содержат более крупную зернистую эндоплазматическую сеть, мало профилей гладкого эндоплазматического ретикулума. В них больше рибосом и полисом и хорошо развит пластинчатый комплекс. В цитоплазме больше гранул гликогена, лучше развита сеть митохондрий. Последние более крупные, и их число в 2–3 раза превышает таковое в «светлых» гепатоцитах.

Печень птиц, получавших препарат селена, имеет четкую архитектуру. Тканевые структуры в ней выражены. Строма и паренхима хорошо развиты. Атрофические, дистрофические изменения, признаки патологии крово- и лимфообращения отсутствуют. Гепатоциты имеют крупные светлые ядра. Ободок хроматина четкий и лежит по периферии ядра и округлым структурированным ядрышком в центре. Некоторые гепатоциты содержат по 2–3 небольших ядрышка. Довольно часто можно встретить гипертрофированные двуядерные гепатоциты. Цитоплазма гепатоцитов имеет мелкозернистую структуру, не содержит нейтральных жиров. На фоне роста и развития соединительной ткани незначительно снижается объем паренхимы. Среднее ядерно-плазматическое отношение составляет у утят – $0,049 \pm 0,005$; у гусят – $0,039 \pm 0,003$; у перепелов – $0,073 \pm 0,006$, что несколько ниже по сравнению с 15-суточным возрастом, несколько выше по сравнению с суточным возрастом, достоверно выше (при $P < 5\%$), чем в контроле.

К двухмесячному возрасту печень птиц контрольной группы уже имеет дефинитивную структуру. Объем паренхимы печени снижается не только за счет пролиферации соединительной ткани, но и за счет фиброзных изменений, особенно в области триад вокруг желчных протоков и кровеносных сосудов. Среднее ядерно-плазматическое отношение достоверно снижается у утят до $0,043 \pm 0,003$; у гусят – до $0,029 \pm 0,002$; у перепелов – до $0,053 \pm 0,004$. Это ниже по сравнению со всеми предыдущими возрастными периодами (таблица 4).

У двухмесячных птиц происходит утолщение коллагеновых волокон. Образуется много тонких ретикулиновых волокон. Стенки сосудов утолщены за счет мукоидного набухания волокон и межклеточного вещества. Это сопровождается застойными явлениями. Лимфоидные клетки лежат по ходу кровеносных сосудов в виде ограниченных фолликулов без формирования капсулы. Лимфатические узелки имеют не большой размер.

«Балки» и «клубочки» в печени не определяются. Ярко выражена декомпозиция гепатоцитов. Просветы сосудов сужены за счет набухания гепатоцитов. Цитоплазма имеет сетчатую структуру и содержит капли жира. В перемычках между ячейками видны остатки цитоплазмы с мембранами в состоянии декомпозиции. Ядра находятся в центре, но они несколько уменьшены или сморщены.

К двухмесячному возрасту в контрольной группе гусей печень характеризуется дифференцированной структурой, коллагеновые волокна

тесно взаимосвязаны, что доказывает развитие фиброзных изменений органа. Структура печеночных пластинок нарушена, ярко выражена

дискомплексация клеточных элементов паренхимы. Просвет сосудов сужен. Выражена сетчатость и зернистость цитоплазмы вокруг ядра.

Таблица 4 Морфологические изменения в печени у 60-суточных птиц (по 10 птиц в группе)

Тип морфологических изменений		Группа	Количество птиц с изменениями в печени		
			утки	гуси	перепела
А	Вакуолизация цитоплазмы	Контроль	10	10	9
		Диронакс	2	2	1
		С. Селен	1	0	1
В	Паренхиматозная дистрофия	Контроль	9	8	8
		Диронакс	0	1	0
		С. Селен	0	0	0
С	Жировая дистрофия	Контроль	8	9	8
		Диронакс	1	2	1
		С. Селен	0	1	0
D	Пролиферация соединительной ткани	Контроль	10	10	10
		Диронакс	2	2	1
		С. Селен	3	4	2
E	Внеклеточная дистрофия и фиброз стромы	Контроль	8	7	9
		Диронакс	1	1	2
		С. Селен	0	1	0
F	Ядерно-цитоплазматическое отношение	Контроль	0,043 ± 0,003	0,029 ± 0,002	0,053 ± 0,004
		Диронакс	0,042 ± 0,003	0,034 ± 0,002*	0,064 ± 0,005*
		С. Селен	0,046 ± 0,005*	0,032 ± 0,002	0,069 ± 0,007*

* достоверная разница с контролем (P < 5 %).

При электронно-микроскопическом исследовании гепатоцитов отмечали выраженные изменения митохондрий. В гепатоцитах часто встречаются рыхло сопряженные митохондрии – набухшие, рыхлые, отежные митохондрии, у которых имеются разрушения мембран. Реже видны слабо сопряженные митохондрии. Они больших размеров, рисунок крист сглажен, имеются обширные разрушения мембран и просветление матрикса. Изменяется эндоплазматическая сеть и рибосомы. Гранулярная эндоплазматическая сеть гиперплазированная, агранулярная – фрагментированная с расширенными профилями или с признаками редукции. Некоторые клетки набухают и в них появляются миелоидные фигуры.

У двухмесячных птиц, получавших Диронакс, «балочно-клубочковая» организация органа сохранена. Лимфоидные узелки небольшие, но структурированные. Строма выражена хорошо. У 10–20 % птиц наблюдается вакуолизация цитоплазмы гепатоцитов, имеются признаки белково-жировой дистрофии (таблица 4). Не диагностируются фиброзные изменения и стромальная дистрофия. Относительный объем паренхимы достоверно выше. Ядра гепатоцитов крупные, с расположенным по периферии ядра гетерохроматином. Ядрышко мелкое, имеет ретикулярную структуру и расположено в центре. Внутريدольковые синусоидные капилляры четко выражены с единичными эритроцитами в просвете. Форма гепатоцитов многогранная.

Ядра гепатоцитов крупные, светлые, с крупным центральным расположенным ядрышком,

расположены несколько эксцентрично. Среднее ядерно-плазматическое отношение уменьшается и составляет у уток – 0,042 ± 0,003; у гусей – 0,034 ± 0,002; у перепелов – 0,064 ± 0,005, что у гусей и перепелов достоверно выше по сравнению с контролем.

У двухмесячных мускусных уток, получавших селеносодержащую подкормку, объем паренхимы ниже контрольной группы. Среднее ядерно-плазматическое отношение у птиц этой группы составляет: у уток – 0,046 ± 0,005; у гусей – 0,032 ± 0,002; у перепелов – 0,069 ± 0,007. Это достоверно ниже по сравнению с предыдущими возрастными периодами у перепелов, но достоверно выше по сравнению с группой, получавшей Диронакс.

Ультраструктурные отличия в гепатоцитах по сравнению с контрольной группой следующие. В цитоплазме митохондрий заметно больше, они с короткими кристами, просветленным матриксом, округлые. Об активизации в них энергозависимых функций свидетельствует набухание некоторых из них. Много светлых пузырьков и цистерн образуется расширенными полостями цитоплазматической сети. Гранулярная цитоплазматическая сеть располагается вокруг митохондрий. Гликогена по сравнению с контролем мало, и гранулы диспергированные. Ядра гепатоцитов светлые. Содержат одно-два хорошо организованных ядрышка. Заметно увеличивается доля мелкодисперсного хроматина, что связано с высокой степенью дифференциации и синтетической активностью. Для гусей

этой опытной группы характерно увеличение гликогена и снижение количества нейтрального жира.

Обсуждение полученных результатов. Известно, что после вылупления наступает критическая фаза, связанная с резким переходом с эндогенного типа питания, который осуществляется за счет липидов яйца, на питание за счет белков и углеводов, поступающих с кормом [34, 37]. При этом происходит существенная структурная перестройка печени [16, 19, 29].

Проведя тщательное макро- и микроскопическое, электронно-микроскопическое исследование печени суточных утят, гусят и перепелат, мы установили, что имеется незавершенная дифференциация паренхимы. Но гепатоциты обладают высокой синтетической активностью. Она развивается за счет эндогенных запасов питательных веществ клеток – фосфолипидов и липопротеидов, которые мы выявили при помощи гистохимических реакций.

M. Gesek et al. [16] исследовали печень цыплят-бройлеров на 3-й день после вылупления и установили, что у 100 % птиц наблюдается вакуолярная и жировая дегенерация гепатоцитов. У 80 % цыплят генетической линии Rossa 308 венотный застой. Аналогичные данные были получены Д.Ю. Гришиной [29], изучавшей печень бройлеров, Н. Namodi [13], исследовавшим печень трех видов птиц. Это согласуется с данными наших исследований, проведенными на мясных птицах (утки, гуси и перепела).

Следовательно, уже с первых дней жизни необходимо применять быстро усвояемый и оперативно действующий микроэлемент, имеющий антиоксидантное действие, – селен. Эффективными могут быть также эндогенные антиоксиданты прямого и непрямого действия типа тиоктовой (липоевой) кислоты.

В дальнейшие возрастные периоды в обмене веществ происходят существенные изменения: снижается содержание липидов, они локализуются в гепатоцитах периферической и средней зон дольки. Видимо, после вылупления происходит интенсивный гидролиз жира, который используется как энергетический материал. Наши данные согласуются с результатами исследований других авторов. По данным M. Gesek et al. [16], к десяти и семнадцати суткам постэмбрионального онтогенеза в печени бройлеров диагностируются паренхиматозная дегенерация и вакуолярная дистрофия, венозная гиперемия, пролиферация желчных протоков, гипертрофия эндотелиальных клеток и гипертрофия мышечных клеток артерий. Только у половины цыплят обнаруживали жировую дегенерацию, инфильтрацию лимфоидными клетками соединительной ткани, окружающей желчные и кровенос-

ные сосуды. Эти изменения авторы объясняют субклинической инфекцией, вызванной *C. perfringens* и вирусами, вызывающими холангиогепатит, а также поступлением с кормом афлотоксинов [1, 4, 10, 24].

К месячному, и еще в большей степени к двухмесячному возрасту у птиц контрольной группы увеличение массы печени сопровождается гипертрофией клеток, преобладающей над их пролиферацией, что согласуется с литературными данными [4, 29]. Относительный объем стромы достоверно увеличивается. В паренхиме печени обнаруживаются лимфоидные инфильтраты и кровоизлияния, напоминающие очаги экстремедуллярного кроветворения. На 45 сутки у перепелов на фоне высокого уровня сырого протеина в рационе наблюдается жировая дистрофия, некроз гепатоцитов [15]. Гистопатологию печени у птиц при оксидативном стрессе описали J. Osičková et al. [20]. V. Paskova et al. [21], изучив печень перепелов, установили, что этот орган, выполняющий детоксикационную функцию, первый поражается при оксидативном стрессе. Аналогичные данные получили Vitula F. et al. [28] при микоплазмозе куропаток.

Японские перепела очень чувствительны к геморрагическому синдрому жирной печени (FLHS), и комбинации липотропных и антиоксидантных пищевых добавок обладают защитным действием в отношении этого заболевания [25]. Исследования [14] показали, что в Турции использование цинка в качестве антиоксиданта имело защитное действие от вредного воздействия кадмия на клетки печени. Селен является фактором, который защищает печень, сердце и аорту от риска ожирения у крыс и перепелов, которым скормливали рацион с высоким содержанием жиров [6, 7].

На основании электронно-микроскопического анализа можно сделать вывод, что не инфильтрация и трансформация, а декомпозиция (липофанероз) преобладает среди механизмов развития дистрофии. Видимым проявлением метаболических нарушений является накопление липидов и их неполная утилизация при снижении глюконеогенеза. Несомненно, это и приводит к появлению в клетках высокого уровня перекисей [8], поскольку птиц выращивали в эндемической зоне с недостатком селена [5]. По данным M. Gesek et al. [16], чаще всего ультраструктурные нарушения обнаруживают в митохондриях и гранулярном эндоплазматическом ретикулуле.

Необходимо отметить, что использование комплексного селеносодержащего препарата Солвимин Селен и гепатопротектора Диронакс корректирует закономерности метаболизма. Селеносодержащий препарат в большей степени,

чем гепатопротектор, нормализует структуру печени. Более полно используются липиды в качестве энергетического материала.

Это согласуется с данными литературы. По сведениям Д.А. Шишкиной [36], селеноорганические вещества оказывают влияние на рост живой массы гусей китайской серой породы и нормализуют структуру печени, способствуют компенсации жировой дистрофии печени. Это происходит за счет более полного использования липидов в качестве источника энергии. Аналогичные данные получены и другими авторами, изучавшими влияние селена на морфологию печени [2, 11, 15, 17, 26, 33]. Эта перспективная тема продолжает изучаться и дальше [27]. Влияние препарата Диронакс на рост и развитие птиц мясных пород изучено недостаточно [30, 33].

Выводы. Анализ морфологических параметров печени мясных птиц позволяет нам выделить конкретные этапы постэмбрионального развития. Первый этап начинается в первые дни после вылупления. При этом происходят выраженные изменения обмена веществ, связанного с переходом с эндогенного на экзогенный тип их поступления. Этот этап можно оценить как критический. Второй этап начинается с 15-суточного возраста, продолжается до 30 суток. В это время идёт интенсивное структурное и гистофизиологическое развитие органа. Третий этап начинается с 30-суточного возраста, когда печень достигает дефинитивного уровня развития.

На фоне некачественных кормов, недостаточного поступления природных антиоксидантов в паренхиматозных органах и прежде всего в печени происходит развитие паренхиматозной, жировой, стромально-сосудистой дистрофий. При этом преобладает трансформация компонентов жира и перекисного окисления липидов мембран. Вследствие недостаточной или не-

полной утилизации эндогенных метаболитов начинается аккумуляция естественных для птиц продуктов – липидов, что проявляется выраженными клеточными проявлениями метаболических нарушений. Компенсаторные возможности печени по отношению к воздействию этих факторов снижаются, что приводит к дальнейшему развитию указанных патологических процессов, вплоть до альтеративных и фиброзных изменений.

Проведенные исследования позволили изучить положительное влияние антиоксидантов, входящих в поливитаминную селеносодержащую кормовую добавку (Солвимин Селен), и нового отечественного препарата на основе диизопропиламмония дихлорацетата (Диронакс) на рост и развитие птиц мясных пород (мускусные утки, гуси венгерской белой породы, перепела), морфофункциональное состояние печени, что позволило предложить следующие практические рекомендации. Использование синтетических антиоксидантов позволяет оптимизировать структуру печени в направлении полного использования липидов в качестве энергетического вещества. Это препятствует развитию в органе нарушений клеточных механизмов метаболизма, ведущим к структурным изменениям, и вносит существенные коррективы в установленные закономерности органогенеза печени птиц.

Нами подтверждена высокая биологическая и профилактическая активность препарата Солвимин Селен уже в первый месяц постэмбрионального эмбриогенеза. Диизопропиламмоний дихлорацетат оказывает гепатопротекторное действие, препятствуя развитию жировой дистрофии гепатоцитов и последующих фиброзных изменений стромы печени, но этот эффект наблюдается в более поздние сроки по сравнению с Солвимином Селеном.

Библиографический список

1. Abeera, M. Effect of vitamin E and Selenium as immuno modulators on induced aflatoxicosis in broiler birds / M. Abeera, R. Asif, A.K. Imtiaz, H. Azhar // Pak. J. Life Soc. Sci. 2009. 7 (1), 31–34.
2. Aluwong, T. Effect of yeast probiotic on growth, antioxidant enzyme activities and malondialdehyde concentration of broiler chickens / T. Aluwong, M. Kawu, M. Raji et al. // Antioxidants 2013. 2 (4), 326–339.
3. An, B. Effects of dietary supplementation with detoxified *Rhus verniciflua* sap on egg production, yolk lipid and intestinal microflora in laying hens / B. An, J. Kim, L. Zheng, B. Moon, K. Lee // Asian Australas J. Anim. Sci. 2018. 31 (1): 86.
4. Asok, K. Hepato nephropathology associated with inclusion body hepatitis complicated with citrinin mycotoxicosis in a broiler farm / K. Asok, P. Munusamy, S. Latheef et al. // Veterinary World. 2018. 11: 112–117.
5. Asylbaev, I. Bioaccumulation of Chemical Elements by Old-Aged Pine Trees in the Southern Urals / I. Asylbaev, I. Gabbasova, I. Khabirov et al. // Journal of Engineering and Applied Sciences. 2018. 13: 8746–8751.
6. Attia, Y.A. Effect of oil source and antioxidant supplementations on growth performance and meat quality of Japanese quail males / Y.A. Attia, A.E. Abd-el-Hamid, F.A. Abd-elghany, H.I. Habiba // Proceedings of the EPC 2006 XII European Poultry Conference, Verona, Italy. 2006.
7. Attia, H.F. Protective effect of vitamin E and selenium on the liver, heart and aorta / H.F. At-

tia, M.M. Soliman, T.A. Ismail // *Journal of Veterinary Anatomy*. 2012. 5 (1). 17–29.

8. Bagautdinov, A. Assessment of the Antioxidant Properties of Plant and Chemical Origin Dietary Supplements in the Model Test System / A. Bagautdinov, V. Baymatov, D. Gildikov et al. // *Journal of Engineering and Applied Sciences*. 2018. 13: 6576–6583.

9. Byoung-Ki, A. Effects of dietary supplementation with detoxified *Rhus verniciflua* sap on egg production, yolk lipid and intestinal microflora in laying hens / A. Byoung-Ki, Je-Hun Kim, Lan Zheng et al. // *Asian-Australasian journal of Animal Sciences*, 2018; T. 31, N 1. P. 86–90.

10. Ednes, F.W. Effect of dietary selenium on small intestine villus integrity in reovirus-challenged broilers / F.W. Ednes, J. Read-snyder, A.H. Cantor, A.J. Pescatore, J.L. Pierce // *International Journal Poultry Science*. 2009. 8 (9): 829–835.

11. Ipek, A. The effect of vitamin E and vitamin C on the performance of Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*) reared under heat stress during growth and egg production period / A. Ipek, O. Canbolat, A. Karabulut // *Asian-Australian Journal of Animal Science*. 2007. 20 (2): 252–256.

12. Fletcher OJ (eds.): *Avian Histopathology*. 4th ed. AAAP, Jacksonville, FL. 2016.

13. Hamodi, H.M. Comparative Anatomical, Histological and Histochemical Study of the Liver in Three Species of Birds / H.M. Hamodi, Ali A. Abed, Ameer M. Taha // *Raf. J. Sci.*, 2013. Vol. 24. № 5. PP. 12–23.

14. Holovská, K. Morphological changes in the liver and the response of antioxidant enzymes after turkeys' chronic exposure to cadmium / K. Holovská, A. Sobeková, V. Almajšiová, V. Cigánková // *Polish Journal of Environmental Studies*. 2013. 22 (5): 1371–1379.

15. Jafargolipour, M. Effects of antioxidants consumption and low protein diets on liver and intestine histopathology and performance of Japanese quails (*coturnix coturnix japonica*) / M. Jafargolipour, T. Vahdatpour, H. Mahmoodpour, S. Vahdatpour // *Animal Research International*. 2017. 14 (1): 2683–2690.

16. Gesek, M. Morphological pattern of the livers of different lines of broiler chickens during rearing / M. Gesek, J. Szarek, I. Otrocka-Domagala et al. // *Szynaka Veterinarni Medicina*. 2013. 58, (1): 16–24.

17. Lukaszewicz, E. Effect of dietary selenium and vitamin E on chemical and fatty acids composition of goose meat and liver / E. Lukaszewicz, A. Kowalczyk, A. Jerysz // *Animal science papers and rep. Polish acad. of sciences, Inst. of genetics and animal breeding*. 2016. 34: 181–193.

18. Mariappan, A., Munusamy, P., Latheef, S., Singh, S. and Dhama, K. (2018) Hepato nephropathy associated with inclusion body hepatitis complicated with citrinin mycotoxicosis in a broiler farm. / A. Mariappan, P. Munusamy, S. Latheef et al. // *Vet. World*. 2018. 11 (2): 112.

19. Nasrin, M. Gross and histological studies of digestive tract of broilers during postnatal growth and development / M. Nasrin, M. Siddiqi, M.A. Masum, M.A. Wares // *Journal of Bangladesh Agricultural University*. 2012. 10 (1): 69–77.

20. Osičková, J. Oxidative stress and liver damage in birds exposed to diclofenac and lead / J. Osičková, H. Bandouchová, V. Kováčová, J. Král, L. Novotný et al. // *Acta Veterinaria. Brno*. 2014. 83 (4): 299–304.

21. Paskova, V. Combined exposure of Japanese quails to cyanotoxins, Newcastle virus and lead: oxidative stress responses / V. Paskova, H. Paskerova, J. Pikula et al. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2011. 74 (7): 2082–2090.

22. Rahal, A. Oxidative stress, prooxidants, and antioxidants: the interplay / A. Rahal, A. Kumar, V. Singh, B. Yadav et al. // *BioMed. Res*. 2014. Int. 19.

23. Rudik, V. The effect of preparations of BioR and butofan on the functional state of the liver and some indicators of productivity in quails for fattening / V. Rudik, V. Hudumak, N. Pavlichenko et al. // *Stiinta Agric*. 2018. № 2: 129–137.

24. Salema, R. Effect of probiotic supplement on aflatoxicosis and gene expression in the liver of broiler chicken / Ramadan Salema, Nagwan El-Habashib, E. Sabreen et al. // *Environmental Toxicology and Pharmacology*. 2018. 60. 118–127.

25. Spurlock, M.E. and Savage, J.E. (1993). Effect of dietary protein and selected antioxidants on fatty liver hemorrhagic syndrome induced in Japanese quail // *Poultry Science*. 1993. 72 (11): 2095–2105.

26. Surai, P.F. Natural antioxidants in poultry nutrition: New developments // *Proceedings of the 16th European Symposium on Poultry Nutrition, Strasbourg, France, 26–30 August 2007*. P. 669–675.

27. Surai, P.F. Selenium in poultry nutrition: From sodium selenite to organic selenium sources (Review) / P.F. Surai, I.I. Kochish, V.I. Fisinin, O.A. Velichko // *Journal of Poultry Science*. 2018. V. 55, Issue 2, 79–93.

28. Vitula, F. *Mycoplasma gallisepticum* infection in the grey partridge *Perdix perdix*: outbreak description, histopathology, biochemistry and antioxidant parameters / F. Vitula, L. Peckova, H. Bandouchova et al. // *BMC Veterinary Research*. 2011. 7 (1): 34.

29. Гришина, Д.Ю. Морфологические и морфометрические показатели печени бройлеров [Текст] / Д.Ю. Гришина, Х. Баймишев // Птицеводство. 2007. № 8. С. 36–37.

30. Губайдуллин, А.С. Влияние гепатопротектора Диронакс на рост и развитие гусей [Текст] / А.С. Губайдуллин, Е.Н. Сковородин, Б.П. Струнин, И.Р. Кильметова // Ветеринария Кубани. 2015. № 5. С. 20–21.

31. Деблик, А.Г. Влияние пробиотиков на морфологию органов иммунитета цыплят [Текст] / А.Г. Деблик, Е.Н. Сковородин // Птица и птицепродукты. 2007. № 1. С. 51–53.

32. Кильметова, И.Р. Гепатозащитные свойства нового препарата диронакс при экспериментальном гепатите [Текст] / Кильметова И.Р., Сковородин Е.Н., Дударев А.А. // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2015. № 2 (34). С. 47–50.

33. Сковородин, Е.Н. Влияние препаратов Солвимин Селен и Селемаг на рост и развитие мускусных уток [Текст] / Е.Н. Сковородин, В.Д. Давлетова, О.В. Дюдьбин // Ветеринария. 2013. № 9. С. 16–20.

34. Тельцов, Л.П. Значение критических фаз в развитии органов [Текст] / Л.П. Тельцов, В.А. Столяров, Е.Н. Сковородин // Морфофункциональный статус млекопитающих и птиц: материалы 3-й научной конференции морфологов. 1995. С. 10–11.

35. Шах-Меликян, Т.А. Фармако-токсикологическая оценка препарата Дипромоний-М [Текст]: автореф. дис. ... канд. ветеринар. наук: 06.02.03 / Т.А. Шах-Меликян. Краснодар, 2012. 18 с.

36. Шишкина, Д.А. Морфология печени гусей китайской серой породы на фоне применения селеноорганического препарата ДАФС-25К [Текст]: автореф. дис. ... канд. вет. наук: 16.00.02 / Д.А. Шишкина. М., 2016. 16 с.

37. Шумилов, И.А. Морфофункциональный анализ застенных пищеварительных желез кур кросса Шейвер-2000 с учетом критических фаз развития [Текст]: автореф. дис. ... канд. ветеринар. наук: 06.02.01 / И.А. Шумилов. Москва, 2018. 23 с.

Сведения об авторах

1. **Сковородин Евгений Николаевич**, доктор ветеринарных наук, профессор, заведующий кафедрой морфологии, патологии, фармации и незаразных болезней, ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, 450001, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. 50-летия Октября, 34, тел.: +7 (347) 228-28-77, e-mail: skovorodinen@mail.ru.

2. **Базекин Георгий Вячеславович**, кандидат биологических наук, доцент, декан факультета биотехнологий и ветеринарной медицины, ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, 450001, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. 50-летия Октября, 34, тел.: +7 (347) 228-28-77, e-mail: george.bazekin@rambler.ru.

3. **Бронникова Гузель Замилевна**, аспирант, кафедра морфологии, патологии, фармации и незаразных болезней, ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, 450001, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. 50-летия Октября, 34, тел.: +7 (347) 228-28-77, e-mail: bronnikova.g@bashkortostan.ru.

4. **Дюдьбин Олег Вячеславович**, кандидат ветеринарных наук, старший преподаватель кафедры морфологии, патологии, фармации и незаразных болезней, ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, 450001, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. 50-летия Октября, 34, тел.: +7 (347) 228-28-77, e-mail: d-oleg7@mail.ru.

Цель данного исследования – изучить влияние кормовых добавок, содержащих натуральные антиоксиданты (Е-селен) и синтетический антиоксидант (диизопропиламмония дихлорид). Проведенные комплексные исследования позволили установить положительное влияние антиоксидантов на рост и развитие птиц мясных пород (мускусные утки, гуси венгерской белой породы, перепела), масса тела которых по сравнению с контролем увеличилась на 5–10 %. Применение антиоксидантов предотвращает развитие жировой, вакуольной и паренхиматозной дистрофии, некроз гепатоцитов и эпителиальных клеток желчных протоков, пролиферацию соединительной ткани с последующим ее

фиброзом. Ультраструктурные исследования гепатоцитов птиц контрольной группы выявили нарушения структуры митохондрии и зернистой эндоплазматической сети. Митохондрии подверглись набуханию, полиморфизму, пролиферации и повреждению. Антиоксиданты предотвращают дефрагментацию и ацинарную трансформацию гранулярного эндоплазматического ретикулума, вакуолизацию, появление липидных капель и цитоплазматических миелоноподобных структур. Это исследование показало, что эффективнее применять быстродействующий натуральный поливитаминный антиоксидантный комплекс, содержащий селен, начиная с первых дней постэмбрионального онтогенеза.

MORPHOLOGICAL JUSTIFICATION OF THE USE OF ANTIOXIDANTS FOR GROWING POULTRY

Key words: *geese; ducks; quails; morphology; liver; ultrastructure; hepatocytes; antioxidants; selenium; diisopropylammonium dichloroacetate.*

Authors' personal details

1. **Skovorodin Evgeny**, Doctor of Veterinary Sciences, Professor, head of Department of morphology, pathology, pharmacy and noncontagious diseases, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Bashkir State Agrarian University», 450001, Ufa, 50-letiya Oktyabrya St., 34, phone: +7 (347) 228-28-77, e-mail: skovorodinen@mail.ru.

2. **Bazekin George**, Candidate of Biological Sciences, Dean of faculty of biotechnology and veterinary medicine, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Bashkir State Agrarian University», 450001, Ufa, 50-letiya Oktyabrya St., 34, phone: +7 (347) 228-28-77, e-mail: george.bazekin@rambler.ru.

3. **Bronnikova Guzel**, Post-graduate student, Department of morphology, pathology, pharmacy and noncontagious diseases, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Bashkir State Agrarian University», 450001, Ufa, 50-letiya Oktyabrya St., 34, phone: +7 (347) 228-28-77, e-mail: bronnikova.g@bashkortostan.ru.

4. **Dyudbin Oleg**, Candidate of Veterinary Sciences, senior lecturer, Department of morphology, pathology, pharmacy and noncontagious diseases, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Bashkir State Agrarian University», 450001, Ufa, 50-letiya Oktyabrya St., 34, phone: +7 (347) 228-28-77, e-mail: d-oleg7@mail.ru.

The study objective is to examine the impact of feed supplements, containing natural antioxidants (selenium) and synthetic antioxidant (diisopropylammonium dichloroacetate). The performed studies allowed to determine positive influence of the antioxidants on growth and development of the meat poultry (musky ducks, geese of the Hungarian white breed, quail), whose body mass increased by 5–10 % in comparison with the control parameters. The use of antioxidants prevents from development of fatty, hydropic and parenchymal degeneration, hepatocyte and epithelial cells, necrosis of the bile ducts, connective tissue proliferation with its further

fibrosis. The ultrastructural hepatocytes studies of the control group poultry showed the disorders of the mitochondria structure and granular endoplasmic reticulum. The mitochondria underwent intumescence, polymorphism, proliferation and damage. The antioxidants prevent defragmentation and acinar transformation of the granular endoplasmic reticulum, vacuolization, emerging of lipid drops and cytoplasmic myelin-like structures. This study showed that it is more effective to use a well-digested, fast-acting multivitamin antioxidant complex with selenium immediately after hatching.

© Сковородин Е.Н., Базекин Г.В., Бронникова Г.З., Дюдьбин О.В.

УДК 631.53.01:612.014.464

DOI: 10.31563/1684-7628-2020-53-1-125-131

А.В. Богданов, В.В. Евченко, С.Ю. Попова

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВРЕМЕНИ СНИЖЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ОЗОНА ДО УРОВНЯ ПДК ПРИ ОБОСНОВАНИИ ПАРАМЕТРОВ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН

Ключевые слова: *обработка семян; озono-воздушная смесь; озонирование; генератор озона; режимы обработки, предельно-допустимая концентрация.*

Увеличение объемов продовольственной продукции растениеводства непосредственно

связано с повышением урожайности сельскохозяйственных культур. Повышение урожайности