

ского союза / Э. Конноли, Д. О'Сулливан // Оценка воздействия микотоксинов в Европе : европейский семинар по микотоксинам. – 2005. – С. 2–21. 4. Ле Бра, Э. Микотоксинозы. Профилактика и лечение / Э. Ле Бра // Комбикорма. – 2008. – №3. – С. 93–94. 5. Папазян, Т. Микотоксины: экономический риск и контроль / Т. Папазян // Комбикорма. – 2006. – № 1. – С. 77–78. 6. Профилактика микотоксикозов свиней с использованием пробиотиков / И. Шкуратова [и др.] // Эффективное животноводство. – 2019. – № 8 (156). – С. 94–95. – EDN WAOAMC. 7. Сурай, П. Взаимодействие между микотоксинами, иммунитетом и антиоксидантной системой / П. Сурай, Ю. Дворская // Оценка воздействия микотоксинов в Европе : европейский семинар по микотоксинам. – 2005. – С. 85–96. 8. Сэнтин, Э. Рост плесневых грибов и продуцирование микотоксинов / Э. Сэнтин // Оценка воздействия микотоксинов в Европе : европейский семинар по микотоксинам. – 2005. – С. 27–39. 9. Иммунный статус белых крыс при экспериментальном T-2 токсикозе / А. Г. Шахов [и др.] // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2015. – № 2. – С. 63–65.

References. 1. Dvorskaya, YU. E. Mikotoksiny v kormah svinej: ocenka riska / YU. E. Dvorskaya / *Naukovij visnik L'vivs'kogo nacional'nogo universitetu veterinarnoi mediciny ta biotekhnologij*. – 2014. – S. 10–12. 2. Ivanov, A. Kompleksnyj podhod v bor'be s mikotoksinami / A. Ivanov // *Kombikorma*. – 2008. – № 4. – S. 75–76. 3. Konnoli, E. Seriya seminarov po mikotoksinam: pochemu sejchas? Znacheniya dlya Evropy i Evropejskogo soyuza / E. Konnoli, D. O'Sullivan // *Ocenka vozdejstviya mikotoksinov v Evrope : evropejskij seminar po mikotoksinam*. – 2005. – S. 2–21. 4. Le Bra, E. Mikotoksikozy. Profilaktika i lechenie / E. Le Bra // *Kombikorma*. – 2008. – №3. – S. 93–94. 5. Papazyan, T. Mikotoksiny: ekonomicheskij risk i kontrol' / T. Papazyan // *Kombikorma*. – 2006. – № 1. – S. 77–78. 6. Profilaktika mikotoksikozov svinej s ispol'zovaniem probiotikov / I. SHkuratorova [i dr.] // *Effektivnoe zhivotnovodstvo*. – 2019. – № 8 (156). – S. 94–95. – EDN WAOAMC. 7. Suraj, P. Vzaimodejstvie mezhdru mikotoksinami, immunitetom i antioksidantnoj sistemoj / P. Suraj, YU. Dvorskaya // *Ocenka vozdejstviya mikotoksinov v Evrope : evropejskij seminar po mikotoksinam*. – 2005. – S. 85–96. 8. Sentin, E. Rost plesnevyyh gribov i producirovaniye mikotoksinov / E. Sentin // *Ocenka vozdejstviya mikotoksinov v Evrope : evropejskij seminar po mikotoksinam*. – 2005. – S. 27–39. 9. Immunnyj status belyh kryis pri eksperimental'nom T-2 toksikoze / A. G. SHahov [i dr.] // *Vestnik rossijskoj sel'skohozyajstvennoj nauki*. – 2015. – № 2. – S. 63–65.

Поступила в редакцию 21.10.2022.

DOI 10.52368/2078-0109-2022-58-4-148-153
УДК 619:616-018:597.2/5:618.2

МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ПЕЧЕНИ МАТОЧНОГО СТАДА КАРПА ОБЫКНОВЕННОГО (CYPRINUS CARPIO) В ПЕРИОД НЕРЕСТА

Михайлов Е.В. ORCID ID 0000-0001-5457-1325, Пономарева Ю.О. ORCID ID 0000-0002-84-302537, Моргунова В.И. ORCID ID 0000-0002-7148-7624, Шабунин Б.В. ORCID ID 0000-0002-2234-3851, Болотова В.С. ORCID ID 0000-0002-6967-7162, Новосельцев И.С.

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии», г. Воронеж, Российская Федерация

*В статье представлены данные о морфофункциональном состоянии печени маточного стада карпа обыкновенного (CYPRINUS CARPIO) в период нереста. Исследования проведены в одном из хозяйств Воронежской области, специализирующегося на разведении и выращивании товарной рыбы. Исследуемое маточное поголовье было разделено на две группы, в соответствии с возрастным показателем. Первую группу (n=6) (основное стадо) формировали особи весом 4-7 кг, возрастом 4-7 лет, вторую (n=6) – особи 8-17 кг, возрастом от 7 лет и старше. При изучении биохимических показателей были выявлены следующие изменения: билирубин прямой во второй группе превышал нормативные значения на 62,3%. Уровень АЛТ – в первой группе был выше указанной нормы на 62%, а во второй – на 85,2% соответственно. Изменение показателя щелочной фосфатазы в первой группе было ниже нормативных показателей на 74,3%, во второй группе – на 59,6%. Глюкоза в первой группе превышала норму на 87,3%, во второй – на 71,2% соответственно. Проведенные гистологические и цитологические исследования позволили подтвердить наличие гепатоза печени маточного стада во всех исследуемых группах. **Ключевые слова:** карп обыкновенный, маточное стадо, биохимические показатели, патология печени, цитология, гистология, гепатоз.*

MORPHOFUNCTIONAL STATE OF THE LIVER IN THE BROODSTOCK OF THE COMMON CARP (CYPRINUS CARPIO) DURING THE SPAWNING PERIOD

Mikhaylov E.V., Ponomareva Yu.O., Morgunova V.I., Shabunin B.V., Bolotova V.S., Novoseltsev I.S.
FSBSI "All-Russian Veterinary Research Institute of Pathology, Pharmacology and Therapy",
Voronezh, Russian Federation

The article presents the data on the morphofunctional state of the liver in the broodstock of the common carp (CYPRINUS CARPIO) during the spawning period. The research was carried out on one of the farms in the Voronezh region that specializes in the breeding and rearing of commercial fish. The broodstock under investigation was divided into two groups according to the age indicator. The first group (n=6) (the main stock) was formed by individuals weighing 4-7 kg, aged 4-7 years; the second (n=6) – individuals of 8-17 kg, aged 7 years and older. When studying the biochemical indicators, the following changes were revealed: direct bilirubin in the second group exceeded the normative values

by 62.3%. In the first group the ALT level was 62% higher than the specified norm, and in the second group – 85.2%, respectively. The change in the alkaline phosphatase index in the first group was lower than the standard indicators by 74.3%, in the second group – by 59.6%. Glucose in the first group exceeded the norm by 87.3%, in the second group – by 71.2%, respectively. The histological and cytological studies carried out made it possible to confirm the presence of hepatosis in the liver of broodstock in all the studied groups. **Keywords:** common carp, brood stock, biochemical indicators, liver pathology, cytology, histology, hepatosis.

Введение. Во время весенней подготовки к нересту, которая совпадает с периодом повышения температуры и продолжается у карпов обычно 30-50 дней, происходит мобилизация резервных накоплений за счет использования многих запасных и структурных элементов мышц, печени и других органов. В условиях больших энергетических затрат у самок в преднерестовый период и при отсутствии их компенсации за счет питания, состояние рыб ухудшается и возникают предпосылки не только к продуцированию половых продуктов низкого качества, но и к гибели самих производителей как в период нереста, так и после него [1].

Совокупность физиолого-биохимических характеристик позволяет существенно увеличить объем достоверной информации о физиологическом состоянии рыб на различных этапах жизненного цикла и при разнообразных экологических условиях. Наиболее быстро на изменения внешних факторов в организме рыб реагирует кровь, и не случайно ее анализ стал одним из определяющих.

Печень является уникальным органом. Ее называют центральной биохимической лабораторией. Печень выполняет множество важнейших функций в организме: участвует во всех видах обмена (белков, жиров, углеводов), синтезирует факторы свертывания крови, синтезирует желчь, активирует и разрушает ряд гормонов (альдостерон, ГКС, эстрогены, тиреоидные и др.), обезвреживает ксенобиотики (цитохром P450) и аммиак, является депо железа и витаминов (B12, жирорастворимых A, D, E, K) и др. [2].

Поэтому, печень может являться биоиндикатором, по которому можно судить об общем физиологическом состоянии организма, а также говорить о характере патологических изменений в обмене веществ [3, 4].

У рыб и земноводных трубчатое строение печени частично нарушается, так как между трубочками возникают поперечные перекладки — анастомозы, и между ними врастает соединительная ткань с кровеносными сосудами и нервами [5].

Данный орган является важнейшим гистофизиологическим маркером состояния организма карпа и его реакции на любой внешний фактор воздействия. Проследить это возможно по изменениям в обмене веществ, которые возникают при патологии печени. Патологии печени карповых рыб проявляются в виде дистрофии, вакуолизации цитоплазмы гепатоцитов, некробиоза, фиброза и ряда других форм, в том числе цирроза и гепатита. Причина возникновения различных гистопатологических изменений на данный момент является актуальной проблемой, привлекающей внимание многих исследователей, так как патология печени является весьма распространенным явлением. Среди наиболее частых патологий печени рыб отмечены зернистая, гидропическая и жировая дистрофии гепатоцитов [6].

Целью нашего исследования являлось изучение морфофункционального состояния печени маточного стада карпа обыкновенного (*Cyprinus carpio*) в период нереста.

Материалы и методы исследований. Исследование было проведено в период нереста в одном из хозяйств Воронежской области, специализирующегося на разведении и выращивании товарной рыбы. Исследуемое маточное поголовье было разделено на две группы в соответствии с возрастным показателем. Первую группу (n=6) (основное стадо) формировали особи весом 4-7 кг и возрастом 4-7 лет, вторую (n=6) – особи 8-17 кг, возрастом от 7 лет и старше. Материалом для биохимических исследований являлась кровь. Биохимический анализ крови выполнен на автоматическом анализаторе EOS Bravo v100.

Материалом для гистологического исследования служила печень, взятая от этих рыб при аутопсии. Гистологические образцы органа готовились по стандартизированной методике: фиксация - в 10% нейтральном забуференном формалине, обезвоживание - в спиртах возрастающей крепости, заливка - в гистологический парафин "Histomix" (Biovitrum, Россия). Из получившегося блока изготавливали с помощью микротомы срезы, которые окрашивались гематоксилином-эозином по общепринятой методике. Препараты изучали на микроскопе БИОМЕД-5 (Россия), для получения фото использовали встроенную камеру с разрешением 8 Мпикс. Объектами цитологического исследования служили мазки-отпечатки печени. Данные препараты окрашивались по Паппенгейму: 3 минуты фиксация в фиксаторе-красителе по Май-Грюнвальду, затем на 40 минут стекла погружали в раствор азур-эозин по Романовскому [7].

Результаты исследований. Результаты биохимического исследования крови маточного поголовья карпа обыкновенного представлены в таблице.

Как видно из таблицы, значения прямого билирубина во второй группе превышали нормативные показатели [8, 9] на 62,3%. Уровень АлАТ – в первой группе был выше указанной нормы на 62%,

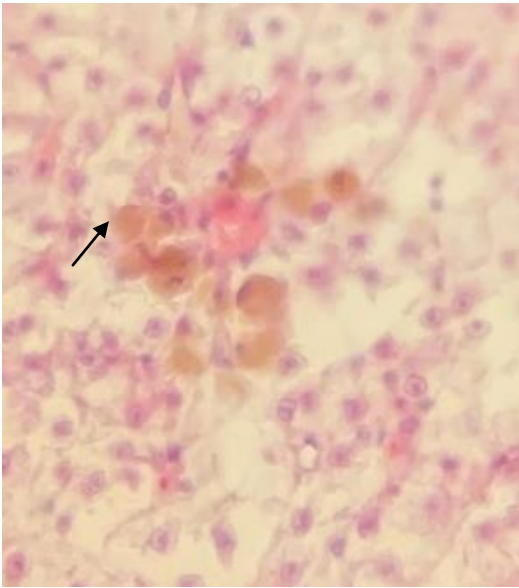
а во второй - на 85,2% соответственно. Изменение показателя щелочной фосфатазы в первой группе было ниже нормативных показателей на 74,3%, во второй группе на 59,6%. Уровни содержания глюкозы в сыворотке крови в первой группе превышали норму на 87,3%, во второй - на 71,2% соответственно.

При этом концентрация остальных показателей, указанных в таблице, не выходила за пределы нормативных значений для данных особей.

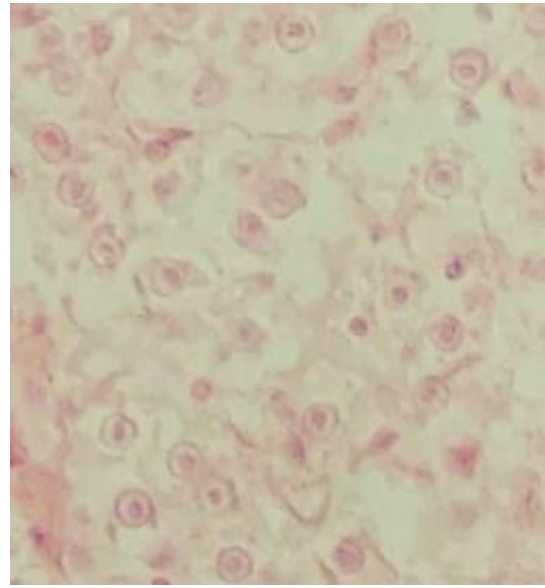
Таблица - Биохимические показатели крови маток карпов разных возрастных групп

Показатель	Первая группа	Вторая группа	Норма
Общий белок (TP), г/л	28 ± 3,28	32,0 ± 3,30	10-30
Альбумин (ALB), г/л	13,5 ± 1,30	11,9 ± 0,56	10,9-12,1
Глобулин (GLB), г/л	14,5 ± 3,20	13,9 ± 2,40	11,3-15,6
Билирубин общий, ммоль/л	2,58 ± 0,14	3,71 ± 0,48	1,2-3,6
Билирубин прямой, ммоль/л	1,47 ± 0,15	2,37 ± 0,14	1,34-1,46
АлАТ, ед/л	259,4 ± 34,0	185,8 ± 34,0	93,1-100,3
АсАТ, ед/л	410,3 ± 78,21	331 ± 75,92	303,7-329,1
Мочевина (UREA), ммоль/л	2,09 ± 0,17	2,36 ± 0,21	1,83-6,2
Гамма-глутамилтранспептидаза (GGT), ед/л	1,7 ± 0,65	2,43 ± 0,88	1,7-2,3
Щелочная фосф. (ALP), ед/л	24,3 ± 2,1	38,2 ± 6,65	89,5-94,5
Лактатдегидрогеназа (LDG), ммоль/л	620,5 ± 43,60	597,36 ± 56,00	583-616
Глюкоза (GLU), ммоль/л	31,51 ± 4,81	13,9 ± 2,42	1,5-4
Фосфор, ммоль/л	5,3 ± 0,34	3,73 ± 0,11	0,4-9,6
Холестерин, ммоль/л	2,15 ± 0,13	2,75 ± 0,12	1,94-3,9
Триглицериды, ммоль/л	1,98 ± 0,36	2,16 ± 0,34	0,4-3,69
С-реактивный белок, г/л	6,66 ± 0,72	5,83 ± 0,64	5,8-7

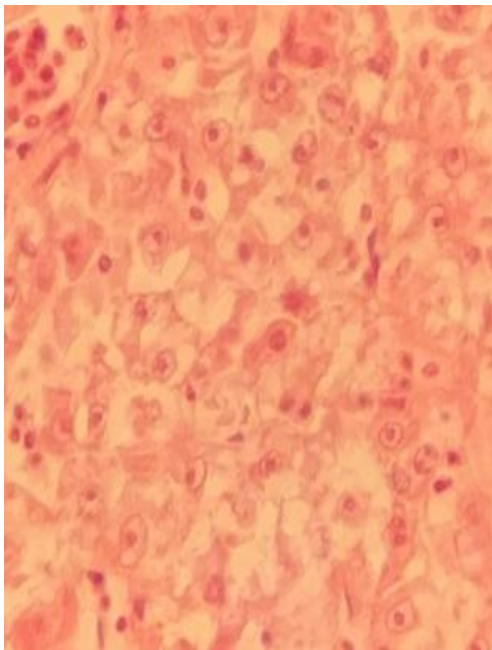
При гистологическом исследовании печени обеих групп было выявлено, что в органе присутствует большое количество диффузно расположенных скоплений гемосидерофагов с большим количеством гемосидерина в цитоплазме. Дольчатое строение паренхимы сглажено, печеночные тяжи дисконкомплексированы. Также гепатоциты имели оптически-светлую цитоплазму с характерным для данных клеток центрально-расположенным ядром. Сосуды всех калибров были запустевшие, с единичными ядерными эритроцитами в просвете. Светлая цитоплазма является показателем низкого содержания гликогена в ней, что указывает на наличие вакуольной дистрофии (гидропической дистрофии) (рисунок 1).



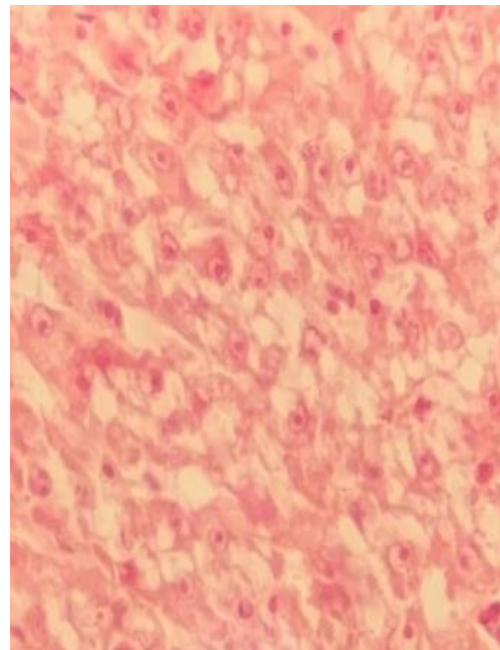
а



б

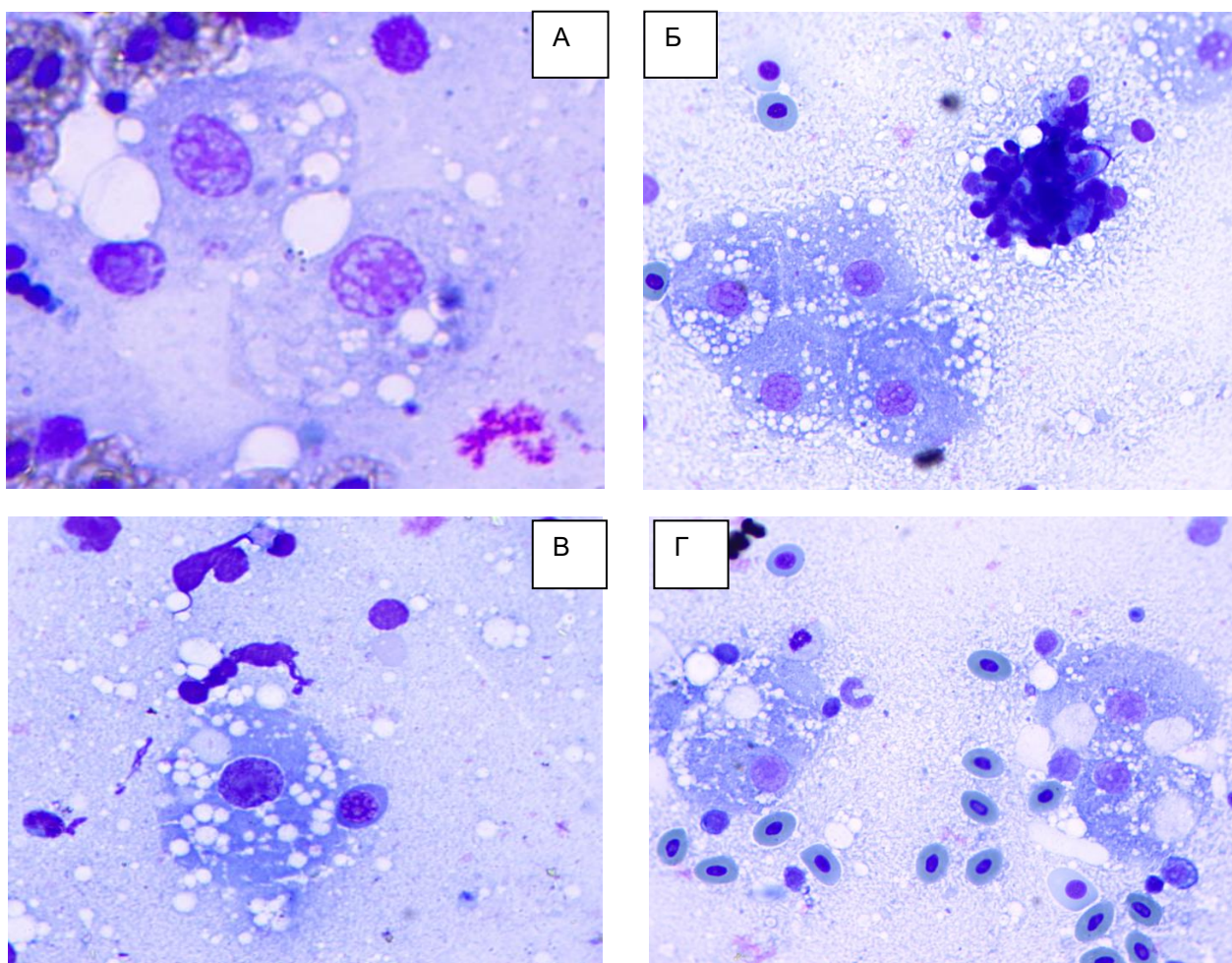


в



г

А, Б – группа 1; В, Г – группа 2. Скопления гемосидерофагов. Ув. 400х, окр. Гематоксилин-эозин
Рисунок 1 - Гистологическое строение печени исследуемых особей маточного стада



А,Б,В,Г –вакуоли в протоплазме гепатоцитов. Ув. 1000х. Окраска по Паппенгейму.
Рисунок 2- Цитологическое строение гепатоцитов исследуемых карпов

При цитологическом исследовании мазков–отпечатков печени от исследуемых особей в протоплазме гепатоцитов наблюдалось множество оптически пустых вакуолей, размер их варьировал от мелких до крупных. Ядра располагались эксцентрично (рисунок 2).

Проведенный нами анализ полученных результатов выявил изменения уровня активности АсАТ, АлАТ и прямого билирубина, что является маркером патологических процессов в паренхиматозных органах. При изучении метаболического статуса было установлено увеличение концентрации глюкозы и понижение активности щелочной фосфатазы, что указывает на нарушение процессов энергетического обмена. По морфофункциональным и биохимическим показателям крови рыб можно получить информацию о состоянии их гомеостаза. Такие показатели, как концентрация глюкозы, холестерина, мочевины являются информативными биомаркерами для оценки состояния рыб. Анализ этих параметров позволяет охарактеризовать устойчивость рыб к действию различных экологических факторов и их адаптационные возможности. В свою очередь, печени в обычных условиях свойственна высокая реактивность и большой резерв функциональной способности, однако в условиях патологии, функции печени нарушаются, а морфологическим признаком этих нарушений часто служат дистрофии [10].

Заключение. Таким образом, по результатам проведенных исследований у маточного поголовья карпа обыкновенного в период нереста выявлены маркеры нарушения энергетического обмена веществ и патология печени. Характер цито-морфологических изменений в печени маточного стада указывает на наличие у них гепатоза.

Conclusion. Thus, according to the results of the studies conducted in the brood stock of the common carp during the spawning period, the markers of disorders in the energy metabolism and liver pathologies were identified. The nature of cytomorphological changes in the liver of the brood stock fish indicates the presence of hepatosis in them.

Список литературы. 1. Жидков, И. А. Репродуктивные свойства и качество потомства самок карпа (*Cyprinus carpio L.*) в зависимости от условий питания при подготовке к нересту : дис. ... канд. биологических

наук : 03.00.10 / И. А. Жидков. – Москва, 2008. – 120 с. 2. Ипатова, М. Г. Интерпретация биохимического анализа крови при патологии печени. Часть 2. Синдром холестаза / М. Г. Ипатова, Ю. Г. Мухина, П. В. Шумилов // Практика педиатра. – 2017. – № 4. – С. 18–28. 3. Kurashvili, L. V. Lipid metabolism in case of emergency / L. V. Kurashvili, V. G. Vasil'kov. – Penza, 2003. – 198 p. 4. Silencing of FABP3 leads to apoptosis-induced mitochondrial dysfunction and stimulates Wnt signaling in zebrafish / Y. Q. Liu [et al.] // Mol Med Rep. – 2013. – Vol. 8 (3). – P. 806–812. – DOI 10.3892/mmr.2013.1586. 5. Крючков, В. Н. Особенности патологической морфологии печени рыб в современных условиях / В. Н. Крючков, А. В. Дубровская, И. В. Фомин // Вестник Астраханского государственного технического университета. – 2006. – № 3 (32). – С. 94–100. 6. Влияние микотоксина «ДОН» на структурную организацию печени карпа обыкновенного / Е. В. Михайлов [и др.] // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». – 2022. – Т. 58, вып. 1. – С. 106–109. – DOI 10.52368/2078-0109-2022-58-1-106-109. 7. Методы морфологических исследований / Е. В. Михайлов [и др.]. – Воронеж, 2007. – 87 с. 8. Пищенко, Е. В. Гематология пресноводной рыбы : учебное пособие / Е. В. Пищенко ; Новосибирский государственный аграрный университет. – Новосибирск, 2002. – С. 9. 9. Йенеи, Ж. Руководство по биотехнике выращивания и использования маточных стад карпа и растительноядных рыб / Ж. Йенеи, В. Бех // Информационный бюллетень ФАО по рыболовству и аквакультуре. – 2020. – № 1188. – DOI org/10.4060/ca5827ru. 10. Бичарева, О. Н. Возрастная динамика микроэлементарного состава и некоторых биохимических показателей крови рыб водоемов Астраханской области : автореф. дис. ... д-ра биологических наук / О. Н. Бичарева. – Астрахань, 2011. – 20 с.

References. 1. ZHidkov, I. A. Reproaktivnye svoystva i kachestvo potomstva samok karpa (*Cyprinus carpio* L.) v zavisimosti ot uslovij pitaniya pri podgotovke k nerestu : dis. ... kand. biologicheskikh nauk : 03.00.10 / I. A. ZHidkov. – Moskva, 2008. – 120 s. 2. Ipatova, M. G. Interpretaciya biohimicheskogo analiza krovi pri patologii pecheni. CHast' 2. Sindrom holestaza / M. G. Ipatova, YU. G. Muhina, P. V. SHumilov // Praktika pediatra. – 2017. – № 4. – S. 18–28. 3. Kurashvili, L. V. Lipid metabolism in case of emergency / L. V. Kurashvili, V. G. Vasil'kov. – Penza, 2003. – 198 p. 4. Silencing of FABP3 leads to apoptosis-induced mitochondrial dysfunction and stimulates Wnt signaling in zebrafish / Y. Q. Liu [et al.] // Mol Med Rep. – 2013. – Vol. 8 (3). – P. 806–812. – DOI 10.3892/mmr.2013.1586. 5. Kryuchkov, V. N. Osobennosti patologicheskoy morfologii pecheni ryb v sovremennykh usloviyah / V. N. Kryuchkov, A. V. Dubrovskaya, I. V. Fomin // Vestnik Astrahanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. – 2006. – № 3 (32). – S. 94–100. 6. Vliyanie mikotoksina «DON» na strukturnuyu organizatsiyu pecheni karpa obyknovennogo / E. V. Mihajlov [i dr.] // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya «Vitebskaya ordena «Znak Pocheta» gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy mediciny». – 2022. – T. 58, vyp. 1. – S. 106–109. – DOI 10.52368/2078-0109-2022-58-1-106-109. 7. Metody morfologicheskikh issledovanij / E. V. Mihajlov [i dr.]. – Voronezh, 2007. – 87 s. 8. Pishchenko, E. V. Gematologiya presnovodnoj ryby : uchebnoe posobie / E. V. Pishchenko ; Novosibirskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. – Novosibirsk, 2002. – S. 9. 9. Jenei, ZH. Rukovodstvo po biotekhnike vyrazhivaniya i ispol'zovaniya matochnykh stad karpa i rastitel'noyadnykh ryb / ZH. Jenei, V. Bekh // Informacionnyj byulleten' FAO po rybolovstvu i akvakulture. – 2020. – № 1188. – DOI org/10.4060/ca5827ru. 10. Bichareva, O. N. Vozrastnaya dinamika mikroelementarnogo sostava i nekotorykh biohimicheskikh pokazatelej krovi ryb vodoemov Astrahanskoj oblasti : avtoref. dis. ... d-ra biologicheskikh nauk / O. N. Bichareva. – Astrahan', 2011. – 20 s.

Поступила в редакцию 21.10.2022.

DOI 10.52368/2078-0109-2022-58-4-153-157
УДК 619:[612.1:578.245]:599.323.4

УРОВЕНЬ ЭКСПРЕССИИ ГЕНА ИНТЕРЛЕЙКИНА-6 ПОРОСЯТ НА ФОНЕ ЭТИОТРОПНОЙ ТЕРАПИИ ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОЙ ПАТОЛОГИИ В КОМБИНАЦИИ С ВИДОСПЕЦИФИЧНЫМИ РЕКОМБИНАНТНЫМИ ЦИТОКИНАМИ И ПРИ ВАКЦИНАЦИИ ПРОТИВ ЦВС-2

Стребкова В.В. ORCID ID 0000-0002-1694-0166

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии», г. Воронеж, Российская Федерация

В исследовании представлены данные об уровне экспрессии гена интерлейкина-6 (IL-6) при применении препаратов на основе рекомбинантных интерферонов «Проаутовак» и «Феронамин» пороссятам с диарейным синдромом на фоне этиотропной терапии и у свиней при вакцинации против цирковируса свиней препаратом «Циркофлекс». Анализ полученных данных показал снижение экспрессии гена IL-6 при применении препаратов «Проаутовак» и «Феронамин» на фоне лечения препаратом «Квинокол». При вакцинации применение препарата «Проаутовак» привело к снижению экспрессии гена IL-6, тогда как препарат «Феронамин» никакого влияния не оказал. **Ключевые слова:** интерлейкин-6, рекомбинантный интерферон, экспрессия генов, полимеразная цепная реакция.

LEVEL OF EXPRESSION OF THE INTERLEUKIN-6 GENE IN PIGS AGAINST THE BACKGROUND OF ETIOTROPIC THERAPY OF GASTROINTESTINAL PATHOLOGY IN COMBINATION WITH SPECIES-SPECIFIC RECOMBINANT CYTOKINES AND WHEN VACCINATED AGAINST PCV-2

Strebkova V.V.

FSBSI "All-Russian Veterinary Research Institute of Pathology, Pharmacology and Therapy",
Voronezh, Russian Federation