

ИЗМЕНЕНИЕ ГИСТОЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ПОЧЕК ЦЫПЛЯТ В УСЛОВИЯХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ БИРНАВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИИ

Д. О. ЖУРОВ

УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,
г. Витебск, Республика Беларусь, 210026, e-mail: zhurovd@mail.ru

(Поступила в редакцию 10.06.2020)

В статье представлены результаты исследований по изучению гистологических изменений в почках цыплят-бройлеров при их заражении штаммом «52/70-М» вируса инфекционной бурсальной болезни (ИББ) на фоне применения антиоксидантного препарата «Митофен».

Заражение цыплят патогенным штаммом вируса ИББ вызывает в почках птиц тяжелые деструктивные изменения. Морфологические изменения в органах мочевого выделения зараженных цыплят при даче митофена в установленной дозе менее выражены и характеризуются усилением иммуноморфологических и защитно-приспособительных процессов.

Ключевые слова: цыплята, почки, экспериментальное заражение, инфекционная бурсальная болезнь, морфологические изменения, митофен.

The article presents results of studies on the histological changes in the kidneys of broiler chickens when they are infected with the strain «52/70-M» of the infectious bursal disease virus (IBD) with the use of the antioxidant drug «Mitofen».

Infection of chickens with a pathogenic strain of the IBD virus causes severe destructive changes in the kidneys of birds. Morphological changes in the urinary organs of infected chickens fed with mitofen at the prescribed dose are less pronounced and are characterized by an increase in immunomorphological and protective-adaptive processes.

Key words: chickens, kidneys, experimental infection, infectious bursal disease, morphological changes, mitofen.

Введение

Промышленное птицеводство, являясь наиболее динамичной отраслью АПК нашей страны, предполагает интенсивное использование биологического ресурса птицы. Получение стабильно высоких показателей по производству экспортоориентированной продукции напрямую коррелирует с благополучием и здоровьем птицы, которое определяется генетическими, технологическими и хозяйственными факторами, а также согласованностью в работе всех систем организма. Для объективной оценки морфофункционального состояния органов и систем организма целесообразно использовать комплекс морфологических и гистологических показателей, с целью применения его в диагностике, формировании оптимальных схем лечения, кормления и содержания [1, 2].

Почки, как главные органы мочевыделительной системы, выполняют ряд важных функций, обеспечивающих удаление излишков воды и солей, и тем самым поддерживают оптимальное осмотическое давление в крови и тканях тела; выведение токсических веществ эндо- и экзогенного происхождения, в т.ч. мочевой кислоты, составляющей до 78 % сухого вещества мочи, и ряд других функций. У здоровой птицы избыточное количество эндо- и экзогенной мочевой кислоты, образующейся при распаде нуклеиновых кислот и переваримых кормов, богатых белками, легко выводится из организма [3–5]. При этом в почках происходит фильтрация из крови продуктов обмена белков и распада нуклеиновых кислот. Моча поступает в средний отдел клоаки по мочеточникам.

Болезни почек и мочевыводящих путей регистрируются у сельскохозяйственной птицы достаточно часто. Их особенность заключается в том, что нередко они имеют латентное течение и проявляются на такой стадии патологического процесса, когда функции почек значительно нарушены [6]. В настоящее время существует достаточное количество заболеваний птиц, протекающих с поражением органов мочевыделительной системы. Одним из таких заболеваний является инфекционная бурсальная болезнь птиц.

Инфекционная бурсальная болезнь (ИББ, болезнь Гамборо, инфекционный бурсит, инфекционный нефрозо-нефрит птиц) – вирусная высококонтагиозная болезнь птиц, преимущественно 2–15-недельного возраста, сопровождающаяся диареей, поражением клоакальной сумки, других лимфоидных органов, почек, наличием кровоизлияний в мышечной ткани грудины, крыла, бедра и в слизистой оболочке на границе железистого и мышечного желудков. Возбудителем болезни является РНК-геномный вирус семейства *Birnaviridae*. Основной мишенью вируса являются предшественники В-лимфоцитов, которые у птиц размножаются в лимфатических узелках клоакальной бursы [7–13]. Болезнь зарегистрирована во многих странах мира с развитым промышленным птицеводством, в том числе в Республике Беларусь.

Вирус оказывает неблагоприятное влияние не только на органы иммунной системы птиц, но также и на их антиоксидантную систему.

В настоящее время имеется значительное количество средств для коррекции нарушений антиоксидантной системы организма животных, которое насчитывает уже более сотни природных и синтетических соединений, большая часть из которых предназначена для связывания и обезвреживания продуктов перекисного окисления в клетках. Это такие вещества как аскорбиновая кислота, токоферолы, каротиноиды, убихинон, флавоноиды. Некоторые из этих соединений обладают также и антигипоксантами активностью: убихинон, флавоноиды. Сочетанным эффектом обладают препараты полифенольной структуры, в частности, митофен. Митофен [поли(2,5-дигидрооксифенилен)-4-тиосульфокислоты] – синтетическое производное полифенолов является структурным (химическим) и функциональным аналогом коэнзима Q₁₀ – естественного метаболита клеток организма животных и птиц. Он проявляет антигипоксическую, антиоксидантную, антистрессовую активность за счёт уменьшения воздействия свободнорадикального окисления клеточных структур живого организма. Повышает коэффициент аэробного (митохондриального) окисления клеток, что способствует повышению усвоения энергии и более экономичному её расходованию организмом. Они были испытаны в общемедицинской практике и дали положительный эффект при многих заболеваниях, сопровождающихся гипоксическими явлениями [14–18]. Эти свойства антиоксидантов могут быть полезны и востребованы в промышленном птицеводстве.

Цель работы – установить структурные изменения в почках цыплят-бройлеров при экспериментальной бирнавиральной инфекции на фоне применения митофена.

Основная часть

Опыт проводили на 120 SPF-цыплятах (свободных от специфических антител к вирусу ИББ) 28-дневного возраста, разделенных на 3 группы по принципу аналогов по 40 голов в каждой. Молодняку первых 2 опытных групп интраназально вводили по 0,2 мл высоковирулентного штамма «52/70-М» вируса ИББ в дозе 3,5 lg ЭИД₅₀/0,2 мл. Птице 1-й опытной группы в течение всего опыта вместе с питьевой водой давали препарат «Митофен» из расчета 50 мг/кг живой массы. Интактные цыплята 3-й группы служили контролем.

Убой птицы всех групп осуществляли на 7-е сутки эксперимента. Для морфологических исследований от цыплят-бройлеров отбирали кусочки почек. Этапы приготовления гистологических срезов (фиксация, промывка, обезвоживание и уплотнение) проводили согласно отработанной методике, имеющейся в лаборатории кафедры патологической анатомии и гистологии УО ВГАВМ. Для изучения общих структурных изменений срезы окрашивали гематоксилин-эозином, для идентификации соединительной ткани срезы окрашивали по методу Ван-Гизона [19].

Цифровые данные обработаны статистически с использованием программы Statistica 10. Критерии Стьюдента на достоверность различий сравниваемых показателей оценивали по трем порогам вероятности (уровням достоверности): *p<0,05, **p<0,01 и ***p<0,001.

На 7-е сутки проведения исследования макроскопически в почках цыплят 1-й и 2-й опытных групп прослеживались более тяжелые патологические изменения, которые характеризовались венозной гиперемией органа и нефрозо-нефритом. Почки цыплят этих 2 групп были увеличены в размере, форма не изменена, консистенция мягкая, цвет от серо-коричневого до красного. В контрольной группе цыплят макроскопически почки были без изменений.

При проведении гистологического исследования прослеживалось утолщение соединительнотканной капсулы органа. Размер данного анатомического компонента увеличился с 10,07±0,53 мкм в контрольной группе до 11,27±0,30 мкм в группе цыплят, зараженных вирусом ИББ совместно с антиоксидантом. При этом у цыплят 1-й и 2-й опытной групп данный показатель увеличился в 1,22 раза (P₁₋₂<0,05), между 2-ой и 3-ей – в 1,36 раз (P₂₋₃<0,05).

Показатель внутриорганной соединительной ткани между 1-й и 3-й группой различался незначительно. При этом данный параметр существенно отличался в остальных случаях. Он увеличивался с 10,75±1,68 мкм (P₁₋₂<0,001) в группе птиц, зараженных вирусом совместно с митофеном до 26,02±0,87 мкм в группе зараженной птицы. В последней группе размер внутриорганной соединительной ткани в почках птиц увеличивался практически в 2 раза по сравнению с интактными цыплятами (P₂₋₃<0,001).

Для данного периода проведения опыта было характерно наличие типичных для ИББ пролифератов, располагающихся в мозговых долях органа, и состоящих из лимфоцитов и макрофагов (рис. 1, 2). Средние размеры пролифератов в группе цыплят, зараженных вирусом совместно с препаратом 74,67±10,70 мкм. При этом в почках птиц, зараженных вирусом ИББ, размеры гранул увеличивались до 111,37±6,12 мкм (P₂₋₃<0,001) по сравнению с контрольной группой птиц. У интактных цыплят пролифераты не выявлялись.

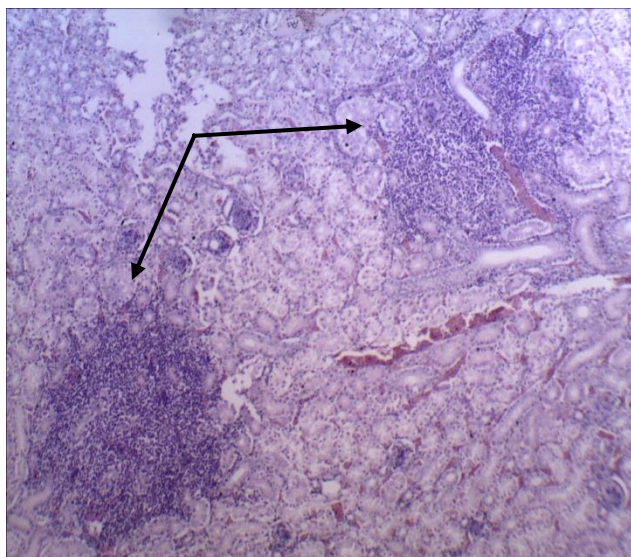


Рис. 1. Обширные лимфоидно-макрофагальные пролифераты в почке цыпленка, зараженного вирусом ИББ без митофена. 7-е сутки эксперимента. Гематоксилин-эозин. Биомед-6. Микрофото. Ув.: x 240

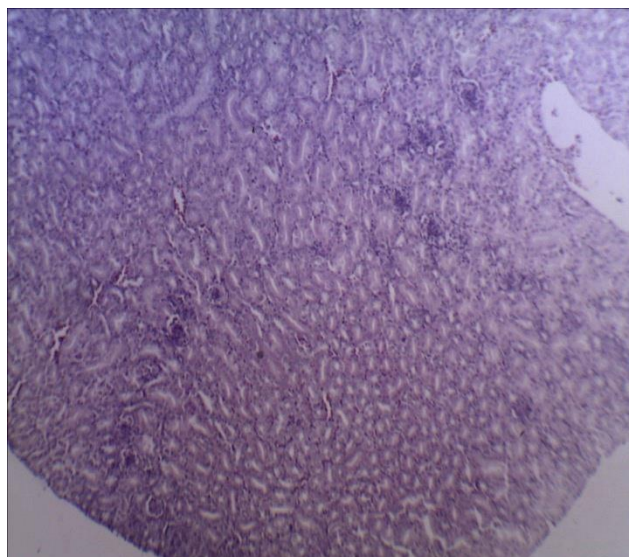


Рис. 2. Почка цыпленка интактной группы на 7-е сутки проведения опыта без патологии. Гематоксилин-эозин. Биомед-6. Микрофото. Ув.: x 240

Толщина двуслойной капсулы, формирующей почечное тельце, увеличивалась с $5,12 \pm 0,16$ мкм в 1-ой опытной группе ($P_{1-2} < 0,05$) до $5,95 \pm 0,19$ мкм у зараженных цыплят. При этом корреляция между 2-ой и 3-ей группами птиц этого показателя была незначительной и недостоверной. По сравнению с контрольной группой данный показатель в 1-ой группе был меньше на 11%. Пространство между двуслойной капсулой и сосудистым клубочком также имело различные значения во всех 3-х группах. Этот показатель увеличивался с $12,75 \pm 1,12$ мкм в контрольной группе до $18,52 \pm 0,47$ мкм в 1-ой опытной группе ($P_{1-3} < 0,01$). Данный показатель у 2-ой опытной группы по сравнению с 1-ой группой уменьшился на 35% ($P_{1-2} < 0,001$).

Длинный диаметр клетки, формирующей внутренний листок двуслойной капсулы, увеличивался с $5,47 \pm 0,28$ мкм (в контроле) до $6,1 \pm 0,14$ мкм и $6,85 \pm 0,14$ мкм ($P_{2-3} < 0,01$) в 1-й и 2-й группах соответственно. Короткий диаметр подоцитов изменялся незначительно и недостоверно. Длинный диаметр ядра подоцитов увеличивался с $2,8 \pm 0,14$ мкм ($P_{1-2} < 0,01$) в 1-й группе цыплят до $3,62 \pm 0,14$ мкм в группе цыплят, зараженных вирусом без митофена. При этом данный показатель увеличивался на 11 % ($P_{2-3} < 0,05$) между 2-й и 3-й группами и на 10 % между 1-й и 3-й опытными группами цыплят.

По всему периметру коркового вещества почки располагались почечные тельца. Средний диаметр почечных телец у птиц контрольной группы составил $77,67 \pm 2,55$ мкм. При этом размеры данного гистологического компонента между 1-й и 2-й ($P_{2-3} < 0,01$) группой увеличивались на 29 % ($P_{1-2} < 0,05$), между 2-й и 3-й – на 40 %.

На всей поверхности почек располагались артериолы и капилляры, которые были в состоянии гиперемии, в некоторых случаях в почках цыплят 1-й и 2-й групп наблюдалось разволокнение стенки сосудов (рис. 3). Индекс Керногана для сосудистых компонентов почки увеличивался с $0,03 \pm 0,01$ в контрольной группе до $0,17 \pm 0,02$ ($P_{1-3} < 0,01$) и $0,32 \pm 0,08$ ($P_{2-3} < 0,05$) в 1-й и 2-й опытных группах соответственно. Между 1-й и 2-й группами данный показатель увеличился на 88 %. Сосудистые клубочки, как еще один важный компонент сосудистого аппарата почки у цыплят, зараженных штаммом «52/70-М», были увеличенными в размере. При этом у цыплят, зараженных патогенным штаммом вируса ИББ, выявлялся в данный период опыта серозный гломерулит. Диаметр сосудистого клубочка у цыплят, зараженных вирусом ИББ с применением митофена, изменялся незначительно друг по отношению друга. Между 1-й и 2-й группами данный показатель увеличивался с $54,25 \pm 1,96$ мкм ($P_{1-2} < 0,001$) до $83,52 \pm 1,43$ соответственно.



Рис. 3. Почка цыпленка, зараженного штаммом вируса ИББ совместно с митофеном. Разволоknение стенки сосуда органа. 7-е сутки опыта. Окраска по Ван-Гизону. Биомед-6. Микрофото. Ув.: x 240

В проксимальном извитом отделе почек были заметны признаки отека клеток, некроза и некробиоза. Диаметр проксимального извитого отдела почек птиц увеличивался с $40,05 \pm 0,75$ мкм ($P_{1-2} < 0,001$) в группе цыплят, зараженных вирусом ИББ, совместно с антиоксидантным препаратом до $48,87 \pm 1,15$ мкм в группе, где были зараженные цыплята. При этом значительное увеличение диаметра проксимального извитого отдела почек птиц было отмечено между 2-й и 3-й группой – на 62 % ($P_{2-3} < 0,05$) и между 1-й и 3-й группами – на 33 %.

Длинный диаметр клеток, формирующих проксимальный извитой отдел, был самым высоким в группе цыплят, зараженных вирусом ИББ. Увеличение происходило с $4,87 \pm 0,50$ мкм в контроле до $5,42 \pm 0,16$ мкм в 1-ой и $6,57 \pm 0,22$ мкм ($P_{2-3} < 0,05$) во 2-й опытной группах. Короткий диаметр, собственно, был пропорционален первому показателю и наибольшим показателем был во 2-й опытной группе – $5,65 \pm 0,22$ мкм. Длинный диаметр ядра проксимального извитого отдела в 1-й опытной группе уменьшался по сравнению с контрольной группой на 26 % ($P_{1-3} < 0,01$). Между 1-й и 2-й опытными группами цыплят показатель длинного диаметра ядра увеличивался с $2,42 \pm 0,14$ мкм ($P_{1-2} < 0,001$) до $5,42 \pm 0,08$ мкм. В то же время происходило увеличение показателей 2-ой и 3-ей опытных групп цыплят в 1,76 раз ($P_{2-3} < 0,001$). Короткий диаметр, принимал аналогичные колебания. Изменения данного показателя увеличивались во 2-й опытной группе в 1,9 раза $P_{2-3} < 0,001$, а между 1-й и 2-й – в 2,43 раза ($P_{1-2} < 0,001$).

Значение диаметра дистального извитого отдела почек в контрольной группе цыплят и в группе, зараженных птиц совместно с препаратом, было незначительным и недостоверным. Длинный диаметр клетки дистального извитого отдела увеличивался с $4,95 \pm 0,22$ мкм в контроле до $5,12 \pm 0,16$ мкм у птиц 1-й группы и до $5,65 \pm 0,14$ мкм ($P_{2-3} < 0,05$) у цыплят 2-й опытной группы. Короткий диаметр увеличивался с $4,2 \pm 0,08$ мкм ($P_{1-3} < 0,01$) до $4,9 \pm 0,14$ мкм и $5,35 \pm 0,08$ мкм ($P_{2-3} < 0,001$) соответственно. Длинный диаметр ядра клетки дистального извитого отдела увеличился с $2,87 \pm 0,11$ мкм у цыплят 1-й группы ($P_{1-2} < 0,01$) до $3,62 \pm 0,08$ мкм у птиц 2-й опытной группы. При этом увеличение у цыплят 2-й группы было в 1,21 раза ($P_{2-3} < 0,001$) выше по сравнению с птицей контрольной группы.

В собирательных трубках почек цыплят-бройлеров наблюдалась десквамация и некроз клеток. При этом в почках цыплят 2-й опытной группы визуализировались клетки в состоянии вакуольной дистрофии. Диаметр собирательной трубки у цыплят на 7-е сутки проведения опыта изменялся с $20,02 \pm 1,99$ мкм (у интактных цыплят) до $26,6 \pm 0,84$ мкм ($P_{2-3} < 0,01$) в группе цыплят, зараженных вирусом ИББ. Различия между контрольной группой и 1-й опытной характеризовались небольшим увеличением диаметра собирательной трубки. Длинный диаметр клеток собирательных трубок увеличивался с $4,9 \pm 0,08$ мкм ($P_{1-2} < 0,001$) у цыплят 1-й группы до $5,75 \pm 0,08$ мкм во 2-й опытной группе. При этом показатель для 2-й опытной группы на 12 % больше по сравнению с контролем ($P_{2-3} < 0,01$). Показатели для 1-й и 3-й групп цыплят отличались несущественно и были недостоверными. Короткий диаметр характеризовался уменьшением показателя во 2-ой опытной группе на 15 % по сравнению с

контролем ($P_{2-3}<0,05$). При этом такое же увеличение показателя прослеживалось между 1-ой и 3-ей группой цыплят – с $3,4\pm 0,14$ мкм (у интактных птиц) до $4,07\pm 0,11$ ($P_{1-3}<0,01$) у цыплят, зараженных вирусом ИББ с митофеном. Длинный диаметр ядра клеток собирательных трубок уменьшался у птиц 1-й опытной группы с $3,00\pm 0,08$ мкм до $2,6\pm 0,11$ мкм ($P_{1-3}<0,05$). При этом такая же зависимость наблюдается и у показателя короткого диаметра ядер клеток собирательной трубки.

Диаметр прямых канальцев увеличивался с $21,45\pm 1,15$ мкм у цыплят контрольной группы до $26,65\pm 0,95$ ($P_{2-3}<0,05$) у цыплят, зараженных вирусом ИББ. Между цыплятами 1-й и 3-й групп существенных различий в показателях не отмечено. Длинный диаметр клеток прямых канальцев увеличивался с $4,9\pm 0,36$ мкм ($P_{1-2}<0,05$) у цыплят, зараженных вирусом ИББ совместно с антиоксидантным препаратом до $6,12\pm 0,11$ мкм у цыплят 2-й группы. Длинный диаметр клеток прямых канальцев увеличивался во 2-й группе цыплят на 17 % по сравнению с птицей контрольной группы ($P_{2-3}<0,001$). Короткий диаметр возрастал с $4,87\pm 0,11$ мкм ($P_{1-2}<0,05$) у цыплят 1-й опытной группы до $5,45\pm 0,11$ мкм у птиц 2-й группы. При этом короткий диаметр клеток прямых канальцев увеличился в почках птиц 2-ой группы на 23 % по сравнению с контролем ($P_{2-3}<0,01$). Длинный диаметр ядра клеток прямых канальцев уменьшался у цыплят 1-й группы с $3,72\pm 0,05$ мкм до $2,82\pm 0,11$ мкм ($P_{1-3}<0,001$). При этом происходило увеличение данного показателя у птиц 2-й группы на 39 % ($P_{1-2}<0,05$) по сравнению с цыплятами 1-й группы. Короткий диаметр ядра клеток прямых канальцев имел аналогичную закономерность. Длинный диаметр ядра клеток, формирующих прямые канальцы, также уменьшался с $3,72\pm 0,05$ мкм в контроле до $2,82\pm 0,11$ мкм ($P_{1-3}<0,001$) в группе цыплят, зараженных вирусом вместе с митофеном. При этом длинный диаметр ядра во 2-й группе увеличился по сравнению с 1-й группой на 39 % ($P_{1-2}<0,001$).

Заключение

Экспериментальное заражение цыплят патогенным штаммом «52/70-М» вируса ИББ без применения митофена характеризовалось образованием в паренхиме почек, характерных для бирнавирусной инфекции множественных, обширных лимфоидно-макрофагальных пролифератов. В группе цыплят, зараженных вирусом ИББ без митофена, в почках развивались более выраженные патологические процессы, ведущие к появлению серозного гломерулита.

Выпаивание цыплятам митофена в дозе 50 мг/кг живой массы ежедневно, способствует сохранению функции почек, что характеризуется нормализацией показателей органа (показатели толщины стромы, сосудистых компонентов, размеров канальцев и формирующих их клеточных структур и др.) и незначительной корреляцией их с таковыми показателями у интактной птицы, что подтверждено гистологическими исследованиями.

В то же время, проведенные исследования позволяют сделать вывод о том, что одной из превентивных мер для предотвращения антигенного воздействия на почечный эпителий (в т. ч. и штаммов, входящих в состав вакцины против ИББ), можно рекомендовать одновременное сочетанное применение антиоксидантного препарата «Митофен» с вакциной против данного заболевания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Журов, Д. О. Морфо-функциональная характеристика почек кур при мочекишечном диатезе / Д. О. Журов, И. В. Клименкова // Эпизоотология. Иммунобиология. Фармакология. Санитария. – 2015. – №3. – С. 47–53.
2. Дифференциальная диагностика болезней мочевыделительной системы птиц / Д. О. Журов [и др.] // Птица и птицепродукты. – 2016. – № 5. – С. 44–47.
3. Патоморфологическая и дифференциальная диагностика болезней кур, протекающих с поражением почек: рекомендации / Д. О. Журов [и др.]. – Витебск: ВГАВМ, 2017. – 32 с.
4. Журов, Д. О. Патоморфологическая диагностика нефропатий у кур // Д. О. Журов, И. Н. Громов / Вестник НГАУ, 2 (35). – Новосибирск, 2015. – С. 94–100.
5. Журов, Д. О. Современное представление об этиологии нефропатий у птиц (обзор) / Д. О. Журов, И. Н. Громов // Научный потенциал молодых ученых для создания инновационных технологий в АПК : сборник материалов 40-й научно-практической конференции молодых ученых, Смоленск, 8 апреля 2015 г. / ФГБОУ «Смоленская ГСХА» ; редкол.: И. М. Кутелев [и др.]. – Смоленск, 2015. – С. 269–273.
6. Журов, Д. О. Значение гистологического метода исследования в диагностике болезней птиц, протекающих с поражением органов мочевого выделения / Д. О. Журов, И. Н. Громов // Ветеринарный журнал Беларуси. – 2018. – № 2. – С. 9–14.
7. Алиев, А. С. Инфекционная бурсальная болезнь птиц / А. С. Алиев. – Санкт-Петербург: НИИЭМ им. Пастера, 2010. – 208 с.
8. Болезни домашних и сельскохозяйственных птиц / Б. У. Кэлнек [и др.]; под ред. Б. У. Кэлнека [и др.]; пер. с англ. И. Григорьевы [и др.]. – Москва: АКВАРИУМ БУК, 2003. – 1232 с.
9. Громов, И. Н. Иммуноморфогенез у цыплят, вакцинированных против болезни Гамборо, и влияние на него иммуностимуляторов: автореф. дис...канд. вет. наук: 16.00.02 / И. Н. Громов; ВГАВМ. – Витебск, 2000. – 18 с.
10. Патоморфологическая и дифференциальная диагностика инфекционной бурсальной болезни птиц: рекомендации / И. Н. Громов [и др.]. – Витебск: ВГАВМ, 2017. – 20 с.
11. Corley, M. M. Immunosuppression in specific-pathogen-free broilers administered infectious bursal disease virus vaccines by in ovo route / M. M. Corley, J. J. Giambrone // Avian Dis. – 2002. V. 46, N4. – P. 810–815.

12. Cho, Y. Characterization of infectious bursal disease / Y. Cho, S. A. Edgar // Poultry Science. – 1972. – Vol. 71. – P. 60–69.
13. Lukert, P. D. Infectious bursal disease / P. D. Lukert, Y. M. Saif // In Calnek B.W. (eds), Diseases of Poultry, Iowa, USA. 2003. – P. 829–849.
14. Применение антиоксидантов для повышения иммунной реактивности организма птиц: рекомендации / Д. О. Журов [и др.]. – Витебск: ВГАВМ, 2019. – 24 с.
15. Влияние митофена на патоморфологические изменения в органах цыплят, зараженных вирусом ИББ / Д. О. Журов [и др.] // Птица и птицепродукты. – 2018. – № 4. – С. 52–55.
16. Журов, Д. О. Патоморфологические изменения у цыплят при экспериментальном заражении вирусом ИББ / Д. О. Журов // Молодежь и инновации – 2017 г.: материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых : в 2 ч. / Белорусская государственная сельскохозяйственная академия – Горки : БГСХА, 2017. – Ч. 2. – С. 117–120.
17. Журов, Д. О. Морфология органов иммунной системы цыплят при инфекционной бурсальной болезни / Д. О. Журов, И. Н. Громов // Ветеринарный журнал Беларуси. – 2019. – № 2. – С. 30–34.
18. Морфология органов иммунной системы цыплят при заражении штаммом «52/70–М» вируса инфекционной бурсальной болезни и применении антиоксидантного препарата / Д. О. Журов [и др.] // Животноводство и ветеринарная медицина. – 2018. – № 1(28). – С. 46–53.
19. Меркулов, Г. А. Курс патологистологической техники / Г. А. Меркулов. – Ленинград: Медицина, 1969. – 432 с.