

## Гистофизиология семенников сизого голубя (*Columba livia*) в санитарно-защитной зоне Оренбургского газоперерабатывающего завода (СЗЗ ОГПЗ) в зимний сезон

*Н.Н. Шевлюк*, д.б.н., профессор, *Д.А. Боков*, н.с., Оренбургский ГМУ; *А.С. Назин*, аспирант, Оренбургский ГПУ; *Н.А. Сивожеlezова*, д.с.-х.н., профессор, *Н.В. Обухова*, к.б.н., Оренбургский ГАУ

Вопросам антропогенных (техногенных) трансформаций экосистем посвящена обширная литература. Негативное влияние различных промышленных загрязнений на организм млекопитающих животных показано в многочисленных работах [1–6, 11]. Менее исследованы вопросы реактивных и адаптивных перестроек репродуктивной системы птиц в условиях воздействия на экосистемы различных поллютантов [7, 8].

**Целью** исследования явилось изучение морфофункциональных особенностей семенников сизого голубя (*Columba livia*) из популяций, локализованных в СЗЗ ОГПЗ, в период сезонного угнетения репродуктивной активности.

**Материал и методы.** Исследовали семенники 30 голубей, отловленных в ноябре – декабре 2013 г. в санитарно-защитной зоне ОГПЗ. Контролем служили семенники 10 голубей, отловленных в тот же период года в экологически благополучных экосистемах Оренбургской области. Полученный материал (семенники) фиксировали в 12-процентном нейтральном формалине, обезвоживали в спиртах возрастающей концентрации и заливали в парафин. Парафиновые срезы толщиной 5–7 мкм окрашивали с использованием обзорных гистологических (гематоксилин Майера и эозин) и гистохимических (ШИК-реакция) методик. На окрашенных срезах проводили морфометрию структур семенников: подсчитывали долю канальцев с выраженной деструкцией сперматогенного эпителия, определяли площади, занимаемые извитыми семенными канальцами и интерстициальной тканью, измеряли диаметр извитых семенных

канальцев, объёмы клеток Лейдига и их ядер, подсчитывали количество функционально активных клеток в популяции интерстициальных эндокриноцитов. К функционально активным относили клетки, имеющие значительные объёмы ядра и цитоплазмы (не менее 2/3 от средних показателей).

Полученные цифровые данные обрабатывали на компьютере при помощи программы («Statistica 6.0», «StatSoft, Inc.») с использованием критериев оценки достоверности результатов по Стьюденту, с учётом вариабельности первичных измеряемых объектов и индивидуальной изменчивости [9].

**Результаты исследования и их обсуждение.**

В зимний период в семенниках исследованных птиц, населяющих как санитарно-защитную зону ОГПЗ, так и экологически благополучные экосистемы, наблюдается сезонное угнетение сперматогенеза различной степени (чаще всего умеренное). Следует отметить, что в семенниках голубей как импактной, так и контрольной территорий в наблюдаемый период нами не обнаружено явлений глубокого угнетения или полной остановки сперматогенеза вплоть до такого состояния сперматогенного эпителия, когда в извитых семенных канальцах присутствуют только клетки Сертоли и сперматогонии либо выявляется деструкция всех элементов сперматогенного пласта. Анализ клеточного состава сперматогенного эпителия показал, что в наблюдаемый период зрелые сперматозоиды в извитых семенных канальцах семенников не обнаруживаются, из клеток сперматогенного эпителия наблюдаются только сперматогонии и сперматоциты 1-го и 2-го порядков.

Несмотря на то что степень угнетения сперматогенеза в семенниках голубей в зимний период не очень глубокая, в извитых семенных канальцах птиц происходит нарушение целостности контактов между клеточными элементами, формирующими гематотестикулярный барьер. Следует подчеркнуть, что угнетение сперматогенеза в извитых семенных канальцах семенников голубей из СЗЗ ОГПЗ выражено более значительно.

В соединительнотканной части стенки извитых семенных канальцев семенников голубей из СЗЗ ОГПЗ наблюдается более рельефная дезорганизация структуры стенки, отмечается нарушение контактов между её клеточными элементами (миоидными и фибробластоподобными клетками). При этом

неклеточная соединительнотканная часть стенки извитых семенных канальцев извилистая, в ней повышено по сравнению с контролем содержание ШИК-позитивных веществ. При этом отмечается нарастание явлений микропиноцитоза в миоидных и фибробластоподобных клетках. Выявленные изменения косвенно указывают на повышенную проницаемость гематотестикулярного барьера.

В семенниках голубей из СЗЗ ОГПЗ на 15% снижен диаметр извитых семенных канальцев (табл. 1). На фоне нарушений целостности гематотестикулярного барьера в 2,5 раза повышена доля канальцев с выраженной деструкцией сперматогенного эпителия (табл. 1).

В семенниках голубей, отловленных в СЗЗ ОГПЗ, существенно увеличена площадь, занимаемая на срезах семенников интерстициальной тканью (табл. 1). Обращает на себя внимание возрастание в интерстициальной ткани доли соединительнотканнных фибриллярных компонентов.

Основными разновидностями повреждения сперматогенного эпителия являются следующие: дезорганизация сперматогенного пласта, появление многоядерных клеток в просветах извитых семенных канальцев, повреждение ядер и цитоплазмы сперматогенных клеток (особенно сперматоцитов) различной степени выраженности.

В интерстиции семенников голубей из СЗЗ ОГПЗ при возрастании доли интерстициальной ткани отмечается существенное увеличение соединительнотканнных компонентов в ней.

Клетки Лейдига на гистологических срезах семенников голубей импактной и контрольной территорий имеют овальную, округлую, реже полигональную либо веретенновидную форму. Они расположены в интерстиции семенника в виде скоплений и тяжей или одиночно. Клетки Лейдига либо непосредственно прилежат к стенке извитых семенных канальцев, либо располагаются около кровеносных или лимфатических сосудов. Эндокриноциты семенников голубей импактной и контрольной территорий характеризуются небольшими размерами клеток и их ядер (табл. 2). Пигментных включений в клетках Лейдига голубей нами не выявлено.

Численность эндокриноцитов в интерстициальной ткани в течение этих месяцев практически не менялась ни у голубей импактной территории, ни

1. Морфометрическая характеристика структур семенников сизого голубя *Columba livia* импактной и контрольной экосистем в условиях сезонного угнетения репродуктивной активности ( $X \pm Sx$ )

Показатель	Экологически благополучная экосистема	Санитарно-защитная зона ОГПЗ
Количество исследованных особей, гол.	10	30
Количество канальцев с деструкцией сперматогенного эпителия, %	3,8±0,5	9,2± 0,7
Диаметр извитых семенных канальцев, мкм	112,9±3,4	95,3± 4,2*
Площадь интерстициальной ткани, %	11,6±0,48	14,2± 1,0*

2. Морфометрическая характеристика интерстициальных эндокриноцитов семенников сизого голубя *Columba livia* импактной и контрольной экосистем в условиях сезонного угнетения репродуктивной активности ( $X \pm Sx$ )

Показатель	Экологически благополучная экосистема	Санитарно-защитная зона ОГПЗ
Количество исследованных особей, гол.	10	30
Количество эндокриноцитов на условную единицу площади интерстициальной ткани	11,60±0,63	10,54±0,44
Объём ядер эндокриноцитов, мкмS	34,2±2,0	38,5±1,7*
Содержание зрелых, функционально активных эндокриноцитов, %	51,6±2,3	56,7±2,5*

Примечание: \* Различия по сравнению с контролем значимы при  $P < 0,05$

у птиц из экологически благополучных экосистем. Митотически делящихся клеток Лейдига в этот период года нам не удалось выявить ни у голубей импактной территории, ни у голубей из экологически благополучных экосистем.

Деструктивные изменения в клетках Лейдига были менее выражены в сравнении с клетками сперматогенного эпителия. В популяции клеток Лейдига голубей из техногенно изменённых экосистем большинство составляют клетки средних размеров. Очень крупные и очень мелкие клетки, как правило, отсутствуют либо редко встречаются. Вероятно, здесь либо наблюдается гибель крупных эндокриноцитов, либо происходит их перестройка, приводящая к выравниванию средних размеров клеток их ядер.

Сходное снижение variability некоторых репродуктивных показателей млекопитающих и птиц-дуплогнёзников отмечено в ряде работ, исследовавших репродуктивные показатели птиц в условиях промышленного загрязнения среды обитания [3, 4]. Подобные же результаты для мелких млекопитающих опубликованы ранее [10, 11].

На фоне неизменной численности клеток Лейдига в интерстиции органа отмечено возрастание средних величин объёма цитоплазмы и ядер интерстициальных эндокриноцитов семенников у значительной части голубей из санитарно-защитной зоны (табл. 2). Эта указывает на то, что в интерстициальной ткани семенников голубей из СЗЗ ОГПЗ повышена доля функционально активных клеток, что свидетельствует об активизации эндокринной функции семенников.

**Выводы.** Наблюдаемые факты морфофункциональных нарушений в извитых семенных канальцах семенников голубей, обитающих в санитарно-защитной зоне газоперерабатывающего завода, свидетельствуют о неблагоприятном воздействии комплекса техногенных факторов СЗЗ ОГПЗ на гистофизиологию сперматогенного эпителия мужских гонад голубей. Наблюдаемая при этом активизация клеток Лейдига семенников голубей

указывает на более высокую устойчивость интерстициальных эндокриноцитов семенников голубей к негативным воздействиям и свидетельствует об адаптивных перестройках в популяции интерстициальных эндокриноцитов в ответ на действие неблагоприятных факторов среды обитания. Подобные адаптивные перестройки позволяют популяциям голубей длительно персистировать в экосистемах, подверженных постоянному воздействию промышленных загрязнений.

### Литература

1. Безель В.С., Бельский Е.А., Мухачёва С.В. К проблеме variability показателей воспроизводства в популяциях животных при токсическом загрязнении среды обитания // Экология. 1998. № 3. С. 217–223.
2. Боков Д.А., Абдильданова А.М., Шевлюк Н.Н. Влияние хрома и бензола на фертильный потенциал самцов мышей СВА×С57BL6. Структурные факторы повреждения и адаптации сперматогенеза // Известия Самарского научного центра РАН. 2013. Т. 15. № 3–6. С. 1734–1737.
3. Боков Д.А., Шевлюк Н.Н., Абдильданова А.М. Формирование изменчивости цитометрических параметров в различных кластерах интерстициальных эндокриноцитов семенников мышей СВА×С57BL6 при хром-бензольной интоксикации в эксперименте // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. 2014. Т. 157. № 1. С. 53–56.
4. Воробейчик Е.Л., Козлов М.В. Воздействие точечных источников эмиссии поллютантов на наземные экосистемы: методология исследований, экспериментальные схемы, распространённые ошибки // Экология. 2012. № 2. С. 83–91.
5. Козлов М.В., Воробейчик Е.Л. Воздействие точечных источников эмиссии поллютантов на наземные экосистемы: представление результатов в публикациях // Экология. 2012. № 4. С. 243–251.
6. Шевлюк Н.Н., Блинова Е.В., Боков Д.А. и др. Морфофункциональная характеристика органов размножения грызунов: из популяций, находящихся в зоне влияния завода, перерабатывающего газ с повышенным содержанием соединений серы // Морфология. 2008. Т. 134. № 5. С. 43–47.
7. Бельский Е.А., Безель В.С., Ляхов А.Г. Характеристика репродуктивных показателей птиц-дуплогнёзников в условиях техногенного загрязнения // Экология. 1995. № 2. С. 146–152.
8. Бельский Е.А., Безель В.С., Поленц З.А. Ранние стадии гнездового периода птиц-дуплогнёзников в условиях техногенного загрязнения // Экология. 1995. № 1. С. 46–52.
9. Автандилов Г.Г. Медицинская морфометрия: руководство. М.: Медицина, 1990. 384 с.
10. Шевлюк Н.Н., Блинова Е.В., Боков Д.А. и др. Сравнительная морфофункциональная характеристика органов репродуктивной системы мелких млекопитающих в условиях антропогенной трансформации степных экосистем Южного Урала // Морфология. 2013. Т. 144. № 5. С. 40–45.
11. Kozlov M.V., Zvereva E.L. Industrial barren: Extreme habitats created by non ferrous metallurgy // Rev. Environ. Sci. Biotechnol. 2007. V. 6. P. 231–259.