

СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЖЕЛУДКА И КИШЕЧНИКА СЕРОЙ ВОРОНЫ

Д. О. Журов, К. В. Старс

УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия
ветеринарной медицины»

г. Витебск, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 210026,

г. Витебск, ул. 1-я Доватора 3Б, e-mail: zhurovd@mail.ru)

Ключевые слова: серая ворона, кормовая специализация, желудок, кишечник, гистологическое исследование, ткань.

Аннотация. В статье приводятся данные по структурной организации пищеварительного канала серой вороны (*Corvus cornix* Linnaeus, 1758). Отбор материала (кусочки железистого и мышечного желудка, тонкого кишечника) проводили от клинически здоровых птиц ($n = 3$). Приготовление гистологических срезов и их окраску проводили по общепринятым методикам. При гистологическом исследовании установлено, что слизистая оболочка железистого желудка представлена однослойным цилиндрическим железистым эпителием. В ее стенке визуализировалась тонкая подслизистая основа, состоящая из рыхлой соединительной ткани. Мышечная оболочка достаточно массивная, состоящая из двух слоев миоцитов. В мышечном желудке морфометрически слизистая оболочка в 1,7 раза меньше по сравнению с аналогичным показателем железистого желудка. Кутикула с поверхности неровная, шероховатая, прикреплялась к поверхности слизистой оболочки с помощью выростов. Мышечная оболочка в данном отделе желудка массивная и больше в 2,7 раза по сравнению с железистым желудком. Крупные желудочные железы в состоянии гиперсекреции располагались на противоположном полюсе слизистой оболочки желудка (вблизи подслизистой основы и мышечной оболочки). На наш взгляд, это связано с высокой кислотностью желудка и выделением большого количества желудочного сока, который, накапливаясь в полости желез, выводится по протокам в более мелкие железы, располагающиеся на внутренней поверхности слизистой оболочки. Слизистая оболочка тонкого кишечника усеяна ворсинками, между которыми в донной части располагались крипты.

STRUCTURAL FEATURES OF THE STOMACH AND INTESTINES OF THE GRAY CROW

D. O. Zhurov, K. V. Stars

EI «Vitebsk Order "Badge of Honor" State Academy of Veterinary Medicine»

Vitebsk, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 210026, Vitebsk,

3B Dovator st.; e-mail: zhurovd@mail.ru)

Key words: gray crow, food specialization, stomach, intestines, histological examination, tissue.

Summary. The article provides data on the structural organization of the digestive canal of the gray crow (*Corvus cornix* Linnaeus, 1758). Material was collected (pieces of the glandular and muscular stomach, small intestine) from clinically healthy birds ($n = 3$). Preparation of histological sections and their staining were carried out according to generally accepted methods. Histological examination revealed that the mucous membrane of the glandular stomach is represented by a single-layer cylindrical glandular epithelium. A thin submucosa consisting of loose connective tissue was visualized in its wall. The muscular layer is quite massive, consisting of two layers of myocytes. In the muscular stomach, the mucous membrane is morphometrically 1.7 times smaller compared to that of the glandular stomach. The surface cuticle is uneven, rough, attached to the surface of the mucous membrane with the help of outgrowths. The muscular layer in this section of the stomach is massive and 2.7 times larger than the glandular stomach. Large gastric glands in a state of hypersecretion were located at the opposite pole of the gastric mucosa (near the submucosa and muscular layer). In our opinion, this is due to the high acidity of the stomach and the release of a large amount of gastric juice, which, when stored in the cavities of the glands, is excreted through ducts into smaller glands located on the inner surface of the mucous membrane. The mucous membrane of the small intestine is dotted with villi, between which crypts were located in the bottom part.

(Поступила в редакцию 06.06.2024 г.)

Введение. В настоящее время одними из наиболее быстро меняющихся территорий являются города, которые представляют собой особую среду для животных – урбоэкосистему, искусственно созданную и поддерживаемую человеком, отличающуюся по многим параметрам от естественной [3, 5, 7, 8]. Биология и экология животных, обитающих в таких системах, изменяются под действием ряда факторов: повышенной температуры и газовой загрязненности воздуха, повышенного уровня шума, построек человека, доступного корма, повышением в нем предельно допустимых концентраций ксенобиотиков и др. [2, 6]. Приспосабливаясь к новым параметрам среды в городе, живые организмы могут служить моделью для изучения эволюционного процесса, экологического и эпизоотологического состояния территории.

При этом неотъемлемым компонентом антропогенных систем являются вороньи птицы, а самым встречающимся из видов – серая ворона (*Corvus cornix* Linnaeus, 1758). В представленных литературных источниках приводятся сведения по изучению архитектоники органов пищеварительного канала диких птиц [11-17]. Однако в отношении вороньих птиц результаты исследований носят разрозненный характер.

В связи с этим **целью исследования** явилось описание структурных показателей пищеварительного аппарата у серой вороны.

Материалы и методика исследований. Опыты проведены в соответствии с Европейской конвенцией о защите позвоночных животных,

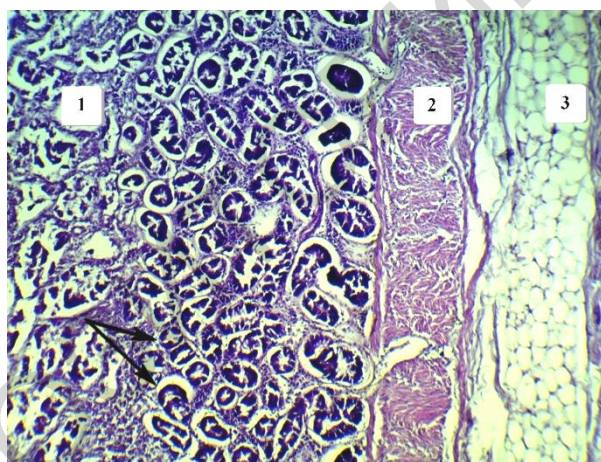
используемых для экспериментов или в иных научных целях [4]. Объектом исследования служили клинически здоровые серые вороны ($n = 3$). Предметом исследования служил комплекс микроморфологических показателей желудка и кишечника представленного вида птиц [1].

Для проведения гистологического исследования кусочки органов фиксировали в 10%-м растворе нейтрального формалина [9]. Зафиксированный материал подвергали уплотнению путем заливки в парафин по общепринятой методике [10]. Обезжизнение и парафинирование кусочков органов проводили с помощью автомата для гистологической обработки тканей «MICROM STP 120» (Германия) типа «Карусель». Для заливки кусочков и подготовки парафиновых блоков использовали автоматическую станцию «MICROM EC 350». Гистологические срезы кусочков органов, залитых в парафин, готовили на роторном микротоме «MICROM HM 340 E». Депарафинирование и окрашивание гистологических срезов проводили с использованием автоматической станции «MICROM HMS 70».

Для обзорного изучения общей структуры органа срезы окрашивали гематоксилином и эозином по общепринятой методике [10]. Гистологические исследования проводили с помощью светового микроскопа «Биомед-6». Полученные данные документировали микрофотографированием с использованием цифровой системы считывания и ввода видеоизображения «ДСМ-510», а также программы «ScorePhoto» с соответствующими настройками для проведения морфометрического анализа. Цифровые данные были обработаны статистически с использованием программы Statistica 10.0.

Результаты исследований и их обсуждение. При микроскопическом исследовании установлено, что стенка железистого желудка у серой вороны состояла из слизистой, мышечной и серозной оболочек. Слизистую оболочку формировал однослойный цилиндрический железистый эпителий. Толщина оболочки составила $1514,3 \pm 100,3$ мкм. Ее поверхность неровная с многочисленными выпячиваниями (желудочными складками) и углублениями (желудочными ямками). В последние открывались протоки трубчатых неразветвленных желез, дольки которых между собой были отграничены соединительной тканью. При этом наиболее крупные железы располагались поодиночке вблизи подслизистой основы и мышечной оболочки желудка, а мелкие – группами, по всей остальной ее поверхности (рисунок 1). Форма желез овально-вытянутая. Внутри каждой ее дольки находилась центральная собирательная полость, покрытая однослойным железистым эпителием, переходящим в поверхностный эпителиальный слой железистого желудка. Средний размер дольки железы составил $101,8 \pm 5,9$ мкм. Большой диаметр

клеток данной структуры составлял $7,0 \pm 0,8$ мкм, ядра – $5,5 \pm 0,3$ мкм. Плотность расположения желез на условную единицу площади составила $29,3 \pm 3,1$. Эпителий дольки железы погружался вглубь, формируя структуры, в которые открывались трубчатые железы, вырабатывающие желудочный сок. Плотнo прилегая друг к другу, они располагались радиально вокруг собирательной полости. Выводные протоки желез открывались на поверхность слизистой оболочки желудка. Гладкомышечные структуры оплетали железы со всех сторон. В слизистой оболочке наблюдались одиночные лимфоидные узелки. Подслизистая основа данного отдела желудка состояла из тонкого слоя рыхлой соединительной ткани, которая на некоторых участках практически не визуализировалась. Мышечная оболочка толстостенная и была представлена двумя слоями мышечных волокон. Ее толщина составила $476,8 \pm 32,6$ мкм. Серозная оболочка построена из соединительной ткани, мезотелия и многочисленных липоцитов.

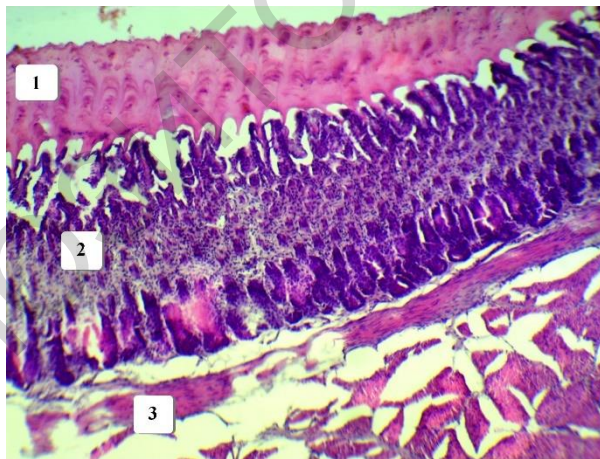


1 – слизистая оболочка; 2 – мышечная оболочка; 3 – серозная оболочка

Рисунок 1 – Железистый желудок серой вороны. Стрелками указаны группы желез. Гематоксилин и эозин. Биомед-6. Ув. $\times 240$

Эпителиальный слой слизистой оболочки мышечного желудка представлен однослойным кубическим эпителием (рисунок 2). Толщина слизистой оболочки у серой вороны составила $910,5 \pm 21,1$ мкм. Размер желудочных желез в данном отделе желудка – $97,4 \pm 4,1$ мкм, плотность расположения на условную единицу площади – $26,8 \pm 3,7$. Секреторные

отделы желез располагались плотно и параллельно друг другу, пронизывая почти всю собственную пластинку слизистой оболочки. Наиболее крупные железы вытянутой формы, вследствие гиперсекреции и переполнения секретом, располагались у подслизистой основы и мышечной оболочки. Выводные протоки открывались на поверхность слизистой оболочки. Внутренняя поверхность стенки мышечного желудка была покрыта толстой кутикулой, изрезанной многочисленными мелкими бороздками. Неровную ее поверхность характеризовало хорошее перетирание компонентов корма. Со стороны слизистой оболочки кутикула крепилась продолговатыми выростами, которые вклинивались в полость оболочки. Толщина кутикулы мышечного желудка у серой вороны составила $374,8 \pm 31,7$ мкм. Подслизистая основа была построена из волокнистой соединительной ткани, которая более отчетлива выражена по сравнению с предыдущим отделом желудка серой вороны. Мышечная оболочка представлена крупными пучками гладкомышечных волокон с округлым или уплощенно вытянутым ядром. Имелось два типа мышечных волокон: внутренний слой с кольцевым расположением и внешний – с косым расположением миоцитов. Толщина мышечной оболочки желудка у серой вороны составила $1284,8 \pm 43,8$ мкм. Тонкая серозная оболочка имела соединительнотканый слой и мезотелий.



1 – кутикула; 2 – слизистая оболочка; 3 – мышечная оболочка

Рисунок 2 – Мышечный желудок серой вороны. Гематоксилин и эозин. Биомед-6. Ув. $\times 240$

Основная пластинка слизистой оболочки тонкого кишечника образовывала ворсинки, покрытые каемчатым эпителием, содержащие значительное количество плотно расположенных бокаловидных клеток. Большой диаметр данного вида клеток составил $7,7 \pm 0,3$ мкм, их ядер – $5,8 \pm 0,2$ мкм. Толщина слизистой оболочки у изучаемого вида птиц составляла $869,0 \pm 31,7$ мкм. Поверхность слизистой оболочки кишечника увеличивалась за счет крипт, покрытых эпителием и в донной части содержащих секреторные гранулы. В эпителии крипт наблюдались отдельные окаймленные энтероциты и камбиальные клетки в состоянии митоза, что связано с регенерацией эпителия. Крипты кишечника овальные, со средним размером – $64,8 \pm 3,7$ мкм. У серой вороны между криптами обнаружены единичные пучки миоцитов. В слизистой оболочке визуализировались лимфоциты, плазмоциты, гистиоциты и макрофаги. При этом мышечная пластинка слизистой оболочки у серой вороны развита слабо. Мышечная оболочка построена из двух слоев гладкомышечных клеток. Толщина данной оболочки у серой вороны составила $158,5 \pm 6,5$ мкм. Серозная оболочка состояла из рыхлой соединительной ткани и мезотелия.

Заключение. Полученные результаты исследований по изучению гистоморфологической структуры желудка и тонкого кишечника серой вороны позволили выявить некоторые общие морфологические особенности с большинством видов птиц, а также некоторые вариации, которые можно объяснить их кормовым поведением.

Установлено, что слизистая оболочка железистого желудка представлена однослойным цилиндрическим железистым эпителием. В стенке железистого желудка визуализировалась тонкая подслизистая основа, состоящая из рыхлой соединительной ткани. Мышечная оболочка достаточно массивная, состоящая из двух слоев мышечных клеток. В мышечном желудке толщина слизистой оболочки была в 1,7 раза меньше по сравнению с аналогичным показателем железистого желудка. Кутикула с поверхности неровная, шероховатая, прикреплялась к поверхности слизистой оболочки с помощью выростов. Мышечная оболочка в данном отделе желудка массивная и была больше в 2,7 раза по сравнению с железистым желудком. Крупные желудочные железы в состоянии гиперсекреции располагались на противоположном полюсе слизистой оболочки желудка (вблизи подслизистой основы и мышечной оболочки). На наш взгляд, это связано с высокой кислотностью желудка и выделением большого количества желудочного сока, который накапливаясь в полости желез, выводится по протокам в многочисленные просветы, располагающиеся на внутренней поверхности слизистой оболочки.

Слизистая оболочка тонкого кишечника усеяна длинными ворсинками, между которыми в донной части располагались крипты.

Отмеченные особенности свидетельствуют о том, что процессы пищеварения и всасывания у данного вида птиц осуществляются на всем протяжении тонкого кишечника.

ЛИТЕРАТУРА

1. Александровская, О. В. Цитология, гистология и эмбриология / О. В. Александровская, Т. Н. Радостина, Н. А. Козлов. – М.: Агропромиздат, 1987. – 447 с.
2. Беляева, Н. П. Сравнительный анализ питания и морфологических особенностей железистого и мышечного желудка отдельных видов семейства Врановые (Corvidae) / Н. П. Беляева // Вестник Адыгейского гос. ун-та. Серия 4: Естественно-математические и технические науки. – 2018. – № 4(231). – С. 105-110.
3. Бондарев, Д. В. Сезонная динамика трофических связей серой вороны *Corvus cornix* в низовьях дельты Волги / Д. В. Бондарев, Н. Д. Реуцкий // Русский орнитологический журнал. – 2022. – Т. 31, № 2216. – С. 3531-3532.
4. Европейская конвенция о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rm.coe.int/168007a6a8>. – Дата доступа: 21.05.2024 г.
5. Кая, Э. Э. Экологические аспекты пластичности кормового поведения птиц в городе / Э. Э. Кая // Вестник Московского гос. обл. ун-та. Серия: Естественные науки. – 2018. – № 2. – С. 116-124. – DOI 10.18384/2310-7189-2018-2-116-124.
6. Клетикова, Л. В. Сравнительная оценка относительной массы внутренних органов и патологий у врановых птиц, обитающих в городской среде / Л. В. Клетикова, В. А. Пономарев, Л. В. Маловичко // Вестник Тверского гос. ун-та. Серия: Биология и экология. – 2021. – № 1(61). – С. 61-69. – DOI 10.26456/vtbio186.
7. Корбут, В. В. Синантропизация и урбанизация населения серой вороны мегалополиса Москва / В. В. Корбут // *Ceteris Paribus*. – 2016. – № 4. – С. 13-19.
8. Короткова, Т. Б. Приспособления серой вороны (*Corvus cornix* Linnaeus, 1758) к городской среде / Т. Б. Короткова, Н. Я. Поддубная // Самарский науч. вестник. – 2019. – Т. 8, № 1(26). – С. 47-54. – DOI 10.24411/2309-4370-2019-11107.
9. Отбор образцов для лабораторной диагностики бактериальных и вирусных болезней животных: учеб.-метод. пособие / И. Н. Громов [и др.]; УО «ВГАВМ». – Витебск, 2020. – 64 с.
10. Саркисов Д. С. Микроскопическая техника: рук. для врачей и лаборантов; под ред. Д. С. Саркисова, Ю. Л. Петрова. – М.: Медицина, 1996. – 544 с.
11. Abdel Maksoud M.K.M., Ibrahim A.A.H., Nabil T.M., Moawad U.K. Histomorphological, histochemical and scanning electron microscopic investigation of the proventriculus (Ventriculus glandularis) of the hooded crow (*Corvus cornix*). *Anat Histol Embryol.* 2022 May; 51(3):380-389. doi: 10.1111/ahe.12798. Epub 2022 Feb 24. PMID: 35201636.
12. Ahmed A. E., Kamel G. and Ahmed A. A. E. (2011). Histomorphological studied on the stomach of Japanese quail. *J. Poult. Sci.* 5(20), 56-67.
13. Al-Helali Sh. R., Al-Sudani A. A. and Jaber R. J. (2011). Histological Study of Stomach in (Mallard) *Anas platyrhynchos*. *Ibn Al-Haitham J. Pure Appl. Sci.* 24(1), 15-22.
14. Al-Taee A. A. (2017). Macroscopic and microscopic study of digestive tract of Brown falcon *Falco berigora* in Iraq. *JUBPAS* 25(3), 915-936.
15. Batah A. L., Selman H. A. and Saddam M. (2012) Histological study for stomach (Proventriculus and Gizzard) of coot bird *Fulica atra*. *Dyl. Agr. Scf. J.* 4(1), 9-16.
16. El-Sayed A. K., Hassan S. Gross morphological features of the air sacs of the hooded crow (*Corvus cornix*). *Anat Histol Embryol.* 2020 Mar;49(2):159-166. doi: 10.1111/ahe.12504. Epub 2019 Oct 15. PMID: 31617250.
17. Hassan S. A. and Moussa E. A. (2012). Gross and microscopic studies on the stomach of domestic duck (*Anas platyrhynchos*) and domestic pigeon (*Columba livia domestica*). *J. Vet. Anat.* 5(2), 105-127.