

**ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ**  
**VETERINARY MEDICINE AND ANIMAL SCIENCE**

Научная статья

УДК 598.65 : 591.14

doi: 10.34655/bgsha.2022.67.2.009

**ВОЗРАСТНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ПИТАНИИ И МОРФОФУНКЦИОНИРОВАНИЕ  
ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ ГОЛУБЕЙ В ПЕРИОД ПИТАНИЯ «ЗОБНЫМ  
МОЛОКОМ» И ПЕРЕХОД К ЗЕРНОВОМУ ПИТАНИЮ**

**Марьяна Васильевна Аюрзанаева<sup>1</sup>, Лариса Александровна Налётова<sup>2</sup>,  
Юлия Алексеевна Кушкина<sup>3</sup>**

<sup>1,2</sup> Бурятский государственный университет имени Доржи Банзарова, Улан-Удэ, Россия

<sup>3</sup> Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Р. Филиппова, Улан-Удэ, Россия

<sup>1</sup> marianawas@mail.ru

<sup>2</sup> lara.naletova.13@mail.ru

<sup>3</sup> ulial28@mail.ru

***Аннотация.** В данной работе подробно изучена ферментативная активность железы голубей в постэмбриогенезе. Особенности морфологии поджелудочной железы голубей, процессы питания, усвоения пищи определяются количественным и качественным составом гидролитических ферментов, обеспечивающих усвоение определенного состава пищи. Анализ результатов исследования показал количественные и качественные сдвиги в процессе развития, установление связей между биохимическими и морфофункциональными изменениями в организме. Изучение онтогенетического становления ферментативной активности поджелудочной железы позволяет судить об особенностях пищеварительной системы птиц, которые прежде всего определяются количественным и качественным составом гидролитических ферментов, обеспечивающих переваривание в каждый возрастной период определенного состава корма. Для голубей характерна возрастная смена питания. Ко времени вылупления птенцов в зобу родителей образуется «зобное молоко», в первые дни птенцы выкармливаются только этим «молочком», постепенно к нему присоединяются различные семена. Работа имеет прикладное значение, поскольку данное экспериментальное исследование является частью комплексного исследования поджелудочной железы, выполняющей ведущую роль в процессах пищеварения организмов животных. Результаты работы вносят определенный вклад в экологические, морфо-физиологические исследования, в эволюционную гастроэнтерологию, отражающую возможности функционального приспособления поджелудочной железы к различным факторам среды.*

**Ключевые слова:** поджелудочная железа, ферментативная активность, амилаза, протеаза, липаза, адаптация, поджелудочная железа.

## AGE-RELATED CHANGES IN NUTRITION AND MORPHOFUNCTIONING OF PANCREAS OF PIGEONS IN THE PERIOD OF “CROP MILK” NUTRITION AND SWITCHING TO GRAIN NUTRITION

Mariana V. Aurzanaeva<sup>1</sup>, Larisa A. Nalyotova<sup>2</sup>, Yulia A. Kushkina<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Buryat State University named after Dorji Banzarov, Ulan-Ude, Russia

<sup>3</sup>Buryat State Academy of Agriculture named after V. Philippov, Ulan-Ude, Russia

**Abstract.** *In this work, the enzymatic activity of the gland of pigeons in postembryogenesis was studied. Peculiarities of the morphology of pigeons' pancreas, the processes of nutrition, assimilation of food are determined by the quantitative and qualitative composition of hydrolytic enzymes that ensure the assimilation of a certain composition of food. Analysis of the results of the study showed quantitative and qualitative changes in the process of development, the establishment of links between biochemical and morphofunctional changes in the body. The study of the ontogenetic formation of the enzymatic activity of the pancreas makes it possible to judge the features of the digestive system of birds, which are primarily determined by the quantitative and qualitative composition of hydrolytic enzymes that ensure the digestion of a certain feed composition in each age period. Pigeons are characterized by an age-related change in nutrition. By the time the chicks hatch, “crop milk” is formed in the goiter of the parents, in the first days the chicks are fed only with this “milk”, various seeds gradually join it. The work is of practical importance, since this experimental study is part of a comprehensive study of the pancreas, which plays a leading role in the processes of digestion of animal organisms. The results of the work make a certain contribution to ecological, morphological and physiological studies, to evolutionary gastroenterology, reflecting the possibilities of functional adaptation of the pancreas to various environmental factors.*

**Keywords:** pancreas, enzymatic activity, amylase, protease, lipase, adaptations of the pancreas.

**Введение.** Благодаря скороспелости птицы являются удобным объектом для эволюционных исследований, значение которых для понимания жизнедеятельности сформировавшихся организмов не подлежит сомнению. Выявление количественных и качественных сдвигов в процессе развития, установление связей между биохимическими и морфофункциональными изменениями в организме представляется важной задачей. Изучение онтогенетического становления ферментативной активности поджелудочной железы позволяет судить об особенностях анатомического строения пищеварительной системы птиц, которые прежде всего определяются количественным и качественным составом гидролитических ферментов, обеспечивающих переваривание в каждый возрастной период определенного состава корма.

Для голубей характерна возрастная смена питания. Ко времени вылупления

птенцов в зобу родителей образуется «зобное молоко», в первые дни птенцы выкармливаются только этим «молочком», постепенно к нему присоединяются различные семена.

**Материалы и методика.** Эксперименты по изучению внешнесекреторной функции и ферментных адаптаций поджелудочной железы голубей проводились на базе кафедры зоологии и экологии Бурятского государственного университета имени Доржи Банзарова.

Объектом исследований выбраны сирые полудомашние голуби, обитающие в г. Улан-Удэ. Голуби представляют самый интересный объект изучения пищеварительной железы птиц. Во-первых, голубь – птица чисто зерноядного типа питания, которая не допускает использование животной пищи (насекомых и т. д.) даже при кормлении птенцов; во-вторых, это широко распространенная, экологически пластичная, синаитропная птица, имеющая

дикие и домашние породы; в-третьих, голубь – сравнительно крупная птица, удобная для исследования; в-четвертых, пищеварительная функция поджелудочной железы голубей слабо изучена.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Исследования по изучению ферментативной активности железы голубей в постэмбриогенезе проводились нами в гомогенате ткани органа.

Результаты наших исследований гомогената из ткани органа показывают, что птенцы голубей вылупляются из яйца с активным пищеварительным аппаратом, хотя ферментный состав поджелудочной железы специфичен. Отмечена низкая концентрация амилазы при относительно высоком содержании протеаз и липазы (табл.1).

**Таблица 1** – Активность ферментов поджелудочной железы птенцов голубей

Показатель	После вылупления	До 10 дней	До 20 дней	До 30 дней
Активность амилазы, мг/г, мин	681,00	2738,00	3188,00	4800,00
Активность протеаз, мг/г, мин	127,00	158,00	132,00	163,00
Активность липазы, мкмоль/г, мин	0,76	0,78	0,73	1,50

Амилолитическая активность в первые дни (1-3 сутки) невысокая и составляет  $680+69,4$  мг/г мин, но к 10-дневному возрасту значительно увеличивается до  $3056+185,6$  мг/г мин.

В течение десяти последующих дней происходит постепенное увеличение концентрации амилазы гомогената ткани железы до  $4233+123,6$  ед. Такой уровень амилазной активности существенно не изменяется до 30-дневного возраста голубей, к 30 дням равняется 4800 единицам.

Поджелудочная железа у вылупившихся птенцов обладает значительным содержанием протеолитических ферментов. Активность протеаз в этом периоде составляет  $130+2,9$  мг/г мин. Следующая декада характеризуется незначительным уменьшением концентрации протеаз гомогената ткани железы до  $123+2,2$  мг/г мин. К 30-дневному возрасту содержание фермента увеличивается до  $163+3,9$  мг/г мин, т. е. достигает уровня взрослой птицы [1, 2, 3, 4, 5].

В первые дни после вылупления у голубей нами отмечена довольно высокая

концентрация липазы –  $0,8$  мкмоль/г мин, которая не характеризуется значительными изменениями в течение 15-20 дней. К моменту вылета из гнезда содержание фермента увеличивается в 2-2,5 раза и достигает уровня  $1,5\pm 0,4$  мкмоль/г мин. В динамике изменений липолитической активности отмечено повторение динамики активности протеаз (рис. 1).

Высокая ферментативная активность ткани железы в постэмбриогенезе у цыплят установлена в работах [5], это свидетельствует о том, что у цыплят, способных к самостоятельному дефинитивному питанию, содержание амилазы приближается на 1-й день после вылупления к таковой у взрослых птиц. У зрелорождающихся морских свинок отмечена высокая активность амилолитических ферментов.

Амилазно-протеазное соотношение гомогената ткани железы у голубей в первые дни после вылупления составляет 7:1, что демонстрирует характер белкового питания. И по мере роста и развития птенцов с введением в рацион зерен оно увеличивается до 35:1, т. е. показывает

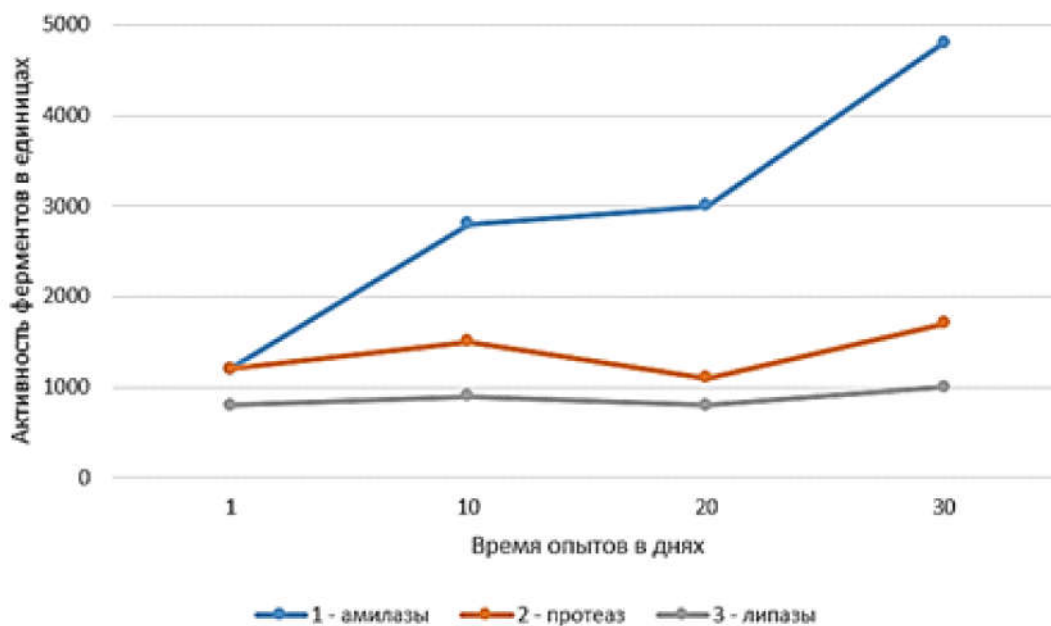


Рисунок 1. Изменение активности ферментов поджелудочной железы голубей в постэмбриональный период.

Обозначения: по оси абсцисс – время опытов в днях; по оси ординат – активность ферментов в единицах: 1 – амилазы; 2 – протеаз; 3 – липазы

повышение содержания амилазы поджелудочной железы, характерного признака растительного питания.

Возрастные изменения протеолитической активности к амилолитическим ферментам у кур имеют существенные различия от 1:11 у кур в возрасте 1,5-2,0 года до 1:22 у птиц 12-месячного возраста. Многие авторы [5, 6] отмечают снижение ферментативной активности ткани поджелудочной железы в первые дни постэмбриогенеза. Наши результаты согласуются с данными [4, 5, 7] о том, что в начальный период онтогенеза у цыплят следует увеличение амилолитической активности.

Мы согласны с мнением В.А. Стрельцова [8], который указывает, что поджелудочная железа представляет собой крупный, дольчатый, паренхиматозный орган, расположенный позади правой доли печени в каудовентральном направлении между восходящим и нисходящим коленами двенадцатиперстной кишки на всём его протяжении. Анатомически она состоит из постоянных вентральной и дорсальной долей, непостоянных – средней, селезёночной и сращения.

В.Г. Вертипрахов [9], изучая измене-

ния ферментативной активности в экстракте ткани поджелудочной железы цыплят-бройлеров, пришел к выводу, что наиболее интенсивное развитие органа происходит с суточного до 30-дневного возраста. За этот период масса органа увеличивается в 26,0 раз, подобную динамику имеет живая масса птицы: она возрастает в 11 раз, а с 30- до 56-дневного возраста лишь в 2,5 раза, т. е. существует положительная коррелятивная связь между массой поджелудочной железы и массой птицы.

Таким образом, уровень активности ферментов поджелудочной железы голубей в постэмбриогенезе изменяется неодинаково. Птенцы вылупляются из яйца с активно действующим пищеварительным аппаратом, способным эффективно переваривать питательные вещества корма – зобного молока. Высокая концентрация протеолитических ферментов позволяет гидролизовать белки «молока», процентное содержание которых в составе питания велико (57,4%). С увеличением в питании размяченных в зобу зерен уже на 4-5-е сутки происходит увеличение амилазной активности, которая к моменту вылета из гнезда достигает уровня ак-

тивности взрослой птицы [2, 3, 4, 5].

Итак, в первой декаде постэмбрионального развития наблюдается увеличение ферментативной активности ткани железы. Активность амилазы увеличивается в 4,4 раза. Содержание протеаз и липазы у 1-3-суточных птенцов уже соответствует 80% и 53% их концентрации у взрослых голубей, затем наблюдается небольшое увеличение этих ферментов в ткани органа.

Незначительное снижение протеолитической и липолитической активности, дальнейшее увеличение содержания амилазы характеризует следующую декаду. К 30-дневному возрасту концентрация амилазы возрастает по сравнению с исходным уровнем в 6,9 раза, протеаз – 1,4 раза, липазы – в 1,8 раз, т. е. с возрастом наблюдается увеличение содержания ферментов в общей массе железы.

С возрастом наблюдается увеличение концентрации ферментов в общей массе железы. Так, активность амилазы с суточного до 30-дневного возраста возрастает в 10,3 раза, протеаз – 2 раза, липазы – в 2,7 раза [1, 2, 3, 4, 5].

На значительные изменения в процессе онтогенетического развития в связи с переходом от одного типа питания к другому указывают исследования [2, 3, 4,

5, 6, 10]. Авторы отмечают, что при переходе от молочного питания к дефинитивному, включающему растительные углеводы, у большинства млекопитающих и человека происходят изменения ферментного спектра кишечной слизистой, это связано с необходимостью ассимиляции важных компонентов пищи.

Переход от смешанного к дефинитивному питанию после 20-го дня жизни характеризуется возрастанием активности этих ферментов в химусе кишечника в 2 раза. В зависимости от возраста также изменяется соотношение активности протеолитических ферментов к активности амилазы, отражающее адаптивное приспособление к качеству пищи.

Как показывают данные, после вылупления относительная масса поджелудочной железы голубей значительна (0,85%).

В первые десять дней происходит увеличение массы поджелудочной железы в 1,6 раз, в последующем – постепенное снижение и к 30 дням жизни составляет 0,99 г, или увеличение в 1,4 раза, по сравнению с исходным уровнем и равняется 0,28% от массы тела (табл. 2). Живая масса птицы постепенно увеличивается после вылупления и к моменту вылета из гнезда наблюдается увеличение в 4 раза.

**Таблица 2** – Масса поджелудочной железы птенцов голубей

Показатель	После вылупления	До 10 дней	До 20 дней	До 30 дней
Живая масса птицы (г)	78,500	136,300	256,600	327,000
Абсолютная масса железы (г)	0,675	1,061	0,870	0,990
Относительная масса железы (%)	0,850	0,770	0,340	0,280

**Заключение.** Таким образом, у птенцов голубей имеется вполне сформированная по массе и по функции поджелудочная железа. В первые дни онтогенеза установлено соотношение амилазы к протеазам 1:7, что позволяет эффективно переваривать белки «зобного молока». С увеличением в питании размягченных зерен повышается содержание амилазы.

Соотношение ферментов становится 1:35.

В начальный период постэмбриогенеза птенцы голубей имеют вполне сформированную и по массе, и по функции поджелудочную железу, способную эффективно переваривать питательные вещества корма.

### Список литературы

1. Аюрзанаева М.В., Кушкина Ю.А., Налетова Л.А. Влияние абиотических биотических и антропогенных экологических факторов на деятельность поджелудочной железы голубей // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. 2020. № 3 (60). С. 60-68.
2. Аюрзанаева М.В. Пищеварительная функция поджелудочной железы и типы питания животных // Сельскохозяйственная биология. 2003. № 4. С. 14 – 15.
3. Аюрзанаева М.В. Содержание ферментов в гомогенате ткани поджелудочной железы голубей // Материалы междунар. конф. ветеринар. морфологов. Улан-Удэ : БГСХА, 1998. С.24 – 27.
4. Аюрзанаева М.В. Суточная динамика внешнесекреторной функции // Эколого-географические проблемы Байкальского региона : труды молодых ученых. Улан-Удэ : БГУ, 1999. С. 145 – 148.
5. Батоев Ц.Ж., Налётова Л.А. Физиология пищеварения птиц. Улан-Удэ : БГУ, 2008. 71 с.
6. Найда В.А. Онтогенетическое становление газэнергетического обмена и ферментативной функции пищеварительной железы у цыплят : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Львов, 1987. 26 с.
7. Бердников П.П. Физиология желудочного пищеварения у птиц. Благовещенск, 1989. 95 с.
8. Стрельцов В.А., Ткачева Н.С. Постинкубационный онтогенез поджелудочной железы кур финального гибрида яичного кросса Иза-Браун // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 6 (56). С. 258-261.
9. Вертипрахов В.Г. Суточная динамика экзокринной функции поджелудочной железы у цыплят-бройлеров // Сибирский вестник в сельскохозяйственной науке. 1988. С. 57-60.
10. Налетова Л.А., Кушкина Ю.А., Максарева Д.Д. Морфостериометрия слизистой и мышечной оболочек мышечного отдела желудка кур и гусей // Вестник Бурятского государственного университета. 2015. № 4. С. 204-207.

### References

1. Ayurzanaeva M.V., Kushkina Yu.A., Naletova L.A. Influence of abiotic biotic and anthropogenic environmental factors on the activity of the pancreas of pigeons. *Vestnik of the Buryat State Agricultural Academy V.R. Filippov*. 2020;3(60):60-68 (In Russ.)
2. Ayurzanaeva M.V. Digestive function of the pancreas and types of animal nutrition. *Agricultural biology*. 2003;4:14-15 (In Russ.)
3. Ayurzanaeva M.V. The content of enzymes in the pancreatic tissue homogenate of pigeons. *Proc. of Int. Conf. Vet. Morphologists*. Ulan-Ude : BSHA, 1998. Pp. 24 - 27 (In Russ.)
4. Ayurzanaeva M. V. Sutochnaya dinamika vneshnesekretornoy funktsii [Diurnal dynamics of exocrine function]. *Ecological and geographical problems of the Baikal region: works of young scientists*. Ulan-Ude. BSU, 1999. Pp. 145-148 (In Russ.)
5. Batoev Ts.Zh., Naletova L.A. Fiziologiya pishchevareniya ptits. [Physiology of digestion of birds]. Ulan-Ude. BSU, 2008. 71 p. (In Russ.)
6. Naida V.A. Ontogeneticheskoye stanovleniye gazoenergeticheskogo obmena i fermentativnoy funktsii pishchevaritelnoy zhelezy u tsyplyat [Ontogenetic formation of gas-energy metabolism and enzymatic function of the digestive gland in chickens]. Candidate's dissertation abstract. Lvov, 1987. 26 p. (In Russ.)
7. Berdnikov P.P. Fiziologiya zheludochnogo pishchevareniya u ptits. [Physiology of gastric digestion in birds]. Blagoveshchensk, 1989. 95 p. (In Russ.)
8. Streltsov V.A., Tkacheva N.S. Postincubation ontogeny of the pancreas of chickens of the final hybrid of the egg cross Iza-Brown. *Proceedings of the Orenburg State Agrarian University*. 2015;6(56):258-261 (In Russ.)
9. Vertiprakhov V.G. Daily dynamics of the exocrine function of the pancreas in broiler chickens. *Siberian Bulletin in Agricultural Science*. 1988. Pp. 57-60 (In Russ.)
10. Naletova L.A., Kushkina Yu.A., Maksarova D.D. Morphosteriometry of the mucous and muscular membranes of the muscular stomach of chickens and geese. *Bulletin of the Buryat State University*. 2015;4:204-207 (In Russ.)

### Информация об авторах

**Марьяна Васильевна Аюрзанаева** – кандидат биологических наук, доцент кафедры зоологии и экологии;

**Лариса Александровна Налётова** – кандидат биологических наук, доцент кафедры зоологии и экологии;

**Юлия Алексеевна Кушкина** – кандидат биологических наук, доцент кафедры паразитологии, эпизоотологии и хирургии.

### Information about the authors

**Mariana V. Aurzanaeva** – Candidate of Science (Biology), Associate Professor, Chair of Zoology and Ecology;

**Larisa A. Nalyotova** – Candidate of Science (Biology), Associate Professor, Chair of Zoology and Ecology;

**Yulia A. Kushkina** – Candidate of Science (Biology), Associate Professor, Chair of Parasitology, Epizootology and Surgery.

Статья поступила в редакцию 13.04.2022; одобрена после рецензирования 12.05.2022; принята к публикации 16.05.2022.

The article was submitted on 13.04.2022; approved after reviewing on 12.05.2022; accepted for publication on 16.05.2022.