

На правах рукописи

Беляева Нина Петровна

**МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОГО ТРАКТА НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ПТИЦ
СЕМЕЙСТВА ВРАНОВЫХ (*CORVIDAE*)**

Специальность: 03.03.01 – Физиология

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Москва – 2019

Работа выполнена на кафедре морфологии и ветеринарии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»

Научный руководитель:

Семак Анна Эдуардовна

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры морфологии и ветеринарии ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»

Официальные оппоненты:

Вертипрахов Владимир Георгиевич

доктор биологических наук, старший научный сотрудник, заведующий отделом физиологии и биохимии ФГБНУ ФНЦ «ВНИТИП» РАН

Никитченко Владимир Ефимович

доктор ветеринарных наук, профессор, профессор департамента ветеринарной медицины, Аграрно-технологического института ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов»

Ведущая организация:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ставропольский государственный аграрный университет»

Защита состоится 25 сентября 2019 г. в 15⁰⁰ час. на заседании диссертационного совета Д 220.043.09 на базе ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет–МСХА имени К.А. Тимирязева», по адресу: 127550, г. Москва, ул. Прянишникова, д. 19, тел/факс: 8 (499) 976-21-84.

С диссертацией можно ознакомиться в Центральной научной библиотеке имени Н.И. Железнова ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» и на сайте Университета www.timacad.ru.

Автореферат разослан «__» _____ 20__ г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
к.б.н., доцент

Ксенофонтова А.А.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Функционирование и строение пищеварительной системы птиц, зависимость её морфофункциональных показателей от потребляемых кормов, до сих пор изучены неполно, несмотря на большое внимание, уделяемое данным вопросам. Данная система является одной из наиболее лабильных и показательных, что даёт возможность по её изменениям выносить суждение о влиянии какого-либо фактора на весь организм в целом. Именно морфолого-физиологические характеристики пищеварительной системы обычно исследуют для получения выводов о пищевых достоинствах и особенностях рационов, степени переваримости, усвояемости и влиянии на организм различных пищевых добавок, лекарственных препаратов, БАД и других веществ, способных облегчить выращивание птиц в искусственных условиях. В подобных экспериментах наблюдается, как происходят адаптации организма, направленные на обеспечения наилучших условий для процесса пищеварения и усвоения питательных веществ в зависимости от смены рациона. За счёт значительной лабильности, органы желудочно-кишечного тракта могут трансформироваться, вплоть до гистологического и анатомического уровня. В первую очередь наблюдается колебание именно гистологических показателей, которые ведут к изменениям характеристик и особенностей физиологии процесса пищеварения.

Кровь является жидкой средой организма, её состав незамедлительно реагирует на изменения, происходящие в организме, что необходимо для поддержания гомеостаза. Одной из важных причин изменения состава крови является питание птиц. Вещества, поступающие с кормом в организм в процессе пищеварения, всасываются в кишечнике и попадают в кровяное русло. Химизм таких компонентов может варьироваться в зависимости от питания и напрямую воздействовать, на биохимический и клеточный состав крови.

Актуальность темы исследования. Актуальность работы заключается в том, что в настоящее время отсутствует необходимый объём данных о способности отделов желудочно-кишечного тракта птиц вариабельно адаптироваться в течение длительного периода времени к разнонаправленно меняющемуся рациону. Присутствует необходимость в получении информации об обратимости морфофизиологических изменений, происходящих под действием пищевых компонентов и при их отсутствии. Также необходимо пополнить объём данных по составу крови диких врановых птиц.

Степень разработанности. На данный момент большинство исследований морфофизиологических адаптаций пищеварительной системы птиц носят кратковременный характер. Основной целью работ является выявление степени влияния изучаемых веществ на морфофункциональные

показатели желудочно-кишечного тракта сельскохозяйственной птицы. При этом практически отсутствуют долгосрочные исследования изменений органов желудочно-кишечного тракта в длительной перспективе, при использовании периодически меняющегося рациона – его компонентов, питательной ценности, переваримости и т.д. Таким образом, вопрос о возможности влияния состава корма как на увеличение, так и на снижение определённых морфофункциональных показателей, тем более о возможности инволюции каких-то органов или их частей при смене компонентов рациона, остаётся практически не исследованным.

Для получения возможности утверждать, как именно компоненты корма могут влиять на морфологию отделов желудочно-кишечного тракта, необходимо проведение длительных исследований с периодическими изменениями рациона. Отбор материала для таких опытов должен проводиться регулярно и в единых условиях. Именно поэтому дикие птицы полифаги лучше всего подходят для таких исследований. Особенность их трофической специализации заключается в легкой смене основного корма в зависимости от доступности различных компонентов пищи. Чаще всего смена рациона в таких условиях соответствует периодичности сезонов года. Детальное изучение содержимого отделов желудочно-кишечного тракта совместно с наблюдениями за особенностями пищевого поведения птиц способны дать чёткое представление о сезонном рационе.

Наиболее распространенными и доступными для изучения на территории нашей страны являются представители семейства врановых. Модельными видами послужили галка (*Coloeus monedula* L.), грач (*Corvus frugilegus* L.), сойка (*Garrulus glandarius* L.) и сорока (*Pika pika* L.).

Цель диссертационной работы. Определить морфофункциональные особенности отделов пищеварительного тракта птиц семейства Врановые в различные сезоны года.

Для достижения поставленной цели сформулированы следующие **задачи** исследования:

- 1) в различные сезоны года (весна, лето, осень, зима): осуществить сбор материала для дальнейшего сравнительного анализа состава пищи четырёх видов птиц семейства Врановые: галка (*Coloeus monedula* L.), грач (*Corvus frugilegus* L.), сойка (*Garrulus glandarius* L.) и сорока (*Pika pika* L.);
- 2) установить морфометрические характеристики пищеварительной системы рассматриваемых видов птиц;
- 3) провести исследование гистологической структуры и физиологической активности органов желудочно-кишечного тракта изучаемых видов;
- 4) установить клеточный состав крови исследуемых птиц;

5) в результате полученных сезонных данных выявить связь динамики морфологических показателей и пищеварительной активности отделов ЖКТ с особенностями состава корма и видовой принадлежностью птиц.

Научная новизна. До настоящего времени не было проведено исследований и опубликовано работ, описывающих длительные сезонные (циклические) изменения пищевых предпочтений и их влияние на динамику морфофункциональных характеристик ЖКТ в пределах одной популяции диких врановых птиц. На сегодняшний день данных по качественному и количественному составу крови широко распространённых на территории всей страны видов врановых недостаточно.

Теоретическая и практическая значимость. Полученные в результате исследования данные имеют высокую научную ценность, поскольку в литературе ранее не встречалось подобных материалов. Длительность (7 лет) и масштабность (220 птиц) исследования даёт возможность говорить о достоверности полученных данных и возможности их учёта при проведении научных исследований диких и сельскохозяйственных птиц и разработок опытов. Полученные данные по составу крови могут быть в дальнейшем использованы при разработке справочных нормативных данных.

Методология и методы исследования. В ходе проведения исследования были использованы различные комплексные методики исследования состава поедаемого корма птиц. Изготовление и тщательное изучение гистологических препаратов, мазков крови, подсчёт количества клеток крови и морфологические измерения проводилось по стандартным методикам. Все результаты статистически обрабатывались с помощью специализированных компьютерных программ. Более детальное описание представлено в разделе «Материалы и методы исследования».

Положения, выносимые на защиту:

- пищевые предпочтения всеядных птиц зависят не только от сезона года, но и от видовой принадлежности;
- морфометрические показатели органов пищеварительной системы птиц изменяются при сезонной смене рациона;
- морфофизиологические характеристики органов желудочно-кишечного тракта зависят от основных компонентов в пище птиц;
- морфофизиологические адаптации органов ЖКТ птиц происходят волнообразно, включая как периоды усиленного развития, так и периоды инволюции;
- изменения морфофизиологических показателей в органах желудочно-кишечной системы под влиянием смены рациона происходит неодинаково у близкородственных видов врановых птиц;

- гематологические показатели имеют отличия у близкородственных видов птиц и могут зависеть от особенностей рациона.

Степень достоверности и апробация результатов

Результаты, представленные в научной работе, были вынесены на обсуждение и одобрены на Международной научной конференции «Аграрное образование и наука в XXI веке: вызовы и проблемы развития» г. Москва 2015 год; Международной научной конференции молодых учёных и специалистов «Наука молодых – агропромышленному комплексу» г. Москва 2016 год; Международной научной конференции, посвященной 200-летию Н.И. Железнова г. Москва 2016 год; Международной научно-практической конференции ADVANCEDSCIENCE г. Пермь 2017 год. Также результаты обсуждались на заседаниях кафедры.

Публикации результатов исследования

По материалам, представленным в диссертации, опубликовано 8 статей, в том числе 3 в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки РФ.

Объём и структура работы

Диссертационная работа изложена на 195 страницах машинописного текста и включает введение и главы: обзор литературы, материал и методы, результаты исследований, заключение и список литературы.

Работа иллюстрирована 18 таблицами, 25 рисунками. Список литературы включает 172 источника, в том числе 28 работ иностранных авторов.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Материал и методы исследования

Материалом для исследования послужили птицы четырех видов семейства врановых: грач (*Corvus frugilegus*), галка (*Coloeus monedula*), сорока (*Pica Pica*) и сойка (*Garrulus glandarius*). В течение семи лет было проведено исследование питания и особенностей желудочно-кишечного тракта врановых птиц. Ежегодно проводился сбор материала в различные сезоны года, в каждый из которых исследовались по 2-4 особи каждого вида. За весь период нами были изучены 69 грачей, 57 галок, 48 сорок и 46 соек. Ареалы находились на территории шести районов Ставропольского края. Все птицы, отобранные для исследования, были половозрелыми самцами (в возрасте не менее одного года).

Для исследования характеристик форменных элементов крови был произведён сбор материала от всех исследуемых особей в осенний сезон, поскольку именно в этот период на птиц влияло меньше всего негативных внешних факторов. Был произведён сбор материала от 73 особей, в том числе 15-ти сорок, 18-ти галок, 25-ти грачей и 15-ти соек.

Вся проведенная работа по сбору и обработке материала состояла из нескольких этапов (Рис.1). Полевые исследования включали в себя сбор материала и его первичную обработку.

По литературным данным проводился анализ скорости прохождения пищи по желудочно-кишечному тракту, физиологических особенностей и времени образования химуса. Были проведены кратковременные наблюдения за птицами в пятидневный период летом и в двухдневный зимой.

Лабораторные и полевые исследования включали несколько этапов: морфометрия птиц и их желудочно-кишечного тракта, изучение содержимого желудочно-кишечного тракта, изучение гистологического строения и морфофункциональных характеристик отделов желудочно-кишечного тракта, исследование морфологических показателей крови, статистический анализ полученных данных. Исследования проходили с октября 2011года по декабрь 2018 года.

Морфометрия отделов желудочно-кишечного тракта проводилась с помощью штангенциркуля с ценой деления 0,1 мм и погрешностью 0,05 мм. Для установления массы использовали весы с разрядностью 0,01г, максимальным весом 500 г и погрешностью 0,005 г. В дальнейшем полученные данные были использованы для расчета относительных величин длины и массы отделов желудочно-кишечного тракта птиц.

Схема опыта

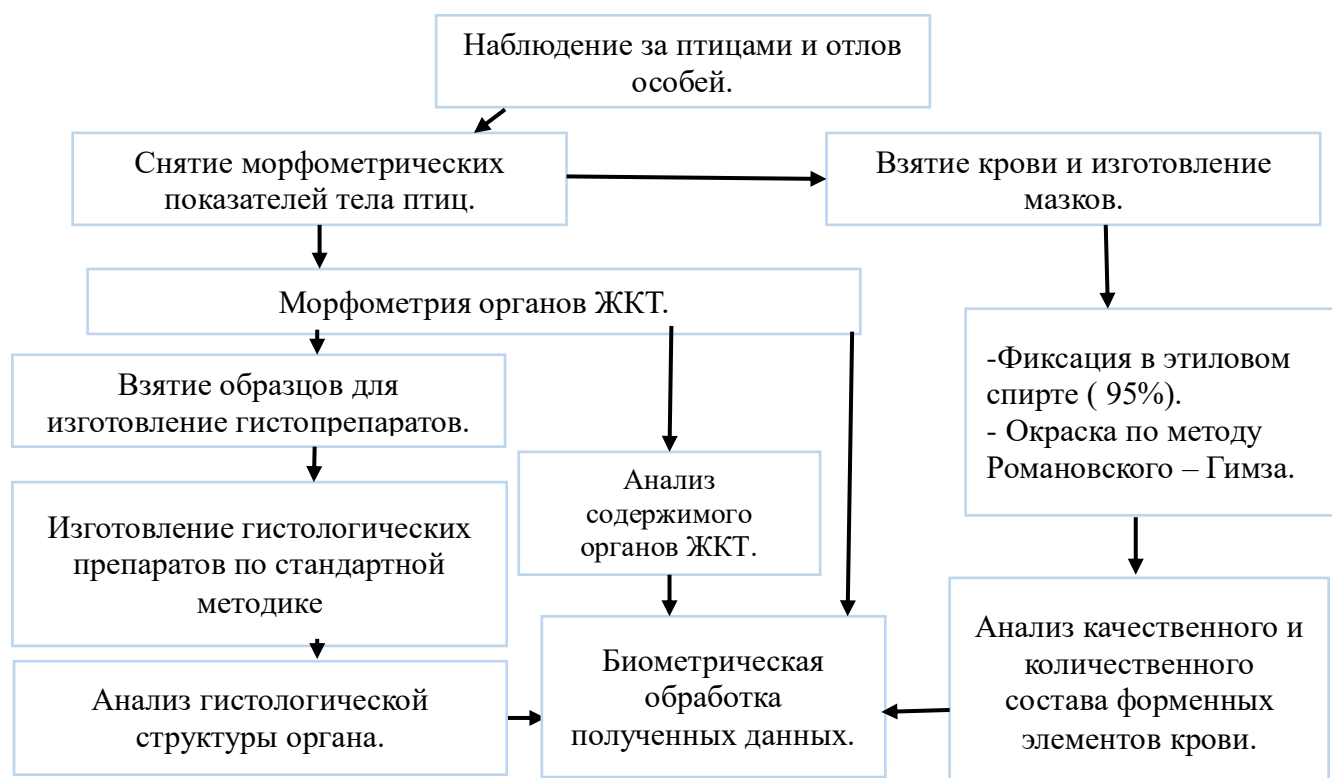


Рис.1 Схема проведения исследования

Забор крови осуществлялся из подкрыльцовой вены в полевых условиях с соблюдением всех необходимых условий взятия крови и требований асептики одноразовыми инструментами. Полученную кровь переносили на предметное стекло для создания мазка по стандартной методике. Окраска полученных мазков проводилась в лабораторных условиях на кафедре Морфологии и ветеринарии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Был применён стандартный метод Романовского – Гимза с использованием фабричных красителей согласно методике. Для подсчёта лейкоцитарной формулы использовался механический счётчик. Каждый мазок был условно разделён на четыре части и в них происходил подсчёт не менее 25-ти лейкоцитов, таким образом, их общее количество достигало 100 штук, что принимается за 100%. В лейкоцитарной формуле по морфологическим особенностям и восприимчивости к красителю различались группы лимфоцитов, моноцитов, базофилов и гетерофилов, включающие эозинофилы и псевдоэозинофилы, которые имеют внешнее сходство. Размер эритроцитов был изучен с помощью окулярной линейки.

Одновременно с изъятием кормовых частиц из отделов ЖКТ, до начала процесса автолиза тканей, производили выделение образцов для гистологического исследования. Были взяты кусочки железистого желудка, мышечного желудка, двенадцатиперстной кишки, слепых кишок. Образцы этикетировали и фиксировали в 10% нейтральном формалине. Для

морфофизиологического исследования использовались образцы от трех птиц каждого вида. На базе лаборатории кафедры морфологии и ветеринарии животных РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева производили изготовление гистологических препаратов из полученных образцов. Для исследования изготавливались срезы толщиной 5-10 мкм, окрашивались гематоксилином и эозином. Препараты исследовались под световым микроскопом при увеличениях 16*20, 10*7 и 7*40. В ходе изучения было сделано описание очевидных особенностей структуры органов.

Морфофункциональные показатели толщины слоев и оболочек в составе стенки трубкообразных органов измеряли с помощью окулярной линейки, данные переводились в микрометры с помощью объект-микрометра. В железистом желудке были проведены измерения мощности желудочной стенки, толщины слизистой оболочки, подслизистой основы и мышечной оболочки. В мышечном желудке рассматривалась степень развития слизистого слоя и кутикулы. В двенадцатиперстной кишке измеряли мощность стенки, длину ворсинок, толщину слоя крипт, мышечной пластинки и мышечной оболочки. Каждый вышеуказанный параметр для точности данных измерялся не менее 30 раз в разных местах одного среза и на нескольких срезах одного органа. Общее количество измерений стенки составляло 360.

Все полученные в ходе исследования данные обрабатывались нами с помощью стандартных биометрическими методов с использованием программ Microsoft Excel и Statistica 8.0.

Результаты исследований

Все исследуемые виды птиц принадлежали к трофической группе полифагов, поэтому состав их рациона варьировался достаточно сильно в зависимости от сезона года (таб.1). В зимний и весенний периоды особи предпочитали корма растительного происхождения, в основном это были зелёные части растений. Среди предпочитаемых кормов были плоды различных дикорастущих кустарников и деревьев, в том числе боярышника, лоха серебристого и шиповника. В весенний период, особенно после схода устойчивого снежного покрова и истощения привычных мест кормёжки, большинство видов предпочитает вылетать на поля и кормиться остатками зерновых культур. В весенний сезон также для всех птиц характерно наличие в содержимом отделов желудочно-кишечного тракта балластных кормов антропогенного происхождения. Это является признаком использования для поисков пищи свалок ТБО. Корма животного происхождения появляются в рационе птиц в летний и осенний периоды. Хотя в пище сорок и соек небольшое их количество обнаруживается на протяжении всего года.

Летом и осенью животная пища представлена в основном различными насекомыми, моллюсками и червями, в то время как для зимнего и весеннего периодов характерно наличие мышевидных грызунов, полёвок и даже мелких птиц.

Таблица 1 - Соотношение пищевых объектов в составе корма врановых птиц (%)

Вид птицы	Сорока				Галка				Грач				Сойка			
	Зима (n=10)	Весна (n=13)	Лето (n=7)	Осень (n=18)	Зима (n=13)	Весна (n=10)	Лето (n=16)	Осень (n=18)	Зима (n=19)	Весна (n=10)	Лето (n=15)	Осень (n=25)	Зима (n=7)	Весна (n=10)	Лето (n=14)	Осень (n=15)
Растительная пища	80,2 ±5,8 ***	64,9 ±4,1 *	6,4 ±0,9 ***	16,2 ±1,5 ***	89,9 ±2,8 ***	78,7 ±3,8 **	41,3 ±3,2 ***	50,5 ±4,8 *	73,6 ±1,9 ***	64,7 ±3,1 ***	29,7 ±2,2 ***	31,6 ±3,2	51,7 ±4,3 ***	62,0 ±5,4 *	12,2 ±2,0 ***	16,1 ±2,6
Животная пища	3,1 ±0,1 ***	8,6 ±0,9 ***	91,8 ±6,5 ***	75,4 ±5,8	0***	0	54,9 ±5,4 ***	45,6 ±5,8	0***	0	64,8 ±4,7 ***	58,9 ±4,8	38,3 ±3,5 ***	21,8 ±3,5 **	86,3 ±4,9 ***	79,9 ±6,9
Антропогенные элементы	6,3 ±0,1	10,8 ±1,1 ***	0***	5,5 ±1,1 ***	0	3,9 ±0,9 ***	0***	0	9,7 ±0,1 ***	15,9 ±1,1 ***	2,8 ±0,1 ***	4,6 ±0,8	3,1 ±0,7 **	5,8 ±0,9 **	0,8 ±0,1 ***	1,6 ±0,1 ***
Гастролиты	10,3 ±1,5 ***	15,6 ±1,8 *	1,5 ±0,1 ***	2,6 ±1,0	9,4 ±0,1 ***	17,2 ±3,2 **	3,7 ±0,7 ***	3,5 ±0,8	16,6 ±0,2 ***	19,1 ±1,1 *	2,4 ±0,1 ***	4,9 ±0,7 *	6,8 ±0,9 **	10,3 ±1,1 **	0,8 ±0,1 ***	2,4 ±0,5 ***

Разность с предыдущим сезоном внутри вида достоверна при: * $P \geq 0,95$;
** $P \geq 0,99$; *** $P \geq 0,999$

Таким образом, сороки и сойки охотятся за животной пищей на протяжении всего года. Галки и грачи отдают предпочтение кормам, находящимся в достаточном объёме в определённый сезон. Стоит отметить, что галки и грачи, исходя из полученных данных, в основном тяготеют к кормам растительного происхождения, поскольку их доля не опускается ниже 30% на протяжении всего года.

Количество гастролитов, содержащихся в мышечном желудке, также зависело в основном от рациона, а не от видовой принадлежности птиц (таб.1). Их масса варьировалась на протяжении года у всех изучаемых видов. В основном, она снижалась в летний и осенний периоды. Одной из причин могло служить насыщение пищи труднопереводимыми частицами, в их числе были хитиновые покровы насекомых, кости позвоночных животных и

костянки. Именно такие компоненты выполняли функцию гастролитов и замещали их в мышечном желудке.

Размерные показатели птиц напрямую зависят от их видовой принадлежности, но в то же время они могут достоверно изменяться в течении года при смене рациона. Из полученных данных видно, что изменения эти обратимы и цикличны. Достоверные сезонные изменения массы тела на протяжении всего года зафиксированы у галок от 187 грамм в весенний период до 248 грамм в осенний и грачей от 380 грамм весной до 476 грамм осенью. У сорок достоверными оказались различия изучаемого показателя только в летний период (232 грамма), который характеризуется резкой сменой рациона.

Общая масса желудочно-кишечного тракта также достоверно варьировалась на протяжении года у всех птиц, за исключением галок, у которых она изменялась в пределах от 24 до 31 грамма. Несмотря на это, абсолютные массы изучаемых органов системы пищеварения имели достоверные сезонные изменения у всех без исключения птиц.

Морфофункциональные показатели железистого желудка изменялись неодинаково у особей разных видов. У грача изменения массы органа частично или полностью зависели от его длины. В летний период длина желудка достоверно возрастала до 23 мм, а масса до 1,5 грамм, при этом зимой показатели снизились до 18 мм и 1,04 грамм соответственно. В то же время, размер желудка у галки оставался в основном практически неизменным и варьировался от 12,8 до 15 мм. Показатель массы железистого желудка у сойки, изменялся от 1 до 2 грамм. Длина органа достоверно изменялась зимой до 13 мм и летом до 19,5 мм. Таким образом можно утверждать, что у большинства изученных птиц колебания массы железистого желудка в большей степени зависят именно от изменений, происходящих на гистологическом уровне и приводящих к физиологическим адаптациям. Толщина стенки органа, как и предполагалось, оказалась более лабильна, чем его размерные значения. В основном интенсивность пищеварения изменялась за счёт вариации слизистой оболочки и подслизистой основы. Для всех птиц динамика пищеварительной активности имела цикличные изменения и была близкой по характеру. В зимний и весенний периоды, когда количество корма снижалось и в его состав входили в основном растительные элементы, толщина слоёв внутри стенки достигала минимальных годовых значений, что вело к снижению интенсивности процессов пищеварения. Противоположная ситуация складывалась в летний и осенний периоды. Увеличение количества корма, наряду с повышением его питательности, приводило к разрастанию слоя желёз и возрастанию скорости пищеварения.

У сорок активность слизистой оболочки изменяется одновременно с количеством животной пищи. Наибольший показатель толщины слоя в 363,7 мкм, как и максимальный процент животной пищи – 92%, достигается в летний период. Минимальная доля животных кормов – 3% и толщина функционального слоя желудка в 315,2 мкм зарегистрированы зимой (рис.2). Пищевой комок, образованный животными кормами, имеющими в своём составе не только высокоэнергетические составляющие, но и различные трудноперевариваемые кости, хитиновые покрытия, раковины, нуждается в лучшей обработке желудочным соком. Достигается это за счёт разрастания функционально активных складок слизистой оболочки совместно с развитием мышечных элементов до 573,4 - 579,5 мкм.

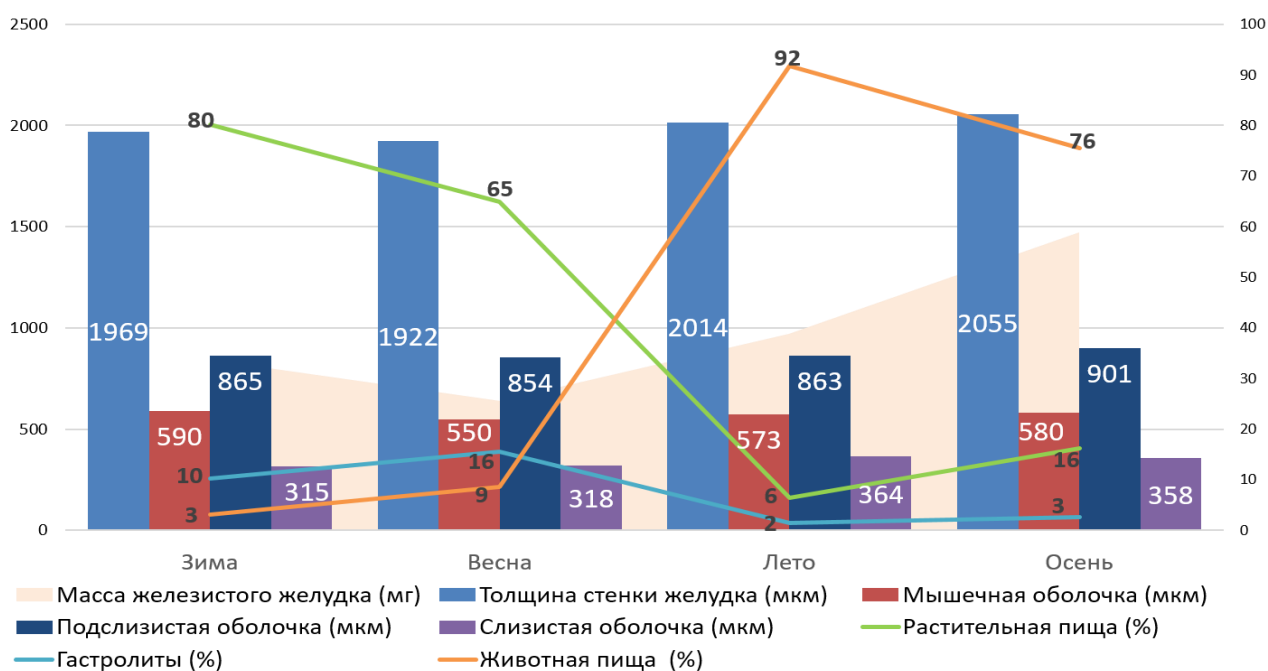


Рис.2 Годовые морфофункциональные адаптации железистого желудка сороки

У галок максимальные значения функциональной активности и толщины большинства слоёв зарегистрированы осенью (рис.3). Разрастание слоёв, как и у описанных ранее сорок, могло быть связано с появлением в рационе кормов животного происхождения. В то же время у галок более лабильной оказывается подслизистая основа по сравнению с другими слоями внутри стенки. Её размерные характеристики достоверно изменялись от 1238,6 мкм до 1602,6 мкм в течение года. Резкое увеличение количества белкового корма с 0 до 55% в рационе птиц приводит к повышению кислотности пищевого комка, для нейтрализации которой и необходимо выделение большого количества слизи. В летний и осенний периоды скорость желудочного пищеварения должна быть выше по причине возрастания количества единовременно потребляемого корма.

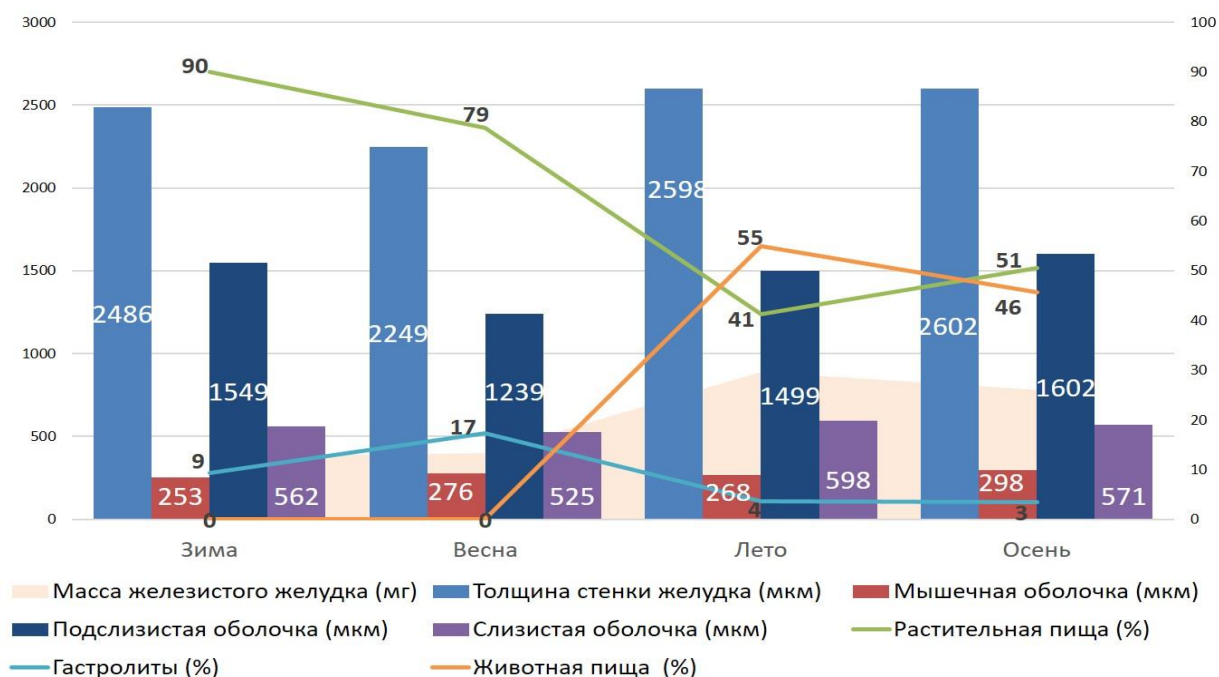


Рис.3 Годовые морфофункциональные адаптации железистого желудка галки

У грача рост показателей интенсивности пищеварения и слоёв в составе стенки также происходит при появлении в пище животных кормов (рис.4). По этой причине максимальные значения большинства показателей зарегистрированы именно в летний и осенний периоды.

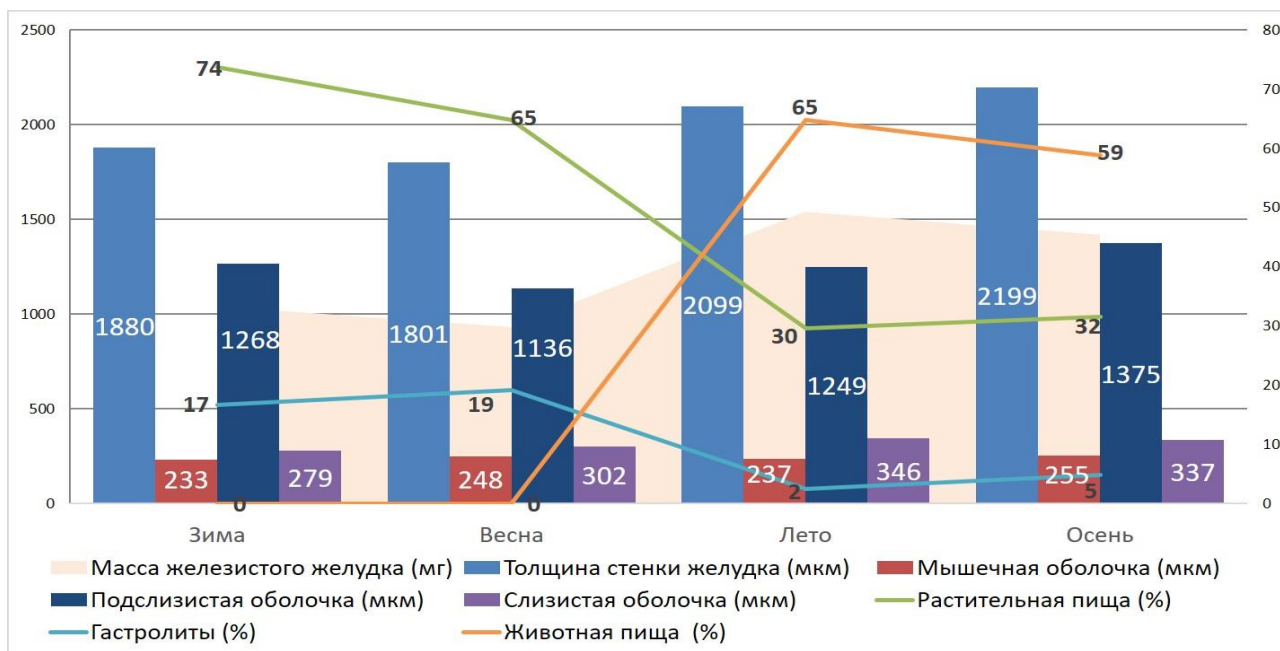


Рис.4 Годовые морфофункциональные адаптации железистого желудка грача

Толщина стенки желудка достигала 2198,6 мкм, а участвующие в пищеварение слизистая оболочка и подслизистая основа 345,9 мкм и 1374,7 мкм соответственно. Минимальные значения чаще всего регистрировались в

весенний период. Наибольшие достоверные адаптации происходили именно в слизистой оболочке, которая возросла за год на 15%, как у сорок и в подслизистой основе, увеличившейся на 21%, как у соек. Интенсивность пищеварения у грача увеличивается обоими описанными выше способами. Мышечная оболочка менялась наименее интенсивно, всего на 9% за весь период.

У сойки также наблюдаются годовые адаптации интенсивности пищеварения в зависимости от рациона (рис. 5). В составе её железистого желудка слизистая оболочка, подслизистая основа и мышечная оболочка изменяются совместно с толщиной стенки кишки. Все перечисленные слои в большей степени оказались зависимы от количества животной пищи. Так толщина активно обеспечивающей процесс пищеварения слизистой оболочки достигает достоверно максимального показателя в 445,9 мкм именно в летний период, когда корма животного происхождения составляют наибольшую долю (86%) пищи птицы. Подслизистая основа и мышечная оболочка оказались наибольшими в осенний период и составляли 979,2 мкм и 345,2 мкм в осенний период. Адаптации в данных слоях происходят менее интенсивно, поэтому максимальные показатели достигаются в следующем сезоне.

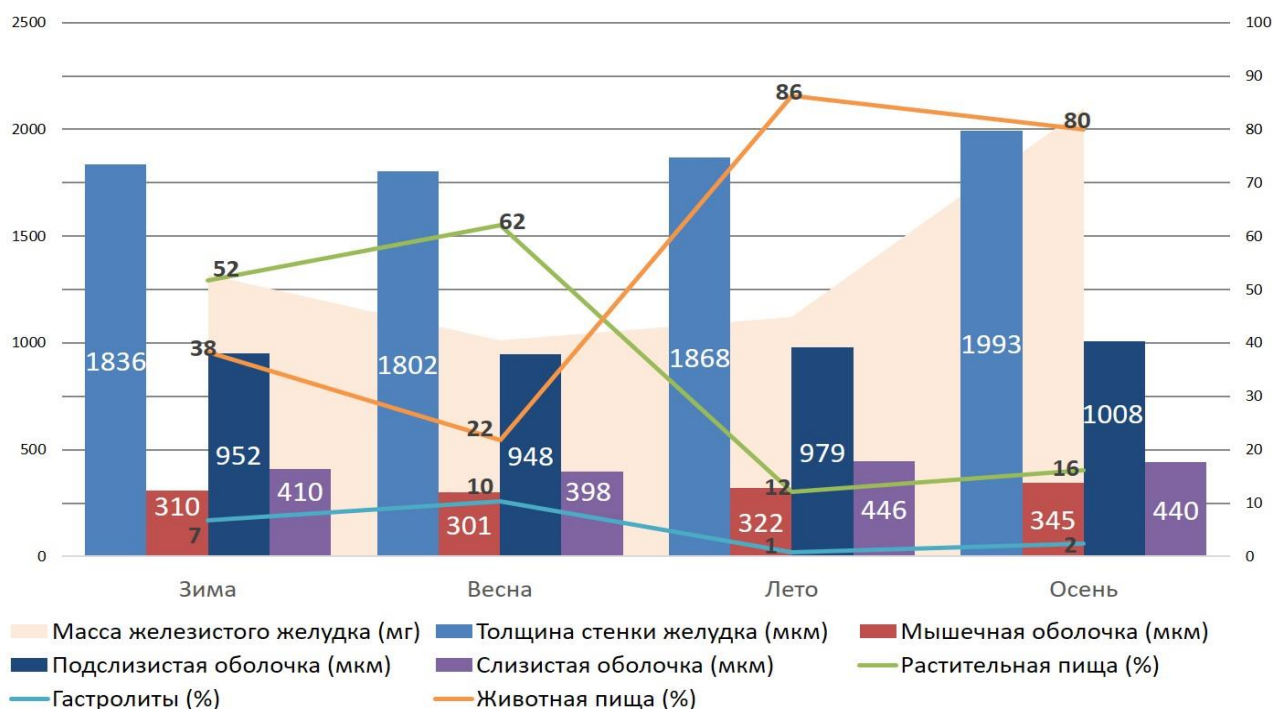


Рис.5 Годовые морфофункциональные адаптации железистого желудка сойки

Мышечный желудок у всех птиц оказался менее лабильным, чем железистый. Его масса у большинства видов достоверно изменялась только в периоды резкой смены рациона. Летом достоверно повышались показатели у сорок до 16,6 г и галок до 14,9 г, а зимой наблюдалось достоверное снижение у соек до 16,8 г. Длина органа у данных птиц оставалась неизменной на

протяжении года, за редкими исключениями. Таким образом, масса мышечного желудка исследуемых птиц может зависеть от изменений морфофункциональной структуры органа (таб. 2), а не его линейных размеров. У грача были зарегистрированы достоверные изменения длины желудка, которые не сопровождались изменениями массы. Данный факт подтверждает большую роль морфофункциональной структуры в морфометрических изменениях органа.

Таблица 2 – Морфофункциональные адаптации мышечного желудка врановых птиц

	Толщина слизистой оболочки (мкм)	Толщина кутикулы (мкм)
Сорока		
Зима (n=360)	361,14 ± 3,14***	321,85 ± 2,98
Весна(n=360)	372,16 ± 3,58**	327,65 ± 3,14
Лето(n=360)	385,41 ± 2,95***	314,65 ± 5,15*
Осень(n=360)	400,25 ± 3,01**	318,54 ± 3,98
Галка		
Зима (n=360)	253,02 ± 3,15***	323,21 ± 3,58*
Весна(n=360)	271,25 ± 3,25***	314,85 ± 2,89*
Лето(n=360)	305,65 ± 4,68***	301,14 ± 4,51*
Осень(n=360)	312,02 ± 3,21	305,65 ± 4,85
Грач		
Зима (n=360)	353,13 ± 7,98***	376,60 ± 7,73***
Весна(n=360)	312,05 ± 6,58***	347,58 ± 10,98**
Лето(n=360)	387,95 ± 9,85***	316,57 ± 10,59*
Осень(n=360)	400,25 ± 5,98	337,84 ± 2,59**
Сойка		
Зима (n=360)	297,54 ± 2,01***	389,21 ± 2,65***
Весна(n=360)	299,54 ± 2,98	397,54 ± 3,85*
Лето(n=360)	353,85 ± 4,85***	358,64 ± 3,54***
Осень(n=360)	341,58 ± 2,98*	327,48 ± 3,05***

Разность с предыдущим сезоном внутри вида достоверна при: * $P \geq 0,95$; ** $P \geq 0,99$; *** $P \geq 0,999$

Изучаемые слои в составе стенки мышечного желудка изменялись одинаково у всех видов птиц (таб. 2). Основной особенностью морфофункциональной структуры органа является обратная зависимость между изменениями толщины кутикулы и слизистой оболочки. Происходит это за счёт функционального разделения описанных слоёв. Кутикулярные выросты взаимодействуют непосредственно с объектами корма и могут истираться при

их механической обработке. Более интенсивно этот процесс происходит в сезоны, когда пища богата трудно перевариваемыми объектами или в полости желудка находится большое количество гастролитов. Ещё одним важным фактором является именно интенсивная работа желудка, которая происходит в периоды увеличения количества корма. Этот комплекс причин приводит к уменьшению толщины слоя кутикулы, что в свою очередь, провоцирует разрастание слизистой оболочки мышечного желудка. Именно в этом слое вырабатывается секрет, необходимый для своевременного восстановления кутикулярных выростов. У большинства исследуемых птиц минимальные показатели толщины слоя кутикулы зарегистрированы в летний период, когда слизистая оболочка достигала своих максимальных значений. Процесс адаптации и восстановления слоя кутикулы достаточно длительный, в связи с этим в переходный осенний период регистрируется продолжение разрастания слизистой оболочки.

Морфометрические показатели двенадцатиперстной кишки оказались достаточно лабильными. Масса кишки показывала достоверные изменения у всех исследуемых птиц. Чаще всего они происходили в сезоны резкой смены рациона, а именно летом. Следует отметить, что в отличие от железистого и мышечного желудков, изменения массы кишки чаще всего были связаны с динамикой её длины. Увеличение активности пищеварения и толщины слоёв в составе стенки двенадцатиперстной кишки, как и в железистом желудке, связано с возрастанием объёма поступающего в кишку химуса. Это неизбежно ведёт к возрастанию скорости кишечного пищеварения. Второй и более важной причиной служит изменения состава корма. Именно высокобелковый корм, в то же время содержащий большой объём хитина, нуждается в выделении большого количества кишечных ферментов и интенсивной обработке ими пищевого комка. Интенсивность пищеварения к двенадцатиперстной кишке у близкородственных видов достигается различными путями.

Морфофункциональная структура двенадцатиперстной кишки у сороки оказалась менее лабильной, чем морфометрические показатели (рис. 6). Слои в стенке кишки варьируются в основном только в периоды смены рациона. В зимний период, при наибольших показателях длины (87,7 мм) и массы (5,5 грамм), кишка имеет самую тонкую стенку (1187,5 мкм) с наименьшими показателями толщины слоя ворсинок (695,3 мкм) и крипт (209,7 мкм). Толщина слоя ворсинок увеличивается соответственно возрастанию в рационе птиц доли кормов животного происхождения и имеет обратную зависимость с кормами растительными. Пища, богатая белком, в большей степени подлежит пристеночному пищеварению. В то же время слой крипт полностью зависит от присутствия растительных кормов и изменяется в соответствии с их

количеством в пище. Это происходит из-за истирания слоя ворсинок под действием компонентов корма, камбием для которых служат крипты.

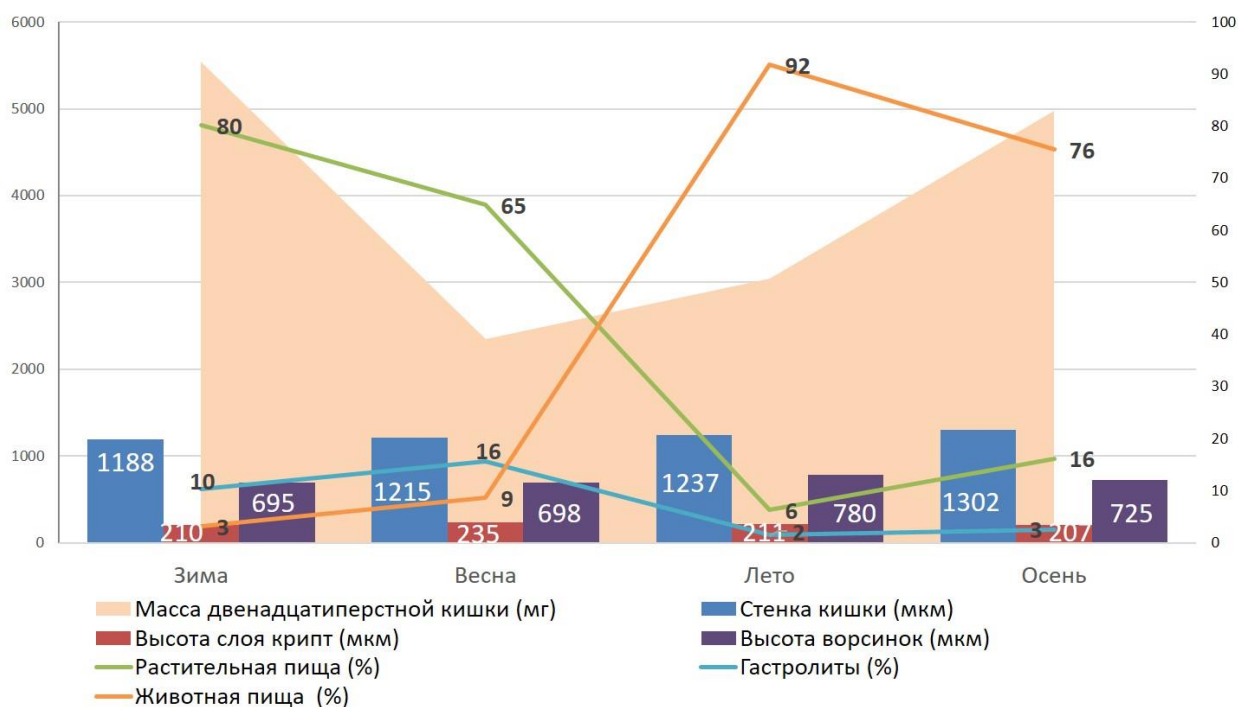


Рис.6 Годовые морфофункциональные адаптации двенадцатиперстной кишки сороки

У галок наблюдается такая же зависимость, какая была описана ранее для сорок (рис. 7).

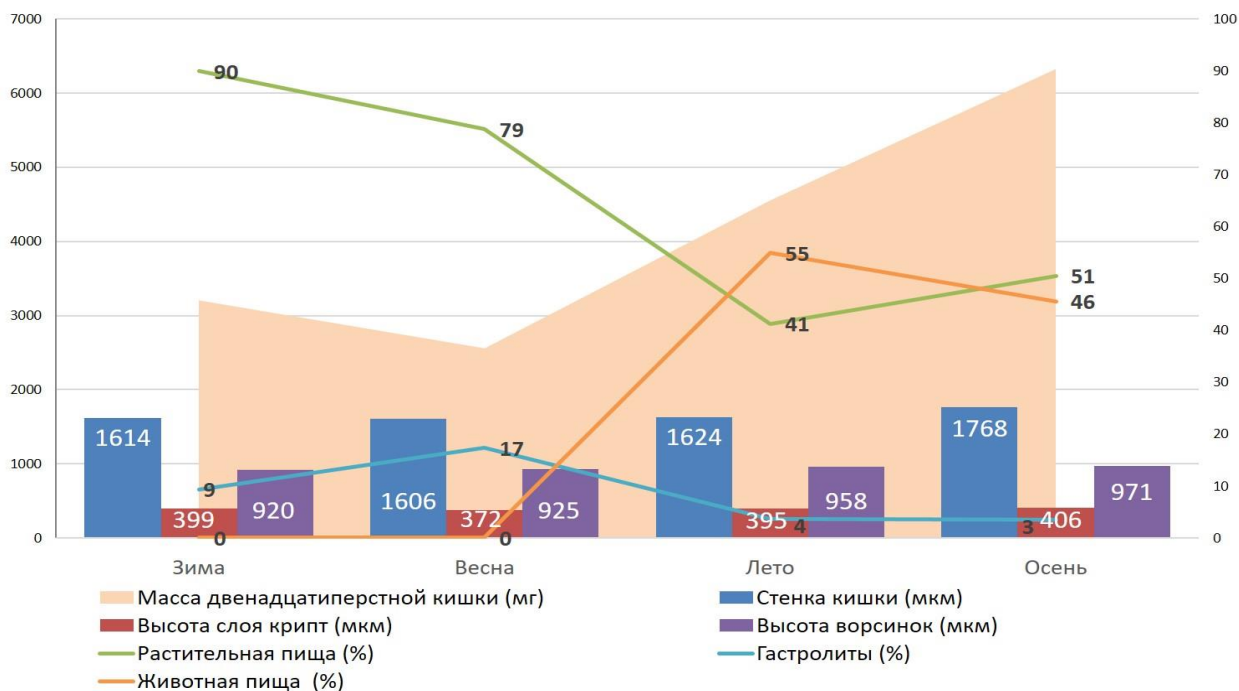


Рис.7 Годовые морфофункциональные адаптации двенадцатиперстной кишки галки

Интенсивность пищеварения у них поддерживается за счёт удлинения органа до 94,5 мм в осенний период. Таким образом, увеличивается не только объём вырабатываемых секретов кишечных желёз, но и время нахождения химуса в полости кишки. Удлинение пути прохождения пищевого комка помогает его правильному формированию и активному пристеночному пищеварению даже при большом количестве единовременно потребляемого корма. Большой объём единовременно поступающего в кишечник неоднородного по структуре химуса нуждается в более тщательной обработке слизью и увеличении площади пристеночного пищеварения, что в свою очередь приводит к разрастанию слоя ворсинок. Мышечные элементы в составе стенки возрастают для повышения скорости формирования пищевого комка и его продвижения по кишечнику.

У грачей, в отличие от двух вышеописанных видов, происходит достоверное разрастание стенки кишки, которое приводит к увеличению объёма выработки кишечных секретов и возрастанию интенсивности пристеночного пищеварения (рис. 8). Длина кишки в течение года изменяется только на 16%, при этом её масса возрастает более чем в 2 раза именно из-за увеличения морфофункциональных показателей. Максимальные показатели массы кишки были зафиксированы в летний и осенний периоды. В эти же сезоны все морфофункциональные характеристики слоёв в составе стенки кишки достигли своих максимальных значений. Толщина стенки осенью составила 2298 мкм, слой ворсинок в её составе достоверно увеличился до 1465 мкм. Как было описано ранее, причиной этому могло послужить увеличение количества пищи и изменение её состава. Это привело к необходимости увеличения площади пристеночного пищеварения, которое достигалось за счёт удлинения ворсинок.

У соек толщина слоёв в стенке находилась в большей зависимости от компонентов животного происхождения, нежели других фракций. Минимальные значения большинства морфофункциональных показателей в стенке кишки приходились на весенний период, когда количество животной пищи снижалось до 21% (рис.9). В это время общая толщина стенки составляет 884,5 мкм. При этом летом и осенью при возрастании количества пищи до максимальных показателей, достоверно повышалась толщина стенки кишки до 1180 мкм и всех слоёв в её составе. Наибольшие значения морфофункциональных показателей оказались в осенний период, но, как уже отмечалось ранее, достоверная разность в количестве животной пищи сойки летом и осенью отсутствует. В весенний период в кишке происходит уменьшения слоя ворсинок до 497,6 мкм и крипт до 106,6 мкм по причине снижения количества, и оскудения качественного состава рациона.

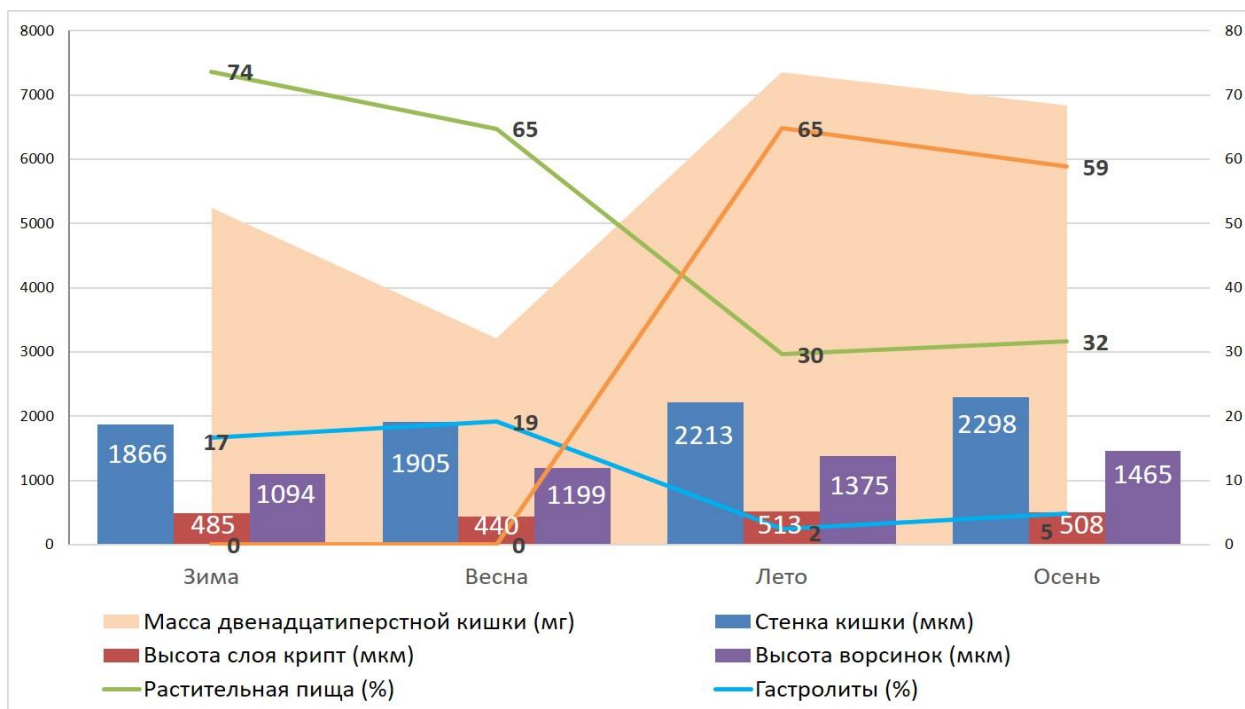


Рис.8 Годовые морфофункциональные адаптации двенадцатиперстной кишки грача

В то же время, уже в летний период наблюдается резкое достоверное увеличение слоя ворсинок до 537,8 мкм. Вместе с этим произошло увеличения слоя крипт, необходимого как источника строительного материала и дополнительной секреции желёз, до 161,9 мкм (рис. 9).

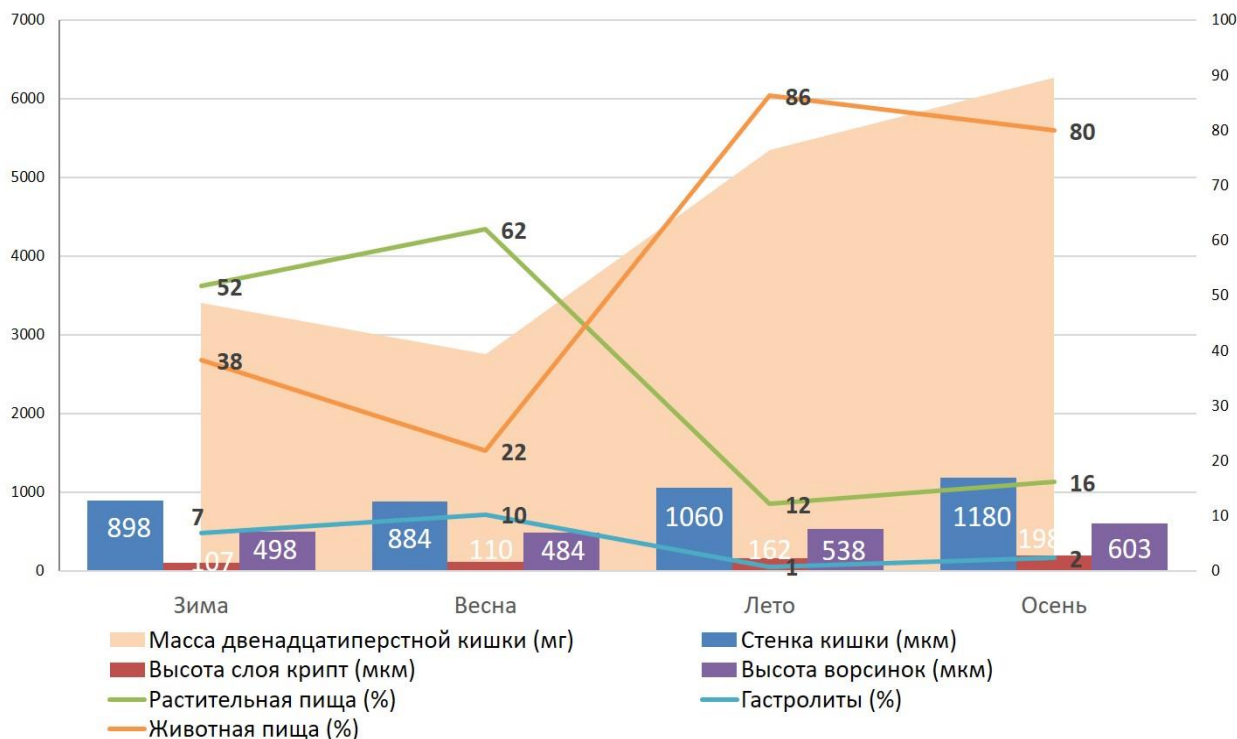


Рис.9 Годовые морфофункциональные адаптации двенадцатиперстной кишки сойки

Слепая кишка у врановых птиц имеет небольшие размерные характеристики и даже в максимальных показателях достигает от 8,03 мм у

соек до 11,8 мм у грачей. Этот отдел кишечника у большинства птиц отвечает в основном за расщепление целлюлозы, находящейся в пище, и именно поэтому своих максимальных абсолютных и относительных размеров он достигает у растительноядных видов. У некоторых всеядных птиц, в том числе врановых, слепые кишки не содержат полость, а часть кишечных крипт замещается лимфатическими фолликулами. Таким образом, кишки выполняют в меньшей степени пищеварительную функцию и в большей – защитную. В результате работы было выяснено, что масса слепых кишок для всех видов птиц имела достоверные сезонные адаптации. При этом длина кишки достоверно изменялась только у грачей. Видимо, как и в случае с двенадцатиперстной кишкой, у остальных птиц масса органа изменялась именно из-за динамики морфофункциональной структуры. Максимальные значения масса кишки достигала в осенний период. Существует предположение, что имеющиеся в данный сезон года в большом объеме в пище птиц насекомые, в том числе и ядовитые, могли спровоцировать разрастание в полости слепых кишок лимфатических фолликулов. Они выполняют защитную функцию организма и занимаются обезвреживанием химуса от чужеродных опасных веществ. Масса кишки в данном случае увеличивается по причине разрастания таких клеток вплоть до зарастания полости.

Изучение клеток крови объектов исследования было проведено в осенний период. Именно в этом сезоне большая часть морфометрических показателей птиц, совместно с гистологическими значениями органов их желудочно-кишечного тракта, достигали максимальных показателей. Связано это с увеличением количества и питательности потребляемой пищи. По данным таблицы 3 видно, что для птиц каждого вида характерны свои размерные показатели красных клеток крови, при этом они близки к средним значениям, указанным в литературе.

Таблица 3 – Размер эритроцитов врановых птиц (мкм)

Показатели	Сорока (n=15)	Галка (n=18)	Грач (n=25)	Сойка (n=15)
Большой диаметр эритроцита	9,49 ± 0,94	14,32 ± 2,03	13,84 ± 0,92	13,62 ± 1,03
Малый диаметр эритроцита	5,45 ± 1,04	7,06 ± 0,93	8,03 ± 1,06	6,34 ± 0,82
Средний диаметр эритроцита	7,42 ± 0,92	10,78 ± 2,05	10,32 ± 1,03	9,54 ± 1,22

У врановых птиц эритроциты представляли собой овальные клетки большого размера, в центре которых содержалось крупное ядро. В среднем их

количество варьировалось от 3,30 до 3,90 млн\мм³. Размер эритроцитов всех видов птиц имел между собой достоверные различия. Наименьшие показатели среднего диаметра 7,42 мкм были зафиксированы у сороки, а наибольшие в 10,32 мкм и 10,78 мкм у грача и галки соответственно. Возможно, выявленные достоверные различия могут быть связаны как с видовой принадлежностью птиц, так и с особенностями рациона.

Лейкограмма птиц отличается от таковой млекопитающих. В их крови по морфологическим признакам различаются лимфоциты, моноциты, базофильные гранулоциты и гетерофилы, включающие в себя различные по функциям эозинофилы, псевдоэозинофилы. Именно такие группы клеток и представлены в лейкоцитарной формуле птиц в данной работе (таб. 4).

Таблица 4 - Лейкоцитарная формула врановых птиц (%)

Показатели	Сорока (n=15)	Галка (n=18)	Грач (n=25)	Сойка (n=15)
Базофилы	0	0,50 ± 0,04	0,30 ± 0,02	0,10 ± 0,01
Гетерофилы	18,85± 1,12	33,96± 2,07	22,30 ± 1,23	27,67± 3,05
Лимфоциты	75,95± 2,32	60,76± 3,49	73,43± 2,45	69,87± 4,54
Моноциты	4,05± 0,67	5,09± 1,65	4,13± 1,98	3,09± 2,04

Все изученные нами виды птиц имели лимфоцитарный профиль крови. Максимальное значение отношения гетерофилов к лимфоцитам наблюдалось у галки (0,56). У других птиц значения данного показателя схожи, наименьшее зарегистрировано у сороки – 0,24, у грача – 0,30 и у сойки 0,39. Достоверные различия выявлены только в некоторых показателях между разными видами птиц. Максимальное количество базофилов было зафиксировано у галок (0,50 %), при этом у сорок в мазках крови их не было обнаружено. Отсутствие базофилов в мазках крови птиц достаточно частое и хорошо описанное, особенно для сельскохозяйственной птицы, явление. Повышение количества базофилов может быть следствием развития у птиц гельминтозов, несбалансированного питания, приводящего к истощению особей и различных нервно-мышечных утомлений.

У сорок оказались максимальные показатели лимфоцитов (75,95 %), при этом гетерофилы у них оказались в наименьшем количестве (15,98 %) по сравнению с другими птицами. У галок было зафиксировано наименьшее число лимфоцитов (60,76 %) при этом по количеству моноцитов (5,09 %), гетерофилов (27, 64%) и эозинофилов (6,32 %) они превосходили другие виды. Кровь быстро и активно реагирует на различные внутренние и внешние факторы, поэтому трудно выделить конкретный фактор или долю его влияния в выявленных особенностях, особенно в условиях полевого исследования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Морфофункциональные характеристики органов желудочно-кишечного тракта птиц являются весьма лабильными и могут достоверно изменяться в течение года при смене элементов питания. Это приводит к различию в интенсивности пищеварительной активности в органах. Наибольшие размерные изменения происходят в слоях, содержащих железы. Основной причиной повышения интенсивности пищеварения и увеличения толщины слоёв в органах желудочно-кишечного тракта является повышение единовременно потребляемой пищи. Находящиеся в её составе трудноперевариваемые элементы, которые нуждаются в увеличении скорости пищеварения. Физиологические адаптации и гистологические изменения являются причиной вариаций морфометрических показателей, особенно часто это проявляется в величине абсолютной массы органа. Сезонные морфофункциональные изменения могут происходить как в сторону увеличения показателей, так и сторону их уменьшения. В работе показана обратимость всех изменений, цикличность изменений в течение года. Изменения морфофункциональной структуры во всех органах, кроме слепой кишки, происходит в том же сезоне, что и появление причины. В указанной кишке изменения могут проявляться и в следующем сезоне.

Морфологическая картина крови врановых птиц имела достоверные межвидовые различия. Все птицы имели лимфоцитарный профиль крови. Увеличенное количество базофилов у грачей и галок может являться как видовым признаком, так и указывать на менее благоприятные условия обитания их обитания.

Исходя из анализа всех полученных данных, можно сформулировать следующие выводы:

1. Пищевые предпочтения птиц разных видов семейства Врановые претерпевают значительные сезонные изменения; так в зимний и весенний периоды в рационе преобладала растительная пища в количестве от 51% до 89% у различных видов, в летний и осенний сезоны – животная (от 45% до 92%).

2. В зимний и весенний периоды все птицы потребляют корма растительного происхождения, при этом сороки и сойки дополнительно охотятся на мелких животных, их количество для птиц составляет от 3% до 39% соответственно. В летний и осенний периоды корма животного происхождения занимают большую часть рациона всех птиц, при этом галки и грачи продолжают потреблять не менее 30% растительной пищи.

3. Количество гастролитов в полости мышечного желудка в большей степени зависит от наличия трудноперевариваемых компонентов корма и варьируется от 1% до 19% у разных видов птиц.

4. Морфометрические показатели тела и органов желудочно-кишечного тракта птиц могут изменяться при смене рациона и возвращаться в первоначальное состояние. Данное наблюдение касается не только уменьшения живой массы при снижении калорийности рациона, но и таких показателей, как размер камер желудка, который у сойки в течение года возрастает в 2,5 раза, и длина отделов кишечника, изменяющаяся у сороки на 35% за год.

5. Морфофункциональная структура стенки железистого желудка достаточно лабильна у всех изученных птиц. Слои в её составе достигают максимальных значений, от 1867 мкм у сойки до 2601 мкм у галки в период доминирования в рационе кормов животного происхождения, что указывает на повышение физиологической активности органов.

6. Слой кутикулы и слизистая оболочка мышечного желудка изменяются обратно пропорционально в связи с разделением функционального значения. Кутикулярные выросты в мышечном желудке активнее всего разрушаются в летний сезон, максимально снижаясь на 10% у сойки под воздействием твёрдых частиц корма при его активной механической обработке.

7. Двенадцатиперстная кишка птиц имеет наиболее лабильную морфофункциональную и анатомическую структуру. В период увеличения количества корма и возрастания в нём животных компонентов интенсивность пищеварения обеспечивается повышением толщины слоёв в составе стенки у грачей максимально на 16% и у соек – на 46%, либо удлинением кишки у сорок максимально на 14% и у галок на 2%.

8. Слепая кишка у врановых имеет незначительные размеры до 12 мм и достоверные сезонные адаптации, в меньшей степени несёт пищеварительную функцию, являясь скоплением лимфатических фолликулов.

9. Клеточный состав крови птиц имел достоверные межвидовые различия. Средний диаметр эритроцитов варьировался от 7,42 мкм до 10,78 мкм. Все изученные особи имели лимфоцитарный профиль крови с максимальным отношением гетерофилов к лимфоцитам равным 0,56.

10. Морфофункциональные адаптации ЖКТ, происходящие в течение года, имеют циклический характер. Как размеры органов, так и толщины слоёв в их стенках достоверно и закономерно изменяются в связи со сменой рациона. Работа, проводимая в течении 7 лет, показала наличие волнообразных годовых адаптаций в органах желудочно-кишечного тракта всеядных птиц.

Список работ, опубликованных по теме диссертации:

Научные статьи, опубликованные в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки РФ:

1. Савчук, С.В. Морфофункциональное состояние желудочно-кишечного тракта птиц в зависимости от рациона / С.В. Савчук, Н.А. Сергеевкова, Н.П. Беляева, Т.В. Саковцева, А.Э. Семак, Е.А. Просекова, А.С. Заикина // Известия ТСХА. – 2019. - №2. – С. 106-118 (WoS)
2. Беляева, Н.П. Сравнительный анализ питания и морфологических особенностей железистого и мышечного желудка отдельных видов семейства врановые (*Corvidae*) / Н.П. Беляева // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия: естественно-математические и технические науки. 2018. - №4 (231). – С. 105-110
3. Семак, А.Э. Возрастные изменения морфологии двенадцатиперстной кишки и железистого желудка Розового скворца (*Sturnus roseus*) / А.Э. Семак, Н.П. Беляева // Вестник чувашского государственного педагогического университета им. И.Я. Яковлева. – 2018. - №2 (98). – С. 50-59

Публикации в иных изданиях:

4. Belyaeva, N. Morphometrical and histological comparative analyses of omnivorous birds' gastrointestinal tract / N. Belyaeva, T. Fomina, A. Semak // Сборник статей: Международная научная конференция молодых учёных и специалистов «Наука молодых – агропромышленному комплексу». – 2016. – С. 100-102
5. Семак, А.Э. Особенности морфологии двенадцатиперстной кишки у птиц разных трофических групп / А.Э. Семак, Н.П. Беляева, Е.А. Просекова // Доклады ТСХА: Международная научная конференция "Аграрное образование и наука в XXI веке: вызовы и проблемы развития". – 2016. - С. 359-363
6. Семак, А.Э. Рост и развитие костей цыплят-бройлеров и мясных перепелов и влияние на этот процесс БАД / А.Э. Семак, Е.В. Панина, Н.П. Беляева, Е.М. Жмакина // Устойчивое развитие науки и образования. – 2017. - №7. – С. 101-107
7. Семак, А.Э. Морфология органов желудочно-кишечного тракта птиц в зависимости от принадлежности к трофической группе / А.Э. Семак, Н.П. Беляева // ADVANCEDSCIENCE: Международная научно-практическая конференция. – 2017. – С. 37-40
8. Семак, А.Э. Возрастные изменения морфологии двенадцатиперстной кишки розового скворца (*Sturnus Roseus*) / А.Э. Семак, Н.П. Беляева, Е.В. Панина // Доклады ТСХА: Материалы Международной научной конференции. - 2017. – С. 161-164