

МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОГО ТРАКТА ПТИЦ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РАЦИОНА

С.В. САВЧУК, Н.А. СЕРГЕЕНКОВА, Н.П. БЕЛЯЕВА, Т.В. САКОВЦЕВА,
А.Э. СЕМАК, Е.А. ПРОСЕКОВА, А.С. ЗАЙКИНА

(Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева)

В ходе двух этапов исследования – краткосрочного на перепелах, проведённого в условиях клеточного содержания, и длительного на сороках, проводились морфометрическое и гистологическое исследование органов желудочно-кишечного тракта. Целью исследования было установить наличие, характер и обратимость изменений в морфологии отдельных органов желудочно-кишечного тракта у птиц в связи с изменением рациона.

Исследование на японских перепелах проводилось в четырёх группах по 50 голов – контрольной и трёх опытных, животные которых получали в добавление к комбикорму биологически активную добавку – продукт жизнедеятельности личинки восковой моли (ПЖВМ).

Исследование на диких птицах-полифагах (сороках) проводилось в течение нескольких лет в пределах одной популяции, материал отбирался посезонно: летом, осенью, зимой и весной, всего 48 особей. Производилось наблюдение за птицами, отбор зрелых особей, определение рациона путём разбора содержимого органов ЖКТ.

И в первой и во второй части работы обязательно фиксировалась живая масса птиц и изучалась морфология железистого желудка и двенадцатиперстной кишки птиц. В гистологическом исследовании отбирался материал от 5 голов птиц в каждой группе в каждом сезоне.

В результате опыта на перепелах было показано значительное влияние на морфологию органов желудочно-кишечного тракта ПЖВМ, причём сила воздействия зависела от дозы добавки. Наибольшими оказались изменения в подслизистой оболочке желудка и ворсинках двенадцатиперстной кишки. Долгосрочное исследование показало наличие значительных и достоверных сезонных изменений в морфологии органов ЖКТ диких птиц-полифагов, причём не только увеличение размеров органов и гистоструктурных показателей их стенок, но и обратное развитие, инволюция органов при недостатке корма или понижении его энергетической ценности.

Ключевые слова: перепела, сороки, железистый желудок, двенадцатиперстная кишка, изменение рациона, морфология, гистология

Введение

Морфология органов желудочно-кишечного тракта является предметом постоянного интереса и изучения, так как именно эти органы отвечают за использование корма животными и, с другой стороны, подвергаются наиболее заметным изменениям при смене рациона. В конечном итоге, именно органы желудочно-кишечного тракта играют главенствующую роль в ежедневном поддержании здоровья животных.

Неоднократно было показано, что скармливание сельскохозяйственным животным – как птице, так и млекопитающим – различных добавок к рациону, приводит к изменениям в макро- и микроструктуре, то есть морфологии, органов пищеварения. Организм животного «подстраивается» под изменение рациона, обеспечивая наилучшие условия для переваривания и усвоения корма. Изменяться могут характеристики органов как на анатомическом уровне, так и на более тонком гистологическом уровне: толщина функциональных и морфологических слоёв в стенках органов, ответственных за определённые функции (подслизистая, содержащая фундальные железы,

в желудке; всасывающий слой ворсинок в тонком кишечнике) [9,6,7,5]. Выявление морфологической реакции органов ЖКТ животных на определённые добавки помогает лучше оценить их действие и корректировать рацион.

Подобные изменения в органах ЖКТ могут быть более или менее краткосрочными. В отдельных случаях эффект от кормовой добавки быстро нивелируется при её отмене, в других случаях – сохраняется более длительное время [9, 6].

В качестве кормовых и/или биологически активных добавок могут использоваться самые разные вещества – аминокислоты, витамины, минеральные комплексы, ферменты, про- и пребиотики и прочее. Часто к использованию на животных предлагаются разнообразные вещества, разработанные или используемые фармацевтикой для людей [7].

В первой части нашей работы в коротком опыте на японских перепелах применялся продукт жизнедеятельности личинок восковой моли (ПЖВМ). Сами личинки уже какое-то время используются как источник биологически активных веществ [10, 3]. Известно, что препарат из личинки восковой моли обладает противотуберкулезной, кардиопротекторной, адаптогенной, иммуностимулирующей активностью [1, 8]. Продукт жизнедеятельности личинки восковой моли собирают тогда, когда весь корм для личинок восковой моли съеден и переварен ими несколько раз (5–7 месяцев). Это обеспечивает максимальную насыщенность исходного продукта активными веществами и ферментами.

В практике подобных научных работ, однако, исследование проводится, как правило, в течение небольшого времени, до достижения животными убойного возраста. Таким образом, влияние компонентов корма на морфологию органов ЖКТ изучено недостаточно, неполно. Для получения полной картины требуется проведение длительного опыта с периодической сменой рациона и регулярным отбором материала для исследования. Наиболее информативным в этом случае выглядит длительное исследование, проведённое на диких всеядных птицах, у которых смена рациона неизбежно следует годовому графику [4,2]. При этом работа должна быть дополнена достаточно сложным исследованием по установлению сезонного рациона.

Для обеспечения соответствия нормам кормления в состав комбикорма для сельскохозяйственной птицы включают как растительные, так и животные компоненты (свиной жир, рыбная мука) и, таким образом, сельхозптица по типу питания становится полифагом, всеядной. Это достаточно типично для куриных и при условии свободного уличного содержания. Объектом для длительного исследования были избраны сороки. Сороки могут классифицироваться как полифаги (эврифаги), в рационе которых на протяжении года преобладают то растительные компоненты, то животные.

Актуальность настоящего исследования определяется отсутствием достаточных фактических данных о морфологических изменениях в органах желудочно-кишечного тракта птиц под влиянием смены рациона и возможной обратимости таких изменений.

Целью исследования было: установить наличие, характер и обратимость изменений в морфологии отдельных органов желудочно-кишечного тракта у птиц в связи с изменением рациона.

Для достижения данной цели были поставлены и решены следующие задачи:
1) провести краткосрочный эксперимент на сельскохозяйственной птице с выявлением морфологических изменений в органах ЖКТ при введении в рацион кормовой добавки;
2) провести долгосрочное (многосезонное) исследование на дикой птице, с выявлением морфологических изменений в органах ЖКТ при многократной сезонной смене рациона.

Методика исследования

Материалом для первой части работы послужили японские перепела универсального направления продуктивности клеточного содержания. Птицу разделили

на четыре группы – контрольную и три опытных. Перепела контрольной группы (n = 50) получали основной рацион, принятый в хозяйстве – комбикорм ПК-5 (для молодняка бройлеров, кур, гусей).

Примерный состав комбикорма: кукуруза, зерно пшеницы, соевый шрот, масло и жмых рапса, патока свёклы и кукурузная клейковина, белки, карбонат кальция, хлорид натрия, натрий двууглекислый, фосфат, животный жир.

Птица опытных групп получала в дополнение к основному рациону биологически активную добавку – продукт жизнедеятельности личинки восковой моли (ПЖМВ). В рацион перепелов вводили по: 1 группа (n = 50) – 10 г добавки на 1 кг комбикорма; 2 группа (n = 50) – 20 г/кг; 3 группа (n = 50) – 30 г/кг.

Птица выращивалась до возраста 6 недель. За время выращивания контролировалась сохранность птицы и потребление корма. По истечении 6 недель вся птица взвешивалась, из каждой группы отбирались по 5 гол. средней живой массы для гематологического, биохимического исследований и морфологического анализа органов желудочно-кишечного тракта.

Для гистологического исследования были выбраны железистый желудок (proventriculus) и двенадцатиперстная кишка (duodenum), как наиболее активные и зависимые от типа рациона органы.

Во второй части работы проводилось многолетнее исследование на диких птицах. В качестве объекта были избраны сороки. Эти птицы являются полифагами, то есть всеядными, их рацион сильно варьирует в зависимости от сезона года. Исследование проводилось в течение нескольких лет в пределах одной популяции.

Производилось наблюдение за птицами, посезонный отбор зрелых особей. Определялся рацион птиц путём разбора содержимого органов ЖКТ на отдельные фракции, взвешивание фракций. Материал отбирался, фиксировался и изучался посезонно. Всего в исследовании с 2011 по 2016 год были отобраны 48 полновозрастных особей (в зимний сезон – 10, весной – 13, летом – 7, осенью – 18). Птица взвешивалась, измерялась. Выделялись органы желудочно-кишечного тракта. От пяти особей средней массы в каждом сезоне органы желудочно-кишечного тракта фиксировались для дальнейшего изучения гистологической структуры.

В рамках гистологического исследования в первой и второй частях работы по стандартным протоколам проводилась проводка образцов железистого желудка и двенадцатиперстной кишки, заливка в парафин. Затем путём резки на микротоме и окрашивания гематоксилином и эозином изготавливались постоянные гистологические препараты. Обработка полученных препаратов заключалась в измерении толщины стенки органов и затем толщины слагающих её слоёв. Число измерений на каждом препарате было не меньше 50.

Таким образом, в гистологическом исследовании были обработаны органы: по 5 перепелов в 4х-группах в первой части работы и по 5 сорок в 4 сезонах во второй части.

Результаты и их обсуждение

В первой части работы были получены результаты в группах перепелов по живой массе птицы и морфометрии органов (табл. 1).

По завершении выращивания были получены следующие результаты: живая масса в контрольной и первых двух опытных группах была достаточно близкой, хотя и несколько уменьшилась с увеличением массы добавки. А животные третьей группы, получавшие максимальную дозу добавки, имели живую массу, достоверно более низкую, чем животные контрольной и 1 групп. Разность составляла более чем 17%, то есть была весьма существенной. По показателям абсолютной и относительной

массы железистого желудка и двенадцатиперстной кишки, а также длины 12-перстной кишки, достоверных различий найдено не было.

Таблица 1

Морфометрические показатели перепелов

Живая масса, г	Контроль	1 группа	2 группа	3 группа
		235,9±6,43	236,1±7,42	226,3±5,42
Абс. масса железистого желудка, г	0,70±0,055	0,75±0,053	0,65±0,023	0,62±0,0516
Отн. масса железистого желудка, %	0,30	0,32	0,29	0,31
Абс. масса 12-п. кишки, г	2,10±0,133	2,26±0,152	2,11±0,140	2,10±0,133
Отн. масса 12-п. кишки, %	0,89	0,96	0,93	1,04
Длина 12-п. кишки, мм	110±2,2	112,8±4,6	109,6±2,03	106±5,9

*разность с контрольной группой достоверна при P<0,05

Изучение гистологической структуры стенки желудка дало возможность выявить определённые тенденции влияния применявшейся БАД (табл. 2).

В среднем, все слои железистого желудка оказались тоньше у опытных групп, по сравнению с контрольной, при этом между опытными группами наблюдались значительные колебания. Животные третьей группы, получавшие максимальный процент добавки, имели самую тонкую слизистую оболочку. Слизистая оболочка железистого желудка выполняет защитную функцию и лучше развита при потреблении агрессивного или высокобелкового корма. Но при этом и главный функциональный слой железистого желудка – подслизистая основа, в которой располагаются железы желудка, – тоже оказался самым тонким.

Таблица 2

Гистоструктура стенки железистого желудка перепелов (мкм)

Контрольная группа	Слизистая оболочка	Подслизистая основа	Мышечная оболочка
		426,6±6,66	1964,8±28,67
1 группа	428,1±6,79	2133,4±25,25**	79,5±1,64*
2 группа	404,2±6,18*	1878,6±18,22 *	71,64±1,53*
3 группа	401,0±9,76*	1867,5±24,21*	77,66±1,61*

*разность с контрольной группой достоверна при P < 0,05,

** разность со всеми остальными группами достоверна при P < 0,005.

По толщине мышечной оболочки животные всех опытных групп значительно и достоверно уступили контрольной группе, разница составила от 23% (2 группа), до 15% (1 группа).

Вторая опытная группа по показателям гистоструктуры железистого желудка оказалась очень близка к третьей.

Показатели гистоструктуры 1 опытной группы сильно отличались от других групп. Слизистая оболочка соответствовала этому показателю в контрольной группе и была достоверно (на 6%) толще слизистой у других опытных групп. Мышечная оболочка была значительно и достоверно тоньше, чем у контрольной группы (на 16%). Достоверно толще была и подслизистая, превышая показатель контрольной группы на 8,6%, а второй и третьей группы – на 12,5%.

В целом анализ гистологической структуры железистого желудка показывает, что на введение в рацион минимального процента добавки железистые желудки птиц отреагировали заметным утолщением подслизистой оболочки, что типично при потреблении высокобелковых или сложнопереваримых кормов. Обычно это происходит при потреблении богатых белком и хитином насекомых, а в данном случае, вероятно, сыграл роль воск, который является основным компонентом ПЖВМ. При присутствии в рационе большего (2 и 3 группы) процента добавки все оболочки стали ощутимо (достоверно) тоньше, как и живая масса птиц.

По показателям длины и массы двенадцатиперстной кишки достоверных различий не найдено, хотя колебания по массе между группами достигали 5%, а по длине – 7% (табл. 3).

Таблица 3

Гистоструктура стенки двенадцатиперстной кишки перепелов (мкм)

Контрольная группа	ворсинки	крипты	мышечная оболочка
	687,4±15,11	106,6±3,77*	79,3±2,33
1 группа	724,3±13,32	129,7±2,99	63,9±1,69**
2 группа	761,4±15,44***	106,1±2,63*	69,2±2,43**
3 группа	899,1±16,44***	107,2±2,89*	76,0±2,76

* разность с первой опытной группой достоверна при $P < 0,001$

**разность с контрольной и первой опытной группами достоверна при $P < 0,01$

***разность с контрольной группой достоверна при $P < 0,001$

При отсутствии достоверно показанного изменения массы и длины 12-перстной кишки, длина ворсинок в опытных группах оказалась достоверно больше. В целом, увеличение высоты ворсинок в опытных группах соответствовало количеству добавки в рационе. В первой группе ворсинки на 5% больше, чем в контроле. Там же отмечается слой крипт, более чем на 20% более толстый, чем у контрольных животных, что согласуется с большим выделением желудочного сока в железистом желудке, т.к. крипты выделяют наибольшее количество эндогенной слизи.

Ворсинки двенадцатиперстной кишки у животных 2-й группы были на 10% длиннее, чем у контроля, а у животных третьей группы – длиннее на 30%. То есть у животных опытных групп была возможность повышения интенсивности всасывания. Так же значительно отличалась длина ворсинок в 3 опытной группе от двух первых.

Слой крипт в контрольной, второй и третьей группах имел почти одинаковую толщину, мышечная оболочка у контрольной и третьей опытной групп оказалась почти одинаковой, а у первой и второй – меньше почти на 10% и тоже близкой по толщине.

Таким образом, было выявлено значительное и достоверное влияние БАД на гистоструктуру органов пищеварения перепелов.

Во второй части работы было проведено долгосрочное исследование на диких птицах-полифагах.

Принадлежность сорок к трофической группе полифагов обуславливает достаточно разнообразные пищевые предпочтения. В зависимости от сезона года состав рациона значительно меняется (табл. 4).

Таблица 4

Соотношение массовых долей пищевых объектов в составе корма сорок (%)

Вид пищи	Зима (n = 10)	Весна (n = 13)	Лето (n = 7)	Осень (n = 18)
Растительная пища, в том числе:	80,2	64,95	6,35	16,18
Зеленые части растений	38,92	24,25	1,2	4,52
Плоды лоха серебристого, боярышника, шиповника	23,54	9,34	0	0
Плодово-ягодные культуры	0	0	5,15	3,24
Зерно (пшеница, ячмень, гречиха)	17,74	31,36	0	8,42
Семена подсолнечника	5,35	0	0	6,45
Балластные корма антропогенного происхождения	6,25	10,84	0	5,48
Гастролиты	10,25	15,6	1,5	2,56
Животная пища, в том числе:	3,14	8,59	91,8	75,53
Беспозвоночные (насекомые, черви, моллюски)	0	3,38	82,29	43,61
Позвоночные (амфибии, рептилии, птицы, млекопитающие)	3,14	5,21	9,51	31,92

Наибольший процент растительной пищи встречался в зимний период. В это время около 40% всего поедаемого корма приходилось на листья и стебли травянистых растений. Следующую группу корма составляли плоды зерновых культур (18%), чаще остальных встречались пшеница, подсолнечник и ячмень, которые остались после сбора урожая и были также легкодоступны для птиц. Наиболее редко встречающимся видом растительного корма в зимний период оказались плоды шиповника (14%), боярышника (7%), лоха серебристого (2%). Пища животного происхождения занимала 3% и представлена была частями тел млекопитающих. В основном, это были части мелких грызунов. Скорее всего, сороки охотились на мышинных в полях и на свалках ТБО, случаи кормёжек на которых так же подтверждаются и наличием полиэтилена, отнесённого нами к балластным кормам антропогенного происхождения. В зимний период его доля составляла более 6%. Оставшиеся 10% массы содержимого желудков составляли гастролиты.

Весенний период является одним из переходных, в нём всё так же преобладает пища растительного происхождения, но её количество снижается до 65% (Табл. 4). Также меняется и качественный состав данного корма, в нём чаще встречаются зерновые культуры, в том числе пшеница (10%), гречиха (6%) и ячмень (2%), в то время

как зелёные части растений составляют 24%. Это может быть показателем расширения мест кормёжки птиц. Уменьшается так же количество и доступность ягод. В южных районах достаточно рано весной начинают встречаться в пище птиц насекомые, различные жесткокрылые, представители прямокрылых. В пище сорок в этот период такие насекомые составляют 4% рациона. В этот период происходит незначительное увеличение до 5% мелких грызунов и до 11% кормов антропогенного происхождения в составе пищи. Количество гастролитов возрастает до 16%, существует мнение, что в зимний период часть их функций берут на себя твёрдые косточки лоха серебристого.

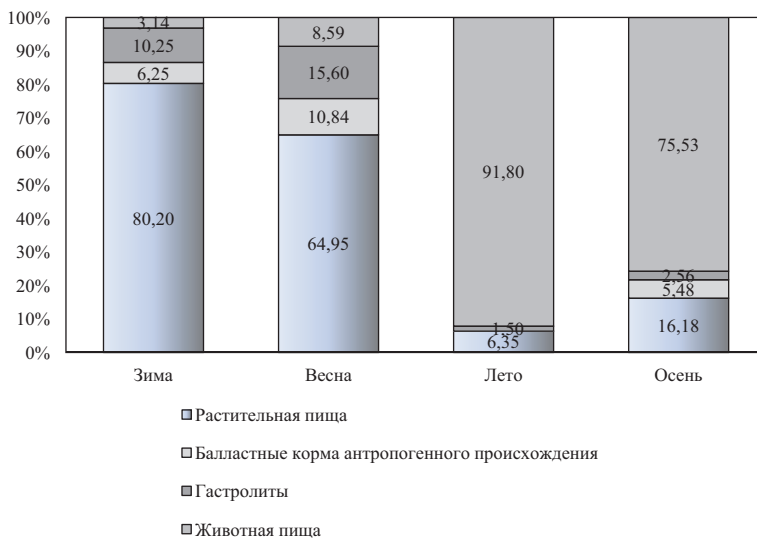


Рис. 1. Соотношение пищевых объектов в рационе сороки в зависимости от сезона года (%)

Состав пищи сороки в летний период абсолютно противоположен составу зимнего корма. Растительные компоненты встречаются редко, их количество резко снижается до 6%. В основном птицы предпочитают кормиться различными ягодными культурами в садах местных жителей, чаще других встречаются вишни и сливы. В то же время, пища животного происхождения становится основным видом корма и составляет до 92%. Основу этой группы составляют насекомые, которые и занимают до 83% корма. Большую роль в составе рациона играют миграции саранчи, происходящие в регионе сбора материала практически каждый год в летний период. Летом наблюдается полный отказ от объектов антропогенного происхождения, полиэтилен не был нами обнаружен не в одном желудке. Видимо, из-за широкого выбора легкодоступного корма сороки не посещают свалки ТБО. Количество гастролитов тоже снижается летом до 1,5%. Причинами тому могут послужить преобладание в пище достаточно легко перевариваемых кормов белкового происхождения и в то же время обильное поедание хитиновых частей покровов насекомых и панцирей брюхоногих моллюсков, которые частично выполняют функции гастролитов.

Осенний период, как и вышеописанный весенний, является переходным. Пища животного происхождения всё также является приоритетной и занимает 76% рациона (рис. 1). Однако птицы в данный период всё чаще предпочитают питаться позвоночными животными, их объём возрастает до 31%. В том числе, 21% в рационе составляют млекопитающие и 6% амфибии и рептилии. Несмотря на то, что насекомые и моллюски встречаются всё реже, они продолжают составлять более 40% рациона. Судя по тому, что в желудках сорок снова обнаруживаются корма антропогенного

происхождения (5%), кормятся птицы в непосредственной близости от человека, на свалках ТБО. В тоже время, остатки зерновых культур (8,4%) и зелёных частей растений (5%), которые также обнаруживаются в пище птиц, указывают и на использование убранных полей как мест кормёжки.

Масса тела птицы в зимний период составляла 204 грамма (табл. 5). При этом масса железистого желудка – 0,81 грамм, что составляет менее 0,5% от общей массы тела птицы, а двенадцатиперстной кишки – 5,5 граммам или 3%. Железистый желудок в зимний период имеет средние по сезонам как относительные, так и абсолютные показатели массы органа.

В весенний период происходит снижение количества высокоэнергетической пищи, о чём свидетельствует и уменьшение всех показателей массы у птиц. Если масса тела снижается незначительно и недостоверно, то железистый желудок становится легче на 23%, а 12-перстная кишка – почти вдвое. Наблюдается достоверное укорочение органов – железистого желудка до 12,75 мм, что на 20% меньше зимнего показателя, и двенадцатиперстной кишки до 64,25 мм (на 27%). Все относительные показатели также снижаются, что может указывать на истощенность именно более лабильных внутренних органов птиц в данный период.

Таблица 5

Морфометрические показатели сорок

Показатели	Зима (n = 10)	Весна (n = 13)	Лето (n = 7)	Осень (n = 18)
Масса птицы (г)	203,58 ± 16,25	198,35 ± 16,87	232,06 ± 18,54	240,29 ± 16,85*
Абсолютная масса железистого желудка (г)	0,84 ± 0,01***	0,64 ± 0,01	0,97 ± 0,01***	1,47 ± 0,09***
Относительная масса железистого желудка (%)	0,41	0,32	0,42	0,61
Абсолютная масса двенадцатиперстной кишки (г)	5,54 ± 1,85	2,35 ± 0,26	3,04 ± 1,35	4,98 ± 1,09**
Относительная масса двенадцатиперстной кишки (%)	2,72	1,18	1,31	2,07
Длина двенадцатиперстной кишки (мм)	87,65 ± 4,85**	64,25 ± 3,89	73,75 ± 4,23	80,68 ± 2,89**

*разность с показателем весеннего сезона достоверна при $P < 0,01$

**разность с показателем весеннего сезона достоверна при $P < 0,01$

*** разность с показателем весеннего сезона достоверна при $P < 0,001$

Изменения в питании птиц в летний период, повышение энергетических показателей рациона не могли не отразиться на морфометрических показателях: все они в летний период кардинально отличаются от показателей предыдущего периода. Увеличивается как количество, так и качество поедаемого корма, что в первую очередь отражается на массе как внутренних органов, так и птицы в целом. Происходит увеличение как абсолютных, так и относительных показателей. Относительные показатели изменяются достаточно медленно и однонаправленно, что говорит о равномерном росте всего организма птиц. Масса тела птицы увеличивается на 17% (хотя разности присущ низкий уровень достоверности). Масса железистого желудка

достоверно увеличивается почти на 50%, так же растёт и относительная масса. В меньшей степени выражен рост массы двенадцатиперстной кишки, но показателен рост её относительной массы. Очевидно, что в летний период относительно весеннего органы ЖКТ увеличиваются быстрее, чем показатель живой массы.

Таблица 6

Гистоструктура железистого желудка и двенадцатиперстной кишки сорок (мкм)

Показатели	Зима	Весна	Лето	Осень
Железистый желудок				
Толщина стенки желудка	1969,2±21,14*	1922,0±20,75***	1935,5±39,68**	2054,9±31,12
Толщина слизистой оболочки	315,2±4,25***	318,2±4,27***	363,6±6,84	358,2±5,47
Толщина подслизистой основы	864,5±7,41***	854,2±8,65***	863,2±8,27***	900,5±5,10
Толщина мышечной оболочки	589,5±6,01	549,5±5,97*	573,3±17,92	579,5±10,57
Двенадцатиперстная кишка				
Толщина стенки кишки	1187,5±14,21	1215,1±12,05	1226,1±21,85	1201,5±16,74
Толщина слоя ворсинок	695,3±7,15*	697,8±12,85*	780,3±18,31	724,6±10,58
Толщина слоя крипт	209,6±6,27*	234,5±9,17*	211,2±9,93	206,8±6,74
Толщина мышечной оболочки	51,2±3,65*	48,8±2,85**	53,7±3,31	60,7±2,24

*разность с показателем осеннего сезона достоверна при P < 0,05

**разность с показателем осеннего сезона достоверна при P < 0,01

***разность с показателем осеннего сезона достоверна при P < 0,001

В осенний период все морфометрические величины достигли своего наивысшего годового значения. Масса тела увеличилась до 240 г, что на 3% больше показателя летнего сезона и достоверно на 21% больше весеннего значения. Органы ЖКТ показали взрывной рост: железистый желудок стал весить высоко достоверно на 59% больше, масса двенадцатиперстной кишки выросла на 64%, хотя вследствие большой вариабельности достоверность показателя низкая. То же самое наблюдается и в относительных показателях.

В гистологическом строении органов также были заметны сезонные изменения (табл. 6).

Толщина стенки железистого желудка на протяжении года значительно изменяется – от 1922 мкм в весеннее время до 2054 мкм в осеннее, то есть максимальные и достоверные межсезонные различия достигали почти 7. Характерно, что так же изменялась масса железистого желудка.

Из полученных данных заметно, что вариабельность большинства гистоструктурных показателей в сезонных группах птиц невелика, а годовая межсезонная динамика хорошо прослеживается (рис. 2, рис. 3). Так, слизистая оболочка была значительно толще в летнее и осеннее время, когда птицы питались, в основном, животной пищей – насекомыми, разница была достоверна и достигала 13%. Толщина подслизистой основы изменялась слабее, до 5%, при этом была достоверной между показателями осени и других сезонов, так же варьировала и мышечная оболочка. В целом, минимальные показатели были отмечены у железистого желудка в весеннее время.

Толщина стенки двенадцатиперстной кишки между сезонами менялась слабо. При этом различия в толщине её слоёв были значительными. Слой ворсинок менялся от зимнего минимума к летнему максимуму на 12% (высоко достоверно). Слой крипт изменялся на 13%, причём достигал максимума весной. Мышечная оболочка также широко варьировала – на 23%, максимум приходился на осень (различия достоверны).

Выводы (заключение)

Проведённое исследование показало значительное влияние состава рациона на анатомические и гистологические характеристики органов желудочно-кишечного тракта птиц как при краткосрочном изменении рациона, так и при сезонных колебаниях в течение года.

Краткосрочный (6 недель) опыт введения в рацион перепелов кормовой добавки сложного состава показал, что гистологическая структура органов пищеварения, а именно железистого желудка и двенадцатиперстной кишки, достаточно остро отреагировала на добавку. Толщина слоёв, местами, изменялась достоверно на десятки процентов. Было отмечено, что часто сила изменений прямо зависела от процента вводимой добавки. Так, введение минимального процента добавки оказало явно стимулирующее воздействие на железистый желудок: значительно увеличился его основной функциональный слой – подслизистая основа. Вероятно, этим же можно объяснить увеличение слоя крипт в 12-перстной кишке как ответ на большее выделение желудочного сока. Увеличение процента добавки в рационе привело к уменьшению толщины всех слоёв стенки железистого желудка, в то же время, двенадцатиперстная кишка перепелов при максимальной даче добавки имела самые длинные ворсинки. Учитывая достоверное снижение живой массы перепелов при получении ими добавки в максимальном количестве, можно говорить о негативном влиянии такого изменения рациона на органы ЖКТ птицы.

В исследовании на диких птицах одной популяции был показан волнообразный характер колебания морфометрических и гистоструктурных показателей. Согласно смене рациона, особенно преобладанию в нём у птиц-полифагов растительных (осень, зима) или животных (лето, осень) компонентов и общему ухудшению питания весной, меняется морфология желудочно-кишечного тракта. Изменения касаются как гистологических, так и морфометрических показателей. В весеннее время, при бескормице (недостаточное количество доступной растительной пищи и менее 10% животной), все показатели близки к минимуму. Только слой кишечных крипт остаётся на достаточно высоком уровне, что, по-видимому, имеет компенсаторный характер. Полного развития органы ЖКТ достигают летом и осенью, в период изобилия высокобелковой животной пищи. В зимнее и, особенно, в весеннее время органы желудочно-кишечного тракта претерпевают определённую временную инволюцию.

В результате долгосрочного исследования было показано наличие значительных и достоверных изменений в морфологии органов желудочно-кишечного тракте птиц при смене рациона, причём не только развитие как увеличение размеров органа и слоёв стенки, но и обратное развитие, инволюция органов при недостатке корма или понижении его энергетической ценности.

Библиографический список

1. Булушова Н.В., Элидина Е.Н., Жужиков Д.П., Лютикова Л.И., Ортего Ф., Кириллова Н.Е., Залунин И.А., Честухина Г.Г. Комплекс пищеварительных протеиназ гусениц *Galleria Melonella*. Состав, свойства, ограниченный протеолиз эндотоксинов *Bacillus Thuringiensis* – Биохимия 2011, 76, 5, 713–723.

2. *Егоров И.А.* Научные аспекты питания птицы // Владимирский земледелец № 1 (55). – 2011. – 32–35.
3. *Кароматов И.Д., Кароматов С.И.* Восковая моль перспективное лечебное средство – Биология и интегративная медицина – 2016, 56–65.
4. *Мальчевский А.С., Кадочников Н.П.* Методика прижизненного изучения питания гнездовых птенцов насекомоядных птиц // Рус. орнитол. журн. 2005. 14 (301): 907–914.
5. *Панина Е.В., Семак А.Э., Мамонтов П.А.* Изменение гистологической структуры железистого отдела желудка бройлеров под влиянием ферментных и витаминных кормовых добавок. В сборнике: Устойчивое развитие АПК: рациональное природопользование и инновации / Материалы Международной заочной научно-практической конференции. 2011. С. 123–125.
6. *Просекова Е.А., Панов В.П.* Использование различных пробиотиков в птицеводстве / Зоотехния. 2014. № 12. С. 21–22.
7. *Просекова Е.А., Панов В.П., Семак А.Э., Золотова А.В.* Влияние энтеросгеля на рост и гистоструктуру кишечника бройлеров / Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2015. № 3. С. 65–74.
8. *Пурьгин П.П., Кленова Н.А., Литвинова Е.Г., Срибная О.С., Никашина А.А.* Обнаружение и выделение антибактериальных пептидов из экстрактов личинок *Galleria mellonella* – Вестник СамГУ, Естественнонаучная серия. 2006, 6/1, (46), 201–211.
9. *Сидорова М.В., Менькин В.К., Панов В.П., Просекова Е.А.* Влияние пробиотиков разного происхождения на гистоструктуру стенки двенадцатиперстной кишки у бройлеров / В сборнике: Актуальные проблемы биологии в животноводстве Материалы IV Международной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения академика РАСХН Н.А. Шманенкова. 2006. С. 328–329.
10. *Синяков А.Ф.* Препараты пчелиной огневки и трудноизлечимые болезни / Пчеловодство, 2001, 6.

MORPHOFUNCTIONAL STATUS OF THE GASTROINTESTINAL TRACT OF BIRDS DEPENDING ON THE DIET

S.V. SAVCHUK, N.A. SERGEYENKOVA, N.P. BELYAYEVA, T.V. SAKOVITSEVA,
A.E. SEMAK, YE.A. PROSEKOVA, A.S. ZAIKINA

(Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy)

In the course of a two-stage study – a short-term study of quails kept under cage conditions, and long-term study of magpies, morphometric and histological examination of the gastrointestinal tract organs was carried out. The purpose of the study was to identify the presence, nature and reversibility of changes in the morphology of individual organs of the gastrointestinal tract in birds due to changes in their diet.

A study on the Japanese quails was carried out in four groups of 50 birds each – a control and three experimental groups of birds, which received in addition to the feed a biologically active additive – the waste products of wax moth larvae (WPWM).

The study on wild polyphagous birds (magpies) was carried out for several years within one population, a total of forty-eight full-age individuals were counted in the study, the material was selected seasonally: in winter, spring, summer and autumn. Bird watching was performed, then adults were selected. The composition of the diet by season was determined by analyzing the content of the gastrointestinal tract.

Both in the first and in the second part of the research work, the live weight of birds was recorded and the morphology of the glandular stomach and duodenum of birds was studied. In the histological study, the material was selected from five birds in each group in each season.

The experiment on the quails showed a significant effect of the WPWM on the gastrointestinal tract morphology, and the effect intensity depended on the additive application dose. The greatest changes were observed in the submucosa of the stomach and the villi of the duodenum. The long-term study showed the presence of significant changes in the gastrointestinal tract morphology of wild birds-polyphages when changing diet, and not only towards increasing the size of organs and histostructural characteristics of their walls, but also the reverse development and involution of organs in case of insufficient food or its lowered energy value.

Key words: quails, magpies, gastrointestinal tract, glandular stomach, duodenum, changes in diet, morphology, histology, waste products of wax moth larvae.

References

1. *Bulushova N.V., Elpidina E.N., Zhuzhikov D.P., Lyutikova L.I., Ortego F., Kirillova N.Ye., Zahunin I.A., Chestuhina G.G.* Kompleks pishchevaritel'nykh proteinaz gusenits Galleria Melonella. Sostav, svoystva, ogranichenniy proteoliz endotoksinov Bacillus Thuringiensus [Complex of digestive proteinases in Galleria Melonella caterpillars. Composition, properties, and limited proteolysis of Bacillus Thuringiensus endotoxins] – Biokhimiya 2011, 76, 5, 713–723.
2. *Yegorov I.A.* Nauchnye aspekty pitaniya ptitsy [Scientific aspects of poultry feeding] // Vladimirskiy zemledelets No. 1 (55). – 2011. – 32–35.
3. *Karomatov I.D., Karomatov S.I.* Voskovaya mol' perspektivnoye lechebnoye sredstvo [Wax mole as a promising therapeutic remedy] – Biologiya i integrativnaya medtsina – 2016, 56–65.
4. *Mal'chevskiy A.S., Kadochnikov N.P.* Metodika prizhiznennogo izucheniya pitaniya gnezdovykh ptentsov nasekomoyadnykh ptits [Methods of in vivo studying the feeding of nestlings of insectivorous birds] // Rus. ornitol. zhurn. 2005. 14 (301): 907–914.
5. *Panina Ye.V., Semak A.E., Mamontov P.A.* Izmeneniye gistologicheskoy struktury zhelezistogo otdela zheludka broilerov pod vliyaniem fermentnykh i vitaminnykh kormovykh dobavok [Change of the histological structure of the glandular part of the stomach of broilers under the influence of enzyme and vitamin feed additives]. In the collection: Sustainable development of the agro-industrial complex: environmental management and innovations]. In: Ustojchivoye razvitie APK: rtscional'noye prirodopol'zovaniye i innovatsii / Materialy Mezhdunarodnoy zaochnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. 2011. Pp. 123–125.
6. *Prosekova Ye.A., Panov V.P.* Ispol'zovaniye razlichnykh probiotikov v ptitsevodstve [Use of various probiotics in poultry farming] / Zootekhniya. 2014. No. 12. Pp. 21–22.
7. *Prosekova Ye.A., Panov V.P., Semak A.E., Zolotova A.V.* Vliyaniye enterosgelya na rost i gistostrukturu kishechnika broilerov [Effect of enterogel on the growth and histostructure of broiler intestines] / Izvestiya Timiryazevskoy sel'skokhozyaystvennoy akademii. 2015. No. 3. Pp. 65–74.
8. *Purygin P.P., Klenova N.A., Litvinova Ye.G., Sribnaya O.S., Nikashina A.A.* Obnaruzheniye i vydeleniye antibakterial'nykh peptidov iz ekstraktov lichinok Galleria melonella [Detection and isolation of antibacterial peptides from extracts of Galleria melonella larvae] – Vestnik SamGU, Yestestvennonauchnaya seriya. 2006, 6/1, (46), 201–211.
9. *Sidorova M.V., Men'kin V.K., Panov V.P., Prosekova Ye.A.* Vliyaniye probiotikov raznogo proiskhozhdeniya na gistostrukturu stenki dvenadtsatiperstnoy kishki u broilerov [Effect of probiotics of a different origin on the histostructure of the duodenal wall in broilers] / In: Aktual'nye problemy biologii v zhivotnovodstve Materialy IV Mezhdunarodnoy konferentsii, posvyashchennoy 100-letiyu so dnya rozhdeniya akademika RASKHN N.A. Shmanenkova. 2006. Pp. 328–329.
10. *Sinyakov A.F.* Preparaty pchelinoy ognevki i trudnoizlechimyie bolezni [Bee stinging preparations and intractable diseases] – Pchelovodstvo. 2001, 6.

Савчук Светлана Васильевна – к.б.н., доцент кафедры физиологии, этологии и биохимии животных ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, г. Москва, ул. Тимирязевская 48; тел.: (499) 976-37-38; e-mail: ssavchuk@rgau-msha.ru).

Сергеенкова Надежда Алексеевна – асп., асс. кафедры физиологии, этологии и биохимии животных ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, г. Москва, ул. Тимирязевская 48; тел.: (499) 976-37-38; e-mail: nsergeenkova@rgau-msha.ru)

Беляева Нина Петровна – асп. кафедры морфологии и ветеринарии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева (Россия, г. Москва, ул. Тимирязевская, 44; тел.: 8 (985) 416-62-75, e-mail: nina_belyaeva@ro.ru).

Саковцева Татьяна Владимировна – к.б.н., доцент кафедры физиологии, этологии и биохимии животных ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, г. Москва, ул. Тимирязевская 48; тел.: (499) 976-37-38; e-mail: tmetre@rgau-msha.ru).

Семак Анна Эдуардовна – к.с.-х.н., доцент кафедры морфологии и ветеринарии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 44, тел.: (499) 977-64-52; e-mail: semakq@gmail.com).

Просекова Елена Александровна – к.б.н., доцент кафедры морфологии и ветеринарии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 44, тел.: (499) 977-64-52; e-mail: proseka2004@yandex.ru).

Заикина Анастасия Сергеевна – к.б.н., старший преподаватель кафедры кормления и разведения животных ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 44, тел.: (499) 976-12-67; e-mail: azaikina@rgau-msha.ru).

Svetlana V. Savchuk – Associate Professor, PhD (Bio), Associate Professor of the Department of Physiology, Ethology and Biochemistry of Animals, Russian Stage Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Moscow, Timiryazevskaya Str., 48; phone: (499) 976-37-38; e-mail: ssavchuk@rgau-msha.ru).

Nadezhda A. Sergeyenkova – postgraduate student, Assistant Professor of the Department of Physiology, Ethology and Biochemistry of Animals, Russian Stage Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Moscow, Timiryazevskaya Str., 48; phone: (499) 976-37-38; e-mail: nsergeenkova@rgau-msha.ru).

Nina P. Belyayeva – post-graduate student, Department of Morphology and Veterinary, Russian Stage Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Russia, Moscow Timiryazevskaya Str., 44, phone: 89854166275; e-mail: nina_belyaeva@ro.ru).

Tatiana V. Sakovtseva – Associate Professor, PhD (Bio), Associate Professor of the Department of Physiology, Ethology and Biochemistry of Animals, Russian Stage Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Moscow, Timiryazevskaya Str., 48; phone: (499) 976-37-38; e-mail: tmetre@rgau-msha.ru).

Anna E. Semak – Associate Professor, PhD (Agr), Associate Professor of the Department of Morphology and Veterinary, Russian Stage Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Moscow, Timiryazevskaya Str., 44; phone: (499) 976-64-52; e-mail: semakq@gmail.com).

Yelena A. Prosekova – Associate Professor, PhD (Bio), Associate Professor of the Department of Morphology and Veterinary, Russian Stage Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Moscow, Timiryazevskaya Str., 44; phone: (499) 976-64-52; e-mail: proseka2004@yandex.ru).

Anastasiya S. Zaikina – Senior Lecturer, PhD (Bio), Senior Lecturer of the Department of Feeding and Breeding of Farm Animals, Russian Stage Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Moscow, Timiryazevskaya Str., 44; phone: (499) 976-12-67; e-mail: azaikina@rgau-msha.ru).