

МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ТИМУСА УТОК ПЕКИНСКОЙ ПОРОДЫ ПРИ ВВЕДЕНИИ В РАЦИОН СЕЛЕНООРГАНИЧЕСКОЙ ДОБАВКИ ДАФС-25к

В. В. Пронин¹, Е. О. Анисимова², М. С. Дюмин³, С. П. Фисенко⁴

¹Руководитель центра доклинических исследований, доктор биологических наук, профессор, ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, Россия, e-mail: pronin@arriah.ru

²Младший научный сотрудник, ООО «МБЦ «Генериум», г. Москва, Россия, e-mail: katerina.anisimova.91@mail.ru

³Доцент, кандидат биологических наук, ФГБОУ ВО «Ивановская ГСХА им. Д. К. Беляева», г. Иваново, Россия, e-mail: dms-magus@mail.ru

⁴Доцент, кандидат биологических наук, ФГБОУ ВО «Ивановская ГСХА им. Д. К. Беляева», г. Иваново, Россия

РЕЗЮМЕ

Представлены результаты гистологического исследования структуры тимуса уток пекинской породы на фоне применения кормовой добавки ДАФС-25к. Установлено, что у суточных утят тимус является морфологически зрелым и активно функционирующим органом. С возрастом отмечено увеличение размеров его долек у утят контрольной и опытной групп, однако под влиянием селена более интенсивно увеличивается площадь корковой зоны. В 45-суточном возрасте у утят опытной группы наблюдается достоверное увеличение показателя корково-мозгового отношения преимущественно за счет расширения площади корковой зоны. У интактных утят площадь коркового вещества не изменилась, отмечена тенденция увеличения площади мозгового вещества, что в таком возрасте является признаком акцидентальной инволюции, связанной с началом смены ювенильного пуха на первичное перо. Под влиянием селена в тимусе утят опытной группы отмечено нивелирование процессов акцидентальной инволюции, активнее протекают процессы синтеза тимопоэтинов и пролиферации тимоцитов. До 75-суточного возраста в тимусе утят обеих групп идет активная пролиферация тимоцитов, однако в опытной группе под влиянием селена отмечены более высокие показатели корково-мозгового отношения, четкая граница между ними, а также достоверно более высокие показатели количества и размеров телец Гассала. С 90-суточного возраста в органе отмечаются признаки возрастной инволюции, причем в опытной группе они протекают более физиологично, соответственно возрасту птиц. Использование в рационе утят селеноорганического препарата ДАФС-25к в дозе 1,3 мг/кг корма способствовало повышению функциональной активности тимуса, нивелированию процессов развития акцидентальной и оптимизации возрастной инволюции.

Ключевые слова: тимус, утки пекинской породы, ДАФС-25к, тельца Гассала, тимоциты

ВВЕДЕНИЕ

Птицеводство – одна из ведущих отраслей в производстве мяса, способная гибко и за короткий срок приспособиться к запросам потребителя [2]. В сложившейся структуре АПК производство мяса уток составляет около 5% [3], однако это направление имеет перспективу развития, связанную с низкими затратами при выращивании уток и высокими потребительскими свойствами мясной продукции [1]. В практике птицеводства полному раскрытию генетического потенциала птицы препятствуют стрессы, обусловленные интенсивными технологиями производства, нарушениями кормления и содержания, что вызывает вторичные иммунные дефициты, для которых характерна, в частности, акцидентальная инволюция тимуса [4]. Морфология иммунокомпетентных органов у птиц вызывает интерес многих исследователей [5, 7, 8]. Имеются работы, посвященные изучению тимуса уток в отдельные периоды онтогенеза [6]. Однако в доступной литературе сведения, касающиеся

влияния на микроструктуру тимуса уток пекинской породы использования с кормом селеноорганической добавки ДАФС-25к, отсутствуют.

В связи с вышеизложенным целью работы было изучение гистоструктуры тимуса уток пекинской породы на фоне применения кормовой добавки ДАФС-25к.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалом для исследования послужил тимус уток пекинской породы от одно- до 120-суточного возраста, полученных в КФХ «Ромашино» (Московская обл.), благополучном по инфекционным и инвазионным заболеваниям.

Кормление и условия содержания птицы соответствовали зооигиеническим и зоотехническим нормам, рекомендованным ВНИТИП для данного вида птицы.

Фактическое определение селена в кормах, используемых в хозяйстве для выращивания уток, провели с помощью атомно-адсорбционного спектрометра

MORPHOFUNCTIONAL EVALUATION OF THYMUS IN PEKIN DUCK DURING DIETARY INCORPORATION OF ORGANIC SELENIUM FEED ADDITIVE DAFS-25k

V. V. Pronin¹, Ye. O. Anisimova², M. S. Dyumin³, S. P. Fisenko⁴

¹Head of Preclinical Research Center, Doctor of Science (Biology), Professor, FGBI "ARRIAH", Vladimir, Russia, e-mail: pronin@arriah.ru

²Junior Researcher, OOO "MBC "Generium", Moscow, Russia, e-mail: katerina.anisimova.91@mail.ru

³Docent, Candidate of Science (Biology), FGBOU VO "Ivanovo State Agricultural Academy named after D. K. Belyaev", Ivanovo, Russia, e-mail: dms-magus@mail.ru

⁴Docent, Candidate of Science (Biology), FGBEI VO "Ivanovo State Agricultural Academy named after D. K. Belyaev", Ivanovo, Russia

SUMMARY

The histological study results of the thymus structure of Pekin ducks during administration of DAFS-25k feed additive are presented. It has been established that the thymus is a morphologically mature and actively functioning organ in one-day-old Pekin ducklings. With age an increase in the size of thymus lobules was observed in ducklings in the control and experimental groups but under the influence of selenium the cortical area increased more intensively. 45-day-old ducklings in the experimental group demonstrated a reliable increase in the ventricular-brain ratio mainly due to the expansion of the cortical area. The surface of the cortical substance did not change in intact ducklings, the tendency of extension in the surface of the brain substance was observed, which at that age is a sign of an accidental involution associated with the onset of a plumage change from juvenile down to primary feathers. Under the influence of selenium in the thymus of the ducklings of the experimental group the processes of accidental involution are leveled, the processes of synthesis of thymopietins and proliferation of thymocytes are more active. Up to age of 75 days there is active proliferation of thymocytes in the thymus of ducklings of both groups; however reliably higher parameters of ventricular-brain ratio under the influence of selenium were observed in the experimental group, there was a clear boundary between them, as well as significantly higher quantity and size parameters of Hassal's corpuscles were noted. From the age of 90 days signs of age involution in the organ were observed, and in the experimental group these processes were going more physiologically in accordance with the age of the birds. Introduction of the organic and selenium additive DAFS-25k in the diet of ducklings at a dose of 1.3 mg/kg of feed promoted the increase of the functional activity of the thymus that leveled the development of accidental involution and optimization of age involution.

Key words: thymus, Pekin duck, DAFS-25k, Hassal's corpuscles, thymocytes.

МГА-915МД в Костромской областной ветеринарной лаборатории. В результате исследования выявили, что дефицит селена в рационе составляет 1,3 мг/кг корма.

С целью изучения влияния селена на развитие и функциональную активность тимуса был проведен научно-производственный опыт в КФХ «Анисимов» (Владимирская обл.). Для проведения опыта по принципу аналогов были сформированы две группы уток суточного возраста. Первая (опытная) получала с рационом кормовую добавку ДАФС-25к, содержащую органический селен в дозе, восполняющей его дефицит. Кормовую добавку вводили в рацион путем многоступенчатого смешивания с кормом. ДАФС-25к – сыпучий порошок от белого до светло-желтого цвета, со слабым специфическим запахом, нерастворим в воде, растворяем в растительном масле, содержит действующее вещество диацетофенонилселенид не менее 95%, с массовой долей селена 25%, усвояемость селена из ДАФС-25к составляет 76–100%. Вторая (контрольная) группа по-

лучала рацион, принятый в хозяйстве. Для изучения влияния селена на морфофункциональное состояние тимуса проводили убой и анатомическое вскрытие птицы (по общепринятым методикам), по пять голов из каждой группы, с интервалом в 15 сут.

Обработку гистологического материала проводили в центре доклинических исследований ФГБУ «ВНИИЗЖ», функционирующего в соответствии с Принципами надлежащей лабораторной практики (GLP) ОЭСР. Образцы фиксировали в 10%-м растворе нейтрального формалина. Проводку осуществляли в гистологическом процессоре скоростной проводки Tissue-Tek® Xpress™ X50. Уплотняли в парафине в заливочном гистологическом центре Leica EG1160. С помощью ротационного микротома Leica RM2125 RT разлагали на срезы (толщина среза 4–5 мкм) парафиновые блоки. Проводили депарафинирование, окраску срезов гематоксилином и эозином и заключение под покровное стекло на рабочей станции Leica ST5010 Auto-

Таблица
Морфометрические данные тимуса уток пекинской породы в возрастном аспекте, $M \pm m$

Возраст, сут	Площадь коркового вещества, $\text{мкм}^2 \times 10^5$		Площадь мозгового вещества, $\text{мкм}^2 \times 10^5$		Соотношение коркового и мозгового вещества	
	К	О	К	О	К	О
1	1,76 ± 0,12		1,05 ± 0,08		1,68 ± 0,11	
15	1,94 ± 0,14	2,32 ± 0,16	1,06 ± 0,05	1,13 ± 0,08	1,83 ± 0,14	2,05 ± 0,11
30	2,14 ± 0,16	2,75 ± 0,13*	1,53 ± 0,11	1,46 ± 0,12	1,40 ± 0,08	1,88 ± 0,07*
45	2,12 ± 0,13	3,19 ± 0,22*	1,75 ± 0,11	1,45 ± 0,08*	1,21 ± 0,07	2,20 ± 0,12*
60	4,03 ± 0,14	5,37 ± 0,21*	2,67 ± 0,18	2,04 ± 0,18*	1,51 ± 0,11	2,38 ± 0,18*
75	4,68 ± 0,32	5,78 ± 0,43*	2,83 ± 0,12	2,25 ± 0,20*	1,65 ± 0,11	2,57 ± 0,18*
90	3,33 ± 0,21	4,35 ± 0,17*	4,07 ± 0,16	3,20 ± 0,19*	0,82 ± 0,07	1,34 ± 0,12*
105	3,54 ± 0,11	4,10 ± 0,21*	4,46 ± 0,16	3,52 ± 0,14*	0,79 ± 0,06	1,16 ± 0,11*
120	3,09 ± 0,21	3,68 ± 0,11	5,19 ± 0,18	4,67 ± 0,31	0,59 ± 0,02	0,79 ± 0,06*

* $p \leq 0,05$ в сравнении с контролем;

К – контрольная группа;

О – опытная группа.

stainer XL/CV5030 с использованием среды BioMount. Исследовали под микроскопом Leica DM1000 и Leica DMB и фотодокументировали.

Статистическую обработку цифровых данных проводили биометрическим методом. Определяли среднюю арифметическую и отклонение ($M \pm m$):

$$M = \frac{\sum X}{n}; m = \frac{\sum (X - M)^2}{n}$$

где M – средняя арифметическая имеющихся данных;
 X – цифровое значение изучаемого объекта;
 m – отклонение от средней арифметической.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В результате собственных исследований установлено, что у суточных утят доли тимуса покрыты соединительнотканной капсулой, от которой отходят трабекулы, делящие ее на дольки. В дольках четко выражена дифференциация на корковое и мозговое вещество (рис. 1). Корковое вещество расположено на периферии дольки, более темного цвета, представлено тимоцитами малых, средних и больших размеров. Последние располагаются преимущественно на периферии дольки, а малые и средние – без определенной локации. Площадь коркового вещества составляет $1,76 \times 10^5 \text{ мкм}^2$, площадь мозгового – $1,05 \times 10^5 \text{ мкм}^2$, их соотношение – $1,68 \pm 0,11$ (табл.). В корковом веществе тимоциты располагаются компактно, плотно друг к другу, поэтому на гистосрезе оно выглядит темнее, чем мозговое. В мозговом веществе тимоциты располагаются менее плотно, хорошо заметны ретикулоэпителиальные клетки, составляющие строму органа. Выявляются тельца Гассалья, как в стадии формирования, так и зрелые (рис. 2), представляющие собой концентрически расположенные скопления эпителиоретикулоцитов с хорошо различимыми уплотненными ядрами и слабоацидофильной цитоплазмой. Преобладание площади коркового вещества над мозговым, наличие между ними четкой границы, выявление в мозговом

веществе телец Гассалья свидетельствует о том, что у суточных утят тимус является зрелым, сформировавшимся органом с активным синтезом тимопоэтинов и напряженным лимфопозом.

У 15-суточных утят контрольной и опытной групп отмечена тенденция увеличения площади коркового и мозгового вещества, причем у опытной птицы более интенсивно возрастает зона коркового вещества за счет пролиферации тимоцитов, а в мозговом веществе – более активное образование телец Гассалья, размеры которых незначительно выше в сравнении с контролем (табл.).

К 30-суточному возрасту у птиц обеих групп увеличиваются размеры долек, их форма в основном многоугольная, однако встречаются овальные и округлые, зачастую трабекулы долек не достигают центральных участков дольки, и они сливаются своими основаниями. Увеличение размеров долек происходит за счет роста площади коркового и мозгового вещества, однако у птиц опытной группы более интенсивно увеличивается корковое, а у контрольных – мозговое. Показатель отношения площади коркового и мозгового вещества у опытной птицы достоверно превышает таковой контроля. Размеры телец Гассалья и их количество в одной дольке в опытной группе также превалировали над аналогичными показателями контрольной группы ($p \leq 0,05$; табл.). Все это свидетельствует о более высоком функциональном напряжении тимуса у опытной птицы под действием селена.

В 45-суточном возрасте у утят опытной группы достоверно увеличился показатель корково-мозгового отношения в сравнении с предыдущим возрастом, преимущественно за счет расширения площади корковой зоны. У интактных утят площадь коркового вещества не изменилась, однако отмечена тенденция увеличения площади мозгового вещества, что в таком возрасте является признаком акцидентальной инволюции, связанной, вероятно, с началом смены ювенильного пуха на первичное перо. В дольках тимуса опытных утят отмечено более плотное насыщение мозгового вещества тельцами Гассалья, которые были достоверно крупнее таковых в контрольной группе (табл.). У птиц обеих групп в мозговом веществе встречаются тельца

	Средняя толщина перегородки, мкм		Количество телец Гассалья		Средний диаметр телец Гассалья, мкм	
	К	О	К	О	К	О
	2,12 ± 0,12		4,18 ± 0,33		6,58 ± 1,23	
	2,91 ± 0,13	2,76 ± 0,18	5,68 ± 0,25	6,18 ± 0,26	8,16 ± 2,23	8,78 ± 2,09
	2,72 ± 0,15	2,46 ± 0,18	6,92 ± 0,24	8,54 ± 0,56*	8,65 ± 0,23	9,37 ± 0,12*
	3,14 ± 0,21	3,65 ± 0,18	8,72 ± 0,31	10,47 ± 0,46*	9,34 ± 0,32	10,58 ± 0,66*
	3,23 ± 0,22	3,76 ± 0,21	8,83 ± 0,56	10,45 ± 0,40*	10,81 ± 0,38	12,40 ± 0,32*
	3,22 ± 0,18	3,09 ± 0,26	7,24 ± 0,31	8,86 ± 0,22*	10,59 ± 0,32	12,15 ± 0,18*
	3,84 ± 0,21	3,60 ± 0,19	7,13 ± 0,22	8,02 ± 0,19*	9,79 ± 0,19	11,37 ± 0,27*
	3,82 ± 0,13	3,54 ± 0,14	6,42 ± 0,32	7,83 ± 0,21*	9,58 ± 0,17	10,72 ± 0,10*
	4,67 ± 0,22	4,69 ± 0,19	6,23 ± 0,21	7,62 ± 0,30*	9,46 ± 0,18	10,70 ± 0,22*

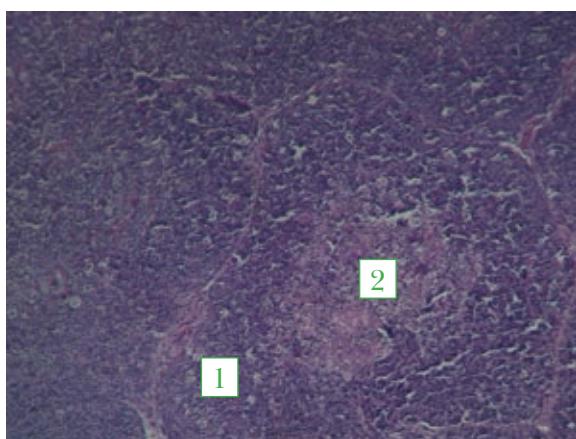


Рис. 1. Кортиковое (1) и мозговое (2) вещество тимуса суточных утят (окр. гематоксилин и эозин, ув. ×100)

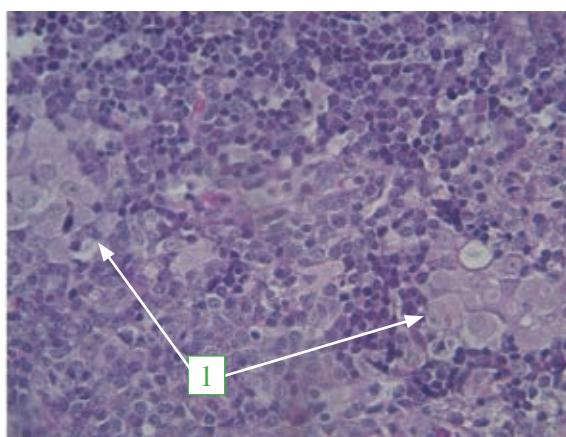


Рис. 2. Формирование телец Гассалья (1) в мозговом веществе суточных утят (окр. гематоксилин и эозин, ув. ×400)

Гассалья как молодые, формирующиеся, имеющие вид наслаивающихся друг на друга ближайших ретикулоэпителиальных клеток, в цитоплазме которых накапливается слабоацидофильная бесструктурная масса, так и тельца в стадии морфофункциональной зрелости, состоящие из комплекса уплотненных наружных и дегенерирующих центральных клеток, а также кровеносных капилляров, которых было больше в опытной группе. По мнению ряда авторов [3, 8], тельца Гассалья выполняют в том числе эндокринную, иммуномодулирующую роль. Таким образом, под влиянием селена в тимусе подопытных утят отмечено нивелирование процессов акцидентальной инволюции, активнее протекают процессы синтеза тимопоэтинов и пролиферации тимоцитов.

Тенденция более высокой площади коркового вещества у опытной птицы, в сравнении с контролем, сохраняется и в 60-суточном возрасте. В контрольной группе граница между корковым и мозговым веществом размыта, в последнем содержатся тельца Гассалья различного размера и формы, однако в опытной группе преобладающими являются крупные, состоя-

щие из гипертрофированных ретикулоэпителиоцитов, ядра некоторых из них затушевывались и лизировались. Достоверно значимый, более высокий показатель отношения площади коркового и мозгового вещества, в сравнении с контролем, четкая граница между ними, преобладание в мозговом веществе зрелых форм телец Гассалья свидетельствуют о более высоком морфофункциональном статусе тимуса утят в опытной группе под влиянием селеноорганического препарата ДАФС-25к.

Тимус утят 75-суточного возраста контрольной группы продолжает демонстрировать признаки акцидентальной инволюции, пусковым механизмом которой является стресс-фактор, обусловленный разгаром линьки. Акцидентальная инволюция проявляется отсутствием четкой границы между корковым и мозговым веществом, обеднением обеих зон тимоцитами (рис. 3). Селен оказал положительное влияние на морфофизиологию тимуса в опытной группе (рис. 4), что подтверждается более высоким показателем корково-мозгового отношения, четкой границей между ними, а также достоверно более высокими показателями количества и размеров телец Гассалья (табл.).

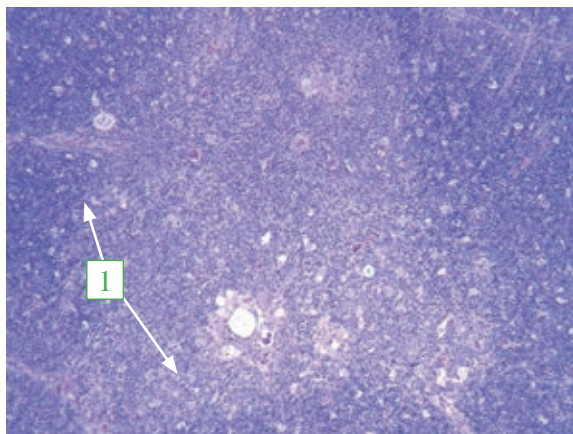


Рис. 3. Тимус 75-суточных утят контрольной группы. Признаки акцидентальной инволюции (1) (окр. гематоксилин и эозин, ув. $\times 200$)

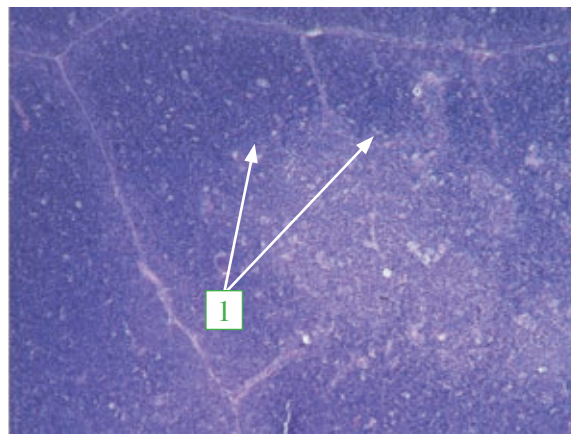


Рис. 4. Четкая граница (1) между корковым и мозговым веществом в тимусе 75-суточных утят опытной группы (окр. гематоксилин и эозин, ув. $\times 200$)

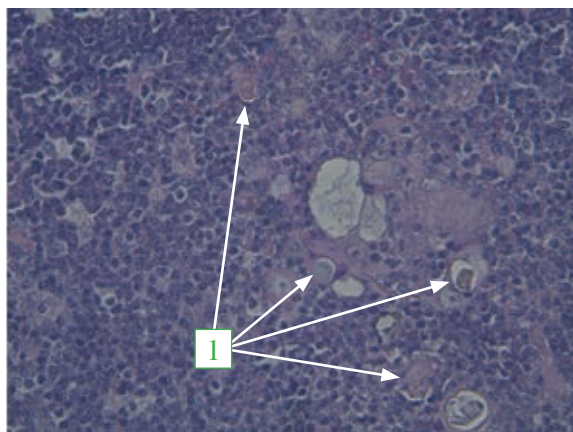


Рис. 5. Тельца Гассалья (1) в мозговом веществе тимуса 120-суточных утят контрольной группы (окр. гематоксилин и эозин, ув. $\times 400$)

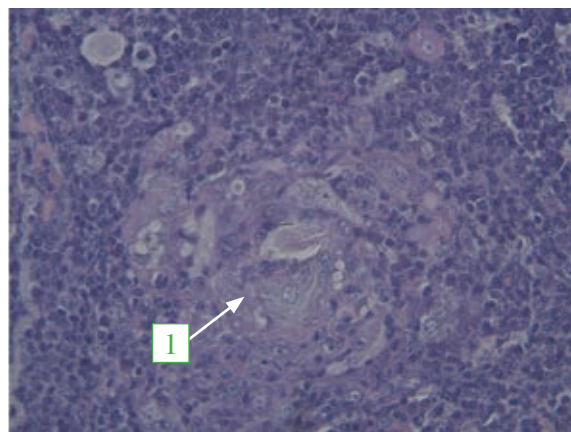


Рис. 6. Тельца Гассалья (1) в мозговом веществе тимуса 120-суточных утят опытной группы (окр. гематоксилин и эозин, ув. $\times 400$)

В 90-суточном возрасте в тимусе утят обеих групп отмечены инволютивные процессы, связанные с началом полового созревания, причем в контрольной группе, на фоне акцидентальной трансформации, они выражены ярче. Впервые за весь изучаемый период площадь мозгового вещества в этой группе преобладает над площадью коркового, что является результатом снижения пролиферации тимоцитов. В опытной группе селен предотвращает раннюю инволюцию, модулирует функциональную морфологию тимуса, вызывает умеренное иммуностимулирующее действие, что выражается в более высоких показателях корково-мозгового отношения, размеров и количества телец Гассалья, четкой границей между корковым и мозговым веществом. Более высокая плотность клеток корковой зоны тимуса свидетельствует об активно протекающих процессах пролиферации и дифференциации тимоцитов.

Тимус утят 105-суточного возраста контрольной группы характеризуется нарастанием процессов инволюции: граница между корковым и мозговым веществом размыта, площадь последнего преобладает над площадью коркового. Тельца Гассалья представлены в основном единично расположенными, округлой формы образованиями, состоящими из concentрических

скоплений продолговатых и веретенообразных клеток с крупным ядром и слабоацидофильной цитоплазмой. У опытных утят этого возраста также происходит уменьшение площади коркового и мозгового вещества. В тимусе четко выражена граница между корковым и мозговым веществом, в котором преобладают крупные тельца Гассалья, представляющие собой конгломераты из двух-трех более мелких, слившихся между собой. На их периферии находятся функционально нормальные уплощенные эпителиальные, а в центре – дистрофически измененные клетки. Рядом с тельцами Гассалья выявляется большое количество кровеносных капилляров, к которым тесно примыкают стромальные эпителиальные клетки и окружают их с помощью своих отростков. По мнению ряда авторов, между эпителиальной мембраной и капиллярами находится периваскулярное пространство, заполненное тканевой жидкостью, содержащей лимфоциты, макрофаги и плазматические клетки. В результате формируется гематотимусный барьер между тканевыми структурами и кровеносным руслом тимуса. Именно этот барьер препятствует проникновению антигенов, являясь пролиферабельным для клеток лимфоидного ряда [3, 5]. Таким образом, под влиянием селена гистологическая карти-

на тимуса утят опытной группы свидетельствует о положительной динамике пролиферации тимоцитов, активной их миграции в тимусзависимые зоны иммунокомпетентных органов через богатую капиллярную сеть мозгового вещества.

В 120-суточном возрасте в тимусе утят обеих групп площадь мозгового вещества преобладает над площадью коркового, граница между ними не выявляется, отмечается тенденция к увеличению междольковых стромальных элементов, уменьшению количества и размеров телец Гассалья (рис. 5, 6). Несмотря на начало активного протекания процессов инволюции, связанного с началом полового созревания уток, тимус опытной птицы отличается более совершенной морфофункциональной структурой, способствующей стабилизации иммунного ответа, пролиферации и созревания тимоцитов.

ВЫВОДЫ

У суточных утят тимус является морфологически зрелым и активно функционирующим органом, характеризуется преобладанием коркового вещества над мозговым, четкой границей между ними, наличием телец Гассалья на разных стадиях формирования.

До 75-суточного возраста утят в тимусе отмечены процессы активной пролиферации тимоцитов, характеризующиеся более интенсивным увеличением площади коркового вещества, в сравнении с мозговым, формированием различной формы и размеров телец Гассалья, плотным расположением тимоцитов, что свидетельствует о высокой морфофункциональной напряженности тимуса.

С 90-суточного возраста в тимусе отмечают признаки возрастной инволюции, обусловленные началом полового созревания птицы, которые характеризуются уменьшением площади коркового вещества, стиранием границы между корковым и мозговым веществом, обеднением паренхимы тимоцитами, снижением количества и размеров телец Гассалья, тенденцией к расширению междольковых перегородок.

Использование в рационе утят селеноорганического препарата ДАФС-25к в дозе 1,3 мг/кг корма оказало положительное влияние. У опытных утят во все изучаемые возрастные периоды отмечена более высокая функциональная активность тимуса, выражающаяся в более значимых показателях отношения площади коркового и мозгового вещества, размеров и количества телец Гассалья, плотности тимоцитов. В опытной группе нивелированы процессы развития акцидентальной инволюции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гистологическая и гистохимическая оценка печени гусей китайской серой породы на фоне применения селеноорганического препарата ДАФС-25к / Д. А. Шишкина, В. В. Пронин, Е. Н. Вареник, Л. В. Фролова // *Аграрный вестник Верхневолжья*. – 2016. – № 1. – С. 59–60.
2. Данкверт С. А. Настоящее и будущее птицеводства // *Птицеводство*. – 2002. – № 3. – С. 4.
3. Красноперова М. А. Особенности клеточного состава коркового и мозгового вещества тимуса кур // *Вестник Ижевской ГСХА*. – 2014. – № 2 (39). – С. 26–28.
4. Сандул П. А., Луппова И. М., Сандул А. В. Морфофункциональная характеристика тимуса и фабрициевой бурсы цыплят при введении в рацион Е-витаминных добавок // *Ученые записки УО ВГАВМ*. – 2011. – Т. 47 (1). – С. 293–296.
5. Селезнев С. Б. Морфологические пути эволюции иммунной системы позвоночных // *Нива Поволжья*. – 2008. – № 1 (6). – С. 59–64.
6. Сквородин Е. Н., Давлетова В. Д., Дюдьбин О. В. Использование селеносодержащих препаратов при выращивании мускусных уток в зоне с недостатком селена // *Вестник АПК Ставрополя*. – 2017. – № 4 (28). – С. 40–43.
7. Субботин А. М., Федотов Д. Н., Орда М. С. Закономерности возрастной структурной перестройки тимуса у перепелов, содержащихся на промышленной основе // *Ученые записки УО ВГАВМ*. – 2012. – Т. 48 (2). – С. 171–173.
8. Якименко Л. Л. Морфофункциональные особенности телец Гассалья тимуса позвоночных // *Ученые записки УО ВГАВМ*. – 2012. – Т. 48 (1). – С. 150–153.

REFERENCES

1. Histological and histochemical assessment of liver of grey Chinese geese during administration of organic selenium additive DAFS-25k. D. A. Shishkina, V. V. Pronin, Ye. N. Varenik, L. V. Frolova. *Agrarnyj vestnik Verhnevolzh'ja*. 2016; 1: 59–60 (in Russian).
2. Dankvert S. A. Present and future of poultry farming. *Pticevodstvo*. 2002; 3: 4 (in Russian).
3. Krasnopyorova M. A. Characteristics of cell composition of the cortical and brain substance of chicken thymus. *Vestnik Izhevskoj GSXA*. 2014; 2 (39): 26–28 (in Russian).
4. Sandul P. A., Luppova I. M., Sandul A. V. Morphofunctional evaluation of chicken thymus and bursa fabricii during dietary incorporation of E vitamin additives. *Uchenye zapiski UO VGAVM*. 2011; 47 (1): 293–296 (in Russian).
5. Seleznyov S. B. Morphological pathways in the evolution of immune system of vertebrates. *Niva Povolzh'ja*. 2008; 1 (6): 59–64 (in Russian).
6. Skovorodin Ye. N., Davletova V. D., Dyudbin O. V. Use of organic selenium-containing supplements for growing Muscovy ducks with selenium deficiency. *Vestnik APK Stavropol'ja*. 2017; 4 (28): 40–43 (in Russian).
7. Subbotin A. M., Fedotov D. N., Orda M. S. Regularities of the age-related structural rearrangement of the thymus in quails kept on an industrial basis. *Uchenye zapiski UO VGAVM*. 2012; 48 (2): 171–173 (in Russian).
8. Yakimenko L. L. Morphofunctional characteristics of Hassal's corpuscles of thymus of vertebrates. *Uchenye zapiski UO VGAVM*. 2012; 48 (1): 150–153 (in Russian).

Поступила 25.07.18

Принята в печать 02.08.18