

# ВЕТЕРИНАРИЯ

УДК 619:612.438:636.934.57

## МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТИМУСА НОВОРОЖДЕННЫХ ОСОБЕЙ АМЕРИКАНСКОЙ НОРКИ РАЗЛИЧНЫХ ОКРАСОЧНЫХ ГЕНОТИПОВ

Е.И. Земляницкая, аспирант

О.В. Распутина, доктор ветеринарных наук, доцент

И.В. Наумкин, кандидат биологических наук, доцент

М.А. Амироков, доктор ветеринарных наук

Новосибирский государственный аграрный университет,

Новосибирск, Россия

E-mail: raspulinaov@mail.ru

**Ключевые слова:** тимус, морфология, норка американская, корково-мозговой индекс, тельца Гассалья, генотип

**Реферат.** Изучены гистоморфологические особенности структурной организации тимуса новорожденных щенков американской норки генотипов *Standard* (+/+ +/+), *Sapphire* (a/a p/p) и *Lavender* (a/a m/m). Было установлено, что в суточном возрасте тимус уже сформирован, паренхима долек разделена на корковую и мозговую зону. Более четкая корково-мозговая граница просматривается у норок генотипа *Lavender*, у норок генотипов *Standard* и *Sapphire* наблюдается размытость корково-мозговой границы. Максимальные значения относительной и абсолютной массы тимуса отмечены у норок генотипа *Standard*, минимальные наблюдались у норок генотипа *Sapphire*. В тимусе норчат генотипа *Lavender* площадь сечения дольки превышала данный показатель в других группах и составила  $187516,50 \pm 20972,67$  мкм<sup>2</sup>. У норок генотипов *Standard* и *Sapphire* площадь сечения дольки была примерно на одном уровне –  $111941,40 \pm 13262,30$  и  $114024,20 \pm 17013,83$  мкм<sup>2</sup>. В тимусе норчат генотипа *Lavender* отмечено расширение площади коркового вещества в сравнении с данным показателем у генотипов *Standard* и *Sapphire*. Корково-мозговой индекс у норок генотипа *Sapphire* имеет минимальное значение –  $4,60 \pm 0,38$  и достигает максимума у норок генотипа *Lavender* –  $7,57 \pm 0,85$ . Тельца Гассалья встречаются не во всех дольках и представлены юными одноклеточными и простыми формами, многоклеточные слоистые тельца встречаются единично.

## MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THYMUS OF NEWBORN AMERICAN MINK OF DIFFERENT COLOUR GENOTYPE

Zemlianitskaia E.I., PhD-student

Raspulina O.V., Dr. of Veterinary Sc., Associate Professor

Naumkin I.V., Candidate of Biology, Associate Professor

Amirokov M.A. Dr. of Veterinary Sc.

Novosibirsk State Agrarian University,

Novosibirsk, Russia

**Key words:** thymus, morphology, American mink, cortical/medullary ratio, Hassal's bodies, genotype.

**Abstract.** The paper explores hystomorphological peculiarities of thymus structure of newborn American minks of *Standard* (+/+ +/+), *Sapphire* (a/a p/p) and *Lavender* (a/a m/m) genotypes. The authors found out that minks aged 1 day have formed thymus, parenchyme of cones is divided into cortical and renal medulla. The authors observed clear cortical and medullary ration in *Lavender* minks and poor demarcation in *Standard* and *Sapphire* minks. Maximum parameters of relative and absolute mass of the thymus were observed in *Standard* minks and

*minimum parameters – in Sapphire minks. The sectional area of cones in the thymus of Lavender minks was higher in comparison with other groups ( $187516.50 \pm 20972.67 \text{ mkm}^2$ ). The sectional area of cones in the thymus of Standard and Sapphire minks didn't vary greatly and it was  $111941.40 \pm 13262.30$  and  $114024.20 \pm 17013.83 \text{ mkm}^2$ . The authors observed wider space of cortical substance in Lavender minks in comparison with this parameter in Standard and Sapphire minks. Cortical/medullary ratio of Sapphire minks has the lowest ration  $4.60 \pm 0.38$  and reaches its maximum in Lavender minks –  $7.57 \pm 0.85$ . Hassal's bodies were observed not in all cones; they are seen as single-cell and simple forms whereas multicellular amylaceous corpuscles are rarely observed.*

Тимус является центральным органом иммуногенеза и обеспечивает дифференцировку и пролиферацию предшественников Т-лимфоцитов [1–3], определяет состояние периферических органов иммунитета, а также выраженность защитных реакций всего организма [2]. У новорожденного организма тимус является самым крупным лимфоидным органом, полностью сформированным и активно выполняющим свою функцию [4]. Это обусловлено рядом факторов – необходимостью обеспечения адекватной реакции на родовой стресс, усилением антигенной стимуляции систем иммунитета, возникающей при рождении, а также физиологической недостаточностью гуморального звена иммунитета в данный период [1, 4–7].

В неонатальный период, за счет перестройки, абсолютная масса тимуса растет, как и площадь корковой зоны долек, увеличивается количество тимических телец в мозговой зоне, что связано с активацией лимфоцитопоэза в тимусе и является одним из показателей функциональной активности тимуса в данный период [3, 8, 9].

Морфологические показатели тимуса, его объём и масса имеют значительные видовые и породные особенности [1, 5, 10, 7]. В процессе domestikации норок в звероводческих хозяйствах под действием мутаций, затрагивающих окраску мехового покрова, получено большое число комбинативных окрасочных форм [11]. Данные формы имеют не только вариации окрасок меха, но и отличаются между собой морфологическими и другими признаками [12–15]. Поэтому знание базовых параметров по нормальной морфологии и физиологии тимуса норок с учетом особенностей генотипа необходимо при проведении исследований в биомедицинском направлении, испытании различных препаратов, а также с целью правильной организации профилактических и лечебных мероприятий в звероводстве.

За последнее время в литературе в значительной степени возросло число специализированных работ, посвященных изучению возрастной морфологии тимуса. Подробно тимус описан у человека, крыс, домашней птицы (индюки, куры), а также домашних животных (корова, свинья, со-

бака). Однако данных по морфологии тимуса американской норки в постэмбриональном онтогенезе недостаточно.

В связи с этим целью исследования явилось изучение морфологических и топографических особенностей тимуса новорожденных щенков американской норки генотипов *Standard* (+/+ +/+), *Sapphire* (a/a p/p) и *Lavender* (a/a m/m).

## ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Эксперимент выполнен на кафедре акушерства, анатомии и гистологии ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ, экспериментальной звероферме Института цитологии и генетики СО РАН (ЦКП Генофонды пушных и сельскохозяйственных животных). В эксперименте использованы самки и самцы новорожденных норок генотипов *Standard* (+/+ +/+), *Sapphire* (a/a p/p), *Lavender* (a/a m/m), по 4 животных каждого генотипа.

Для изучения морфологии тимуса использовали метод препарирования. Абсолютную массу тимуса определяли в граммах путем взвешивания на аналитических весах Ohaus Scout pro (дискретность 0,01 г). Относительную массу рассчитывали как отношение абсолютной массы тимуса к общей массе тушки со шкуркой, умноженное на 100. Забор, фиксацию материала, изготовление парафиновых блоков выполняли согласно общепринятым методикам [16]. Срезы тимуса толщиной 5 мкм окрашивали гематоксилин-эозином. Морфометрическое исследование проводили в программе обработки и анализа изображения Zeiss Efficient Navigation (ZEN). Для исследования использовали микроскоп Carl Zeiss Primo Star. В срезах тимуса определяли относительную площадь, занимаемую корковым и мозговым веществом дольки (в процентах), корково-мозговой индекс (отношение площади коркового вещества к площади мозгового вещества). В дольках тимуса в условной единице площади среза производили подсчет тимических телец, дифференциацию осуществляли согласно Л.Л. Якименко и др. [9], А.Г. Беловешкину [17]. Полученные данные подвергались статистической обработке с исполь-

зованием компьютерных программ Free matrix, Microsoft Office Excel. Достоверными считали данные с погрешностью меньше 5% ( $p < 0,05$ ).

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Тимус новорожденных щенков изучаемых генотипов представлен хорошо развитой непарной грудной долей, расположенной в грудной полости в перикардальном средостении впереди сердца. Начинается краниально на уровне 1–2-го межреберья, достигает каудально 5–6-го межреберья (рис. 1). Снаружи тимус покрыт умеренно напряженной блестящей капсулой. Имеет неправильную форму, бледно-розовую окраску и дольчатую структуру. Консистенция тимуса слабо уплотненная.

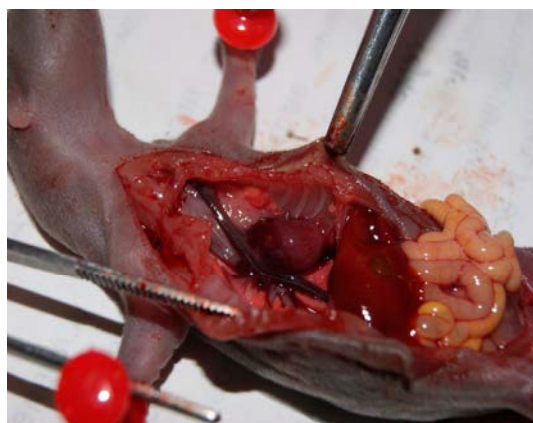


Рис. 1. Тимус новорожденного щенка норки генотипа *Lavender* (a/a m/m). Вид справа. Нативный препарат  
Thymus of newborn *Lavender* (a/a m/m) mink.  
Right view. Native specimen

Средние значения относительной и абсолютной массы тимуса находились в прямой зависимости от массы тела животного (табл. 1). Максимальные значения наблюдались у норок генотипа *Standard* –  $0,180 \pm 0,033\%$  и  $0,020 \pm 0,004$  г соответственно, минимальные – у норок генотипа *Sapphire*:  $0,160 \pm 0,032\%$  и  $0,015 \pm 0,003$  г. Разница данных показателей между генотипами была не достоверна.

При гистологическом изучении установлено, что тимус у американских норок имеет типичное для многих животных строение. От капсулы отходят соединительнотканые тяжи или перегородки, которые проникают на разную глубину внутрь органа, разделяя паренхиму на дольки разной формы и величины. Преобладает округло-овальная, овальная, многоугольная с закругленными краями форма долек.

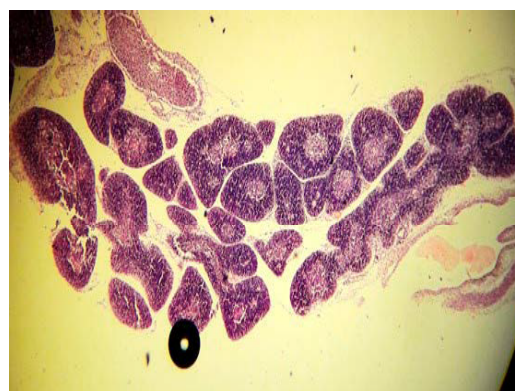
Таблица 1

## Масса тимуса новорожденных щенят в возрасте 1 сутки

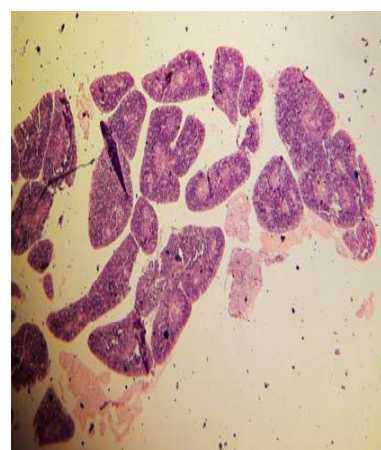
### Thymus mass of newborn minks aged 1 day

| Генотип                   | Абсолютная масса тела, г | Абсолютная масса тимуса, г | Относительная масса тимуса, % |
|---------------------------|--------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| <i>Standard</i> (+/+ +/+) | $11,22 \pm 0,75$         | $0,02 \pm 0,004$           | $0,18 \pm 0,033$              |
| <i>Sapphire</i> (a/a p/p) | $9,65 \pm 0,55$          | $0,015 \pm 0,003$          | $0,16 \pm 0,032$              |
| <i>Lavender</i> (a/a m/m) | $10,68 \pm 0,39$         | $0,018 \pm 0,003$          | $0,17 \pm 0,025$              |

У всех генотипов отмечены на срезах крупные полиморфные дольки с неразделенной паренхимой, в которых соединительнотканые прослойки проникают в глубь паренхимы, прорезая её, но не формируя отдельные дольки (рис. 2). Наибольшее количество таких долек в тимусе новорожденных щенков норок генотипов *Sapphire* (a/a p/p) и *Lavender* (a/a m/m).



а



б

Рис. 2. Крупные неразделенные дольки тимуса новорожденных щенков норки: а – генотип *Lavender* (a/a m/m), б – генотип *Sapphire* (a/a p/p). Окраска гематоксилин-эозином.  $\times 40$

Large nonseparated cones of thymus of newborn minks:  
а – *Lavender* (a/a m/m) genotype,  
б – *Sapphire* (a/a p/p) genotype.  
Colouring with haematoxylin-eosin  $\times 40$

Дольки содержат корковое и мозговое вещество (рис. 3). Выраженность границы между корковым и мозговым веществом отличалась у новорожденных норчат по генотипам. На препаратах тимуса щенков генотипа *Lavender* (*a/a m/m*) корково-мозговая граница выражена четко, а у 75% щенков генотипов *Standard* (*+/+ +/+*) и *Sapphire* (*a/a p/p*) отмечается размытость корково-мозговой границы (рис. 4).

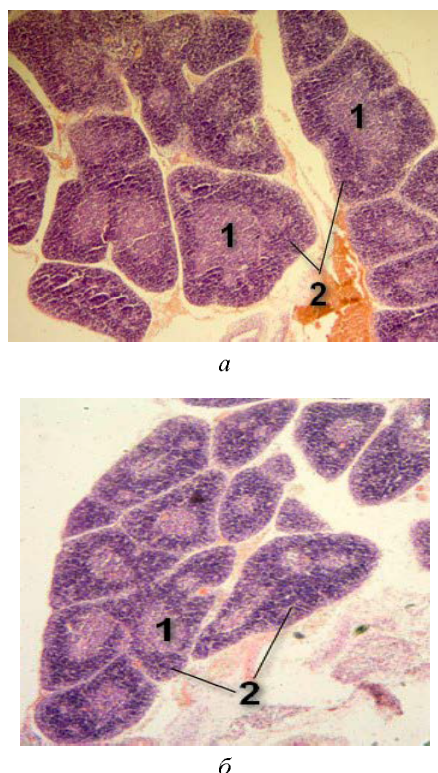
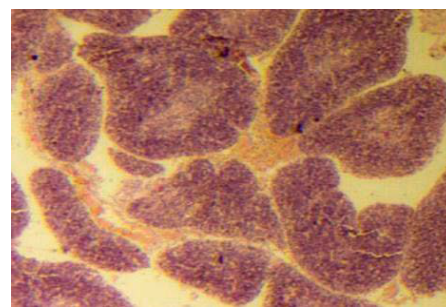


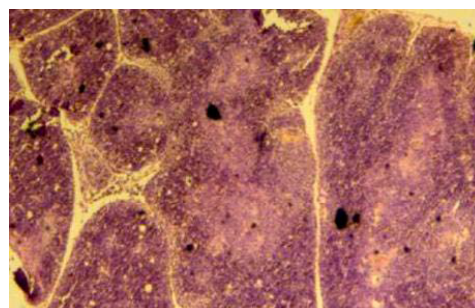
Рис. 3. Тимус новорожденных щенков: а – генотип *Standard* (*+/+ +/+*); б – генотип *Sapphire* (*a/a p/p*); 1 – мозговое вещество; 2 – корковое вещество. Окраска гематоксилин-эозином.  $\times 40$

Thymus of newborn minks: a – *Standard* (*+/+ +/+*) genotype; b – *Sapphire* (*a/a p/p*) genotype; 1 – cortical substance; 2 – cortical substance. Colouring with haematoxylin-eosin.  $\times 40$

Корковое вещество расположено по периферии, характеризуется более темной окраской вследствие более плотного расположения тимоцитов. Мозговое вещество имеет более светлую окраску вследствие меньшего содержания лимфоцитов, располагается центрально, в нем просматриваются макрофаги, эпителиальные клетки, формирующие остов паренхимы. Для мозгового вещества характерно наличие тимических телец, находящихся на разных стадиях развития. У новорожденных норчат данных генотипов они представлены юными одноклеточными и простыми формами, единично – многоклеточными



а



б

Рис. 4. Размытость корково-мозговой границы у новорожденных щенков норок: а – генотип *Standard* (*+/+ +/+*); б – генотип *Sapphire* (*a/a p/p*). Окраска гематоксилин-эозином.  $\times 40$

Blurring of cortical medullary border of newborn minks: a – *Standard* (*+/+ +/+*) genotype, b – *Sapphire* (*a/a p/p*) genotype. Colouring with haematoxylin-eosin.  $\times 40$

слоистыми тельцами. Встречаются дольки, не имеющие тимических телец.

В некоторых крупных дольках тимуса новорожденных норчат мозговое вещество располагается в нескольких локусах (2–3), более крупный локус в таких случаях чаще располагается центрально, мелкие – на периферии дольки (рис. 5). Встречаются отдельные дольки без деления на корковое и мозговое вещество.

Результаты морфометрических исследований тимуса новорожденных щенков изучаемых генотипов представлены в табл. 2.

Проведённые исследования показали, что размеры долек тимуса имеют достоверные отличия в зависимости от генотипа ( $p \leq 0,05$ ). Максимальная площадь сечения дольки была отмечена в тимусе норчат генотипа *Lavender* –  $187516,50 \pm 20972,67$  мкм<sup>2</sup>. Данный показатель у норок генотипов *Standard* и *Sapphire* был примерно на одном уровне и составил  $111941,40 \pm 13262,30$  и  $114024,20 \pm 17013,83$  мкм<sup>2</sup> соответственно.

Площадь сечения мозгового и коркового вещества имела ту же тенденцию: максимальное значение наблюдалось у норок генотипа *Lavender*, минимальное – у генотипа *Standard*.



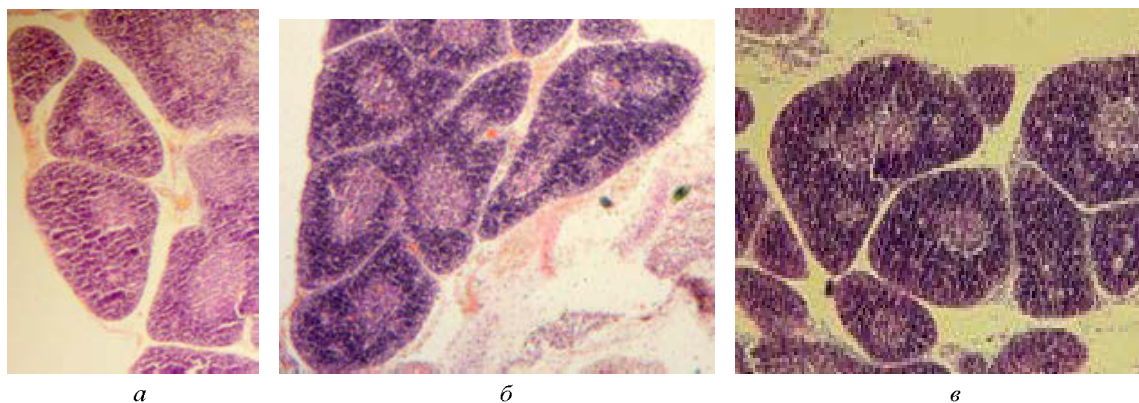


Рис. 5. Дольки тимуса новорожденных норек с расположением мозгового вещества в нескольких локусах: а – генотип *Standard* (+/+ +/+); б – генотип *Sapphire* (*ala p/p*); в – генотип *Lavender* (*ala m/m*).  
Окраска гематоксилин-эозином.  $\times 40$

Cones of newborn minks thymus with cortical substances in several locuses: a – *Standard* (+/+ +/+) genotype; b – *Sapphire* (*a/a p/p*) genotype; c – *Lavender* (*a/a m/m*) genotype; 1 – cortical substance. Colouring with haematoxylin- eosin.  $\times 40$

Таблица 2

**Морфометрические показатели тимуса новорожденных щенков американской норки**  
**Morphometric parameters of the thymus of newborn American minks**

| Генотип         | Площадь сечения дольки, мкм <sup>2</sup> | Площадь сечения мозгового вещества                         | Площадь сечения коркового вещества                            | Корково-мозговой индекс |
|-----------------|------------------------------------------|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------------|
| <i>Standard</i> | 111941,40 $\pm$ 13262,30*                | <u>21711,12<math>\pm</math>2667,96</u><br>18,43 $\pm$ 1,43 | <u>103769,00<math>\pm</math>10881,22*</u><br>81,59 $\pm$ 1,43 | 5,80 $\pm$ 0,80         |
| <i>Sapphire</i> | 114024,20 $\pm$ 17013,83*                | <u>27433,28<math>\pm</math>4520,90</u><br>9,17 $\pm$ 0,99  | 114752,90 $\pm$ 15949,62<br>80,82 $\pm$ 0,99                  | 4,60 $\pm$ 0,38**       |
| <i>Lavender</i> | 187516,50 $\pm$ 20972,67                 | <u>30184,20<math>\pm</math>6016,89</u><br>14,23 $\pm$ 4,11 | <u>160104,70<math>\pm</math>16725,88</u><br>85,77 $\pm$ 4,11  | 7,57 $\pm$ 0,85         |

Примечание. В числителе – мкм<sup>2</sup>, в знаменателе – %.

\* Достоверные отличия данных генотипов *Standard* или *Sapphire* от данных генотипа *Lavender* при  $p \leq 0,05$ .

\*\* Достоверные отличия данных генотипа *Sapphire* от данных генотипа *Lavender* при  $p < 0,01$ .

При выражении площади коркового и мозгового вещества в процентах от общей площади дольки можно увидеть, что в тимусе норек генотипа *Lavender* происходит расширение площади коркового вещества до 85,77 $\pm$ 4,11% в сравнении с данным показателем у генотипов *Standard* (81,59 $\pm$ 1,43%) и *Lavender* (80,82 $\pm$ 0,99%). Об этом свидетельствует и разница в значении корково-мозгового индекса, представляющего собой отношение площади сечения коркового и мозгового вещества. У норек генотипа *Sapphire* он имеет минимальное значение – 4,60 $\pm$ 0,38, а максимума достигает у норек генотипа *Lavender* – 7,57 $\pm$ 0,85 ( $p < 0,01$ ). Это может свидетельствовать об усилении функциональной активности тимуса у норек данного генотипа, так как функциональное значение коркового вещества тимуса заключается в дифференцировке незрелых тимоцитов [4].

## ВЫВОДЫ

1. Тимус щенков исследуемых генотипов представлен непарной грудной долей и расположен в грудной полости в перикардальном средостении впереди сердца. Начинается краниально на уровне 1–2-го межреберья и достигает каудально 5–6-го межреберья. Максимальные значения относительной и абсолютной массы тимуса наблюдались у норек генотипа *Standard*, минимальные – у норек генотипа *Sapphire*.

2. Дольчатый рисунок тимуса выражен, преобладает округло-овальная, овальная, многоугольная с закругленными краями форма. В тимусе новорожденных щенков норек генотипов *Sapphire* (*ala p/p*) и *Lavender* (*ala m/m*) отмечены крупные полиморфные дольки с неразделенной паренхимой.

3. У щенков генотипа *Lavender* (*ala m/m*) корково-мозговая граница выражена четко, а у 75% щенков генотипов *Standard* (+/+ +/+) и *Sapphire*

(a/a p/p) отмечается размытость корково-мозговой границы.

4. Тельца Гассалья в мозговом слое представлены юными одноклеточными и простыми формами, единично – многоклеточными слоистыми тельцами. Встречаются дольки, не имеющие тимических телец.

5. Максимальная площадь сечения дольки была отмечена в тимусе норчат генотипа

*Lavender* –  $187516,50 \pm 20972,67$  мкм<sup>2</sup>. Данный показатель у норок генотипов *Standard* и *Sapphire* был примерно на одном уровне:  $111941,40 \pm 13262,30$  и  $114024,20 \pm 17013,83$  мкм<sup>2</sup>.

6. В тимусе норок генотипа *Lavender* происходит расширение площади коркового вещества до  $85,77 \pm 4,11\%$  в сравнении с данным показателем у генотипов *Standard* ( $81,59 \pm 1,43\%$ ) и *Lavender* ( $80,82 \pm 0,99\%$ ).

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Биологические основы ветеринарной неонатологии: монография* / Х.Б. Баймишев, Б.В. Криштофорова, В.В. Лемещенко [и др.]. – Самара: РИЦ СГСХА, 2013. – 452 с.
2. *Бобрышева И.В.* Морфофункциональные особенности тимуса крыс различных возрастных периодов после экспериментальной иммуносупрессии // *Вестн. ВГМУ*. – 2014. – Т. 13, № 1. – С. 48–55.
3. *Захаров А.А.* Изменение в строении тимуса белых крыс после применения имунофана // *Морфология*. – 2008. – Т. II, № 3. – С. 34–38.
4. *Кузьменко Л.Г., Киселев Н.М., Симонова А.В.* Старение и тимус // *Здоровье и образование в XXI веке*. – 2013. – Т. 15, № 1. – С. 170–175.
5. *Марасулов А.А.* Морфология органов и тканей иммунной системы у кроликов в возрастном аспекте: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Бишкек, 2011. – 25 с.
6. *Титова Н.Д.* Развитие системы иммунитета плода, новорожденного и детей раннего возраста // *Иммунопатология, аллергология, инфектология*. – 2007. – № 7. – С. 38–46.
7. *Фисенко С.П.* Морфологическая характеристика щитовидной железы и тимуса молодняка крупного рогатого скота черно-пестрой породы: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Саранск, 2010. – 27 с.
8. *Морфологическая характеристика тимуса и селезенки при воздействии факторов различного происхождения* / А.Г. Кварацхелия, С.В. Ключкова, Д.Б. Никитюк [и др.] // *Журнал анатомии и гистопатологии*. – 2016. – Т. 5, № 3. – С. 77–83.
9. *Морфофункциональные особенности телец Гассалья тимуса позвоночных* / Л.Л. Якименко, И.М. Луппова, А.А. Мацинович [и др.] // *Уч. зап. УО ВГАВМ*. – 2012. – Т. 48, вып. 1. – С. 150–153.
10. *Турицина Е.Г.* Морфологические и этиологические аспекты акцидентальной инволюции тимуса птиц // *Аграр. вестн. Урала*. – 2009. – № 12. – С. 74–76.
11. *Трапезов О.В., Трапезова Л.И.* Воспроизводящаяся коллекция окрасочных генотипов американской норки (*Mustela vison* Schreber, 1777) на экспериментальной звероферме Института цитологии и генетики СО РАН // *Вестн. ВОГиС*. – 2009. – Т. 13, № 3. – С. 554–570.
12. *Ильина Т.Н., Илюха В.А., Калинина С.Н.* Влияние генотипа на сезонные изменения антиоксидантной системы и изоферментного спектра лактатдегидрогеназы американских норок (*Mustela vison* Schreber, 1777) // *Вестн. ВОГиС*. – 2007. – Т. 11, № 1. – С. 145–154.
13. *Свечкина Е.Б., Тютюнник Н.Н.* Изменение в ходе промышленной domestikации активности пищеварительных ферментов у различных генотипов американской норки (*Mustela vison* Schreber, 1777) // *Там же*. – С. 99–108.
14. *Трапезов О.В., Маркель А.Л.* Влияние мутаций окраски на функцию надпочечников при хроническом кормовом стрессе у американской норки // *Генетика*. – 1989. – Т. 25, № 3. – С. 508–512.
15. *Узенбаева Л.Б., Трапезов О.В., Кижина А.Г.* Влияние мутаций, затрагивающих окраску меха, на структуру лейкоцитов крови у американской норки (*Mustela vison* Schreber, 1777) // *Генетика*. – 2011. – Т. 47, № 1. – С. 87–94.
16. *Хонин Г.А., Барашкова С.А., Семченко В.В.* Морфологические методы исследования в ветеринарной медицине: учеб. пособие. – Омск: Ом. обл. тип., 2004. – 198 с.
17. *Беловешкин А.Г.* К вопросу о классификации телец Гассалья тимуса человека // *Молодой ученый*. – 2013. – № 4. – С. 631–634.

REFERENCES

1. Baimishev Kh.B., Krishtoforova B.V., Lemeshchenko V.V., *Biologicheskie osnovy veterinarnoi neonatologii* (Biological basis of veterinary neonatology), 2013, Samara, RITc SGCXA, 452 p.
2. Bobrysheva I.V., *Vestn. VGMU*, 2014, No. 1 (13), pp. 48–55. (In Russ.)
3. Zakharov A.A. *Morfologiya*, 2008, No. 3 (2), pp. 34–38. (In Russ.)
4. Kuzmenko L.G., Kiselev N.M., Simonova A.V., *Zdorove i obrazovanie v XXI veke*, 2013, No. 1 (15), pp. 170–175. (In Russ.)
5. Marasulov A.A. *Morfologiya organov i tkanei immunnoi sistemy u krolikov v vozrastnom aspekte: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk*, 2011, Bishkek, 25 p.
6. Titova N.D., *Immunopatologiya, allergologiya, infektologiya*, 2007, No. 7, pp. 38–46. (In Russ.)
7. Fisenko S.P., *Morfologicheskaya kharakteristika shchitovidnoi zhelezy i timusa molodniaka krupnogo rogatogo skota cherno-pestroi porody: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk*, 2010, Saransk, 27 p.
8. Kvaratcheliia A.G., Klochkova S.V., Nikitiuk D.B., *Zhurnal anatomii i gistopatologii*, 2016, No. 3, pp. 77–83. (In Russ.)
9. Iakimenko L.L., Luppova I.M., Matcinovich A.A., *Morfofunktsionalnye osobennosti teletc Gassalia timusa pozvonochnykh*, Uch. Zap. UO VGAVM, 2012, No. 1 (48), pp. 150–153. (In Russ.)
10. Turitcina E.G., *Agrar. vestn. Urala*, 2009, No. 12, pp. 74–76. (In Russ.)
11. Trapezov O.V., Trapezova L.I., *Vestn. VOGiS*, 2009, No. 3 (13), pp. 554–570. (In Russ.)
12. Ilina T.N., Iliukha V.A., Kalinina S.N., *Vestn. VOGiS*, 2007, No. 1 (11), pp. 145–154. (In Russ.)
13. Svechkina E.B., Tiutiunnik N.N., *Vestn. VOGiS*, 2007, No. 1 (11), pp. 99–108. (In Russ.)
14. Trapezov O.V., Markel A.L., *Genetika*, 1989, No. 3 (25), pp. 508–512. (In Russ.)
15. Uzenbaeva L.B., Trapezov O.V., Kizhina A.G., *Genetika*, 2011, No. 1 (47), pp. 87–94. (In Russ.)
16. Khonin G.A., Barashkova S.A., Semchenko V.V., *Morfologicheskie metody issledovaniia v veterinarnoi meditsine* (Morphological methods of research in veterinary medicine), 2004, Omsk, Om. obl. tip., 198 p.
17. Beloveshkin A.G., *Molodoi uchenyi*, 2013, No. 4, pp. 631–634. (In Russ.)