

2. Смирнов В.С., Горин В.В., Шейко И.П. Биотехнология свиноводства: научное издание. – Минск: Ураджай, 1993. – 229 с.

3. Хэлдт Г.В. Биохимия растений: учебник; пер. с англ. / под ред. А.М. Носова, В.В. Чуба. – М.: БИНОМ; Лаборатория знаний, 2011. – 471 с.

4. Щербачков В.Г. и др. Биохимия растительного сырья. – М.: Колос, 1999. – 376 с.

5. Энговатов В.Ф., Бетин А.Н. Повышение эффективности скармливания комбикормов с ферментными препаратами // Зоотехния. – 2011. – № 3. – С. 87-88.

6. Bharathidhasan A., Baegan S., Narayanan R., Gopu P., Subramanian A., Narendrababu R., Prabakaran R. Effect of non-starch polysaccharides (NSPS) degrading enzyme supplementation on performance of pigs // Tamilnadu J. Veterinary & Animal Sciences. – 2010. – Vol. 6 (6). – P. 280-285.

7. Meng X., Slominski B.A., Nyachoti C.M., Campbell L.D., Guenter W. Degradation of Cell Wall Polysaccharides by Combinations of Carbohydrase Enzymes and Their Effect on Nutrient Utilization and Broiler Chicken Performance // Poultry Science. – 2005. – Vol. 84. – P. 37-47.

#### References

1. Okolelova T. Vkluchenie kompleksnykh fermentnykh preparatov v kombikorma s povyshennym sodержaniem trudnogidrolizuemykh

komponentov: metodicheskie rekomendatsii / red. Okolelovoi T., Udalovoi E. – Sergiev Posad, 1996. – S. 12-14.

2. Smirnov V.S., Gorin V.V., Sheiko I.P. Biotekhnologiya svinovodstva: nauchnoe izdanie. – Minsk: Uradzhai, 1993. – 229 s.

3. Kheldt G.V. Biokhimiya rastenii: uchebnik / per. s angl.; pod red. A.M. Nosova, V.V. Chuba. – M.: BINOM. Laboratoriya znanii, 2011. – 471 s.

4. Shcherbakov V.G. Biokhimiya rastitel'nogo syr'ya. – M.: Kolos, 1999. – 376 s.

5. Engovatov V.F., Betin A.N. Povyszenie effektivnosti skarmlivaniya kombikormov s fermentnymi preparatami // Zootekhnika. – 2011. – № 3. – S. 87-88.

6. Bharathidhasan A., Baegan S., Narayanan R., Gopu P., Subramanian A., Narendrababu R., Prabakaran R. Effect of non-starch polysaccharides (NSPS) degrading enzyme supplementation on performance of pigs // Tamilnadu J. Veterinary & Animal Sciences. – 2010. – Vol. 6 (6). – P. 280-285.

7. Meng X., Slominski B.A., Nyachoti C.M., Campbell L.D., Guenter W. Degradation of Cell Wall Polysaccharides by Combinations of Carbohydrase Enzymes and Their Effect on Nutrient Utilization and Broiler Chicken Performance // Poultry Science. – 2005. – Vol. 84. – P. 37-47.



УДК 636.92.082.13:591.44:594.424

**Л.В. Ткаченко, Ю.М. Малофеев, С.В. Бурцева**  
L.V. Tkachenko, Yu.M. Malofeyev, S.V. Burtseva

### НЕКОТОРЫЕ БИОЛОГО-МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ВАРИАНТЫ СТРОЕНИЯ ИНТРАОРГАННОЙ ЛИМФАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ЛЕГКИХ У КРОЛИКОВ ПОРОДЫ БЕЛЫЙ ВЕЛИКАН

### SOME BIOLOGICAL AND MORPHOLOGICAL VARIANTS OF PULMONARY INTRAORGANIC LYMPHATIC SYSTEM STRUCTURE IN RABBITS OF THE WHITE GIANT BREED

**Ключевые слова:** кролики, легкие, корневые лимфокапилляры, лимфопосткапилляры, лимфатические сосуды, интраорганные лимфатические узлы, свободные альвеолярные макрофаги, эфферентные и афферентные лимфатические сосуды, регионарные лимфатические узлы.

**Keywords:** rabbits, lungs, root lymph capillaries, lymph postcapillaries, lymphatic vessels, intraorganic lymph nodes, free alveolar macrophages, afferent and efferent lymph vessels, regional lymph nodes.

Кролик – наиболее востребованная животная модель. В настоящее время отсутствуют некоторые данные по особенностям интраорганного лимфатического русла легких. Объектом исследований стали клинически здоровые взрослые кролики породы Белый великан. Использовали методы исследований: регистрация по общепринятой схеме; эвтаназия; патологоанатомическое вскрытие; внутритканевая инъекция в паренхиму легких синей массой Герота и массы ТМК; гистологические и морфометрические исследования; статистическая обработка и анализ полученных данных. Экстраорганное лимфатическое русло взрослого кролика – грудной проток, афферентные и эфферентные лимфатические сосуды легкого, региональные (экстраорганное) лимфатические узлы легких, от которых лимфатические сосуды проходят в паренхиму легких, становясь частью интраорганной лимфатической системы. Таким образом, биолого-морфологические варианты строения интраорганной лимфатической системы (по ходу лимфотока) у взрослого кролика породы Белый великан следующие: 1-й вариант – корневые лимфокапилляры – лимфопосткапилляры – лимфатические сосуды (с клапанами) – интраорганное лимфатическое русло – свободные альвеолярные макрофаги – у 10% исследованных животных; 2-й вариант: корневые лимфокапилляры – лимфопосткапилляры – интраорганное лимфатическое русло – свободные альвеолярные макрофаги – у 60% исследованных животных; 3-й вариант: корневые лимфокапилляры – лимфопосткапилляры – свободные альвеолярные макрофаги – у 30% исследованных животных. Корневые лимфатические сосуды сопровождают практически каждый элемент анатомического образования легких, ветвясь между клеточными элементами и повторяя их изгибы. Интраорганное лимфатическое русло легких в механизме лимфотока играют роль «губки», а макрофаги участвуют в процессе эндоцитоза. Такое разнообразие вари-

антов строения интраорганного лимфатического русла – видовая и индивидуальная особенность кроликов породы Белый великан.

Rabbit are widely used animal models. Currently there are no data on some features of the intraorganic lymphatic bed of lungs. The research targets were clinically healthy adult rabbits of the White Giant breed. The following research methods were used: conventional recording procedure; euthanasia; postmortem examination; intra-tissue injection of a blue dye (Gerota method) and the dye composition ТМК (proposed by Tkachenko, Malofeyev and Konovalov) into lung parenchyma; histological and morphometric studies; statistical processing and data analysis. The extraorganic lymphatic bed of an adult rabbit comprises thoracic duct, pulmonary afferent and efferent lymphatic vessels, and pulmonary regional (extraorganic) lymph nodes from which the lymphatic vessels go to lung parenchyma becoming a part of the intraorganic lymphatic system. The following biological and morphological variants of lung intraorganic lymphatic system structure (along the lymph flow) in adult rabbits of the White Giant breed were found: 1) root lymph capillaries – lymph postcapillaries – lymphatic vessels (with valves) – intraorganic lymph nodes – free alveolar macrophages (in 10% of the animals investigated); 2) root lymph capillaries – lymph postcapillaries – intraorganic lymph nodes – free alveolar macrophages (in 60% of the animals investigated); 3) root lymph capillaries – lymph postcapillaries – free alveolar macrophages (in 30% of the animals investigated). Root lymphatic vessels accompany almost every element of the pulmonary anatomical structure; they branch between the cellular elements following their shapes. The intraorganic pulmonary lymph nodes act as a "sponge" in the lymph flow mechanism, and macrophages are involved in the endocytosis. Such variety of intraorganic lymphatic bed structure is a specific and individual feature of White Giant rabbits.

**Ткаченко Лия Викторовна**, д.б.н., доцент, каф. анатомии и гистологии, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 31-07-55. E-mail: rabota36@bk.ru.

**Малофеев Юрий Михайлович**, д.в.н., проф., каф. анатомии и гистологии, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 31-07-55. E-mail: rabota36@bk.ru.

**Бурцева Светлана Викторовна**, к.с.-х.н., доцент, каф. частная зоотехния, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 63-29-45. E-mail: sve-burceva@yandex.ru.

**Tkachenko Liya Viktorovna**, Dr. Bio. Sci., Assoc. Prof., Chair of Anatomy and Histology, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 31-07-55. E-mail: rabota36@bk.ru.

**Malofeyev Yuriy Mikhaylovich**, Dr. Vet. Sci., Prof., Chair of Anatomy and Histology, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 31-07-55. E-mail: rabota36@bk.ru.

**Burtseva Svetlana Viktorovna**, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of Specific Animal Breeding, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 63-29-45. E-mail: sve-burceva@yandex.ru.

### Введение

Наиболее востребованной в биологическом направлении является животная модель – «кролик». Если в начале работы, выполненные на кроликах, носили описательный топографический характер, то в настоящий момент – это разработка диагностических манипуляций, в т.ч. и пространственная визуализация [1-4].

Не имея базовых параметров по нормальной морфологии и физиологии иммунной си-

стемы кролика, нельзя использовать для моделирования и изучения механизма развития болезней различной этиологии животных и человека [4].

Учитывая отсутствие некоторых данных по вариантам строения интраорганного лимфатического русла, а также большую научную востребованность кролика как модели, поставлена **цель** исследования – изучить некоторые биолого-морфологические варианты строения интраорганной лимфатической си-

стемы легких у кроликов породы «Белый великан».

**Объекты и методы исследований**

Работа проведена в период 2005-2013 гг. на базе кафедры анатомии и гистологии ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ; кафедры лучевой диагностики и курса военно-полевой терапии ГБОУ ВО «Алтайский ГМУ» Министерства здравоохранения РФ.

Объектом исследований стали клинически здоровые кролики породы «Белый великан» в количестве 56 животных: самцов – 30 гол., самок – 26 гол. в возрасте 0,6-1 год; алпельные, содержащиеся в одинаковых условиях вивария Алтайского ГМУ.

Использовали следующие методы исследований:

- 1) регистрация животного по общепринятой схеме;
- 2) эутаназия животного с соблюдением этических принципов, норм РФ и международного законодательства [5-7];
- 3) патологоанатомическое вскрытие по методу Шора [8] с описанием результатов по общепринятой схеме;
- 4) внутритканевая инъекция в паренхиму легких синей массой Герота [9] и массы ТМК [10];
- 5) гистологические исследования: фиксация в 10%-ном нейтральном растворе формали-

на. Проводка через спирт, спирт – скипидар, скипидар; изготовление парафиновых срезов толщиной 5-8, 10, 15, 30 мкм с дальнейшим просветлением в 2%-ном водном растворе КОН и глицерине [3]. Полученные срезы окрашивали гематоксилин – эозином, азур II – эозином по Романовскому. Результаты изучали под микроскопом с использованием видеокамеры «Micros» и адаптера CCD при увеличении 10, 40, 100;

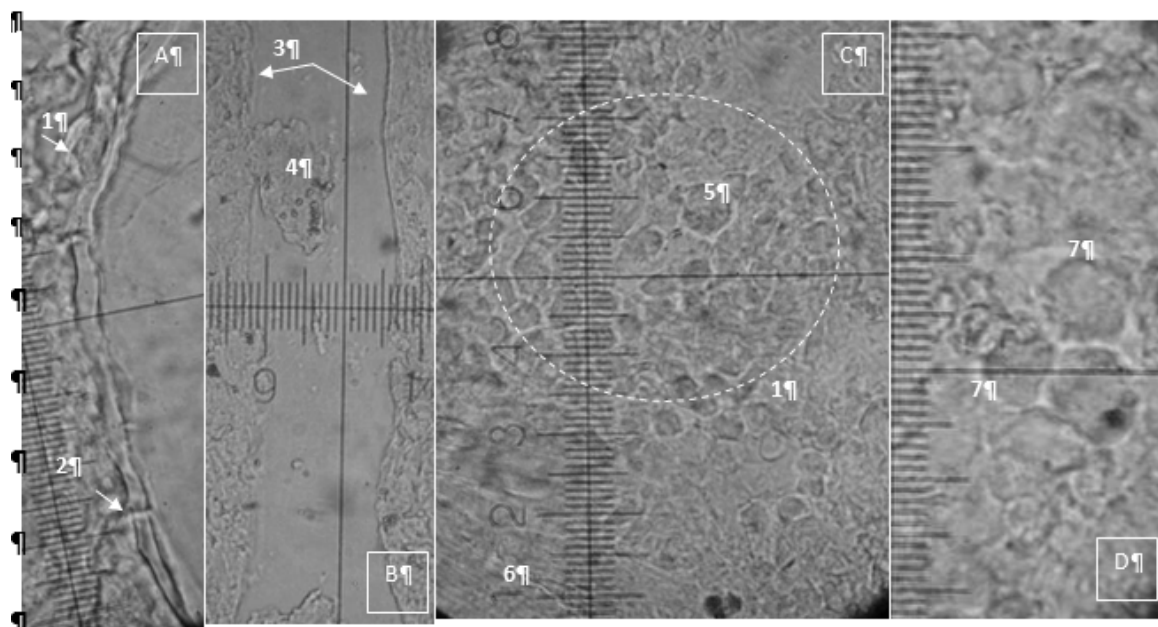
6) морфометрические исследования [11];

7) статистическая обработка и анализ полученных данных [11].

Классификацию лимфатических сосудов, интраорганных лимфатических узлов, свободных альвеолярных макрофагов осуществляли на основании данных научных работ [12-18].

**Результаты исследований и их обсуждение**

Необходимо отметить, что экстраорганный лимфатический русло взрослого кролика – это грудной проток, афферентные и эфферентные лимфатические сосуды легкого, региональные (экстраорганные) лимфатические узлы легких. От последних (в основном) лимфатические сосуды по главным бронхам проходят в паренхиму легких, где становятся частью интраорганный лимфатической системы. Некоторые лимфатические сосуды не прерываются в лимфатических узлах [19].



**Рис. Варианты строения интраорганный лимфатической системы легких (по ходу лимфотока). Кролик. Возраст 0,6-1 год. Порода Белый великан. Просветленный препарат. Ок. 10. Об. 100:**

- A** – лимфокапилляры, **B** – лимфатический сосуд, **C** – интраорганный лимфатический узел, **D** – свободные альвеолярные макрофаги; **1** – лимфокапилляры, **2** – лимфопосткапилляры (со складки эндотелия), **3** – стенка лимфатического сосуда, **4** – клапан, **5** – интраорганный лимфатический узел (клетки лимфоидной ткани), **6** – стенка артерии, **7** – свободные альвеолярные макрофаги

Таким образом, биолого-морфологические варианты строения интраорганной лимфатической системы (по ходу лимфотока) у взрослого кролика породы «Белый великан» следующие (рис. А-D. 1-7):

1-й вариант: корневые лимфокапилляры – лимфопосткапилляры – лимфатические сосуды (с клапанами) – интраорганные лимфатические узлы – свободные альвеолярные макрофаги – у 10% исследованных животных.

Вариацией может быть: корневые лимфокапилляры – лимфопосткапилляры – лимфатические сосуды – свободные альвеолярные макрофаги – не более 5%.

2-й вариант: корневые лимфокапилляры – лимфопосткапилляры – интраорганные лимфатические узлы – свободные альвеолярные макрофаги – у 60% исследованных животных.

3-й вариант: корневые лимфокапилляры – лимфопосткапилляры – свободные альвеолярные макрофаги – у 30% исследованных животных.

#### Выводы

Интраорганное лимфатическое русло легких взрослого кролика породы «Белый великан» представлено густой извилистой сетью корневых лимфатических капилляров, лимфатических посткапилляров и лимфатических сосудов. Корневые лимфатические сосуды у взрослого кролика сопровождают практически каждый элемент анатомического образования легких, ветвясь между клеточными элементами и повторяя их изгибы.

Интраорганные лимфатические узлы легких и свободные альвеолярные макрофаги взрослого кролика имеют разнообразное расположение и форму.

В механизме лимфотока интраорганные лимфатические узлы легких играют роль «губки», а макрофаги участвуют в процессе эндоцитоза.

Считаем, что такое разнообразие вариантов строения интраорганного лимфатического русла – видовая и индивидуальная особенность кроликов породы Белый великан.

#### Библиографический список

1. Bensley V.A. Practical anatomy of the rabbit; an elementary laboratory text-book in mammalian anatomy. – Toronto: University Press, 1910. – P. 203.
2. Попеско П. Атлас топографической анатомии сельскохозяйственных животных: в 3 т. – Т. 2. Туловище. – Изд. 2-е, перераб. – Братислава: Изд-во книг и журналов, 1978. – С. 190-194.
3. Чумаков В.Ю. Лимфатическое русло сердца некоторых млекопитающих: учебное пособие. – Абакан: Изд-во Хакасского гос. ун-та им. Н.Ф. Катанова, 1997. – С. 5-9, 178-186, 315.

4. Марасулов А.А. Морфология органов и тканей иммунной системы у кроликов в возрастном аспекте: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 16.02.01. – Бишкек, 2011. – С. 13-18.

5. Приказ Минздрава СССР от 12.08.1977 № 755 «О мерах по дальнейшему совершенствованию организационных форм работы с использованием экспериментальных животных». Правила проведения работ с использованием экспериментальных животных. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://lawmix.ru/med/18609>.

6. Приказ Минздрава РФ от 19.06.2003 № 266 «Об утверждении правил клинической практики в российской федерации» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://zakonprost.ru/content/base/60949>.

7. Хельсинкская Декларация Всемирной Медицинской Ассоциации: рекомендации для врачей по проведению биомедицинских исследований на людях. – Хельсинки, 1964. – Дополнения 1975, 1983, 1996, 2000.

8. Жаров А.В., Иванов И.В., Стрельников А.П. Вскрытие и патоморфологическая диагностика болезней животных. – М.: Колос, 2000. – 400 с.

9. Gerota D. Zur Technik der Lymphgefassinjection. Ein neue Injections-masse fur Lymphgefasse. Polychrome Injection // Anat. Anz. – Berlin. – 1896; 8:216-224.

10. Пат. № 2423702 Российская Федерация, МПК 51 G01N33/49, A01N1/00, C09D4/02. Способ приготовления цветной массы для наливки сосудистой системы при анатомических исследованиях / Л.В. Ткаченко, Ю.М. Малофеев, В.К. Коновалов, С.В. Тютюнников; заявитель и патентообладатель Л.В. Ткаченко – 2010109950/15; 16.03.2010; опубл. 10.07.2011, Бюл. № 19. – 7 с.: ил.

11. Автандилов Г.Г. Медицинская морфометрия: руководство. – М.: Медицина, 1990. – 384 с.

12. Микролимфология / В.В. Куприянов и др. – М.: Медицина, 1983. – С. 51-174, 194, 202, 288.

13. Александровская О.В., Радостина Т.Н., Козлов Н.А. Цитология, гистология и эмбриология: учебник. – М.: Агропромиздат, 1987. – С. 131-135, 148-149, 267-279, 391-397.

14. Климов А.Ф., Акаевский А.И. Анатомия домашних животных: учебное пособие. – 7-е изд., стер. – СПб.: Лань, 2003. – 1040 с.

15. Акаевский А.И., Юдичев Ю.Ф., Селезнев С.Б. Анатомия домашних животных. – 6-е изд., испр. и доп. – М.: Аквариум-Принт, 2009. – С. 483-485, 511-513.

16. Коненков В.И., Бородин Ю.И., Любарский М.С. Лимфология. – Новосибирск: Изд-кий дом «Манускрипт», 2012. – С. 3-29, 48-58, 208, 326, 329, 344-412.

17. Огородникова Т.Л. Морфологическая характеристика макрофагов легких при действии лазерного излучения и антиоксиданта *in vitro*: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 06.02.01. – Благовещенск, 2012. – 21 с.

18. Nomina Anatomica Veterinaria. Fifth edition (revised version). Prepared by the International Committee on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature (I.C.V.G.A.N.) and authorized by the General Assembly of the World Association of Veterinary Anatomists (W.A.V.A.) Knoxville, TN (U.S.A.) 2003. Published by the Editorial Committee Hannover (Germany), Columbia, MO (U.S.A.), Ghent (Belgium), Sapporo (Japan), 2012. – 160 pp.

19. Прижизненная морфофункциональная оценка лимфатической системы легких и регионарных лимфатических узлов взрослого кролика при аэрозольном введении порошкообразного индикатора / В.К. Коновалов, Л.В. Ткаченко, А.Г. Сметанин, С.В. Тютюнников, Ю.М. Малофеев; под ред. А.Г. Сметанина. – Барнаул: ГБОУ ВПО АГМУ, 2014. – 93 с.

#### References

1. Bensley B.A. Practical anatomy of the rabbit; an elementary laboratory text-book in mammalian anatomy. – Toronto: University Press, 1910. – P. 203.

2. Popesco P. Atlas topograficheskoj anatomii sel'skokhozyaistvennykh zhivotnykh. – V 3 t. – T. 2. – Tulovishche. – Izd. 2-e, pererab. – Bratislava: Izd-vo knig i zhurnalov, 1978. – S. 190-194.

3. Chumakov V.Yu. Limfaticeskoe ruslo serdtsa nekotorykh mlekopitayushchikh: uchebnoe posobie. – Abakan: Izd-vo Khakasskogo gos. un-ta im. N.F. Katanova, 1997. – S. 5-9, 178-186, 315.

4. Marasulov A.A. Morfologiya organov i tkanei immunnoi sistemy u krolikov v vozrastnom aspekte: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk: 16.02.01. – Bishkek, 2011. – S. 13-18.

5. Prikaz Minzdrava SSSR ot 12.08.1977 № 755 «O merakh po dal'neishemu sovershenstvovaniyu organizatsionnykh form raboty s ispol'zovaniem eksperimental'nykh zhivotnykh». Pravila provedeniya rabot s ispol'zovaniem eksperimental'nykh zhivotnykh. [Elektronnyi resurs]. – Rezhim dostupa: <http://lawmix.ru/med/18609>.

6. Prikaz Minzdrava RF ot 19.06.2003 № 266 «Ob utverzhdenii pravil klinicheskoi praktiki v Rossiiskoi Federatsii» [Elektronnyi resurs]. – Rezhim dostupa: <http://zakonprost.ru/content/base/60949>.

7. Khel'sinskaya Deklaratsiya Vsemirnoi meditsinskoi assotsiatsii: rekomendatsii dlya vrachei po provedeniyu biomeditsinskikh issledovaniy na lyudyakh. – Khel'sinki, 1964. – Dopolneniya 1975, 1983, 1996, 2000.

8. Zharov A.V., Ivanov I.V., Strel'nikov A.P. Vskrytie i patomorfologicheskaya diagnostika boleznei zhivotnykh. – M.: Kolos, 2000. – 400 s.

9. Gerota D. Zur Technik der Lymphgefassinjection. Ein neue Injections-masse fur Lymphgefasse. Polychrome Injection // Anat. Anz. – Berlin. – 1896; 8:216-224.

10. Pat. № 2423702 Rossiiskaya Federatsiya, MPK 51 G01N33/49, A01N1/00, C09D4/02. Sposob prigotovleniya tsvetnoi massy dlya nalivki sosudistoi sistemy pri anatomicheskikh issledovaniyakh / L.V. Tkachenko, Yu.M. Malofeev, V.K. Konovalov, S.V. Tyutyunnikov; zayavitel' i patentoobladatel' L.V. Tkachenko – 2010109950/15; 16.03.2010; opubl. 10.07.2011, Byul. № 19. – 7 s.: il.

11. Avtandilov G.G. Meditsinskaya morfometriya: rukovodstvo. – M.: Meditsina, 1990. – 384 s.

12. Mikrolimfologiya / V.V. Kupriyanov [i dr.]. – M.: Meditsina, 1983. – S. 51-174, 194, 202, 288.

13. Aleksandrovskaya O.V., Radostina T.N., Kozlov N.A. Tsitologiya, gistologiya i embriologiya: uchebnik. – M.: Agropromizdat, 1987. – S. 131-135, 148-149, 267-279, 391-397.

14. Klimov A.F., Akaevskii A.I. Anatomiya domashnikh zhivotnykh: uchebnoe posobie. – 7-e izd., ster. – SPb.: Lan', 2003. – 1040 s.

15. Akaevskii A.I., Yudichev Yu.F., Seleznev S.B. Anatomiya domashnikh zhivotnykh. – 6-e izd., ispr. i dop. – M.: Akvarium-Print, 2009. – S. 483-485, 511-513.

16. Konenkov V.I., Borodin Yu.I., Lyubarskii M.S. Limfologiya. – Novosibirsk: Izdatel'skii dom «Manskript», 2012. – S. 3-29, 48-58, 208, 326, 329, 344-412.

17. Ogorodnikova T.L. Morfologicheskaya kharakteristika makrofagov legkikh pri deistvii lazernogo izlucheniya i antioksidanta *in vitro*: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk: 06.02.01. – Blagoveshchensk, 2012. – 21 s.

18. Nomina Anatomica Veterinaria. Fifth edition (revised version). Prepared by the International Committee on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature (I.C.V.G.A.N.) and authorized by the General Assembly of the World Association of Veterinary Anatomists (W.A.V.A.) Knoxville, TN (U.S.A.) 2003. Published by the Editorial Committee Hannover (Germany), Columbia, MO (U.S.A.), Ghent (Belgium), Sapporo (Japan), 2012. – 160 pp.

19. Prizhiznennaya morfofunktsional'naya otsenka limfaticeskoi sistemy legkikh i regionalnykh limfaticeskikh uzlov vzroslogo krolika pri aerazol'nom vvedenii poroshkoobraznogo indikatora / V.K. Konovalov, L.V. Tkachenko, A.G. Smetanin, S.V. Tyutyunnikov, Yu.M. Malofeev; pod red. A.G. Smetanina. – Barnaul: GBOU VPO AGMU, 2014. – 93 s.