



ИЗМЕНЕНИЕ УГЛЕВОДНО-ЛИГНИНОВОГО КОМПЛЕКСА КОРМОВ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ФЕРМЕНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ

THE CHANGE OF CARBONATE-LIGNIN COMPLEX OF FORAGES UNDER THE ACTION OF ENZYMATIC AGENTS

Ключевые слова: сумма легкогидролизированных углеводов, сахар, крахмал, целлюлоза, гемицеллюлоза, лигнин, амилаза, целлюлаза.

Потребность в корме характеризуется количеством и качеством питательных веществ. Изучение углеводно-лигнинного комплекса различного вида растительного кормового сырья дает более детальную оценку сырой клетчатки (гемицеллюлоза, целлюлоза, лигнин) и безазотистых экстрактивных веществ (сахар, крахмал). В пищеварительном тракте животных имеются все необходимые ферменты, с помощью которых происходит химическое пищеварение компонентов корма, в результате чего они становятся более доступными для всасывания, кроме тех, которые могли бы расщеплять целлюлозу, лигнин, пектин. В настоящее время основательно не изучены дозировки комплексного действия ферментов в составе комбикормов. Для изучения этой проблемы проведены лабораторные исследования по определению эффективности использования различных доз целлюлозолитических и амилолитических ферментов на изменение углеводно-лигнинного комплекса кормов. Ферментативные смеси способствовали расщеплению некрахмальных полисахаридов, соответственно, увеличению суммы легкогидролизированных углеводов. Определено оптимальное соотношение ферментативных смесей:

0,25% целлюлазы + 0,1% амилазы и 0,5% целлюлазы + 0,1% амилазы.

Keywords: total easy hydrolysable carbohydrates, sugar, starch, cellulose, hemicellulose, lignin, amylase, cellulase.

The forage requirements are expressed through nutrient quantity and quality. The study of the carbonate-lignin complex of various plant forage raw materials gives a more detailed evaluation of the crude fiber (hemicellulose, cellulose and lignin) and free-nitrogen extracts (sugar and starch). Animal digestive tract has all necessary enzymes for the chemical digestion of forage components for them to become more available for absorption. The opposite is for the enzymes to split cellulose, lignin and pectin. The dosages and the combined action of the enzymes of formula feed remain understudied. Laboratory studies were conducted to determine the effectiveness of using different doses of cellulolytic and amylolytic enzymes in changing the carbonate-lignin complex of forages. The enzymatic mixtures contributed to splitting of the non-starch polysaccharides and increasing the total easy hydrolysable carbohydrates. The optimal ratio of enzymatic mixtures is as following: 0.25% of cellulase + 0.1% of amylase and 0.5% of cellulase + 0.1% of amylase.

Новаковская Виктория Юрьевна, химик, лаб. зоотехнической оценки кормов, Институт кормов и сельского хозяйства Подолья НААН Украины, г. Винница, Украина. Тел.: +38 (0432) 46-41-16. E-mail: novavy@mail.ru.

Novakovskaya Viktoriya Yuryevna, Chemist, Institute of Forages and Agriculture of Podolia of Natl. Acad. of Agr. Sci., Vinnitsa, Ukraine. Ph.: +38 (0432) 46-41-16. E-mail: novavy@mail.ru.

Введение

Результат эффективной работы в животноводстве – это получение высоких приростов живой массы животных при низкой себестоимости продукции. Достичь этой цели возможно лишь при обеспечении рациона необходимым количеством энергии и питательных веществ, для построения и обновления тканей, поддержания физиологических функций, наращивания массы и образования продукции [1, 2].

Изучение углеводного состава в кормовом сырье является одной из основных проблем, особенно в рационах моногастричных животных. В кормлении свиней используются в основном корма растительного происхождения,

богатые различными формами углеводов. Они служат источником структурного материала и энергии, вместе с тем использование только сырой клетчатки для оценки питательных свойств растительного корма не обеспечивает получение качественно сбалансированного рациона. Балластные вещества, так называемые некрахмальные полисахариды, снижают переваримость и усвоение питательных веществ [4, 6]. Зоотехнический анализ кормов также не дает возможности оценить точное количество углеводов, так как представлен клетчаткой и безазотистыми экстрактивными веществами. Сделать подробную характеристику состава углеводов позволяет методика определения углеводно-

лигнинового комплекса кормов. Сумма легкогидролизированных углеводов включает в себя общий сахар, крахмал и гемицеллюлозу. Волокнистые, или структурные, углеводы представлены целлюлозой, а также лигнином – полимером фенольной природы [3, 7].

Среди отдельно взятых кормов не существует ни одного, чтобы комплексом своих свойств удовлетворял потребности свиней в условиях современного производства. Все больше используются комбикорма с выдержанной протеиновой и энергетической питательностью, способные удовлетворить потребности свиней различного возраста, продуктивности и физиологического состояния. Одним из актуальных направлений повышения эффективности является поиск, исследование и введение в рационы животных ферментативных препаратов. Их применение приводит к повышению уровня трансформации питательных веществ в животноводческую продукцию, повышает генетические возможности организма поддерживать в пределах физиологической нормы жизнь животных [5].

Материалы и методы

Содержание составляющих углеводно-лигнинового комплекса определяли согласно разработанной Институтом кормов и сельского хозяйства Подолья НААН методики «Определение массовой доли углеводов и лигнина в кормах и продукции животноводства». Метод заключается в восстановлении соли железа (III) оксидом меди (I). Образующийся при этом результат реакции меди (II) с редуцирующими сахарами в последующем титруется до восстановленного железа (II) перманганатом калия.

Действие ферментных препаратов устанавливали согласно МОИ № 081/12-0531-08

«Определение активного действия кормовых ферментов в кормах для животных, сырье для изготовления полнорационных смесей», разработанной Институтом кормов и сельского хозяйства Подолья НААН.

Результаты и обсуждения

Проведены лабораторные эксперименты по определению углеводно-лигнинового состава кормов. В результате исследованы образцы злаковых и бобовых культур, таких как ячмень, кукуруза, тритикале, пшеница, овёс, горох, соя, также продукты переработки зерновых кормов: отруби, жмыхи, шроты. Сумма легкогидролизированных углеводов (СЛУ) детально приведена на рисунке 1.

СЛУ состоит из крахмала, сахара, гемицеллюлозы. В разном кормовом сырье сумма колеблется от 6,07% (подсолнечный жмых) до 82,36% (зерно кукурузы). Такая разница наблюдается из-за количества основного запасного компонента зерновых – крахмала. В зерновых культурах содержание крахмала колеблется от 45,03% (зерно ячменя) до 66,31% (зерно кукурузы). Балансирующие кормовые компоненты содержат немного крахмала: 1,71% – подсолнечный шрот, 3,29% – кормовые дрожжи, 3,81% – пивная дробина. Соя и продукты ее переработки не отличаются высоким содержанием СЛУ – 25,03% (зерно сои) и 24,01% (соевый шрот). Содержание сахара колеблется от 1,08% (отруби ячменные) до 7,14% (соевый жмых). В бродильных продуктах сахара почти нет (0,14% в кормовых дрожжах и 0,16% в пивной дробине), так как он расщепляется до карбоновых кислот и одноатомных спиртов. Гемицеллюлоза колеблется в зависимости от вида корма от 16,40% (кормовые дрожжи) до 3,13% (зерно пшеницы).

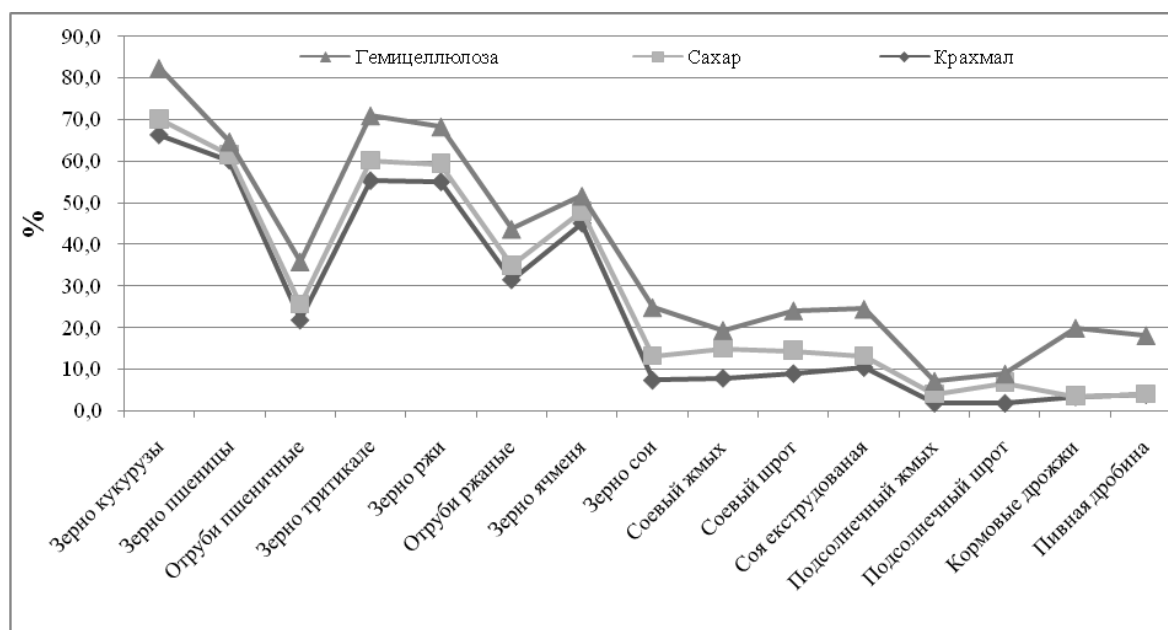


Рис. 1. Состав суммы легкогидролизированных углеводов (СЛУ)

Некрахмальные углеводы представлены целлюлозой (клетчаткой) и лигнином (рис. 2). Содержание целлюлозы в различном кормовом сырье колеблется от 0,55% (зерно пшеницы) в 9,53% (зерно сои). Содержание лигнина составляет 0,98% (зерно кукурузы) и 11,87% (пивная дробина). В зерне кукурузы примерно 4,37% сырой клетчатки, но она может частично усваиваться, так как содержание лигнина только 0,98%. В соевом шроте содержание сырой клетчатки 9,05%, делясь на 1,17% целлюлозы и 7,88% лигнина. Экспериментальные данные углеводно-лигнинового комплекса дают возможность широко использовать позитивные и негативные факторы корма.

Эксперимент расщепления корма под действием смеси ферментов амилазы и целлюлазы дал возможность изучить изменение составляющих углеводно-лигнинового комплекса. Объект исследований – корм для свиней, приготовленный исследовательской лабораторией, и ферментативные смеси производства ООО ТД «Энзим» Ладыжинского завода био- и ферментных препаратов. Для правильной дозировки необходимо знать активность ферментных препаратов. Смеси состояли из α -амилазы – 9446 ед/г активности и целлюлазы – 532 ед/г активности. Ферментные смеси представляли собой порошки кремового цвета, с рабочей зоной действия pH 4,5-7,0 и температурой 30-50°C. Исследовано 8 комбинаций смесей ферментных препаратов на основе амилазы и целлюлазы.

В лаборатории имитировано действие ферментов и созданы условия, совпадающие с температурой тела 38°C и pH в кишечнике свиней, равной 6,5-7,0. Корм обрабатывался

буферным раствором pH 6,8 для создания слабощелочной реакции кишечника. В течение 2 ч корм и внесенные ферментные препараты (амилаза, целлюлаза) подвергали гидролизу в термостате при температуре 38-40°C. Смеси ферментов вводились в разных количествах от 1 до 5 г/кг корма. Для инактивации фермента корм высушивался в течение 12 ч в при температуре 105°C.

Данные таблицы свидетельствуют о положительном влиянии ферментных смесей на составляющие углеводно-лигнинового комплекса. В лабораторных условиях исследовался корм, состоящий на 38,7% из зерна кукурузы, 40,7% отрубей пшеничных, 20,3% подсолнечного жмыха.

Изучено влияние однокомпонентных ферментных препаратов на показатели углеводно-лигнинового комплекса. При введении 0,5%-ного ферментного препарата «Целлюлазы» на 1 кг корма СЛУ увеличивалась на 2,05%, крахмал – на 3,81, гемицеллюлоза – на 23,1%. Понижение уровня содержания сахара на 62,25% указывает на расщепление глюкозы до моносахаридов с меньшим числом углеродов в молекуле, что не улавливается согласно методике определения сахара по Бертрану. Содержание целлюлозы снижалась на 57,37%, лигнина – на 14,1% в сравнении с контрольным кормом. При внесении ферментного препарата 0,5%-ной амилазы на 1 кг корма уменьшалось содержание СЛУ на 0,42%, крахмала увеличивалось на 5,9%, сахара снижалось на 80,5%, гемицеллюлозы уменьшалось на 18,8%. Целлюлоза уменьшалась в 2,3 раза, лигнин – на 16%, по сравнению с контрольным образцом.

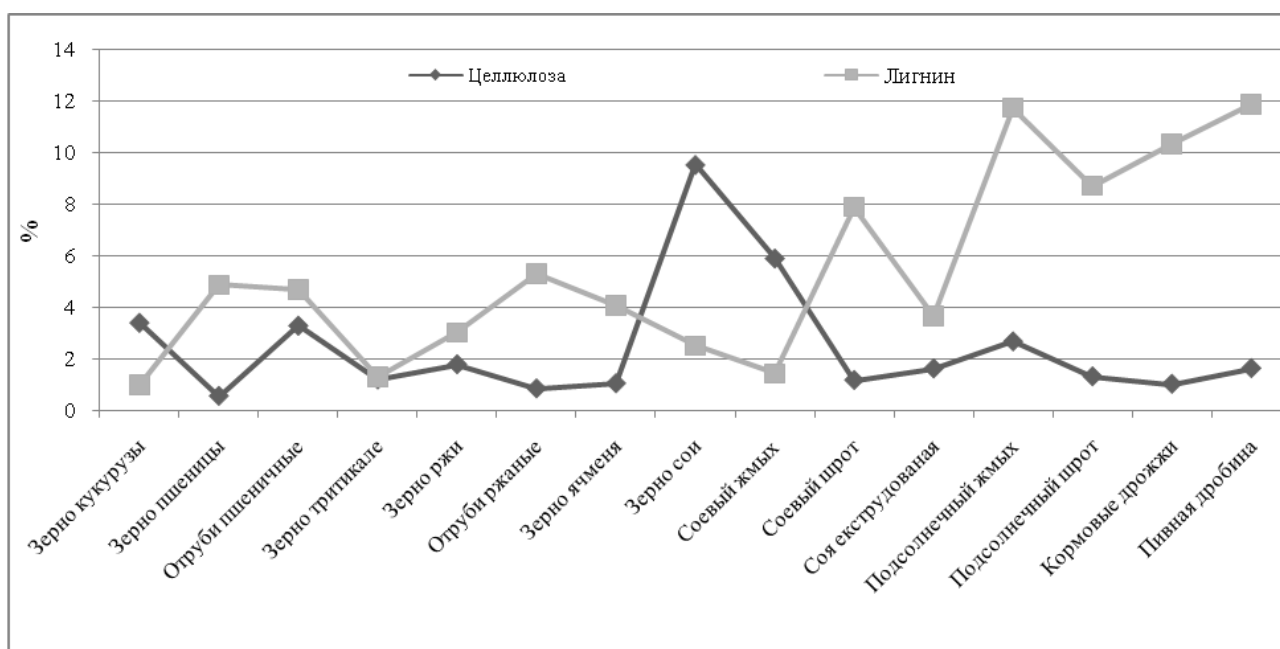


Рис. 2. Состав некрахмальных углеводов

Углеводно-лигнинный состав комбикорма при воздействии смесей ферментов, % в АСР,
 $n = 2, M \pm m$

Образцы	СЛУ, %	Крахмал, %	Сахар, %	Гемицеллюлоза, %	Целлюлоза, %	Лигнин, %
Корм(К)	45,54	37,62	4,32	3,6	3,49	5,47
К + целлюлаза (Ц) 0,5%	46,49	39,11	2,7	4,68	1,49	4,7
К + амилаза (А) 0,5%	45,35	39,94	2,38	3,03	1,13	4,88
К + МЭК (Ц 0,25%, А 0,25%)	44,96	35,74	3,12	6,09	0,63	5,36
К + МЭК (Ц 0,5%, А 0,25%)	44,81	34,83	2,58	7,4	1,4	4,88
К + МЭК (Ц 0,6%, А 0,6%)	41,00	33,92	3,20	3,88	1,38	4,65
К + МЭК (Ц 0,6%, А 1,2%)	41,20	33,36	3,50	4,34	0,54	2,67
К + МЭК (Ц 0,25%, А 0,1%)	46,49	38,09	3,50	4,90	3,12	4,34
К + МЭК (Ц 0,5%, А 0,1%)	45,99	38,41	3,40	4,18	3,17	4,28

Обогащение комбикорма ферментными препаратами «Амилазой» и «Целлюлазой» приводило к изменению углеводно-лигнинного состава комбикорма. Ферментативная добавка в дозе 0,25% целлюлазы + 0,25% амилазы, внесенная на 1 кг корма, способствовала уменьшению СЛУ на 1,3%, крахмала – на 5%, сахара – на 28%, а содержание гемицеллюлозы увеличивалось на 41% по сравнению с контролем. Содержание целлюлозы уменьшилось в 5,5 раз, тогда как количество лигнина изменилось менее существенно – всего на 2%. Ферментативная добавка в дозе 0,5% целлюлазы + 0,25% амилазы на 1 кг корма способствовала уменьшению СЛУ на 1,7%, крахмала – на 7,4, сахара – на 41%, гемицеллюлоза увеличивалась на 51,4% по сравнению с контролем. Увеличение концентрации целлюлазы в корме в два раза существенно снизило содержание целлюлозы на 60% и лигнина – на 10,8% по сравнению с контролем.

При дальнейшем увеличении дозы введения в состав корма ферментативной добавки уровень изменения показателей углеводно-лигнинного комплекса оставался такой же высокий. Так, ферментативная добавка в дозе 0,6% целлюлазы + 0,6% амилазы на 1 кг корма способствовала уменьшению СЛУ на 10%, крахмала – на 10, сахара – на 26% и увеличению гемицеллюлозы на 7,3%. При этом содержание целлюлозы уменьшилось на 60,5%, а лигнина – на 15% по сравнению с контролем. Ферментативная добавка в дозе 0,6% целлюлазы + 1,2% амилазы способствовала уменьшению СЛУ на 9,5%, крахмала – на 11,3, сахара – на 20%, увеличению гемицеллюлозы – на 17%. При этом содержание целлюлозы уменьшилось на 84,6%, а лигнина – на 52% по сравнению с контролем.

При уменьшении дозы введения в состав корма ферментативной добавки целлюлазы и амилазы показатели углеводно-лигнинного комплекса имели высокую эффективность. Внесение ферментативной добавки 0,25% целлюлазы + 0,1% амилазы способствовало увеличению СЛУ на 2,1%, крахмала – на 1,2,

гемицеллюлозы – на 26,5%, а также уменьшению содержания сахара на 20%. Содержание целлюлозы при этом уменьшилось на 11%, а лигнина – на 20,7% в сравнении с контролем. Внесение ферментативной добавки в дозе 0,5% целлюлазы + 0,1% амилазы способствовало увеличению СЛУ на 1%, крахмала – на 2,1, гемицеллюлозы на 13,9%, при этом содержание сахара уменьшилось на 21,3%. Содержание целлюлозы уменьшилось на 10%, а лигнина – на 21,8% по сравнению с контролем.

Выводы

В условиях промышленного производства свинины без ферментативных добавок невозможно обеспечить полноценное кормление. Рационы свиней, включающие кукурузу с початками, ячмень, пшеничные и ржаные отруби, подсолнечный жмых и соевый шрот, содержат повышенное содержание некрахмальных полисахаридов – 9-12% и требуют обязательного обогащения различными смесями ферментных препаратов для повышения уровня доступности безазотистых экстрактивных веществ, протеина, жира.

Установлено, что обогащение комбикорма ферментативными добавками на основе целлюлазы и амилазы способствует увеличению суммы легкогидролизированных углеводов на 2,2%, расщеплению целлюлазы – на 54%, лигнина – на 18%. Анализ результатов собственных исследований позволяет рекомендовать использование ферментативной кормовой добавки в дозе 0,5% целлюлазы + 0,1% амилазы. Ферментативная смесь этой комбинации получила самый позитивный результат расщепления трудногидролизруемой фракции углеводов.

Библиографический список

1. Околелова Т. Включение комплексных ферментных препаратов в комбикорма с повышенным содержанием трудногидролизруемых компонентов: методические рекомендации / под ред. Т. Околеловой, Э. Удаловой. – Сергиев Посад, 1996. – С. 12-14.

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. Щербakov 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. Povyschenie 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.