

DOI

УДК 636.93:636.087:611.34

## **МОРФОУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ОБЩЕГО ПОКРОВА НОРКИ КЛЕТЧНОГО СОДЕРЖАНИЯ В УСЛОВИЯХ СТИМУЛЯЦИИ РОСТОВЫХ И МЕТАБОЛИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

**Слесаренко Наталья Анатольевна**, д-р биол. наук, проф., зав. кафедрой «Анатомия и гистология животных им. профессора А. Ф. Климова», ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина».

109472, г. Москва, ул. Академика Скрябина, д. 23.

E-mail: slesarenko2009@yandex.ru

**Абрамов Павел Николаевич**, канд. ветеринар. наук, доцент кафедры «Диагностика болезней, терапия, акушерство и репродукция животных», ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина».

109472, г. Москва, ул. Академика Скрябина, д. 23.

E-mail: abramov\_p@inbox.ru

**Воронин Александр Михайлович**, канд. биол. наук, ассистент кафедры «Анатомия и гистология животных им. профессора А.Ф. Климова», ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина».

109472, г. Москва, ул. Академика Скрябина, д. 23.

E-mail: a.m.voronin@list.ru

**Ключевые слова:** норка, покров, кишечник, гидролизат, показатель, сырье.

*Цель исследований – улучшение качественных показателей пушно-мехового сырья. Представлены результаты исследований, посвященные оценке влияния продуктов ферментативного гидролиза белка как источника аминокислот, восполняющих их дефицит в основном рационе, на структурную организацию общего покрова норки при клеточном режиме содержания. Обоснованы данные о стимулирующих эффектах тестируемой добавки на адаптивное ремоделирование структур микроархитектоники кожно-волосного покрова, которые подтверждаются увеличением у зверей подопытных групп, по сравнению с контрольными аналогами, показателей его общей толщины, уплотнением в дерме пучков коллагеновых волокон и увеличением количества сосудов микрогемоциркуляторного русла на эквивалентной площади гистологического среза, уменьшением толщины эпидермиса и глубины залегания волосяных фолликулов, а также возрастанием количественного представительства волос в пучке, что подтверждает целесообразность применения тестируемой добавки в пушном звероводстве. В основу работы положен анализ результатов комплексных исследований, выполненных на 60 американских норках, рацион кормления которых отличался. Использовали методы: патологоанатомическое вскрытие, с целью макроскопической оценки состояния органов брюшной полости у изучаемых животных, анатомическое препарирование с последующим описанием изучаемых структур, световую микроскопию гистологических срезов, эвисцерацию органокомплекса брюшной полости, макро- и микроморфометрию образцов кишечного канала и образцов кожного покрова, сканирующую электронную микроскопию. Полученные цифровые данные статистически обработаны по классическим методикам. Комплексными исследованиями установлено, что в исследуемом белковом гидролизате высокое содержание треонина, лизина, лейцина, аргинина, благоприятно влияющих на все системы организма норки. Ведущая аминокислота треонин участвует в синтезе глицина и серина. Они, в свою очередь, отвечают за воспроизводство мышечной ткани, эластина и коллагена.*

## **MORPHOFUNCTIONAL TRANSFORMATIONS OF MINK COAT OF CAGE-RAISED UNDER STIMULATION OF GROWTH AND- METABOLIC PROCESSES**

**N. A. Slesarenko**, Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the department «Animal Anatomy and Histology named after Professor A. F. Klimov», Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA named after K. I. Scriabin.

109472, Moscow, Academician Scriabin street, 23.

E-mail: slesarenko2009@yandex.ru

**P. N. Abramov**, Doctor of Veterinary Sciences, Associate Professor of the Department «Diagnosis of Diseases, Therapy, Obstetrics and Animal Reproduction», Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA named after K. I. Scriabin.

109472, Moscow, Academician Scriabin street, 23.

E-mail: abramov\_p@inbox.ru

**A. M. Voronin**, Candidate of Biological Sciences, Assistant of the Department of «Animal Anatomy and Histology named after Professor A. F. Klimov», Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA named after K. I. Scriabin.

109472, Moscow, Academician Scriabin street, 23.

E-mail: a.m.voronin@list.ru

**Key words:** mink, coat, intestine, hydrolysate, indicator, raw material.

The purpose of the research is to improve the quality indicators of down and fur raw materials. The article presents the results of studies on assessment of the effect of the products of enzymatic hydrolysis of protein as a source of amino acids which make their deficiency in main diet on the structural organization of mink coat of cage-raised. The data on the stimulating effects of tested supplement feeds on the adaptive remodeling of consistence of skin and hair coat are confirmed by an increase of coat thickness of animals from the experimental groups, compared with the control analogues, collagen fibers in corium and an increase of smaller vessels on the equivalent area of the histological section, a decrease in the thickness of epidermis and depth of hair follicles, as well as the increase of hair in the bundle. These supplement feeds show applicability for fur farming. The work is based on the analysis of complex studies performed on 60 American minks, the feeding diet of which was different. The following methods were used: post-mortem examination, to have macroscopic assessment of state of the abdominal organs of studied animals, anatomical dissection with subsequent description of structures, light microscopy of histological sections, macro- and micromorphometry of samples of the intestinal canal and skin samples, scanning electron microscopy. The obtained digital data were statistically processed according to classical methods. Complex studies have established that the protein hydrolysate under study has a high content of threonine, lysine, leucine, and arginine, which favorably affect all systems of the mink body. The leading amino acid threonine is involved in the synthesis of glycine and serine. They, in turn, are responsible for the reproduction of muscle tissue, elastin and collagen.

Изучение структурных перестроек кожного покрова пушных зверей в условиях стимуляции ростовых и метаболических процессов – одна из актуальных проблем ветеринарной морфологии и практики пушного звероводства. Существующий дефицит качественных и безопасных для организма кормов и пребывание животных в условиях, резко отличающихся от естественных, привели к снижению их продуктивных качеств и общей устойчивости к условиям окружающей среды [1, 3, 5, 6]. В связи с этим в технологии выращивания пушных зверей активно внедряют современные подходы к составлению рационов кормления с целью устранения последствий острого дефицита питательных веществ, в первую очередь – белков, которые, как известно, являются основным структурным элементом для построения тканей организма [1, 5]. Особо важным представляется поиск натуральных источников белка и включение их в рацион кормления животных с целью устранения негативных последствий его недостатка, который определяет в конечном счёте и качественные показатели получаемого пушно-мехового сырья [1, 2, 4, 7].

Следует подчеркнуть, что структурная характеристика органов пищеварительного аппарата во многом отражает физиологические процессы, протекающие в организме, и обуславливает формирование всех систем организма животных, включая общий покров, что непосредственно отражается и на товарно-технологических показателях получаемой шкурковой продукции [1, 5, 6].

**Цель исследований** – улучшение качественных показателей пушно-мехового сырья.

**Задачи исследований** – установить закономерности строения и морфометрические показатели кожного покрова и его зон; выявить структурные преобразования эпидермиса во взаимосвязи с количеством волос в пучке у зверей, получавших белковый гидролизат;

охарактеризовать структурные перестройки дермы у норки, обусловленные алиментарным введением в рацион белкового гидролизата.

**Материал и методы исследований.** Представленная работа является фрагментом комплексных исследований кафедр «Анатомия и гистология животных им. профессора А. Ф. Климова» и «Диагностика болезней, терапия, акушерство и репродукция животных» (П. Н. Абрамов, В. Н. Денисенко) ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина», проведенных на базе ОАО «Племенной зверосовхоз «Салтыковский». Морфологические исследования выполнены на кафедре «Анатомия и гистология животных им. профессора А. Ф. Климова» в 2019-2021 гг. [1, 5]. Научно-производственную часть эксперимента осуществляли методом подбора групп-аналогов по общепринятым методикам (табл. 1). Объект исследования – представитель семейства *Mustelidae* – американская норка.

Таблица 1

Схема проведения эксперимента (П. Н. Абрамов, 2015)

Группа	Количество голов, шт.	Доза гидролизата, г/кг живой массы	Период		
			подготовительный	учетный	заключительный
1 (контроль)	20	-	ОР	ОР	ОР
2	20	1,5	ОР	ОР + гидролизат	ОР
3	20	2	ОР	ОР + гидролизат	ОР
Продолжительность, дней			7	60	45

Примечание. Здесь и далее: ОР – основной рацион.

**Результаты исследований.** Пищеварительный аппарат – система, непосредственно реагирующая на изменения традиционного режима кормления. Следует подчеркнуть, что структурная характеристика органов пищеварительного аппарата во многом отражает физиологические процессы, протекающие в организме, и обуславливает формирование всех систем, включая общий покров, что непосредственно отражается и на товарно-технологических показателях получаемой шкурковой продукции. У норок подопытных групп, получавших в составе рациона белковый гидролизат, установлены морфологические преобразования стенки кишечного канала, направленные на усиление его всасывательной способности, барьерной и моторной функций.

Увеличение всасывательной поверхности выражается в достоверном ( $P \leq 0,05$ ) удлинении кишечных ворсин, уплотнении крипт и их углублении; активизация барьерной функции кишечника сопровождается возрастанием в подслизистом слое его стенки представительства кишечного-ассоциированной лимфоидной ткани и экзокриноцитов с ацидофильными гранулами (клеток Панета), а моторной функции – суммарным утолщением мышечной оболочки (табл. 2).

Таблица 2

Микроморфологические показатели стенки кишечника норок опытных групп, мкм

Экспериментальные группы	I группа (контроль)	II группа	III группа
Слизистая оболочка			
Эпителиальный слой	816,0±23,8	945,2±19,7	979,1±30,1
Подслизистый слой	72,6±6,9	67,2±6,4*	82,1±9,5*
Общая толщина слизистой оболочки	901,0±26,6	1020,1±16,8	1060,0±22,4
Высота ворсин	480,2±17,6	670,1±15,1	707,2±13,3
Глубина крипт	349,3±19,3	371,1±19,2*	399,3±18,2*
Мышечная оболочка			
Циркулярный слой	91,9±6,2	105,2±7,1*	106,0±5,4*
Продольный слой	36,1±5,6	52,7±4,1	53,4±8,3
Общая толщина мышечной оболочки	127,5±8,0	157,4±9,8	159,3±8,6

Примечание: различия между сравниваемыми величинами относительно контрольной группы достоверны ( $P \leq 0,05$ ); \* – различия между сравниваемыми величинами недостоверны.

При сравнительном анализе общего покрова изучаемых зверей экспериментальных групп были выбраны показатели, свидетельствующие о достоверных отличиях в строении кожи и ее производных: суммарная толщина кожи, относительная толщина эпидермиса, а также количество волос в пучке, которые определяют качество пушно-мехового сырья.

Установлено, что максимальные значения показателя суммарной толщины кожи ( $1284,7 \pm 44,2$  мкм) отмечены у зверей, получавших в качестве добавки к основному рациону белковый гидролизат (табл. 3).

Таблица 3

Морфометрические показатели общего покрова животных исследуемых групп

Показатели	I группа (контроль)	II группа	III группа
Суммарная толщина кожного покрова	$1145,6 \pm 34,4$	$1197,8 \pm 48,3^*$	$1284,7 \pm 44,2$
Толщина эпидермиса, мкм	$32,3 \pm 1,4$	$31,6 \pm 1,4^*$	$27,8 \pm 0,9$
Отношение эпидермиса к общей толщине кожи, %	2,8	2,6*	2,2
Количество волос в пучке, шт.	$19,0 \pm 0,7$	$19,4 \pm 0,9^*$	$21,6 \pm 0,5$

Примечание: различия между сравниваемыми величинами относительно контрольной группы достоверны ( $P \leq 0,05$ ); \* – различия между сравниваемыми величинами недостоверны.

При определении толщины эпидермиса выявлено, что животные контрольной группы превосходят ( $32,3 \pm 1,4$  мкм) своих сверстников как из второй ( $31,6 \pm 1,4$  мкм), так и из третьей ( $27,8 \pm 0,9$  мкм) опытных групп. Отношение толщины наружного слоя к общей толщине кожи у всех исследуемых животных варьировало в пределах от 2,2 до 2,8% (табл. 4).

Сравнительная характеристика количества волос в пучке и толщины эпидермиса отражает, как известно, обратно пропорциональную зависимость густоты волосяного покрова от развития эпидермиса. Так, наименьший показатель толщины наружного слоя кожи при одновременном увеличении количества волос в пучке отмечен у зверей опытных групп.

Можно предположить, что такая картина свидетельствует об активации «спящих» волосяных фолликулов за счет интенсификации трофического обеспечения данных участков кожи, что подтверждается возрастанием в дерме у зверей опытных групп, по сравнению с контрольными аналогами, сосудов микрогемодилляторного русла.

Таблица 4

Микроморфологические показатели дермы изучаемых животных

Показатели	I группа (контроль)	II группа	III группа
Толщина сосочкового слоя, мкм	$586,7 \pm 16,9$	$666,1 \pm 12,8^{***}$	$780,1 \pm 24,9^{***}$
Отношение сосочкового слоя к толщине кожи, %	51,3	55,6	60,7
Количество капилляров сосочкового слоя, шт.	$1,4 \pm 0,5$	$2,6 \pm 1,0^*$	$3,3 \pm 0,5^{**}$
Толщина сетчатого слоя, мкм	$526,5 \pm 25,2$	$500,2 \pm 14,4$	$476,8 \pm 28,1$
Отношение сетчатого слоя к толщине кожи, %	45,9	41,7	37,1
Количество капилляров сетчатого слоя, мкм	$1,3 \pm 0,5$	$1,4 \pm 0,5$	$1,7 \pm 1,0$
Глубина залегания волосяных фолликулов, мкм	$680,0 \pm 17,2$	$660,7 \pm 30,8$	$636,4 \pm 12,2^*$

Примечание: \* –  $P \leq 0,05$ ; \*\* –  $P \leq 0,01$ ; \*\*\* –  $P \leq 0,001$  – относительно контрольной группы.

Структурные перестройки дермы у изучаемых животных находят отражение в её толщине и соотношении слоев – сосочковый слой увеличивает свое представительство у животных обеих опытных групп, тогда как в механическом слое достоверных различий не обнаружено. С этими данными согласуется показатель сосудистого обеспечения дермы – у животных опытных групп, в сравнении с животными контрольной, отмечено увеличение количества капилляров в стандартном поле зрения микроскопа. Глубина залегания волосяных фолликулов перманентно уменьшалась у животных, получавших в качестве добавки к основному рациону белковый гидролизат ( $636,4 \pm 12,2$  мкм в опыте против  $680,0 \pm 17,2$  мкм в контроле).

Представленные данные свидетельствуют, что животные обеих опытных групп зверей характеризуются снижением глубины залегания волосяных фолликулов, по сравнению с животными контрольной группы. Этот факт может свидетельствовать о более высокой степени зрелости структур кожного покрова у зверей, получавших в качестве добавки к основному рациону белковый гидролизат, по сравнению с контрольными аналогами, находящимися на стандартном рационе кормления.

**Заключение.** На основании проведенных исследований установлен комплекс структурных перестроек общего покрова адаптационного генеза, обусловленный стимуляцией ростовых и метаболических процессов, направленный на поддержание белкового гомеостаза в организме животных. Влияние белкового гидролизата на состояние кожного покрова выражается в активизации у зверей опытных групп по сравнению с контрольными аналогами адаптивного ремоделирования его

микрoarхитиктоники, что подтверждается возрастанием общей толщины кожи, уплотнением в дерме пучков коллагеновых волокон и их утолщением, увеличением количества капилляров на эквивалентной площади гистологического среза, уменьшением толщины эпидермиса и глубины залегания волосяных фолликулов, а также возрастанием количественного представительства волос в пучке. Результаты исследований позволяют рекомендовать белковый гидролизат для использования в практике пушного звероводства.

#### Библиографический список

1. Слесаренко, Н. А. Структурные преобразования общего (кожного) покрова норки сканблэк при введении в рацион белкового гидролизата / Н. А. Слесаренко, А. М. Воронин // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2020. – № 6. – С. 6 -12.
2. Абрамов, П. Н. Морфологическое обоснование эффективности использования белкового гидролизата в промышленном норководстве / П. Н. Абрамов, Н. А. Слесаренко // Вестник Российского университета дружбы народов. – 2018. – Т. 13, № 1. – С. 54-60. – (Серия «Агрономия и животноводство»).
3. Кумиров, С. Г. Сравнительная морфофункциональная характеристика кожного покрова пушных зверей клеточного содержания : дис. ... канд. биол. наук : 06.02.01 / Кумиров Станислав Геннадьевич. – М. : МГАВМиБ им. К. И. Скрябина, 2018. – 120 с.
4. Методология научного исследования / Н. А. Слесаренко, Е. Н. Борхунова, С. М. Борунова [и др.] ; под ред. Н. А. Слесаренко. – СПб. : Лань, 2018. – 268 с.
5. Воронин, А. М. Морфологическое обоснование эффективности применения белкового гидролизата в пушном звероводстве : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 06.02.01 / Воронин Александр Михайлович. – М. : МГАВМиБ им. К. И. Скрябина, 2020. – 26 с.
6. Слесаренко, Н. А. Морфологическое обоснование эффективности применения белкового гидролизата в пушном звероводстве / Н. А. Слесаренко, А. М. Воронин // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 4. – С. 39-47.
7. Пат. 2546252 С2 РФ, МПК А23К 1/10. Способ получения белкового гидролизата из мясного или мясокостного сырья тушек норок для парентерального питания / Албулов А. И., Денисенко В. Н., Самуйленко А. Я. [и др.]. – № 2013116939/10 ; заявл. 15.04.2013 ; опубл. 10.04.2015, Бюл. №10. – 16 с.

#### References

1. Slesarenko, N. A., & Voronin, A. M. (2020). Strukturnie preobrazovaniia obshchego (kozhnogo) pokrova noriki skanblek pri vvedenii v racion belkovogo gidrolizata [Structural transformations of mink coat scanblack when introducing protein hydrolysate into diet]. *Veterinariia, zootekhnii i biotekhnologija – Veterinary, animal science and biotechnology*, 6, 6-12 [in Russian].
2. Abramov, P. N., & Slesarenko, N. A. (2018). Morfologicheskoe obosnovanie effektivnosti ispolizovaniia belkovogo gidrolizata v promishlennom norkovodstve [Morphological justification of protein hydrolysate use in industrial mink breeding]. *Vestnik RUDN. Serii: agronomiia i zhivotnovodstvo – RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*, 13, 1, 54-60 [in Russian].
3. Kumirov, S. G. (2018). Sravnitelinaia morfofunkcionalinaia harakteristika kozhnogo pokrova pushnih zverei kletchnogo sodержaniia [Comparative morphofunctional characteristics of the skin of fur bearing animals of cage-raised]. *Candidate's thesis*. Moscow [in Russian].
4. Slesarenko, N. A., Borkhunova, E. N., & Borunova, S. M. et al. (2018). Metodologii nauchnogo issledovaniia [Methodology of scientific research]. N. A. Slesarenko (Ed.). St. Petersburg: Lan'.
5. Voronin, A. M. (2020). Morfologicheskoe obosnovanie effektivnosti primeneniia belkovogo gidrolizata v pushnom zverovodstve [Morphological justification of protein hydrolysate use in fur farming]. *Extended abstract of candidate's thesis*. Moscow [in Russian].
6. Slesarenko, N. A., & Voronin, A. M. (2019). Morfologicheskoe obosnovanie effektivnosti primeneniia belkovogo gidrolizata v pushnom zverovodstve [Morphological justification of protein hydrolysate use in fur farming]. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii – Bulletin Samara state agricultural academy*, 4, 39-47 [in Russian].
7. Albulov, A. I., Denisenko, V. N., Samuylenko, A. Ya., Rogov, R. V., Abramov, P. N., Frolova, M. A., Gunko, A. E., & Matveeva, I. N. (2015). Sposob polucheniia belkovogo gidrolizata iz miasnogo ili miasokostnogo siriiia tushek norok dlia parenteralinogo pitaniia [Method for obtaining protein hydrolysate from meat-and-bone of mink for parenteral nutrition]. *Patent 2546252 C2, Russian Federation*, 2013116939/10 [in Russian].