

УДК: 636.934.57:611.34

Волосевич, Д. П.
Volosevich, D.

Микроморфология слизистой оболочки кишечника американской норки разных генотипов

Резюме: в статье описаны некоторые особенности слизистой оболочки кишечника американской норки генотипических окрасов регал, сканблэк, паломино, сканбраун, пастель и сапфир. Установлено, что самая толстая слизистая оболочка кишечника характерна для генотипа сапфир. Толщина самой оболочки зависит от степени развитости собственного и подслизистого слоев.

Ключевые слова: слизистая оболочка, генотип, американская норка, кишечник.

Micromorphology of the intestinal mucosa in American mink of different genotypes

Summary: the article describes some features of the intestinal mucosa of the American mink of genotypic colors regal, scanblack, palomino, scanbrown, pastel and sapphire. It has been established that the thickest intestinal mucosa is characteristic of the sapphire genotype. The thickness of the mucosa depends on the degree of development of its own and submucosal layers.

Keywords: mucosa, genotype, American mink, intestinal.

Введение

Известно, что в настоящее время основным объектом клеточного пушного звероводства является американская норка. Цель её разведения направлена на получение высококачественных шкур, которые состоят из морфофункционально связанных между собой кожи животного и её железистых и роговых придат-

ков. К последним относятся потовые и сальные железы, а также волос, состояние которого, в основном, и обеспечивает качество конечной продукции [8].

Рост и развитие волосяного покрова в организме зверя регулируется рядом факторов, из которых одним из наиболее важных является поступление питательных веществ, напрямую зависящих

от состояния пищеварительной системы, представленной целым рядом органов, связанных между собой морфологически и функционально. Из них с позиции функциональной активности наибольший интерес представляет кишечник. Такой подход базируется на том, что именно в этом месте пищеварительной трубки происходят основные процессы расщепления и всасывания питательных веществ и других нутриентов, что становится возможным благодаря особому строению слизистой оболочки и наличию подслизистого слоя [1, 6, 8].

Данные неотъемлемые элементы кишечника, с одной стороны содержат в своём составе многочисленные пищеварительные железы: дуоденальные (бруннеровы) и общекишечные (либеркюновы). Первые из них лежат в подслизистом слое двенадцатиперстной кишки, а вторые распространены по всему кишечнику и представляют собой крипты – трубчатые углубления эпителия слизистой оболочки. С другой стороны, на поверхности слизистой оболочки тонкой кишки расположено большое количество ворсинок и микроворсинок, что значительно увеличивает площадь всасывания [1, 6].

Кроме того в стенке органа залегают лимфоидные образования в виде солитарных фолликулов и пейеровых бляшек, что обеспечивает защиту организма от влияния неблагоприятных факторов [1, 6]. Поэтому, анализируя все вышеперечисленные образования в совокупности, можно установить, что чем больше они развиты, тем больше утолщается слизистая оболочка.

Данная закономерность нашла свое отражение в ряде работ. Известно, что толщина слизистой оболочки уменьшается в каудальном направлении, так как снижается интенсивность процессов расщепления и всасывания питательных веществ. Например, наибольшая высота слизистой оболочки характерна для двенадцатиперстной кишки (кролик – $1536,0 \pm 12,33$ мкм, человек – $820,0-830,0$ мкм, песец – $1757,0-$

$2229,0$ мкм), либо тощей – (заяц-русак – $1773,0 \pm 191,70$ мкм). Наименее развитая слизистая оболочка располагается или в слепой кишке (песец – $542,0$ мкм, лисица – $486,0$ мкм), или в прямой кишке (заяц-русак – $670,0$ мкм, кролик – $1329,0$ мкм) [5, 7, 10].

Известно, что с возрастом происходит угнетение активности пищеварительных процессов, что находит своё отражение в снижении толщины слизистой оболочки. Например, у человека в зрелом возрасте высота слизистой оболочки тонкого отдела кишечника варьирует от $675,0$ до $830,0$ мкм, а в старческом – $580,0-730,0$ мкм [5].

Слизистая оболочка кишечника американской норки клеточного содержания на сегодняшний день является относительно слабоизученной структурой. Немногочисленные работы выявляют её особенности у американской норки, в том числе и при воздействии антропогенных факторов. В частности, по сообщениям Н.А. Слесаренко и др., наиболее развитая слизистая оболочка характерна для двенадцатиперстной кишки, где она составляет до $82,30\%$ общей толщины стенки, при этом $87,30\%$ этого показателя приходится на долю эпителиального слоя. Наименьшая же величина обнаружена в прямой кишке, где слизистая оболочка составляет в среднем $53,05\%$ с долей эпителиального слоя – $53,01\%$ [9, 10].

Общей чертой данных исследований является их направленность на один конкретный генотип зверей. Между тем, на сегодняшний день известно более 150 комбинативных типов окраски норок, среди которых около 30 используются для клеточного разведения [11]. Как правило, в одном хозяйстве одновременно содержится от 3 до 8 генотипов норок, состав рациона кормления которых одинаков.

Проведённые нами ранее исследования макро- и микроморфологии желудка, а также макроморфологии кишечника выявили влияние генотипа животного на морфологические показатели данных органов [2, 3, 4]. В связи с вышеперечис-

ленным нас заинтересовала возможность провести исследование микроморфологии кишечника, в частности изучить строение его слизистой оболочки у американских норок генотипов пастель, паломино, сапфир, сканблэк, сканбраун и регал.

Материал и методы исследований

Объектом исследования явились клинически здоровые американские норки клеточного содержания генотипов регал, сканблэк, паломино, сапфир, сканбраун и пастель в возрасте 8 месяцев. Количество животных в каждой выборке составило 5 голов ($n=30$). Все звери были выращены в ПУП «Белкоопмех. Пинское сельскохозяйственное отделение», где содержались в одинаковых условиях на типовых рационах одного состава.

Материал для исследований (кишечники) был отобран во время планового осеннего убоя и зафиксирован в 10% водном растворе нейтрального формалина. Кусочки для исследования отбирались из разных участков кишечника (двенадцатиперстной, тощей, подвздошной, ободочной и прямой кишок) и заливались в парафин по общепринятой методике. Парафиновые блоки нарезались на санном микротоме. Срезы были окрашены гематоксилином и эозином. Микроскопию проводили на световом микроскопе OLYMPUS BX 51.

Статистическая обработка цифрового материала была проведена с использованием критерия Ньюмена-Кейлса, применяемого для множественных сравнений, при помощи пакета Microsoft Office Excel 2013.

Результаты эксперимента и их обсуждение

В ходе исследования был подтверждён тот факт, что слизистая оболочка кишечника американской норки клеточного содержания в целом несёт характерные черты, свойственные и другим представителям отряда хищных. В тонкой кишке характерно наличие ворсинок пальцевидной формы разной длины, что является

его отличительным признаком от толстой кишки. Наибольшая длина ворсинок у американской норки наблюдалась в тощей кишке, где этот показатель колебался в пределах от $622,19 \pm 55,980$ мкм у норок паломино до $1260,84 \pm 25,540$ мкм у зверей сканблэк. Ворсинки же наименьшей высоты нами были обнаружены как в подвздошной кишке, где их размеры составили $481,07 \pm 53,928$ мкм; $480,47 \pm 33,457$ мкм; $334,01 \pm 17,318$ мкм у генотипов регал, паломино и сапфир соответственно, так и в двенадцатиперстной. В последнем случае они имели место у генотипов сканблэк, сканбраун и пастель с высотой $262,83 \pm 14,494$ мкм; $308,93 \pm 16,329$ мкм; $303,35 \pm 10,216$ мкм соответственно.

Толщина слизистой оболочки кишечной стенки существенно варьирует, что определяется степенью развития её подслизистого и собственного слоев. При этом заметно влияние не только местоположения кишки, но и генотипа животного, что можно заметить, проведя анализ таблиц 1 и 2.

Из данных таблиц следует, что наиболее развитая слизистая оболочка характерна для тонкой кишки, что является вполне закономерным, так как именно здесь происходят наиболее активные процессы расщепления и всасывания питательных веществ. При этом у подавляющего большинства рассмотренных генотипов данная закономерность проявляется в тощей кишке. Исключением являются норки окраса регал, у которых наиболее толстая слизистая была выявлена нами в двенадцатиперстной кишке. На этом фоне следует отметить пастелевых норок, имеющих, с незначительной разницей в пределах $6,84$ мкм, практически одинаковую высоту слизистой в обеих кишках.

В подвздошной кишке слизистая оболочка у всех исследуемых генотипов меньше, чем в предыдущих участках в среднем в $1,87 \pm 0,117$ раза с колебанием от $1,66$ у пастель до $2,32$ у паломино.

В толстой кишке высота слизистой оболочки уступает таковой в тонкой

Таблица 1 – Толщина слизистой оболочки тонкого отдела кишечника у американской норки некоторых генотипов

Отдел кишечника регал		Генотип					
		сканблэк	паломино	сапфир	скан- браун	пастель	
Двенадцати- перст- ная кишка	собствен- ный слой, %	89,00 ±10,024*	64,02 ±9,534	87,08 ±15,023 ****	92,00 ±5,732 ****	86,51 ±14,623 *****	89,36 ±5,005**
	подсли- зистый слой, %	11,00 ±6,712 *****	35,98 ±7,298*	12,92 ±10,645	8,00 ±8,183 ****	13,49 ±10,974	10,64 ±7,623
	общая высота (мкм)	1375,15 ±39,366 ***	766,41 ±21,693 ****	1062,00 ±197,166	963,69 ±57,848 *****	857,59 ±39,676 ****	1266,09 ±77,544 ****
Тошная кишка	собствен- ный слой, %	70,49 ±10,465	77,95 ±11,923 *****	92,87 ±8,165**	91,32 ±7,512*	91,23 ±9,533*****	88,67 ±10,486 ****
	подсли- зистый слой, %	29,51 ±9,296*	22,05 ±3,953**	7,13 ±7,295 ****	8,68 ±5,913 ****	8,77 ±4,910 ****	11,33 ±9,723*****
	общая высота (мкм)	1115,14 ±72,129 *****	1223,71 ±101,909 *****	1310,55 ±53,646 *****	1692,69 ±75,053*	1207,26 ±49,963 *****	1272,93 ±70,044 *****
Под- вздош- ная кишка	собствен- ный слой, %	57,72 ±13,934 *****	42,44 ±9,523	82,80 ±5,923*****	88,87 ±10,645*	71,64 ±7,771 ****	86,12 ±4,914**
	подсли- зистый слой, %	42,28 ±10,834**	57,56 ±8,186*	17,20 ±6,712**	11,13 ±11,930 ***	28,36 ±8,029***	13,88 ±11,823 ***
	общая высота (мкм)	622,91 ±33,165 ****	567,09 ±48,374 ****	510,79 ±39,075 ****	808,13 ±43,770**	585,05 ±30,513 ****	765,75 ±59,024**

Примечания: * – достоверно по отношению к 5 генотипам, при $P \leq 0,05$; ** – достоверно по отношению к 4 генотипам, при $P \leq 0,05$; *** – достоверно по отношению к 3 генотипам, при $P \leq 0,05$; **** – достоверно по отношению к 2 генотипам, при $P \leq 0,05$; ***** – достоверно по отношению к 1 генотипу, при $P \leq 0,05$.

кишке и демонстрирует тенденцию к снижению по направлению от ободочной кишки к прямой, где она минимальна. Данное утверждение справедливо для всех рассмотренных генотипов, среди которых наименее развитой слизистой оболочкой в этом отделе характеризуются норки пастелевой окраски, а наибольшей, с разницей в 3,95 раза, животные окраса сапфир.

Поскольку из общих закономерностей развития слизистой оболочки в разных отделах кишечника следует, что на данный показатель оказывает влияние не только её месторасположение, но и генотип зверя, то мы провели детальный сравнительный анализ с учётом этого фактора применительно к каждой кишке.

В результате оказалось, что в двенадцатиперстной кишке наибольшая высота

Таблица 2 – Толщина слизистой оболочки толстого отдела кишечника у американской норки некоторых генотипов

Отдел кишечника регал		Генотип					
		сканблэк	паломино	сапфир	скан-браун	пастель	
Ободочная кишка	собственный слой, %	42,41 ±4,562	44,60 ±10,765 *****	82,80 ±7,243 ***	82,49 ±3,967*	65,60 ±10,834 ****	80,88 ±7,123 ***
	подслизистый слой, %	57,59 ±8,344**	55,40 ±9,335**	17,20 ±9,546 ***	17,51 ±6,545 ****	34,40 ±6,775 *****	19,12 ±5,339 ****
	общая высота (мкм)	511,27 ±18,274	589,19 ±28,151	510,79 ±39,075	621,48 ±50,017 *****	482,25 ±22,981 *****	511,27 ±18,274
Прямая кишка	собственный слой, %	43,27 ±7,231 ****	20,09 ±13,756	70,97 ±7,867 ***	70,69 ±5,978 ***	74,11 ±6,544*	43,37 ±9,487 *****
	подслизистый слой, %	56,73 ±9,465*	79,91 ±9,665**	29,03 ±9,210 ****	29,31 ±7,434 ****	25,89 ±7,231 ****	56,63 ±7,298 ****
	общая высота (мкм)	438,78 ±16,842**	200,43 ±30,176**	305,94 ±12,038 ****	338,77 ±39,455 ****	452,25 ±12,981**	157,52 ±17,331**

Примечания: * – достоверно по отношению к 5 генотипам, при $P \leq 0,05$; ** – достоверно по отношению к 4 генотипам, при $P \leq 0,05$; *** – достоверно по отношению к 3 генотипам, при $P \leq 0,05$; **** – достоверно по отношению к 2 генотипам, при $P \leq 0,05$; ***** – достоверно по отношению к 1 генотипу, при $P \leq 0,05$.

имеет место у американских норок генотипа регал, а наименьшая с разницей в 1,79 раза у зверей сканблэк.

В тощей кишке наблюдается иная картина: регаловые особи демонстрируют минимальное значение высоты слизистой. Максимальное же, с разницей в 1,52 раза присуще сапфировым норкам.

Сапфировые норки удерживают максимальный показатель исследуемого параметра и в подвздошной кишке, который в 1,58 раза больше, чем у паломино, а также в ободочной, где он превышает аналогичный показатель по сравнению со зверьками окраса сканбраун в 1,29 раза.

В то же время самая толстая слизистая оболочка в прямой кишке свойственна особям генотипического окраса сканбраун, у которых она в 2,87 раза больше, чем у пастелевых норок.

Вместе с тем, при анализе толщины основных компонентов, подслизистого и собственного слоёв, становится очевидным, что у разных типов норок эти составляющие развиты неодинаково и, кроме того, зависят от участка кишечника.

В частности, превалирование доли подслизистого слоя над собственным наблюдается в подвздошной, ободочной и прямой кишках у норок сканблэк (в 1,36, 1,24 и 3,98 раза соответственно).

Подобная картина характерна и особям окраса регал в ободочной и прямой кишках (1,36 и 1,31 раза соответственно), а также пастелевым норкам в прямой кишке (разница составляет 1,31 раза).

Для норок остальных генотипов характерно доминирование собственного слоя. При этом в двенадцатиперстной и подвздошной кишках наиболее развитый

собственный слой демонстрируют особи цветовой типа сапфир (11,5 и 7,98 раза соответственно).

В тощей и ободочной кишках подобная тенденция наблюдается у паломино (разница составляет 13,0 и 4,8 раза соответственно).

В прямой кишке максимально развитый собственный слой свойственен животным окраса сканбраун, у которых он в 2,86 раза больше подслизистого.

Выводы

Таким образом, проведённое нами исследование показало, что слизистая оболочка кишечника американской норки в разных его отделах развита неодинаково. При этом характер такой внутриорганной изменчивости тесно связан с генотипом зверей. Так, наиболее толстая слизистая оболочка в тонкой кишке отмечена в тощей кишке сапфировых норок, а самая тонкая – в двенадцатиперстной кишке сканблэка.

В толстой кишке минимальная толщина слизистой оболочки характерна для прямой кишки пастелевых особей, в то время как сапфировые норки демонстрируют максимальное значение этого параметра в ободочной кишке.

Неодинаковыми являются и степени развития подслизистого и собственного слоев. Доминирование доли подслизистого слоя над собственным проявляется у зверей окрасочных типов сканблэк (подвздошная кишка), регал (ободочная и прямая) и пастель (прямая кишка). Для животных остальных генотипов характерно превалирование доли собственного слоя, особенно хорошо заметное у американских норок генотипов сапфир и паломино.

Очевидно, что обозначенные особенности слизистой оболочки кишечника рассмотренных генотипов американской норки клеточного содержания должны быть связаны с функциональными особенностями органа, что требует дальнейшего изучения данного вопроса.

Литература

1. *Анатомия и физиология животных : учеб. пособие / Н. В. Зеленевский [и др.] ; под ред. Н. В. Зеленевского. – СПб.: Лань, 2019. – 386 с.*
2. *Волосевич, Д. П. Макроморфологические особенности желудка американской норки разных генотипов / Д. П. Волосевич, И. М. Ревякин // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»: научно-практический журнал. – 2018. – Т. 54, вып. 4. – С. 161-164.*
3. *Волосевич, Д. П. Особенности макроморфологии кишечника американской норки различных генотипических окрасов / Д. П. Волосевич, И. М. Ревякин // Экология и животный мир. – 2019. – № 2. – С. 78-82.*
4. *Волосевич, Д. П. Особенности микроморфологии слизистой оболочки желудка у американской норки разных генотипов / Д. П. Волосевич, И. М. Ревякин // Ветеринарный журнал Беларуси. – Витебск, 2019. – № 1 (10). – С. 19-22.*
5. *Гусейнов, Т. С. Дискуссионные вопросы возрастной анатомии тонкой кишки у человека / Т. С. Гусейнов, С. Т. Гусейнова, В. Н. Кудряшова // Морфологические ведомости. – 2015. – № 4. – С. 59-64.*
6. *Жеденов, В. Н. Общая анатомия домашних животных / В. Н. Жеденов // М. : Советская наука, 1958. – 358 с.*
7. *Моса, Шубер Салеха Сахеб. Сравнительная морфологическая характеристика пищеварительного канала зайцеобразных : дис. ... канд. биол. наук : 06.02.01 ; 03.02.04 / Шубер Салеха Сахеб Моса. – М., 2016. – 109 л.*
8. *Ревякин, И. М. Дефекты волосяного покрова норок / И. М. Ревякин, В. А. Герасимчик // Наше сельское хозяйство. – 2015. – № 22. – С. 74-77.*

9. Слесаренко, Н. А. Морфологические преобразования кишечника у клеточной американской норки при алиментарном использовании белкового гидролизата / Н. А. Слесаренко, А. М. Воронин // Известия МААО. – 2018. – Вып. № 40. – С. 165-169.
10. Садовникова, И. К. Материалы по нормальной морфологии тканевых структур желудка и кишечника норки, серебристо-черной лисицы и голубого песца: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.11 / И. К. Садовникова; Казанский гос. вет. инс-т им. Н. Э. Баумана. – Каз., 1973. – 22 с.
11. Трапезов, О. В. Регуляторный эффекты генов поведения и управления окрасочным формообразованием у американских норок (*Mustela vison* Schreber, 1777) / О. В. Трапезов // Вестник ВОГиС. – 2008. – № 1/2. – С. 63-68.