

УДК 636.64.04 (470.56)

ВОЗРАСТНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ АМИНОКИСЛОТНЫХ СОСТАВОВ БЕЛКОВ КОЖИ И ВОЛОСЯНОГО ПОКРОВА ПЕСЦОВ И НОРОК

И.Н. СТАРОВЕРОВА

(ФГОУ ВПО Московская государственная академия ветеринарной медицины
и биотехнологии имени К.И. Скрябина)

Изучено изменение аминокислотного состава белков кожи и кератина волоса в разные фазы постнатального онтогенеза у стандартных норок и серебристых песцов. Показано, что аминокислотные составы белков кожи у песцов и норок схожи между собой и зависят от возраста. Кератины волосяных покровов у песцов и норок мало различаются по аминокислотному составу и не зависят от возраста животных.

Ключевые слова: песец, норка, онтогенез, волосяной покров, кожный покров, аминокислотный состав.

Изменение аминокислотного состава кожного покрова пушных зверей в разные фазы постнатального онтогенеза представляет большой научный и практический интерес, поскольку в этом органе происходит формирование волосяного покрова, также продукта белкового состава, который претерпевает большие изменения с возрастом. В литературе известен ряд работ по исследованию аминокислотного состава кожи и волосяного покрова овец, коз и тюленей. [1 —4]. При этом данных для пушных зверей не найдено. Формирование волосяного и кожного покровов у пушных зверей происходит по определенным закономерностям и в тесной взаимосвязи друг с другом [5]. Изучение возрастной изменчивости аминокислотного состава белков кожного и волосяного покровов пушных зверей необходимо для полного познания их онтогенеза, без знания которого нельзя дать научную основу практическим меро-

приятиям звероводства. Цель работы состояла в изучении закономерностей изменения аминокислотных составов кожного и волосяного покровов в процессе онтогенеза и установлении их межвидовых сходств и различий у разных видов пушных зверей.

Методика

Объектами данного исследования служили самцы серебристых песцов и стандартных норок разного возраста, принадлежащих племзаводу «Салтыковский» Московской обл. Возрастную изменчивость аминокислотного состава волосяного и кожного покровов песцов и норок изучали в разные фазы постнатального онтогенеза: у 30- и 90-суточных щенков, а также у 7-месячных животных с созревшим зимним волосяным покровом и у годовалых зверей в период весенней линьки (на трех особях каждой возрастной группы животных). Волосяные и кожные покровы изучали у

шенков, взятых от здоровых самок, находящихся в период беременности и лактации на полноценном кормлении. Были использованы звери, находящиеся при обычных рационах кормления и условиях содержания. Отбор проб волос и кожи, их подготовка [6], кислотный гидролиз [7] и определение аминокислотного анализа образцов проводили с помощью аминокислотного анализатора Amino Acid Analyzer A0326 (KNAUER, ФРГ). Статистическую обработку результатов измерений проводили для 4-кратной повторяемости образца при $P = 0,95$.

Результаты исследований

В таблице 1 приведены данные по возрастным изменениям аминокислотных составов кожи и волосяного покрова серебристых песцов. В белках кожи серебристых песцов содержалось больше всего глицина, глутаминовой кислоты, аргинина, аспарагиновой кислоты, серина, лизина, аланина, лейцина, треонина, а остальных аминокислот было менее 3%. В аминокислотных составах белков кожи содержание серина изменялось не более чем на 45,8%, аргинина — на 43,7, глутаминовой и аспарагиновой кислот — на 32,9 и 32,7% соответственно, лейцина — на 23,8, аланина — на 21,9, лизина — на 15,4, глицина — на 14,9, треонина — на 8,8% в зависимости от возраста, а общая сумма аминокислот изменялась не более чем на 8,5%. В кератине волос серебристых песцов содержалось больше всего глутаминовой кислоты, серина, глицина, валина, лизина, аспарагиновой кислоты, треонина, аланина, лейцина, аргинина, метионина, а остальных аминокислот содержалось в волосе не более чем 3%. В аминокислотных составах кератина волос содержание аланина изменялось не более чем на 49,2%, глицина — на 25,8, лизина — на 25,5, треонина, аргинина — на 25, лейцина и серина —

на 17, аспарагиновой и глутаминовой кислот — на 16 и 1,6% соответственно в зависимости от возраста, а общая сумма аминокислот изменялась не более чем на 10,4%.

Установлено, что белки кожи по аминокислотному составу значительно отличаются от кератина волоса, превосходят его по таким аминокислотам, как глицин в 2,5-3,3 раза, пролин — в 1,1-2,0, аланин — в 1,1-2,2, аргинин — в 1,5-2,0 раза в зависимости от возраста. Кератин волос превосходил кожу: по количественному соотношению таких аминокислот, как цистеин — в 5,4-11,4 раз, метионин — в 1,8-2,4, валин — в 4,8-7,3 раз, серин — в 1,3-2,2, тирозин — в 1,6-2,3, треонин — в 1,6-2,1, лейцин и изолейцин — в 1,2-2,1 и 1,4-1,7 раза соответственно в зависимости от возраста.

В белках кожи стандартных норок больше всего содержалось тех же аминокислот, что и у серебристых песцов (табл. 2). В возрастных группах содержание аргинина изменялось не более чем на 71,3%, треонина — на 52,2%; лейцина — на 43,2, глицина — на 32,8, аспарагиновой кислоты — на 24,8%, аланина — на 23,6, серина — на 23,0, лизина — 22,4, глутаминовой кислоты — на 13,9%, а общая сумма аминокислот изменялась не более чем на 1%. В кератине волос стандартных норок содержалось больше тех же самых аминокислот, что и в кератине волос серебристых песцов. В возрастных группах животных в аминокислотном составе кератина волос содержание глицина изменялось не более чем на 34%, аспарагиновой кислоты — на 32,2, аргинина — на 30,6, аланина — на 26,7, лейцина — на 20,8, треонина — на 15,5, лизина — на 12,7, глутаминовой кислоты — 10,1, серина — на 7,0%, а общая сумма аминокислот изменялась, не более чем на 14,8%.

Белки кожи норки по аминокислотному составу отличались от кера-

Таблица 1

**Аминокислотный состав (А/М) кожного и волосяного покровов серебристых песцов
(% от сухого вещества)**

А/М	Возраст, мес. (n=3)			
	1	3	7	12
<i>Белки кожной ткани</i>				
Cys	0,14±0,01	0,16±0,01	0,20±0,01	0,18±0,01
Asp	8,13±0,04*	6,49±0,03	6,00±0,03	5,47±0,03
Thr	3,68±0,02	3,73±0,02	3,47±0,02	3,40±0,02
Ser	4,63±0,03	8,54±0,06	8,05±0,06	6,71±0,04
Glu	13,80±0,06	10,85±0,04	10,77±0,04	9,26±0,04
Pro	0,40±0,01	0,39±0,01*	0,41±0,01	0,51±0,01
Gly	29,0±0,4	24,9±0,3	24,6±0,3	28,6±0,4*
Ala	5,71±0,06	6,94±0,07	6,72±0,07*	7,31±0,07
Met	1,72±0,04	2,38±0,06*	2,31±0,06	1,74±0,04*
Val	1,69±0,02	1,83±0,02	1,72±0,02	1,21±0,01
Ile	1,90±0,01	1,41±0,01	1,28±0,01	1,01±0,01
Leu	3,80±0,02	3,95±0,02	4,07±0,02	3,10±0,01
Tyr	1,23±0,01	1,42±0,01	1,50±0,01	1,29±0,01
Phe	1,64±0,01	2,57±0,02*	1,96±0,02	1,71±0,01
His	1,84±0,02*	1,20±0,01	1,09±0,01	1,14±0,01
Lys	7,22±0,17	7,32±0,17*	6,73±0,15	6,19±0,14*
Arg	6,27±0,03	11,14±0,04	8,58±0,03	8,34±0,03
Σ	92,76	95,22	89,5	87,13
<i>Волосяной покров</i>				
Cys	0,75±0,01	1,48±0,01	2,27±0,01	1,63±0,01
Asp	5,16±0,04	5,00±0,04*	4,37±0,04	4,34±0,03
Thr	6,84±0,04	7,51±0,04	5,64±0,03	7,13±0,04
Ser	10,32±0,07	11,11±0,08	12,21±0,08	11,38±0,08
Glu	9,12±0,02	9,08±0,02	9,23±0,02	9,10±0,02
Pro	0,34±0,01	0,34±0,01	0,37±0,01	0,26±0,01
Gly	10,46±0,15	10,16±0,14	9,76±0,14	8,63±0,12
Ala	5,57±0,06	6,08±0,06	3,09±0,03	3,69±0,04
Met	4,13±0,10	4,57±0,11	4,17±0,10	3,50±0,09
Val	8,18±0,08	9,72±0,10	8,84±0,09	8,82±0,09
Ile	2,20±0,01	1,92±0,01	2,64±0,01	1,75±0,01
Leu	6,32±0,03	5,54±0,02	5,54±0,02	5,26±0,02
Tyr	2,89±0,04	2,91±0,04*	2,45±0,04*	2,30±0,03
Phe	2,72±0,02	2,47±0,02	2,51±0,02	2,15±0,02
His	1,14±0,01	1,52±0,01	1,45±0,01	1,13±0,01
Lys	7,61±0,18*	9,3±0,2	8,6±0,2	6,93±0,16*
Arg	4,31±0,02	5,44±0,02	5,34±0,02	4,84±0,02
Σ	88,06	94,15	88,48	82,84

Примечание. Е — общая сумма аминокислот, без учета аммиака в гидролизате; * разница не достоверна (P<0,05).

тина волоса и превосходили его по содержанию глицина в 2,0–3,9 раза; пролина — в 1,1–1,8, аланина — 1,2–2,0, аспарагиновой и глутаминовой кислот — в 1,4–1,6 и 1,1–1,3 раза в зависимости от возраста. Кератин волоса по содержанию аминокислот превосходил кожу по метионину в

1,1–2,0 раза; цистеину — в 1,4–12, валину — в 2,8–6,6, серину — в 1,4–1,8, тирозину — в 1,3–2,3, треонину — в 1,1–2,2 раза в зависимости от возраста.

При сравнении данных, полученных для песцов и норок, видно, что белки кожи у норок и песцов имели

Т а б л и ц а 2

**Аминокислотный состав (А/М) кожного и волосяного покровов стандартных норок
(% от сухого вещества)**

А/М	Возраст, мес. (n=3)			
	1	3	7	12
<i>Белки кожной ткани</i>				
Cys	0,44±0,01	0,51±0,01	0,21±0,01	0,15±0,01
Asp	8,11±0,04	6,89±0,03	6,55±0,03*	6,10±0,03
Thr	6,00±0,03	4,22±0,02	3,95±0,02	2,87±0,02
Ser	7,26±0,05*	7,60±0,05	8,28±0,06	6,39±0,04
Glu	11,35±0,02	11,31±0,02	11,88±0,02	10,23±0,02
Pro	0,37±0,01	0,41±0,01*	0,38±0,01	0,54±0,01
Gly	19,1±0,3	23,19±0,3	21,7±0,3	28,4±0,5*
Ala	7,21±0,07	6,17±0,06	6,67±0,07*	8,08±0,08
Met	2,87±0,07	2,40±0,06*	2,57±0,06	1,82±0,05*
Val	1,36±0,01	1,05±0,01	2,38±0,02	1,51±0,02
Ile	1,93±0,01	1,12±0,01	1,48±0,01	1,07±0,01
Leu	5,83±0,08	4,51±0,06	4,69±0,07	3,31±0,05
Tyr	2,03±0,03	1,68±0,03	1,65±0,03	1,10±0,02
Phe	2,85±0,02	2,58±0,02*	2,18±0,02	1,96±0,02
His	1,84±0,02*	1,51±0,02	1,83±0,02	1,41±0,02
Lys	8,12±0,17	7,48±0,17*	7,15±0,16	6,30±0,14*
Arg	2,36±0,01	7,26±0,03	5,73±0,02	8,21±0,03
Σ	89,02	89,89	89,28	89,47
<i>Кератин волосяного покрова</i>				
Cys	0,63±0,01	2,21±0,01	2,47±0,01	1,80±0,01
Asp	5,78±0,03	5,01±0,03*	4,45±0,02	3,92±0,02
Thr	6,41±0,04	6,65±0,04	5,93±0,03	5,62±0,03
Ser	10,92±0,08	10,47±0,07	11,23±0,08	10,44±0,08
Glu	9,44±0,02	9,90±0,02	9,50±0,02	8,90±0,02
Pro	0,34±0,01*	0,33±0,01	0,33±0,01*	0,30±0,01
Gly	9,73±0,14	11,03±0,15	10,15±0,14	7,27±0,11
Ala	3,79±0,04	5,17±0,05	4,40±0,04	4,01±0,04
Met	3,00±0,08	3,82±0,10	4,33±0,11	3,25±0,09
Val	7,70±0,08	6,93±0,07	6,75±0,07*	5,53±0,06
Ile	1,61±0,01	1,79±0,01	1,73±0,01	1,32±0,01
Leu	5,48±0,08	6,10±0,09	5,90±0,08	4,83±0,08
Tyr	2,61±0,04	2,90±0,04*	2,51±0,03*	2,21±0,04
Phe	2,63±0,02	2,59±0,02	2,70±0,02	2,00±0,02
His	1,24±0,01	1,18±0,01	1,22±0,01	1,05±0,01
Lys	7,61±0,18*	7,20±0,17	7,80±0,18	6,81±0,17*
Arg	7,29±0,03	5,68±0,02	5,27±0,02	6,83±0,03
Σ	86,21	88,96	86,67	76,11

П р и м е ч а н и е . Е — общая сумма аминокислот, без учета аммиака в гидролизате; * разница недо-
стоверна (P<0,05).

схожий аминокислотный состав и со-
держали во всех возрастных группах
больше аланина, пролина, глицина,
глутаминовой и аспарагиновой кис-
лот, а норки еще и аргинина по срав-
нению с кератином волос. Кератины
волос песцов и норок превосходили

белки кожи по содержанию цистеи-
на, треонина, серина, метионина,
валина и тирозина, а норки — еще и
по содержанию изoleyцина, лейци-
на, фенилаланина и лизина во всех
возрастных группах зверей. Возраст-
ные межвидовые различия в амино-

кислотных составах белков кожи у норок и песцов наблюдались по соотношению таких аминокислот, как аспарагиновая и глутаминовая, по содержанию пролина, лизина, аланина, изолейцина не более чем в 1,3 раза; глицина, лейцина, аргинина — не более чем в 1,5 раза; треонина, серина, метионина, валина, тирозина, фенилаланина, гистидина — не более чем в 1,7 раза. Кератин волос серебристых песцов превосходил норок по соотношению таких аминокислот, как изолейцин, лизин и валин, однако уступал по содержанию глутаминовой и аспарагиновой кислот во всех возрастных группах животных. Аминокислотные составы кератинов волос серебристых песцов и стандартных норок различались по количественному соотношению таких аминокислот, как аспарагиновая и глутаминовая кислоты, содержанию серина, пролина, треонина, глицина, лейцина, тирозина, фенилаланина, гистидина, лизина не более чем в 1,3 раза; цистеина, аланина, изолейцина — не более чем в 1,5 раза; валина, аргинина — не более чем в 1,7 раза. Сравнение полученных результатов с результатами аминокислотного состава белков кожи других животных показали значительные межвидовые различия. Так, по содержанию пролина, цистеина, метионина, тирозина, лизина белки кожи тюленя [1] по сравнению с серебристыми песцами и стандартными норками различались более чем в 11 раз, а по содержанию треонина, серина, глицина — в 4–5 раза. Также следует отметить значительные межвидовые различия в аминокислотных составах кожи овец [3] и исследуемых в работе пушных зверей: по содержанию цистеина, глицина, серина, аланина, аргинина — в 6–10 раз; метионина, треонина, лизина — более чем в 4 раза. Значительные межвидовые различия также наблюдались между аминокислотными составами волося-

ных покровов тюленя [1] и пушных зверей. Так, по содержанию серина, валина, аргинина, лизина, метионина кератин волосяного покрова норок и песцов превышал аминокислотный состав волоса тюленя в 13,6–20 раз; 1,7–3 раза; 9–15 и в 3–5 раз соответственно, а по содержанию цистеина и пролина волосяной покров норок и песцов уступал таковому у тюленя более чем в 3 раза и в 10 раз соответственно. Различия по аминокислотным составам кератина волос исследуемых пушных зверей с кератином шерсти овец [2, 3] и козьего пуха [4] составляли по содержанию пролина в 20 раз; метионина — в 4–14 раз; лизина — в 2–4 раза; цистеина — в 3–10 раз; лейцина, изолейцина и тирозина — в 1,5–3 раза; гистидина — в 1,5–2,5 раза. Следует отметить, что возрастные внутривидовые изменения в аминокислотных составах белков кожи у норок и серебристых песцов были более выражены, чем возрастные межвидовые различия. Внутривидовые возрастные изменения аминокислотного состава белков кожи песцов и норок в раннем онтогенезе обусловлены, вероятно, значительными изменениями, протекающими в кожном покрове у этих животных в процессе его формирования. Различия в аминокислотном составе белков кожного покрова месячных зверей от других возрастных групп, по-видимому, объясняются глубокой перестройкой дермы от мезенхимной стадии на десмокальную и образованием ее волокнистой структуры [5]. Различия в аминокислотных составах белков кожи у 3-месячных зверей от других возрастных групп, вероятно, связаны с дальнейшими изменениями дермы, созреванием коллагена, уплотнением и изменением вязи и морфоструктуры пучков коллагеновых волокон [5]. Возрастные различия в содержании белков зрелого кожного покрова у 7- и 12-месячных зверей выражены сильнее, чем межвидовые,

вероятно, в связи с изменениями морфоструктуры кожи, связанными с ее функциональным состоянием, для улучшения функционирования которой используют продуценты серусодержащих аминокислот [8], а также минеральные вещества [9].

Исследования показали, что общая сумма аминокислот кератина зрелого зимнего волосяного покрова у норок и серебристых песцов больше по сравнению с кератином волосяного покрова во время весенней линьки. У песцов этот показатель снижается менее значительно, чем у норки (на 6,5% у песца против 12,2% у норки). Этот факт, по-видимому, объясняется процессами деструкции кератина волос под действием внешних условий среды. Поскольку, как известно, процесс формирования кератина заканчивается в волосяных фолликулах, и никакого дополнительного включения аминокислот в состав волоса не происходит [3]. После формирования волосяного покрова у пушных зверей наблюдается обратное явление — разрушение белков кератина волоса, приводящее к уменьшению содержания большинства аминокислот и их общего состава. Причем деструкция кератина волос норки,

вероятно, происходит интенсивнее, чем у серебристых песцов, обладающих гораздо более густым и длинным мехом, обеспечивающим лучшие защитные свойства большей части волос от воздействия внешних факторов среды по сравнению с норкой.

Выводы

1. Аминокислотные составы белков кожи у норок и песцов схожи между собой и изменяются с возрастом.
2. Межвидовые различия в аминокислотных составах кератина волос у норок и песцов менее выражены, чем возрастные внутривидовые различия.
3. Кератин волосяных покровов у норок и песцов имеет сходный аминокислотный состав, который мало зависит от возраста животного.
4. Общая сумма аминокислот кератина зрелого зимнего волосяного покрова у норок и серебристых песцов больше по сравнению с кератином волосяного покрова во время весенней линьки, по-видимому, вследствие деструкции кератина, которая у норки идет интенсивнее, чем у песца.

Автор статьи благодарен сотруднику фирмы БиоХимМАК СТ А.Д. Предельскому за оказанную помощь в работе.

Рецензент — к. б. н. В.И. Федотенков

Библиографический список

1. *Горячева М.М.* Строение и свойства невыделанных шкур тюленей // Вопросы улучшения качества и рационального использования сырья животного происхождения и продуктов животноводства: Сб. науч. тр. М.: МВА, 1988. С. 22-26.
2. *Злыднев Н.З.* Свободные аминокислоты кожи ягнят при различном уровне в рационах лизина и серосодержащих аминокислот // Повышение продуктивности и племенных качеств с.-х. животных: Сб. науч. тр. Ставрополь: СНИИЖК, 1999. С. 4-9.
3. *Вениаминов А.А.* Повышение шерстной продуктивности овец. М.: Колос, 1976. С. 166-167.
4. *Петров Н.И.* Аминокислотный состав и качество козьего пуха // Зоотехния, 1997. № 1. С. 28-29.
5. *Еремеева К.М.* Возрастные изменения кожного и волосяного покровов пушных зверей: Автореф. канд. дис. М.: МВА, 1952.
6. Определение химических элементов в биологических средах и препаратах методами атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой и масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой: Методические указания. М.: Федеральный центр госсанпиднадзора Минздрава России, 2003.

7. Тутельян В.А. Руководство по методам анализа качества и безопасности пищевых продуктов. М.: "Брандес'Медицина", 1998. С. 43-46.

8. Тинаев Н.Н. Влияние продуцентов серусодержащих аминокислот на качество шкурок песцов // Современные проблемы и методы экологической физиологии и патологии млекопитающих, введенных в зоокультуру: Материалы международного симпозиума (23-25 сентября 2009 г., Петрозаводск, республика Карелия, Россия). Петрозаводск, 2009. С. 241-246.

9. Староверова И.Н. Определение минерального дефицита у пушных зверей // Доклады РАСХН, 2010. № 3. С. 41-43.

SUMMARY

Changes in both amino acidic skin protein composition and hair keratin at various phases of postnatal ontogenesis have been investigated both in standard minks and in silvery Arctic foxes. Amino acid skin protein compositions in both minks and silvery Arctic foxes proved to be similar, depending on animals' age only.

Key words: polar fox, mink, ontogenesis, hair coat, cutaneous covering, amino acidic composition.

Староверова Ирина Николаевна — к. х. н. Эл. почта: staroverov@bcmst.ru