DOI: 10.32743/UniChem.2025.137.11.21135

ИЗУЧЕНИЕ АМИНОКИСЛОТНОГО И МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА ШЕРСТИ *Oryctolagus cuniculus domesticus*

Маматов Зафар Мамаджанович
докторант кафедры химии
Ферганского государственного университета,
Республика Узбекистан, г. Фергана

Ибрагимов Алиджан Аминович
д-р хим. наук, профессор кафедры химии
Ферганского государственного университета,
Республика Узбекистан, г. Фергана

Назаров Отабек Мамадалиевич
д-р философии по химическим наукам (PhD), доцент кафедры химии
Ферганского государственного университета,
Республика Узбекистан, г. Фергана
E-mail: bek.nazar.2070@mail.ru

Амирова Тойирахон Шералиевна
д-р философии по химическим наукам(PhD), доцент кафедры химии
Ферганского государственного университета,
Республика Узбекистан, г.Фергана

STUDY OF THE AMINO ACID AND MINERAL COMPOSITION OF THE HAIR OF *Oryctolagus cuniculus domesticus*

Mamatov Zafar
Doctoral student, Department of chemistry
Fergana State University,
Uzbekistan, Fergana

Ibragimov Alijan
Doctor of chemistry, Professor, Department of chemistry
Fergana State University,
Uzbekistan, Fergana

Nazarov Otabek
PhD, Associate Professor, Department of chemistry
Fergana State University,
Uzbekistan, Fergana

Amirova Toyiraxon
PhD, Associate professor, Department of chemistry,
Fergana State University,
Uzbekistan, Fergana

АННОТАЦИЯ

Изучен аминокислотный и минеральный состав белков шерсти домашнего кролика (*Oryctolagus cuniculus domesticus*). Методом ВЭЖХ определено содержание 17 из 20 аминокислот, общая масса которых составила 222,944 г. Наибольшее количество выявлено для пролина, гистидина, глутаминовой и аспарагиновой кислот, а также глицина. Общее содержание незаменимых аминокислот — 83,72 г (37,55%). Минеральный состав определён методом ИСП-МС; установлено содержание 59 элементов, общее количество — 6454,584 мг/кг. Среди макроэлементов преобладают калий, натрий, кальций, фосфор и магний (93,08%). Основными микроэлементами

Библиографическое описание: ИЗУЧЕНИЕ АМИНОКИСЛОТНОГО И МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА ШЕРСТИ Oryctolagus cuniculus domesticus // Universum: химия и биология : электрон. научн. журн. Маматов З.М. [и др.]. 2025. 11(137). URL: *https://7universum.com/ru/nature/archive/item/21135*

являются медь, железо и алюминий. Полученные результаты свидетельствуют о высоком биохимическом потенциале шерсти кролика.

ABSTRACT

The amino acid and mineral composition of rabbit hair proteins (*Oryctolagus cuniculus domesticus*) was studied. Using HPLC, 17 out of 20 amino acids were identified, with a total mass of 222.944 g. The highest amounts were found for proline, histidine, glutamic acid, aspartic acid, and glycine. The total content of essential amino acids was 83.72 g (37.55%). The mineral composition was determined by ICP-MS, revealing 59 elements with a total concentration of 6454.584 mg/kg. The predominant macroelements were potassium, sodium, calcium, phosphorus, and magnesium (93.08%). The main microelements were copper, iron, and aluminum. The results indicate a high biochemical potential of rabbit hair proteins.

Ключевые слова: домашний кролик, *Oryctolagus cuniculus domesticus*, аминокислотный состав, белки шерсти, ВЭЖХ, минеральный состав, ИСП-МС, макроэлементы, микроэлементы, биохимический анализ.

Keywords: domestic rabbit, *Oryctolagus cuniculus domesticus*, amino acid composition, hair proteins, HPLC, mineral composition, ICP-MS, macroelements, microelements, biochemical analysis.

Введение

Домашний кролик (*Oryctolagus cuniculus domesticus*) одомашненная форма европейского кролика, относится к роду Кроликовые (*Oryctolagus)* семейства Зайцевые (*Leporidae)*[1,2]. Во всём мире кроликов разводят для получения мяса, шерсти и шкур, а также в качестве лабораторного и как домашнего животного [3,4]. Благодаря селекцию удалось получить кролики разного размера и веса. Новозеландская и Калифорнийская породы выращиваются для получения мяса[5]. Для получения шерсти используются крупные ангорские кролики[6]. Кролики Рекс являются основной породой для получения меха[7]. Кролики излюбленный объект для исследования воздействия веществ и стимулов на мужскую репродуктивную систему, также используются при изучении бронхиальной астмы, инсульта, диабета и рака [7, 8, 9, 10, 11]. Одновременно с этим также проводятся эксперименты по исследованию химического состава шерсти кролика. Исследован жирнокислотный состав жировой покрови шерсти кроликов методом ГХ. В изученных образцах преобладют ненасыщенные жирные кислоты (48-54%). Ненасыщенные жирные кислоты представлены мононенасыщенными и полиненасыщенными жирными кислотами. Основными ω-3ненасыщенными жирными кислотами являются α-линоленовая кислота, эйкозапентеновая кислота и докозагексаеновая кислота, а ω-6 ненасыщенные жирные кислоты представлены линолевой кислотой, γ-линоленовой кислотой и арахидиновой кислотой [12]. Минеральный состав шерсти кролика изучен методом атомно-абсорбционной спектроскопии. Определены содержания цинка, хрома, магния, марганца, железа, кобальта и марганца [13]. Анализ литературных данных показывает, что химический состав шерсти кроликов недостаточно изучен.

Целью данного исследования является изучение аминокислотного и минерального состава шерсти кроликов вырашиваемых в Ферганской области Республики Узбекистан.

Материалы и методы

Определение аминокислотных остатков. Осаждение белковипептидов водного экстракта образца проводили в центрифужных стаканах. Для этого к 1 мл исследуемого образца добавляли по 1,00 мл 20%-ного водного раствора трихлоруксусной кислоты и оставляли на 10 минут. Затем осадок отделяли центрифугированием при 8000 об/мин в течение 15 минут. Отделив 0,1 мл супернатанта, лиофильно высушивали. Гидролизат упаривали, сухой остаток растворяли в смеси триэтиламин-ацетонитрил-вода (1:7:1) и высушивали. Эту операцию повторяли дважды для нейтрализации кислоты. Реакцией с фенилтиоизоцианатом получали фенилтиокарбамоилпроизводные (ФТК) аминокислот [14]. Идентификацию производных аминокислот проводили методом ВЭЖХ (Рис 1).

Условия ВЭЖХ: хроматограф Agilent Technologies 1200 с DAD детектором, колонке 75x4.6 mm Discovery HS C_{18}. Раствор А: 0,14М CH_3COONa + 0,05% ТЭА pH 6,4, В:CH_3CN. Скорость потока 1,2 мл/мин, поглощение 269нм. Градиент %В/мин: 1-6%/0-2.5мин; 6-30%/2.51-40мин; 30-60%/40,1-45мин; 60-60%/45,1-50мин; 60-0%/50,1-55мин. Полученные результаты представлены в таблице 1.

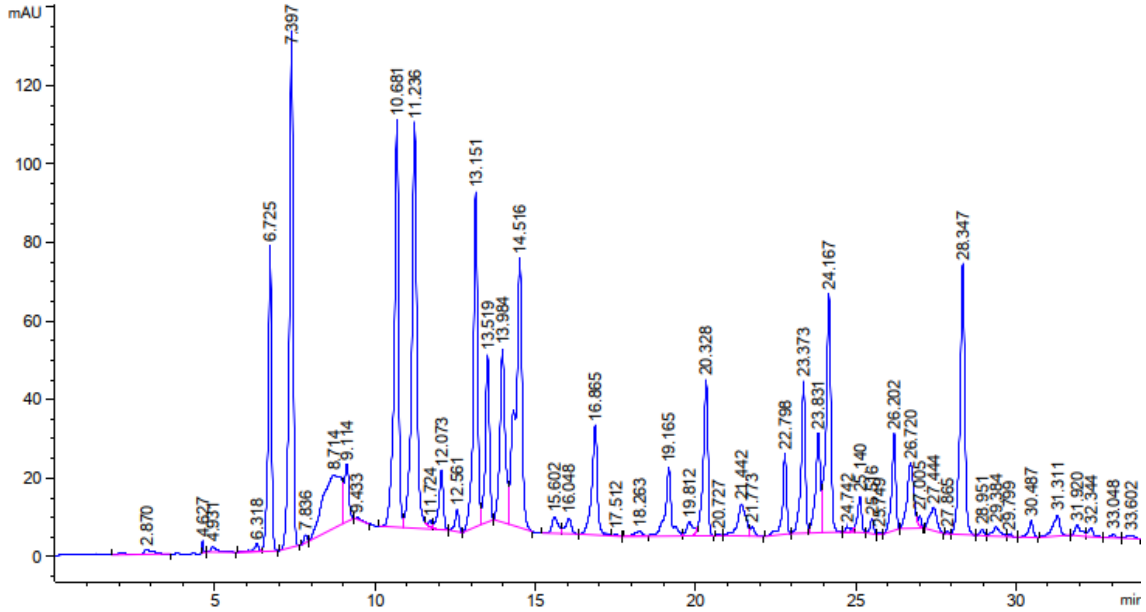

Рисунок 1. Хроматограмма ФТК-производных аминокислот

Определение минерального состава. Точную навеску исследуемого вещества (0,0500 г) взвешивали на аналитических весах и переносили в тефлоновые автоклавы. Затем в автоклавы добавляли соответствующее количество концентрированной азотной кислоты (х.ч.) и перекиси водорода (х.ч.). Автоклавы плотно закрывали и помещали в прибор микроволнового разложения *Berghof* с программным обеспечением MWS-3+. После разложения содержимое автоклавов количественно переносили в мерные колбы на 100 мл и доводили объём до метки 0,5%-ным раствором азотной кислоты. Определение исследуемого вещества проводили на приборе ИСП-МС NEXION-2000. После получения данных прибор автоматически вычислял истинное количественное содержание элемента в образце и отображал результат в мг/кг или мкг/г с указанием пределов ошибки (RSD, %) [15, 16]. Полученные результаты представлены в таблице 2.

Обсуждение результатов

Аминокислотный состав белков шерсти кролика изучено методом ВЭЖХ. В ходе анализов из двадцати белоксодержащих аминокислот было определено содержание 17 аминокислот (Табл. 1). Общая масса аминокислот составило 222,944 мг/г. Содержание аминокислот увеличивается в следующем порядке: аргинин < валин < цистеин < фенилаланин < метионин < изолейцин < тирозин < лизин < аланин < серин < треонин < лейцин < глицин < аспарагиновая кислота < глутаминовая кислота < гистидин < пролин. Шерсть кролика характеризуется высоким содержанием пролина, гистидина, глутаминовой кислоты, аспарагиновой кислоты и глицина. В совокупности пролин, гистидин, глутаминовая и аспарагиновая кислоты, а также глицин обеспечивают механическую прочность и упругость шерсти, стабильность пространственной структуры белков и высокую стойкость к физико-химическим воздействиям (нагревание, влажность, окисление). Кроме, триптофана определены содержание всех незаменимых аминокислот. Общее количество незаменимых аминокислот составило 83,72 (37,55%) граммов.

Таблица 1.

Аминокислотный состав шерсти кролика

Аминокислота	Концентрация, мг/г	Аминокислота	Концентрация, г/гр
Аспарагиновая к-та	25.442	Пролин	29.221
Глутаминовая к-та	27.946	Тирозин	5.932
Серин	12.559	Валин	2.865
Глицин	22.305	Метионин	5.036
Аспарагин	0.000	Гистидин	28.842
Глутамин	0.000	Изолейцин	5.628
Цистеин	3.061	Лейцин	15.326
Треонин	14.173	Триптофан	0.000
Аргинин	2.437	Фенилаланин	3.763
Аланин	10.321	Лизин	8.087

Содержание незаменимых аминокислот увеличивается в следующем порядке: валин < фенилаланин < метионин < изолейцин < лизин < треонин < лейцин < гистидин. Гистидин составляет 34,45% незаменимых аминокислот. Минеральный состав аминокислот анализирован методом ИСП-МС. Изучено содержание 59 элементов. Общее содержание элементов составило 6454,584 мг/кг (Табл.2). Определены содержания следующих макроэлементов: калий, натрий, кальций, фосфор и магний. Общее содержание макроэлементов составило 6008 мг/кг (93,08%).

Таблица 2.

Элементный состав шерсти кролика

Элемент	Концентрация, мг/кг	Элемент	Концентрация, мг/кг
Литий(Li)	3,1	Рубидий(Rb)	2,38
Бериллий(Be)	0,026	Стронций(Sr)	7,41
Бор(B)	3,02	Иттрий(Y)	0,038
Натрий(Na)	1159	Ниобий(Nb)	0,014
Магний(Mg)	255	Молибден(Mo)	0,204
Алюминий(Al)	86,7	Серебро(Ag)	1,26
Фосфор(P)	449	Кадмий(Cd)	0,041
Калий(K)	3242	Олово(Sn)	0,056
Кальций(Ca)	903	Сурьма(Sb)	0,155
Скандий(Sc)	0,024	Цезий(Cs)	0,31
Титан(Ti)	6,38	Барий(Ba)	3,08
Ванадий(V)	0,207	Лантан(La)	0,056
Хром(Cr)	1,25	Церий(Ce)	0,11
Марганец(Mn)	2,82	Празеодим(Pr)	0,012
Железо(Fe)	122	Неодим(Nd)	0,053
Кобальт(Co)	1,39	Гафний(Hf)	0,015
Никел(Ni)	11,1	Вольфрам(W)	0,02
Медь(Cu)	192	Свинец(Pb)	0,859
Цинк(Zn)	0,059	Висмут(Bi)	0,034
Галлий(Ga)	0,143	Торий(Th)	0,020
Мышьяк(As)	0,215	Уран(U)	0,023

Содержание макроэлементов увеличивается в следующем порядке: магний < фосфор < кальций < натрий < калий.

Основными микроэлементами обнаруженными являются медь, железо, алюминий, никель, стронций, титан, литий, бор, марганец, рубидий, кобальт, серебро и хром. Содержание меди, железа и алюминия намного выше чем остальные микроэлементы. Медь, железо и алюминий в структуре шерсти животных обеспечивают каталитическую активность ферментов, участвующих в формировании белков кератина, укрепление структуры волокон за счёт ионных взаимодействий и сшивок белков, а также влияют на цвет, блеск и механические свойства шерсти. Содержание следуюших элементов в образце было ниже предела обнаружения или измерения, установленного для данного метода:Se(< 0,5); Te (< 0,3); Pt, Au (< 0,05);Ta (< 0,04); Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Re, Tl (< 0,01). Из токсичных элементов обнаружены мышьяк, кадмий и свинец. Обнаруженные концентрации тяжёлых металлов в шерсти животных — мышьяка (0,215 мг/кг), кадмия (0,041 мг/кг) и свинца (0,859 мг/кг) - указывают на наличие токсикологических следов воздействия загрязнённой среды. Таким образом, выявленные концентрации показывают, что животные подвергались умеренному техногенному воздействию тяжёлых металлов**,** отражающему экологическое состояние среды обитания. Шерсть в данном случае выступает надёжным биоиндикатором загрязнения и может использоваться для мониторинга накопления токсичных элементовв экосистеме.

Выводы

Проведённое исследование позволило установить аминокислотный и минеральный состав шерсти *Oryctolagus cuniculus domesticus*, выращиваемых в условиях Ферганской области Республики Узбекистан. В белках шерсти идентифицировано 17 аминокислот, среди которых преобладают пролин, гистидин, глутаминовая и аспарагиновая кислоты, а также глицин, определяющие структурную прочность и функциональные свойства кератиновых волокон. Минеральный анализ выявил наличие 59 элементов, среди которых наиболее значимыми являются магний, фосфор, кальций, натрий, калий, медь, железо и алюминий. Эти элементы отражают сбалансированный минеральный обмен и адекватные условия кормления животных. Обнаруженные умеренные количества токсичных элементов свидетельствуют о благоприятной экологической обстановке региона и низком уровне техногенного воздействия. Полученные данные могут служить основой для дальнейших исследований биохимических особенностей шерсти и оценки влияния региональных факторов на её состав и качество.

Список литературы:

1. Irving-Pease E.K., Frantz L.A.F., Sykes N., Callou C., Larson G**.** Rabbits and the specious origins of domestication // Trends in Ecology & Evolution. – 2018. – Vol. 33, № 3. – P. 149–152.
2. Dorożyńska K., Maj D. Rabbits – their domestication and molecular genetics of hair coat development and quality // Animal Genetics. – 2021. – Vol. 52, № 1. – P. 10–20.
3. Davis S. Stories Rabbits Tell. – New York: Lantern Books, 2003. – 268 p.
4. Cullere M., Dalle Zotte A. Rabbit meat production and consumption: State of knowledge and future perspectives // Meat Science. – 2018. – Vol. 143. – P. 137–146.
5. Siddiqui S.A., Gerini F., Ikram A., Saeed F., Feng X., Chen Y. Rabbit meat—production, consumption and consumers' attitudes and behavior // Sustainability. – 2023. – Vol. 15, № 1. – P. 2008.
6. Onal L., Korkmaz M., Tutak M. Relations between the characteristics of Angora rabbit fibre // Fibers and Polymers.– 2007. – Vol. 8, № 2. – P. 198–204.
7. Rabbit Breeds, Rabbit Production**.** – 10 ed. – Wallingford (UK): CABI, 2022. – P. 23–28.
8. Morton D. The use of rabbits in male reproductive toxicology // Environmental Health Perspectives. – 1988. – Vol. 77. – P. 5–9.
9. Keir S., Page **C.** The rabbit as a model to study asthma and other lung diseases // Pulmonary Pharmacology & Therapeutics. – 2008. – Vol. 21, № 5. – P. 721–730.
10. Wang J., Wan R., Mo Y., Zhang Q., Sherwood L.C., Chien S. Creating a long-term diabetic rabbit model // Experimental Diabetes Research. – 2010. – Vol. 2010. – Article ID 289614.
11. Oshiro H. The role of the lymphatic system in rabbit models for cancer metastasis research: a perspective from comparative anatomy // Okajimas Folia Anatomica Japonica. – 2014. – Vol. 91, № 2. – P. 25–28.
12. Roman K., Wilk M., Książek P., Czyż K., Roman A. The effect of the season, the maintenance system and the addition of polyunsaturated fatty acids on selected biological and physicochemical features of rabbit fur // Animals.– 2022. – Vol. 12, № 8. – P. 971.
13. Boiko O., LesykYa., Bashchenko M., Honchar O., Denys H., Grabovska O., Luchka I. Zinc citrate influence on the concentration of some macro- and microelements in rabbit body tissues // Studia Biologica. – 2022. – Vol. 16, № 4.– P. 45–58.
14. Карабаева Р.Б., Ибрагимов А.А., Назаров О.М. Определение содержания химических элементов и аминокислот в Prunus persica var. Nectarina // Universum: химия и биология. – 2020. – № 9 (75). – С. 15–18.
15. Расулова М.О., Назаров О.М., Амирова Т.Ш. Определение содержания макро- и микроэлементов в различных видах кожи методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой // Universum: химия и биология. – 2022. – Т. 6, № 2 (96). – С. 18–22.
16. Mirzabdullaeva D., Nazarov O. Investigation of the mineral composition of the plant Prúnus armeníaca L.I nductively coupled plasma mass spectrometry//Scientific journal of the Fergana State University. – 2023. – №.1.– C. 126.