

Научная статья/Research Article

УДК 636.294:637

DOI: 10.36718/1819-4036-2024-9-179-184

**Анна Ивановна Королькова<sup>1</sup>, Мария Георгиевна Кротова<sup>2</sup>, Ирина Николаевна Гришаева<sup>3</sup>, Алексей Анатольевич Неприятель<sup>4</sup>, Иван Сергеевич Белозерских<sup>5</sup>**

1,2,3,4,5Федеральный Алтайский научный центр агробιοтехнологий, Барнаул, Россия

1,2,3,4,5otdel\_wniipo@mail.ru

### **КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ И КАЧЕСТВЕННЫЙ АМИНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ ЭКСТРАКТОВ ИЗ МЯСА И ВТОРИЧНОЙ ПРОДУКЦИИ МОЛОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

*Цель исследования – определение аминокислотного состава экстрактов из мяса гидролизованного пахтой, сыворотками подсырной и творожной. Задачи: изучение качественного аминокислотного состава; определение количественного аминокислотного состава. Объект исследования – мясо марала и второстепенная продукция молочного производства (пахта, сыворотки подсырная и творожная). Экстракты были приготовлены в лаборатории переработки и сертификации пантовой продукции отдела «Всероссийский научно-исследовательский институт пантового оленеводства» ФГБНУ ФАНЦА (Алтайский край, г. Барнаул) в 2023 г. Экстракты были получены в поле ультразвука при 37 кГц, соотношении сырья 1 : 10 в комплексе с протеолитическими ферментами. В ходе опыта были получены шесть вариантов образцов в трех повторениях. Определение качественного и количественного аминокислотного состава проведено с помощью высокожидкостного хроматографа Shimadzu Prominence LC-20 с диодно-матричным детектированием, стандартных образцов аминокислот фирмы Sigma (Германия). По результатам исследования образцы, полученные при сочетании мяса марала и вторичных продуктов молочного производства, обогащены 19 аминокислотами. При анализе вторичных продуктов молочного производства установлено, что в подсырной сыворотке выявлено 13 аминокислот, творожной сыворотке – 16 и пахте – 17 аминокислот. Максимальная общая сумма обнаруженных аминокислот в образцах из мяса, экстрагированного в пахте, составила 5,39 г, в т. ч. 2,55 г приходится на заменимые, а 2,84 г – на незаменимые аминокислоты. Применение сывороток в качестве экстрагентов имело отличие по набору аминокислот, но не превышало количественного аминокислотного значения образца из пахты и мяса марала.*

**Ключевые слова:** мясо, творожная, подсырная сыворотки, пахта, экстракция, аминокислота, количественный состав, качественный состав

**Для цитирования:** Количественный и качественный аминокислотный состав экстрактов из мяса и вторичной продукции молочного производства / А.И. Королькова [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2024. № 9. С. 179–184. DOI: 10.36718/1819-4036-2024-9-179-184.

**Anna Ivanovna Korolkova<sup>1</sup>, Maria Georgievna Krotova<sup>2</sup>, Irina Nikolaevna Grishaeva<sup>3</sup>,**

**Alexei Anatolievich Nepriyatel<sup>4</sup>, Ivan Sergeevich Belozerskikh<sup>5</sup>**

1,2,3,4,5Federal Altai Scientific Center of Agrobiotechnology, Barnaul, Russia

1,2,3,4,5otdel\_wniipo@mail.ru

### **QUANTITATIVE AND QUALITATIVE AMINO ACID COMPOSITION OF EXTRACTS FROM MEAT AND SECONDARY PRODUCTS OF DAIRY PRODUCTION**

*The aim of the study is to determine the amino acid composition of extracts from meat hydrolyzed with buttermilk, cheese whey and curd whey. Objectives: to study the qualitative amino acid composition; to determine the quantitative amino acid composition. The object of the study is maral meat and secondary*

---

© Королькова А.И., Кротова М.Г., Гришаева И.Н., Неприятель А.А., Белозерских И.С., 2024

Вестник КрасГАУ. 2024. № 9. С. 179–184.

Bulliten KrasSAU. 2024;(9):179–184.

dairy products (buttermilk, cheese whey and curd whey). The extracts were prepared in the laboratory for processing and certification of antler products of the department of the All-Russian Research Institute of Deer Antler Husbandry of the Federal State Budgetary Scientific Institution of the Federal Antimonopoly Service of Russia (Altai Region, Barnaul) in 2023. The extracts were obtained in an ultrasound field at 37 kHz, a raw material ratio of 1 : 10 in combination with proteolytic enzymes. During the experiment, six sample variants were obtained in three repetitions. The qualitative and quantitative amino acid composition was determined using a Shimadzu Prominence LC-20 high-liquid chromatograph with diode-matrix detection and standard amino acid samples from Sigma (Germany). According to the results of the study, the samples obtained by combining maral meat and by-products of dairy production were enriched with 19 amino acids. When analyzing the by-products of dairy production, it was found that 13 amino acids were found in cheese whey, 16 in curd whey and 17 amino acids in buttermilk. The maximum total amount of amino acids detected in the samples from meat extracted in buttermilk was 5.39 g, including 2.55 g of replaceable and 2.84 g of essential amino acids. The use of whey as extractants had a difference in the set of amino acids, but did not exceed the quantitative amino acid value of the sample from buttermilk and maral meat.

**Keywords:** meat, curd whey, cheese whey, buttermilk, extraction, amino acid, quantitative composition, qualitative composition

**For citation:** Quantitative and qualitative amino acid composition of extracts from meat and secondary products of dairy production / A.I. Korolkova [et al.] // Bulliten KrasSAU. 2024;(9): 179–184 (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2024-9-179-184.

**Введение.** В последние годы, следуя мировой тенденции, в России наблюдается повышенный интерес к функциональным продуктам. Связано это с тем, что люди стали больше заботиться о своем здоровье и осознавать важность правильного питания. Начинает постепенно формироваться рынок функциональных продуктов, которые обогащены биологически активными веществами [1, 2].

Сырье пантового оленеводства по своим свойствам может конкурировать и занять лидирующее место в функциональных продуктах, это связано с его уникальностью. Биологически активные вещества, содержащиеся во вторичных продуктах молочного производства, обладают также уникальными свойствами, которые делают их ценными компонентами функциональных продуктов [3, 4].

При сочетании вторичных продуктов молочного производства и сырья маралов пищевые продукты обогащаются различными биологически активными веществами, такими как аминокислоты, витамины, минералы и другие соединения, которые обладают питательными и физиологическими свойствами. Функциональные продукты имеют не только хорошие вкусовые показатели, но и энергетическую ценность, а входящие пищевые компоненты легко усваиваются организмом.

При этом в литературных источниках отсутствует информация об исследованиях аминокислотного состава экстрактов, полученных путем экстрагирования мяса марала с вторичными продуктами молочного производства.

**Цель исследований** – изучить аминокислотный состав экстрактов из мяса и вторичной продукции молочного производства.

**Задачи:** изучить качественный аминокислотный состав экстрактов из мяса и вторичной продукции молочного производства; определить количественный аминокислотный состав экстрактов из мяса и вторичной продукции молочного производства.

**Объекты и методы.** В качестве объектов исследования были взяты экстракты из мяса маралов с вторичными продуктами молочного производства.

В рамках госзадания (ГЗ 0534-2021-0009) в 2023 г. проведена научно-исследовательская работа и получены следующие образцы:

- образец № 1 – подсырная сыворотка (ГОСТ 34352-2017 «Сыворотка молочная – сырье. Технические условия»);
- образец № 2 – экстракт, полученный в ультразвуковой установке (37 кГц) из мяса марала, экстрагированного в сыворотке подсыр-

ной при соотношении сырья 1 : 10 с протеолитическими ферментами при температуре 37 °С;

- образец № 3 – пахта (ГОСТ 34354-201 «Пахта и напитки на ее основе. Технические условия»);

- образец № 4 – экстракт, полученный в ультразвуковой установке (37 кГц) из мяса марала, экстрагированного в пахте при соотношении сырья 1 : 10 с протеолитическими ферментами при температуре 37 °С;

- образец № 5 – сыворотка творожная (ГОСТ 34352-2017 «Сыворотка молочная – сырье. Технические условия»);

- образец № 6 – экстракт, полученный в ультразвуковой установке (37 кГц) из мяса марала, экстрагированного в сыворотке творожной при соотношении сырья 1 : 10 с протеолитическими ферментами при температуре 37 °С.

Аминокислотный анализ проводили с применением жидкостной хроматографии на Shimadzu Prominence LC-20, (Япония), длина волны – 254 нм), хроматографическая колонка 250×4.6 мм MZ-Analysentechnik GmbH C18, 5 мкм (США). Режим градиента: расход элюента 1,1 мл/мин; температура термостата колонки – 40–60 °С; 6 молярный раствор ацетата натрия с рН 5,5, 1 %; раствор изопропилового спирта в ацетонитриле и 6 молярного раствора ацетата натрия с рН 4,05.

Аминокислотные стандартные образцы фирмы Sigma (Германия): аспарагин, глутамин, оксипролин, серин, глицин, гистидин, аргинин, треонин, аланин, пролин, тирозин, валин, лизин, изолейцин, лейцин, фенилаланин, метионин, цистин и цистеин, а также дистиллированную воду, ацетонитрил о.с.ч. («Криохром», Россия), о.с.ч. изопропиловый спирт («Вектон», Россия),

о.с.ч. ацетат натрия, фенилизотиоцианат (ФИТЦ) («Реаторг», Россия), о.с.ч. соляную кислоту и гидроксид натрия [5, 6].

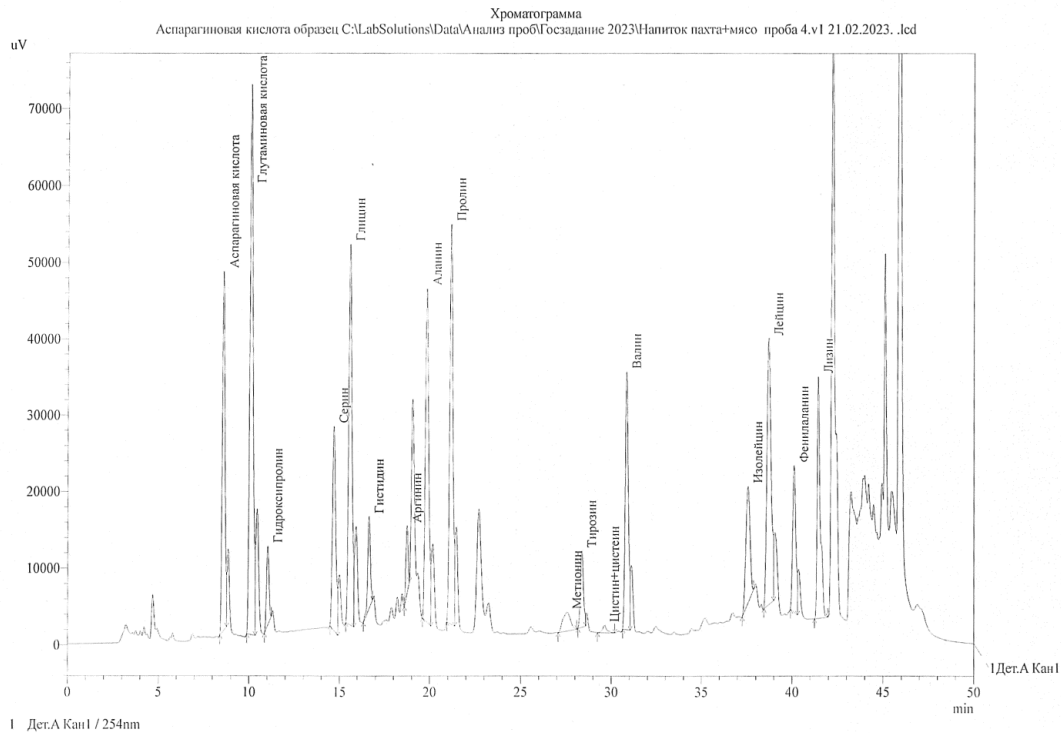
Аминокислотный состав анализировали по методике М-02-902-142-07 «Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методика выполнения измерений массовой доли аминокислот методом высокоэффективной жидкостной хроматографии» (ООО «АНАЛИТ») (СПб., 2007).

Статистическую обработку данных провели с использованием программного обеспечения MS Excel.

**Результаты и их обсуждение.** В результате проведенных исследований определен качественный аминокислотный состав экстрактов из мяса марала, полученных при использовании в качестве экстрагента вторичной продукции молочного производства с добавлением протеолитических ферментов (рис.).

В образцах № 1, 3 и 5 из вторичных продуктов молочного производства (пахта, подсырная и творожная сыворотки) выявлено 13, 17 и 16 аминокислот соответственно. В экстрактах из сочетания мяса и вторичных продуктов молочного производства идентифицировано 19 заменимых и незаменимых аминокислот. Незаменимые аминокислоты: метионин, фенилаланин, лизин, треонин, триптофан, валин, лейцин, изолейцин, аргинин, гистидин. Заменимые аминокислоты: аспарагиновая и глутаминовая кислоты, аланин, гидроксипролин, пролин, глицин, серин, цистин, тирозин.

Обобщенные результаты качественного и количественного аминокислотного состава экстрактов, полученных из мяса марала с применением вторичной продукции молочного производства, представлены в таблице.



Электрофореграмма аминокислотного состава экстракта из мяса и пахты

**Аминокислотный состав образцов из мяса маралов, г/100 г**

Показатель	Номер образца					
	1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6	7
Аспарагиновая кислота	0,05	0,26	0,24	0,35	0,04	0,20
Аланин	–	0,22	0,10	0,25	0,04	0,10
Глутаминовая кислота	0,10	0,52	0,67	0,84	0,12	0,35
Гидроксипролин	–	0,04	–	0,05	–	0,003
Пролин	0,05	0,17	0,24	0,30	0,04	0,10
Глицин	–	0,17	0,05	0,25	–	0,10
Серин	0,05	0,13	0,14	0,25	0,04	0,10
Цистин	0,02	0,02	0,12	0,11	0,03	0,02
Тирозин	0,05	0,09	0,14	0,15	0,04	0,10
Метионин	0,02	0,02	0,08	0,14	0,04	0,02
Фенилаланин	–	0,09	0,24	0,25	0,04	0,10
Лизин	0,05	0,26	0,29	0,44	0,04	0,15
Треонин	0,02	0,39	–	0,44	–	0,40
Триптофан	0,10	0,10	0,02	0,03	0,10	0,09
Валин	–	0,13	0,19	0,25	0,04	0,10
Лейцин	0,10	0,31	0,58	0,64	0,08	0,30
Изолейцин	0,05	0,13	0,24	0,30	0,04	0,10
Аргинин	0,05	0,13	0,10	0,20	0,04	0,10
Гистидин	–	0,13	0,10	0,15	0,04	0,10

1	2	3	4	5	6	7
Сумма заменимых аминокислот	0,32	1,62	1,7	2,55	0,35	1,05
Сумма незаменимых аминокислот	0,61	1,69	1,84	2,84	0,46	1,46
Общая сумма аминокислот	0,93	3,31	3,54	5,39	0,81	2,51

Как видно из таблицы, при использовании в качестве экстрагента для мяса маралов пахты общая сумма аминокислот в полученном продукте составила 5,39 г, из них 2,55 г заменимых аминокислот и 2,84 г незаменимых аминокислот. В образце № 3 из пахты общая сумма аминокислот была в 1,5 раза ниже в сравнении с экстрактом из мяса марала и пахты. Наиболее значительная разница отмечена по содержанию отдельных аминокислот, в частности уровень глицина был в 5 раз, а аланина и аргинина – в 2,5 и 2 раза соответственно выше в образце № 4 (мясо и пахта) по сравнению с образцом № 3.

При использовании в качестве экстрагента для мяса сыворотки творожной общая сумма аминокислот в полученном экстракте составила 2,51 г, из них 1,05 г заменимых аминокислот и 1,46 г незаменимых аминокислот. В образце из творожной сыворотки (образец № 5) общее содержание аминокислот было в 3 раза ниже в сравнении с экстрактом в сочетании с мясом марала (образец № 6). Наиболее значительная разница отмечена в содержании аспарагиновой кислоты, уровень которой в образце № 6 в 5 раз был выше по сравнению с образцом из творожной сыворотки (образец № 5). Количество глутаминовой кислоты, лизина и лейцина в образце из мяса в творожной сыворотке (образец № 6) было в 3–3,5 раза выше в сравнении с образцом № 5. Также различия были выявлены по аланину, пролину, серину, тирозину, фенилаланину, валину, изолейцину, аргинину и гистидину, уровень которых в образце из мяса с творожной сывороткой (образец № 6) был выше в 2,5 раза по сравнению с образцом из творожной сыворотки (образец № 5).

При использовании в качестве экстрагента для мяса сыворотки подсырной общая сумма аминокислот в полученном экстракте составила 3,31 г, из них 1,62 г заменимых аминокислот и 1,69 г незаменимых аминокислот. В образце № 1 сыворотки подсырной общее содержание аминокислот было в 3,5 раза ниже в сравнении с образцом № 2 из мяса марала, экстрагиро-

ванного сывороткой подсырной. Наиболее значительная разница отмечена в треонине, количество которого в экстракте образца № 2 был в 16 раз выше по сравнению с образцом № 1. Количество аспарагина, аланина и лизина в 5,2 раз был выше; апролина, серина, валина, изолейцина и аргинина – в 2,6–3,0 раза выше в образце № 1 и по сравнению с образцом № 2. Анализ аминокислотного состава образцов показал, что лучшим экстрагентом в поле ультразвука совместно с протеолитическими ферментами являлась сыворотка творожная и подсырная. Извлечение аминокислот из мяса маралов было выше, чем при использовании пахты. Но ввиду того, что пахта содержит достаточно широкий набор аминокислот, а в комплексе с мясом маралов преумножает его, то в количественном отношении является более полноценным экстрактом.

**Заключение.** Таким образом, все образцы из мяса марала, экстрагированные вторичной продукцией молочного производства, содержат аминокислоты. По результатам анализа данных установлено, что наиболее полноценными по аминокислотному составу являются образцы экстрактов, полученные при экстракции мяса пахтой при общей сумме аминокислот 5,39 г, из которых 2,55 г приходится на заменимые и 2,84 г на незаменимые аминокислоты.

#### Список источников

1. Малахова Т.Н. Функциональные продукты питания и их значение в питании // Наука в современных условиях: от идеи до внедрения. 2016. № 15. С. 51–59.
2. Российский рынок функциональных продуктов питания для здорового образа жизни / Л.К. Асякина [и др.] // Социально-экономический и гуманитарный журнал КрасГАУ. 2022. № 3 (25).
3. Беспалова Е., Миклух И. Аминокислотный состав молочных продуктов функциональ-

- ного назначения // Наука и инновации. 2020. № 11. С. 78–83.
4. Применение методов биотехнологии в мясной промышленности / Н.М. Ильина [и др.] // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Сер. «Пищевые и биотехнологии». 2017. № 5 (3). С. 21–28.
  5. Руденко А.О., Карцова Л.А. Снарский С.И. Определение важнейших аминокислот в сложных объектах биологического происхождения методом обращенно-фазовой ВЭЖХ с получением фенилтиогидантоинов аминокислот // Сорбционные и хроматографические процессы. 2010. Т. 10, вып. 2. С. 223–230.
  6. Introduction to HPLC, Shimadzu, Japane. 2008. 1250 p.
  2. Rossijskij rynek funkcional'nyh produktov pitaniya dlya zdorovogo obraza zhizni / L.K. Asyakina [i dr.] // Social'no-`ekonomicheskiy i gumanitarnyj zhurnal KrasGAU. 2022. № 3 (25).
  3. Bespalova E., Mikluh I. Aminokislotnyj sostav molochnyh produktov funkcional'nogo naznacheniya // Nauka i innovacii. 2020. № 11. С. 78–83.
  4. Primenenie metodov biotehnologii v myasnoj promyshlennosti / N.M. Il'ina [i dr.] // Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. «Pischevye i biotehnologii». 2017. № 5 (3). С. 21–28.
  5. Rudenko A.O., Karcova L.A. Snarskij S.I. Opredelenie vazhnejshih aminokislot v slozhnyh ob`ektah biologicheskogo proishozhdeniya metodom obraschenno-fazovoj V`EZhh s polucheniem feniltiogidantoinov aminokislot // Sorbcionnye i hromatograficheskie processy. 2010. Т. 10, vyp. 2. С. 223–230.
  6. Introduction to HPLC, Shimadzu, Japane. 2008. 1250 r.

### References

1. Malahova T.N. Funkcional'nye produkty pitaniya i ih znachenie v pitanii // Nauka v sovremennyh usloviyah: ot idei do vnedreniya. 2016. № 15. С. 51–59.
6. Introduction to HPLC, Shimadzu, Japane. 2008. 1250 r.

Статья принята к публикации 09.09.2024 / The article accepted for publication 09.09.2024.

Информация об авторах:

**Анна Ивановна Королькова**<sup>1</sup>, старший научный сотрудник отдела ВНИИПО, кандидат сельскохозяйственных наук

**Мария Георгиевна Кротова**<sup>2</sup>, старший научный сотрудник отдела ВНИИПО, кандидат сельскохозяйственных наук

**Ирина Николаевна Гришаева**<sup>3</sup>, ведущий научный сотрудник отдела ВНИИПО, кандидат биологических наук

**Алексей Анатольевич Неприятель**<sup>4</sup>, главный научный сотрудник, руководитель отдела ВНИИПО, доктор сельскохозяйственных наук

**Иван Сергеевич Белозерских**<sup>5</sup>, научный сотрудник отдела ВНИИПО

Information about the authors:

**Anna Ivanovna Korolkova**<sup>1</sup>, Senior Researcher at the VNI IPO Department, Candidate of Agricultural Sciences

**Maria Georgievna Krotova**<sup>2</sup>, Senior Researcher at the VNI IPO Department, Candidate of Agricultural Sciences

**Irina Nikolaevna Grishaeva**<sup>3</sup>, Leading Researcher at the VNI IPO Department, Candidate of Biological Sciences

**Alexei Anatolievich Nepriyatel**<sup>4</sup>, Chief Researcher, Head of the VNI IPO Department, Doctor of Agricultural Sciences

**Ivan Sergeevich Belozerskikh**<sup>5</sup>, Researcher at the VNI IPO Department