

DOI: 10.12731/2658-6649-2024-16-5-1123

УДК 636.087



Научная статья

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ РЫНКА КОРМОВЫХ ДОБАВОК: ПРИМЕНЕНИЕ ПРОДУКЦИИ УЛИТКОВОДСТВА

*В.В. Голембовский, В.В. Марченко,
А.И. Суров, Л.А. Паикова*

Обоснование. Актуальность проведённых исследований обосновывается как производственной, так и научной необходимостью разработки вариантов использования белоксодержащего сырья улиток рода *Helix*.

Целью является выявление возможности разработки новых кормовых средств из нетрадиционного белоксодержащего сырья для применения в животноводстве.

Материалы и методы. Все исследования проводили по общепринятым методикам в условиях аккредитованных лабораторий и на базе ВНИИОК – филиала ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ» Ставропольского края.

В качестве исходного сырья выступали улитки рода *Helix* в процессе промышленного производства эскарго, при котором, образовавшиеся отходы производства, включающие печень, желудок, кишечник, сердце, легкое и другое, ранее не нашедшее дальнейшего технологического применения, в данной работе рассматриваются как альтернативное традиционному кормовое сырьё. Изучено влияние нескольких возможных вариантов применения этапов обработки (толнение в воде при 60–70°C и заморозки) в технологии эскарго на качественное состояние отходов производства. Приследовано несколько образцов: 1 – отходы производства продукции из *Helix rotatia*, содержащих печень, желудок, кишечник, сердце, легкое и другое; 2 и 3 – тело *Helix lucorum* в двух вариантах технологии обработки, включающей один из этапов термической обработки – варку и заморозку, 4 – тело *Helix aspersa* Muller, подвергнувшееся также заморозке.

Результаты. Определили показатели химического, аминокислотного, витаминно-минерального и жирнокислотного состава образцов продукции улиток рода *Helix*.

Результаты продемонстрировали высокое содержание жизненно необходимых витаминов, минеральных элементов и жирных кислот, способствующих полноценному метаболизму в организме и обеспечению высокой продуктивности сельскохозяйственных животных. Приведённый химический состав демонстрирует максимальное содержание сырого протеина до 85,9 %.

Заключение. Улитки рода *Helix* представляют собой ценное кормовое сырьё, использование которого возможно в животноводстве.

Ключевые слова: улитки рода *Helix*; гелицекультура; отходы производства; кормовое средство; животноводство; кормление; биологически активный продукт

Для цитирования. Голембовский В.В., Марченко В.В., Сузов А.И., Пашикова Л.А. Перспективы развития рынка кормовых добавок: применение продукции улитководства // *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*. 2024. Т. 16, №5. С. 156-183. DOI: 10.12731/2658-6649-2024-16-5-1123

Original article

PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF THE FEED ADDITIVES MARKET: THE USE OF SNAIL PRODUCTS

*V.V. Golembovskii, V.V. Marchenko,
A.I. Surov, L.A. Pashkova*

Background. The relevance of the conducted research is justified by both industrial and scientific necessity of development of variants of utilization of protein-containing raw materials of snails of the genus *Helix*.

Purpose. The goal is to identify the possibility of developing new feed products from non-traditional protein-containing raw materials for use in animal husbandry.

Materials and methods. All studies were carried out according to generally accepted methods in accredited laboratories and on the basis of VNIIOK, a branch of the North Caucasian Federal National Scientific Center of the Stavropol Territory.

The starting raw materials were snails of the genus *Helix* in the process of industrial production of escargot, in which the resulting production waste, including liver, stomach, intestines, heart, lung and others, which had not previously found further technological application, are considered in this work as an alternative to traditional feed raw materials. The influence of several possible options for using processing stages (simmering in water at 60–70°C and freezing) in escargot technology on the

quality of production waste has been studied. Several samples were examined: 1 – waste from the production of products from *Helix pomatia*, containing liver, stomach, intestines, heart, lung and others; 2 and 3 – the body of *Helix lucorum* in two variants of processing technology, including one of the stages of heat treatment – cooking and freezing, 4 – the body of *Helix aspersa* Muller, which was also frozen.

Results. We determined the chemical, amino acid, vitamin-mineral and fatty acid composition of samples produced by snails of the genus *Helix*.

The results demonstrated a high content of vital vitamins, minerals and fatty acids, which contribute to full metabolism in the body and ensure high productivity of farm animals. The given chemical composition demonstrates a maximum crude protein content of up to 85.9 %.

Conclusion. Thus, snails of the genus *Helix* represent a valuable feed material, which can be used in animal husbandry.

Keywords: snails of the genus *Helix*; helical culture; production waste; feed; animal husbandry; feeding; biologically active product

For citation. Golembovskii V.V., Marchenko V.V., Surov A.I., Pashkova L.A. Prospects for the Development of the Feed Additives Market: the Use of Snail Products. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 2024, vol. 16, no. 5, pp. 156-183. DOI: 10.12731/2658-6649-2024-16-5-1123

Введение

Ежегодно только французы употребляют 40 000 тонн улиток, где преимущественным блюдом является эскарго. Примерно около миллиарда брюхоногих моллюсков ежегодно поставляется в пункты общественного питания США. Жители Средиземноморского побережья длительное время употребляют в пищу данных моллюсков.

Гелиководство в России не так масштабно развито, как в зарубежных странах. Причиной этому является исторически сложившаяся хозяйственно-экономическая деятельность. Но за последнее десятилетие наблюдается повышенный интерес к данной отрасли.

В настоящее время ассортиментная структура отечественного кормового рынка характеризуется стабильностью, кроме этого, он включает устойчивую динамику роста объёмов производства и новых мощностей, разработанные логистические экспортные маршруты.

Для необходимого роста поголовья важно обеспечить стабильно развивающуюся отечественную кормовую базу [20].

Всё большее внимание в качестве нетрадиционного сырья для скормливания сельскохозяйственным животным привлекают сухопутные улитки [9].

Улитки, как и другие виды моллюсков, характеризуются низким содержанием жира, а мясо – является источником внушительного содержания протеина с незаменимыми аминокислотами, витаминами и минеральными веществами, чем объясняется возрастающий на неё спрос. Для более полного использования улиток, как сырья, необходимы детальные исследования их питательной ценности и состава, которые зависят напрямую от естественной среды обитания: морские, пресноводные и наземные, а информации об экстракции и характеристики белка недостаточно. В приведённом ниже обзоре были обобщены данные исследований, включающих показатели состава и описание влияющих фактов.

Так, по имеющимся данным, состав жирных кислот улиток *H. aspersa* и *Helix pomatia* практически идентичен: максимально содержится пальмитиновой и стеариновой кислот, относящейся к насыщенным жирным кислотам (7,3 и 10,3 %; 17,4 и 16,4 % от суммы жирных кислот соответственно). Основной моновенасыщенной жирной кислотой выступает олеиновая кислота (13,6 и 14,7 % соответственно), а полиненасыщенными – линолевая кислота (17,5 и 13,6 %) и эйкозодиеновая кислота (7,5 и 9,1 %).

Наиболее распространёнными среди содержащихся минеральных веществ по нисходящей является кальций, калий и фосфор [5].

Из анализа химического состава было выявлено примерное среднее содержание влаги около 80,0 %, белка в диапазоне 20,0 – 25,0 % и жира и золы – 3,0 и 5,0 % по массе.

Среди аминокислот по содержанию выделяются: глутаминовая кислота (заменимая), лизин и лейцин (незаменимые).

Кроме этого, наземные улитки содержат в значительном количестве из полиненасыщенных жирных кислот линолевую и эйкозодиеновую кислоты.

Как продемонстрировали последующие исследования способ сушки влияет на содержание питательных веществ. Исследования, направленные на изучение пищевой ценности разных частей улиток, представляющих собой отходы производства (висцеральная масса) способствуют расширению потенциальных способов использования с получением дополнительной прибыли.

Так, например, висцеральная масса (гепатопанкреас) содержала более высокое количество жира, который характеризуется высоким содержанием ω -3 жирных кислот, при этом было зафиксировано значительное повышение количества патогенных микроорганизмов из-за включения желудочно-кишечного тракта.

Другой вид отходов производства – жаберная крышка не показала преимущественных существенных различий по составу в сравнении с мясом.

Так же пользуется спросом новое гастрономическое блюдо – белая икра *H. aspersa*.

Подтверждает вышеописанные результаты данные, полученные другими исследователями, согласно которым, содержание жира более высокой концентрации приходилось на внутренние органы, чем в сравнении с ногой [1].

Виноградную улитку используют для получения порошкообразного экстракта, который нашёл применение, как в фармакологии, так и в косметологии, благодаря богатому содержанию биологически активных веществ: холин – 13,0 %, витамин B₁₂ – 16,7 %, витамин E – 33,3 %, калий – 15,3 %, магний – 62,5 %, фосфор – 34,0 %, железо – 19,4 %, медь – 40,0 %, селен – 49,8 % [8].

По данным Усенко В.В., Тарабрина И.В., Войтенко А.С. мясо *Helix pomatia* характеризуется калорийностью, выраженной 90 ккал на 100 г, содержанием жира около 3,0, углеводов – 5,0, легкоусвояемых белков – 10,0 % [6]. Так же содержится в мясе минеральных элементов (магния, никеля, натрия, калия, железа, цинка, фосфора) и витаминов (B₆ и B₁₂).

Обеспечение животного организма минеральными элементами, такими как Se, Zn, Cu, Fe и Mn играет важное значение, так как они способствуют эффективному прохождению многих ферментативных процессов и биохимической активности [16].

По известным данным норма потребления разных видов мяса на душу населения в год составляет: свинина – 15,8, птица – 13,6, говядина – 9,6 и баранина – 1,9 кг, однако, в результате неблагоприятно сложившихся факторов, таких как засухи, повлёкшую за собой высокую стоимость кормовых средств, болезней, произошло сокращение объёмов потребления и привело к использованию нетрадиционных источников белка животного происхождения, каким является мясо улиток (FAOSTAT 2014).

Раковина улитки является богатым источником кальция, составляющим треть от веса целой улитки, а тело – 60–70,0 % белка в пересчёте на сухое вещество и влаги – 70,0 % [19].

Производимый порошок из раковин улиток используется в качестве кормовой добавки, обеспечивающей кальцием в птицеводстве в кормлении цыплят-бройлеров, кур-несушек и для мелкого и крупного рогатого скота.

Проведённые исследования выявили, что *Helix pomatia* и *A. fulica* характеризуется низким уровнем содержания жиров, высоким уровнем белка.

Содержание жира в улитке находится в пределах 1,2–5,1 %, что показывает низкий уровень по сравнению с яйцом – 9,6, бараниной – 21,4,

уткой – 23,0 и говядиной – 22,0 % (ФАО 1995). При более детальном исследовании была выявлена положительная корреляция между содержанием белка и цинка раковины.

Группа соавторов Компанцев Д.В., Чахирова А.А. и Мурсалова Т.Т. рассматривали использование улиток для разработки технологии получения клеточного экстракта из *Helix aspera muller* для применения в косметологических целях и в медицине [12].

Но авторы другой научной работы поднимают вопрос о возможности микробиологического загрязнения мяса улиток, причиной которого, является окружающая среда (первичное загрязнение), а персонал и оборудование (вторичное) и предлагают для решения данной проблемы разработанный ими способ [17], а также о токсичности и заражении улиток трематодами [2; 4; 7; 13].

Несмотря на имеющиеся данные о видах желёз, содержащихся в ноге улитки, вопросы о составе вырабатываемого ими секрета остаются открытыми [11, 18]. Учитывая, что секретируемая слизь гелеобразного типа, то данный биопродукт обладает большим потенциалом для реализации в разных отраслях промышленности: фармацевция, медицина, косметология и пищевая промышленность [3; 15].

Эти результаты согласуются с полученными коллективом Djikeng F.T., Ndambwe C.M.M., Ngangoum E.S. и др. результатами о хорошем качестве мяса улиток, содержащем белок, незаменимые аминокислоты, минеральные элементы (фосфор, калий, кальций, магний и др.), витамины (С и В) [14].

Несмотря на имеющиеся данные о питательном составе улиток, использование брюхоногих моллюсков и производных продуктов имеет небольшой ареал производства в качестве альтернативного ингредиента в кормовых и пищевых системах. Это область требует проведения дополнительных исследований, чтобы в полной мере использовать их сырьевой потенциал в промышленности.

Цель работы состояла в изучении, разработке и выборе лучшего способа обработки улитки, а также сравнительной питательной оценки ценности отходов производства, включающих печень, желудок, кишечник, сердце, легкое и другое, принадлежащих *Helix pomatia* с телом *Helix aspersa Muller (Cornu aspersum)* и *Helix lucorum*.

Материалы и методы исследования

Сравнение проводили между общепринятым используемым способом инфракрасной сушки отходов производства и лиофильной сушкой тел ули-

ток *Helix aspersa* Muller (*Cornu aspersum*) и *Helix lucorum*, дополнительно обработанных на определённом этапе низкой температурой (то есть замораживанием) и высокой (применением варки).

Во всех сравниваемых вариантах способов сбор и отбор улиток (*Helix pomatia*, *Helix aspersa* Muller (*Cornu aspersum*), *Helix lucorum*) производился только кондиционных, достигших товарной зрелости.

Далее осуществлялась голодная выдержка особей, составляющая не менее двух дней, необходимая для очистки от содержимого желудочно-кишечного тракта с периодическим промыванием их водой температурой до 37°C.

Следующим этапом является температурная обработка в нескольких вариантах: замораживание и варка (табл. 1).

Таблица 1.

Схема опыта

Способ обработки			
Инфракрасная сушка	Лиофильная сушка		
отходы производства <i>Helix pomatia</i>	тело <i>Helix aspersa</i> Muller (<i>Cornu aspersum</i>), замораживание	тело <i>Helix lucorum</i>	
		№ 1 образец	№ 2 образец
		замораживание	варка
Сбор и отбор кондиционных улиток			
Голодная выдержка			
Замораживание			Варка
Оттаивание	–		
Извлечение тела улиток из раковины			
Инфракрасная сушка	Лиофильная сушка		
Измельчение			

Замораживание улиток *Helix pomatia*, *Helix aspersa* Muller (*Cornu aspersum*), *Helix lucorum* (№ 1 образец) проходило в температурном режиме от –1 до –25°C, а процесс варки был применён только при обработке образца № 2 улиток *Helix lucorum* при +100°C, 30 мин.

Этап – оттаивание, был включён только в технологический процесс инфракрасной сушки улитки *Helix pomatia*, который проходил при повышении температуры окружающей среды в диапазоне от 0 до +24°C (рис. 1).



Рис. 1. Оттаивание улитки и тело улитки.

Извлечение тела улиток из раковины. В способе инфракрасной сушки тела улиток *Helix pomatia* извлекали из оттаявших раковин с последующим отделением филе, при котором получали дальнейшее сырьё – отходы производства, включающие печень, желудок, кишечник, сердце, легкое и другое. В способе лиофильной сушки извлечение тел улиток *Helix aspersa* Muller (*Cornu aspersum*) и *Helix lucorum* (№ 1 образец) происходило из замороженных раковин при нарушении их целостности (разбивании), а при работе с образцом № 2 – тело извлекали из варёной раковины.



Рис. 2. Результат применения инфракрасной сушки.

Очередным этапом является сушка, включающая несколько способов. Инфракрасная сушка (общепринятый и используемый способ) применялась только для отходов производства улиток *Helix pomatia* и проходила при экспозиции процесса, определяемой температурой на поверхности сырья, достигаемой не более $+100^{\circ}\text{C}$ до приобретения его постоянной массы (рис. 2).

Извлечённые тела улиток *Helix aspersa Muller (Cornu aspersum)* и *Helix lucorum* (№ 1 и № 2 образцы) были подвергнуты лиофильной сушке (разработанный способ), которая заключалась в замораживании сырья при диапазоне от -40 до -50°C при атмосферном давлении. По достижении поверхности сырья наименьшей температуры (не менее $-(35-40)^{\circ}\text{C}$) включалась вакуумная откачка с последующим снижением давления до 15–14 Па. В дальнейшем происходило удаление остаточной влаги посредством пошагового увеличения температуры полок на $+5^{\circ}\text{C}$ начиная с $+15^{\circ}\text{C}$ и доведением до $+45^{\circ}\text{C}$ с интервалом каждые 5 часов. При этом температура непосредственно сырья становится $+40^{\circ}\text{C}$. В среднем процесс досушивания составляет 15 часов и температура в сырье достигает значений $+(20-22)^{\circ}\text{C}$. Показателем готовности полученного продукта и завершения процесса лиофилизации является значение его остаточной влажности, которое должно быть в пределах критерия приемлемости от 1 до 4,0 %. При этом оцениваемые отобранные средние пробы должны соответствовать визуальной стабильности, то есть быть без подтаек, желтого цвета, что говорит о его готовности (рис. 3).



Рис. 3. Результат применения лиофильной сушки.

Последней стадией технологического процесса выступает этап измельчения посредством помола необходимого размера согласно требованиям (рис. 4).

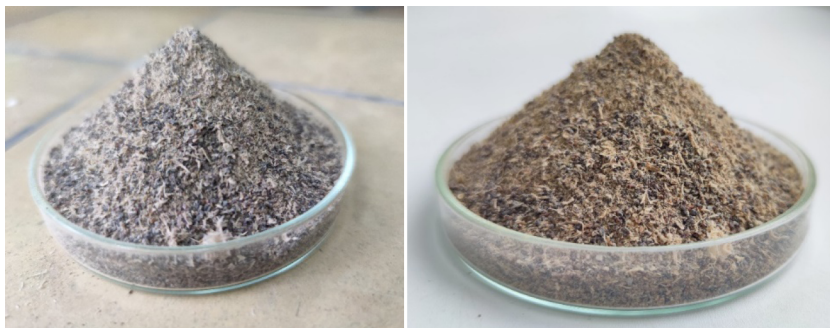


Рис. 4. Измельченные образцы биологически активного продукта.

Дальнейшие исследования образцов готового продукта проходили в аккредитованных лабораториях Ставропольского края: в Научной лаборатории «Корма и обмен веществ» ФГОУ ВПО «Ставропольский ГАУ» – полный зоотехнический и аминокислотный анализ и в ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Ставропольском крае» Испытательный лабораторный центр – витаминный, минеральный и жирнокислотный анализ.

Полный зоотехнический анализ образцов продукта проводился согласно Методическим указаниям, в результате которого проходило взятие средней пробы всех образцов, с дальнейшим определением влажности, сырого протеина по Кьельдалю, сырого жира по обезжиренному сухому остатку методом Сокслета, сырой золы сжиганием и прокаливанием в муфельной печи [10].

Аминокислотный анализ был осуществлён на аминокислотном анализаторе модели и марки AAA 400 «ИНГОС» (Чехия), который относится к узкоспециализированным и автоматизированным жидкостным хроматографам при компьютерном управлении с оснащённым постколоночной детекторной системой.

Для изучения способов обработки улитки и её производных продуктов были отобраны четыре образца улиток *Helix pomatia*, *Helix aspersa Muller* (*Cornu aspersum*), *Helix lucorum* весом по 5,0 кг каждый.

Результаты исследования и их обсуждение

Представленные результаты в данном разделе подробно раскрывают перспективные возможности применения изучаемого сырья.

Полученные результаты исследований образцов приведены в таблице 2.

В таблице 2 представлены образцы полученных продуктов от нескольких видов улиток, обработанных разными способами: 1 – отходы производства продукции улитководства *Helix pomatia*, подвергнутые инфракрасной сушке, 2 – замороженное тело улитки *Helix aspersa Muller (Cornu aspersum)*, обработанное лиофильной сушкой, 3 – замороженное тело улитки *Helix lucorum*, прошедшее лиофильную сушку и 4 – варёное тело улитки *Helix lucorum*, включающее в технологический процесс лиофильную сушку.

По изученному комплексу витаминов, включающему А, Е, В₁, В₂, РР, В₆ и В₉, образец отходов производства *Helix pomatia*, обработанный инфракрасной сушкой, превосходил образец замороженного тела улитки *Helix aspersa Muller (Cornu aspersum)*, обработанный лиофильной сушкой в пределах от 66,7 % до 2,2 раза, образец замороженного тела улитки *Helix lucorum*, прошедшее лиофильную сушку – от 17,3 % до 48,3 %, образец варёного тела улитки *Helix lucorum*, также обработанного лиофильной сушкой – от 73,3% до 2,3 раза. Это можно объяснить наличием в отходах производства печени, желудка, кишечника и других органов, принадлежащих *Helix pomatia*.

Таблица 2.

Витаминный, минеральный и жирнокислотный состав образцов

Показатель	Единица измерения	Способ обработки			
		ИК сушка	Лиофильная сушка		
		отходы производства <i>Helix pomatia</i>	тело <i>Helix aspersa Muller</i> , заморозка	тело <i>Helix lucorum</i>	
			заморозка	варка	
Витамины					
А	мг/кг	1,3	0,6	1,0	0,6
Е	мг/кг	190,0	114,0	162,0	96,0
В ₁	мг/100 г	0,043	0,022	0,029	0,019
В ₂	мг/100 г	0,52	0,25	0,38	0,25
В ₆	г/100 г	0,00056	0,00027	0,00042	0,00026
РР	г/100 г	0,0059	0,0029	0,0045	0,0027
В ₉	мкг/кг	26,0	15,0	19,0	15,0
Макроэлементы					
Натрий	мг/кг	492,0	8 075,1	712,9	768,0
Калий	мг/кг	2 368,2	6 078,0	3 693,8	1 628,3
Кальций	мг/кг	9 585,0	19 071,0	65 355,0	7 901,0
Магний	мг/кг	3 414,7	3 833,3	1 990,9	2 246,1

Фосфор	мг/100 г	510,5	510,5	510,5	510,5
Микроэлементы					
Железо	мг/кг	71,0	69,0	70,0	70,0
Медь		78,0	40,0	76,0	138,0
Селен		0,04	0,05	0,05	0,05
Цинк		105,0	63,7	97,8	69,8
Жирные кислоты					
Миристиновая	%	1,12	1,50	1,78	1,54
Пальмитиновая		27,50	28,20	29,02	29,85
Стеариновая		8,11	7,82	6,90	7,25
Пальмитолеиновая		6,02	5,12	4,93	5,12
Олеиновая		27,15	27,65	27,98	26,46
Линолевая		3,95	2,17	1,95	4,23
Эйкозопентаеновая		14,03	15,40	14,90	13,57
Докозапентаеновая		11,52	12,14	12,54	11,98

По общепринятой классификации витамины подразделяются на жирорастворимые и водорастворимые.

К жирорастворимым витаминам из определённых в образцах относятся витамины А и Е, а к водорастворимым – витамины группы В.

Витамины группы В характеризуются биокаталитическим действием, участвуя в построении ферментов, а витамины А и Е относятся к типу индуктивного действия, способствуя поддержанию дифференциации тканей.

Каротиноиды, токоферолы, тиамин, рибофлавин, никотиновая кислота, пиридоксин, фолиевая кислота представляют собой и образуют незаменимый пищевой фактор биологически активных веществ, который характеризуется органическим происхождением, но разной химической природы.

Как уже известно, что биологически активными формами являются ретинол и бета-каротин, но процессы всасывания и использования каротина у разных видов сельскохозяйственных животных происходит отличительно.

Как видим, из таблицы 2 среди образцов, подвергнутых лиофильной сушке, максимальным содержанием витамина А обладал лиофилизат тела улитки *Helix lucorum* (замороженное) – 1,0 мг/кг, а лиофилизат варёного тела – 0,6 мг/кг – уменьшению количества содержания данного показателя, по нашему мнению, способствовала термическая обработка – варка, то есть произошла потеря его содержания.

Согласно физиологии превращения каротина у сельскохозяйственных животных в стенках тонкого отдела кишечника, печени и крови под влияни-

ем фермента каротиназы в ретинол, объяснимо максимальное содержание витамина А в образце отходов производства улитки *Helix pomatia*, включающих печень, желудок, кишечник, сердце, легкое и другое – 1,3 мг/кг.

В сравнении с традиционными кормами, принятыми, как основной источник каротина: зеленая трава (20–70 мг/кг), красная морковь (80–100 мг/кг), травяная мука (100–250 мг/кг), хвойная мука (120–130 мг/кг), сенаж (30–50 мг/кг), силос (15–30 мг/кг) отходы производства улитководства содержат 1,3 мг/кг витамина А.

Всасывание витамина Е в животном организме происходит в основном в тонком отделе кишечника и частично – в желудке. Депонируется витамин главным образом в печени и жировых тканях, частично – в сердце и селезенке. Озвученный факт, по нашему мнению, объясняет максимальное содержание токоферола в образце отходов производства улитки *Helix pomatia* – 190,0 мг/кг против значений 114,0, 162,0 и 96,0 мг/кг, что на 66,7, 17,3 и 97,9 % соответственно больше.

Также в сравнении с традиционными источниками витамина, которые скармливаются сельскохозяйственным животным (зерновые злаки – 15–63 мг/кг, зернобобовые – 34–53 мг/кг, травяная мука – до 260 мг/кг, молодая пастбищная трава – 60–80 мг/кг, старая – 4–20 мг/кг, пшеничные отруби – 62–147 мг/кг, корма животного происхождения – 1–8 мг/кг), отходы производства улитки *Helix pomatia* содержат значительное количество витамина Е.

По сравнению с используемыми кормами богатыми тиаминем (сено, зерновые – 3–4,9 мг/кг, горох – 8,5, соя – 12, дрожжи кормовые – 18 мг/кг) полученные образцы менее богаты данным витамином: 0,43, 0,22, 0,29 и 0,19 мг/кг.

Максимальное содержание витамина В₂ было в образце отходов производства улитки *Helix pomatia* – 5,2 мг/кг, при этом в других образцах соответственно – 2,5, 3,8 и 2,5 мг/кг.

Проведённое исследование на определение содержания количества никотиновой кислоты показало, что максимальное содержание её в отходах производства продукции улитководства *Helix pomatia* – 0,059 г/кг, а в остальных образцах соответственно – 0,029, 0,045 и 0,027 г/кг.

В 1 кг изучаемых образцов содержится соответственно пиридоксина 0,0056, 0,0027, 0,0042 и 0,0026 г.

Витамин В₉ представлен соответственно в образцах в количестве: 26,0; 15,0; 19,0 и 15,0 мкг/кг.

По данным Евсейченко В.В. полученный им порошкообразный экстракт из виноградной улитки характеризуется содержанием следующих

нутриентов: витамина А – 0,3 мг/кг, витамина Е – 50,0 мг/кг, тиамин – 0,01 мг/100 г, рибофлавин – 0,12 мг/100 г, витамина РР – 0,0014 г/100 г, пиридоксин – 0,00013 г/100 г и витамина В₉ – 60,0 мкг/кг, что в свою очередь уступает представленному нами образцу отходов производства улитки *Helix pomatia* в 4 раза по всем показателям (кроме содержания фолиевой кислоты), количество которой в 2 раза превышает наш показатель.

Минеральный состав, полученных нами образцов продукции из улиток, представляет собой интерес, так как он влияет на способность органов депонировать вещества, к которым в основном относятся костная ткань, кожа, печень, селезёнка и другие.

В зависимости от количественного содержания все минеральные элементы принято делить на макро- и микроэлементы, к первым определяемым нами элементам в образцах продукции относятся натрий, калий, кальций, фосфор, магний и ко второй группе элементов – железо, медь, селен и цинк.

В свою очередь, такие микроэлементы как железо, медь и цинк относятся к катионным элементам и процесс всасывания происходит с разной интенсивностью. Регуляторные механизмы, составляющие гомеостатический контроль, осуществляются печенью и желудочно-кишечным трактом. Селен относится к анионным элементам. Он интенсивно реабсорбируется желудком при этом, выделяется большей частью почками.

Так, кальций среди изученных нами макроэлементов составляет наибольшую долю и максимальное его содержание зафиксировано в образце тела улитки *Helix lucorum* замороженного и обработанного лиофильной сушкой – 65355 мг/кг, что составило в сравнении с другими образцами в 6,8, 3,4 и 8,3 раза соответственно.

Содержание фосфора во всех полученных образцах продукта из улиток было аналогичным – 510,5 мг/100 г.

Определение таких минеральных элементов как магний, натрий и калий показало, что максимальное их содержание было зафиксировано в образце замороженного тела улитки *Helix aspersa Muller (Cornu aspersum)*, обработанного лиофильной сушкой: 3833,3, 8075,1 и 6078,0 мг/кг соответственно. При этом разница составила по первому нутриенту на 12,3, 92,5 и 70,7 %, по второму в 16,4, 11,3 и 10,5 раз и по третьему показателю в 2,6, 1,6 и 3,7 раз в сравнении с другими образцами соответственно.

Содержания количества железа во всех исследуемых образцах было примерно одинаковым. Тенденция к повышенному содержанию его была зафиксирована в образце, содержащем отходы производства продукции

улитки *Helix pomatia*, подвергнутые инфракрасной сушке на 2,9, 1,4 и 1,4 % соответственно в сравнении с другими образцами, так как именно в печени и в почке данный элемент депонируется. В данном образце также больше содержалось цинка на 64,8, 7,4 и 50,4 % в сравнении с тремя другими образцами продукта.

Максимальное содержание меди наблюдаем в образце варёного тела улитки *Helix lucorum*, обработанного лиофильной сушкой на 76,9 %, в 3,5 раза и на 81,6 % в сравнении с первыми тремя образцами соответственно.

Селен во всех четырёх образцах был на уровне 0,04–0,05 мг/кг, но наименьшее его содержание было в образце, содержащем отходы производства продукции улитки *Helix pomatia*. В больших дозах он токсичен.

Количество селена, представляющее минимальную смертельную дозу для сельскохозяйственных животных, выражается для лошадей – в 3,3 мг, крупного рогатого скота – в 10 мг, свиней – в пределах 15–18 мг на 1 кг живого веса. Испытания проводили при скармливании селенистого натрия.

Так, группой учёных [6], кроме изучения химического состава разных видов улиток и панциря, был рассмотрен вопрос возникновения при суточном потреблении человеком улиток в рационе возможного риска для здоровья посредством влияния микроэлементов. Неканцерогенные риски, связанные с употреблением улиток, оценивали методом ТНҚ, который показал отсутствие существенных неблагоприятных последствий для здоровья человека при употреблении улиток видов *A. achatina*, *A. Marginata* и *A. fulica* в пищу, но постоянное и системное употребление их может способствовать выявлению возможной опасности.

Функция жиров в организме животного велика и заключается в выполнении роли составного компонента ферментов, гормонов, витаминов и в участии метаболизма.

Как следует из таблицы 2, из определённого состава всех жирных кислот, полученных образцов продукции из улиток наименьшую процентную долю занимали насыщенные, представленные миристиновой, пальмитиновой и стеариновой, количество которых согласно образцам (1 – отходы производства *Helix pomatia*, 2 – замороженное тело улитки *Helix aspersa Muller (Cornu aspersum)*, 3 и 4 – замороженное и варёное тело улитки *Helix lucorum*) соответствовало: 36,7, 37,5, 37,7 и 38,6 %.

Исходя из этого, максимальную процентную долю составляют ненасыщенные жирные кислоты: 62,7, 62,5, 62,3 и 61,4 %, соответственно образцам, при этом мононенасыщенные, представленные содержанием

пальмитолеиновой и олеиновой кислотами занимают – 33,2, 32,8, 32,9 и 31,6 %, а полиненасыщенные (линолевая, эйкозапентаеновая и докозапентаеновая): 29,5, 29,7, 29,4 и 29,8 % соответственно.

При этом, самая максимальная разница по содержанию жирных кислот между образцами полученной продукции была в пределах 2,0 %, что говорит о примерном содержании их на одном уровне при сравнении между образцами и об отсутствии влияния видового, сырьевого происхождения и способа обработки.

В определённом сыром жире содержится максимальное количество пальмитиновой и олеиновой жирных кислот.

Несмотря на незначительное содержание линолевой кислоты в образцах в пределах от 1,95 до 4,23 % значение её для организма велико.

Результаты проведённого исследования на определение химического состава изучаемых образцов представлены в таблице 3.

Таблица 3.

Химический состав образцов продукции улиток, %

Разновидность улитки	Показатель					
	СП	СЖ	СЗ	СК	Угле- воды	
Отходы производства <i>Helix pomatia</i> , ИК сушка	85,87	3,47	8,03	-	-	
Лиофильная сушка						
Тело <i>Helix aspersa Muller</i> (<i>Cornu aspersum</i>), замороженное	74,90	3,46	8,90	-	-	
Тело <i>Helix lucorum</i> , замороженное	60,46	3,82	18,49	-	-	
Литературные данные						
<i>Achatina achatina</i> ¹	71,66	5,06	3,49	1,21	13,69	
<i>Achatina fulica</i> ¹	62,56	2,27	3,00	0,03	27,29	
<i>Archachatina marginata</i> ¹	85,12	4,37	3,06	1,32	2,25	
<i>Archachatina marginata</i> , 12 ²	46,55	5,68	3,15	3,30	34,82	
<i>Archachatina marginata</i> , 24 ²	57,53	3,89	2,80	3,70	28,08	
<i>Helix pomatia</i> ³	72,5	5,5	12,6	-	-	
<i>Helix lucorum</i> ³	68,2	6,5	13,4	-	-	
<i>Helix aspersa maxima</i> ³	57,6	9,7	9,0	-	13,8	
<i>Helix pomatia</i> ⁴	нога	74,5	5,5	13,6	-	-
	органы	80,0	7,0	10,0	-	-
<i>Helix lucorum</i> ⁴	нога	72,2	6,5	8,7	-	-
	органы	74,3	11,7	7,5	-	-

<i>Helix aspersa maxima</i> ⁴	нога	65,0	6,5	9,2	-	15,2
	органы	52,8	16,3	9,7	-	14,2
<i>Helix pomatia</i> ⁵		85,16	2,14	9,84	-	-

Примечание: «СП» – сырой протеин; «СЖ» – сырой жир; «СЗ» – сырая зола; «СК» – сырая клетчатка; «¹» – представлены результаты по содержанию показателей в сушёном мясе улиток [6]; «²» – показаны образцы мяса улитки *Archachatina marginata* в процессе переработки (варки в течение 12 и 24 мин.) [17]; «³» – опубликованы данные по содержанию показателей всего тела улиток [5]; «⁴» – дан сравнительный анализ ноги и внутренних органов улиток разных видов [5]; «⁵» – состав улитки [9]

В полученных нами образцах, содержание сырой клетчатки обнаружено не было, так как поголовье улиток было подвергнуто согласно методике голодной выдержке, это способствовало полному очищению желудочно-кишечного тракта. Углеводы не определяли.

При анализе полученных нами данных видим, что максимальное содержание сырого протеина было в образце отходов производства улитки *Helix pomatia*, что на 11,0 и 25,4 % больше по сравнению с другими образцами соответственно.

Содержание сырого жира во всех трёх образцах было практически на одном уровне, и разница составила 0,4 % в пользу образца, содержащего тело *Helix lucorum* (замороженное).

Наибольшее содержание сырой золы было определено также в образце, характеризующимся телом *Helix lucorum* (замороженное) – 18,49 %, в свою очередь разница составила 10,5 и 9,6 % соответственно.

Из представленных нами образцов доказано, что отходы производства улитки *Helix pomatia* не уступают, а по содержанию сырого протеина даже превосходят другие образцы, из чего следует, что данный продукт может представлять интерес в виде сырья для производства биологически активных веществ, используемых для функционального и специализированного питания, в медицине, фармакологии и технологии производства сельскохозяйственной продукции.

Изучение приведённых ранее данных химического состава из литературных источников показало, что диапазон содержания показателей широко варьирует, таких как сырого протеина от 46,55 до 85,16 %, сырого жира – 2,14–16,30 % и сырой золы – в пределах 2,80–13,60 %. Данный диапазон объясним разным видом улиток, ареалом происхождения, исследуемой анатомической частью организма и способом обработки.

Сырая клетчатка находилась в незначительных пределах до 3,70 %, а содержание углеводов – до 34,82 %.

Аминокислотный состав представлен в таблице 4.

Таблица 4.

Аминокислотный состав образцов продукции улиток, %

Показатель	Образцы продукции		
	ИК сушка	Лиофильная сушка	
	отходы производства <i>Helix pomatia</i>	тело <i>Helix aspersa Muller</i> , замораживание	тело <i>Helix lucorum</i> , замораживание
Аспарагиновая кислота	10,14	7,98	6,75
Треонин	3,91	3,45	3,43
Серин	3,95	3,76	2,84
Глютаминовая кислота	11,67	10,55	9,57
Пролин	3,86	3,24	2,98
Глицин	6,31	4,41	4,45
Аланин	4,53	3,88	3,13
Валин	4,75	3,87	2,83
Метионин	1,52	1,09	0,89
Изолейцин	3,97	3,32	2,36
Лейцин	6,78	5,72	4,21
Тирозин	3,40	3,18	2,09
Фенилаланин	3,77	3,67	2,29
Гистидин	1,89	2,26	1,25
Лизин	5,61	4,73	3,66
Аргинин	5,27	4,74	4,50
Цистин	0,74	1,02	0,45

Согласно данным таблицы 4 можно отследить тенденцию превышения содержания аминокислот в отходах производства *Helix pomatia* по сравнению с другими образцами в пределах до 3,4 %, кроме количества гистидина и цистина, которое незначительно меньше на 0,4 и 0,3 % соответственно.

На рисунке 5 для большей наглядности представлено содержание незаменимых аминокислот в сравнительном аспекте всех трёх образцов в виде графиков.

Данные аминокислоты не могут синтезироваться организмом животных, поэтому должны поступать с кормами. Из незаменимых аминокислот особое внимание занимают лизин и метионин, которые относятся к лимитирующим.

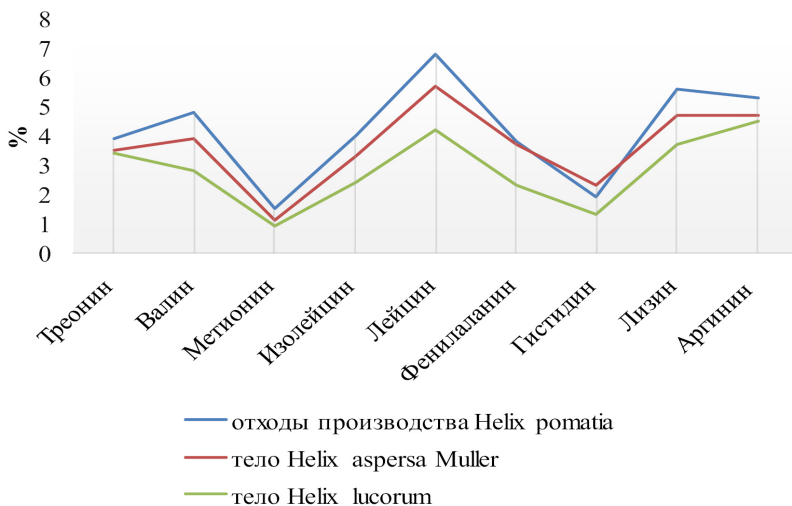


Рис. 5. Незаменимые аминокислоты, %

Для определения биологической ценности полученных образцов рассчитывали содержание аминокислот на 100 г белка, содержащегося в продуктах улитки (табл. 5).

Таблица 5.

Аминокислотный состав полученных образцов

Показатель	Эталонный белок ФАО/ВОЗ г/100 г белка	Образцы продукции, количество г/100 г белка		
		ИК сушка	Лиофильная сушка	
		отходы производства <i>Helix pomatia</i>	тело <i>Helix aspersa</i> Muller, замораживание	тело <i>Helix lucorum</i> , замораживание
Лизин	5,5	6,5	6,3	6,1
Треонин	4,0	4,6	4,6	5,7
Метионин+цистин	3,5	2,6	2,8	2,2
Фенилаланин+тирозин	6,0	8,4	9,1	7,2
Валин	5,0	5,5	5,2	4,7
Лейцин	7,0	7,9	7,6	7,0
Изолейцин	4,0	4,6	4,4	3,9
Триптофан	1,0	-	-	-

Показателем биологической ценности белка является аминокислотный скор (АС) (табл. 6). Сравнение проводим с эталонным белком, состав незаменимых аминокислот которого, сбалансирован.

Аминокислота триптофан входит в состав эталонного белка, но в связи с отсутствием в лаборатории возможности её определения, не указываем её значение в таблице.

Сравнивали содержание каждой незаменимой аминокислоты, содержащейся в полученных образцах с белком по шкале ФАО/ВОЗ и определяли аминокислотный скор.

Таблица 6.

Биологическая ценность полученных образцов

Показатель	Аминокислотный скор				
	отходы производства <i>Helix pomatia</i>	тело <i>Helix aspersa Muller</i> , заморозка	тело <i>Helix lucorum</i> , заморозка	литературные данные по <i>Helix pomatia</i> *	
				гомогенат улитки	мускул улитки
Лизин	1,18	1,15	1,11	1,24	1,12
Треонин	1,15	1,15	1,43	1,58	1,34
Метионин+цистин	0,74	0,80	0,63	1,03	0,11
Фенилаланин+тирозин	1,40	1,52	1,20	1,60	1,27
Валин	1,10	1,04	0,94	0,92	0,92
Лейцин	1,13	1,09	1	1,27	1,16
Изолейцин	1,15	1,10	0,98	1	0,88

Примечание: «*» – в таблице приводятся литературные данные по содержанию аминокислотного сора в гомогенате и в мускуле улитки *Helix pomatia* [8]

Определение АС эссенциальных аминокислот белков, содержащихся в образцах, показало, что в белках отходов производства *Helix pomatia* и тела *Helix aspersa Muller (Cornu aspersum)* первой лимитирующей аминокислотой является сочетание метионина с цистином, так как аминокислотный скор суммарного содержания их был равен 0,74 и 0,80 соответственно (меньше 1,0), что говорит о недостаточном их содержании. По остальным аминокислотам АС показал избыточное содержание.

В белке образца тела *Helix lucorum* так же первой лимитирующей аминокислотой считается суммарное содержание метионина и цистина – аминокислотный скор равен 0,63, что составляет 62,9 % обеспеченности от

эталонного белка, но дополнительно констатируем недостаточное содержание по валину и изолейцину (0,94 и 0,98).

Таким образом, сравнение трёх образцов показало, что наиболее биологически полноценным считается белок, содержащийся в первых двух.

Приведённый дополнительно аминокислотный скор аминокислот белков гомогената и мускула улитки *Helix pomatia* демонстрирует, что первый белок продукта содержит лимитирующую аминокислоту валин – 0,92, а второй белок продукта соответственно – сочетание метионина с цистином (0,11), валин (0,92) и изолейцин (0,88).

Таким образом, сравнительный анализ белков, полученного образца отходов производства и мускула (литературные данные) улиток *Helix pomatia* доказывает наибольшую биологическую ценность первого продукта.

Заключение

Отражённый материал в представленной работе по таким показателям, как витаминный, минеральный, жирнокислотный, химический и аминокислотный состав, а также биологическая ценность, демонстрирует возможное и перспективное использование отходов производства улитки *Helix pomatia* в качестве сырья для производства биологически активных веществ, используемых для функционального и специализированного питания, в медицине, фармакологии и технологии производства сельскохозяйственной продукции.

Информация о конфликте интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Информация о спонсорстве. Исследования выполнены в рамках государственного задания НИР FNMU-2022-0010 «Научное обоснование, усовершенствование и разработка элементов технологии для производства высококачественной и конкурентноспособной продукции животноводства».

Список литературы

1. Зоотехнический анализ кормов. Методические указания к лабораторным занятиям для студентов специальностей «Зоотехния» и «Ветеринария» / Трухачев В.И., Злыднев Н.З., Молодых А.И., Ткаченко М.А., Марынич А.П., Банов В.П., Сварич Д.А. Ставрополь: ГОУ Ставропольский аграрный университет, 2002. 27 с.
2. Компанцев Д.В., Чахирова А.А., Мурсалова Т.Т. Разработка инновационной технологии получения нового материала «клеточный экстракт *Helix*

- aspera muller» для использования в косметологии и медицине // Меди-ко-фармацевтический журнал «Пульс». 2020. № 7. С. 44–49. <http://dx.doi.org/10.26787/nydha-2686-6838-2020-22-7-44-49>
3. Пат. 2763589 Российская Федерация, МПК А23L 33/10, А61К 35/618, А61К 8/98. Способ получения порошкообразного экстракта из виноградной улитки / В.В. Евсейченко; заявитель Евсейченко В.В. № 2021119836; заявл. 07.07.2021; опубл. 30.12.2021, Бюл. № 1. 8 с.
 4. Петрунина И.В. Обзор мясного рынка за январь-ноябрь 2023 года // Рынок мяса и мясных продуктов. 2023. № 12. С. 2–9.
 5. Раковина виноградной улитки *Helix pomatia* как источник биологически значимых элементов в функциональном питании / Глотова И.А., Кусакина О.С., Шахов С.В., Куралесина В.Н. // Международный студенческий научный вестник. 2015. № 3–3. [Электронный ресурс]. URL: <http://eduherald.ru/ru/article/view?id=12921> (дата обращения: 27.03.2024).
 6. Усенко В.В., Тарабрин И.В., Войтенко А.С. Аминокислотный состав мягких тканей виноградной улитки (*Helix pomatia*) // Научный журнал КубГАУ. 2022. № 179 (05). С. 1–18. <http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-179-015>
 7. Advancing Discovery of Snail Mucins Function and Application / McDermott M., Cerullo A.R., Parziale J., Achrak E., Sultana S., Ferd J., Samad S., Deng W., Braunschweig A.B., Holford M. // *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*. 2021. Vol. 9. 734023. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2021.734023>
 8. Effect of different processing methods on the proximate composition, mineral content and functional properties of snail (*Archachatina marginata*) meat / Djikeng F.T., Mazarine Mouto Ndambwe C., Ngangoum E.S., Tiencheu B., Tambo Tene S., Achidi A.U., Womeni H.M. // *Journal of Agriculture and Food Research*. 2022. Vol. 8. № 5. 100298. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2022.100298>
 9. Environmental loading of Italian semi-intensive snail farming system evaluated by means of life cycle assessment / Zucaro A., Forte A., De Vico G., Fierro A. // *Journal of Cleaner Production*. 2016. № 125. P. 56–67. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.03.045>
 10. Extraction, structure, pharmacological activities and applications of polysaccharides and proteins isolated from snail mucus / Zhu K., Zhang Z., Li G., Sun J., Gu T., Ul Ain N., Zhang X., Li D. // *International Journal of Biological Macromolecules*. 2024. № 258. 128878. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023.128878>
 11. Gomot A. Biochemical composition of helix snails: influence of genetic and physiological factors // *Journal of Molluscan Studies*. 1998. Vol. 64. № 2. P. 173–181. <https://doi.org/10.1093/mollus/64.2.173>

12. Identification of freshwater snail species and survey of their trematode infections in Ordos, China / Li N., Hou B., Tian W., Li S., Buyin B., Hai Y., Hasi S. // *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife*. 2024. № 23. 100896. <https://doi.org/10.1016/j.ijppaw.2023.100896>
13. Metabolomic assessment of African snail (*Achatina fulica*) meal on growth performance of giant river prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) / Wu T.-M., Wang K.-T., Wu W.-M., Clair J.M.T. St., Kuo C.-H., Wu Y.-S., Liu C.-H., Hong M.-C., Chiu K. // *Comparative Biochemistry and Physiology – Part D: Genomics and Proteomics*. 2024. Vol. 49. 101185. <https://doi.org/10.1016/j.cbd.2023.101185>
14. Nkansah M.A., Agyei E.A., Opoku F. Mineral and proximate composition of the meat and shell of three snail species // *Heliyon*. 2021. Vol. 7. № 10. e08149. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e08149>
15. Nutritional and toxicity profiles of two species of land snail, *Theba pisana* and *Otala lactea*, from Morocco / Caetano D., Miranda A., Lopes S., Paiva J., Rodrigues A., Videira A., Almeida C.M.M. // *Journal of Food Composition and Analysis*. 2021. № 100. 103893. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2021.103893>
16. Performance and characterization of snail adhesive mucus as a bioflocculant against toxic *Microcystis* / Peng Q., Gong X., Jiang R., Yang N., Chen R., Dai B., Wang R. // *Ecotoxicology and Environmental Safety* 270 (2024) 115921. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2023.115921>
17. Pissia M.A., Matsakidou A., Kiosseoglou V. Raw materials from snails for food preparation // *Future Foods*. 2021. Vol. 3. 100034. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2021.100034>
18. Snail mucus – glandular origin and composition in *Helix pomatia* / Greistorfer S., Klepal W., Cyran N., Gugumuck A., Rudoll L., Suppan J., Byern J.V. // *Zoology*. 2017. 122. P. 126–138. <https://doi.org/10.1016/j.zool.2017.05.001>
19. Snail microbiota and snail–schistosome interactions: axenic and gnotobiotic technologies / Sun X., Hong J., Ding T., Wu Z., Lin D. // *Trends in Parasitology*. 2024. Vol. 40. № 3. P. 241–256. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2024.01.002>
20. Temelli S., Dokuzlu C., Sen M.K.C. Determination of microbiological contamination sources during frozen snail meat processing stages // *Food Control*. 2006. Vol. 17. № 1. P. 22–29. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2004.08.004>

References

1. Trukhachev V.I., Zlydnev N.Z., Molodykh A.I., Tkachenko M.A., Marynich A.P., Banov V.P., Svarich D.A. *Zootekhnicheskii analiz kormov. Metodicheskie ukazaniya k laboratornym zanyatiyam dlya studentov spetsial'nostey "Zootekhniya" i "Veterinariya"* [Zootechnical analysis of feed. Methodolog-

- ical instructions for laboratory classes for students of the specialties “Animal Science” and “Veterinary Medicine”]. Stavropol: Stavropol Agrarian University, 2002, 27 p.
2. Kompantsev D.V., Chahirova A.A., Mursalova T.T. Razrabotka innovatsionnoy tehnologii polucheniya novogo materiala “kletochnyy ekstrakt *Helix aspera muller*” dlya ispol’zovaniya v kosmetologii i meditsine [Development of innovative technology for obtaining a new material “*Helix aspera muller* cell extract” for use in cosmetology and medicine]. *Mediko-farmatsevticheskiy zhurnal “Pul’s”* [Medical and pharmaceutical journal “Pulse”], 2020, vol. 22, no. 7, pp. 44–49. <http://dx.doi.org/10.26787/nydha-2686-6838-2020-22-7-44-49>
 3. Evseychenko V.V. *Sposob polucheniya poroshkoobraznogo ekstrakta iz vinogradnoy ulitki* [Method for obtaining powdered extract from grape snail]. Patent RF, no. 2763589, 2021.
 4. Petrunina I.V. Obzor myasnogo rynka za yanvar’-noyabr’ 2023 goda [Meat market review for January–November 2023]. *Rynok myasa i myasnyh produktov* [Market of meat and meat products], 2023, no. 12, pp. 2–9.
 5. Rakovina vinogradnoy ulitki *Helix pomatia* kak istochnik biologicheski znachimykh elementov v funktsional’nom pitanii [The shell of the grape snail *Helix pomatia* as a source of biologically significant elements in functional nutrition]. Glotova I.A., Kusakina O.S., Shahov S.V., Kuralesina V.N. *Mezhdunarodnyy studencheskiy nauchnyy vestnik* [International student scientific bulletin], 2015, no. 3-3. <https://eduherald.ru/ru/article/view?id=12921> (accessed 27.03.2024).
 6. Usenko V.V., Tarabrin I.V., Voytenko A.S. Aminokislottnyy sostav myagkih tkaney vinogradnoy ulitki (*Helix pomatia*) [Amino acid composition of soft tissues of the grape snail (*Helix pomatia*)]. *Nauchnyy zhurnal KubSAU* [Scientific journal of KubSAU], 2022, no. 179 (05), pp. 1–18. <http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-179-015>
 7. Advancing Discovery of Snail Mucins Function and Application. McDermott M., Cerullo A.R., Parziale J., Achrak E., Sultana S., Ferd J., Samad S., Deng W., Braunschweig A.B., Holford M. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 2021, vol. 9, 734023. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2021.734023>
 8. Effect of different processing methods on the proximate composition, mineral content and functional properties of snail (*Archachatina marginata*) meat. Djikeng F.T., Mazarine Mouto Ndambwe C., Ngangoum E.S., Tiencheu B., Tambo Tene S., Achidi A.U., Womeni H.M. *Journal of Agriculture and Food Research*, 2022, vol. 8, no. 5, 100298. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2022.100298>
 9. Zucaro A., Forte A., De Vico G., Fierro A. Environmental loading of Italian semi-intensive snail farming system evaluated by means of life cycle assess-

- ment. *Journal of Cleaner Production*, 2016, no. 125, pp. 56–67. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.03.045>
10. Zhu K., Zhang Z., Li G., Sun J., Gu T., Ul Ain N., Zhang X., Li D. Extraction, structure, pharmacological activities and applications of polysaccharides and proteins isolated from snail mucus. *International Journal of Biological Macromolecules*, 2024, no. 258, 128878. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023.128878>
 11. Gomot A. Biochemical composition of helix snails: influence of genetic and physiological factors. *Journal of Molluscan Studies*, 1998, vol. 64, no. 2, pp. 173–181. <https://doi.org/10.1093/mollus/64.2.173>
 12. China. Li N., Hou B., Tian W., Li S., Buyin B., Hai Y., Hasi S. Identification of freshwater snail species and survey of their trematode infections in Ordos. *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife*, 2024, no. 23, 100896. <https://doi.org/10.1016/j.ijppaw.2023.100896>
 13. Wu T.-M., Wang K.-T., Wu W.-M., Clair J.M.T. St., Kuo C.-H., Wu Y.-S., Liu C.-H., Hong M.-C., Chiu K. Metabolomic assessment of African snail (*Achatina fulica*) meal on growth performance of giant river prawn (*Macrobrachium rosenbergii*). *Comparative Biochemistry and Physiology – Part D: Genomics and Proteomics*, 2024, vol. 49, 101185. <https://doi.org/10.1016/j.cbd.2023.101185>
 14. Nkansah M.A., Agyei E.A., Opoku F. Mineral and proximate composition of the meat and shell of three snail species. *Heliyon*, 2021, vol. 7, no. 10, e08149. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e08149>
 15. Caetano D., Miranda A., Lopes S., Paiva J., Rodrigues A., Videira A., Almeida C.M.M. Nutritional and toxicity profiles of two species of land snail, *Theba pisana* and *Otala lactea*, from Morocco. *Journal of Food Composition and Analysis*, 2021, no. 100, 103893. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2021.103893>
 16. Peng Q., Gong X., Jiang R., Yang N., Chen R., Dai B., Wang R. Performance and characterization of snail adhesive mucus as a bioflocculant against toxic *Microcystis*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 2024, vol. 270, 115921. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2023.115921>
 17. Pissia M.A., Matsakidou A., Kiosseoglou V. Raw materials from snails for food preparation. *Future Foods*, 2021, vol. 3, 100034. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2021.100034>
 18. Greistorfer S., Klepal W., Cyran N., Gugumuck A., Rudoll L., Suppan J., Byern J.V. Snail mucus – glandular origin and composition in *Helix pomatia*. *Zoology*, 2017, vol. 122, pp. 126–138. <https://doi.org/10.1016/j.zool.2017.05.001>
 19. Sun X., Hong J., Ding T., Wu Z., Lin D. Snail microbiota and snail–schistosome interactions: axenic and gnotobiotic technologies. *Trends in Parasitology*, 2024, vol. 40, no. 3, pp. 241–256. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2024.01.002>

20. Temelli S., Dokuzlu C., Sen M.K.C. Determination of microbiological contamination sources during frozen snail meat processing stages. *Food Control*, 2006, vol. 17, no. 1, pp. 22–29. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2004.08.004>

ВКЛАД АВТОРОВ

Голембовский В.В.: произвел сбор и отбор улиток, провел исследования.
Суров А.И., Марченко В.В., Голембовский В.В., Пашкова Л.А.: работали и проанализировали экспериментальные данные, написали рукопись. Все авторы в равной степени несут ответственность при обнаружении плагиата, самоплагиата и других неэтических проблем.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Vladimir V. Golembovskii: collected and selected snails and conducted research. **Alexander I. Surov, Vyacheslav V. Marchenko, Vladimir V. Golembovskii, Larisa A. Pashkova:** processed and analyzed the experimental data and wrote the manuscript. All authors are equally responsible when plagiarism, self-plagiarism and other unethical problems are detected.

ДАнные ОБ АВТОРАХ

Голембовский Владимир Владимирович, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр»
ул. Никонова, 49, г. Михайловск, 356241, Российская Федерация
vvh26@yandex.ru

Марченко Вячеслав Вячеславович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор РАН, член-корреспондент РАН, заместитель директора ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ»
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр»
ул. Никонова, 49, г. Михайловск, 356241, Российская Федерация
vmedelika@mail.ru

Суров Александр Иванович, доктор сельскохозяйственных наук, директор ВНИИОК – филиала ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ»
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр»

*ул. Никонова, 49, г. Михайловск, 356241, Российская Федерация
surov.stv@yandex.ru*

Пашкова Лариса Александровна, кандидат сельскохозяйственных наук,
ведущий научный сотрудник
*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр»
ул. Никонова, 49, г. Михайловск, 356241, Российская Федерация
lar.pashkova@yandex.ru*

DATA ABOUT THE AUTHORS

Vladimir V. Golembovskii, Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher
*North Caucasus Federal Agrarian Research Centre
49, Nikonova Str., Mikhailovsk, 356241, Russian Federation
vvh26@yandex.ru
SPIN-code: 6464-9443
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3124-0587>
ResearcherID: W-9115-2019
Scopus Author ID: 58560239200*

Vyacheslav V. Marchenko, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Russian Academy of Sciences, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Deputy Director of the North Caucasus Federal Agrarian Research Centre
*North Caucasus Federal Agrarian Research Centre
49, Nikonova Str., Mikhailovsk, 356241, Russian Federation
vmedelika@mail.ru
SPIN-code: 9774-2815
ResearcherID: J-7698-2013
Scopus Author ID: 57204470304*

Alexander I. Surov, Doctor of Agricultural Sciences, Director of VNIIOK - a branch of the North Caucasus Federal Agrarian Research Centre
*North Caucasus Federal Agrarian Research Centre
49, Nikonova Str., Mikhailovsk, 356241, Russian Federation
surov.stv@yandex.ru
SPIN-code: 7105-7562*

ResearcherID: ADF-1825-2022

Scopus Author ID: 57823107600

Larisa A. Pashkova, Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher

North Caucasus Federal Agrarian Research Centre

49, Nikonova Str., Mikhailovsk, 356241, Russian Federation

lar.pashkova@yandex.ru

SPIN-code: 9709-6407

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1781-8269>

ResearcherID: B-2687-2019

Scopus Author ID: 57225131427

Поступила 25.06.2024

После рецензирования 11.07.2024

Принята 20.07.2024

Received 25.06.2024

Revised 11.07.2024

Accepted 20.07.2024