

АМИНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ БИОСУБСТАНЦИЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБА ЭКСТРАКЦИИ ПАНТОВ МАРАЛОВ

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

Федеральный Алтайский научный центр агробιοтехнологий (Всероссийский научно-исследовательский институт пантового оленеводства), Барнаул, Россия

E-mail: otidel_wniipo@mail.ru

Для цитирования: Аминокислотный состав биосубстанций в зависимости от способа экстракции пантов маралов / М.Г. Кротова, И.Н. Гришаева, А.И. Королькова, А.А. Неприятель, И.С. Белозерских // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2025. – № 2(75). – С. 200–206. – DOI: 10.31677/2072-6724-2025-75-2-200-206.

Ключевые слова: марал, панты, ультразвук, протеолитические ферменты, высокотемпературная обработка, биосубстанция, жидкостная хроматография, аминокислотный состав.

Реферат. Цель данной работы – определить наиболее эффективный способ экстракции пантов маралов на основании полученных данных аминокислотного состава. В ходе исследований были получены биосубстанции по четырем способам: 1-й способ – ультразвуковая экстракция (22 кГц), соотношение сырье:вода 1 : 10 при 45–50 °С; 2-й способ – ультразвуковая экстракция (22 кГц), соотношение сырье:вода 1 : 10 при 45–50 °С с последующим автоклавированием; 3-й способ – ультразвуковая экстракция (37 кГц) с протеолитическими ферментами, соотношение сырье:вода 1 : 10 при 45–50 °С; 4-й способ – ультразвуковая экстракция (37 кГц) с ферментами микробного происхождения, соотношение сырье:вода 1 : 10 при 45–50 °С с последующим автоклавированием. Аминокислотный анализ был проведен с использованием хроматографии на аппарате Shimadzu LC-20 Prominence, оборудованном диодным матричным детектором. Для построения калибровочного графика использовались девятнадцать стандартных образцов аминокислот, произведенных компанией Sigma (Германия). По результатам проведенного исследования установлено, что эффективным является второй и четвертый способ экстракции сырья, применение данных способов экстракции позволяет получить биосубстанции, в которых количественное содержание аминокислот выше в 1,4–2,1 раза по сравнению с экстрактами, полученными другими способами.

AMINO ACID COMPOSITION OF BIOSUBSTANCES DEPENDING ON THE METHOD OF MARAL VELVET ANTLER EXTRACTION

M.G. Krotova, I.N. Grishaeva, A.I. Korolkova, A.A. Nepriyatel, I.S. Belozerskyh

Federal Altai Scientific Center of Agrobiotechnology (All-Russian Research Institute of Antler Reindeer Breeding), Barnaul, Russia

E-mail: otidel_wniipo@mail.ru

Keywords: maral, velvet antlers, ultrasound, proteolytic enzymes, high-temperature processing, biosubstance, liquid chromatography, amino acid composition.

Abstract. The aim of this study is to determine the most effective method for extracting maral velvet antlers based on the obtained data on amino acid composition. The research involved the production of biosubstances using 4 extraction methods: 1st method: Ultrasound extraction (22 kHz) with a raw material-to-water ratio of 1:10 at a temperature of 45–50 °C; 2nd method: Ultrasound extraction (22 kHz) with a raw material-to-water ratio of 1:10 at 45–50 °C, followed by autoclaving; 3rd method: Ultrasound extraction (37 kHz) with proteolytic enzymes, with a raw material-to-water ratio of 1:10 at 45–50 °C; 4th method: Ultrasound extraction (37 kHz) with microbial enzymes, with a raw material-to-water ratio of 1:10 at 45–50 °C, followed by autoclaving. Amino acid analysis was performed using chromatography on a Shimadzu LC-20 Prominence system equipped with a diode array detector. The calibration curve was constructed using nineteen standard amino acid samples manufactured by Sigma (Germany). The study results indicate that the second and fourth extraction methods are the most effective. These methods yield biosubstances with amino acid concentrations 1.4–2.1 times higher than those obtained using other extraction techniques.

Пантовое оленеводство – отрасль животноводства, специализирующаяся на разведении благородных оленей, главным образом маралов, ради получения пантов, мяса и второстепенного сырья. Панты – это молодые, еще не окостеневшие рога оленей, представляющие собой сложную биологическую структуру. Их анатомическое строение характеризуется высокой степенью кровоснабжения, что обуславливает высокую биологическую активность компонентов. На поперечном срезе пантов различают три основных слоя: кожа, промежуточный и внутренний слой. Снаружи панты покрыты тонкой кожей. Промежуточный слой – это основная часть панта, состоящая в основном из хрящевой ткани, которая постепенно окостеневает по мере роста рога. Внутренний слой (мозговой) является центральной частью пантов и содержит рыхлую соединительную ткань с большим количеством кровеносных сосудов и нервов [1–2].

Многочисленные научные исследования, проводимые на протяжении десятилетий, подтверждают уникальные лечебные свойства пантов. Их фармакологическая активность обусловлена невероятно богатым составом биологически активных компонентов. Помимо аминокислот, пептидов, липидов, жирных кислот, витаминов и минералов, панты содержат гликозаминогликаны, такие как хондроитинсульфат и гиалуроновая кислота, играющие важную роль в регенерации хрящевой ткани и поддержании работоспособности суставов [3]. Также обнаружены факторы роста, в частности, инсулиноподобный (IGF-1) и трансформирующий (TGF- β), которые стимулируют рост и регенерацию клеток, а также участвуют в регуляции клеточного роста и дифференцировки. Наличие этих веществ объясняет положительное влияние пантов на лечение различных заболеваний, таких как неврозы, депрессии [4–6]. Кроме того, экстракты из пантов обладают противовоспалительными и анальгетическими свойствами при лечении остеоартрита, ревматоидного артрита и других воспалительных заболеваний суставов [7]. Некоторые исследования также указывают на потенциальную противоопухолевую активность [8–11]. Однако следует отметить, что механизм действия многих компонентов пантов до конца не изучен.

Ранее во Всероссийском НИИ пантового оленеводства разработаны способы переработки сырья пантовых оленей, в том числе с применением биотехнологических приемов (ферментативные системы), а также ультразвуковых установок с

различной частотой колебаний и интенсивностью ультразвуковых колебаний. Оценку эффективности способов переработки проводили в основном по выходу сухих веществ и массовой доле таких компонентов, как жир, белок, зола. Данные показатели в достаточной степени не могут охарактеризовать биосубстанции из пантовой продукции, имеющей в своем составе более тысячи различных компонентов. На основании вышеизложенного требуется проведение более детальной оценки эффективности извлечения биологически активных компонентов из пантов маралов. Кроме того, в соответствии с существующими на сегодняшний день нормативами к функциональным продуктам и биологически активным добавкам, входящие в их состав функциональные ингредиенты должны содержаться в строго регламентированном количестве. В связи с вышесказанным изучение состава разрабатываемых биосубстанций из сырья маралов является актуальным и может предопределить отличительные признаки и эффективность функциональных пищевых ингредиентов.

Цель исследований – изучить аминокислотный состав биосубстанций из пантов марала в зависимости от способа экстракции.

В задачи исследования входило: 1) определить качественный состав аминокислот субстанций и пантов в зависимости от способа экстракции; 2) установить количественное содержание аминокислот в субстанциях из пантов в зависимости от способа экстракции.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проведены в отделе «Всероссийский научно-исследовательский институт пантового оленеводства» ФГБНУ ФАНЦА (г. Барнаул) на базе лаборатории «Переработки и сертификации пантовой продукции» в 2024 г.

В качестве материала исследования использовались панты марала, отбор которых проведен в период с июня по июль 2023 г. Образцы сырых пантов после срезки замораживали и хранили при температуре -20°C до непосредственного исследования. Для получения биосубстанций панты предварительно дефростировали при температуре 4°C . Экстракцию сырья проводили четырьмя способами, обеспечивающими максимальный процент выхода сухого вещества.

1-й способ – ультразвуковая экстракция при интенсивности колебаний 22 кГц в течение 2 ч.

2-й способ – ультразвуковая экстракция при интенсивности колебаний 22 кГц в течение 2 ч с последующей высокотемпературной обработкой в течение 6 ч.

3-й способ – экстракция в ультразвуковом поле интенсивностью 37 кГц в течение 6 ч с добавлением ферментов микробного происхождения.

4-й способ – экстракция в ультразвуковом поле при интенсивности 37 кГц в течение 6 ч с добавлением ферментов микробного происхождения с последующей высокотемпературной обработкой в течение 6 ч.

Экстрагирование всех образцов проводили при гидромодуле 1 : 10, температуре 45–50 °С. Высокотемпературную обработку проводили с применением автоклава при температуре 120 °С, давлении 1,5 атмосферы.

Методика определения аминокислот основана на хроматографическом анализе с применением специализированного оборудования фирмы Shimadzu (Japan) со спектрофотометрическим детектированием на длине волны 254 нм. В качестве неподвижной фазы использовали колонку на основе силикогеля и диоксида кремния (C18) с диаметром частиц 5 микрон размером 250×4,6 мм фирмы MZ-Analysentechnik GmbH (USA). Хроматографический анализ проводили в градиентном режиме при расходе элюента 1,0–1,2 мл/мин и температуре термостата колонки 40 °С. В качестве подвижной фазы использовали смесь 6 мМ раствора ацетата натрия с pH 5,5 (компонент А), раствор 2-пропанола концентрацией 1 % в ацето-

нитриле (компонент В) и 6 мМ раствор ацетата натрия с pH 4,05 (компонент С).

Градуировку проводили по стандартным образцам аминокислот фирмы Sigma: аспарагин, глутамин, оксипролин, серин, глицин, гистидин, аргинин, треонин, аланин, пролин, тирозин, валин, лизин, изолейцин, лейцин, фенилаланин, метионин, цистин и цистеин [15, 16].

Определение массовой концентрации аминокислот проводили в соответствии с методикой М-02-902-142-07, метрологически аттестованной и внесенной в реестр методик, допущенных к применению в сфере государственного метрологического контроля и надзора.

Статистический анализ полученных результатов исследований проведен в соответствии с методом вариационной статистики. Критерий достоверности определен по Стьюденту–Фишеру с применением программного обеспечения MS Excel (2010) на персональном компьютере.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Панты маралов в основном представлены белково-пептидными компонентами, в связи с этим изучение аминокислотного состава биосубстанций представляет большой практический интерес, так как напрямую показывает эффективность применения разных способов экстракции сырья [17].

По результатам проведенного исследования определен качественный состав аминокислот в пантовых экстрактах. Данные представлены на рис. 1–4.

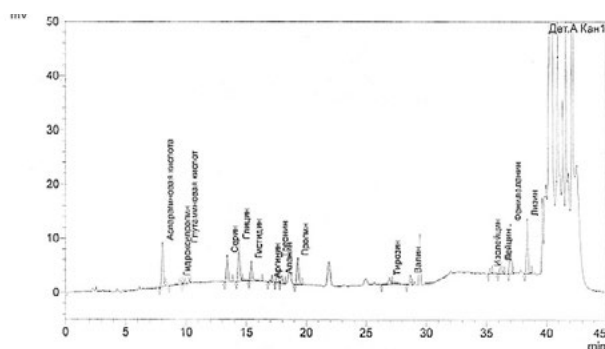


Рис. 1. Хроматограмма аминокислот пантового экстракта, полученного по первому способу

Chromatogram of amino acids of antler extract obtained by the first method

В экстрактах из пантов марала определено 16 аминокислот. Из числа заменимых аминокислот в составе полученных экстрактов присутство-

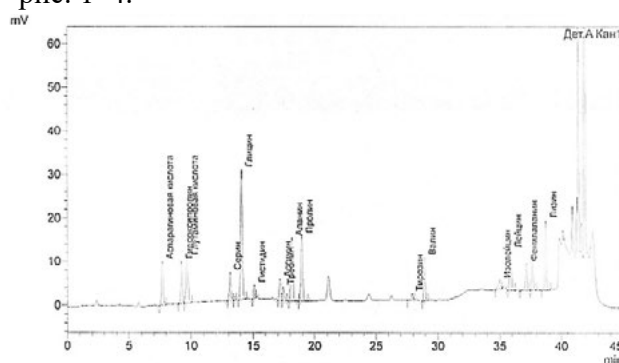


Рис. 2. Хроматограмма аминокислот пантового экстракта, полученного по второму способу

Chromatogram of amino acids of antler extract obtained by the second method

вали глицин, кислота аспарагиновая, кислота глутаминовая, аланин, пролин, гидроксипролин, серин и тирозин.

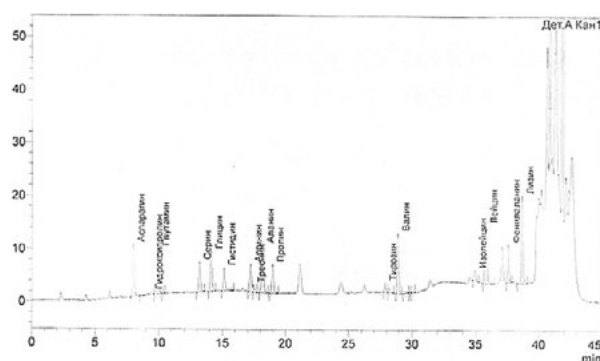


Рис. 3. Хроматограмма аминокислот пантового экстракта, полученного по третьему способу
Chromatogram of amino acids of antler extract obtained by the third method

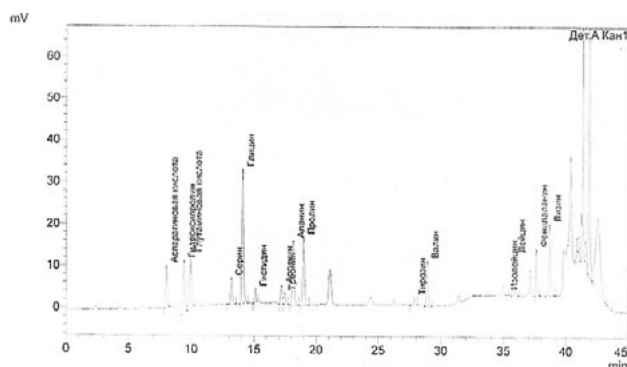


Рис. 4. Хроматограмма аминокислот пантового экстракта, полученного по четвертому способу
Chromatogram of amino acids of antler extract obtained by the fourth method

Среди незаменимых аминокислот определены: треонин и валин, фенилаланин и лизин, лецин и изолейцин, аргинин и гистидин. Отличий в качественном составе аминокислот пантовых

экстрактов в зависимости от способа экстракции не выявлено.

Данные количественного состава аминокислот пантовых экстрактов представлены в таблице.

Аминокислотный состав биосубстанций из пантов марала, мг/100 г
Amino acid composition of maral antler biosubstances, mg/100 g

Показатель	Способы экстракции пантов			
	1-й способ (ультразвук 22 кГц, n = 5)	2-й способ (ультразвук 22 кГц + автоклав, n = 5)	3-й способ (ультразвук 37 кГц + Ферменты, n = 5)	4-й способ (ультразвук 37 кГц + ферменты + Автоклав, n = 5)
Аспарагиновая кислотата	132,25±2,3	164,0±6,1	148,7±8,2	157,2±10,9
Аланин	8,58±0,8	94,6±5,1	55,6±4,2	95,7±6,8
Глутаминовая кислота	97,42±1,1	147,6±7,2	110,3±9,3	155,7±12,7
Гидроксипролин	6,05±0,1	63,7±3,2	6,2±0,9	66,2±10,3
Пролин	34,3±3,2	97,4±4,5	34,2±3,6	103,3±14,3
Глицин	42,9±5,2	172,7±9,6	38,9±4,8	171,9±11,0
Серин	34,8±4,3	62,2±5,5	36,6±6,5	42,9±7,2
Тирозин	18,2±1,6	14,9±2,3	17,6±4,2	17,6±6,5
Сумма заменимых аминокислот	374,5	817,1	448,1	810,5
Фенилаланин	75,4±6,7	0,96±0,4	1,4±0,5	0,95±0,2
Лизин	23,22±6,9	66,6±7,3	86,0±8,4	70,0±9,6
Треонин	43,4±7,2	33,7±4,2	11,4±2,1	27,6±5,6
Валин	4,5±0,9	52,6±8,8	58,9±6,6	56,2±5,8
Лейцин	19,18±2,2	73,8±8,9	87,5±14,2	76,2±10,2
Изолейцин	1,51±0,3	6,2±1,2	2,9±0,6	5,7±1,5
Аргинин▼	1,51±0,4	42,5±10,6	40,8±6,5	37,6±4,2
Гистидин▼	2,01±0,4	40,0±9,4	48,0±7,1	36,6±6,5
Сумма незаменимых аминокислот	170,7	316,4	336,9	310,8
Общая сумма аминокислот	545,2±36,75	1133,5±75,20**	785,0±48,65	1121,3±80,60*

▼ - условно незаменимые аминокислоты (частично синтезируются в организме человека).

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$ – разница достоверна в сравнении с 1-м способом.

• $p < 0,05$; •• $p < 0,01$; ••• $p < 0,001$ – разница достоверна в сравнении с 3-м способом.

По результатам исследования установлены различия в количественном содержании аминокислот в зависимости от способа экстракции. Как видно из данных таблицы, по общей сумме аминокислот можно выделить образцы, полученные при экстракции пантов с применением ультразвука высокой мощности с последующим автоклавированием (способ 2-й) и с применением поэтапной экстракции в поле ультразвука в присутствии ферментов с последующим автоклавированием (способ 4-й).

Сумма аминокислот во 2-м и 4-м способах выше в 2,1 раза по сравнению с первым способом экстракции и в 1,4 раза выше, чем при 3-м способе экстракции.

При этом наиболее значительные отличия выявлены в экстрагировании таких заменимых аминокислот, как гидроксипролин, пролин и глицин. При 2-м и 4-м способе экстракции количество гидроксипролина было выше в 10,0–11,0 раз, пролина в 2,8–3,0 раза, а глицина в 4,0–4,4 раза по сравнению с 1-м и 3-м способами экстракции. Согласно данным таблицы определили, что из числа заменимых аминокислот в анализируемых экстрактах от 37,0 до 54,0 % от общего количества аминокислот в преобладающем количестве отмечены аспарагиновая кислота, глутаминовая кислота и глицин. Из незаменимых аминокислот в наибольшем количестве установлены лейцин и лизин, составляющие от 12,0 до 22,0 % от общего числа аминокислот.

Разница по концентрации общей суммы аминокислот между образцами, полученными по 2-му и 4-му способам, недостоверна.

Таким образом, для лучшего извлечения аминокислот при экстракции пантов марала наиболее подходят способы, включающие поэтапное экстрагирование с применением экстракции в поле ультразвука, а также в присутствии ферментов с последующим автоклавированием (2-й и 4-й способы).

ВЫВОДЫ

1. В пантовых экстрактах идентифицировано 16 аминокислот, качественный состав которых идентичен вне зависимости от применяемого способа экстракции.

2. По результатам проведенных исследований по поиску эффективного способа экстракции пантов марала установлено, что способы, включающие ультразвуковую экстракцию при соотношении сырье : вода 1 : 10, интенсивность ультразвуковых колебаний 22 кГц с последующей высокотемпературной обработкой (2-й способ) и применение поэтапной экстракции в поле ультразвука в присутствии ферментов с последующим автоклавированием (4-й способ), позволяют получить биосубстанции, в которых количественное содержание аминокислот выше в 1,4–2,1 раза по сравнению с экстрактами, полученными другими способами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Immunomodulatory effects of a 3.2kDa polypeptide from velvet antler of Cervus nippon Tem minck / Zha Enhui, Li Xingxia, Li Dandan [et al.] // Int. Immunopharmacol. – 2013. – № 16. – P. 210–213. – DOI: 10.1016/j.intimp.2013.02.027.*
2. Луницын В.Г., Неприятель А.А. Панты оленей (консервирование, оценка качества и биологические свойства). – Барнаул, 2016. – 35 с.
3. *Deer antler extract: Pharmacology, rehabilitation and sports medicine applications / A. Orassay, D. Sadvokassova, A. Berdigaliyev [et al.] // Pharmacological Research – Modern Chinese Medicine. – Vol. 10, March 2024. – DOI: 10.1016/j.prmcm.2023.100316.*
4. *Функциональные пищевые системы: природный биокомплекс для коррекции обменных нарушений при возраст-ассоциированных заболеваниях / В.П. Сергун, В.Н. Буркова, Д.Д. Агеенко, В.М. Позняковский // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2024. – № 4. – С. 134–144. – DOI: 10.24412/2311-6447-2024-4-134-144.*
5. *Экспериментальное обоснование применения пантов марала на фоне экстремальных психоэмоциональных нагрузок / И.Н. Смирнова, Н.И. Суслов, И.А. Хлусов [и др.] // Биомедицина. – 2019. – № 3. – С. 33–40. – DOI: 10.33647/2074-5982-15-3-33-40.*
6. *He significance of MDK growth factor in the antler development of sika deer (Cervus nippon): An in-depth analysis / Haihua Xing, Qianghui Wang, Yukai Ma [et al.] // Gene Expression Patterns Available. Online 27 Dec. 2024. – P. 119388. – DOI: 10.1016/j.jfineco.2023.103745.*
7. *Использование пантов марала в комбинации с амикацином для купирования хронического остеомиелита / В.О. Золотухин, А.А. Андреев, А.А. Гпухов, В.В. Шишкина // Гены и клетки. – 2022. – № 3. – С. 92–93. – EDN: RMGQXW*

8. Яковлева К.М., Слепцова А.А., Михайлова С.М. Лекарственные средства животного происхождения в традиционной медицине якутов (XIX–XXI вв. // Ойкумена. Регионоведческие исследования. – 2024. – № 2(69). – С. 84–91. – DOI: 10.24866/1998-6785/2024-2/84-91.
9. *Anti-tumour activity of deer growing antlers and its potential applications in the treatment of malignant gliomas* / L. Chonco, T. Landete-Castillejos, G. Serrano-Heras [et al.] // *Sci. Rep.* – 2021. – Vol. 11. – P. 42. – DOI: 10.1038/s41598-020-79779-w.
10. Сергун В.П., Агеевко Д.Д., Поздняковский В.М. Пищевые системы оздоровительного питания: биологически активный комплекс для нормализации функциональных расстройств вегетативной нервной системы // *Пищевая промышленность.* – 2024. – № 2. – С. 10–15. – DOI: 10.24412/2311-6447-2024-3-42-51.
11. Доклинические исследования холодового воздействия для оценки эффективности и функциональной направленности специализированного продукта / Н.А. Фролова, И.Ю. Резниченко, Н.В. Шкрабтак [и др.] // *Вопросы питания.* – 2021. – Т. 90, № 4. – С. 138–143. – DOI: 10.33029/0042-8833-2021-90-4-138-143.
12. Способ переработки пантов оленей: пат. RU 2651026 С2 Рос. Федерация / Неприятель А.А.; владелец патента: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт пантового оленеводства» (ФГБНУ ВНИИПО); заявл. 20.05.2016, опубл. 18.04.2018, Бюл. № 11. – 7 с.
13. Способ получения гидролизата из пантов: пат. RU2728218 С1 Рос. Федерация / Луницын В.Г., Гришаева И.Н., Кротова М.Г. [и др.]; заявл. 25.06.2019, опубл. 28.07.2020, Бюл. № 22. – 6 с.
14. *ГОСТ Р 54059–2010.* Продукты пищевые функциональные. Ингредиенты пищевые функциональные. Классификация и общие требования. – М.: Стандартинформ, 2011. – 11 с.
15. 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. – EDN: MUEQTX.
16. *Introduction to HPLC*, Shimadzu, Japan, 2008.
17. Луницын В.Г. Производство, переработка и биохимический состав продукции пантового оленеводства. – Барнаул, 2008. – 294 с.

REFERENCES

1. Enhui Zha, Xingxia Li, Dandan Li, Xuesong Guo, Shenyang Gao, Xiqing Yue., Immunomodulatory effects of a 3.2kDa polypeptide from velvet antler of *Cervus nippon* Tem minsk, *Int. Immunopharmacol*, 2013, No. 16, pp. 210–213, DOI: 10.1016/j.intimp.2013.02.027.
2. Lunicyn V.G., Nepriyatel A.A., *Panty oleney (konservirovanie, ocenka kachestva i biologicheskie svoystva)* (Deer antlers (canning, quality assessment and biological properties)), Barnaul, 2016, 35 p.
3. Orassay A., Sadvokassova D., Berdigaliyev A., Sagintayev A., Myrzagali S., Omarova Z., Toktarov N., Liu D., Xie Y., Deer antler extract: Pharmacology, rehabilitation and sports medicine applications, *Pharmacological Research – Modern Chinese Medicine*, Vol. 10, March 2024, DOI: 10.1016/j.prmcm.2023.100316.
4. Sergun V.P., Burkova V.N., Ageenko D.D., Poznyakovskij V.M., *Tekhnologii pishchevoy i pererabatyvayushchey promyshlennosti APK – produkty zdorovogo pitaniya*, 2024, No. 4, pp. 134–144, DOI: 10.24412/2311-6447-2024-4-134-144. (In Russ.).
5. Smirnova I.N., Suslov N.I., Xlusov I.A., Zajcev K.V., Gostyxina A.A., Vereshhagina S.V., Abdulkina N.G., *Biomedicina*, 2019, No. 3, pp. 33–40, DOI: 10.33647/2074-5982-15-3-33-40. (In Russ.).
6. Haihua Xing, Qianghui Wang, Yukai Ma, Ruobing Han, Heping Li, He significance of MDK growth factor in the antler development of sika deer (*Cervus nippon*): An in-depth analysis, *Gene Expression Patterns Available*. Online 27 December 2024, pp. 119388, DOI: 10.1016/j.gep.2024.119388.
7. Zolotuxin V.O., Andreev A.A., Gpuxov A.A., Shishkina V.V., *Geny` i kletki*, 2022, No. 3, pp. 92–93. (In Russ.).
8. Yakovleva K.M., Slepaczova A.A., Mixajlova S.M., *Regionovedcheskie issledovaniya*, No. 2(69), 2024, pp. 84–91, DOI: 10.24866/1998-6785/2024-2/84-91. (In Russ.).
9. Chonco L., Landete-Castillejos T., Serrano-Heras G., et al., Anti-tumour activity of deer growing antlers and its potential applications in the treatment of malignant gliomas, *Sci. Rep*, 2021, Vol. 11, pp. 42, DOI: 10.1038/s41598-020-79779-w.
10. Sergun V.P., Ageenko D.D., Pozdnyakovskij V.M., *Pishhevaya promy`shlennost*, 2024, No. 2, pp. 10–15, DOI: 10.24412/2311-6447-2024-3-42-51. (In Russ.).
11. Frolova N.A., Reznichenko I.Yu., Shkrabtak N.V., Pomozova V.A., Babij T.V., *Voprosy` pitaniya*, 2021, T. 90, No. 4, pp. 138–143, DOI: 10.33029/0042-8833-2021-90-4-138-143. (In Russ.).
12. Sposob pererabotki pantov oleney: pat. RU 2651026 C2Ros. Federatsiya / Nepriyatel` A.A.; vladelets patenta: Federal`noe gosudarstvennoe byudzhethoe nauchnoe uchrezhdenie «Vserossiyskiy nauchno-issledovatel`skiy institut pantovogo olenevodstva» (FGBNU VNIPO); yayavl. 20.05.2016, opubl. 18.04.2018, Byul. № 11, 7 p. (in Russ.).

13. *Pat. Ru2728218*, «Sposob polucheniya gidrolizata iz pantov», A23J 1/10, A23J 3/04, opubl. 28.07.2020 g., B. № 22, 6 p. (in Russ.).
14. *GOST R 54059-2010*. Produkty` pishhevy`e funkcional`ny`e. Ingredienty` pishhevy`e funkcional`ny`e. Klassifikaciya i obshhie trebovaniya, Moscow, 2011, 11 p. (In Russ.).
15. Rudenko A.O., Karczova L.A. Snarskij S.I., *Sorbcionny`e i xromatograficheskie processy*, 2010, T. 10, pp. 223–230, EDN: MUEQTX. (In Russ.).
16. Introduction to HPLC, Shimadzu, Japan, 2008.
17. Lunicyn V.G., *Proizvodstvo, pererabotka i bioximicheskij sostav produkcii pantovogo olenevodstva* (Production, processing and biochemical composition of reindeer herding products), Barnaul, 2008, 294 p. (In Russ.).

Информация об авторах:

М.Г. Кротова, кандидат сельскохозяйственных наук
И.Н. Гришаева, кандидат биологических наук
А.И. Королькова, кандидат сельскохозяйственных наук
А.А. Неприятель, доктор сельскохозяйственных наук
И.С. Белозерских, научный сотрудник

Contribution of the authors:

M.G. Krotova, Candidate of Agricultural Sciences
I.N. Grishaeva, Candidate of Biological Sciences
A.I. Korolkova, Candidate of Agricultural Sciences
A.A. Nepriyatel, Doctor of Agricultural Sciences
I.S. Belozerskikh, Research Fellow

Вклад авторов:

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.