

ХРАНЕНИЕ И ПЕРЕРАБОТКА
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ /
STORAGE AND PROCESSING OF FARM PRODUCTS

Научная статья / *Original article*

УДК 636.294:637

DOI: 10.31208/2618-7353-2026-34-44-57

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОДУКТА ДЛЯ СПОРТИВНОГО ПИТАНИЯ
НА ОСНОВЕ СЫРЬЯ МАРАЛОВ

*MODELING A PRODUCT FOR SPORTS NUTRITION
BASED ON MARAL RAW MATERIAL*

Мария Г. Кротова, кандидат сельскохозяйственных наук
Ирина Н. Гришаева, кандидат биологических наук
Алексей А. Неприятель, доктор сельскохозяйственных наук
Анна И. Королькова, кандидат сельскохозяйственных наук
Иван С. Белозерских, научный сотрудник

Maria G. Krotova, PhD (Agriculture)
Irina N. Grishaeva, PhD (Biology)
Alexei A. Nepriyatel, Dr. Sci. (Agriculture)
Anna I. Korolkova, PhD (Agriculture)
Ivan S. Belozerskikh, Researcher

Федеральный Алтайский научный центр агrobiотехнологий, Барнаул

Federal Altai Scientific Center of Agrobiotechnology, Barnaul, Russia

Контактное лицо: Кротова Мария Георгиевна, ведущий научный сотрудник, лаборатория переработки и сертификации пантовой продукции, Всероссийский НИИ пантового оленеводства, Федеральный Алтайский научный центр агrobiотехнологий; 656910, Россия, Алтайский край, г. Барнаул, Научный городок, д. 35; e-mail: otdel_wniipo@mail.ru; тел.: 8(983)556-89-99; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7878-8529>.

Для цитирования: Кротова М.Г., Гришаева И.Н., Неприятель А.А., Королькова А.И., Белозерских И.С. Моделирование продукта для спортивного питания на основе сырья маралов // Аграрно-пищевые инновации. 2026. Т. 34. № 2. С. 44-57. <https://doi.org/10.31208/2618-7353-2026-34-44-57>.

Principal Contact: Maria G. Krotova, Leading Researcher, Laboratory for Processing and Certification of Antler Products, All-Russian Research Institute of Antler Deer Breeding, Federal Altai Scientific Center of Agrobiotechnology; 35, Scientific Town, Barnaul, Altai Region, 656910, Russian Federation; e-mail: otdel_wniipo@mail.ru; tel.: +7(983)556-89-99; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7878-8529>.

For citation: Krotova MG, Grishaeva IN, Nepriyatel AA, Korolkova AI, Belozerskikh IS. Modeling a product for sports nutrition based on maral raw material. *Agrarno-pishchevye innovacii = Agrarian-and-food innovations*. 2026;34(2):44-57. (In Russ.). <https://doi.org/10.31208/2618-7353-2026-34-44-57>.

Резюме

Цель. Моделирование продукта для спортивного питания на основе сырья маралов и анализ его пищевой ценности.

Материалы и методы. В качестве материала исследования использовали сырье маралов и биосубстанции, полученные на его основе, а также ингредиенты растительного происхождения. Проектирование продукта проводили с применением стандартной надстройки программы Microsoft Excel «Поиск решений», позволяющей разработать продукт с заданными параметрами.

Результаты. Исходя из представленного цифрового материала проведено компьютерное моделирование белково-углеводного продукта для спортивного питания из сырья маралов и ингредиентов растительного происхождения. Спроектировано два модельных образца с различным соотношением ингредиентов. Проведена интегральная оценка сбалансированности образцов продукта путем расчета безразмерных индексов, характеризующих количественное содержание аминокислот, витаминов, минеральных веществ и макроэлементов (белки, жиры, углеводы) относительно физиологически необходимой нормы. Установлено, что образцы моделируемого продукта не сбалансированы по витаминному составу ($U_v=0,005$ для образца № 1 и 0,32 для образца № 2) и рецептурному составу ($U_p=0,17$ и 0,18, соответственно), но хорошо сбалансированы по минеральным веществам ($U_m=0,56$ для образца № 1 и 0,79 для образца № 2). Наиболее сбалансированным был образец при следующем соотношении ингредиентов, мас%: порошок мяса – 33,5; концентрат мяса – 6,5; печень – 5,6; семена тыквы – 10,6; порошок из мякоти тыквы – 21,6; кедровый орех – 11,6; овсяная крупа – 10,6. Проведена оценка сбалансированности белковой составляющей продукта путем расчета специализированных коэффициентов, характеризующих содержание незаменимых аминокислот относительно физиологической нормы. Биологическая ценность белка составила 73%.

Заключение. Смоделирован белково-углеводный продукт для спортивного питания на основе сырья маралов, сбалансированность подструктурных элементов которого была «удовлетворительной» (в соответствии со шкалой желательности 0,42), а сбалансированность белковой составляющей – «хорошей» (0,72 по Харрингтону).

Ключевые слова: сырье маралов, биологическая ценность, сбалансированность, пищевой продукт, макронутриенты, микронутриенты

Abstract

Purpose. Model a sports nutrition product based on maral raw materials and analyze its nutritional value.

Materials and Methods. The study used maral raw materials and biologically active substances derived from them, as well as plant-based ingredients. The product design was carried out using the standard Microsoft Excel add-in "Find Solutions", which allows for the development of a product with specified parameters.

Results. Using the available quantitative data, computer modelling was carried out to develop a protein-carbohydrate product for sports nutrition based on maral-derived raw materials combined with plant-based ingredients. Two model samples with different ingredient ratios were designed. An integrated assessment of product balance was performed by calculating dimensionless indices characterizing the content of amino acids, vitamins, minerals and macronutrients (proteins, fats, carbohydrates) relative to physiological requirements. It was found that the modeled product samples were not balanced in terms of vitamin composition ($U_v = 0.005$ for Sample No. 1 and 0.32 for Sample No. 2) or formulation ($U_f = 0.17$ for Sample No. 1 and 0.18 for Sample No. 2), but showed good balance in mineral content ($U_m = 0.56$ for Sample No. 1 and 0.79 for Sample No. 2). The most balanced sample had the following ingredient composition (wt%): meat powder – 33.5; meat concentrate – 6.5; liver – 5.6; pumpkin seeds – 10.6; pumpkin pulp powder – 21.6; pine nuts – 11.6; oat groats – 10.6. According to the Harrington desirability scale, taking all indices into account, the overall balance of the product was rated as "satisfactory". The balance of the protein component was further evaluated using specialized coefficients reflecting the content of essential amino acids relative to physiological requirements. The biological value of the protein was 73%.

Conclusion. A protein-carbohydrate product for sports nutrition based on maral raw materials was modeled, with a "satisfactory" balance of substructural elements (according to the desirability scale of 0.42) and a "good" balance of the protein component (0.72 according to Harrington).

Keywords: maral raw materials, biological value, balance, food product, macronutrients, micronutrients

Введение. Физическая активность и питание неразрывно связаны с поддержанием мышц и общего здоровья, повышением метаболической устойчивости и предотвращением возрастной потери мышечной массы. Физические упражнения действуют как мощный физиологический стрессор, вызывая острые метаболические, эндокринные и иммунологические реакции, а долгосрочные тренировки вызывают структурные и функциональные адаптации на мышечном, сердечно-сосудистом и системном уровнях. Правильные стратегии питания, соответствующие типу, интенсивности и продолжительности физической активности, обеспечивают необходимые субстраты для стимуляции физических тренировок, оптимизации восстановления, поддержки синтеза белка мышц и иммунной устойчивости [1]. Существует высокая потребность разработки новых средств восстановления, способных повысить физическую работоспособность спортсменов и адаптацию к экстремальным факторам спортивной деятельности и при этом не являющихся допингом [2]. В настоящее время все больше внимания уделяется значимости использования натуральных ингредиентов в составе спортивных продуктов, которые не только обеспечивают замену синтетических веществ, но и содержат широкий спектр микронутриентов, способных улучшать работоспособность и способствовать восстановлению организма [3; 4]. Одними из перспективных источников поддержки организма при физических нагрузках являются продукты пантового оленеводства. Суслов Н.И. с коллегами в клинических испытаниях на группе спортсменов доказали влияние пантогематогена, полученного из крови пантовых оленей, на переносимость физических нагрузок различной направленности на фоне высокой степени адаптации мышечной массы [5; 6]. Верещагина С.В. в составе группы ученых исследовала влияние порошка пантов марала на состояние организма спортсменов зимних циклических видов спорта. Выявлено влияние на состояние гуморального иммунитета и фагоцитарную активность лейкоцитов [7]. На сегодняшний день наиболее распространенная форма реализации пантовой продукции – в виде биологически активных добавок к пище. При этом мало информации о применении сырья маралов в составе пищевых продуктов и отсутствуют материалы по применению пантового сырья в спортивном питании.

Современным направлением в создании продуктов является применение принципа пищевой комбинаторики путем подбора сырья и ингредиентов для обеспечения необходимых свойств и пищевой ценности [8; 9]. За счет многокомпонентности моделируемых продуктов достигается возможность обеспечения их максимальной сбалансированности [10]. На основании вышеизложенного разработка новых пищевых продуктов для спортивного питания из сырья маралов с применением современных стратегий комбинирования является актуальной.

Цель исследования – моделирование продукта для спортивного питания на основе сырья маралов и анализ его пищевой ценности.

Задачи исследования: 1. Моделирование продукта для спортивного питания; 2. Провести оценку сбалансированности подструктурных элементов продукта (витаминов, макроэлементов, аминокислот и т.д.); 3. Оценить сбалансированность белковой составляющей многокомпонентного продукта.

Материалы и методы. В качестве материала исследования использовали сырье маралов и биосубстанции, полученные на его основе, а также ингредиенты растительного происхождения. В таблице 1 представлены технологические параметры сырьевых компонентов.

Мясо марала (далее по тексту мясо) и печень (полуфабрикаты) представлены в виде порошка, полученного путем высушивания исходного сырья в инфракрасной сушке. Концентрат из мяса маралов и коллаген получены путем экстрагирования сырья с применением фермента-

тивного гидролиза в поле ультразвука и высокотемпературной экстракции с последующей дегидратацией методом вакуумной сушки до определенной влажности на вакуум-импульсных сушильных установках ССВИ-3 (ООО «Технологии Без Границ», г. Бийск, Россия).

Таблица 1. Технологические параметры сырья

Table 1. Technological parameters of raw materials

Ингредиент <i>Ingredient</i>	Форма выпуска <i>Release form</i>	Влажность, % <i>Humidity, %</i>	Размер частиц, мм <i>Particle size, mm</i>	Растворимость <i>Solubility</i>
Мясо марала <i>Maral meat</i>	Порошок <i>Powder</i>	6-12	0,8	Не растворим в воде <i>Insoluble in water</i>
Печень марала <i>Maral liver</i>	Порошок <i>Powder</i>	6-12	0,8	Не растворим в воде <i>Insoluble in water</i>
Концентрат мяса <i>Meat concentrate</i>	Порошок <i>Powder</i>	6-12	менее 0,1 <i>less than 0.1</i>	Растворим в воде <i>Soluble in water</i>
Коллаген <i>Collagen</i>	Порошок <i>Powder</i>	6-12	менее 0,1 <i>less than 0.1</i>	Растворим в воде <i>Soluble in water</i>
Кровь марала <i>Maral blood</i>	Порошок <i>Powder</i>	6-12	0,8	Растворим в воде <i>Soluble in water</i>
Панты марала <i>Maral antlers</i>	Порошок <i>Powder</i>	6-12	0,8	Не растворим в воде <i>Insoluble in water</i>
Мякоть тыквы <i>Pumpkin pulp</i>	Очищенная, сублимированная <i>Purified, freeze-dried</i>	6-12	до 5 <i>up to 5</i>	Не растворима в воде <i>Insoluble in water</i>
Семена тыквы <i>Pumpkin seeds</i>	Цельные зерна <i>Whole grains</i>	5-8	5-10	Не растворимы в воде <i>Insoluble in water</i>
Кедровый орех <i>Pine nuts</i>	Цельные зерна <i>Whole grains</i>	2-8	5-10	Не растворим в воде <i>Insoluble in water</i>
Вишня <i>Cherry</i>	Ягода сублимированная <i>Freeze-dried berry</i>	6-12	5-12	Не растворима в воде <i>Insoluble in water</i>
Крупа овсяная <i>Oatmeal</i>	Хлопья <i>Flakes</i>	6-12	5-10	Не растворима в воде <i>Insoluble in water</i>

В качестве коллагенсодержащего сырья использовали сухожилия и шкуру марала. Кровь марала представлена в виде порошка, высушенного методом вакуумной сушки на вакуум-импульсных сушильных установках ССВИ-3. Панты марала – полуфабрикат, полученный путем дегидратации сырых замороженных пантов в инфракрасной сушке «Омегадрайв СД-4S» (ООО «Сушильное Дело» г. Санкт-Петербург, Россия), с последующим измельчением до порошкообразного состояния на мельнице РМ-120 (ООО «Вибротехник», г. Санкт-Петербург, Россия).

На первом этапе исследования проведено моделирование белково-углеводного продукта для спортивного питания. Для оптимизации процесса разработки продукта применена стандартная надстройка программы Microsoft Excel «Поиск решений», позволяющая разработать продукт с заданными параметрами.

На втором этапе оценили уровень сбалансированности подструктурных элементов продукта (витаминов, минеральных веществ, аминокислот) путем расчета безразмерных индексов сбалансированности: индекса рецептурного состава (U_p); витаминного состава (U_v); ми-

нерального состава (U_m); аминокислотного состава (U_a). Частный индекс сбалансированности рецептурного состава (U_p) рассчитывали по массовой доле рецептурного элемента (жира, белка, углевода) в продукте к физиологически необходимой норме (эталону). Частный индекс сбалансированности минерального состава (U_m) оценили по массовой доле каждого минерала в продукте к физиологически необходимой норме (эталону). Частный индекс сбалансированности аминокислотного состава (U_a) рассчитывали по массовой доле каждой аминокислоты в продукте к соответствующей физиологически необходимой норме (эталону). Идеальная сбалансированность продукта достигнута, когда частные критерии желательности равны единице. Обобщенную сбалансированность оценивали с учетом функции желательности (критерия) Харрингтона (D_i) как среднее геометрическое значение от частных индексов сбалансированности. Шкала желательности Харрингтона делилась в диапазоне от 0 до 1 на пять поддиапазонов: $[0-0,2]$ – «очень плохо», $[0,2-0,37]$ – «плохо», $[0,37-0,63]$ – «удовлетворительно», $[0,63-0,8]$ – «хорошо», $[0,8-1]$ – «очень хорошо».

На третьем этапе исследования проведена оценка сбалансированности белковой составляющей многокомпонентного продукта с применением основополагающих критериев, предложенных Роговым И.А. и Липатовым Н.Н. [14], таких как: коэффициенты различий аминокислотного сора (КРАС), рациональности аминокислотного состава (R_p), сопоставимой избыточности (G) и биологической ценности (БЦ). В частности, коэффициент КРАС (в %) показывает среднюю величину избытка аминокислотного сора незаменимых аминокислот по сравнению с наименьшим уровнем сора какой-либо незаменимой аминокислоты (избыточное количество незаменимых аминокислот, не используемых на пластические нужды) [11]. Биологическую ценность (БЦ) белковой составляющей определяли через коэффициент рациональности незаменимой аминокислоты, характеризующий возможность утилизации аминокислот организмом, предопределяется минимальным скором одной из них и характеризует сбалансированность незаменимых аминокислот по отношению к физиологически необходимой норме (эталону). Показатель сопоставимой избыточности содержания незаменимых аминокислот (G) характеризует суммарную массу незаменимых аминокислот (НАК), не используемых (из-за несбалансированности аминокислотного состава) на анаболические нужды, в таком количестве белка оцениваемого продукта, которое по содержанию потенциально утилизируемых НАК эквивалентно их количеству в 100 г эталонного белка.

Результаты и обсуждение. На первом этапе исследования проведено моделирование продукта для спортивного питания. За основу при разработке взят нормирующий документ ГОСТ 34621-2019 (Напитки белковые, белково-углеводные и углеводно-белковые сухие для питания спортсменов). Согласно представленным в стандарте нормам, в белково-углеводных продуктах спортивного питания массовая доля белка в сухом веществе должна быть от 20 до 50%. В соответствии с данными нормами спроектирована рецептура белково-углеводного продукта для получения состава с заданным соотношением макронутриентов. Согласно расчету, продукт должен содержать 0,310 кг коллагена, 0,380 кг семян тыквы, 0,150 кг крупы овсяной и 0,200 кг вишни. В качестве растительного сырья при подборе ингредиентов выбраны семена и мякоть тыквы, кедровый орех, крупа овсяная и вишня, что обосновано, с одной стороны, биохимическим составом, с другой стороны, выбранное сырье произрастает на территории Алтайского края и, соответственно, является доступным для производителей без добавленной стоимости, что позволяет снизить себестоимость конечного продукта. Вторым параметром при подборе ингредиентов являлась стоимость конечного продукта. При заданном соотношении ингредиентов стоимость 1 кг продукта составит 8254 рубля.

Таблица 2. Рецептúra белково-углеводного продукта для спортивного питания, оптимизированного по себестоимости (образец № 1)

Table 2. Recipe for a protein-carbohydrate product for sports nutrition, optimized for cost (sample No. 1)

Ингредиенты <i>Ingredients</i>	X	Масса, кг <i>Weight, kg</i>	Массовая доля, % <i>Mass fraction, %</i>				Цена, руб/кг <i>Price, rub/kg</i>
			жира <i>fat</i>	белка <i>protein</i>	углеводов <i>carbohydrates</i>	влаги <i>moisture</i>	
Мясо марала <i>Maral meat</i>	X ₁	0,0	5,36	78,25	0,05	11,18	14050
Концентрат мяса <i>Meat concentrate</i>	X ₂	0,0	1,46	67,90	0,05	8,8	24050
Коллаген <i>Collagen</i>	X ₃	0,31	1,60	88,11	-	6,1	23500
Печень марала <i>Maral liver</i>	X ₄	0,0	11,3	68,00	3,85	15,5	13500
Кровь марала <i>Maral blood</i>	X ₅	0,0	3,65	46,90	0,00	8,70	17500
Панты марала <i>Maral antlers</i>	X ₆	0,0	0,76	49,85	0,00	7,73	36250
Семена тыквы <i>Pumpkin seeds</i>	X ₇	0,38	49,05	30,23	10,71	5,23	450
Мякоть тыквы <i>Pumpkin pulp</i>	X ₈	0,0	1,0	10,0	73,82	9,18	5000
Кедровый орех <i>Pine nuts</i>	X ₉	0,00	68,4	13,7	13,03	2,28	1700
Крупа овсяная <i>Oatmeal</i>	X ₁₀	0,16	6,1	12,3	67,9	12,0	200
Вишня <i>Cherry</i>	X ₁₁	0,20	2,0	8,0	83,6	8,4	5050
ИТОГО <i>TOTAL</i>		1,04					8578
Готовый продукт, % <i>Finished product, %</i>			20,01	43,05	30,22		
Макронутриенты в соответствии с ГОСТ 34621-2019 <i>Macronutrients in accordance with GOST 34621-2019</i>			не более 20 <i>no more than 20</i>	от 20 до 50 <i>from 20 to 50</i>	от 10 до 30 <i>from 10 to 30</i>		

При проектировании продуктов питания особая роль отводится сбалансированности аминокислотного состава. Следовательно, на следующем этапе провели подбор ингредиентов и проектирование рецептуры, оптимизированной по составу незаменимых аминокислот и себестоимости.

Как видно из таблицы 3, для получения 1,18 кг оптимизированного белково-углеводного продукта необходимо внести 360 г порошка мяса, 90 г концентрата мяса, 80 г печени, 130 г семян тыквы, 240 г порошка из мякоти тыквы, 140 г кедрового ореха и 130 г овсяной крупы. Стоимость 1 кг готового продукта составит 8430,5 рублей.

Таблица 3. Рецепттура белково-углеводного продукта, оптимизированного по составу незаменимых аминокислот с учетом себестоимости (образец № 2)

Table 3. Recipe for a protein-carbohydrate product optimized for the composition of essential amino acids, taking into account the cost price (sample No. 2)

Ингредиенты <i>Ingredients</i>	X	Масса, кг <i>Weight, kg</i>	Массовая доля, % <i>Mass fraction, %</i>				Цена, руб/кг <i>Price, rub/kg</i>
			жира <i>fat</i>	белка <i>protein</i>	углеводов <i>carbohydrates</i>	влаги <i>moisture</i>	
Мясо марала <i>Maral meat</i>	X ₁	0,36	5,36	78,25	0,05	11,18	14050
Концентрат мяса <i>Meat concentrate</i>	X ₂	0,09	1,46	67,90	0,05	8,8	24050
Коллаген <i>Collagen</i>	X ₃	0,00	1,60	88,11	-	6,1	23500
Печень марала <i>Maral liver</i>	X ₄	0,08	11,3	68,00	3,85	15,5	13500
Кровь марала <i>Maral blood</i>	X ₅	0,0	3,65	46,90	0,00	8,70	17500
Панты марала <i>Maral antlers</i>	X ₆	0,0	0,76	49,85	0,00	7,73	36250
Семена тыквы <i>Pumpkin seeds</i>	X ₇	0,13	49,05	30,23	10,71	5,23	450
Кедровый орех <i>Pine nuts</i>	X ₈	0,14	68,4	13,7	13,03	2,28	1700
Мякоть тыквы <i>Pumpkin pulp</i>	X ₉	0,24	1,0	10,0	73,82	9,18	5000
Крупа овсяная <i>Oatmeal</i>	X ₁₀	0,13	6,1	12,3	67,9	12,0	200
Вишня <i>Cherry</i>	X ₁₁	0,00	2,0	8,0	83,6	8,4	5050
ИТОГО <i>TOTAL</i>		1,17					9939,54
Готовый продукт, % <i>Finished product, %</i>			20	50	30		
Макронутриенты в соответствии с ГОСТ 34621-2019 <i>Macronutrients in accordance with GOST 34621-2019</i>			не более 20 <i>no more than 20</i>	от 20 до 50 <i>from 20 to 50</i>	от 10 до 30 <i>from 10 to 30</i>		

Таким образом, на основании анализа биохимического состава ингредиентов и с применением программного обеспечения с учетом заданных параметров спроектировано 2 рецептуры белково-углеводного продукта для спортивного питания.

На следующем этапе исследования проведена оценка сбалансированности продукта по рецептурному, витаминному, минеральному составу.

Согласно данным нормирующего документа МР 2.3.1.0253-21, в группе населения с высокой физической активностью для мужчин приняты нормы физиологической потребности в

энергии от 3400 до 3800 ккал/сут. (в зависимости от возрастной группы), в белках – от 102 до 114 г/сут, в жирах – от 113 до 127 г/сут, в углеводах – от 493 до 551 г/сут. Для женщин физиологическая потребность составляет в энергии от 2700 до 3000 ккал/сут (в зависимости от возраста), в белках – от 81 до 90 г/сут, в жирах – от 90 до 100 г/сут, в углеводах – от 392 до 435 г/сут. Так как моделируемый продукт для спортивного питания предназначен для спортсменов разных половозрастных групп, для расчета сбалансированности нами взяты усредненные значения норм для мужчин и женщин, в частности, в энергии 3200 ккал/сут, в белках – 97 г/сут, в жирах – 108 г/сут, углеводах – 469 г/сут.

В таблице 4 приведены данные оценки рецептурного состава образцов моделируемого продукта.

Таблица 4. Расчет индекса рецептурного состава моделируемого продукта

Table 4. Calculation of the recipe composition index of the simulated product

Показатель <i>Indicator</i>	Образец № 1 <i>Sample No. 1</i>	Образец № 2 <i>Sample No. 2</i>
Массовая доля белка, % <i>Mass fraction of protein, %</i>	43,05	50,00
Массовая доля жира, % <i>Mass fraction of fat, %</i>	20,01	20,00
Массовая доля углеводов, % <i>Mass fraction of carbohydrates, %</i>	30,22	30,00
Соотношение Ж : Б : У <i>F : P : C ratio</i>	0,5:1:0,7	0,4:1:0,6
Стандарт соотношения Ж : Б : У <i>F : P : C ratio standard</i>	1:1:4	
Индекс рецептурного состава (Up) <i>Formulation Index (Up)</i>	0,17	0,18

В образцах моделируемого продукта массовая доля белка составила от 43,05% (образец № 1) до 50,00% (образец № 2). Согласно расчетам, содержание макроэлементов в 100 г моделируемого продукта способствует удовлетворению суточной потребности в белках на 44-52%, в жирах – на 18,5%, в углеводах – на 6,4%.

Индекс сбалансированности рецептурного состава характеризует оптимальное соотношение белка, жира и углеводов (БЖУ) в продукте, наиболее близкое к эталонному значению. В соответствии с методическими рекомендациями МР 2.3.1.0253-21 и рекомендациями ВОЗ, в сбалансированном рационе доля белков должна обеспечивать от 10 до 15% калорийности рациона, жиров – от 15 до 30%, углеводов – от 55 до 75%. В образцах моделируемого продукта основную долю калорийности рациона составляет протеин, что с точки зрения удовлетворения организма человека в энергии не достаточно рационально. Поэтому индекс рецептурного состава имеет достаточно низкие значения – 0,17-0,18.

Проведен анализ сбалансированности витаминного и минерального состава белково-углеводного продукта для спортивного питания (таблица 5).

В составе образца № 2 выявлена высокая концентрация ретинола – 71,18 мг/кг, что связано с содержанием в составе продукта порошка из печени марала. Согласно литературным данным, в печени происходит депонирование витамина А в специальных звездчатых клетках (Ито клетках) [12]. Так, в порции продукта образца № 2 массой 10 г содержится 79% от суточной потребности организма человека в витамине А, что, в соответствии с ГОСТ Р 55555 – 2013, позволяет отнести функциональную направленность данных продуктов к категории источников витамина А.

Таблица 5. Расчет индексов витаминного и минерального состава продукта
Table 5. Calculation of indices of vitamin and mineral composition of the product

Микронутриенты <i>Micronutrients</i>	Нормы потребления, мг/сут (эталон) <i>Consumption rates, mg/day (reference)</i>	Микронутриенты в продукте, мг/кг <i>Micronutrients in the product, mg/kg</i>	
		образец № 1 <i>sample No. 1</i>	образец № 2 <i>sample No. 2</i>
Витамины: <i>Vitamins:</i>			
А	0,90	0,00022	71,18
Е	15,00	1,07	4,48
Д	10,00	0,07	0,01
Кальций (Ca)	1000,00	2681,87	972,16
Магний (Mg)	420,00	1435,78	840,15
Натрий (Na)	1300,00	543,29	7819,78
Фосфор (F)	700,00	5975,23	4439,44
Цинк (Zn)	12,00	5,93	50,43
Марганец (Mn)	2,00	11,58	5,36
Железо (Fe)	10,00	52,23	108,25
Калий (K)	2500,00	2455,36	5433,12
Индекс витаминного состава (Uв) <i>Vitamin composition index (Uв)</i>		0,005	0,32
Индекс минерального состава (Um) <i>Mineral composition index (Um)</i>		0,56	0,79

Другие витамины в составе образцов моделируемого продукта представлены в незначительном количестве. В соответствии с расчетами по содержанию витаминов в образцах продукта относительно эталонных значений определено, что индекс витаминного состава в образце № 1 был минимальным, а в образце № 2 соответствовал значению 0,32.

Согласно данным оценки минерального состава, установлена высокая концентрация кальция, магния, фосфора и калия. При этом уровень кальция и магния в образце № 1 в 1,7-2,8 раза выше, чем в образце № 2, что обусловлено высоким содержанием данных минеральных компонентов в семенах тыквы, составляющей 38% от массы продукта [13]. Концентрация калия, напротив, выше в образце № 2 (в 2,2 раза), что связано со значительным его содержанием в мясе маралов. Индекс сбалансированности минерального состава моделируемого продукта в образце № 1 соответствовал значению 0,56, в образце № 2 – 0,79, что более близко к идеальному варианту, а по шкале желательности Харингтона является хорошим результатом.

Для оценки важнейшей составляющей пищевой адекватности белковых компонентов разрабатываемого продукта использовали основополагающие показатели и критерии, предложенные академиками РАСХН Роговым И.А. и Липатовым Н.Н. [14]. Вычисления производились с учётом актуальных требований аминокислотного состава «идеального» белка, утверждённых в 2011 году при пересмотре новейших данных физиологических потребностей человека объединённым экспертным комитетом продовольственной и сельскохозяйственной организации при ООН (ФАО) и Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) [15].

В таблице 6 приведен состав аминокислот образцов моделируемого продукта, а также данные расчета коэффициентов, отражающих сбалансированность белковой составляющей. Путём анализа аминокислотных профилей продуктов выявлена недостаточность определённых незаменимых аминокислот.

Таблица 6. Сравнительная оценка биологической ценности, частных индексов и обобщенных критериев сбалансированности проектируемых продуктов

Table 6. Comparative assessment of biological value, partial indices and generalized criteria for the balance of designed products

Показатели <i>Indicators</i>	Незаменимые аминокислоты, г/100 г белка / скор, % <i>Essential amino acids, g/100 g protein / scor, %</i>			
	Образец № 1 <i>Sample No. 1</i>		Образец № 2 <i>Sample No. 2</i>	
Гистидин <i>Histidine</i>	1,47	73,7	1,47	73,74
Изолейцин <i>Isoleucine</i>	2,11	65,9	1,91	59,65
Лейцин <i>Leucine</i>	3,63	54,9	2,92	44,27
Лизин <i>Lysine</i>	1,70	29,8	4,28	75,13
Метионин+цистеин <i>Methionine + cysteine</i>	0,96	35,6	2,16	80,00
Фенилаланин+тирозин <i>Phenylalanine + tyrosine</i>	3,34	64,3	3,01	57,79
Треонин <i>Threonine</i>	5,79	186,7	3,10	100,00
Триптофан <i>Tryptophan</i>	0,59	69,0	0,85	100,00
Валин <i>Valine</i>	2,55	59,4	2,13	49,59
КРАС, % <i>CRAS, %</i>	41,20		26,86	
БЦ, % <i>BC, %</i>	58,80		73,14	
Rp	0,57		0,73	
G	40,65		15,67	
Ua	0,54		0,69	
Критерий Харингтона D _i <i>Harrington's Di test</i>	0,57		0,72	

Для образца № 2 первой лимитирующей аминокислотой является лейцин, в образце № 1 наименьшим аминокислотным скором обладает лизин. Наиболее высокие значения аминокислотного сора показаны для аминокислоты треонин. На основании анализа данных по содержанию аминокислот рассчитан коэффициент различий аминокислотного сора (КРАС), показывающий избыточное количество незаменимых аминокислот, не используемых на пластические нужды. Максимальное значение КРАС показано для образца № 1, что обусловлено высоким значением сора по треонину, превышающего эталон на 86%. Показатель сопоставимой избыточности содержания незаменимых аминокислот (G), не используемых на анаболические нужды из-за несбалансированности аминокислотного состава, в идеале должен стремиться к нулю. В проектируемых рецептурах данный показатель был минимальный в образце № 2, а максимальным – в образце № 1. Биологическая ценность белка наиболее высокая в образце № 2 и составила 73%. Из данных таблицы 6 вытекает, что благодаря оптимальному соотноше-

нию основных компонентов продукта на основе сырья маралов, при котором коэффициент сбалансированности аминокислотного состава равен 0,69 и критерий Харрингтона 0,72 (для идеального белка =1), выбран образец № 2.

Заключение. Проведено моделирование белково-углеводного продукта для спортивного питания из сырья маралов в сочетании с растительными компонентами с последующей оценкой его пищевой ценности на основе анализа сбалансированности. Интегральная оценка показала, что наиболее сбалансированным был образец № 2 при следующем соотношении ингредиентов, мас%: порошок мяса – 33,5; концентрат мяса – 6,5; печень – 5,6; семена тыквы – 10,6; порошок из мякоти тыквы – 21,6; кедровый орех – 11,6; овсяная крупа – 10,6.

По данным оценки сбалансированности подструктурных элементов представленного продукта (витаминов, макро- и микроэлементов, аминокислот и т.д.), показана хорошая сбалансированность по минеральным веществам и аминокислотам, но плохая по витаминному составу. Суммарная сбалансированность была «удовлетворительной» (в соответствии со шкалой желательности 0,42).

По результатам оценки белковой составляющей многокомпонентного продукта показан высокий уровень его сбалансированности с учетом коэффициента сбалансированности аминокислотного состава, равного 0,69, при критерии Харрингтона 0,72 (для идеального белка =1) и биологической ценности белка 73,14%.

Список источников

1. Kozjek N.R., Tonin G., Prado C., Maughan R.J. Basics in clinical sports nutrition: Physical activity, muscle and clinical nutrition // *Clinical Nutrition ESPEN*. 2026. Vol. 72. Article number: 102921. <https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2026.102921>.
2. Литвин Ф.Б., Брук Т.М., Терехов П.А. Комплексное применение природных биостимуляторов тренировочном процессе высококвалифицированных спортсменов // *Человек. Спорт. Медицина*. 2018. Т. 18. № 5. С. 135-139. <https://doi.org/10.14529/hsm18s19>.
3. Rob M.M., Ferdoush Z., Mazumder M.A., Jubayer M.F. Natural alternatives in sports nutrition: Formulation and quality evaluation of an isotonic sports drink using dates of Ajwa variety // *Applied Food Research*. 2024. № 4. Article number: 100618. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2024.100618>.
4. Johnson T.S., Souza A., Patil S.A. Safety assessment of red spinach as a potential sports nutrition supplement: An evidence based comprehensive overview // *Future Foods*. 2025. № 12. Article number: 100806. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2025.100806>.
5. Суслов Н.И., Латков Н.Ю., Трубчанинов С.А., Позняковский В.М. Товароведная характеристика пантогематогена и его значение при адаптации к физическим нагрузкам // *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии*. 2016. Т. 4. № 2. С. 86-93. <https://doi.org/10.14529/food160211>.
6. Суслов Н.И., Латков Н.Ю., Трубчанинов С.А., Позняковский В.М. Специализированные продукты с пантогематогеном: доказательства эффективности в спорте // *Ползуновский вестник*. 2013. № 4. С. 121-126.
7. Верещагина С.В., Смирнова И.Н., Абдулкина Н.Г., Баранкин Б.В. Эффективность применения пантов марала в коррекции иммунной дисфункции у спортсменов // *Современные вопросы биомедицины*. 2021. Т. 5. № 4. С. 10-18. https://doi.org/10.51871/2588-0500_2021_05_04_1.

8. Макарова А.А., Крюкова Е.В., Пастушкова Е.В., Пасько О.В. Системный анализ пищевой и биологической ценности аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. 2022. № 4. С. 68-79. <https://doi.org/10.14529/food220407>.
9. Мусина О.Н., Нагорных Е.М. Информационно-советующая система для проектирования пищевых систем на примере рецептур плавленых сыров // Актуальная биотехнология. 2023. № 1. С. 38-41. <https://doi.org/10.20914/2304-4691-2023-1-38-41>.
10. Лисин П.А., Гаврилова Н.Б., Молибога Е.А., Трофимов И.Е., Есипова М.С. Интегральная оценка сбалансированности продуктов питания // Хранение и переработка сельхозсырья. 2015. № 8. С. 5-11.
11. Лепешкин А.И., Надточий Л.А., Чечеткина А.Ю. Проектирование состава продуктов питания с заданными свойствами. СПб: Университет ИТМО, 2020. 46 с.
12. Bozhkov A., Ionov I., Kurhuzova N., Novikova A., Katerynych O., Akzhyhitov R. Vitamin A intake forms resistance to hypervitaminosis A and affects the functional activity of the liver // Clinical Nutrition Open Science. 2022. Vol. 41. P. 82-97.
13. Аскарлов И.Р., Муминджанов М.М., Атакулова Н.Б. Кизи И.Г. Химический состав и лекарственные свойства семян тыквы // Oriental Renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences. 2022. № 2(2). С. 468-475.
14. Надточий Л.А. Проектирование белковой составляющей продуктов питания в табличном редакторе Microsoft Excel // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». 2013. № 4(18). URL: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>.
15. Dietary protein quality evaluation in human nutrition: Report of an FAO Expert Consultation. Rome: FAO; 2013. 66 p. <https://doi.org/10.1111/nbu.1263>.

References

1. Kozjek NR, Tonin G, Prado C, Maughan RJ. Basics in clinical sports nutrition: Physical activity, muscle and clinical nutrition. *Clinical Nutrition ESPEN*. 2026;(72):102921. <https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2026.102921>.
2. Litvin FB, Brook TM, Terekhov PA. Comprehensive application of natural biostimulators in the training of elite athletes. *Chelovek. Sport. Medicina = Human. Sport. Medicine*. 2018;18(S):135-139. (In Russ.). <https://doi.org/10.14529/hsm18s19>.
3. Rob MM, Ferdoush Z, Mazumder MA, Jubayer MF. Natural alternatives in sports nutrition: Formulation and quality evaluation of an isotonic sports drink using dates of Ajwa variety. *Applied Food Research*. 2024;(4):100618. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2024.100618>.
4. Johnson TS, Souza A, Patil SA. Safety assessment of red spinach as a potential sports nutrition supplement: An evidence based comprehensive overview. *Future Foods*. 2025;(12):100806. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2025.100806>.
5. Suslov NI, Latkov NYu, Trubchaninov SA, Poznyakovsky VM. Merchandizing characteristic of panto-hematogen and its significance during the adaptation to physical loads. *Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Pishhevy'e i biotekhnologii = Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*. 2016;4(2):86-93. (In Russ.). <https://doi.org/10.14529/food160211>.
6. Suslov NI, Latkov NYu, Trubchaninov SA, Poznyakovsky VM. Specialized products with panto-hematogen: evidence of effectiveness in sports. *Polzunovskiy vestnik = Polzunovskiy vestnik*. 2013;(4):121-126. (In Russ.).

7. Vereshchagina SV, Smirnova IN, Abdulkina NG, Barankin BV. The effectiveness of using maral velvet antlers in the correction of immune dysfunction in athletes. *Sovremenny'e vo-prosy` biomediciny` = Modern Issues of Biomedicine*. 2021;5(4):10-18. (In Russ.). https://doi.org/10.51871/2588-0500_2021_05_04_1.
8. Makarova AA, Kryukova EV, Pastushkova EV, Pasko OV. Systematic analysis of the nutritional and biological value of an analogue of meat semi-finished product from soybean processing products. *Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Pishhevy'e i biotekhnologii = Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*. 2022;(4):68-79. (In Russ.). <https://doi.org/10.14529/food220407>.
9. Musina ON, Nagornukh EM. An information and advisory system for designing food systems using processed cheese recipes as an example. *Aktualnaya biotekhnologiya = Topical biotechnology*. 2023;(1):38-41. (In Russ.). <https://doi.org/10.20914/2304-4691-2023-1-38-41>.
10. Lisin PA, Gavrilova NB, Moliuboga EA, Trofimov IE, Esipova MS. Integral Assessment of the Balance of Food. *Hranenie i pererabotka sel'hozsyr'ya = Storage and processing of farm products*. 2015;(8):5-11. (In Russ.).
11. Lepeshkin AI, Nadtochii LA, Chechetkina AYU. Design of food product composition with specified properties. SPb: ITMO University Publ.; 2020. 46 p. (In Russ.).
12. Bozhkov A, Ionov I, Kurhuzova N, Novikova A, Katerynych O, Akzhyhitov R. Vitamin A intake forms resistance to hypervitaminosis A and affects the functional activity of the liver. *Clinical Nutrition Open Science*. 2022;(41):82-97.
13. Askarov IR, Mumindzhanov MM, Atakulova NB, Kizi IG. Chemical composition and medicinal properties of pumpkin seeds. *Oriental Renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences*. 2022;2(2):468-475. (In Russ.).
14. Nadtochii LA. Designing a protein component of food in the Microsoft Excel spreadsheet editor. *Nauchnyj zhurnal NIU ITMO. Seriya «Processy i apparaty pishchevyh proizvodstv = Scientific Journal Processes and Food Production Equipment*. 2013;(4). (In Russ.). Available from: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>.
15. Dietary protein quality evaluation in human nutrition: Report of an FAO Expert Consultation. Rome: FAO Publ.; 2013. 66 p. <https://doi.org/10.1111/nbu.1263>.

Вклад авторов: Все авторы внесли в равных долях вклад в подготовку, проведение исследовательской работы, анализ полученных результатов и написание данной статьи.

Contribution of the authors: All authors contributed equally to the preparation, implementation of the research work, analysis of the results obtained, and writing of this article.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов в связи с публикацией данной статьи.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest in connection with the publication of this article.

Информация об авторах (за исключением контактного лица):

Гришаева Ирина Николаевна – ведущий научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт пантового оленеводства, заведующая лабораторией, лаборатория переработки и сертификации пантовой продукции, Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий; 656910, Россия, Алтайский край, г. Барнаул, Научный городок, д. 35; e-mail: otdel_wniipo@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5172-4143>;

Неприятель Алексей Анатольевич – главный научный сотрудник, руководитель отдела, Всероссийский научно-исследовательский институт пантового оленеводства, Федеральный Алтайский научный центр агробιοтехнологий; 656910, Россия, Алтайский край, г. Барнаул, Научный городок, д. 35; e-mail: otdel_wniipo@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8676-4324>;

Королькова Анна Ивановна – старший научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт пантового оленеводства, Федеральный Алтайский научный центр агробιοтехнологий; 656910, Россия, Алтайский край, г. Барнаул, Научный городок, д. 35; e-mail: otdel_wniipo@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-9842-1227>;

Белозерских Иван Сергеевич – научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт пантового оленеводства, Федеральный Алтайский научный центр агробιοтехнологий; 656910, Россия, Алтайский край, г. Барнаул, Научный городок, д. 35; e-mail: otdel_wniipo@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-8537-9511>.

Information about the authors (excluding the contact person):

Irina N. Grishaeva – *Leading Researcher, All-Russian Research Institute of Antler Deer Breeding, Head of the Laboratory, Laboratory for Processing and Certification of Antler Products, Federal Altai Scientific Center of Agrobiotechnology; 35, Scientific Town, Barnaul, Altai Region, 656910, Russian Federation; e-mail: otdel_wniipo@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5172-4143>;*

Alexei A. Nepriyatel – *Chief Researcher, Head of the Department, All-Russian Research Institute of Antler Deer Breeding, Federal Altai Scientific Center of Agrobiotechnology; 35, Scientific Town, Barnaul, Altai Region, 656910, Russian Federation; e-mail: otdel_wniipo@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8676-4324>;*

Anna I. Korolkova – *Senior Researcher, All-Russian Research Institute of Antler Deer Breeding, Federal Altai Scientific Center of Agrobiotechnology; 35, Scientific Town, Barnaul, Altai Region, 656910, Russian Federation; e-mail: otdel_wniipo@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-9842-1227>;*

Ivan S. Belozerskikh – *Researcher, All-Russian Research Institute of Antler Deer Breeding, Federal Altai Scientific Center of Agrobiotechnology; 35, Scientific Town, Barnaul, Altai Region, 656910, Russian Federation; e-mail: otdel_wniipo@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-8537-9511>.*

Статья поступила в редакцию / *The article was submitted:* 08.04.2026;
одобрена после рецензирования / *approved after reviewing:* 26.06.2026;
принята к публикации / *accepted for publication:* 26.06.2026