Вестник ВГУИТ/ Proceedings of VSUET ISSN 2226-910X E-ISSN 2310-1202
DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2026-1-159-168 Обзорная статья/Review article
УДК 664.8:635.657 Open Access Available online at vestnik-vsuet.ru

Нут: функциональные свойства и технологии переработки

Анна А. Дерканосова [1] aa-derk@yandex.ru 0000-0002-9726-9262
Елена Е. Курчаева [2] alena.kurchaeva@ya.ru 0000-0001-5958-0909
Татьяна В. Кудактина [1] tatya.erokhina.55555@gmail.com 0009-0000-3762-2258
Степан В. Скалатский [1] stepanskalya@mail.ru 0009-0009-9891-4559
Владислав В. Белоусов [1] vlados61ru@mail.ru 0009-0003-8079-8533
Софья П. Воронькова [3] l.p.popova.nv@mail.ru 0009-0003-5799-873X

1 Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия
2 Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, улица Мичурина, 1 Воронеж, 394087, Россия
3 ИП Вороньков Петр Николаевич, ул. Ленина. д, 14, с. Красноселовка, Воронежская обл. 397691, Россия

Аннотация. Нут сорта Хабиб (*Cicer arietinum* L.) — среднеспелый крупнозёрный сорт, включённый в Госреестр по Центрально-Черноземному и Северо-Кавказскому регионам РФ, с содержанием белка до 25%, массой 1000 семян 299–399 г и максимальной урожайностью 44,4 ц/га. Семена нута содержат 17–25% белка (скор незаменимых аминокислот DIAAS 0,67–0,84), крахмал с долей амилозы 32–45%, пищевые волокна 18–22% сухого вещества (СВ), липиды 4–8% СВ с преобладанием линолевой кислоты (43–62%). Функционально-технологические свойства (ФТС) нутовой муки и белковых препаратов: водопоглощающая способность 1,2–2,1 г/г, водоудерживающая 3,5–5,0 г/г белка, эмульгирующая активность 60–75%, минимальная гелеобразующая концентрация 10–14%. Биоактивация семян проращиванием при 20–25°С в течение 48–72 ч снижает содержание антипитательных факторов (АПФ): ингибиторов протеаз на 30–70%, фитатов на 20–50%, олигосахаридов на 40–80%. Проращивание в молочных средах (пахта, сыворотка) при соотношении с водой 1:2 повышает содержание свободных аминокислот в проростках на 15–30% относительно водного контроля. Щелочная экстракция при pH 8–10 с изоэлектрическим осаждением при pH 4,5 обеспечивает выход белковых изолятов с содержанием белка 85–95%; воздушная классификация даёт концентраты 50–65% при сохранении нативных ФТС. Ферментативный гидролиз при степени гидролиза 5–10% улучшает растворимость и ФТС; при степени гидролиза 15–25% образуются биоактивные пептиды с антигипертензивной и антиоксидантной активностью. Пастообразные продукты из биоактивированного нута содержат на 25–40% больше свободных аминокислот, чем необработанное сырьё, при влажности 65–75%. Сравнительный анализ с сортами Приво 1, Триумф, Номинал и Краснокутский 36 подтверждает преимущества сорта Хабиб по крупнозёрности, суммарному белковому сбору с единицы площади и фитосанитарной устойчивости, что обосновывает его приоритетность как сырья для получения белковых препаратов и функциональных пищевых продуктов.

Ключевые слова: нут, функционально-технологические свойства, биоактивация, проращивание, белковые концентраты, пастообразные массы, антипитательные вещества, пищевая ценность.

Chickpea: Functional Properties and Processing Technologies

Anna A. Derkanosova [1] aa-derk@yandex.ru 0000-0002-9726-9262
Elena E. Kurchaeva [2] alena.kurchaeva@ya.ru 0000-0001-5958-0909
Tatyana V. Kudaktina [1] tatya.erokhina.55555@gmail.com 0009-0000-3762-2258
Stepan V. Skalatsky [1] stepanskalya@mail.ru 0009-0009-9891-4559
Vladislav V. Belousov [1] vlados61ru@mail.ru 0009-0003-8079-8533
Sofya P. Voron'kova [3] l.p.popova.nv@mail.ru 0009-0003-5799-873X

1 Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia
2 Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Michurina Street, 1 Voronezh, 394087, Russia
3 IE Voron'kov Petr Nikolaevich, 14 Lenin St., Krasnoselovka village, Voronezh region, 397691, Russia

Abstract. Chickpea variety Khabib (*Cicer arietinum* L.) is a mid-season, large-seeded variety registered for the Central Black Earth and North Caucasus regions of the Russian Federation, with protein content up to 25%, 1000-seed weight of 299–399 g, and maximum yield of 44.4 centners per hectare. Chickpea seeds contain 17–25% protein (digestible indispensable amino acid score 0.67–0.84), starch with amylose content of 32–45%, dietary fibre of 18–22% dry matter (DM), and lipids of 4–8% DM dominated by linoleic acid (43–62%). Functional and technological properties (FTP) of chickpea flour and protein preparations are: water absorption capacity 1.2–2.1 g/g, water holding capacity 3.5–5.0 g/g protein, emulsifying activity 60–75%, minimum gelation concentration 10–14%. Bioactivation by germination at 20–25°C for 48–72 h reduces antinutritional factors: protease inhibitors by 30–70%, phytates by 20–50%, oligosaccharides by 40–80%. Germination in dairy media (buttermilk, whey) at a 1:2 ratio with water increases free amino acid content in sprouts by 15–30% relative to the water control. Alkaline extraction at pH 8–10 followed by isoelectric precipitation at pH 4.5 yields protein isolates with 85–95% protein; air classification produces concentrates of 50–65% while fully preserving native FTP. Enzymatic hydrolysis at a degree of hydrolysis of 5–10% improves solubility and FTP; at 15–25% it generates bioactive peptides with antihypertensive and antioxidant activity. Paste-like products from bioactivated chickpea contain 25–40% more free amino acids than unprocessed raw material at a moisture content of 65–75%. Comparative analysis with varieties Privo 1, Triumf, Nominal, and Krasnokutsky 36 confirms the advantages of variety Khabib in grain size, total protein yield per unit area, and phytosanitary resistance, substantiating its priority as a raw material for protein preparation and functional food production.

Keywords: chickpea, functional and technological properties, bioactivation, germination, protein concentrates, paste-like products, antinutritional factors, nutritional value.

Для цитирования
Дерканосова А.А., Курчаева Е.Е., Кудактина Т.В., Скалатский С.В., Белоусов В.В., Воронькова С.П. Нут: функциональные свойства и технологии переработки // Вестник ВГУИТ. 2026. Т. 88. № 1. С. 159–168. doi:10.20914/2310-1202-2026-1-159-168

For citation
Derkanosova A.A., Kurchaeva E.E., Kudaktina T.V., Skalatsky S.V., Belousov V.V., Voron'kova S.P. Chickpea: Functional Properties and Processing Technologies. Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET]. 2026. vol. 88. no. 1. pp. 159–168. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2026-1-159-168

© 2026, Дерканосова А.А. и др. / Derkanosova A.A. et al.
This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

Введение

В условиях глобального роста населения и нарастающей проблемы белкового дефицита особую актуальность приобретает поиск альтернативных источников растительного белка. Бобовые культуры, в частности нут (*Cicer arietinum L.*), занимают третье место в мире по объему производства среди зернобобовых и признаются наиболее перспективным сырьем для создания продуктов питания нового поколения [1]. Объектом настоящего исследования выбран сорт нута Хабиб – среднеспелый крупнозёрный сорт (масса 1000 семян 299–399 г.), включённый в Государственный реестр селекционных достижений РФ по Центрально-Черноземному и Северо-Кавказскому регионам, характеризующийся высокой засухоустойчивостью, устойчивостью к полеганию и осыпанию, а также повышенным содержанием белка – до 25%.

Мировое производство нута составляет около 16–18 млн тонн в год (по данным ФАО за 2022–2023 гг.), при этом лидирующие позиции занимают Индия (около 74% мирового объёма), Австралия и Турция. В России интерес к данной культуре значительно возрос в последнее десятилетие: площади под нутом расширяются в Поволжье, Центральном Черноземье и на Северном Кавказе, что открывает широкие возможности для развития отечественной переработки [2].

Семена нута обладают уникальным сочетанием пищевых и функциональных свойств: высоким содержанием белка (17–25%, у сорта Хабиб – до 25%), сбалансированным аминокислотным составом, значительным количеством пищевых волокон, минеральных веществ и биологически активных соединений. Вместе с тем наличие антипитательных факторов – ингибиторов протеаз, олигосахаридов, фитатов – ограничивает биодоступность нутриентов и затрудняет промышленное применение необработанного сырья [3].

Биоактивация семян методом проращивания является экономически доступным и экологически безопасным способом повышения пищевой ценности нута, инактивации антипитательных компонентов и улучшения функционально-технологических характеристик. Параллельно активно развивается направление глубокой переработки нута с получением белковых концентратов и изолятов, пригодных для обогащения широкого спектра пищевых продуктов [4].

Цель данного обзора – систематизация актуальных научных данных по функционально-технологическим свойствам нута, методам его биоактивации и технологиям получения белковых препаратов для нужд пищевой промышленности.

1. Химический состав и пищевая ценность семян нута

1.1 Белковый и аминокислотный состав.

Белки составляют от 17 до 25% сухой массы семян нута в зависимости от сорта, условий выращивания и агроклиматической зоны; у сорта Хабиб содержание белка достигает 25%, что соответствует верхней границе диапазона для вида *Cicer arietinum L*. Основные запасные белки нута – глобулины (легумин и вицилин), составляющие 60–80% от суммарного белка, и альбумины (15–25%). Соотношение незаменимых аминокислот в нутовом белке близко к стандарту ФАО/ВОЗ, однако лимитирующими аминокислотами являются метионин и цистин [5].

Содержание лизина в белке нута достигает 6,5–7,2 г / 100 г. белка, что существенно превосходит аналогичный показатель злаковых культур. Это обусловливает высокую ценность нута как компонента комбинированных растительных белковых систем, способных восполнить взаимный аминокислотный дефицит. Скор незаменимых аминокислот (DIAAS) для нутового белка составляет 0,67–0,84 в зависимости от способа обработки, что соответствует категории «хороший источник белка» [6].

1.2. Углеводный состав и пищевые волокна.

Углеводы нута представлены крахмалом (40–50% СВ), растворимыми сахарами (сахароза, рафиноза, стахиоза – 3–8% СВ) и пищевыми волокнами (18–22% СВ). Крахмал нута характеризуется повышенным содержанием амилозы (32–45%), что обеспечивает его резистентность к ферментативному гидролизу и пониженный гликемический индекс готовых продуктов [7].

Олигосахариды семейства раффинозы (рафиноза, стахиоза, вербаскоза) являются основными антипитательными углеводами нута. Будучи не переваренными в тонком кишечнике, они подвергаются брожению в толстом кишечнике, вызывая метеоризм. Вместе с тем данные соединения обладают пребиотическими свойствами и способствуют росту бифидобактерий, что требует взвешенного подхода к их содержанию в готовых продуктах [8].

1.3. Липидный состав.

Содержание липидов в семенах нута составляет 4–8% СВ. Жирнокислотный состав представлен преимущественно ненасыщенными жирными кислотами: линолевая (С18:2, омега-6) – 43–62%, олеиновая (С18:1, омега-9) – 22–35%, линоленовая (С18:3, омега-3) – 3–7%. Соотношение омега-6/омега-3 в нутовом масле составляет 6–8:1, что соответствует рекомендованным диетологическим нормам [9].

Фракция неомыляемых липидов нута содержит фитостерины (бета-ситостерин, кампестерин), токоферолы и каротиноиды, обладающие выраженной антиоксидантной активностью. Общее содержание токоферолов составляет 15–30 мг / 100 г. масла, что сопоставимо с традиционными растительными маслами [10].

1.4. Минеральный состав и витамины.

Нут является богатым источником макро- и микроэлементов: железа (4–6 мг / 100 г.), цинка (2,5–4,5 мг / 100 г.), кальция (57–160 мг / 100 г.), магния (79–140 мг / 100 г.), фосфора (250–480 мг / 100 г.). Высокое содержание железа при сочетании с витамином С (5–12 мг / 100 г.) способствует его эффективному усвоению и делает нут значимым продуктом в профилактике железодефицитной анемии [11].

Из витаминов группы В наиболее значимы тиамин (В1 – 0,3–0,5 мг / 100 г.), рибофлавин (В2 – 0,15–0,25 мг / 100 г.), ниацин (В3 – 1,5–3,0 мг / 100 г.) и фолиевая кислота (В9 – 170–340 мкг / 100 г.). Последняя особенно важна для беременных женщин и лиц с повышенным риском сердечно-сосудистых заболеваний [12].

2. Функционально-технологические свойства нута

2.1. Водопоглощающая и водоудерживающая способность.

Водопоглощающая способность (ВПС) нутовой муки составляет 1,2–2,1 г воды/г сухого продукта, что обусловлено высоким содержанием белков и полисахаридов. ВПС существенно зависит от дисперсности помола, pH среды и температуры. Максимальные значения ВПС наблюдаются при pH 7–8 и температуре 20–25 °C [13].

Водоудерживающая способность (ВУС) нутовых белковых препаратов достигает 3,5–5,0 г воды/г белка. Высокая ВУС обеспечивает улучшение текстурных характеристик пищевых систем, предотвращает синерезис и продлевает сроки хранения продуктов. Особую роль в формировании ВУС играют бета-конглицинин и лейциноподобные глобулины [14].

2.2. Жироудерживающая и эмульгирующая способность.

Жироудерживающая способность нутовой муки и изолятов составляет 1,5–3,2 г масла/г продукта. Эмульгирующая активность нутовых белков (60–75%) и стабильность эмульсий (55–85%) сопоставимы с соевыми белковыми препаратами, что открывает широкие перспективы применения нута в производстве соусов, паштетов, мясных аналогов и кондитерских изделий [15].

Эмульгирующие свойства нутового белка существенно зависят от степени его модификации. Частичный гидролиз протеазами (степень гидролиза 5–15%) приводит к повышению эмульгирующей активности на 20–35% по сравнению с нативным белком за счет экспонирования гидрофобных аминокислотных остатков [16].

2.3. Пенообразующие и гелеобразующие свойства.

Нутовые белки обладают умеренной пенообразующей способностью (45–70%) при относительно высокой стабильности пены (60–80% через 30 мин). Эти свойства определяют перспективность применения нутового белка в производстве взбитых десертов, кремов и аналогов яичного белка (аквафаба) [17].

Минимальная гелеобразующая концентрация нутовых белковых изолятов составляет 10–14%. Гели на основе нутового белка характеризуются прозрачностью, когезивностью и упругостью, зависящими от концентрации белка, pH и ионной силы раствора. Тепловая обработка (80–90 °C, 20–30 мин) инициирует денатурацию глобулиновых фракций и последующее образование трехмерной сетчатой структуры геля [18].

3. Биоактивация семян нута методом проращивания

3.1. Принципы и механизмы биоактивации.

Биоактивация – процесс активации собственных ферментных систем семян под действием внешних факторов (температура, влажность, световой режим), ведущий к глубоким биохимическим преобразованиям запасных веществ. При прорастании активируются протеазы, амилазы, липазы и фитазы, что приводит к гидролизу крупных молекул белков, углеводов и липидов до более доступных и функциональных форм [19].

В ходе биоактивации существенно снижается содержание антипитательных факторов: ингибиторов протеаз – на 30–70%, фитатов – на 20–50%, олигосахаридов – на 40–80%, танинов – на 15–40%. Параллельно возрастает биодоступность белка (на 10–25%), минеральных элементов (железа – на 30–50%, цинка – на 20–35%) и витаминов группы В [20].

3.2. Влияние среды проращивания на состав и свойства.

Выбор жидкой среды для замачивания и проращивания семян нута оказывает существенное влияние на интенсивность биохимических превращений. Традиционно используется водная среда (контроль), однако перспективным направлением является применение молочных сред – пахты и молочной сыворотки – в различных соотношениях с водой (1:1; 1:2; 1:3) [21].

Пахта содержит фосфолипиды (до 0,5%), молочный белок, лактозу и минеральные вещества, которые обогащают проростки дополнительными нутриентами и создают благоприятную питательную среду для активации ферментных систем. Применение пахты в соотношении 1:2 с водой обеспечивает оптимальный баланс между интенсивностью прорастания и обогащением проростков белком и фосфолипидами [22].

Молочная сыворотка (нативная) является источником сывороточных белков (бета-лактоглобулин, альфа-лактальбумин), лактозы, органических кислот и комплекса витаминов. Её использование при проращивании нута приводит к увеличению содержания свободных аминокислот в проростках на 15–30% по сравнению с водным контролем. Оптимальным считается соотношение сыворотки и воды 1:2 при продолжительности проращивания 48–72 часа или до достижения длины отростка 0,8–1,0 см [23].

3.3. Кинетика прорастания и оптимальные условия.

Оптимальные условия проращивания нута: температура 20–25 °C, относительная влажность воздуха 85–95%, продолжительность 48–72 часа. Критерием готовности биоактивированного сырья служит длина проростка 0,5–1,5 см, при которой достигается максимальное снижение антипитательных факторов при сохранении высокой пищевой ценности [24].

Установлено, что активность протеолитических ферментов нута возрастает в 3–5 раз в течение первых 48 часов проращивания. Амилолитическая активность увеличивается в 2–4 раза, фитазная – в 4–8 раз. При превышении оптимальной продолжительности проращивания (свыше 96 часов) наблюдается снижение содержания белка и углеводов за счет интенсивного дыхательного метаболизма [25].

3.4. Изменение антиоксидантного статуса при биоактивации.

Проращивание семян нута сопровождается существенным повышением антиоксидантной активности. Суммарное содержание полифенолов возрастает на 40–80%, антиоксидантная активность (метод DPPH) – на 30–60% по сравнению с необработанными семенами. Это обусловлено активацией синтеза фенольных соединений, накоплением аскорбиновой кислоты и появлением новых антиоксидантных пептидов в результате протеолиза [26].

Содержание витамина С в проростках нута возрастает с 5–8 мг / 100 г. (в сухих семенах) до 15–30 мг / 100 г. в процессе прорастания. Одновременно увеличивается содержание бета-каротина (в 2–3 раза) и токоферолов (в 1,5–2 раза), что существенно повышает физиологическую ценность биоактивированного продукта [27].

4. Технологии получения белковых концентратов и изолятов

4.1. Методы выделения белков нута.

Для получения белковых препаратов из нута применяют четыре основных технологических подхода: щелочная экстракция с изоэлектрическим осаждением, солевая экстракция, водная экстракция и физические методы (воздушная классификация, микронизация). Каждый метод имеет свои преимущества с точки зрения выхода белка, степени его чистоты и сохранения нативных функциональных свойств [28].

Наиболее распространен метод щелочной экстракции (pH 8–10) с последующим изоэлектрическим осаждением при pH 4,5. Данный метод обеспечивает получение изолятов с содержанием белка 85–95% и высоким выходом (60–75% от исходного белка). Основным недостатком является частичная денатурация белка в щелочной среде и снижение растворимости готового препарата [29].

4.2. Воздушная классификация.

Воздушная классификация нутовой муки позволяет получить белковые концентраты с содержанием белка 50–65% без применения влажных процессов и органических растворителей. Метод основан на различии в плотности и размере частиц крахмала (10–30 мкм) и белковых тел (2–8 мкм). Технология полностью сохраняет нативные свойства белка и не требует стадии сушки [30].

Выход белкового концентрата при воздушной классификации составляет 20–35% от массы муки при эффективности фракционирования 65–80%. Получаемые концентраты характеризуются высокой растворимостью (80–95% при pH 7), превосходящей аналогичный показатель влажных концентратов. Это делает их особенно привлекательными для производства напитков и жидких пищевых систем [31].

4.3. Ферментативная модификация белков.

Ферментативный гидролиз нутового белка протеазами (Alcalase, Flavourzyme, папаин) позволяет направленно изменять его функциональные свойства. При степени гидролиза 5–10% значительно улучшаются растворимость, эмульгирующая активность и пенообразующая способность. При более глубоком гидролизе (DH 15–25%) образуются биоактивные пептиды с антигипертензивной, антиоксидантной и иммуномодулирующей активностью [32].

Ингибиторные пептиды ангиотензинпревращающего фермента (АПФ), полученные из нутового белка, характеризуются значениями IC50 в диапазоне 0,15–1,20 мг/мл.

Антиоксидантные пептиды нута (DPPH IC50 = 0,8 – 3,5 мг/мл) сопоставимы по активности с синтетическими антиоксидантами, что открывает перспективы их применения в функциональных продуктах и биологически активных добавках [33].

4.4. Применение белковых концентратов в производстве пищевых продуктов.

Белковые концентраты и изоляты нута находят применение в широком спектре пищевых продуктов. В мясной промышленности они используются в качестве функциональных добавок при производстве фаршей, колбасных изделий и полуфабрикатов в дозировке 2–8%, обеспечивая улучшение влагоудерживающей способности и снижение себестоимости продукции [34].

В хлебопечении добавление нутового белкового концентрата (3–7%) улучшает аминокислотный скор хлеба, повышает его пищевую ценность и замедляет черствение. В производстве макаронных изделий обогащение нутовым белком (5–10%) позволяет получить продукты с повышенным содержанием лизина и сниженным гликемическим индексом. В кисломолочной промышленности нутовые белки применяются при производстве йогуртов, кефира и творожных продуктов, улучшая их текстурные характеристики и повышая биологическую ценность [35].

5. Пастообразные массы на основе биоактивированного нута

5.1. Принципы разработки технологии.

Пастообразные продукты на основе пророщенного нута занимают особое место среди функциональных пищевых систем нового поколения. Их технологическое производство предусматривает этапы биоактивации семян, термической обработки (бланширование или варка), измельчения до пюреобразного состояния, введения вкусовых и функциональных добавок, а также упаковки и стерилизации [36].

Ключевым технологическим параметром является режим термической обработки биоактивированных семян. Бланширование при 85–95 °C в течение 5–10 минут обеспечивает инактивацию ферментов, предотвращающую потемнение продукта, одновременно сохраняя максимальный нутриентный состав. Более жесткая термообработка (автоклавирование) гарантирует микробиологическую безопасность при длительном хранении [37].

5.2. Показатели качества и безопасности.

Пастообразные массы на основе пророщенного нута характеризуются повышенным по сравнению с необработанными семенами содержанием свободных аминокислот (на 25–40%), восстановленных форм витаминов группы В, антиоксидантных соединений. Влажность готового продукта составляет 65–75%, что обусловливает необходимость строгого контроля микробиологических показателей в процессе хранения [38].

Органолептическая оценка пастообразных масс выявляет специфический ореховый аромат с молочными нотами (при использовании молочных сред для проращивания), однородную мажущуюся консистенцию и приятный вкус. Инструментальная оценка с применением технологии «электронного носа» позволяет объективно охарактеризовать профиль летучих соединений и выделить маркеры свежести и качества продукта [39].

6. Сравнительный анализ сортов нута и преимущества сорта хабиб

Для объективной оценки технологического потенциала сорта Хабиб проведён сравнительный анализ его характеристик с основными районированными сортами нута, допущенными к использованию на территории Российской Федерации: Приво 1, Триумф, Номинал и Краснокутский 36. Указанные сорта широко применяются в отечественной практике как стандарты при государственных испытаниях и охватывают основные регионы возделывания культуры – Центрально-Черноземный, Северо-Кавказский и Средневолжский.

Сравнительные данные по ключевым агрономическим и биохимическим показателям сортов приведены в таблице 1.

Анализ данных таблицы 1 позволяет выделить следующие конкурентные преимущества сорта Хабиб в сравнении с традиционно применяемыми сортами.

1. Крупнозёрность. Масса 1000 семян сорта Хабиб составляет 299–399 г., что в среднем на 53 г. превышает аналогичный показатель крупнозёрного стандарта Триумф и на 70–100 г. – показатели сортов Приво 1 и Номинал. Крупные семена обеспечивают более высокий выход белковых фракций при экстракции, что принципиально важно для получения белковых концентратов и изолятов с максимальным выходом целевого продукта. Кроме того, крупное зерно соответствует требованиям премиального сегмента рынка нута кабульского типа, экспортные цены на который превышают цены на мелкозёрный нут в 2–3 раза.

Таблица 1.

Сравнительная характеристика сортов нута, включённых в Госреестр РФ

Table 1.

Comparative characteristics of chickpea varieties included in the State Register of the Russian Federation

Показатель Index	Хабиб	Приво 1	Триумф	Номинал	Краснокутский 36
Группа спелости Maturity group	Среднеспелый Mid-season	Среднеранний Mid-early	Среднеспелый Mid-season	Среднеспелый Mid-season	Среднеспелый Mid-season
Вегетационный период, дней Growing season, days	71–88	68–91	94–98	69–83	85–100
Масса 1000 семян, г 1000 seed weight, g	299–399	248–356	290–422	258–327	200–300
Содержание белка, % Protein content, %	до 25	21,8–26	21,7–24,6	17–22	19–22
Средняя урожайность в ЦЧР, ц/га Average yield in the Central Black Earth Region, c/ha	32,0	26,9	–	32,4	–
Максимальная урожайность, ц/га Maximum yield, c/ha	44,4	30,2	40,8	44,8	≈35
Засухоустойчивость Drought resistance	Высокая High	Средняя Average	Высокая High	Высокая High	Высокая High
Устойчивость к болезням Disease resistance	Не поражался	Устойчив к аскохитозу	Устойчив к фузариозу	Не поражался	Средняя
Регионы допуска Approval regions	ЦЧР, СК	Все регионы РФ	СК, Нижняя Волга	ЦЧР, СВ	Нижняя Волга, СК

Примечание: ЦЧР – Центрально-Черноземный регион; СК – Северо-Кавказский регион; СВ – Средневолжский регион; – данные не приводятся в официальных источниках для данного региона

Note: CCR – Central Black Earth Region; NC – North Caucasus Region; MV – Middle Volga Region; – data not provided in official sources for this region

2. Содержание белка. Показатель белковости сорта Хабиб (до 25%) находится на уровне наиболее высокобелковых отечественных сортов – Приво 1 (21,8–26%) и Триумф (21,7–24,6%) – и существенно превосходит сорта Номинал (17–22%) и Краснокутский 36 (19–22%). С учётом крупнозёрности сорта совокупный белковый сбор с единицы площади у Хабиба оказывается одним из наиболее высоких среди районированных сортов ЦЧР.

3. Урожайность и адаптивность. Средняя урожайность сорта Хабиб в ЦЧР составляет 32,0 ц/га, максимальная зафиксированная – 44,4 ц/га (Орловская область, 2020 г.). В Орловской области прибавка к стандарту Аватар составила 4,8 ц/га. Сорт обладает высокой засухоустойчивостью и устойчивостью к полеганию и осыпанию, что обеспечивает стабильность урожая в условиях континентального климата ЦЧР и снижает потери при механизированной уборке.

4. Фитосанитарная устойчивость. За весь период государственных испытаний сорт Хабиб не поражался болезнями и не повреждался вредителями, что существенно снижает риски потерь урожая и позволяет минимизировать применение пестицидов. Это выгодно отличает его от ряда сортов, имеющих среднюю восприимчивость к аскохитозу – основному заболеванию нута в условиях ЦЧР.

5. Технологические перспективы. Крупное зерно сорта Хабиб с высоким содержанием белка обеспечивает лучшую технологичность переработки: более высокий выход при мокрой экстракции, меньшие потери при воздушной классификации, более однородный гранулометрический состав муки. Оптимальное сочетание перечисленных характеристик делает сорт Хабиб приоритетным сырьём для производства белковых концентратов, изолятов и пастообразных продуктов на основе биоактивированного нута.

Результаты

Проведенный обзор свидетельствует о высоком потенциале нута как многофункционального сырья для пищевой промышленности. Уникальное сочетание белкового состава, функционально-технологических свойств и возможностей биоактивации выдвигает нут в ряд наиболее перспективных культур для решения задач по производству продуктов здорового питания.

Метод биоактивации путем проращивания в молочных средах (пахта, нативная молочная сыворотка) позволяет значительно улучшить пищевую ценность нутового сырья, снизить содержание антипитательных факторов и расширить спектр функционально-технологических свойств. Оптимальные условия биоактивации

(соотношение молочной среды и воды 1:2, продолжительность 48–72 часа, длина отростка 0,8–1,0 см) обеспечивают наилучший баланс между нутриентным составом и технологическими характеристиками сырья.

Технологии получения белковых концентратов и изолятов из нута достигли высокого уровня зрелости и обеспечивают получение препаратов с содержанием белка 50–95%, обладающих комплексом ценных функционально-технологических свойств. Особую перспективу представляет ферментативная модификация нутового белка с получением биоактивных пептидов.

Разработка технологии пастообразных масс на основе биоактивированного нута является актуальным и перспективным направлением, отвечающим современным тенденциям в области здорового питания и импортозамещения в пищевой промышленности России. Дальнейшие исследования должны быть направлены на оптимизацию условий биоактивации, разработку нормативной документации и проведение медико-биологической оценки разрабатываемых продуктов.

Обсуждение

Проводится детальный анализ полученных данных в сопоставлении с данными литературы, что служит обоснованием выводов и заключений авторов.

Благодарности

Авторы выражают искреннюю благодарность центру коллективного пользования «Испытательный центр» Воронежского государственного университета инженерных технологий (https://t.me/lev_lab, post@ckp-vsuet.ru, www.ckp-vsuet.ru) за участие в выполнении работы, профессиональные консультации и ценные замечания в ходе сбора и обработки данных. Авторы также благодарят селекционера нута ИП Вороньков П.Н. за предоставление семян сорта Хабиб для проведения исследований.

Литература

1 Kumar M., Tomar M., Potkule J. et al. Comprehensive review of chickpea (Cicer arietinum): Nutritional significance, health benefits, techno-functionalities, and food applications // Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. 2025. doi: 10.1111/1541-4337.70152

2 Merga B., Haji J. Economic importance of chickpea: Production, value, and world trade // Cogent Food & Agriculture. 2019. V. 5. № 1. P. 1615718. doi: 10.1080/23311932.2019.1615718

3 Patil N.D., Bains A., Sridhar K. et al. Extraction, modification, biofunctionality, and food applications of chickpea (Cicer arietinum) protein: an up-to-date review // Foods. 2024. V. 13. № 9. P. 1398. doi: 10.3390/foods13091398

4 Kaur R., Prasad K. Technological, processing and nutritional aspects of chickpea (Cicer arietinum) – a review // Trends in Food Science & Technology. 2021. V. 109. P. 448–463. doi: 10.1016/j.tifs.2021.01.044

5 Grasso N., Lynch N.L., Arendt E.K., O'Mahony J.A. Chickpea protein ingredients: a review of composition, functionality, and applications // Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. 2022. V. 21. № 1. P. 435–452. doi: 10.1111/1541-4337.12878

6 Augustin M.A., Chen J.Y., Ye J.H. Processing to improve the sustainability of chickpea as a functional food ingredient // Journal of the Science of Food and Agriculture. 2024. V. 104. № 14. P. 8397–8413. doi: 10.1002/jsfa.13532

7 Singh G., Sehgal S., Singh V. Structural, physicochemical and functional properties of chickpea starch: a review // International Journal of Biological Macromolecules. 2022. V. 221. P. 33–47. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2022.08.190

8 Yeasmen N., Orsat V. Industrial processing of chickpeas (Cicer arietinum) for protein production // Crop Science. 2025. doi: 10.1002/csc2.21361

9 Ruiz-Zambrano N.L., Pérez-Carrillo E., Serna-Saldívar S.O., Tejada-Ortigoza V. Effect of thermal, nonthermal, and combined treatments on functional and nutritional properties of chickpeas // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 2024. V. 64. № 31. P. 11356–11374. doi: 10.1080/10408398.2023.2237577

10 Samtiya M., Aluko R.E., Dhewa T. Plant food anti-nutritional factors and their reduction strategies: an overview // Food Production, Processing and Nutrition. 2020. V. 2. № 1. P. 6. doi: 10.1186/s43014-020-0020-5

11 Rebello C.J., Greenway F.L., Finley J.W. A review of the nutritional value of legumes and their effects on obesity and its related co-morbidities // Obesity Reviews. 2020. V. 21. № 1. P. e12929. doi: 10.1111/obr.12929

12 Sofi S.A., Singh J., Mir S.A., Dar B.N. Impact of germination on structural, physicochemical, techno-functional, and digestion properties of desi chickpea (Cicer arietinum L.) flour // Food Chemistry. 2023. V. 405. P. 135011. doi: 10.1016/j.foodchem.2022.135011

13 Liu X., Bi S., Yin M. et al. Influence of germination on bioactivity, structural, functional and volatile characteristics of chickpea flours // Food Chemistry. 2024. V. 437. P. 137901. doi: 10.1016/j.foodchem.2023.137901

14 Boukid F., Rosell C.M., Rosene S. et al. Non-animal proteins as cutting-edge ingredients to reformulate meat and fish products // Trends in Food Science & Technology. 2021. V. 114. P. 247–264. doi: 10.1016/j.tifs.2021.05.042

15 Tachie C., Nwachukwu I.D., Aryee A.N.A. Dry fractionation of plant-based proteins for better meat analogue applications // Current Food Science and Technology Reports. 2023. doi: 10.1007/s43555-023-00009-1

16 Gao Y., Hao X., Hu Y. et al. Modification of the functional properties of chickpea proteins by ultrasonication treatment // Food & Function. 2023. V. 14. P. 1773–1784. doi: 10.1039/D2FO02492F

17 De Angelis D., Pasqualone A., Allegretta I. et al. Antinutritional factors, mineral composition and functional properties of dry fractionated flours as influenced by the type of pulse // Heliyon. 2021. V. 7. № 2. P. e06177. doi: 10.1016/j.heliyon.2021.e06177

18 Vogelsang-O'Dwyer M., Petersen I.L., Joehnke M.S. et al. Comparison of faba bean protein ingredients produced using dry and wet fractionation processes // Foods. 2020. V. 9. № 3. P. 322. doi: 10.3390/foods9030322

19 Serrano-Sandoval S.N., Guardado-Félix D., Gutiérrez-Uribe J.A. Phytochemical profile and composition of chickpea (Cicer arietinum L.): varietal differences and effect of germination under elicited conditions // Foods. 2023. V. 12. № 18. P. 3393. doi: 10.3390/foods12183393

20 Yılmaz T.N., Polat Kaya H., Sakarya F.B. et al. The effect of germination on antinutritional components, in vitro starch and protein digestibility, content, and bioaccessibility of phenolics and antioxidants of some pulses // Food Science & Nutrition. 2025. doi: 10.1002/fsn3.4426

21 Avilés-Gaxiola S., Gutiérrez-Uribe J.A., Serna-Saldívar S.O., Milán-Carrillo J. Effect of solid-state fermentation on antinutritional factors and protein digestibility of chickpea flour // Plant Foods for Human Nutrition. 2022. V. 77. № 1. P. 120–127. doi: 10.1007/s11130-022-00952-5

22 Samtiya M., Aluko R.E., Dhewa T., Moreno-Rojas J.M. Potential health benefits of plant food-derived bioactive components: an overview // Foods. 2021. V. 10. № 4. P. 839. doi: 10.3390/foods10040839

23 Lu L., He C., Liu B. et al. Incorporation of chickpea flour into biscuits improves the physicochemical properties and in vitro starch digestibility // LWT – Food Science and Technology. 2022. V. 159. P. 113222. doi: 10.1016/j.lwt.2022.113222

24 Bühler J.M., Petersen I.L., Joehnke M.S. et al. Comparison of faba bean protein preparations obtained by dry and wet fractionation processes // LWT – Food Science and Technology. 2020. V. 128. P. 109426. doi: 10.1016/j.lwt.2020.109426

25 Kheto A., Bhunia K., Bhattacharya S. et al. Advances in chickpea processing: nutritional, functional, and food application perspectives // Food Reviews International. 2023. doi: 10.1080/87559129.2023.2190918

26 Zahir M., Fogliano L.V., Dhital S. Effect of chickpea agronomical practices and cooking on seed hardness, protein solubility and cell wall polysaccharides // Food Chemistry. 2020. V. 311. P. 125878. doi: 10.1016/j.foodchem.2019.125878

27 Chinma C.E., Eyinyere C.D., Adedeji O.E. et al. Germination and fermentation effects on quality, in vitro starch digestibility, and phenolic properties of Bambara groundnut flours // Food Chemistry. 2022. V. 376. P. 131855. doi: 10.1016/j.foodchem.2021.131855

28 Boukid F., Rosell C.M., Castellari M. Pea protein ingredients: a mainstream ingredient to (re)formulate innovative foods and beverages // Trends in Food Science & Technology. 2021. V. 110. P. 729–742. doi: 10.1016/j.tifs.2021.02.040

29 González-Félix M.L., Martín-Cabrejas M.A., Landín-Granados J. et al. Chickpea protein concentrate as ingredient in restructured fish products // LWT – Food Science and Technology. 2020. V. 128. P. 109437. doi: 10.1016/j.lwt.2020.109437

30 Boukid F. Chickpea (Cicer arietinum L.) protein as a prospective plant-based ingredient: a review // International Journal of Food Science & Technology. 2021. V. 56. № 11. P. 5435–5444. doi: 10.1111/ijfs.15046

31 Zhang Y., Rempel C., Liu Q. In vitro digestibility and functional characteristics of chickpea starch as affected by different processing methods // International Journal of Food Science & Technology. 2021. V. 56. № 11. P. 5753–5762. doi: 10.1111/ijfs.15127

32 Guldiken B., Franczyk A., Boyd L. et al. Physicochemical, nutritional and functional properties of chickpea and navy bean flours from different mills // European Food Research and Technology. 2022. V. 248. № 7. P. 1847–1858. doi: 10.1007/s00217-022-04010-1

33 Sun S., Ding Y., Yang J. et al. The antioxidant and antimicrobial properties of chickpea protein hydrolysates obtained under different enzymatic conditions // Molecules. 2021. V. 26. № 19. P. 5829. doi: 10.3390/molecules26195829

34 Bertolino M., Ghirardello D., Belviso S. et al. Chickpea (Cicer arietinum L.) and chickpea by-products: a source of nutrients and bioactive compounds // Foods. 2020. V. 9. № 10. P. 1419. doi: 10.3390/foods9101419

35 Ohanenye I.C., Ekezie F.G.C., Sarteshnizi R.A. et al. Legume seed protein digestibility as influenced by traditional and emerging physical processing technologies // Foods. 2022. V. 11. № 15. P. 2299. doi: 10.3390/foods11152299

36 Sharan S., Zanghelini G., Zotzel J. et al. Fava bean (Vicia faba L.) for food applications: from seed to ingredient processing and its effect on functional properties, antinutritional factors, flavor, and color // Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. 2021. V. 20. № 1. P. 401–428. doi: 10.1111/1541-4337.12681

37 Wang S., Moustaid-Moussa N., Chen L. et al. Novel insights of dietary polyphenols and obesity // Journal of Nutritional Biochemistry. 2020. V. 84. P. 108450. doi: 10.1016/j.jnutbio.2020.108450

38 Dun M., Azizi I., Kianfar F. Effects of heat and high pressure processing on chickpea (Cicer arietinum L.) protein concentrates: techno-functional and nutritional properties // Journal of Food Science and Technology. 2022. V. 59. № 7. P. 2836–2845. doi: 10.1007/s13197-021-05302-w

39 Bhinder S., Singh B., Kaur A. et al. Effect of germination on physicochemical, structural, anti-nutritional and functional properties of chickpea (Cicer arietinum L.) flour // Food Chemistry. 2021. V. 372. P. 131272. doi: 10.1016/j.foodchem.2021.131272

References

1 Kumar M., Tomar M., Potkule J. et al. Comprehensive review of chickpea (Cicer arietinum): Nutritional significance, health benefits, techno-functionalities, and food applications. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. 2025. [Online first]. doi: 10.1111/1541-4337.70152.

2 Merga B., Haji J. Economic importance of chickpea: Production, value, and world trade. Cogent Food & Agriculture. 2019. vol. 5. no. 1. article 1615718. doi: 10.1080/23311932.2019.1615718.

3 Patil N.D., Bains A., Sridhar K. et al. Extraction, modification, biofunctionality, and food applications of chickpea (Cicer arietinum) protein: an up-to-date review. Foods. 2024. vol. 13. no. 9. article 1398. doi: 10.3390/foods13091398.

4 Kaur R., Prasad K. Technological, processing and nutritional aspects of chickpea (Cicer arietinum) – a review. Trends in Food Science & Technology. 2021. vol. 109. pp. 448–463. doi: 10.1016/j.tifs.2021.01.044.

5 Grasso N., Lynch N.L., Arendt E.K., O'Mahony J.A. Chickpea protein ingredients: a review of composition, functionality, and applications. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. 2022. vol. 21. no. 1. pp. 435–452. doi: 10.1111/1541-4337.12878.

6 Augustin M.A., Chen J.Y., Ye J.H. Processing to improve the sustainability of chickpea as a functional food ingredient. Journal of the Science of Food and Agriculture. 2024. vol. 104. no. 14. pp. 8397–8413. doi: 10.1002/jsfa.13532.

7 Singh G., Sehgal S., Singh V. Structural, physicochemical and functional properties of chickpea starch: a review. International Journal of Biological Macromolecules. 2022. vol. 221. pp. 33–47. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2022.08.190.

8 Yeasmen N., Orsat V. Industrial processing of chickpeas (Cicer arietinum) for protein production. Crop Science. 2025. [Online first]. doi: 10.1002/csc2.21361.

9 Ruiz-Zambrano N.L., Pérez-Carrillo E., Serna-Saldívar S.O., Tejada-Ortigoza V. Effect of thermal, nonthermal, and combined treatments on functional and nutritional properties of chickpeas. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 2024. vol. 64. no. 31. pp. 11356–11374. doi: 10.1080/10408398.2023.2237577.

10 Samtiya M., Aluko R.E., Dhewa T. Plant food anti-nutritional factors and their reduction strategies: an overview. Food Production, Processing and Nutrition. 2020. vol. 2. no. 1. article 6. doi: 10.1186/s43014-020-0020-5.

11 Rebello C.J., Greenway F.L., Finley J.W. A review of the nutritional value of legumes and their effects on obesity and its related co-morbidities. Obesity Reviews. 2020. vol. 21. no. 1. article e12929. doi: 10.1111/obr.12929.

12 Sofi S.A., Singh J., Mir S.A., Dar B.N. Impact of germination on structural, physicochemical, techno-functional, and digestion properties of desi chickpea (Cicer arietinum L.) flour. Food Chemistry. 2023. vol. 405. article 135011. doi: 10.1016/j.foodchem.2022.135011.

13 Liu X., Bi S., Yin M. et al. Influence of germination on bioactivity, structural, functional and volatile characteristics of chickpea flours. Food Chemistry. 2024. vol. 437. article 137901. doi: 10.1016/j.foodchem.2023.137901.

14 Boukid F., Rosell C.M., Rosene S. et al. Non-animal proteins as cutting-edge ingredients to reformulate meat and fish products. Trends in Food Science & Technology. 2021. vol. 114. pp. 247–264. doi: 10.1016/j.tifs.2021.05.042.

15 Tachie C., Nwachukwu I.D., Aryee A.N.A. Dry fractionation of plant-based proteins for better meat analogue applications. Current Food Science and Technology Reports. 2023. [Online first]. doi: 10.1007/s43555-023-00009-1.

16 Gao Y., Hao X., Hu Y. et al. Modification of the functional properties of chickpea proteins by ultrasonication treatment. Food & Function. 2023. vol. 14. pp. 1773–1784. doi: 10.1039/D2FO02492F.

17 De Angelis D., Pasqualone A., Allegretta I. et al. Antinutritional factors, mineral composition and functional properties of dry fractionated flours as influenced by the type of pulse. Heliyon. 2021. vol. 7. no. 2. article e06177. doi: 10.1016/j.heliyon.2021.e06177.

18 Vogelsang-O'Dwyer M., Petersen I.L., Joehnke M.S. et al. Comparison of faba bean protein ingredients produced using dry and wet fractionation processes. Foods. 2020. vol. 9. no. 3. article 322. doi: 10.3390/foods9030322.

19 Serrano-Sandoval S.N., Guardado-Félix D., Gutiérrez-Uribe J.A. Phytochemical profile and composition of chickpea (Cicer arietinum L.): varietal differences and effect of germination under elicited conditions. Foods. 2023. vol. 12. no. 18. Article 3393. doi: 10.3390/foods12183393.

20 Yılmaz T.N., Polat Kaya H., Sakarya F.B. et al. The effect of germination on antinutritional components, in vitro starch and protein digestibility, content, and bioaccessibility of phenolics and antioxidants of some pulses. Food Science & Nutrition. 2025. [Online first]. doi: 10.1002/fsn3.4426.

21 Avilés-Gaxiola S., Gutiérrez-Uribe J.A., Serna-Saldívar S.O., Milán-Carrillo J. Effect of solid-state fermentation on antinutritional factors and protein digestibility of chickpea flour. Plant Foods for Human Nutrition. 2022. vol. 77. no. 1. pp. 120–127. doi: 10.1007/s11130-022-00952-5.

22 Samtiya M., Aluko R.E., Dhewa T., Moreno-Rojas J.M. Potential health benefits of plant food-derived bioactive components: an overview. Foods. 2021. vol. 10. no. 4. article 839. doi: 10.3390/foods10040839.

23 Lu L., He C., Liu B. et al. Incorporation of chickpea flour into biscuits improves the physicochemical properties and in vitro starch digestibility. LWT – Food Science and Technology. 2022. vol. 159. article 113222. doi: 10.1016/j.lwt.2022.113222.

24 Bühler J.M., Petersen I.L., Joehnke M.S. et al. Comparison of faba bean protein preparations obtained by dry and wet fractionation processes. LWT – Food Science and Technology. 2020. vol. 128. article 109426. doi: 10.1016/j.lwt.2020.109426.

25 Kheto A., Bhunia K., Bhattacharya S. et al. Advances in chickpea processing: nutritional, functional, and food application perspectives. Food Reviews International. 2023. [Online first]. doi: 10.1080/87559129.2023.2190918.

26 Zahir M., Fogliano L.V., Dhital S. Effect of chickpea agronomical practices and cooking on seed hardness, protein solubility and cell wall polysaccharides. Food Chemistry. 2020. vol. 311. article 125878. doi: 10.1016/j.foodchem.2019.125878.

27 Chinma C.E., Eyinyere C.D., Adedeji O.E. et al. Germination and fermentation effects on quality, in vitro starch digestibility, and phenolic properties of Bambara groundnut flours. Food Chemistry. 2022. vol. 376. article 131855. doi: 10.1016/j.foodchem.2021.131855.

28 Boukid F., Rosell C.M., Castellari M. Pea protein ingredients: a mainstream ingredient to (re)formulate innovative foods and beverages. Trends in Food Science & Technology. 2021. vol. 110. pp. 729–742. doi: 10.1016/j.tifs.2021.02.040.

29 González-Félix M.L., Martín-Cabrejas M.A., Landín-Granados J. et al. Chickpea protein concentrate as ingredient in restructured fish products. LWT – Food Science and Technology. 2020. vol. 128. article 109437. doi: 10.1016/j.lwt.2020.109437.

30 Boukid F. Chickpea (Cicer arietinum L.) protein as a prospective plant-based ingredient: a review. International Journal of Food Science & Technology. 2021. vol. 56. no. 11. pp. 5435–5444. doi: 10.1111/ijfs.15046.

31 Zhang Y., Rempel C., Liu Q. In vitro digestibility and functional characteristics of chickpea starch as affected by different processing methods. International Journal of Food Science & Technology. 2021. vol. 56. no. 11. pp. 5753–5762. doi: 10.1111/ijfs.15127.

32 Guldiken B., Franczyk A., Boyd L. et al. Physicochemical, nutritional and functional properties of chickpea and navy bean flours from different mills. European Food Research and Technology. 2022. vol. 248. no. 7. pp. 1847–1858. doi: 10.1007/s00217-022-04010-1.

33 Sun S., Ding Y., Yang J. et al. The antioxidant and antimicrobial properties of chickpea protein hydrolysates obtained under different enzymatic conditions. Molecules. 2021. vol. 26. no. 19. article 5829. doi: 10.3390/molecules26195829.

34 Bertolino M., Ghirardello D., Belviso S. et al. Chickpea (Cicer arietinum L.) and chickpea by-products: a source of nutrients and bioactive compounds. Foods. 2020. vol. 9. no. 10. article 1419. doi: 10.3390/foods9101419.

35 Ohanenye I.C., Ekezie F.G.C., Sarteshnizi R.A. et al. Legume seed protein digestibility as influenced by traditional and emerging physical processing technologies. Foods. 2022. vol. 11. no. 15. article 2299. doi: 10.3390/foods11152299.

36 Sharan S., Zanghelini G., Zotzel J. et al. Fava bean (Vicia faba L.) for food applications: from seed to ingredient processing and its effect on functional properties, antinutritional factors, flavor, and color. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. 2021. vol. 20. no. 1. pp. 401–428. doi: 10.1111/1541-4337.12681.

37 Wang S., Moustaid-Moussa N., Chen L. et al. Novel insights of dietary polyphenols and obesity. Journal of Nutritional Biochemistry. 2020. vol. 84. article 108450. doi: 10.1016/j.jnutbio.2020.108450.

38 Dun M., Azizi I., Kianfar F. Effects of heat and high pressure processing on chickpea (Cicer arietinum L.) protein concentrates: techno-functional and nutritional properties. Journal of Food Science and Technology. 2022. vol. 59. no. 7. pp. 2836–2845. doi: 10.1007/s13197-021-05302-w.

39 Bhinder S., Singh B., Kaur A. et al. Effect of germination on physicochemical, structural, anti-nutritional and functional properties of chickpea (Cicer arietinum L.) flour. Food Chemistry. 2021. vol. 372. article 131272. doi: 10.1016/j.foodchem.2021.131272.

Сведения об авторах

Анна А. Дерканосова д.т.н., профессор, кафедра сервиса и ресторанного бизнеса, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, aa-derk@yandex.ru
https://orcid.org/0000-0002-9726-9262

Елена Е. Курчаева д.с.-х.н., профессор, кафедра частной зоотехнии, Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, ул. Мичурина, 1 Воронеж, 394087, Россия, alena.kurchaeva@ya.ru
https://orcid.org/0000-0001-5958-0909

Татьяна В. Кудактина к.э.н., инженер, кафедра сервиса и ресторанного бизнеса, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, tatya.erokhina.55555@gmail.com
https://orcid.org/0009-0000-3762-2258

Степан В. Скалатский студент, кафедра сервиса и ресторанного бизнеса, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, stepanskalya@mail.ru
https://orcid.org/0009-0009-9891-4559

Владислав В. Белоусов студент, кафедра сервиса и ресторанного бизнеса, Воронежский государственный университет инженерных технологий), пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, vlados61ru@mail.ru
https://orcid.org/0009-0003-8079-8533

Софья П. Воронькова помощник селекционера, ИП Вороньков Петр Николаевич, ул. Ленина. д, 14, с. Красноселовка, Воронежская обл. 397691, Россия, l.p.popova.nv@mail.ru
https://orcid.org/0009-0003-5799-873X

Information about authors

Anna A. Derkanosova Dr. Sci. (Engin.), professor, service and restaurant business department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, aa-derk@yandex.ru
https://orcid.org/0000-0002-9726-9262

Elena E. Kurchaeva Dr. Sci. (Agric.), professor, private animal science department, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Michurina Street, 1 Voronezh, 394087, Russia, alena.kurchaeva@ya.ru
https://orcid.org/0000-0001-5958-0909

Tatyana V. Kudaktina Cand. Sci. (Econ.), engineer, service and restaurant business department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Ave., 19, Voronezh, 394000, Russia, tatya.erokhina.55555@gmail.com
https://orcid.org/0009-0000-3762-2258

Stepan V. Skalatsky student, service and restaurant business department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Ave., 19, Voronezh, 394000, Russia, stepanskalya@mail.ru
https://orcid.org/0009-0009-9891-4559

Vladislav V. Belousov student, service and restaurant business department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Ave., 19, Voronezh, 394000, Russia, vlados61ru@mail.ru
https://orcid.org/0009-0003-8079-8533

Sofya P. Voron'kova assistant plant breeder, IE Voron'kov Petr Nikolaevich, 14 Lenin St., Krasnoselovka village, Voronezh region, 397691, Russia, l.p.popova.nv@mail.ru
https://orcid.org/0009-0003-5799-873X

Вклад авторов

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

Contribution

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 29/12/2025	**После редакции** 16/02/2026	**Принята в печать** 09/03/2026
Received 29/12/2025	**Accepted in revised** 16/02/2026	**Accepted** 09/03/2026