

УДК 635.657

Получение, исследование состава и биологической ценности белковой пасты из нута

А. В. СУНЯЙКИНА¹, канд. техн. наук С. В. АГАФОНОВА²¹asunyaykina54@gmail.com, ²svetlana.agafonova@klgtu.ru

Калининградский государственный технический университет

Исследован химический состав нутовой муки, установлено содержание в ней белка на уровне 20,5% сухого вещества. Исследовано влияние предварительной биоконверсии нутовой муки ферментными препаратами (*Viscozyme L*, бета-глюканаза, целлюлаза, маннаназа) и их комплексами на выход белка при получении белковой пасты методом изоэлектрического осаждения. Установлено, что наибольшей эффективностью обладает ферментный препарат *Viscozyme L*, который обеспечивает выделение 75% содержащегося в сырье белка. Из отечественных ферментных препаратов наибольшей эффективностью отличается бета-глюканаза, которая позволяет извлечь 45% белка. При исследовании действия на нутовую муку ферментного комплекса, состоящего из бета-глюканазы, целлюлазы и маннаназы, наибольший выход белка получен при внесении комплекса указанных ферментных препаратов в количестве 0,7% к массе муки, при соотношении ферментных препаратов 1:5:1 соответственно. Такая обработка позволяет выделить 72,8% белка сырья. Исследован химический состав нутовой белковой пасты. Паста имеет влажность 82,0%, содержит 16,1% белка, 1,7% углеводов и 0,2% золы. Содержание белка в пересчете на сухое вещество составляет 89,4%, что соответствует таковому для белковых изолятов. При культивировании тестовых объектов — инфузорий *Tetrahymena pyriformis* — исследована относительная биологическая ценность полученной нутовой пасты в сравнении с эталонным белком. Отмечено, что динамика роста инфузорий на пептонной питательной среде с добавлением лиофильно высушенной нутовой пасты приближена к динамике роста их на среде с добавлением казеината натрия. Предложена технологическая схема получения нутовой белковой пасты с применением биоконверсии комплексом ферментных препаратов.

Ключевые слова: нут, растительный белок, ферментативный гидролиз, белковый изолят, *Tetrahymena pyriformis*.

Информация о статье:

Поступила в редакцию 14.07.2023, одобрена после рецензирования 28.07.2023, принята к печати 15.09.2023

DOI: 10.17586/1606-4313-2023-22-4-60-66

Язык статьи — русский

Для цитирования:

Суняйкина А. В., Агафонова С. В. Получение, исследование состава и биологической ценности белковой пасты из нута. // Вестник Международной академии холода. 2023. № 4. С. 60–66. DOI: 10.17586/1606-4313-2023-22-4-60-66

Composition, biological value and production of protein paste from chickpeas

A. V. SUNYAKINA¹, Ph. D. S. V. AGAFONOVA²¹asunyaykina54@gmail.com, ²svetlana.agafonova@klgtu.ru

Kaliningrad State Technical University

The chemical composition of chickpea flour was investigated, the protein content in it was found at the level of 20.5% dry matter. The effect of preliminary bioconversion of chickpea flour by enzyme preparations (*Viscozyme L*, beta-glucanase, cellulase, mannanase) and their complexes on protein yield during the preparation of protein paste by isoelectric deposition was investigated. It was found that the enzyme preparation *Viscozyme L* has the greatest efficiency, which provides the release of 75% of the protein contained in the raw material. Beta-glucanase, which allows extracting 45% of protein, is the most effective of the domestic enzyme preparations. When studying the effect of an enzyme complex consisting of beta-glucanase, cellulase and mannanase on chickpea flour, the highest protein yield was obtained when a complex of these enzyme preparations was introduced in the amount of 0.7% by weight of flour, with a ratio of enzyme preparations of 1:5:1, respectively. This treatment allows you to isolate 72.8% of the protein of the raw material. The chemical composition of a well-known protein paste has been investigated. The paste has a moisture content of 82.0%, contains 16.1% protein, 1.7% carbon and 0.2% ash. The protein content in terms of dry matter is 89.4%, which corresponds to that for protein isolates. When cultivating test objects — *Tetrahymena pyriformis* infusoria — the relative biological value of the obtained chickpea paste in comparison with the reference protein was investigated. It is shown that the dynamics of the growth of infusoria on a peptone nutrient medium with the addition of lyophilized chickpea paste is close to the one on a medium with the addition of sodium caseinate. A technological scheme for obtaining chickpea protein paste using bioconversion with a complex of enzyme preparations is proposed.

Keywords: chickpeas, vegetable protein, enzymatic hydrolysis, protein isolate, *Tetrahymena pyriformis*.

Article info:

Received 14/07/2023, approved after reviewing 28/07/2023, accepted 15/09/2023

DOI: 10.17586/1606-4313-2023-22-4-60-66

Article in Russian

For citation:Sunyakina A. V., Agafonova S. V. Composition, biological value and production of protein paste from chickpeas. *Journal of International Academy of Refrigeration*. 2023. No 4. p. 60–66. DOI: 10.17586/1606-4313-2023-22-4-60-66**Введение**

Нут (от лат. *Cicer*) — род растений семейства бобовых, однолетнее травянистое растение, морфологически и биологически исключительно приспособленное к очень «жестким» экологическим условиям [1].

В 2021 г. посевные площади нута в России оценивались в 330,1 тыс. га, а средняя урожайность находилась на уровне 10,1 ц/га. Это на 16,1% (на 1,4 ц/га) превышает показатели за 2020 г. В АБ-Центр выделяют четыре региона, которые формируют отрасль по возделыванию нута в России: Волгоградская, Саратовская, Самарская и Оренбургская области. В 2021 г. в вышеперечисленных субъектах РФ было сосредоточено 85,1% всех площадей выращивания данной культуры в РФ. Суммарно эти регионы обеспечили 81,7% всех сборов нута по стране (рис. 1) [1, 2].

Содержание веществ в семенах нута различается в зависимости от сорта и условий произрастания, в среднем содержание белка колеблется в пределах 18–30%, жира — 4–8%, углеводов — 46–63%, зольных веществ — 2–5%. Например, для российских сортов Волжанин и Волжанин 50 массовая доля белка составляет 24,3–24,5; золы — 2,8–2,9; жира — 4,9–5,9; углеводов — 67,0–67,7% сухого вещества [2].

Несмотря на небольшое содержание белка в семенах нута в сравнении с соей, он ценен своими свойствами, так как уникален по аминокислотному составу и превосходит по нему все зернобобовые культуры. Высококачественный легкоусвояемый белок нута можно сравнить с белком птицы и некоторых мясных продуктов. В нем содержатся все незаменимые аминокислоты: лейцин (1,46 г), изолейцин (0,88 г) и валин (0,86 г), глицин (0,86 г), аргинин (1,94 г) — суммарное содержание около 3,21 г в 100 г нута [3]–[6].

Полезные соединения, содержащиеся в нуте, помогают регулировать уровень сахара в составе крови, ускоряют выведение из организма излишков холестерина, способствуют укреплению иммунитета [5].

Содержание жира в семенах нута составляет в среднем 5,5% от сухого вещества, в то время как соя содержит до 20% липидов. Достаточно низкое содержание жиров в нуте свидетельствует о пониженной калорийности продуктов, содержащих в рецептуре нут, и возможности использования их в диетическом питании. Жир, содержащийся в семенах нута, представлен насыщенными и ненасыщенными жирными кислотами. Сумма предельных жирных кислот равна 14,4%, в том числе пальмитиновой кислоты — 10,8%; стеариновой — 3,6%. Сумма непредельных жирных кислот составляет 76,7%, в том числе олеиновой кислоты — 20,8%; линолевой — 50,2%; линоленовой — 7,6% [5, 6].

Актуальным направлением развития переработки нутевого сырья является получение белковых изолятов и концентратов на его основе. Коэффициент перевариваемости белков семян нута составляет 80–89%, биологическая ценность — 78–91% (в то время как биологическая ценность белков сои — 80, гороха — 47). По некоторым данным усвояемость белка нута выше по сравнению с другими видами растительного белка и составляет около 95% [7]–[12]. Тазеддиновой Д. Р. и Тошевым А. Д. [13] получен изолят белка семян нута сорта «Краснокутский 36». Изолят содержал все необходимые аминокислоты в достаточном количестве в соответствии с эталонными показателями ФАО/ВОЗ. Расчет аминокислотного сора показал, что лимитирующей аминокислотой для изолята белка из семян нута сорта «Краснокутский 36» является изолейцин (72,5%). Аминокислотные сора других аминокислот близки к 100%. Отмечена высокая биологическая ценность белка — 91,1% [13]. При сравнении аминокислотного состава изолятов белков нута сортов «Волгоградский 5», «Волгоградский 10» и «Прива-1» наибольший показатель биологической ценности отмечен для изолята нута сорта «Волгоградский 10» [14]. Авторами [15] показано, что изолят нутевого белка выгодно отличается от соевого изолята по функционально-технологическим свойствам и показывает высокую перевариваемость при исследовании *in vitro*.

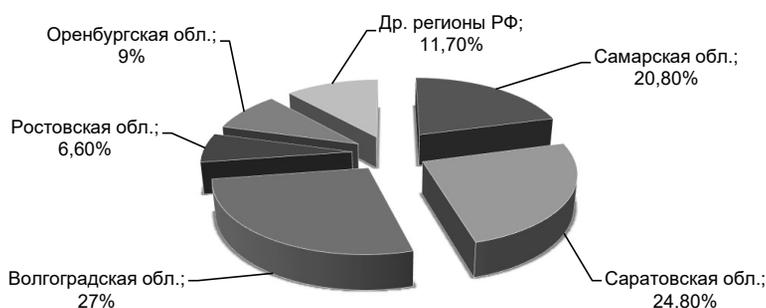


Рис. 1. Доля регионов в общем объеме валовых сборов нута в России в 2021 г., %

Fig. 1. The share of regions in the total volume of gross chickpea collections in Russia in 2021, %

Цель и задачи исследования

Целью исследования явилось совершенствование технологии получения белковой пасты из нута путем подбора комплекса ферментных препаратов, направленного на гидролиз углеводов растительного сырья. Для достижения цели решались следующие задачи:

- исследование химического состава сырья — нутовой муки;
- установление состава ферментного комплекса и его количества для эффективной деструкции углеводов нута и извлечения белка;
- исследование химического состава и относительной биологической ценности продукта — нутовой белковой пасты.

Материалы и методы исследования

В качестве сырья для получения белковой пасты использовали нутовую муку производителя «Житница здоровья» (г. Тверь). Для биоконверсии сырья использовали ферментные препараты, представленные в табл. 1.

Ферментный препарат *Viscozyme L* — жидкий ферментный препарат, представляет собой смесь бета-глюканазы, пектиназы, гемицеллюлазы и ксиланазы. Бета-глюканаза — жидкий ферментный препарат, помимо бета-глюканазной имеет также целлюлитическую и ксиланазную активности. Ферментный препарат направлен на гидролиз 1,3- и 1,4-гликозидных связей в β -глюканах. Маннаназа — сухой ферментный препарат, разрушает β -1,4-гликозидную связь и деградирует β -маннан, галактоманнан и глюкоманнан в маннано-марганецгид и маннозу. Целлюлаза — жидкий ферментный препарат, катализирует гидролиз β -1,4-гликозидных связей в целлюлозе, расщепляет молекулу целлюлозы на моносахариды.

Для проведения ферментативного гидролиза составляли суспензию из нутовой муки и воды, гидролиз вели при условиях, оптимальных для проявления активности выбранных ферментных препаратов (температура 50 °С, pH 4,0). Ферментные препараты вносили как по отдель-

ности в количестве 0,5% к массе сырья, так и в различных соотношениях в составе ферментных комплексов (табл. 2).

Процесс деструкции углеводов проводили в течение 2 ч в термостате при температуре 50 °С и периодическом перемешивании. После нейтрализации и промывки негидролизованый остаток отделяли центрифугированием при частоте вращения 3500 об/мин в течение 15 мин. Из жидкой части осаждали белок в изоэлектрической точке (pH 4,3) раствором лимонной кислоты. После выпадения белка в осадок проводили отделение полученного белка от жидкой части центрифугированием при тех же условиях. Нейтрализацию полученной белковой пасты осуществляли раствором гидроксида натрия.

Массовую долю влаги в нутовой пасте определяли высушиванием навески до постоянной массы в сушильном шкафу при температуре 103–105 °С. Массовую долю белка определяли по методу Кьельдаля. Массовую долю жира — экстракцией по методу Сокслета. Содержание золы определяли озолением навески при температуре 600 °С в муфельной печи. Содержание растворимых углеводов в жидкой фракции гидролизата определяли с помощью портативного рефрактометра.

Для определения относительной биологической ценности использовали тест-объекты — инфузории *Tetrahymena pyriformis*. Организмы имеют длину 60–100 мкм, форму банана или груши и покрыты 17–23 меридианами реснички. Инфузории *Tetrahymena pyriformis*, сходные по основным параметрам обмена веществ с высшими животными, могут служить адекватными тест-организмами при биологической оценке сбалансированности белка. Инфузории культивировали на пептонной питательной среде, содержащей бактериологический пептон, глюкозу, дрожжевой экстракт и морскую соль. В контрольном исследовании в пептонную среду вносили казеинат натрия (эталонный белок), а в опытно — предварительно высушенную лиофильно нутовую белковую

Таблица 1

Характеристика ферментных препаратов для биоконверсии нутового сырья

Table 1

Characteristics of enzyme preparations for bioconversion of chickpea raw materials

Наименование	Производитель	Заявленная активность	Рабочая область pH	Рабочая область температур, °С
Viscozyme L	«Novozymes A/S», Дания	≥ 100 FBGU/мл (единицы бета-глюканазы)	3,3–5,5	40–50
Бета-глюканаза	АО «Биопрепарат», Россия	10000 ед/мл	3,5–7,5	40–80
Маннаназа	АО «Биопрепарат», Россия	10000 ед/г	2,5–5,0	40–85
Целлюлаза	АО «Биопрепарат», Россия	4000 ед/мл	2,0–7,0	30–65

Таблица 2

Состав и дозировки ферментных комплексов для гидролиза нутовой муки

Table 2

Composition and dosages of enzyme complexes for hydrolysis of chickpea flour

Номер опыта	1	2	3	4	5
Состав ферментного комплекса (бета-глюканаза: целлюлаза: маннаназа)	1:1:1	3:1:1	5:1:1	1:3:1	1:5:1
Количество ферментного комплекса, % к массе сырья	0,3	0,5	0,7	0,5	0,7

пасту, из расчета одинакового содержания белка в средах в обоих случаях. Оценивали изменение выживаемости и интенсивности размножения инфузорий визуально путем подсчета организмов под микроскопом в счетной камере Горяева. Для фиксации объектов использовали спиртовой раствор йода.

Результаты исследования

В табл. 3 представлен химический состав используемой для получения белковой пасты нутовой муки.

Таблица 3
Химический состав нутовой муки, %

Table 3
Chemical composition of chickpea flour, %

Показатель	Влага	Углеводы	Белок	Жир	Зола
Содержание	12,0	65,7	18,0	4,0	0,3

Из данных табл. 3 видно, что содержание белка в нутовой муке составляет 18,0% при влажности 12,0%. В пересчете на сухое вещество содержание белка в муке — 20,5%, что согласуется с литературными данными.

Диаграммы на рис. 2 показывают выход белка (% от содержащегося белка в сырье) при биоконверсии нутовой муки различными ферментными препаратами.

Ферментный препарат *Viscozyme L* позволяет добиться наиболее высокого выхода белка (75 %) по сравнению с каждым из отечественных ферментных препаратов, что связано с наличием в его составе ферментов, направленных на гидролиз различных углеводов растительного сырья. Ввиду высокой стоимости зарубежного ферментного препарата и сложностями с его поставкой, предпочтительной является разработка комплекса на основе имеющихся ферментных препаратов российского производства. Наибольшую активность в деструкции углеводов и обеспечении экстракции белка среди этих препаратов проявили бета-глюканаза (45 %) и целлюлаза (10 %). Таким образом, можно сделать вывод, что разрушение глюканов, гемицеллюлоз и целлюлозы оказывает большее влияние на извлечение белка, чем деструкция маннана.

На рис. 3 представлены зависимости выхода белка (% от содержащегося белка в сырье) и углеводов в жидкую часть при гидролизе нутовой муки ферментным комплексом в различной дозировке и с различным содержанием в нем отдельных ферментных препаратов (по табл. 2).

Из диаграмм, представленных на рис. 3 видно, что внесение ферментных комплексов в количествах 0,3 и 0,5% к массе нутовой муки (опыт 1, 2, 4) менее эффективно для деструкции углеводов с целью экстракции белка, чем внесение 0,7% комплексов (опыт 3, 5).

В составе ферментного комплекса увеличение содержания целлюлазы оказывает большее влияние на интенсификацию процесса гидролиза, чем увеличение количества бета-глюканазы (опыт 2–4, 3–5). При этом было установлено, что при раздельном использовании целлюлазы и бета-глюканазы эффективность больше у последней (рис. 2). Таким образом можно судить об эффек-

тивном сочетанном действии ферментных препаратов в составе комплекса.

Из рассмотренных комбинаций ферментных препаратов наибольшую эффективность проявляет комплекс, содержащий бета-глюканазу, целлюлазу и маннаназу в соотношении 1:5:1 (опыт 5). Добавление такого комплекса в количестве 0,7% к массе нутовой муки позволяет выделить 72,8% белка сырья, что приближается к выходу его при использовании *Viscozyme L* (75,0%). Об эффективности гидролиза свидетельствует также наибольшее содержание углеводов в жидкой фракции гидролизата — 8,2%.

В табл. 4 представлен общий химический состав белковой пасты, отделяемой после ферментативного гидролиза нутовой муки путем осаждения в изоэлектрической точке.

Получаемая паста имеет влажность 82,0%, содержание белка составляет 16,1%. После ферментативного гидролиза и центрифугирования белковая паста практически полностью обезжиривается. В пересчете на сухое вещество содержание белка составляет 89,4%. Таким

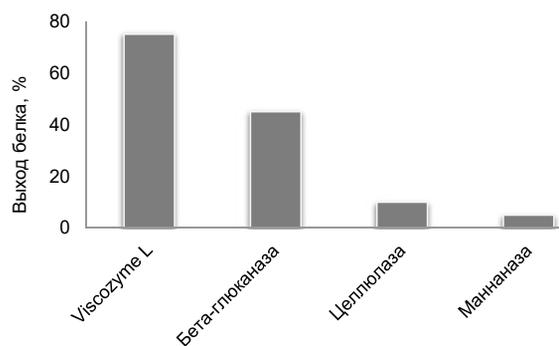


Рис. 2. Выход белка (% от белка в сырье) при гидролизе нутового сырья различными ферментными препаратами

Fig. 2. Protein yield (% of protein in raw materials) during hydrolysis of chickpea raw materials with various enzyme preparations

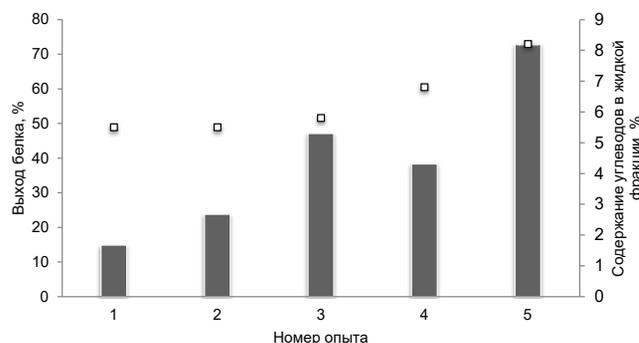


Рис. 3. Зависимость выхода белка (■) и содержания углеводов в жидкой фракции (□) при гидролизе нутового сырья от количества вносимого ферментного комплекса (% к массе сырья) и соотношения в нем ферментных препаратов бета-глюканазы, целлюлазы и маннаназы

Fig. 3. Dependence of protein yield (■) and carbohydrate content in the liquid fraction (□) during hydrolysis of chickpea raw materials on the amount of the enzyme complex introduced (% by weight of raw materials) and the content of enzyme preparations beta-glucanase, cellulase and mannanase in it

Таблица 4
Химический состав белковой пасты из нута
Table 4
Chemical composition of chickpea protein paste

Показатель	Содержание, %	Содержание, % сухого вещества
Влага	82,0	—
Белок	16,1	89,4
Углеводы*	1,7	9,5
Жир	следы	следы
Зола	0,2	1,1

*по разности

образом, при сушке нутовой пасты становится возможным получение продукта, по своим характеристикам приближенного к белковым изолятам.

На рис. 4 представлены графики роста инфузорий *Tetrahymena pyriformis* на пептонных питательных средах, содержащих казеинат натрия (контроль) и высушенную лиофильно нуттовую белковую пасту (опыт).

Активный рост инфузорий отмечался после второго дня тестирования. Прирост инфузорий на питательной среде, содержащей нуттовый белок, приближен к таковому

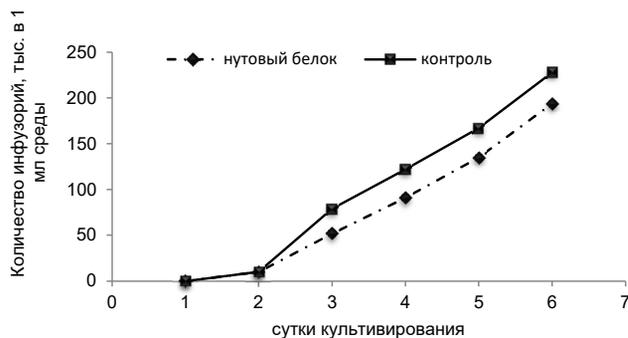


Рис. 4. Динамика роста инфузорий *Tetrahymena pyriformis* на питательных средах с добавлением казеината натрия и высушенной нуттовой пасты

Fig. 4. Dynamics of growth of *Tetrahymena pyriformis* infusoria on nutrient media with the addition of sodium caseinate and chickpea protein product

му на среде, содержащей эталонный белок — казеинат натрия, что свидетельствует об относительно высокой биологической ценности и сбалансированности полученного продукта.

Схема переработки нуттового сырья с использованием ферментативного гидролиза представлена на рис. 5. Побочным продуктом в данной технологии является негидролизованная часть нуттовой муки, содержащая сложные углеводы и остатки белка. Полученная фракция после сушки (углеводно-белковый порошок) может исполь-



Рис. 5. Технология переработки нуттовой муки с применением ферментативного гидролиза
Fig. 5. Chickpea flour processing technology using enzymatic hydrolysis

зоваться в кормовых целях или в технологии различных продуктов в качестве источника пищевых волокон.

Выводы

Нут является перспективным сырьем для получения продуктов — источников высокоусвояемого растительного белка. Использование предварительной биоконверсии нутовой муки ферментным комплексом, состоящим

из бета-глюканазы, целлюлазы и маннаназы в соотношении 1:5:1 позволяет извлечь до 72,8% содержащегося в сырье белка. Получаемая белковая паста содержит 89,4% белка в сухом веществе, то есть приближается по свойствам к белковым изолятам. Высокая биологическая ценность нутовой пасты подтверждается исследованием на тестовых объектах — инфузориях *Tetrahymena pyriformis*.

Литература

1. Самаров В. М., Рябцев А. С. Нут в степной зоне среднего Поволжья // Вестник КрасГАУ. 2016. № 5. С. 161–165.
2. Российский рынок нута — тенденции и прогнозы / Экспертно-аналитический центр агробизнеса (АБ-центр). URL: <https://ab-centre.ru/news/rossiyskiy-rynok-nuta---tendencii-i-prognozy>
3. Колпакова В. В., Куликов Д. С., Уланова Р. В., Чумикина Л. В. Пищевые и кормовые белковые препараты из гороха и нута: производство, свойства, применение / Техника и технология пищевых производств. 2021. № 2. С. 333–348.
4. Донская М. В., Бобков С. В. Содержание белка в семенах коллекционных образцов нута // Зернобобовые и крупяные культуры. 2015. № 1 (13). С. 53–55.
5. Jukanti A. K., Gaur P. M., Gowda C. L. L., Chibbar R. N. Nutritional quality and health benefits of chickpea (*Cicer arietinum* L.): a review. // British Journal of Nutrition. 2012. Vol. 108. S1. P. S11-S26.
6. Храмова В. Н., Горлов И. Ф., Животова Т. Ю., Мартынов А. А., Мартынова С. В. Возможности использования продуктов переработки нутевого сырья в колбасном производстве. // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2017. № 4 (48). С. 176–183.
7. Иванова Н. Г., Никитин И. А., Годова Н. М., Пономарева Е. И., Терентьев С. Е. Расширение ассортимента булочных изделий улучшенной пищевой ценности // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК — продукты здорового питания. 2022. № 3. С. 160–167.
8. Paola I. Angulo-Bejarano et al. Tempeh flour from chickpea (*Cicer arietinum* L.) nutritional and physico-chemical properties // Food Chemistry. 2008. Vol. 106 (1). P. 106–112.
9. Анিকেева Н. Семена нута — перспективное сырье для производства белковых препаратов // Хлебопродукты. 2010. № 1. С. 48–49.
10. Куликов Д. С., Арыузина М. А. Биокаталитический и биосинтетический способы получения белковых концентратов из гороха и нута // Пищевые системы. 2021. Т. 4. № 3S. С. 160–166.
11. Paviyuk R., Pogarska V., Kotuyk T., Balabai K. Development of nanotechnology for processing chickpeas into protein plant supplements and their use to obtain a new generation of confectionery. Technology and equipment of food production. 2020. № 6/11 (108). P. 27–36.
12. Кравцова А. Г., Хабибулина Н. В., Красноштанова А. А. Получение очищенной фракции белка нута методом ультрафильтрации // Символ науки. 2022. № 5–1. С. 14–19.
13. Тазеддинова Д. Р., Тошев А. Д. Характеристика изолята белка бобов нута // Вестник КрасГАУ. 2022. № 8. С. 202–206.

References

1. Samarov V. M., Ryabtsev A. S. Chickpeas in the steppe zone of the middle Volga. *Bulletin of KSAU*. 2016. No 5. P. 161–165. (in Russian)
2. Russian chickpea market — trends and forecasts. Agribusiness expert and analytical center (AB-Centre). URL: <https://ab-centre.ru/news/rossiyskiy-rynok-nuta---tendencii-i-prognozy> (in Russian)
3. Kolpakova V. V., Kulikov D. S., Ulanova R. V., Chumikina L. V. Food and feed protein preparations from peas and chickpeas: production, properties, application. *Food processing: techniques and technology*. 2021. No 2. P. 333–348. (in Russian)
4. Donskaya M. V., Bobkov S. V. Protein content in seeds of collection samples of chick pea. *Legumes and groat crops*. 2021. No 2. P. 333–348. (in Russian)
5. Jukanti A. K., Gaur P. M., Gowda C. L. L., Chibbar R. N. Nutritional quality and health benefits of chickpea (*Cicer arietinum* L.): a review. 2012. *British Journal of Nutrition*. Vol. 108. S1. P. S11-S26.
6. Hramova V. N., Gorlov I. F., Zhivotova T. Yu., Martynov A. A., Martynova S. V. Possibilities of using chickpea raw materials processing products in sausage production. *Proceedings of lower Volga agro-university complex: science and higher education*. 2017. No 4 (48). P. 176–183. (in Russian)
7. Ivanova N. G., Nikitin I. A., Godova N. M., Ponomareva E. I., Terent'ev S. E. Expanding the range of bakery products of improved nutritional value. *Technologies of the food and processing industry of the agro-industrial complex-healthy food products*. 2022. No 3. P. 160–167. (in Russian)
8. Paola I. Angulo-Bejarano et al. Tempeh flour from chickpea (*Cicer arietinum* L.) nutritional and physico-chemical properties. *Food Chemistry*. 2008. Vol. 106 (1). P. 106–112.
9. Anikeeva N. Chickpea seeds are promising raw materials for the production of protein preparations. *Khleboprodukty*. 2010. No 1. P. 48–49. (in Russian)
10. Kulikov D. S., Aryuzina M. A. Biocatal and biosynthetic methods for obtaining protein concentrates from pea and chickpea. *Food systems*. 2021. Vol. 4. No 3S. P. 160–166. (in Russian)
11. Paviyuk R., Pogarska V., Kotuyk T., Balabai K. Development of nanotechnology for processing chickpeas into protein plant supplements and their use to obtain a new generation of confectionery. *Technology and equipment of food production*. 2020. No 6/11 (108). P. 27–36.
12. Kravtsova A. G., Khabibulina N. V. Obtaining a purified fraction of chickpea protein by ultrafiltration method. *Symbol of science: international scientific journal*. 2022. No 5–1. P. 14–19. (in Russian)
13. Tazeddinova D. R., Toshev A. Ja. Chickpea beans protein isolate characteristics. *Bulletin of KSAU*. 2022. No 8. P. 202–206. (in Russian)

14. Антипова Л. В., Анিকেева Н. В. Исследование фракционного состава белков нута в аспекте получения белкового изолята // Фундаментальные исследования. 2006. № 5. С. 13–14.
15. Paredes-Lopez O., Ordorica-Falomirm, Olivares-Vázquez M. R. Chickpea Protein Isolates: Physicochemical, Functional and Nutritional Characterization. // Journal of Food Science. 2006. 56 (3). P. 726–729.
14. Antipova L. V., Antipova N. V. The research of chickpea protein breakup in the aspect of protein isolate obtaining. *Fundamental research*. 2006. No 5. P. 13–14. (in Russian)
15. Paredes-Lopez O., Ordorica-Falomirm, Olivares-Vázquez M. R. Chickpea Protein Isolates: Physicochemical, Functional and Nutritional Characterization. 2006. *Journal of Food Science*. 56 (3). P. 726–729.

Сведения об авторах

Суняйкина Анжелика Валерьевна

Магистрант кафедры пищевой биотехнологии, Калининградский государственный технический университет, 236008, Россия, Калининград, Советский пр., 1
asunyaykina54@gmail.com

Агафонова Светлана Викторовна

К. т. н., доцент кафедры пищевой биотехнологии, Калининградский государственный технический университет, 236022, Россия, Калининград, Советский пр., 1,
svetlana.agafonova@klgtu.ru

Information about authors

Sunyaykina Angelika V.

Magister student of the Food Biotechnology Department of Kaliningrad State Technical University, 236008 Russia, Kaliningrad, Sovetsky avenue, 1,
asunyaykina54@gmail.com

Agafonova Svetlana V.

Ph. D., Associate Professor of the Food Biotechnology Department of Kaliningrad State Technical University, 236022 Russia, Kaliningrad, Sovetsky avenue, 1,
svetlana.agafonova@klgtu.ru



Статья доступна по лицензии
Creative Commons «Attribution-NonCommercial»



29-я международная выставка «Оборудование, технологии, сырье и ингредиенты для пищевой и перерабатывающей промышленности» 7-11 октября 2024 г.

«Агропродмаш» – международная выставка оборудования, машин и ингредиентов для пищевой и перерабатывающей промышленности – на протяжении двух десятилетий демонстрирует лучшие мировые достижения, способствуя внедрению новых современных технологий

российскими предприятиями пищевой и перерабатывающей промышленности.

«Агропродмаш» – абсолютный лидер среди выставок России по тематике «Пищевая промышленность, оборудование и ингредиенты» во всех категориях:

Пищевые технологии. Оборудование и технологии для производства продуктов питания и напитков.

Комплексные инженеринговые решения.

Переработка сырья. Оболочки.

МясоПром. Убой и первичная переработка мясного сырья. Производство мясных, колбасных изделий и полуфабрикатов

ПтицеПром. Птицеводство, переработка мяса птицы.

РыбПром. Производство и переработка рыбы и морепродуктов. Рыбоводство.

КондитерПром. Производство кондитерских изделий.

ХлебПром. Производство хлебобулочных изделий

ЗерноПром. Переработка зерна. Производство муки, макаронных изделий

ФруктПром. Переработка овощей и фруктов, производство консервов.

МолТех. Производство молочных продуктов, сыров.

Розлив. Розлив жидких, вязких продуктов питания и напитков. Емкостное оборудование.

Напитки. Производство напитков.

Мороженое. Оборудование для производства мороженого.

Ингредиенты. Ингредиенты, добавки, специи. Технологии производства и применения.

Пищевая безопасность. Пищевая безопасность и контроль качества.

Холод. Холодильное и морозильное оборудование.

УпакМаш. Упаковочное оборудование и материалы. Дозировка, фасовка, маркировка.

Пищевая безопасность. Пищевая безопасность и контроль качества.

Комплект. Комплектующие, агрегаты и материалы для пищевой промышленности.

Организатор выставки:

ЦВК «Экспоцентр», 123100, Россия, Москва, Краснопресненская набережная, 14

<https://www.agroprod mash-expo.ru/>

