

УДК 664.78

Пищевая ценность гречневой крупы из Алтайского края России

А. С. БУЧИЛИНА¹, канд. техн. наук П. И. ГУНЬКОВА¹, д-р техн. наук А. Л. ИШЕВСКИЙ¹,
канд. техн. наук Н. В. БАРАКОВА¹, канд. техн. наук Е. В. МОСКВИЧЕВА²,
канд. техн. наук Т. И. ФОМИЧЕВА³

¹Университет ИТМО

²Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

³Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

E-mail: alina.buchilina@yandex.ru

Гречневая крупа вырабатывается из семян гречихи и традиционно используется как в русской кухне, так и во многих кухнях мира. Мировыми лидерами по выращиванию гречихи являются Россия и Китай. При этом, основным поставщиком гречневой крупы является Алтайский край. В силу своего уникального химического состава гречневая крупа характеризуется высокими пищевой ценностью и физиологической активностью. Представлены результаты исследования образцов гречневой крупы ядрицы из семян гречихи вида *Fagopyrum esculentum* сортов Дикуль и Девятка, выращенных в Целинном и Солтонском районах Алтайского края в 2018–2020 гг. Показано что химический состав (а значит и пищевая ценность) гречневой крупы в зависимости от погодных условий, географической зоны выращивания и сорта культуры характеризуется широким диапазоном колебаний количественного содержания компонентов. Установлено, что в течение периода исследования содержание белков в гречневой крупе ядрицы изменялось от 11,5% до 20,73% и в среднем составило 15,24%; содержание жиров колебалось от 2,5% до 6,1%, а его среднее значение равнялось 3,83%; общее количество углеводов в крупе варьировало от 57,8% до 72,6% и в среднем составило 55,13%, при этом количество крахмала изменялось в течение трех лет от 42,38% до 61,3% и в среднем оно равнялось 51,13%. Определено, что содержание витамина В₂ не подвержено значительным колебаниям в зависимости от климатических условий и в среднем в крупе из Алтайского края составляет 8,73 мкг/г. Показано что высокая пищевая ценность; гипохолестеринемическая активность и низкий гликемический индекс гречневой крупы обуславливают целесообразность ее использования в технологиях функциональных продуктов питания.

Ключевые слова: гречиха, гречневая крупа, гликемический индекс, гипохолестеринемическая активность, функциональные продукты питания.

Информация о статье:

Поступила в редакцию 22.04.2010, принята к печати 21.05.2021

DOI: 10.17586/1606-4313-2021-20-2-64-72

Язык статьи — русский

Для цитирования:

Бучилина А. С., Гунькова П. И., Ишевский А. Л., Баракова Н. В., Москвичева Е. В., Фомичева Т. И. Пищевая ценность гречневой крупы из Алтайского края России // Вестник Международной академии холода. 2021. № 2. С. 64–72.

DOI: 10.17586/1606-4313-2021-20-2-64-72

Nutritional value of buckwheat from the Altai territory of Russia

A. S. BUCHILINA¹, Ph. D. P. I. GUNKOVA¹, D. Sc. A. L. ISHEVSKIY¹, Ph. D. N. V. BARAKOVA¹,
Ph. D. E. V. MOSKVICHEVA², Ph. D. T. I. FOMICHEVA³

¹ITMO University

²Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University (SPbPU)

³Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation (SUAI)

E-mail: alina.buchilina@yandex.ru

Buckwheat is produced from buckwheat seeds and is traditionally used in Russian cuisine and many other world cuisines. Russia and China are the world leaders in buckwheat cultivation. In Russia (and in the world), the leading supplier of buckwheat is the Altai Territory. Buckwheat is characterized by high nutritional value and physiological activity because of its unique chemical composition. In this paper, the results of a study of buckwheat samples are presented. The samples were obtained from seeds of common buckwheat (*Fagopyrum esculentum*) Dikul and Devyatka cultivars grown in Tselinny and Solton districts of the Altai Territory in 2018–2020. The chemical composition and the nutritional value of buckwheat

depend on weather conditions, the geographical area of cultivation, and the cultivar and have a wide range of fluctuations in the quantitative content of components. During the period of study, the protein content in buckwheat groat varied from 11.5% to 20.73% and averaged 15.24%; the fat content ranged from 2.5% to 6.1%, and its average value was 3.83%; the total amount of carbohydrates in grains varied from 57.8% to 72.6% and averaged 55.13%, while the amount of starch varied over three years from 42.38% to 61.3% and averaged 51.13%. The content of vitamin B2 is not subject to significant fluctuations depending on weather conditions, and the average amount in grains from the Altai Territory is 8.73 µg/g. High nutritional value, hypocholesterolemic activity, and low glycemic index of buckwheat groat determine its use in the technology of functional food products.

Keywords: buckwheat, buckwheat groat, glycemic index, hypocholesterolemic activity, functional food products.

Article info:

Received 22/04/2021, accepted 21/05/2021

DOI: 10.17586/1606-4313-2021-20-2-64-72

Article in Russian

For citation:

Buchilina A. S., Gunkova P. I., Ishevskiy A. L., Barakova N. V., Moskvicheva E. V., Fomicheva T. I. Nutritional value of buckwheat from the Altai territory of Russia. *Journal of International Academy of Refrigeration*. 2021. No 2. p. 64–72.

DOI: 10.17586/1606-4313-2021-20-2-64-72

Введение

Гречиха — важнейшая крупяная культура. В пищу используются семена растения, из которых получают крупу и муку. Широкое применение находят и вторичные продукты переработки семян гречихи: лузгу, мучку, солону, мякину отправляют на корм скоту; поташ используют как природное моющее средство; из листьев и цветков получают рутин [1]. Гречиху впервые начали выращивать более четырех тысяч лет назад в горах древней Индии и Непала, затем культуру проникла в Китай и Японию. В России гречиху культивировали еще в первом веке н. э. В Европе она появилась в XV веке, вероятно, вследствие татаро-монгольского нашествия. Согласно легенде, в Европе культуру возделывали в основном греческие монахи и поэтому крупу стали называть гречневой [1]–[7]. В настоящее время мировыми лидерами по выращиванию гречихи являются Россия и Китай [1, 5]. В России основным поставщиком гречневой крупы является Алтайский край [1].

Гречиха относится к травянистым растениям. Она включена в семейство *Polygonaceae*, род *Fagopyrum*. Выделяют три основных вида гречихи: *Fagopyrum esculentum*, *Fagopyrum tataricum* и *Fagopyrum multifolium*. Основное пищевое значение имеет однолетнее растение *Fagopyrum esculentum* или гречиха обыкновенная. Плод гречихи обыкновенной имеет вид трехгранного орешка серо-коричневого цвета. Масса тысячи зерен составляет от 18 до 32 г. Из зерна вырабатывают гречневую крупу двух видов: ядрицу и продел. Ядрица представляет собой целые ядра семян гречихи, а продел является вторичным продуктом производства ядрицы и состоит из колотых ядер гречихи [1]–[6].

В России технология производства гречневой крупы обычно включает процессы гидродинамической обработки зерна при давлении от 0,25 до 0,30 МПа и сушки горячим воздухом. В результате данных процессов, гречневая крупа приобретает светло-коричневый цвет, а также привлекательные вкус и аромат [8].

Благодаря своему уникальному химическому составу гречневая крупа характеризуется высокой пищевой ценностью и физиологической активностью [1]–[16].

Ядрица и продел характеризуются примерно одинаковой пищевой ценностью [8].

Гречневая крупа отличается наиболее высоким, по сравнению с большинством других круп, содержанием белков. Количество белков в гречневой крупе в среднем составляет 12,8%, но оно может достигать 21% и выше. Отличительными особенностями гречневого белка являются отсутствие в нем глютена, а также преобладание растворимых альбуминов и глобулинов, которые хорошо усваиваются организмом человека, и повышенное содержание незаменимых аминокислот лизина, лейцина, изолейцина, валина, треонина, фенилаланина [2]–[14]. Содержание углеводов в гречневой крупе в среднем равно 68,8%, основным углеводом является крахмал, а на пищевые волокна и простые углеводы в среднем приходится 11,3% и 2,1%, соответственно [8]. Гречневый крахмал отличается высоким содержанием резистентного крахмала, а пищевые волокна крупы представлены в основном растворимыми соединениями [5]. Благодаря этим особенностям углеводной системы употребление продуктов из гречневой крупы приводит в организме человека к замедлению всасывания глюкозы и снижению уровня холестерина [4–6, 11]. Гречневая крупа характеризуется наибольшим, по сравнению с другими крупами, содержанием витаминов (В₁ — 0,53 мг %, В₂ — 0,24 мг %, РР — 24,6 мг %) и минеральных веществ (Fe — 8 мг %, К — 380 мг %, Mg — 200 мг %, P — 298 мг %, Si — 81 мг %) [1, 5, 8, 15].

Химический состав и, следовательно, пищевая ценность гречневой крупы характеризуется широким диапазоном колебаний количественного содержания компонентов. Количество компонентов в крупе зависит от погодных условий, географической зоны выращивания и сорта культуры. Целью настоящего исследования явилось определение пищевой ценности образцов гречневой крупы, выращенной в Алтайском крае.

Объекты и методы исследования

Объектами исследования служили образцы гречневой крупы ядрицы высшего сорта, выработанной по ГОСТ Р 55290–2012 из гречихи вида *Fagopyrum esculentum* со-

ртов Дикуль и Девятка, выращенных в 2018–2020 гг. в Целинном и Солтонском районах Алтайского края России. Образец 1 представлял крупу урожая 2018 г., образец 2 — крупу урожая 2019 г., а образец 3 был составлен из крупы урожая 2020 г. Климатические условия во время вегетационного периода выращивания гречихи установлены по данным собственных наблюдений и на основании данных, представленных на сайте «Погода и климат» www.pogodaiklimat.ru. Среднемесячное количество осадков составило в 2018, 2019 и 2020 гг. — 58,6, 62,3 и 46,8 мм, соответственно. Среднемесячная температура воздуха была в 2018 г. 15,1 °С, в 2019 г. — 15,2 °С, в 2020 г. — 17,2 °С.

Для аналитических исследований использованы следующие методы количественного определения компонентов гречневой крупы.

Для исследований отбирали пробу крупы массой 250 г. Затем навеску крупы массой ($50,0 \pm 0,1$) г размалывали на лабораторной мельнице и просеивали через сито с диаметром отверстий 0,25 мм.

Определение белка

Содержание белка определяли методом Кьельдаля.

Катализатор готовили путем растирания до получения однородного порошка смеси из 10,0 г серноокислой меди и 300,0 г серноокислого калия. Для получения раствора индикатора 0,2 г метилового красного и 0,1 г бромкрезолового зеленого растворяли в 100 см³ 96%-го этилового спирта.

В колбу Кьельдаля вносили ($0,5 \pm 0,001$) г измельченной крупы, 2 г приготовленного катализатора и 15 см³ концентрированной серной кислоты. Затем колбу нагревали до тех пор, пока раствор не станет прозрачным, и далее продолжали более интенсивное нагревание еще в течение 30 мин. Колбу охлаждали и к ее содержимому приливали 70 см³ дистиллированной воды, полученный раствор перемешивали и снова охлаждали. В коническую приемную колбу вносили 25 см³ 0,05 моль/дм³ раствора серной кислоты и 4 капли раствора индикатора. Приемную колбу и колбу Кьельдаля соединяли с холодильником и проводили отгонку аммиака. Конец отгонки устанавливали по отсутствию посинения лакмусовой бумажки. Дистиллят титровали раствором гидроокиси натрия с концентрацией 0,1 моль/дм³ до появления зеленой окраски раствора. Параллельно проводили холостой опыт, в том же порядке, но без навески. Массовую долю общего азота N (в %) в крупе вычисляли по формуле:

$$N = (V_1 - V_0) \cdot K \cdot 0,0014 \cdot 100 / m, \quad (1)$$

где m — масса навески, г; V_1, V_0 — объем 0,1 моль/дм³ раствора гидроокиси натрия, пошедшего на титрование дистиллята соответственно в рабочем и холостом опытах, см³; K — коэффициент поправки раствора серной кислоты; 0,0014 — количество азота, эквивалентное 1 см³ 0,005 моль/дм³ раствора серной кислоты, г.

Содержание белка в крупе определяли путем умножения экспериментально определенной массовой доли общего азота на коэффициент пересчета содержания азота на белок, который для гречи равен 5,53.

Определение жира

Содержание жира определяли методом Сокслета по стандартной методике, согласно ГОСТ 29033–91 «Зерно и продукты его переработки. Метод определения жира».

Определение зольности

Массовую долю золы определяли путем сжигания навески размолотой крупы с последующим определением количества несгоревшего остатка. Определение проводили по стандартной методике, согласно ГОСТ 10847–74 «Зерно. Методы определения зольности».

Определение влажности

Содержание влаги определяли путем обезвоживания навески измельченной крупы в сушильном шкафу. Использовали стандартную методику согласно ГОСТ 26312.7–88 «Крупа. Метод определения влажности».

Определение общего содержания углеводов

Общее содержание углеводов С (в %) рассчитывали по формуле:

$$C = 100\% - (B + 3 + Ж + Б), \quad (2)$$

где В — влажность крупы, %; 3 — массовая доля золы, %; Ж — содержание жира, %; Б — содержание белка в крупе, %.

Определение крахмала

Содержание крахмала определяли поляриметрическим методом путем растворения крахмала, имеющегося в исследуемой крупе, в растворе соляной кислоты, дальнейшего осаждения и фильтрации растворенного гречневого белка и установления оптического угла вращения крахмального раствора. Измерение проводили по стандартной методике согласно ГОСТ 10845–98 «Зерно и продукты его переработки. Метод определения крахмала».

Определение витамина В₂

Содержание витамина В₂ определяли спектрофотометрическим методом.

Навеску измельченной крупы массой 1 г растирали в фарфоровой ступке с 0,1 н. раствором соляной кислоты до достижения однородной массы. Полученную массу количественно переносили в мерный цилиндр и доводили объем смеси до 75 см³ 0,1 н. раствором соляной кислоты. Далее раствор переносили в коническую колбу и выдерживали на кипящей водяной бане в течение 45 мин при частом помешивании. Затем раствор охлаждали до комнатной температуры, отфильтровывали через бумажный фильтр и определяли оптическую плотность раствора при 445 нм. Содержание витамина рассчитывали по калибровочному графику. Для построения калибровочного графика навеску чистого рибофлавина массой 20 мг растворяли в 500 см³ дистиллированной воды, затем путем разбавления полученного раствора готовили серию стандартных растворов, содержащих от 1,2 до 12 мкг рибофлавина в 1 см³, и определяли их оптическую плотность при 445 нм.

Все исследования проводили в трехкратной повторности. При расчетах был принят уровень значимости 5% ($\alpha=0,05$).

Результаты и их обсуждение

Белки

Количество белков в гречневой крупе варьируется от 7% до 21% и выше, и является наиболее высоким по сравнению с большинством злаковых культур. Белки гречневой крупы уникальны по своему составу и свойствам [1]–[14].

Главными компонентами гречевого белка являются солерастворимые глобулины и водорастворимые альбумины — первые составляют около 50% от общего белка семян гречихи, вторые — около 25% [4]. Гречневый белок, в отличие от белков других злаковых культур не содержит глютен и показан людям, больным целиакией [4]–[13]. В составе белковой системы семян гречихи обнаружены тиамин-связывающие белки (ТВР), образующие комплексы с тиамин. Тиамин в комплексе с ТВР остается стабильным во время тепловой обработки семян. В организме человека тиамин-белковые комплексы атакуются протеазами в результате чего свободный тиамин высвобождается и вовлекается в метаболические процессы [4, 5].

Аминокислотный состав гречевого белка, по сравнению с белками других злаков, характеризуется хорошей сбалансированностью, высоким содержанием лизина (являющегося первой лимитирующей аминокислотой в других растительных белках), аргинина, аспарагиновой кислоты и относительно низким — пролина и глутаминовой кислоты [5–8, 10–12, 17–18]. Содержание аминокислот в семенах различных злаковых культур по данным [17]–[18] представлено на рис. 1.

Благодаря хорошо сбалансированному аминокислотному составу белки семян гречихи характеризуются высокой биологической ценностью. Отношение Lys/Arg и Met/Gly в гречневом белке значительно ниже, чем в большинстве растительных белков, что, по мнению ряда авторов, обуславливает гипохолестеринемическую активность данного белка. Белки гречихи обладают наивысшей среди всех растительных белков способностью к снижению уровня холестерина в крови [5–8, 11, 12, 13].

Количество белков в семенах злаков определяется в основном климатическими условиями, географической зоной выращивания и сортом культуры [1, 4, 5, 9, 16]. Результаты исследования содержания белков в различных урожаях гречневой крупы из Алтайского края представлены на рис. 2.

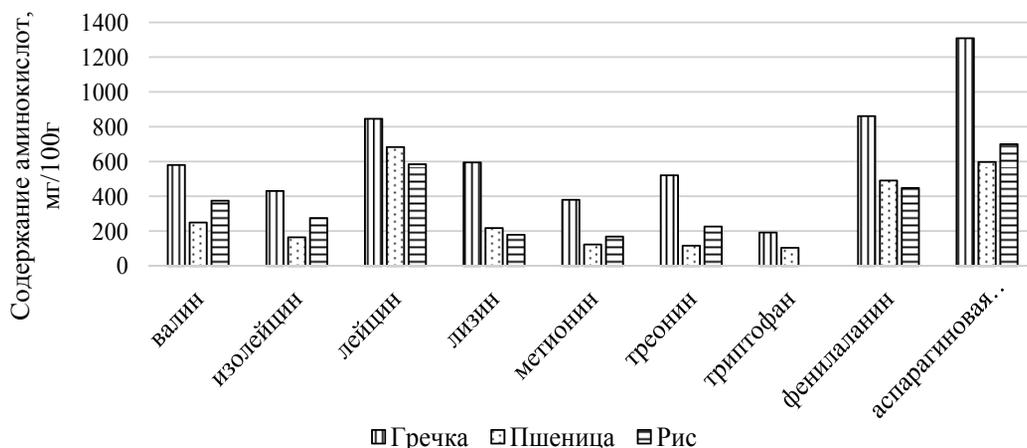


Рис. 1. Содержание аминокислот в семенах различных злаковых культур

Fig. 1. Amino acid content in seeds of various cereals

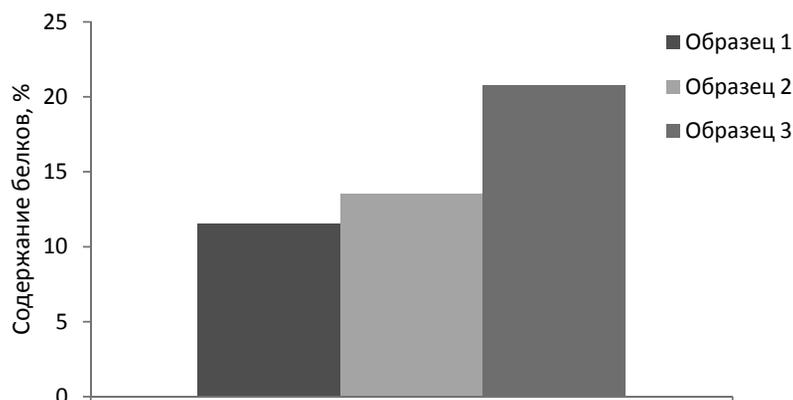


Рис. 2. Содержание белков в различных урожаях гречневой крупы из Алтайского края

Fig. 2. Protein content in various yields of buckwheat groats from the Altai Territory

Как видно из диаграммы, показанной на рис. 2, содержание белка в различных урожаях гречневой крупы варьируется от 11,5% до почти 21%. Количество белков в образце 3 более чем в 1,5 раза выше по сравнению с образцами 1 и 2. Наблюдаемые различия, вероятно, можно объяснить жаркими и засушливыми климатическими условиями в Алтайском крае в вегетационный период выращивания гречихи в 2020 г. Полученные результаты содержания белков в гречневой крупе из семян гречихи вида *Fagopyrum esculentum* и зависимости его от климатических условий согласуются с данными других авторов [1, 4, 5, 9, 16].

Липиды

Основным компонентом липидной фракции семян гречихи являются триацилглицерины, содержание которых составляет 1,5–3,7% и более [2, 5, 12]. Жирнокислотный состав жира семян гречихи по данным [5] представлен в табл. 1.

Таблица 1

Жирнокислотный состав жира семян гречихи

Table 1

Fatty acid composition of buckwheat

Жирная кислота	Принятое обозначение	Содержание в семенах гречихи, мг/г
Пальмитиновая	C _{16:0}	186
Стеариновая	C _{18:0}	19
Олеиновая	C _{18:1}	359
Линолевая	C _{18:2}	344
Линоленовая	C _{18:3}	22
Арахидовая	C _{20:0}	14
Пауллиновая	C _{20:1}	30
Бегеновая	C _{22:0}	14
Эруковая	C _{22:1}	2
Нервоновая	C _{24:1}	9

Данные табл. 1 показывают, что основными жирными кислотами семян гречихи являются олеиновая, линолевая, пальмитиновая, пауллиновая, линоленовая, стеариновая, арахидовая и бегеновая. Среди жирных кислот доминируют биологически ценные ненасыщенные кислоты [5, 7, 9, 11]. Биологическая ценность гречневого жира также обусловлена присутствием в нем тритерпеноида милиацина, известного своими лечебными свойствами. Милиацин обладает иммуномоделирующей, антимикробной, антигликемической активностями по отношению к организму человека. Содержание милиацина в гречневом жире составляет 4,3–4,5% [8].

Жир гречневой крупы характеризуется высокой стойкостью при хранении, они сохраняют свои первоначальные свойства в течении более чем 15 месяцев. Стойкость гречневого жира при хранении объясняется высоким содержанием в нем антиоксидантов: витаминов группы E (6,65 мг/100г) и флавоноидов [4, 8].

Результаты исследования содержания жиров различных урожаев гречневой крупы из Алтайского края представлены на рис. 3.

По результатам наших исследований (см. рис. 3), содержание жира в крупе различных урожаев варьировалось от 2,5% до 6,1%. Наибольшим содержанием жира характеризовалась крупа урожая жаркого и засушливого 2020 г.

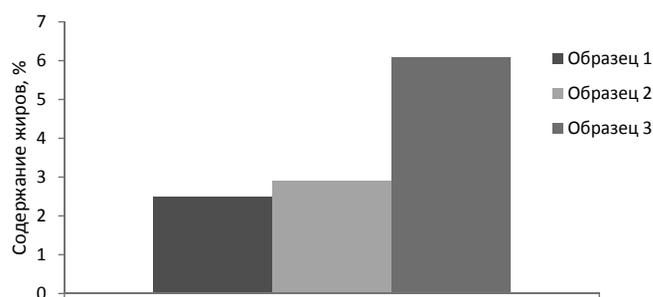


Рис. 3. Содержание жиров в различных урожаях гречневой крупы из Алтайского края

Fig. 3. Fat content in various yields of buckwheat groats from the Altai Territory

Зольность и влажность

Зольность и влажность исследуемых образцов гречневой крупы была определена для выполнения аналитического расчета содержания углеводов. Результаты исследования зольности и влажности крупы представлены в табл. 2.

Таблица 2

Количество золы и влаги в гречневой крупе

Table 2

Ash and moisture content in buckwheat

Образец	Содержание, %	
	золы	влаги
1	1,85	11,5
2	2,10	11,5
3	3,59	11,6

Полученные результаты показывают, что содержание влаги во всех образцах было приблизительно одинаковым и соответствовало требованиям ГОСТ Р 55290 «Крупа гречневая. Общие технические условия». Наибольшее содержание золы наблюдалось в крупе из урожая жаркого и засушливого года.

Углеводы

Общее содержание углеводов в гречневой крупе составляет 58–73%. Доминирующими углеводами являются крахмал и пищевые волокна [2, 4, 5, 8, 9 11].

Результаты исследования содержания углеводов в гречневой крупе из Алтайского края показаны на рис. 4.

Содержание углеводов в исследуемых образцах крупы составило 57,8–72,6% (см. рис. 4). Как показали наши исследования, в жаркие засушливые годы содержание углеводов в крупе понижается на 6–25%.

Крахмал

Крахмал является основным компонентом гречневой крупы. Его содержание в крупе составляет 50–70% [2, 4–6, 11]. По химическому составу он отличается от крахмала других злаков. Соотношение амилозы к амилопектину в гречневом крахмале составляет 1:3 [5]. СЭМ-изображение гранул гречишного крахмала, по данным [5] представлено на рис. 5.

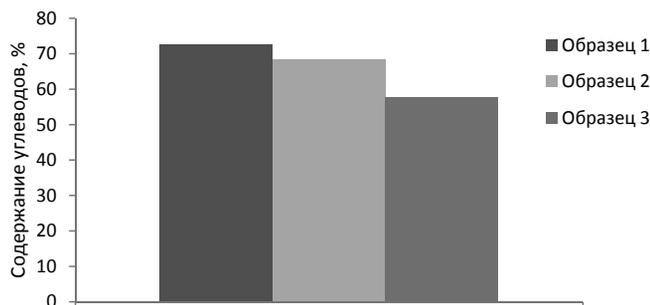


Рис. 4. Содержание углеводов в гречневой крупе из Алтайского края

Fig. 4. The content of carbohydrates in buckwheat groats from the Altai Territory

Исследования с помощью сканирующего электронного микроскопа (СЭМ) показали, что гранулы гречневого крахмала имеют неправильную многоугольную форму, размеры частиц составляют от 2 до 9 мкм, что меньше, чем у кукурузного крахмала (12,2 мкм) и картофельного крахмала (30,5 мкм). Гречневый крахмал является резистентным, т. е. устойчивым к действию амилазы *in vitro*. Установлено, что употребление отварной гречневой крупы приводит к наиболее низкому уровню глюкозы в крови после приема пищи по сравнению с продуктами из белой пшеничной муки [5, 11].

Содержание крахмала в гречневой крупе из Алтайского края, по результатам нашего исследования, представлено в табл. 3.

Таблица 3

Содержание крахмала в гречневой крупе

Table 3

Starch content in buckwheat

Образец	Содержание крахмала, %
1	61,20
2	55,80
3	42,38

Согласно данным табл. 3, диапазон колебания содержания крахмала в гречневой крупе составил 18,4%, среднее содержание составило 53,13%. Жаркая засушливая погода способствует понижению количества крахмала в гречневой крупе.

Пищевые волокна

Основными компонентами пищевых волокон гречневой крупы являются целлюлоза, некрахмальные полисахариды и лигнин. Отличительной особенностью гречневых пищевых волокон является преобладание в них растворимых некрахмальных полисахаридов, содержащих ксилан, маннозу, галактозу и глюкуроновую кислоту. Содержание растворимых и нерастворимых пищевых волокон в гречневой муке и муке из других злаков по данным [5] представлено в табл. 4.

Водорастворимые пищевые волокна обладают высокой молекулярной массой, поэтому при растворении в воде они образуют растворы с высоким показателем вязкости, увеличивающие время прохождения пищи через тонкий

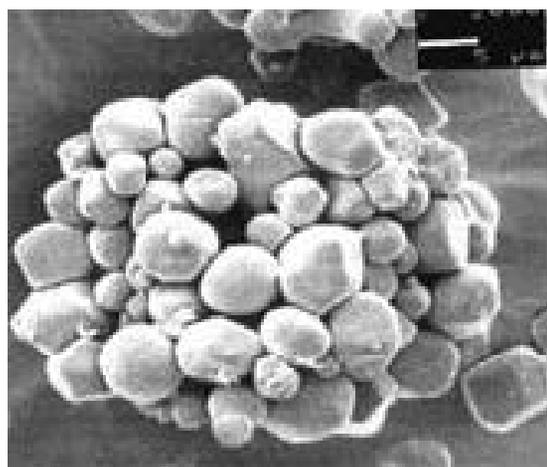


Рис. 5. СЭМ-изображение гречевого крахмала

Fig. 5. SEM-image of buckwheat starch

Таблица 4

Содержание пищевых волокон в муке из различных зерновых культур

Table 4

Dietary fiber content in flour from various cereals

Вид муки	Содержание пищевых волокон, мг/г		
	всего	растворимых	нерастворимых
Гречневая	65	53	12
Пшеничная	24	10	15
Ржаная	136	36	100

кишечник и замедляя всасывание глюкозы [3, 5, 10, 11]. Клетчатка гречихи не содержит фитиновой кислоты, которая снижает биодоступность кальция, магния, цинка и других минеральных веществ и является основным антипитательным фактором пшеницы [5]. По мнению ряда авторов. Водорастворимые пищевые волокна кроме низкого гликемического индекса обладают способностью к снижению уровня холестерина в крови [10]–[13].

Витамины

Содержание витаминов в гречневой крупе по данным [5] представлено в табл. 5.

Таблица 5

Содержание некоторых витаминов в семенах гречихи

Table 5

The content of some vitamins in buckwheat

Витамин	Содержание, мг/г
A (β-каротин)	2,1
B ₁ (тиамин)	4,6
B ₂ (рибофлавин)	1,4
B ₃ (ниацин)	18,0
B ₅ (пантатеновая кислота)	10,5
B ₆ (пиридоксин)	7,3
C (аскорбиновая кислота)	50,0
E (токоферол)	54,6
P (рутин)	0,12–0,36

Семена гречихи характеризуются наиболее высоким содержанием витаминов В₁, В₂, В₃ и Е по сравнению с большинством злаков [5, 7–9, 12]. Рутин, относящийся к витаминам группы Р, среди злаковых культур обнаружен только в гречихе. Витамин В₁ прочно присоединяется к тиамин-связывающему гречневому белку, что обуславливает его высокую стабильность при термической обработке и хранении гречневой крупы [5]. По данным ряда авторов, гречневая крупа также отличается высоким содержанием фолатина, холина [4, 5, 8].

Содержание витамина В₂ в гречневой крупе из Алтайского края, по результатам нашего исследования, представлено в табл. 6.

Таблица 6

Содержание витамина В2 в гречневой крупе

Table 6

Vitamin B2 content in buckwheat groat

Образец	Содержание витамина В ₂ , %
1	8,9
2	8,5
3	8,8

Результаты исследования показывают приблизительно равное содержание витамина В₂ во всех образцах. Зависимость содержания данного витамина в гречневой крупе от климатических условий не была выявлена.

Минеральные вещества

Семена гречихи и гречневая крупа, по данным многих исследователей, являются источником многих минеральных веществ [1, 2, 4–9, 12, 15]. Содержание минеральных веществ по данным [8] в гречневой крупе представлено в табл. 7.

Таблица 7

Содержание основных минеральных веществ в гречневой крупе

Table 7

The content of the most abundant minerals in buckwheat groat

Минеральные вещества	Содержание в 100 г крупы, мг	Минеральные вещества	Содержание в 100 г крупы, мг
Кальций	70	Железо	14
Фосфор	298	Цинк	10–15
Магний	200	Марганец	1,6
Калий	380	Медь	0,64
Кремний	81	Сера	48

Литература

1. Гордеев А. В., Бутковский В. А. Россия — зерновая держава. 2-е изд., перераб. и доп. М.: ДеЛипринт, 2009. 471 с.
2. Mazza G., Oomah B. D. Buckwheat. In B. Caballero (Ed.), Encyclopedia of food sciences and nutrition. Cambridge: Academic Press, 2003. pp. 692–699.
3. Skrabanja V., Kovac B., Golob T., Liljeberg Elmståhl H. G., Björck I. M., Kreft I. Effect of Spelt Wheat Flour and Kernel on Bread Composition and Nutritional Characteristics. // J. Agric. Food Chem. 2001, 49 (1): 497–500.

По сравнению с другими злаками, такими как рис, пшеница, кукуруза, зерна гречихи содержат наибольшее количество железа, цинка, меди, магния, кремния [2, 4, 5, 8].

Выводы

Гречневая крупа, произведенная из сортов гречихи, произрастающей в Алтайском крае, характеризуется высокой пищевой ценностью вследствие высокого содержания в ней важных для человека компонентов химического состава.

Экспериментально установлены основные показатели пищевой ценности гречневой крупы ядрицы из семян гречихи вида *Fagopyrum esculentum* сортов Диккуль и Девятка, выращенных в Целинном и Солтонском районах Алтайского края в 2018–2020 гг.

Установлено, что количественный состав крупы зависит числа осадков и температуры воздуха в течение вегетационного периода выращивания гречихи.

Содержание белков в гречневой крупе ядрицы в течение периода исследования изменялось от 11,5% до 20,73% и в среднем составило 15,24%. Белки гречневой крупы не содержат глютен, они отличаются высоким содержанием лизина, хорошо сбалансированным аминокислотным составом и высокой гипохолестеринемической активностью.

Содержание жиров в период исследования колебалось от 2,5% до 6,1%, его среднее значение составило 3,83%. Биологическая ценность жира гречневой крупы определяется преобладанием в его составе полиненасыщенных жирных кислот, высоким содержанием витамина Е и наличием триглицерида милиацина с лечебными свойствами.

Общее количество углеводов в крупе варьировало от 57,8% до 72,6% и в среднем составило 55,13%. Количество крахмала изменялось в течение трех лет от 42,38% до 61,3%, в среднем оно равнялось 51,13%. Соотношение амилозы к амилопектину в гречневом крахмале составляет 1:3. В составе пищевых волокон преобладают растворимые некрахмальные полисахариды, характеризующиеся низким гликемическим индексом и гипохолестеринемической активностью.

Показано, что гречневая крупа отличается высоким содержанием витаминов В₁, В₂, В₃, Е, Р и минеральных веществ железа, цинка, меди, марганца, кремния. Установлено, что содержание витамина В₂ не подвержено значительным колебаниям в зависимости от климатических условий и в среднем в крупе из Алтайского края составляет 8,73 мкг/г.

Высокая пищевая ценность и физиологическая активность гречневой крупы, выращенной в Алтайском крае, обуславливает целесообразность ее использования в технологиях функциональных продуктов питания.

References

1. Gordeev A. V., Butkovskij V. A. Russia — grain nation. Moscow, DeLiprint, 2009, 471 p. (in Russian)
2. Mazza G., Oomah B. D. Buckwheat. In B. Caballero (Ed.), Encyclopedia of food sciences and nutrition. Cambridge: Academic Press, 2003. pp. 692–699.
3. Skrabanja V., Kovac B., Golob T., Liljeberg Elmståhl H. G., Björck I. M., Kreft I. Effect of Spelt Wheat Flour and Kernel on Bread Composition and Nutritional Characteristics. *J. Agric. Food Chem.* 2001, 49 (1): 497–500.

4. Li S. Q., Zhang Q. H. Advances in the Development of Functional Foods from Buckwheat. Li and Q. Howard Zhang. // *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 2001, 41 (6): 451–464.
5. Ahmed A., Khalid N., Ahmad A., Abbasi N. A., Latif M. S. Z., Randhawa M. A. Phytochemicals and biofunctional properties of buckwheat: a review. // *J. Agric. Sci.* 2014, 152 (3): 349–369.
6. Krkošková B., Mrazova Z. Prophylactic components of buckwheat. // *Food Res. Int.* 2005, 38 (5): 561–568.
7. Qiu J., Liu Y., Yue Y., Qin Y., Li Z. Dietary tartary buckwheat intake attenuates insulin resistance and improves lipid profiles in patients with type 2 diabetes: a randomized controlled trial. // *Nutr. Res.* 2016, 36 (12): 1392–1401.
8. Зенкова А. Н., Каминский В. П., Пятницкая И. Н., Панкратьева И. А., Давыдова И. А., Политуха О. В. Крупяные продукты как компонент здорового питания. М.: ГНУ ВНИИЗ Россельхозакадемии, 2008. 72 с.
9. Меледина Т. В., Матвеев И. В., Федоров А. В. Несоложенные материалы в пивоварении: учебное пособие. СПб.: Университет ИТМО, 2017. 66 с.
10. Tomotake H., Yamamoto N., Yanaka N., Ohinata H., Yamazaki R., Kayashita J., Kato N. High protein buckwheat flour suppresses hypercholesterolemia in rats and gallstone formation in mice by hypercholesterolemic diet and body fat in rats because of its low protein digestibility. // *Nutrition.* 2006. 22 (2): 166–73.
11. Škrabanja V., Kreft I. Nutritional value of buckwheat proteins and starch. In *Molecular breeding and nutritional aspects of buckwheat*. Cambridge: Academic Press, 2016. pp. 169–176.
12. Yang J., Gu Z., Zhu L., Cheng L., Li Z., Li C., Hong Y. Buckwheat digestibility affected by the chemical and structural features of its main components. // *Food Hydrocoll.* 2019, 96: 596–603.
13. Yilmaz H. Ö., Ayhan N. Y., Meriç Ç. S. Buckwheat: A Useful Food and its Effects on Human Health. // *Curr. Nutr. Food Sci.* 2020, 16 (1): 29–34.
14. Агафонов Г. В., Чусова А. Е., Ковальчук Н. С., Зуева Н. В. Возможность применения гречихи в технологии ферментированного солода // *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий.* 2018. Т. 80. № 4. С. 170–176.
15. Протасова О. С., Белоконова Н. А., Попова О. С. Оценка минерального состава гречневой крупы в зависимости от региона произрастания и способа обработки зерна // *Вестник Уральского государственного медицинского университета.* 2019. № 1. С. 65–67.
16. Сажин А. А., Сажина С. В., Порсев И. Н. Сортные особенности гречихи в условиях 2020 года на фоне обработки семенного материала гуминовыми удобрениями. // *Развитие научной, творческой и инновационной деятельности молодежи.* 2020. С. 177–182.
17. Mota C., Santos M., Mauro R., Samman N., Matos A. S., Torres D., Castanheira I. Protein content and amino acids profile of pseudocereals. // *Food Chem.* 2016, 193; 55–61.
18. Зенькова М. Л. Исследование минерального и аминокислотного состава пророщенного и консервированного зерна пшеницы // *Техника и технология пищевых производств.* 2019. Т. 49. № 4. С. 513–521.
4. Li S. Q., Zhang Q. H. Advances in the Development of Functional Foods from Buckwheat. Li and Q. Howard Zhang. // *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 2001, 41 (6): 451–464.
5. Ahmed A., Khalid N., Ahmad A., Abbasi N. A., Latif M. S. Z., Randhawa M. A. Phytochemicals and biofunctional properties of buckwheat: a review. // *J. Agric. Sci.* 2014, 152 (3): 349–369.
6. Krkošková B., Mrazova Z. Prophylactic components of buckwheat. // *Food Res. Int.* 2005, 38 (5): 561–568.
7. Qiu J., Liu Y., Yue Y., Qin Y., Li Z. Dietary tartary buckwheat intake attenuates insulin resistance and improves lipid profiles in patients with type 2 diabetes: a randomized controlled trial. // *Nutr. Res.* 2016, 36 (12): 1392–1401.
8. Zenkova A. N., Kaminskij V. P., Pjatnickaja I. N., Pankrat'eva I. A., Davydova I. A., Polituha O. V. Cereal products as a component of a healthy diet. Moscow, 2008. 72 p. (in Russian)
9. Meledina T. V., Matveev I. V., Fedorov A. V. Unmalted Materials in Brewing: A Study Guide. Sankt-Peterburg: ITMO University, 2017, 66 p. (in Russian)
10. Tomotake H., Yamamoto N., Yanaka N., Ohinata H., Yamazaki R., Kayashita J., Kato N. High protein buckwheat flour suppresses hypercholesterolemia in rats and gallstone formation in mice by hypercholesterolemic diet and body fat in rats because of its low protein digestibility. // *Nutrition.* 2006. 22 (2): 166–73.
11. Škrabanja V., Kreft I. Nutritional value of buckwheat proteins and starch. In *Molecular breeding and nutritional aspects of buckwheat*. Cambridge: Academic Press, 2016. pp. 169–176.
12. Yang J., Gu Z., Zhu L., Cheng L., Li Z., Li C., Hong Y. Buckwheat digestibility affected by the chemical and structural features of its main components. // *Food Hydrocoll.* 2019, 96: 596–603.
13. Yilmaz H. Ö., Ayhan N. Y., Meriç Ç. S. Buckwheat: A Useful Food and its Effects on Human Health. // *Curr. Nutr. Food Sci.* 2020, 16 (1): 29–34.
14. Agafonov G. V., Chusova A. E., Koval'chuk N. S., Zueva N. V. Possibility of using buckwheat in fermented malt technology. // *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernyh tehnologij.* 2018. vol. 80. no 4. p. 170–176. (in Russian)
15. Protasova O. S., Belokonova N. A., Popova O. S. Assessment of the mineral composition of buckwheat, depending on the region of growth and the method of grain processing. // *Vestnik Ural'skogo gosudarstvennogo medicinskogo universiteta.* 2019. no 1. Pp. 65–67. (in Russian)
16. Sazhin A. A., Sazhina S. V., Porsev I. N. Cultivar features of buckwheat in the conditions of 2020 against the background of processing seed material with humic fertilizers. // *Razvitie nauchnoj, tvorcheskoj i innovacionnoj dejatel'nosti molodezhi.* 2020. Pp. 177–182. (in Russian)
17. Mota C., Santos M., Mauro R., Samman N., Matos A. S., Torres D., Castanheira I. Protein content and amino acids profile of pseudocereals. // *Food Chem.* 2016, 193; 55–61.
18. Zen'kova M. L. A study of the mineral and amino acid composition of germinated and canned wheat grains. // *Tehnika i tehnologija pishhevyh proizvodstv.* 2019. vol. 49. no 4. Pp. 513–521. (in Russian)

Сведения об авторах**Бучилина Алина Сергеевна**

Аспирант факультета биотехнологий Университета ИТМО, 191002, Россия, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9, alina.buchilina@yandex.ru

Гунькова Полина Исаевна

К. т. н., доцент научно-образовательного центра химического инжиниринга и биотехнологий, доцент факультета биотехнологий Университета ИТМО, 191002, Россия, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9, gunkova@itmo.ru

Ишевский Александр Леонидович

Д. т. н., доцент факультета биотехнологий Университета ИТМО, 191002, Россия, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9, alishevskii@itmo.ru

Баракова Надежда Васильевна

К. т. н., доцент факультета биотехнологий Университета ИТМО, 191002, Россия, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9, n.barakova@mail.ru

Москвичева Елена Владимировна

К. т. н., доцент высшей школы биотехнологий и пищевых производств, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 194021, Россия, Санкт-Петербург, ул. Новороссийская, 48–50, moskvicheva_ev@spbstu.ru

Фомичева Татьяна Ивановна

К. т. н., доцент института инновационных технологий в электромеханике и робототехнике, Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, 190000, Россия, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 67, mukhlenova@mail.ru

Information about authors**Buchilina Alina S.**

Postgraduate of Faculty of Biotechnology (BioTech), ITMO University, 191002, Russia, St. Petersburg, Lomonosov str., 9, alina.buchilina@yandex.ru

Gunkova Polina I.

Ph. D., Associate Professor of Research and Educational Center of Chemical Engineering and Biotechnology, Associate Professor of Faculty of Biotechnologies (BioTech), ITMO University, 191002, Russia, St. Petersburg, Lomonosov str., 9, gunkova@itmo.ru

Ishevskiy Aleksandr L.

D. Sc., Associate Professor of Faculty of Biotechnologies (BioTech), ITMO University, 191002, Russia, St. Petersburg, Lomonosov str., 9, alishevskii@itmo.ru

Barakova Nadezhda V.

Ph. D., Associate Professor of Faculty of Biotechnologies (BioTech), ITMO University, 191002, Russia, St. Petersburg, Lomonosov str., 9, n.barakova@mail.ru

Moskvicheva Elena V.

Ph. D., Associate Professor of Graduate School of Biotechnology and Food Technology, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University (SPbPU), 194021, Russia, St. Petersburg, Novorossiyskaya str., 48–50, moskvicheva_ev@spbstu.ru

Fomicheva Tatiana I.

Ph. D., Associate Professor of Institute of Innovative Technologies in Electromechanics and Robotics, St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, 190000, Russia, St. Petersburg, Bolshaya Morskaya str., 67, mukhlenova@mail.ru

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
КОМИТЕТ ПО НАУКЕ И ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ
УНИВЕРСИТЕТ ИТМО



УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

Food BioTech Conference 2021

23-25 августа 2021 г.

Конференция проводится на базе
мегафакультета биотехнологий и низкотемпературных систем Университета ИТМО
по адресу: 191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9

Food BioTech Conference 2021 — отличная возможность поделиться своими академическими и клиническими исследованиями, а также найти новых научных и промышленных партнеров в областях:

- Биотехнологии, продовольственное питание;
- Функциональное питание и профилактическая медицина;
- Качество и безопасность пищевых продуктов;
- Пищевая промышленность и управление технологическими процессами;
- Устойчивое потребление и производство.

Телефон для справок: +7 (812) 607 0466

E-mail: foodbiotech.science@itmo.ru

Подробная информация на сайте: <https://foodbiotech.itmo.ru/>