

УДК 664.78

## Функциональные и пребиотические свойства семян гречихи

А. С. БУЧИЛИНА<sup>1</sup>, канд. техн. наук П. И. ГУНЬКОВА<sup>1</sup>, д-р техн. наук А. Л. ИШЕВСКИЙ<sup>1</sup>, канд. техн. наук Н. В. БАРАКОВА<sup>1</sup>, канд. техн. наук Е. В. МОСКВИЧЕВА<sup>2</sup>, канд. техн. наук Т. И. ФОМИЧЕВА<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Университет ИТМО

<sup>2</sup>Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

<sup>3</sup>Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

E-mail: alina.buchilina@yandex.ru

Семена гречихи характеризуются высоким содержанием высокоценных белков, пищевых волокон, резистентного крахмала, флавоноидов, производных хироинозитола, благодаря чему обладают уникальными функциональными и пребиотическими свойствами. Показано, что семена гречихи и вырабатываемая из них гречневая крупа проявляют противодиабетическую, холестерин понижающую, гипотензивную активности, а также антимикробные, антиокислительные, противоопухолевые и пребиотические свойства. Приведены литературные данные, свидетельствующие, что активными противодиабетическими компонентами семян гречихи являются резистентный крахмал, D-хироинозитол и фагопиритол. Низкий уровень перевариваемого крахмала также определяет антидиабетические свойства гречневых семян. Показано, что гречневый белок способен регулировать метаболизм холестерина, понижая в организме общий уровень холестерина, триглицеридов и липопротеинов низкой плотности. Гипотензивные свойства семян гречихи обуславливают их специфические белки и пептиды, ингибирующие действие сосудосужающего фермента АПФ. Ряд пептидов, полученных из гречневого белка, обладают антимикробным действием по отношению к патогенным микроскопическим грибам и бактериям. Антиокислительная активность семян гречихи выше, по сравнению с другими злаковыми культурами благодаря значительному содержанию в них фенольных соединений. Противоопухолевые свойства проявляют пептиды и гидролизаты гречневого белка, а также полисахариды семян. Они ингибируют рост раковых клеток и способствуют повышению активности антиоксидантных ферментов, понижению уровня свободных радикалов и укреплению иммунитета организма. Представлены пребиотические свойства гречневых семян, обусловленные высоким содержанием в них пищевых волокон и резистентного крахмала, которые достигают толстого кишечника и там служат питательным субстратом для пробиотических микроорганизмов. Развитию в кишечнике лактобактерий и бифидобактерий способствует также гречневый белок. Показано, что гречневая крупа, выработанная из семян гречихи, может быть основой продуктов для профилактики и лечения сердечно-сосудистых заболеваний, диабета, ожирения, а также для снижения уровня холестерина в организме и улучшения микрофлоры кишечника.

**Ключевые слова:** семена гречихи, гречневая крупа, функциональный пищевой продукт, пребиотики, профилактика диабета, снижение холестерина, профилактика ожирения.

### Информация о статье:

Поступила в редакцию 12.08.2021, принята к печати 08.10.2021

DOI: 10.17586/1606-4313-2021-20-4-45-52

Язык статьи — русский

### Для цитирования:

Бучилина А. С., Гунькова П. И., Ишевский А. Л., Баракова Н. В., Москвичева Е. В., Фомичева Т. И. Функциональные и пребиотические свойства семян гречихи // Вестник Международной академии холода. 2021. № 4. С. 45–52. DOI: 10.17586/1606-4313-2021-20-4-45-52

## Functional and prebiotic properties of buckwheat

A. S. BUCHILINA<sup>1</sup>, Ph. D. P. I. GUNKOVA<sup>1</sup>, D. Sc. A. L. ISHEVSKIY<sup>1</sup>, Ph. D. N. V. BARAKOVA<sup>1</sup>, Ph. D. E. V. MOSKVICHEVA<sup>2</sup>, Ph. D. T. I. FOMICHEVA<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ITMO University

<sup>2</sup>Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University (SPbPU)

<sup>3</sup>Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation (SUAI)

E-mail: alina.buchilina@yandex.ru

*Buckwheat seeds are characterized by a high content of high biological value proteins, dietary fiber, resistant starch, flavonoids, and chiro-inositol derivatives, due to which buckwheat has unique functional and prebiotic properties. It has been*

*shown that buckwheat seeds and buckwheat groats produced from the seeds exhibit anti-diabetic, cholesterol-lowering and hypotensive activities, anti-microbial, antioxidant, antitumor, and prebiotic properties. The research data show that active anti-diabetic components of buckwheat seeds are resistant starch, D-chiro-inositol, and phagopyritol. A low level of digestible starch also contributes to the anti-diabetic properties of buckwheat seeds. It has been shown that buckwheat protein helps regulate cholesterol metabolism by lowering total cholesterol, triglycerides, and low-density lipoproteins. The hypotensive properties of buckwheat seeds are determined by their specific proteins and peptides that inhibit the action of angiotensin-converting enzyme ACE. Several peptides obtained from buckwheat protein have anti-microbial activity against pathogenic microscopic fungi and bacteria. The antioxidant activity of buckwheat seeds is higher than in other cereals because of the significant content of phenolic compounds. Peptides and hydrolysates of buckwheat protein and polysaccharides of seeds exhibit antitumor properties. They inhibit the growth of cancer cells and help increase the activity of antioxidant enzymes, lower the level of free radicals, and strengthen the body's immunity. Buckwheat seeds have prebiotic properties because of the high content of dietary fiber and resistant starch, which reach the large intestine and act as a substrate for probiotic microorganisms. Buckwheat protein also contributes to the development of lactobacilli and bifidobacteria in the intestine. It has been shown that buckwheat groats, produced from buckwheat seeds, can be the base for the food products to prevent and treat cardiovascular diseases, diabetes, obesity, lower cholesterol levels in the body, and improve the intestinal microflora.*

**Keywords:** buckwheat seed, buckwheat groats, functional food product, prebiotics, prevention of diabetes, cholesterol lowering activity, prevention of obesity.

---

**Article info:**

Received 12/08/2021, accepted 08/10/2021

DOI: 10.17586/1606-4313-2021-20-4-45-52

Article in Russian

**For citation:**

Buchilina A. S., Gunkova P. I., Ishevskiy A. L., Barakova N. V., Moskvicheva E. V., Fomicheva T. I. Functional and prebiotic properties of buckwheat. *Journal of International Academy of Refrigeration*. 2021. No 4. p.45–52. DOI: 10.17586/1606-4313-2021-20-4-45-52

---

### Введение

В настоящее время наблюдается динамика повышения спроса потребителей на функциональные продукты питания, обладающие профилактическими свойствами против различных заболеваний и помогающие организму противостоять инфекциям и неблагоприятным условиям окружающей среды. Особенностью данных продуктов является наличие в их составе функциональных пищевых ингредиентов [1]. Поэтому поиск функциональных ингредиентов для такого типа продуктов ведется постоянно и является весьма актуальным. Ценным источником таких пищевых компонентов являются псевдозлаки (амарант, киноа и гречиха), которые, благодаря их хорошо сбалансированному составу, считаются «супер-продуктом питания» [2, 3]. Псевдозлаки, в отличие от распространенных однодольных злаков (пшеницы, риса, ячменя и др.), относятся к двудольным растениям, но их семена по составу и функциям сходны с семенами злаковых культур. Данные растения устойчивы к различным климатическим изменениям, они выдерживают высокие температуры, повышенную осолонённость почвы и недостаток влаги [4]. Псевдозлаковые культуры характеризуются значительным содержанием биологически активных веществ, способствующих укреплению здоровья и повышающих иммунитет человека. На сегодняшний момент разработан и производится достаточно широкий ассортимент популярных у населения продуктов с псевдозлаковыми культурами. Однако потенциал семян гречихи используется пока недостаточно. Благодаря достаточно высокому содержанию и уникальным особенностям гречневых белков, флавоноидов, фенольных соединений, пищевых волокон, витаминов, минералов и др., семена гречихи и вырабатываемая из них гречневая крупа име-

ют ценнейшие функциональные, пребиотические и пробиотические свойства. Так по данным иммунологических исследований в гречневой крупе отсутствует токсичный проламин, а содержание глютелина незначительно, что делает данную крупу перспективной для питания людей с целиакией [5]–[7]. Семена гречихи, а также и крупа из них обладают защитными свойствами против сердечно-сосудистых заболеваний, рака, диабета, гипертонии и нейродегенеративных заболеваний, таких как болезнь Альцгеймера. Их употребление в пищу помогает улучшить перистальтику кишечника и ускоряет заживление ран. Помимо этого, гречневая крупа характеризуется противовоспалительными, антимикробными, противострессовыми и пребиотическими свойствами [4, 8, 9].

### Биологически активные компоненты семян гречихи

Семена гречихи характеризуются высоким содержанием биологически активных веществ: уникальных белков, пищевых волокон, фенольных соединений, стеролов и производных хироинозитола, витаминов и минералов [6, 8–13]. Содержание биологически активных веществ в семенах гречихи по [6, 8–13] представлено в табл. 1.

Среди фенольных соединений гречихи преобладают флавоноиды. Флавоноиды семян гречихи: рутин, кверцетин, изовитексин, витексин, ориентин, изоориентин обладают противовирусными, противоопухолевыми, антиатеросклеротическими и антиоксидантными свойствами, что делает целесообразным их использование в профилактических и лечебных целях. В семенах гречихи содержится в 2–5 раз больше флавоноидов чем в овсе и ячмене [6]. При выработке гречневой крупы часть

Таблица 1  
Содержание биологически активных веществ  
в семенах гречихи

Table 1  
Bioactive compounds in buckwheat seeds

Соединение	Содержание, мг/г
Белки и пептиды	130,0
Пищевые волокна	65,0
Фенольные соединения	3,5
Рутин	0,25
Стероиды	0,8
D-хироинозитол	3,40
Витамины	148,5
Минеральные соединения	11,0

флавоноидов теряется с оболочкой, а в крупе остаются рутин и изовитексин, химическая структура данных соединений представлена рис. 1 [13]. Доминирующим флавоноидом в гречневой крупе является рутин.

Рутин обладает выраженными противовоспалительными и гипотензивными свойствами, он снижает хрупкость кровеносных сосудов, являющуюся причиной сердечно-сосудистых заболеваний. Также рутин связывает рецепторы эстрогена, благодаря чему он проявляет противоопухолевые свойства [5, 9, 13]. Изовитексин проявляет сходные с рутином активности и обладает лечебным действием при поражении центральной нервной системы [5, 9, 13].

Семена гречихи, как и семена других псевдозлаков, содержат антипитательные соединения — танины, фитаты, ингибиторы трипсина и хемотрипсина [5, 8]. Данные соединения нарушают обмен веществ в тонком кишечнике, ухудшают переваривание крахмала и белка и влияют на усвоение минералов. Однако наибольшая часть антипитательных соединений содержится в оболочке зерна, удаляется при обработке и практически не содержится в крупе [5].

### Функциональные свойства семян гречихи

#### Противодиабетическая активность

Скорость повышения уровня сахара в крови после принятия пищи характеризуется гликемическим индексом пищевого продукта (ГИ). В зависимости от значения ГИ пищевые продукты делят на три группы: продукты с низким гликемическим индексом (ГИ менее 55), продукты со средним гликемическим индексом (ГИ составляет от 55 до 70) и продукты с высоким гликемическим индексом (ГИ более 70). Пищевые продукты с высоким индексом ГИ повышают риск диабета второго типа, ожирения, гиперлипидемии и рака. Они в организме быстро расщепляются, и образовавшаяся глюкоза сразу поступает в кровь. При употреблении продуктов с низким уровнем ГИ данные процессы идут наиболее медленно, и риск заболеваний значительно снижается.

Гречневая крупа, наряду с другими псевдозлаками, относится к продуктам с низким ГИ. Продукты на её основе замедляют в организме процесс переваривания пищи и всасывания углеводов, а значит, и способствуют профилактике и снижению развития диабета и остальных

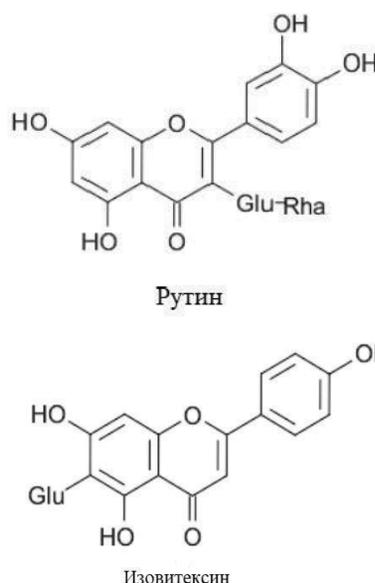


Рис. 1. Химическая структура рутина и изовитексина  
Fig. 1. Structural formulas of rutin and isovitexin

вышеперечисленных заболеваний [2, 5, 14, 15]. Значения гликемических индексов различных псевдозлаков приведены в табл. 2 [2, 14].

Таблица 2  
Гликемический индекс псевдозлаков

Псевдозлак	Гликемический индекс
Семена чиа	28,5
Амарант	47,7
Гречиха	52,4
Киноа	61,5

Противодиабетические свойства семян гречихи во многом обусловлены низким уровнем быстро перевариваемого крахмала. Значение ГИ крахмала зависит от соотношения в нем амилозы к амилопектину, а также от структуры крахмальных гранул и технологии производства продукта. В гречневом крахмале содержание амилозы приблизительно в три раза ниже, чем амилопектина. Амилоза является линейным полисахаридом, она имеет большое количество водородных связей и поэтому наименее доступна для α-амилазы по сравнению с разветвленным амилопектином [9]. Высокое количество в семенах гречихи жирных кислот также может способствовать снижению уровня перевариваемого крахмала и ГИ за счет формирования комплексов между жирными кислотами и крахмалом [2]. Помимо этого, перевариваемость гречневого крахмала снижают некоторые полифенолы и ингибиторы ферментов, содержащиеся в семенах гречихи [2, 9].

Гречневая крупа характеризуется достаточно высоким содержанием резистентного (или устойчивого) крахмала. Резистентный крахмал — это неперевариваемая фракция крахмала, которая помогает контролировать

уровень глюкозы в крови и предотвращает развитие диабета. Содержание резистентного крахмала в различных культурах представлено в табл. 3 [2, 9].

Таблица 3  
Содержание резистентного крахмала  
в различных культурах

Resistant starch content in pseudocereals

Культура	Резистентный крахмал, г/100 г
Гречиха	1,30
Амарант	4,80
Киноа	0,20
Семена чиа	0,08

Одним из активных противодиабетических компонентов семян гречихи (и гречневой крупы) является D-хироинозитол, его структурная формула представлена на рис. 2.

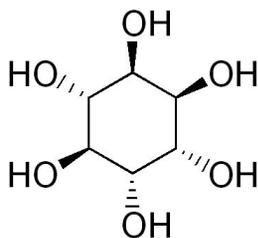


Рис. 2. Структурная формула D-хироинозитола  
Fig. 2. Structural formula of D-chiro-inositol

D-хироинозитол повышает чувствительность организма к действию инсулина. Он и сам проявляет инсулиноподобное действие, ингибируя ферменты, лимитирующие скорость метаболизма глюкозы. В семенах гречихи также содержится производное хироинозитола — фагопиритол, который может быть использован при лечении инсулинонезависимого сахарного диабета [2, 16].

Лечению и профилактике диабета способствуют полисахариды семян гречихи, которые снижают уровень сахара в крови путем ингибирования фермента  $\alpha$ -глюкозидазы. Примерами таких полисахаридов являются: ТВР-II (он включает галактозу, арабинозу, ксилозу и глюкозу в соотношении 0,7:1:6,3:74,2); BWPSs, состоит из рамнозы, арабинозы, маннозы, глюкозы и галактозы в соотношении 3:4:8:64:21; а также CBF1, CBF2 и CBF3, для которых пока известны только молекулярные массы (45000, 180 и 9,4 кДа, соответственно). Дополнительно, данные полисахариды могут подавлять каталитическую активность липазы поджелудочной железы, способствуя профилактике ожирения [17].

#### Холестерин снижающая активность

Холестерин представляет собой ключевую биомолекулу, являющуюся структурным компонентом клеток и прекурсором для эндогенного синтеза важнейших компонентов организма. Однако повышенный уровень общего холестерина и липопротеинов низкой плотности приводит к атеросклерозу и в дальнейшем к заболеваниям сердечно-сосудистой системы, а липопротеины вы-

сокой плотности помогают вывести из организма избыток опасного холестерина [9, 18]. Для снижения общего уровня холестерина необходимо употребление пищевых продуктов, в состав которых входят белки, их гидролизаты и пептиды, обладающие гипохолестеринемическими свойствами [18]. Структурная формула холестерина представлена на рис. 3.

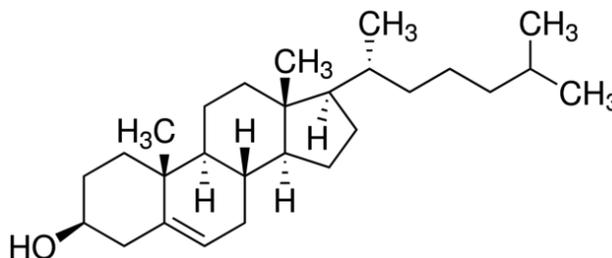


Рис. 3. Структурная формула холестерина  
Fig. 3. Structural formula of cholesterol

Гречневый белок является диетическим и способен регулировать метаболизм холестерина [19]. Для доказательства данных свойств белков семян гречихи, были проведены исследования на крысах, в которых животные употреблявшие корм, содержащий гречневый белок, показывали пониженный уровень холестерина в плазме и печени, триглицеридов в печени и вес жировой ткани в сравнении с крысами, не получавшими гречневый белок [19, 9]. Связано это с тем, что холестерин связывается с нерастворимой фракцией гречневого белка, что приводит к снижению транспорта холестерина в клетки кишечника [18].

Снижению в плазме крови уровня холестерина, триглицеридов и липопротеинов низкой плотности и повышению эндокринных и метаболических параметров в организме способствует имеющийся в семенах гречихи D-хироинозитол [9, 16].

Таким образом, употребление продуктов из гречневой крупы способствует уменьшению всасывания стеролов в кишечнике и увеличению количества выводимых из организма стеролов, что помогает регулировать работу печени и приводит к снижению в организме общего уровня холестерина [9].

#### Гипотензивные свойства

Механизм действия лекарственных препаратов для снижения артериального давления обычно заключается в воздействии на ангиотензинпревращающий фермент (АПФ). АПФ ускоряет образование ангиотензина II и других веществ, сужающих кровеносные сосуды, а также разрушает пептиды, расширяющие кровеносные сосуды и потому понижающие артериальное давление. Таким образом, ингибирование АПФ является одним из способов предотвращения гипертонии [20].

Гречневый белок и его пептиды являются прекурсорами пептидов, ингибирующих АПФ [20, 21]. Так, 3-х мг/мл гречневого белка и 0,14 мг/мл гидролизата гречневого белка, полученного с помощью смеси пепсина, хемотрипсина и трипсина, достаточно для снижения активности АПФ в 2 раза. Гипотензивная активность гидролизованного гречневого белка более чем в 21 раз выше по сравнению с необработанным белком [19].

Гипотензивные свойства продуктов из гречневой крупы также обусловлены высоким содержанием в них рутина, снижающего систолическое артериальное давление и окислительный стресс в артериальных эндотелиальных клетках [9].

#### *Антимикробные, антиокислительные и противоопухолевые свойства*

Ряд пептидов, полученных из гречевого белка, обладают антимикробным действием по отношению к патогенным микроскопическим грибам и бактериям. Например, был получен полипептид с молекулярной массой около 4кДа, способный ингибировать рост фитопатогенных грибов. Данный пептид сохранял антимикробную активность при 70 °С и в интервале рН от 1 до 13, что делает его перспективным к использованию в различных пищевых продуктах [19, 20].

Семена гречихи, по сравнению с другими злаковыми культурами, обладают наиболее высокой антиокислительной активностью. Например, антиокислительная способность гречневых отрубей и оболочки зерна гречихи в 2–7 раз выше по сравнению с ячменем, тритикале и овсом [6]. Антиокислительные свойства гречевого зерна объясняются повышенным содержанием в нем фенольных соединений [9]. Эти компоненты в продуктах из гречневой крупы ингибируют активные формы кислорода, связывают ионы железа и повышают активность антиокислительных ферментов, например, супероксид дисмутазы [8, 9]. Также на клетках печени было показано, что компоненты зерна гречихи снижают образование пероксида водорода в межклеточном пространстве и выводят анионы супероксида из клеток [9].

Антиокислительными свойствами обладают некоторые пептиды гречевого белка и поэтому они могут быть использованы для предотвращения окислительного стресса и сопутствующих болезней у человека, а также для контроля окисления пищевых продуктов [22]. Были проведены *in vitro* эксперименты, в которых гречневый белок расщепляли смесью ферментов пепсина и панкреатина, что привело к образованию продукта с антиокислительными свойствами, способного к захвату свободных ионов [19].

Ряд пептидов гречевого белка проявляют противоопухолевые свойства, проверенные на клеточных моделях и на моделях с животными. Например, доказано, что пептид TBWSP31 из семян татарской гречихи обладает противоопухолевыми свойствами, ингибируя рост раковых клеток, вызывающих рак груди и лейкемию. Противораковыми свойствами могут обладать как природные пептиды, так и белковые гидролизаты [19, 11].

Противоопухолевые свойства также имеют полисахариды группы CBF1, CBF2 и CBF3 семян гречихи. Они способны подавлять рост опухолевых клеток *in vitro*, ускоряя апоптоз — механизм уничтожения дефектных клеток, способствующий также повышению активности антиоксидантных ферментов, понижению уровня свободных радикалов и укреплению иммунитета организма [17].

#### **Пребиотические свойства семян гречихи**

Пребиотики представляют собой неперевариваемые компоненты пищевого продукта, способные в толстом

кишечнике человека оказывать стимулирующее воздействие на рост и метаболическую активность пробиотических культур. Для выполнения своих функций пробиотика должны быть устойчивыми к низкой кислотности желудка, не расщепляться ферментами желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) и не всасываться в верхнем отделе ЖКТ [23]. В гречневой крупе пребиотической активностью обладают пищевые волокна, резистентный крахмал, а также белки [2, 8, 22, 23].

Компоненты пищевых волокон (олигосахариды,  $\beta$ -гликозиды,  $\beta$ -фруктофуранозиды) расщепляются специфическими ферментами пробиотических культур, за счет чего последние получают необходимые питательные вещества и активно размножаются [23]. Резистентный крахмал семян гречихи подобен пищевым волокнам и благодаря этому выступает в роли пребиотика. При аналогичном расщеплении резистентного гречевого крахмала в толстом кишечнике полезная микрофлора ЖКТ получает питательные вещества, её масса увеличивается и микроорганизмы активно продуцируют необходимые для нормального пищеварения короткоцепочечные жирные кислоты [2]. Пищевые волокна кроме выполнения пребиотических функций также увеличивают время прохождения пищи в нижнем отделе ЖКТ, чем профилактируют ожирение и сердечно-сосудистые заболевания [5].

В опытах, проведенных на грызунах, было показано, что диета, обогащенная гречневым белком, гречневым крахмалом или ферментированным гречневым напитком улучшала микрофлору их кишечника. Гречневый белок способствовал в кишечнике животных росту лактобактерий и бифидобактерий и ингибировал рост энтерококков и *E. coli*. Добавление в рацион грызунов гречевого резистентного крахмала также увеличивало количество лактобактерий и бифидобактерий, подавляя рост кишечной палочки. Диета, содержащая ферментированный гречневый напиток, способствовала росту бактерий рода *Firmicutes* и ингибировала бактерии рода *Bacteroidetes*. Помимо этого, у грызунов наблюдалось снижение уровня холестерина, триглицеридов, глюкозы и липопротеинов низкой плотности при увеличении антиоксидантной способности печени и уровня короткоцепочечных жирных кислот [8].

Исследования показали, что водная суспензия из гречневой крупы является хорошим пребиотическим субстратом для молочнокислых бактерий, а также она поддерживает жизнеспособность пробиотической микрофлоры продукта во время его хранения [8, 25, 26]. Например, водная суспензия, содержащая 5% гречневой муки, в процессе ферментации бактериями *Lactobacillus* и *Streptococcus thermophilus* хорошо поддерживала рост данных видов: 7 из 14 использованных штаммов достигли концентрации 9,00 log КОЕ/мл за 24 ч ферментирования. Метаболизм разных штаммов *L. casei* в гречневом субстрате отличался. Штаммы *L. casei* 2К и *L. casei* Y показали после сквашивания схожее число клеток, но значения рН в образцах различались [25].

Пригодность гречевого субстрата для роста пробиотических культур была также показана на примере культуры *L. rhamnosus* GG. В гречневом пюре, ферментированном *L. rhamnosus* GG совместно со штаммами

бактерий *Lactococcus lactis* spp. *lactis*, *Lactococcus lactis* spp. *cremoris*, *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*, эта культура сохраняла свою жизнеспособность в течение 14 дней после окончания сквашивания. Количество молочнокислых микроорганизмов в пюре в конце периода хранения составляло от 8,4 до 9,0 log КОЕ/мл [26].

Ферментация суспензии из гречневой муки также способствует повышению пищевой ценности готовых продуктов. Показано, что при сквашивании гречневой суспензии бактериями вида *L. rhamnosus* и дрожжами *Saccharomyces cerevisia* в ней содержание белков не изменяется, но понижается количество крахмала, углеводов, жиров и водорастворимых пищевых волокон, а количество полифенолов и антиоксидантная активность возрастают [8].

Семена гречихи, а, следовательно, и продукты из них обладают пребиотическими свойствами. Они способны влиять на качественный и количественный состав микрофлоры кишечника, т. к. являются источником питательных веществ и энергии для пребиотических бактерий, продуцирующих органические кислоты и понижающих уровень pH в желудочно-кишечном тракте, и могут повышать устойчивость пробиотиков к желчным солям [2, 5, 8, 25, 26].

### Заключение

Семена гречихи характеризуются высоким содержанием ценных белков, фенольных соединений, резистентного крахмала, пищевых волокон, производных хиринозитола благодаря чему обладают уникальными функциональными и пребиотическими свойствами.

Противодиабетическая активность гречневых семян обусловлена низкой концентрацией в них перевариваемого крахмала и высоким содержанием резистентного крахмала, а также D-хиринозитола и фагопиритола.

Снижению в организме общего уровня холестерина, триглицеридов и липопротеинов низкой плотности способствует гречневый белок, нерастворимые фракции которого связываются с холестерином и ограничивают его транспорт в стенки кишечника.

Гипотензивные свойства семян гречихи обеспечивают имеющиеся у них белки и пептиды, являющиеся прекурсорами ингибиторов сосудосужающего фермента АПФ. Антимикробные, антиокислительные и противоопухолевые свойства семян гречихи определяются наличием в них специфических пептидов, фенольных соединений и полисахаридов.

Пребиотические свойства гречневых семян обусловлены высоким содержанием в них пищевых волокон и резистентного крахмала, которые достигают толстого кишечника и там служат питательным субстратом для пребиотических микроорганизмов. Росту в кишечнике лактобактерий и бифидобактерий способствует также гречневый белок.

Гречневая крупа, выработанная из семян гречихи, может быть основой продуктов для профилактики и лечения сердечно-сосудистых заболеваний, диабета, ожирения, а также для снижения уровня холестерина в организме и улучшения микрофлоры кишечника. Использование гречневой крупы и муки для расширения ассортимента функциональных продуктов питания является перспективным направлением пищевой отрасли.

### Литература

1. Кайшев В. Г., Серегин С. Н. Функциональные продукты питания: основа для профилактики заболеваний, укрепления здоровья и активного долголетия. // Пищевая промышленность. 2017. № 7. С. 8–14.
2. Arslan-Tontul S., Uslu C. C., Mutlu C., Erbaş M. Expected glycemic impact and probiotic stimulating effects of whole grain flours of buckwheat, quinoa, amaranth and chia. // J. Food Sci. Technol. 2021:1–8.
3. Иванов С. В., Борисенко А. В., Голубева Ю. Д. Гигиена питания при целиакии. // Colloquium-journal. 2019. № 9 (33). С. 28–30.
4. Rodríguez J. P., Rahman H., Thushar S., Singh R. K. Healthy and resilient cereals and pseudo-cereals for marginal agriculture: molecular advances for improving nutrient bioavailability. // Front. Genet. 2020. No 11. P. 49.
5. Tömösközi S., Langó B. Gluten-Free Ancient Grains Buckwheat. Woodhead Publishing, 2017. Pp. 161–177.
6. Klepacka J., Najda A. Effect of commercial processing on polyphenols and antioxidant activity of buckwheat seeds. // Int. J. Food Sci. Technol. 2021. No 56 (2). P. 661–670.
7. Mir N. A., Riar C. S., Singh S. Nutritional constituents of pseudo cereals and their potential use in food systems: A review. // Trends Food Sci. Technol. 2018. No 75. P. 170–180.
8. Ugural A., Akyol A. Can pseudocereals modulate microbiota by functioning as probiotics or prebiotics? // Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 2020. P. 1–15.

### References

1. Kajshev V. G., Seregin S. N. Functional food products: basis for disease prevention, health promotion and active longevity. *Food Industry*. 2017. No. 7. P. 8–14. (in Russian)
2. Arslan-Tontul S., Uslu C. C., Mutlu C., Erbaş M. Expected glycemic impact and probiotic stimulating effects of whole grain flours of buckwheat, quinoa, amaranth and chia. *J. Food Sci. Technol.* 2021: 1–8.
3. Ivanov S. V., Borisenko A. V., Golubeva J. D. Food hygiene for celiac disease. *Colloquium-journal*. 2019. no 9 (33). P. 28–30. (in Russian)
4. Rodríguez J. P., Rahman H., Thushar S., Singh R. K. Healthy and resilient cereals and pseudo-cereals for marginal agriculture: molecular advances for improving nutrient bioavailability. *Front. Genet.* 2020. No 11. P. 49.
5. Tömösközi S., Langó B. Gluten-Free Ancient Grains Buckwheat. Woodhead Publishing, 2017. pp 161–177.
6. Klepacka J., Najda A. Effect of commercial processing on polyphenols and antioxidant activity of buckwheat seeds. *Int. J. Food Sci. Technol.* 2021. No 56 (2). P. 661–670.
7. Mir N. A., Riar C. S., Singh S. Nutritional constituents of pseudo cereals and their potential use in food systems: A review. *Trends Food Sci. Technol.* 2018. No 75. P. 170–180.
8. Ugural A., Akyol A. Can pseudocereals modulate microbiota by functioning as probiotics or prebiotics? *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 2020. P. 1–15.

9. Yilmaz H. Ö., Ayhan N. Y., Meriç Ç. S. Buckwheat: a useful food and its effects on human health. // *Curr. Nutr. Food Sci.* 2020. No 16 (1). P. 29–34.
10. 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
11. Matsui K., Walker A. R. Biosynthesis and regulation of flavonoids in buckwheat. // *Breed. Sci.* 2020. No 70 (1). P. 74–84.
12. Cheng F., Ge X., Gao C., Li Y., Wang M. The distribution of D-chiro-inositol in buckwheat and its antioxidative effect in HepG2. // *J. Cereal Sci.* 2019. No 89. P. 102808.
13. Borovaya S. A., Klykov A. G. Some aspects of flavonoid biosynthesis and accumulation in buckwheat plants. // *Plant Biotechnol. Rep.* 2020. No 14 (2). P. 213–225.
14. Zafar M. I., Mills K. E., Zheng J., Regmi A., Hu S. Q., Gou L., Chen L. L. Low-glycemic index diets as an intervention for diabetes: a systematic review and meta-analysis. // *Am. J. Clin. Nutr.* 2019. No 110 (4). P. 891–902.
15. Goel C., Semwal A. D., Khan A., Kumar S., Sharma G. K. Physical modification of starch: changes in glycemic index, starch fractions, physicochemical and functional properties of heat-moisture treated buckwheat starch. // *J. Food Sci. Technol.* 2020. No 57 (8). P. 2941–2948.
16. Tabrizi R., Ostadmohammadi V., Lankarani K. B., Peymani P., Akbari M., Kolahehdooz F., Asemi Z. The effects of inositol supplementation on lipid profiles among patients with metabolic diseases: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. // *Lipids Health Dis.* 2018. No 17 (1). P. 1–11.
17. Ji X., Han L., Liu F., Yin S., Peng Q., Wang M. A mini-review of isolation, chemical properties and bioactivities of polysaccharides from buckwheat (*Fagopyrum Mill.*). // *Int. J. Biol. Macromol.* 2019. Vol. 127. P. 204–209.
18. Zhang C., Zhang R., Li Y. M., Liang N., Zhao Y., Zhu H., He Z., Li J., Hao, W., Jia R., Ma K. Y. Cholesterol-lowering activity of Tartary buckwheat protein. // *J. Agric. Food Chem.* 2017. No 65 (9). P. 1900–1906.
19. Jin J., Ohanenye I. C., Udenigwe C. C. Buckwheat proteins: functionality, safety, bioactivity, and prospects as alternative plant-based proteins in the food industry. // *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 2020. P. 1–13.
20. Zhu F. Buckwheat proteins and peptides: Biological functions and food applications. *Trends Food Sci Technol.* 2021. Vol. 110. P. 155–167.
21. Zieliński H., Honke J., Topolska J., Bączek N., Piskula M. K., Wiczkowski W., Wronkowska M. ACE inhibitory properties and phenolics profile of fermented flours and of baked and digested biscuits from buckwheat. // *Foods.* 2020. No 9 (7). P. 847.
22. Nwachukwu I. D., Aluko R. E. Structural and functional properties of food protein-derived antioxidant peptides. // *J. Food Biochem.* 2019. No 43 (1). P. e12761.
23. Vasile A., Corcionivoschi N., Bahrim G. The prebiotic and protective effects of buckwheat flour and oat bran on *Lactobacillus acidophilus*. // *The Annals of the University Dunarea de Jos of Galati. Fascicle VI-Food Technology.* 2016. No 40 (2). P. 40–50.
24. Егоров И. С. Гречневая мука — современный функциональный ингредиент. // *Наука и Просвещение*. 2021. с. 53–55.
25. Wronkowska M., Jeliński T., Majkowska A., Zielinski H. Physical properties of buckwheat water biscuits formulated from
9. Yilmaz H. Ö., Ayhan N. Y., Meriç Ç. S. Buckwheat: a useful food and its effects on human health. *Curr. Nutr. Food Sci.* 2020. No 16 (1). P. 29–34.
10. 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
11. Matsui K., Walker A. R. Biosynthesis and regulation of flavonoids in buckwheat. *Breed. Sci.* 2020. No 70 (1). P. 74–84.
12. Cheng F., Ge X., Gao C., Li Y., Wang M. The distribution of D-chiro-inositol in buckwheat and its antioxidative effect in HepG2. *J. Cereal Sci.* 2019. No 89. P. 102808.
13. Borovaya S. A., Klykov A. G. Some aspects of flavonoid biosynthesis and accumulation in buckwheat plants. *Plant Biotechnol. Rep.* 2020. No 14 (2). P. 213–225.
14. Zafar M. I., Mills K. E., Zheng J., Regmi A., Hu S. Q., Gou L., Chen L. L. Low-glycemic index diets as an intervention for diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Am. J. Clin. Nutr.* 2019. No 110 (4). P. 891–902.
15. Goel C., Semwal A. D., Khan A., Kumar S., Sharma G. K. Physical modification of starch: changes in glycemic index, starch fractions, physicochemical and functional properties of heat-moisture treated buckwheat starch. *J. Food Sci. Technol.* 2020. No 57 (8). P. 2941–2948.
16. Tabrizi R., Ostadmohammadi V., Lankarani K. B., Peymani P., Akbari M., Kolahehdooz F., Asemi Z. The effects of inositol supplementation on lipid profiles among patients with metabolic diseases: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Lipids Health Dis.* 2018. No 17 (1). P. 1–11.
17. Ji X., Han L., Liu F., Yin S., Peng Q., Wang M. A mini-review of isolation, chemical properties and bioactivities of polysaccharides from buckwheat (*Fagopyrum Mill.*). *Int. J. Biol. Macromol.* 2019. Vol. 127. P. 204–209.
18. Zhang C., Zhang R., Li Y. M., Liang N., Zhao Y., Zhu H., He Z., Li J., Hao, W., Jia R., Ma K. Y. Cholesterol-lowering activity of Tartary buckwheat protein. *J. Agric. Food Chem.* 2017. No 65 (9). P. 1900–1906.
19. Jin J., Ohanenye I. C., Udenigwe C. C. Buckwheat proteins: functionality, safety, bioactivity, and prospects as alternative plant-based proteins in the food industry. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 2020. P. 1–13.
20. Zhu F. Buckwheat proteins and peptides: Biological functions and food applications. *Trends Food Sci Technol.* 2021. Vol. 110. P. 155–167.
21. Zieliński H., Honke J., Topolska J., Bączek N., Piskula M. K., Wiczkowski W., Wronkowska M. ACE inhibitory properties and phenolics profile of fermented flours and of baked and digested biscuits from buckwheat. *Foods.* 2020. No 9 (7). P. 847.
22. Nwachukwu I. D., Aluko R. E. Structural and functional properties of food protein-derived antioxidant peptides. *J. Food Biochem.* 2019. No 43 (1). P. e12761.
23. Vasile A., Corcionivoschi N., Bahrim G. The prebiotic and protective effects of buckwheat flour and oat bran on *Lactobacillus acidophilus*. *The Annals of the University Dunarea de Jos of Galati. Fascicle VI-Food Technology.* 2016. No 40 (2). P. 40–50.
24. Egorov I. S. Buckwheatflour — modernfunctionalingredient. *Science and Education.* 2021. P. 53–55. (in Russian)
25. Wronkowska M., Jeliński T., Majkowska A., Zielinski H. Physical properties of buckwheat water biscuits formulated from

fermented flours by selected lactic acid bacteria. // Polish J. Food Nutr. Sci. 2018. no 68 (1). P. 25–31.

26. Matejčeková Z., Liptáková D., Valík L. Functional probiotic products based on fermented buckwheat with *Lactobacillus rhamnosus*. // LWT-Food Science and Technology. 2017. No 81. P. 35–41.

fermented flours by selected lactic acid bacteria. *Polish J. Food Nutr. Sci.* 2018. no 68 (1). P. 25–31.

26. Matejčeková Z., Liptáková D., Valík L. Functional probiotic products based on fermented buckwheat with *Lactobacillus rhamnosus*. *LWT-Food Science and Technology*. 2017. No 81. P. 35–41.

### 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



## DairyTech 2022

25-27 января 2022 г.

20-я Международная выставка оборудования для производства молока и молочной продукции **DairyTech 2022** – это единственная в России международная выставка, на которой представлен полный спектр оборудования для переработки молока и производства молочной продукции.

#### РАЗДЕЛЫ ВЫСТАВКИ:

- ❖ Оборудование и технологии для первичной обработки молока
- ❖ Оборудование и технологии для производства молочной продукции:
- ❖ Упаковочное, фасовочное и розливное оборудование:

#### Место проведения:

Россия, Москва, МВЦ «Крокус Экспо», павильон 1  
<http://www.crocus-expo.ru>

#### Организатор выставки: Hyve Group

md@hyve.group  
<https://dairytech-expo.ru>