

Растениеводство Crop production

DOI 10.22363/2312-797X-2020-15-1-19-29
УДК 633.14: 631.52

Научная статья / Research article

Овсяный талган как источник антиоксидантов в функциональных продуктах питания

А.В. Сумина^{1*}, В.И. Полонский^{2, 5}, Т.М. Шалдаева³, М.Т. Шульбаева⁴

¹Хакасский государственный университет им. Н. Ф. Катанова,
г. Абакан, Российская Федерация

²Красноярский государственный аграрный университет,
г. Красноярск, Российская Федерация

³Центральный Сибирский ботанический сад СО РАН,
г. Новосибирск, Российская Федерация

⁴Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Российская Федерация

⁵Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Российская Федерация
*alenasumina@list.ru

Аннотация. Цель исследования состояла в изучении суммарного содержания антиоксидантов (ССА) в национальном хакасском продукте талган на основе зерна овса. Талган изготавливали по традиционному (обжаривание, измельчение) и инновационному (измельчение, обжаривание) способам. В данной серии опытов использовали три сорта овса: Аргумент и Тубинский, по типу зерновки относящиеся к пленчатым формам, Голец — к голозерным. Все образцы выращивались на территории Бейского госсортоучастка Республики Хакасия, которая характеризуется благоприятными климатическими условиями с позиций выращивания зерна с повышенным содержанием антиоксидантов. Для определения ССА в зерне использовали 2 растворителя: бидистиллированную воду и 70%-й этанол. Измерение ССА выполняли на приборе «Цвет Яуза-01-АА». В качестве образца сравнения использовали галловую кислоту. В овсяном талгане, изготовленном по традиционному способу из пленчатых образцов, суммарное содержание антиоксидантов имело более высокое значение, чем в исходном зерне до обработки (независимо от природы элюента), а в случае применения голозерного образца наблюдалась обратная тенденция. Более высокие показатели среди всех образцов были зарегистрированы при использовании в качестве элюента горячей бидистиллированной воды. Применение инновационного способа изготовления талгана показало, что суммарное содержание антиоксидантов у всех образцов имело более высокие значения в сравнении с традиционной методикой. С помощью трехфакторного анализа установлено, что значения ССА в овсяном талгане на две трети зависят от способа изготовления продукта, вклад природы растворителя и генотипа значительно меньше.

© Сумина А.В., Полонский В.И., Шалдаева Т.М., Шульбаева М.Т., 2019.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/1>

Ключевые слова: талган, овес, сорт, зерно, бидистиллированная вода, спирт, суммарное содержание антиоксидантов, элюент, Республика Хакасия

История статьи:

Поступила в редакцию: 25 октября 2019 г. Принята к публикации: 17 января 2020 г.

Для цитирования:

Сумина А.В., Полонский В.И., Шалдаева Т.М., Шулбаева М.Т. Овсяный талган как источник антиоксидантов в функциональных продуктах питания // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2020. Т. 15. № 1. С. 19–29. doi: 10.22363/2312-797X-2020-15-1-19-29

Oat talgan as a source of antioxidants

Alena V. Sumina^{1*}, Vadim I. Polonskiy^{2,5}, Tatyana M. Shaldaeva³,
Margarita T. Shulbaeva⁴

¹Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russian Federation

²Katanov Khakass State University, Abakan, Russian Federation

³Central Siberian Botanical Garden, Novosibirsk, Russian Federation

⁴Kemerovo State University, Kemerovo, Russian Federation

⁵Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russian Federation

*Correspondent author: alenasumina@list.ru

Abstract. The purpose of the study was to analyze the total content of antioxidants (TAC) in the national Khakass product talgan consisted of oats grain. Talgan was prepared according to traditional (frying, grinding) and innovative (grinding, frying) methods. In this series of experiments, three oat cultivars were used: Argument (chaffy caryopsis), Tubinsky (chaffy caryopsis) and Golets (bare-grained). All samples were grown on the territory of the Beysk state section of the Republic of Khakassia, which was characterized by favorable climatic conditions for growing grain with a high antioxidant content. For TAC determination in grain, 2 solvents were used — bidistilled water and 70% ethanol. The TAC measurement was performed on ‘Tsvet Yauza-01-AA’. Gallic acid was used as a reference sample. In oat talgan, prepared according to the traditional method from chaffy caryopsis samples, the total content of antioxidants had a higher value than that before processing (regardless of the nature of eluting solvent). However, the opposite tendency was observed in the case of bare-grained sample. Higher rates among all samples were recorded when using hot bidistilled water as eluting solvent. The use of innovative method for production of talgan showed that the total content of antioxidants in all samples had higher values in comparison with the traditional method. Using a three-factor analysis, it was found that the TAC values in oat talgan were two-thirds dependent on the method of preparing the product; solvent nature and genotype affected much less.

Key words: talgan, oats, variety, grain, bidistilled water, alcohol, total antioxidant content, eluting solvent, Republic of Khakassia

Article history:

Received: 25 October 2019. Accepted: 17 January 2020

For citation:

Sumina AV, Polonskiy VI, Shaldaeva TM, Shulbaeva MT. Oat talgan as a source of antioxidants. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2020; 15(1):19–29. doi: 10.22363/2312-797X-2020-15-1-19-29

Введение

Одним из важных направлений развития российской пищевой промышленности является расширение ассортимента функциональных продуктов питания для населения страны, следовательно необходим поиск соответствующих пищевых источников. Сегодня потребители предъявляют к продовольственным продуктам высокие и разнообразные требования, поэтому, чтобы быть конкурентоспособными на полках магазинов, продукты должны, во-первых, соответствовать вкусовым ожиданиям потребителей, во-вторых, быть полезными и функциональными, т.е. предназначенными для систематического потребления всеми возрастными группами здорового населения. Научно обосновано, что включение в диету функциональных продуктов питания способно снизить риск развития ряда заболеваний, сохранять и улучшать здоровье за счет наличия в их составе, например, пищевых волокон, витаминов, бетаинов, антиоксидантов. Одним из важных показателей качества пищевых продуктов и ингредиентов выступает их антиоксидантная активность [1, 2].

При изучении уровня общей антиоксидантной активности цельного зерна кукурузы, овса, пшеницы и риса было установлено, что у кукурузы данный показатель имел значение 181,4 мкмоль витамина С экв/г зерна, пшеницы — 76,7, овса — 74,7, риса — 55,7 [3]. Как известно, значительная часть фенольных соединений в зерне находится в связанном виде (85% в зерне кукурузы, 76% у пшеницы, 75% у овса, 62% в зерне риса) [4]. Именно связанные фенольные соединения вносят основной вклад в антиоксидантную активность зерна [3, 4].

При сравнении по наличию фенолов готовых к употреблению зерновых продуктов с овощами и фруктами было установлено, что рекомендуемая порция цельного зерна злаков дает существенно большее количество связанных фенолов, которые доступны для обмена веществ в толстой кишке [5]. Уровни содержания полифенолов и общая антиоксидантная способность в средней порции (40 г) зерновых завтраков на овсяной основе были сопоставимы с таковыми, выявленными в овощах и фруктах [6].

Кроме того, сегодня активно рассматриваются различные аспекты переработки зернового сырья с целью получения муки с улучшенной антиоксидантной активностью и более высоким суммарным содержанием фенольных соединений путем смешивания различных типов зерновых фракций [7, 8]. Установлено, что отруби, полученные из зерна риса, пшеницы, овса, ячменя, содержат фенольные кислоты (феруловая кислота), флавоноиды (антоцианы), витамины (каротиноиды, токолы) и другие соединения [9]. Хлеб, изготовленный из таких отрубей, отличался повышенным уровнем антиоксидантов [10].

Национальные блюда, как правило, имеют в своем составе ключевой пищевой компонент. К примеру, в некоторых хакасских национальных блюдах используют обжаренное и определенным образом измельченное зерно пшеницы. Многие составляющие национальной кухни на сегодняшний день перешли в категорию функциональных продуктов питания, что можно объяснить не только их высокими вкусовыми качествами, но и полезными для здоровья свойствами, подтвержденными научными исследованиями, например, кисломолочные продукты (айран, пызылах, потхы и др.) [11].

Широко известно, что зерно овса имеет высокую питательную ценность, содержит ненасыщенные жирные кислоты, основные минеральные элементы, белки и бета-глюканы (самые высокие уровни среди зерновых злаков), а также характеризуется наличием разнообразных химических веществ, проявляющих антиоксидантные свойства.

Цель исследования заключалась в анализе суммарного содержания антиоксидантов в национальном хакасском продукте — талгане на основе зерна овса, полученном традиционным и инновационным способами.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования служили образцы талгана, изготовленного из обжаренного зерна овса различных сортов (табл. 1). Они были выращены на территории Бейского госсортоучастка Республики Хакасия, расположенной в зоне степи предгорий на обыкновенных и южных черноземах. Данная территория характеризуется благоприятными климатическими условиями для выращивания зерна с повышенным содержанием в нем антиоксидантов [12]. Сорта Аргумент и Тубинский по типу зерновки относятся к пленчатым формам, Голец — к голозерным. Продолжительность вегетационного периода у исследуемых образцов была практически одинакова.

Таблица 1

Характеристика сортов овса, используемых при изготовлении талгана

№	Сорт	Разновидность	Масса 1000 зерен, г	Вегетационный период, дней	Средняя урожайность, ц/га	Уровень устойчивости
1	Аргумент	Мутика	36...45	75...96	52,4	К полеганию — выше среднего. Засухоустойчивость несколько уступает стандартам
2	Тубинский	Мутика	34...41	71...89	30,1	К полеганию — средняя. Засухоустойчивость на уровне стандартов
3	Голец	Инермис	20...27	73...92	17,2	К полеганию и засухе — на уровне средних стандартов

Table 1

Characteristics of oats cultivars used for talgan production

№	Cultivar	Type	1000 seedweight, g	Vegetative period, days	Yield, c/ga	Sustainability level
1	Argument	mutica	36...45	75...96	52.4	To lodging — above average. Drought tolerance somewhat inferior to standards
2	Tubinsky	mutica	34...41	71...89	30.1	Average lodging tolerance. Standard drought tolerance
3	Golets	inermis	20...27	73...92	17.2	Standard lodging and drought tolerance

Овсяный талган готовили двумя способами. Первый — традиционный (прототипом является изготовление хакасского национального блюда — ячменного и пшеничного талгана), где на первом этапе производили термическую обработку зерна овса с последующим его измельчением. Предварительно зерно овса с оболочкой (если это пленчатая форма) подвергали очистке от посторонних примесей, затем зерно подвергали термической обработке (обжаривали) на протяжении 10 мин при 150 °С; далее охлаждали и измельчали до размера частиц 0,25...0,7 мм. К достоинствам данного способа можно отнести относительную простоту изготовления продукта, к недостаткам — длительную термообработку, приводящую к частичному разрушению биологически активных веществ, микро- и макронутриентов зерна. Поэтому в работе мы использовали еще один вариант изготовления овсяного талгана, предложенный Д. М. Бородулиным, М. Т. Шульбаевой и др., при котором менялся порядок действий: сначала зерно измельчали, а затем его обжаривали термически [11].

Определение суммарного содержания антиоксидантов (ССА) в пробах овсяного талгана проводили в следующей последовательности: на первом этапе получали водный и водно-спиртовой экстракт, фильтровали, а затем с помощью прибора «Цвет Яуза-01-АА» измеряли суммарное содержание антиоксидантов [13]. Повторность измерения трехкратная. Достоверность результатов оценивали по *t*-критерию Стьюдента при $p \leq 0,05$.

Статистическая обработка результатов была выполнена с помощью программы обработки данных полевого опыта FieldExpert v1.3 Pro [14] и MicrosoftExcel 2003.

Результаты и обсуждение

При исследовании овсяного талгана, изготовленного по традиционному способу (термическая обработка — измельчение), было установлено, что наибольшее значение ССА наблюдается в образце талгана, полученном из зерна сорта Аргумент (табл. 2). Интересно отметить, что в талгане из пленчатых образцов овса суммарное содержание антиоксидантов в продукте имело более высокое значение по сравнению с исходным зерном до его обработки (независимо от природы элюента). При использовании голозерного образца наблюдали обратную картину — снижение содержания антиоксидантов в продукте практически на 5%. При этом более высокие показатели были зарегистрированы, когда в качестве элюента применяли горячую бидистиллированную воду.

Таблица 2

Суммарное содержание антиоксидантов в овсяном талгане, изготовленном по традиционной технологии (термическая обработка — измельчение)

Элюент	Сорт овса		
	Аргумент	Тубинский	Голец
Антиоксидантная активность зерна до обработки, мг/100 г			
Вода бидист.	46,5±0,2 а*	39,1±0,5 б	49,3±0,5 в
70% спирт	45,0±0,3 а	34,1±0,5 б*	45±0,3 а*

Окончание таблицы 2

Элюент	Сорт овса		
	Аргумент	Тубинский	Голец
Антиоксидантная активность зерна после обработки (талган), мг/100 г			
Вода бидист.	50,5±0,6 а*	40,4±0,4 б	48,6±0,4 а
70% спирт	46,2±0,5 а	37,2±0,3 б*	41±0,6 в*
Изменение показателя (+/-),%			
Вода бидист.	8,6	3,3	-1,4
70% спирт	2,6	9,1	-9,8

Примечание. Средняя арифметическая величина и ошибка средней; значения в колонках с разными буквами различаются существенно между собой в пределах каждой строки по t-критерию при $p \leq 0,05$; *значения между вариантами различаются существенно между собой в пределах каждой колонки по t-критерию при $p \leq 0,05$.

Table 2

Total content of antioxidants in oat talgan prepared according to traditional technology (heat treatment – grinding)

Eluting solvent	Oat cultivar		
	Argument	Tubinsky	Golets
Grain antioxidant activity before treatment, mg/100 g			
Bidistilled water	46.5±0.2 а*	39.1±0.5 б	49.3±0.5 с
70% alcohol	45.0±0.3 а	34.1±0.5 б*	45±0.3 а*
Grain antioxidant activity after treatment (talgan), mg/100 g			
Bidistilled water	50.5±0.6 а*	40.4±0.4 б	48.6±0.4 а
70% alcohol	46.2±0.5 а	37.2±0.3 б*	41±0.6 с*
Indicator change (+/-),%			
Bidistilled water	8.6	3.3	-1.4
70% alcohol	2.6	9.1	-9.8

Note. Arithmetic mean and mean error; values in columns with different letters differ significantly among themselves within each row according to the t-criterion at $p \leq 0.05$; * the values between the variants differ significantly among themselves within each column according to the t-criterion at $p \leq 0.05$.

При изготовлении талгана в иной технологической последовательности, когда сначала измельчали зерно, а затем проводили термическую обработку уже измельченного зерна, суммарное содержание антиоксидантов в продукте имело достоверно более высокие значения в сравнении с традиционной методикой (табл. 3). Подчеркнем, что все образцы талгана, включая изготовленный из голозерного овса, имели после переработки более высокие значения ССА. При этом среднее увеличение ССА в овсяном талгане с использованием в качестве растворителя бидистиллированной воды и 70% этилового спирта составило соответственно 24,1 и 20,7%. Данный экспериментальный факт указывает на то, что функциональные свойства продукта, полученного на основе зерна овса, не только не снизились в процессе термической обработки, а наоборот стали существенно выше.

Таблица 3

**Суммарное содержание антиоксидантов в овсяном талгане,
изготовленном по новой технологии
(измельчение – термическая обработка)**

Элюент	Сорт овса		
	Аргумент	Тубинский	Голец
Антиоксидантная активность зерна до обработки, мг/100 г			
Вода бидист.	46,5±0,2 а*	39,1±0,5 б*	49,3±0,5 в*
70% спирт	45,0±0,3 а*	34,1±0,5 б*	45±0,3 а*
Антиоксидантная активность зерна после обработки (талган), мг/100 г			
Вода бидист.	56,6±0,5 а*	60,3±0,3 б*	61,1±0,6 б*
70% спирт	53,8±0,4 а*	44,3±0,4 б*	58,2±0,6 в*
Изменение показателя (+/-),%			
Вода бидист.	21,7	54,2	23,9
70% спирт	19,6	29,9	29,3

Примечание. Средняя арифметическая величина и ошибка средней; значения в колонках с разными буквами различаются существенно между собой в пределах каждой строки по t-критерию при $p \leq 0,05$; *значения между вариантами различаются существенно между собой в пределах каждой колонки по t-критерию при $p \leq 0,05$.

Table 3

**Total content of antioxidants in oat talgan prepared according
to the new technology (grinding – heat treatment)**

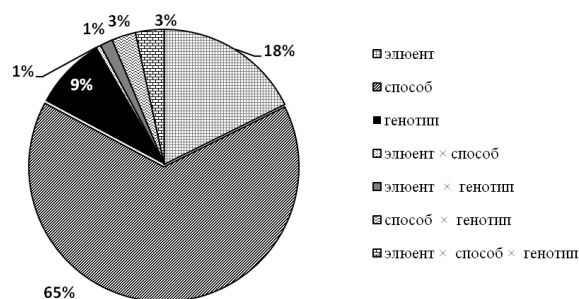
Eluting solvent	Oat cultivar		
	Argument	Tubinsky	Golets
Grain antioxidant activity before treatment, mg/100 g			
Bidistilled water	46.5±0.2 a*	39.1±0.5 b*	49.3±0.5 c*
70% alcohol	45.0±0.3 a*	34.1±0.5 b*	45±0.3 a*
Grain antioxidant activity after treatment (talgan), mg/100 g			
Bidistilled water	56.6±0.5 a*	60.3±0.3 b*	61.1±0.6 b*
70% alcohol	53.8±0.4 a*	44.3±0.4 b*	58.2±0.6 c*
Indicator change (+/-),%			
Bidistilled water	21.7	54.2	23.9
70% alcohol	19.6	29.9	29.3

Note. Arithmetic mean and mean error; values in columns with different letters differ significantly among themselves within each row according to the t-criterion at $p \leq 0.05$; * the values between the variants differ significantly among themselves within each column according to the t-criterion at $p \leq 0.05$.

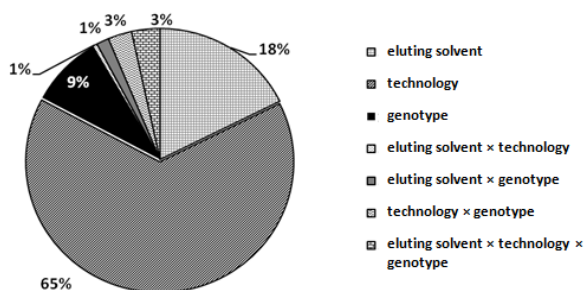
Заметим, что в отличие от первого (традиционного) способа, образец овсяного талгана, изготовленный по новой технологии из голозерного сорта, имел не меньшее значение ССА, чем полученные продукты из пленчатых форм.

На следующем этапе исследования, используя трехфакторный анализ, установили зависимость показателя ССА от варианта изготовления талгана, природы

элюента и генотипа. Полученные данные приведены на рисунке. Можно видеть, что значения ССА в овсяном талгана на две трети зависели от способа изготовления продукта, при этом вклад природы растворителя и генотипа был значительно меньше. На долю остальных факторов пришлось всего 8,4%. Их в порядке уменьшения можно расположить следующим образом: «элюент × генотип × способ» > «способ × генотип» > «элюент × генотип» > «элюент × способ».



Влияние условий изготовления овсяного талгана на суммарное содержание в нем антиоксидантов



Influence of preparing conditions on the total antioxidant content in oat talgan

Сегодня особое внимание исследователей сосредоточено на извлечении антиоксидантных соединений (в основном полифенолов) из недорогих растительных источников [5], к которым можно отнести зерно овса. Цельнозерновые овсяные крупы являются хорошим источником многих антиоксидантов: витамина Е, фолиевой кислоты, фенольных соединений, каротиноидов, фитиновой кислоты, при этом в процессе пищеварения их антиоксидантная способность увеличивается. Кроме того, по питательности и калорийности овсяная крупа относится к ценным продуктам, а по содержанию белка, жира, фосфора, железа она значительно богаче других круп, за исключением гречневой и бобовой. На территории республик Хакасия, Тува и многих других субъектов Российской Федерации население использует в пищу продукты, изготовленные на основе зерновых культур, в частности овса. Поэтому описанный в работе инновационный подход к приготовлению талгана на основе зерна овса, сопровождающийся заметным повышением в составе получаемого продукта уровня ССА, отвечает требованиям, предъявляемым к функциональным продуктам питания, и может быть введен в диету здорового питания населения.

Заключение

Таким образом, при использовании в пищу продуктов, изготовленных на основе зерна овса, организм человека получает и усваивает уже обработанные ферментами химические вещества и экономит собственные силы. Как известно, ограничивающим фактором в использовании многих натуральных компонентов в функциональных продуктах питания является относительно небольшой срок и особые условия их хранения. Данное условие не относится к зерну, кроме того, за счет термической обработки дробленого зерна овса можно увеличить функциональную ценность, длительность хранения и годность продукта, что было зарегистрировано при проведении данного исследования. При этом улучшаются физико-химические и органолептические показатели продукта.

Описанный в настоящей работе инновационный подход к приготовлению талгана на основе зерна овса (измельчение с последующим обжариванием), сопровождается существенным повышением в составе получаемого продукта уровня ССА. Такой продукт обладает высокой питательной ценностью, представляет собой готовую к использованию форму, имеет длительный срок хранения, невысокую стоимость и отвечает требованиям, предъявляемым к функциональным продуктам питания.

Библиографический список

1. Moure A., Cruz J.M., Franco D., Domínguez J.M., Sineiro J., Domínguez H., Núñez M.J., Parajó J.C. Natural antioxidants from residual sources // *Food Chemistry*. 2001. V. 72. No. 2. Pp. 145–171. doi: 10.1016/S0308–8146(00)00223–5doi.org/10.1016/S0308–8146(00)00223–5
2. Tufan A.N., Çelik S.E., Özyürek M., Güçlü K., Apak R. Direct measurement of total antioxidant capacity of cereals: QUENCHER-CUPRAC method // *Talanta*. 2013. V. 108. No. 4. Pp. 136–142. doi.org/10.1016/j.talanta.2013.02.061.
3. Adom K.K., Liu R.H. Antioxidant Activity of Grains // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2002. V. 50. No. 21. Pp. 6182–6187. doi: 10.1021/jf0205099
4. Liu R.H. Whole grain phytochemicals and health // *Journal of Cereal Science*. 2007. V. 46. No. 3. Pp. 207–219. doi: 10.1016/j.jcs.2007.06.010
5. Neacsu M., McMonagle J., Fletcher R.J., Scobbie L., Duncan G.J., Cantlay L., de Roos B., Duthie G.G., Russell W.R. Bound phytochemicals from ready-to-eat cereals: Comparison with other plant-based foods // *Food Chemistry*. 2013. V. 141. No. 3. Pp. 2880–2886. doi: 10.1016/j.foodchem.2013.05.023
6. Ryan L., Thondre P.S., Henry C.J.K. Oat-based breakfast cereals are a rich source of polyphenols and high in antioxidant potential // *Journal of Food Composition and Analysis*. 2011. V. 24. No. 7. Pp. 929–934. doi: 10.1016/j.jfca.2011.02.002
7. Das A.K., Singh V. Antioxidative free and bound phenolic constituents in pericarp, germ and endosperm of Indian dent (*Zea mays* var. *indentata*) and flint (*Zea mays* var. *indurata*) maize // *Journal of Functional Foods*. 2015. V. 13. No. 2. Pp. 363–374. doi: 10.1016/j.jff.2015.01.012
8. Aprodu I., Banu I. Antioxidant properties of wheat mill streams // *Journal of Cereal Science*. 2012. V. 56. No. 2. Pp. 189–195. doi: 10.1016/j.jcs.2012.05.005
9. Patel S. Cereal bran fortified-functional foods for obesity and diabetes management: Triumphs, hurdles and possibilities // *Journal of Functional Foods*. 2015. V. 14. Pp. 255–269. doi: 10.1016/j.jff.2015.02.010
10. Menga V., Fares C., Troccoli A., Cattivelli L., Baiano A. Effects of genotype, location and baking on the phenolic content and some antioxidant properties of cereal species // *International Journal of Food Science and Technology*. 2010. V. 45. No. 1. Pp. 7–16. doi: 10.1111/j.1365–2621.2009.02072.x
11. Бородулин Д.М., Шулбаева М.Т., Мусина О.Н., Шепуева Б.М. Инновационная технология получения талгана как компонента функциональных пищевых продуктов, учитывающих национальные традиции питания // *Техника и технология пищевых производств*. 2017. Т. 46. № 3. С. 15–22.

12. Федина П.А., Яшин А.Я., Черноусова Н.И. Определение антиоксидантов в продуктах растительного происхождения амперометрическим методом // *Химия растительного сырья*. 2010. № 2. С. 91–97.
13. Полонский В.И., Сумина А.В., Шалдаева Т.М. Содержание антиоксидантов в зерне сибирских сортов овса, выращенного в различных условиях // *Вестник КрасГАУ*. 2018. № 1. С. 18–24.
14. Акимова О.И., Акимов Д.Н. Использование статистических методов обработки опытных данных при выполнении студенческих научных работ // *Вестник ХГУ*. 2016. № 18. С. 76–78.

References

1. Moure A, Cruz JM, Franco D., Domínguez JM, Sineiro J, Domínguez H, et al. Natural antioxidants from residual. *Food Chemistry*. 2001; 72(2):145–171. doi: 10.1016/S0308–8146(00)00223–5doi.org/10.1016/S0308–8146(00)00223–5
2. Tufan AN, Çelik SE, Özyürek M, Güçlü K, Apak R. Direct measurement of total antioxidant capacity of cereals: QUENCHER-CUPRAC method. *Talanta*. 2013; 108(4):136–142. doi: 10.1016/j.talanta.2013.02.061.
3. Adom KK, Liu RH. Antioxidant Activity of Grains. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2002; 50(21):6182–6187. doi: 10.1021/jf0205099
4. Liu RH. Whole grain phytochemicals and health. *Journal of Cereal Science*. 2007; 46(3):207–219. doi: 10.1016/j.jcs.2007.06.010
5. Neacsu M, McMonagle J, Fletcher RJ, Scobbie L, Duncan GJ, Cantlay L, et al. Bound phytophenols from ready-to-eat cereals: Comparison with other plant-based foods. *Food Chemistry*. 2013; 141(3):2880–2886. doi: 10.1016/j.foodchem.2013.05.023
6. Ryan L, Thondre PS, Henry CJK. Oat-based breakfast cereals are a rich source of polyphenols and high in antioxidant potential. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2011; 24(7):929–934. doi: 10.1016/j.jfca.2011.02.002
7. Das AK, Singh V. Antioxidative free and bound phenolic constituents in pericarp, germ and endosperm of Indian dent (*Zea mays* var. *indentata*) and flint (*Zea mays* var. *indurata*) maize. *Journal of Functional Foods*. 2015; 13(2):363–374. doi: 10.1016/j.jff.2015.01.012
8. Aprodu I, Banu I. Antioxidant properties of wheat mill streams. *Journal of Cereal Science*. 2012; 56(2):189–195. doi: 10.1016/j.jcs.2012.05.005
9. Patel S. Cereal bran fortified-functional foods for obesity and diabetes management: Triumphs, hurdles and possibilities. *Journal of Functional Foods*. 2015; 14:255–269. doi: 10.1016/j.jff.2015.02.010
10. Menga V, Fares C, Troccoli A, Cattivelli L, Baiano A. Effects of genotype, location and baking on the phenolic content and some antioxidant properties of cereal species. *International Journal of Food Science and Technology*. 2010; 45(1):7–16. doi: 10.1111/j.1365–2621.2009.02072.x
11. Borodulin DM, Shulbaeva MT, Musina ON, Shepieva BM. Innovative technology of talgan producing as a component of functional food products, taking into account national traditions of nutrition. *Food processing: techniques and technology*. 2017; (3):15–22. (In Russ).
12. Fedina PA, Yashin AY, Chernousova NI. Determination of antioxidants in plant products by amperometric method. *Chemistry of plant raw material*. 2010; (2):91–97. (In Russ).
13. Polonsky VI, Sumina AV, Shaldaeva TM. The content of antioxidants in Siberian grain varieties of oats grown in various conditions. *Bulletin of KSAU*. 2018; (1):18–24. (In Russ).
14. Akimova OI, Akimov DN. The use of statistical methods for processing of experimental data when performing student papers. *Vestnik KhGU*. 2016;(18):76–78. (In Russ).

Об авторах:

Сумина Алена Владимировна — кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры химии и геоэкологии, Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова, 655017, Российская Федерация, Республика Хакасия, г. Абакан, ул. Ленина, д. 90; e-mail: alenasumina@list.ru

Полонский Вадим Игоревич — доктор биологических наук, профессор кафедры ботаники и защиты растений, Красноярский государственный аграрный университет, Российская Федерация, г. Красноярск, ул. Мира, д. 90; e-mail: vadim.polonskiy@mail.ru

Шалдаева Татьяна Михайловна — кандидат биологических наук, Сибирский Ботанический сад СО РАН, Российская Федерация, 630116, г. Новосибирск, ул. Золотодолинская, д. 101; e-mail: tanja.shaldaeva@yandex.ru

Шулбаева Маргарита Терентьевна — кандидат технических наук, доцент кафедры технологического

проектирования пищевых производств, Кемеровский государственный университет, Российская Федерация, 650000, г. Кемерово, ул. Красная, д. 6; e-mail: sh-m-t@yandex.ru

About authors:

Sumina Alena Vladimirovna — Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Assistant Professor, Department of Chemistry and Geoecology, Katanov Khakass State University, 90, Lenina st., Abakan, Republic of Khakassia, Russian Federation, 655017; e-mail: alenasumina@list.ru

Polonsky Vadim Igorevich — Doctor of Biological Sciences, Professor, Department of Botany and Plant Protection, Krasnoyarsk State Agrarian University, 90, Mira avenue, Krasnoyarsk, Russian Federation, 660049; e-mail: vadim.polonskiy@mail.ru

Shaldaeva Tatyana Mikhailovna — Candidate of Biological Sciences, Siberian Botanical Garden of SB RAS, Russian Federation, 101, Zolotodolinskaya st., Novosibirsk, 630116; e-mail: tanja.shaldaeva@yandex.ru

Shulbaeva Margarita Terentyevna — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Technological Design of Food Production, Kemerovo State University, 6, Krasnaya st., Kemerovo, Russian Federation, 650000; e-mail: sh-m-t@yandex.ru