



ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ

УДК 633.14: 631.52

DOI: 10.36718/1819-4036-2020-6-199-206

А.В. Сумина, В.И. Полонский, М.Т. Шулбаева

ФРАКЦИОННЫЙ СОСТАВ ТАЛГАНА, ИЗГОТОВЛЕННОГО ИЗ ЗЕРНА ОВСА

A.V. Sumina, V.I. Polonsky, M.T. Shulbaeva

FRACTIONAL COMPOSITION OF TALGAN PRODUCED FROM OAT GRAIN

Сумина Алена Владимировна – канд. с.-х. наук, доц. каф. химии и геоэкологии Хакасского государственного университета им. Н.Ф. Катанова, г. Абакан. E-mail: alenasumina@list.ru

Полонский Вадим Игоревич – д-р биол. наук, проф. каф. ландшафтной архитектуры, ботаники, агроэкологии Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: vadim.polonskiy@mail.ru

Шулбаева Маргарита Терентьевна – канд. техн. наук, доц. каф. технологического проектирования пищевых производств Кемеровского государственного университета, г. Кемерово. E-mail: sh-m-t@yandex.ru

Sumina Alena Vladimirovna – Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of Chemistry and Geoecology, N. F. Katanov Khakass State University, Abakan. E-mail: alenasumina@list.ru

Polonsky Vadim Igorevich – Dr. Biol. Sci., Prof., Chair of Landscape Architecture, Botany, Agroecology, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: vadim.polonskiy@mail.ru

Shulbaeva Margarita Terentyevna – Cand. Techn. Sci., Assoc. Prof., Chair of Technological Projecting of Food Productions, Kemerovo State University, Kemerovo. E-mail: sh-m-t@yandex.ru

Национальный хакасский зерновой продукт талган может быть изготовлен по традиционной и инновационной технологиям. Последняя обеспечивает более высокое качество продукта, оцениваемое по содержанию антиоксидантов. С целью исследования возможных причин указанного различия в свойстве талгана, приготовленного по двум технологиям, анализировали его фракционный состав. Продукт изготавливали на основе зерна овса трех сортов: Аргумент, Тубинский и Голец. Анализировали распределение зерновых частиц в талгане по размерам, используя стандартный способ определения фракций при помощи зерновых сит (размеры от 0,25 до 1 мм) и измеряя размер частиц на лазерном анализаторе «Ласка-ТД» в следующих пределах: 2–5, 5–20, 20–50, 50–100 мкм. В среднем в продукте, изготовленном соответственно по

инновационной и традиционной технологиям, фракция частиц, имеющих размер более 1 мм, составила 32,4 и 53,3 %; размер 0,5–1,0 мм – 14,4 и 6,3; размер 0,25–0,5 мм – 25,6 и 20,9; размер менее 0,25 мм – 27,7 и 19,4 %. Найдено, что для каждого сорта овса значения модуля помола зерна для инновационной технологии изготовления талгана были ниже по сравнению с таковыми для традиционной технологии. Показано существование негативной связи между разностью в величине модуля помола образцов талгана, изготовленных по традиционной и инновационной технологиям, и разностью суммарного содержания антиоксидантов (по данным Суминой и др., 2020) в этих продуктах, коэффициент корреляции составил от -0,420 до -0,940. В талгане, изготовленном по инновационной технологии, по сравнению с традиционной относительная

доля частиц, имеющих размер более 1 мм, была существенно ниже. Найдена средняя и сильная отрицательная связь между различием в модуле помола талгана и разницей в суммарном содержании в нем антиоксидантов. Высказано предположение, что причиной указанной связи является более эффективная экстракция антиоксидантов из зерновых частиц меньшего размера, а также более высокая относительная доля таких частиц, характеризующихся повышенным содержанием антиоксидантов.

Ключевые слова: зерно, талган, овес, сорт, размер частиц, модуль помола, суммарное содержание антиоксидантов.

National Khakass grain product Talgan can be made by using traditional and innovative technologies. The latter provides higher quality of the product estimated according to the content of antioxidants. In order to investigate the possible causes of the difference in the property of Talgan prepared using two technologies, its fractional composition was analyzed. The product was made on the basis of oats grain of three varieties: Argument, Tubinsky and Golets. The distribution of grain particles sizes in Talgan was analyzed using the standard method for determining fractions using grain sieves (the sizes from 0.25 to 1 mm) and measuring particle size on a Laska-TD laser analyzer was in the following ranges: 2–5, 5–20, 20–50, 50–100 microns. On average, in Talgan, made according to innovative and traditional technologies, the fraction of particles having a size of more than 1 mm was 32.4 and 53.3 %, size 0.5–1.0 mm – 14.4 and 6.3, size 0.25–0.5 mm – 25.6 and 20.9, size less than 0.25 mm – 27.7 and 19.4 %. It was found that for each oat variety the values of the grain grinding modulus for innovative technology for the production of Talgan were lower compared to those for traditional technology. The existence of negative relationship between the difference in the magnitude of the grinding module of Talgan samples manufactured using traditional and innovative technologies and the difference in the total content of antioxidants (according to Sumina et al., 2020) in these products was shown, the correlation coefficient ranged from -0.420 to -0.940. In Talgan, manufactured by innovative technology compared to traditional, relative proportion of particles having a size of more than 1 mm was

significantly lower. Average and strong negative correlation was found between the difference in the modulus of grinding of Talgan and the difference in the total content of antioxidants in it. It was suggested that the reason for this association had been in more efficient extraction of antioxidants from smaller grain particles, as well as a higher relative proportion of such particles, characterized by a high content of antioxidants.

Keywords: grain, Talgan, oats, variety, particle size, grinding module, total antioxidant content.

Введение. Широко известно, что зерно овса имеет высокую питательную ценность, содержит высококачественный белок, ненасыщенные жирные кислоты, витамины, основные минеральные элементы, растворимые пищевые волокна и разнообразные химические вещества, проявляющие антиоксидантные свойства. Установлено, что включение в диету продуктов питания, приготовленных на основе зерна овса, способно снижать риск развития ряда серьезных заболеваний, сохранять и улучшать здоровье человека [1]. Поэтому сегодня зерно овса используется как сырье для производства диетического, функционального и профилактического питания [2–4].

Одним из путей включения в диету таких функциональных ингредиентов является употребление национального хакасского продукта талгана, который, как известно, может изготавливаться по традиционной и инновационной технологиям [5]. Последняя по сравнению с традиционной предполагает более мягкую термическую обработку, при этом в продукте сохраняется больше химических соединений, обладающих антиоксидантной активностью [6].

О возможных причинах указанного качественного различия в свойстве талгана, приготовленного по традиционной и инновационной технологиям, информация в литературе отсутствует. В качестве рабочей гипотезы можно предположить влияние на содержание антиоксидантов в овсяном продукте распределения зерновых частиц по размерам.

Цель исследования. Анализ фракционного состава зерновых частиц овса, входящих в состав талгана, приготовленного по традиционной и инновационной технологиям.

Задачи: изучение распределения зерновых частиц в талгане по размерам в области от 2 мкм до 1 мм; определение модуля помола зерна для двух технологий изготовления талгана; вычисление связи между различием в модуле помола талгана и разницей в суммарном содержании в нем антиоксидантов при сопоставлении двух технологий получения продукта; изучение межсортовых различий во фракционном составе талгана.

Объекты и методы исследования. Объектом исследования служили образцы талгана, изготовленного из зерна овса трех различных сортов (Тубинский, Аргумент, Голец), выращенного на территории Бейского государственного сортоиспытательного участка Республики Хакасия, расположенной в зоне степи предгорий на обыкновенных и южных черноземах. Продолжительность вегетационного периода у исследуемых сортов была практически одинакова. Масса 1000 зерен у голозерного сорта Голец была наименьшая, различия по этому показателю между пленчатыми формами практически отсутствовали.

Продукт талган готовили двумя способами. Первый – традиционный, где на первом этапе производили термическую обработку зерна овса с последующим его измельчением. После предварительной очистки от посторонних примесей зерно подвергали термической обработке (обжаривали) на протяжении 10 минут при 150 °С; далее охлаждали и измельчали до размера частиц в среднем 0,25–0,7 мм. Во втором варианте изготовления талгана, предложенном Д.М. Бородулиным с коллегами [5] и модифицированном нами [6], менялся порядок действий и режим обработки зерна: сначала оно измельчалось до размера частиц 0,35–0,65 мм, а затем термически обрабатывалось в течение 2–3 минут при температуре 110 °С, кроме того, вместо ячменного использовалось зерно овса (инновационный способ изготовления талгана). Как показано в литературе, преимуществом применения для размолта термически не обработанного овса является то, что белки и другие полезные компоненты зерна сохраняют свою нативную конформацию, а отсутствие денатурации не затрудняет операцию помола [7].

О качестве полученного зернового продукта судили по результатам фракционного анализа. Учет распределения частиц зерна по их размерам проводили в два этапа. На первом этапе образцы талгана из каждого сорта овса разделяли с помощью набора сит с отверстиями: 1,0 мм; 0,5 и 0,25 мм [8]. После просеивания образца определяли массу каждой его части. На втором этапе у фракции талгана, имеющей размеры менее 0,25 мм, анализировали распределение частиц с помощью лазерного прибора «Ласка-ТД» по классам: 2–5, 5–20, 20–50 и 50–100 мкм. Повторность всех измерений четырехкратная. По результатам измерений размеров частиц зерна вычисляли модуль помола (средневзвешенный размер частиц) по известному методу [9].

Достоверность различий вариантов оценивали по t-критерию Стьюдента при $p \leq 0,05$. Статистическая обработка результатов была выполнена с помощью программы обработки данных полевого опыта Microsoft Excel 2003.

Результаты и их обсуждение. Результаты анализа зерновых частиц по фракционному составу в талгане, полученном по традиционной и инновационной технологиям, приведены в таблице 1.

Можно видеть, что в продукте, изготовленном по инновационной технологии, по сравнению с традиционной относительная доля частиц, имеющих размер более 1 мм, была существенно ниже, а доля частиц с меньшими размерами соответственно выше. Этот эффект регистрировался у всех вариантов, кроме одного для пленчатого сорта Тубинский. Максимальное снижение доли частиц с размерами свыше 1 мм отмечено у продукта, полученного из овса сорта Голец (28,8 %), а минимальное – у такового из сорта Аргумент – 15,7 %.

Что касается распределения в продукте по размерам частиц, взятых из фракции менее 0,25 мм (табл. 2), то в талгане, изготовленном по инновационной технологии, в сравнении с традиционной доля частиц была выше (кроме одного варианта для сорта Тубинский). При этом межсортовые различия во фракционном составе продукта из части размером менее 0,25 мм практически отсутствовали.

Таблица 1

Распределение зерновых частиц по размеру в талгане, изготовленном по традиционной и инновационной технологиям

Сорт	Массовая доля частиц по размерам и технологиям, %							
	Более 1 мм		0,5–1 мм		0,25–0,5 мм		Менее 0,25 мм	
	Т	И	Т	И	Т	И	Т	И
Тубинский	45,6±0,6*а	26,8±0,1*а	7,1±0,1*а	15,4±0,2*а	19,6±0,8*а	29,4±0,2*а	27,6±0,9 а	28,4±0,1 а
Аргумент	50,4±0,8*б	34,7±0,3*б	6,8±0,1*а	13,0±0,3*б	28,9±0,3*б	23,8±0,2*б	13,8±0,8*б	28,8±0,5*а
Голец	64,0±0,3*в	35,7±0,3*б	5,0±0,1*б	14,8±0,2*а	14,2±0,1*в	23,7±0,4*б	16,8±0,3*в	25,8±0,4*б
Среднее	53,3±4,1*	32,4±2,2*	6,3±0,5*	14,4±0,5*	20,9±3,1	25,6±1,4	19,4±3,2	27,7±0,7

Примечание: значения в строках с разными буквами различаются существенно между собой в пределах каждой колонки по t-критерию при $p \leq 0,05$; * – значения долей частиц в пределах каждого размера различаются существенно между разными технологиями по t-критерию при $p \leq 0,05$; Т – традиционная технология; И – инновационная технология изготовления талгана.

Таблица 2

Распределение зерновых частиц по размеру из фракции менее 0,25 мм в талгане, изготовленном по традиционной и инновационной технологиям

Сорт	Доля частиц по размерам, %							
	50–100 мкм		20–50 мкм		5–20 мкм		2–5 мкм	
	Т	И	Т	И	Т	И	Т	И
Тубинский	0,4±0,1а	0,5±0,1а	10,6±1,1*а	18,6±0,8*а	16,5±1,0*б	9,2±0,5*а	0,1±0,03а	0
Аргумент	0,3±0,02*а	1,9±0,4*б	8,2±1,1*а	21,5±1,1*а	5,3±0,6а	5,5±1,5а	0,03±0,01а	0
Голец	0,4±0,05*а	0,6±0,02*а	8,9±1,1а	15,8±1,7а	7,4±1,0а	9,6±1,6а	0,06±0,03а	0,08±0,05
Среднее	0,4±0,02	1,0±0,3	9,2±0,5*	18,6±1,1*	9,7±2,6	8,1±1,0	0,06±0,01	0,03±0,02

Примечание: значения в строках с разными буквами различаются существенно между собой в пределах каждой колонки для каждого вида злака по t-критерию при $p \leq 0,05$; * – значения долей частиц в пределах каждого размера различаются существенно между разными технологиями по t-критерию при $p \leq 0,05$; Т – традиционная технология, И – инновационная технология изготовления талгана.

В таблице 3 представлены результаты, регистрирующие влияние технологии изготовления талгана на величину модуля его помола. Можно видеть, что значения этого показателя зерна из каждого сорта овса для инновационной технологии изготовления продукта были ниже

по сравнению с таковыми для традиционной технологии. Установленный результат может свидетельствовать о меньшей неоднородности размерного состава частиц талгана, получаемого по новому способу, на что имеются ссылки в литературе [10].

Таблица 3

Зависимость величины модуля помола талгана от технологии его изготовления и используемого сорта овса

Сорт	Модуль помола талгана разных технологий приготовления, мм	
	Традиционная	Инновационная
Тубинский	2,21	1,91
Аргумент	2,44	2,04
Голец	2,66	2,10
Среднее	2,44±0,08*	2,02±0,04*

* – значения средних различаются существенно между собой по t-критерию при $p \leq 0,05$.

Между величиной модуля помола у талгана, изготовленного по традиционной технологии, и таковой у продукта, полученного по инновационной технологии, расчеты выявили существенное значение коэффициента корреляции, равное $0,981 \pm 0,195$.

Ранее нами было показано, что при изготовлении талгана по инновационной технологии уровень суммарного содержания антиоксидантов (ССА) в продукте имел более высокие значения в сравнении с традиционной технологией [6]. Можно высказать предположение, что этот эффект мог отчасти явиться следствием изме-

нения фракционного состава продукта. Для проверки данной гипотезы в настоящей работе были сопоставлены результаты фракционного состава зерновых частиц и уровня ССА в талгане, изготовленном по обеим технологиям. Информация о величине ССА в зерне овса была взята из нашей работы [6]. По результатам вычислений, представленных в таблице 4, можно видеть наличие средней и сильной негативной связи между различием в модуле помола талгана и разницей в уровне ССА в нем при сопоставлении двух технологий его получения.

Таблица 4

Корреляционная связь между разностью модулей помола образцов талгана, изготовленных по традиционной и инновационной технологиям, и разностью суммарного содержания антиоксидантов в этих продуктах (усредненные данные для трех сортов)

Элюент при определении ССА в зерне*	Значения коэффициента корреляции между разностью модулей помола и разностью величин ССА
Вода	-0,420
Спирт	-0,940**

* – элюент при определении ССА в зерне представлен горячей бидистиллированной водой либо 70%-м этиловым спиртом; ** – корреляционная связь существенна по t-критерию при $p \leq 0,05$.

Попытаемся рассмотреть возможные причины существования зарегистрированной связи.

1. Доказано, что средние различия во фракционном составе продукта, изготовленного по обеим технологиям, обусловлены в основном меньшей долей частиц, имеющих размер свыше 1 мм (на 20,9 %), и большей фракцией частиц с размерами 0,25–1,0 мм и 20–100 мкм (соответственно на 12,8 и 10 %). При этом доля фракции частиц с размером менее 20 мкм (мука сверхтонкого помола) незначительно снижается (на 1,6 %), и ее роль далее можно во внимание не принимать.

2. Вероятно, относительно крупные частицы размером 0,25–1,0 мм происходят из внешних частей зерновки, содержащих больше целлюлозы [11], так как, скорее всего, труднее поддаются размолу по сравнению с эндоспермом.

3. Как известно, содержание соединений с антиоксидантной активностью выше во внешних частях зерна по сравнению с внутренними, что показано для ячменя, пшеницы и овса [12–16].

4. Учитывая, что зарегистрированное повышение уровня ССА в продукте, изготовленном

по инновационной технологии, составило 10,6–12,8 % (по данным [6]), а прирост фракции 0,25–1,0 мм составил при этом практически ту же величину (см. табл. 1), можно предполагать существование связи между этими эффектами.

5. Как известно, эффективность экстракции вещества жидкостью зависит, кроме его растворимости, от скорости перехода вещества из твердой фазы в жидкую. Ускорить последний процесс можно, кроме всего прочего (например, ультразвуковая обработка [4] или щадящий температурный режим [7]), за счет увеличения поверхности твердой фазы благодаря большей степени измельчения образца [17], что значительно увеличивает выход ценных веществ в процессе экстракции [18].

6. Таким образом, причиной указанной выше связи между различием в модуле помола талгана и разницей в уровне ССА в нем при сопоставлении двух технологий получения этого продукта является более эффективная экстракция антиоксидантов из зерновых частиц меньшего размера, а также более высокая относительная доля таких частиц меньшего размера, характе-

ризующихся повышенным содержанием антиоксидантов.

Исходя из полученных данных, возможно сделать следующий прогноз. Поскольку относительно мелкие частицы размером 20–100 мкм (овсяная мука тонкого помола [19]), вероятно, принадлежат эндосперму, и в нем, как известно, содержатся главным образом крахмал, запасной белок и жир, а доля такой фракции в талгане, изготовленном по инновационной технологии, по сравнению с традиционной увеличена на 10 %, то можно предполагать в таком продукте заметное повышение содержания указанных биологически ценных веществ.

Выводы. Таким образом, установлено, что в талгане, изготовленном по инновационной технологии, по сравнению с традиционной относительная доля зерновых частиц, имеющих размер более 1 мм, была ниже на 20,9 %. Максимальное снижение доли частиц с размерами свыше 1 мм отмечено у продукта, полученного из овса сорта Голец (28,8 %), а минимальное – у такового из сорта Аргумент – 15,7 %. Значимые межсортовые различия в фракционном составе талгана были найдены независимо от технологии изготовления продукта, что позволяет в перспективе дополнительно оптимизировать технологию за счет подбора сорта овса.

Найдено, что для каждого сорта овса значение модуля помола зерна для инновационной технологии изготовления талгана были ниже по сравнению с таковыми для традиционной технологии, что свидетельствует о меньшей неоднородности фракционного состава продукта, получаемого по новому способу. Между величиной модуля помола у талгана, изготовленного по традиционной технологии, и таковой у продукта, полученного по инновационной технологии, была найдена сильная положительная связь. Расчеты, выполненные для трех сортов овса, выявили существенное значение коэффициента корреляции, равное $0,981 \pm 0,195$. Зафиксированный результат позволяет предполагать сильное влияние технологии получения талгана на величину модуля помола этого продукта.

Установлено наличие средней и сильной негативной связи (от -0,420 до -0,940) между различием в модуле помола талгана и разницей в уровне ССА в нем при сопоставлении двух технологий получения продукта. На основании со-

поставления полученных в настоящем исследовании результатов фракционного состава талгана и содержания в нем антиоксидантов (по данным [6]) можно предположить, что причиной указанной связи является более эффективная экстракция антиоксидантов из зерновых частиц меньшего размера, а также более высокая относительная доля таких частиц, характеризующихся повышенным содержанием антиоксидантов.

В талгане, изготовленном по инновационной технологии, по сравнению с традиционной фракция размером 20–100 мкм увеличена на 10 %, что может предполагать повышение в нем содержания белка и жира. В дальнейшей работе эту гипотезу целесообразно экспериментально проверить.

Конфликт интересов.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest.

The authors declare that there is no conflict of interest regarding the publication of this article.

Литература

1. Полонский В.И., Лоскутов И.Г., Сумина А.В. Селекция на содержание антиоксидантов в зерне как перспективное направление для получения продуктов здорового питания // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2018. № 22(3). С. 343–352. DOI: <https://doi.org/10.18699/VJ18.370>.
2. Edelmann M., Kariluoto S., Nyström L., Piironen V. Folate in oats and its milling fractions // Food Chemistry. 2012; 135(3):1938–1947. DOI: 10.1016/j.foodchem.2012.06.064.
3. Казарцева А.Т., Сокол Н.В. Овес – культура многофункционального использования // Тр. Кубан. государственного аграрного университета. 2014. № 49. С. 29–33.
4. Битюкова А.В., Амеликина А.А., Евтеев А.В. [и др.]. Оценка возможности получения концентратов полифенолов из вторичных продуктов // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. 2019. № 3(56). С. 61–68.
5. Бородулин Д.М., Шулбаева М.Т., Мусина О.Н. [и др.]. Инновационная технология получения талгана как компонента функцио-

- нальных пищевых продуктов, учитывающих национальные традиции питания // Техника и технология пищевых производств. 2017. № 46(3). С. 15–22. DOI: 10.21179/2074-9414-2017-3-15-22.
6. Сумина А.В., Полонский В.И., Шалдаева Т.М. [и др.]. Овсяный талган как источник растительных антиоксидантов // Вестник Российского университета дружбы народов. Сер. Агрономия и животноводство. 2020. № 15(1). DOI: 10.22363/2312-797X-2020-15-1.
 7. Патент РФ № 2460335. Способ фракционирования овса, продукты, полученные этим способом, и их применение / Кауковирта-Норья А., Мюллюмяки О., Аро Х. [и др.] // Бюл. изобретений. 2012. № 25. 10.09.
 8. ГОСТ 13496.8-72. Межгосударственный стандарт комбикорма. Методы определения крупности размола и содержания неразмолотых семян культурных и дикорастущих растений. М., 1972.
 9. Миронов К.Е. Оценка равномерности измельчения зерна // Вестник Нижегородского государственного инженерно-экономического института. 2013. № 2. С. 37–40.
 10. Иванов С.А. Совершенствование технологии технических средств приготовления кормов для животноводств на основе соевого зерна: автореф. ... д-ра техн. наук. Новосибирск, 2005.
 11. Алексеева З.Н., Реймер В.А., Клемешова И.Ю. [и др.]. Фракционная структура и питательная ценность активированных зерноотходов // Вестник КрасГАУ. 2011. № 4. С. 163–166.
 12. Романенко В.О., Киселев С.В. Применение овсяной муки фракционированного помола для производства безалкогольных напитков // Международный журнал экспериментального образования. 2015. № 12-2. С. 174–177.
 13. Edelmann M., Kariluoto S., Nyström L., Piironen V. Folate in barley grain and fractions // Journal of Cereal Sciences. 2013. № 58(1). P. 37–44. DOI: 10.1016/j.jcs.2013.04.005.
 14. Gong L.X., Jin C., Wu L.J., Wu X.Q., Zhang Y. Tibetan hull-less Barley (*Hordeum vulgare* L.) as a potential source of antioxidants // Cereal Chemistry. 2012. № 89(6). P. 290–295. DOI: 10.1094/CCHEM-03-12-0029-R.
 15. Ndolo V.U., Beta T. Distribution of carotenoids in endosperm, germ, and aleurone fractions of cereal grain kernels // Food Chemistry. 2013. № 139(1-4). P. 663–671. DOI: 10.1016/j.foodchem.2013.01.014.
 16. Blandino M., Locatelli M., Sovrani V., Coisson J.D., Rolle L., Travaglia F. [et al.]. Progressive pearling of barley kernel: Chemical characterization of pearling fractions and effect of their inclusion on the nutritional and technological properties of wheat bread // Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2015. № 63(25). P. 5875–5884. DOI: 10.1021/jf506193p.
 17. Помозова В.А., Романенко В.О., Вечтомова Е.А. [и др.]. Анализ факторов, влияющих на качество зерновых отваров // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 5. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=14764> (дата обращения: 12.02.2020).
 18. Самофалова Л.А., Сафронова О.В., Симоненкова А.П. Выбор технологических параметров получения устойчивой дисперсной системы растительной основы из биоактивированных двудольных семян // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2016. № 1. С. 221–226. DOI: 10.20914/2310-1202-2016-1-221-226.
 19. Умирзакова Г.А., Черных В.Я., Исакова Г.К. [и др.]. Исследование гранулометрического состава и цвета муки, используемой для производства функциональных макаронных изделий // Вестник Алматинского технологического университета. 2016. № 4. С. 71–76.

Literatura

1. Polonskij V.I., Loskutov I.G., Sumina A.V. Selekcija na sodержание antioksidantov v zeme kak perspektivnoe napravlenie dlja poluchenija produktov zdorovogo pitaniya // Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. 2018. № 22(3). S. 343–352. DOI: 10.18699/VJ18.370.
2. Edelmann M., Kariluoto S., Nyström L., Piironen V. Folate in oats and its milling fractions // Food Chemistry. 2012; 135(3):1938–1947. DOI: 10.1016/j.foodchem.2012.06.064.
3. Kazarceva A.T., Sokol N.V. Oves – kul'tura mnogofunkcional'nogo ispol'zovanija // Tr. Kuban. gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2014. № 49. S. 29–33.

4. *Bitjukova A.V., Amel'kina A.A., Evteev A.V.* [i dr.]. Ocenka vozmozhnosti poluchenija koncentratov polifenolov iz vtorichnyh produktov // Tehnologija i tovarovedenie innovacionnyh pishhevyh produktov. 2019. № 3(56). S. 61–68.
5. *Borodulin D.M., Shulbaeva M.T., Musina O.N.* [i dr.]. Innovacionnaja tehnologija poluchenija talgana kak komponenta funkcional'nyh pishhevyh produktov, uchityvajushhih nacional'nye tradicii pitaniya // Tehnika i tehnologija pishhevyh proizvodstv. 2017. № 46(3). S. 15–22. DOI: 10.21179/2074-9414-2017-3-15-22.
6. *Sumina A.V., Polonskij V.I., Shaldaeva T.M.* [i dr.]. Ovsjanyj talgan kak istochnik rastitel'nyh antioksidantov // Vestnik Rossijskogo universiteta družby narodov. Ser. Agronomija i zhivotnovodstvo. 2020. № 15(1). DOI: 10.22363/2312-797X-2020-15-1.
7. Patent RF № 2460335. Sposob frakcionirovaniya ovsa, produkty, poluchennye jetim sposobom, i ih primenenie / *Kaukovirta-Nor'ja A., Mjulljumjaki O., Aro H.* [i dr.] // Bjul. izobretenij. 2012. № 25. 10.09.
8. GOST 13496.8-72. Mezhdunarodnyj standart kombikorma. Metody opredelenija krupnosti razmola i sodержaniya nerazmolotyh semjan kul'turnyh i dikorastushhih rastenij. M., 1972.
9. *Mironov K.E.* Ocenka ravnomernosti izmel'chenija zerna // Vestnik Nizhegorodskogo gosudarstvennogo inženerno-jekonomičeskogo instituta. 2013. № 2. S. 37–40.
10. *Ivanov S.A.* Sovershenstvovanie tehnologii tehnicheskikh sredstv prigotovlenii kormov dlja zhivotnovodstv na osnove soevogo zerna: avtoref. ... d-ra tehn. nauk. Novosibirsk, 2005.
11. *Alekseeva Z.N., Rejmer V.A., Klemeshova I.Ju.* [i dr.]. Frakcionnaja struktura i pitatel'naja cennost' aktivirovannyh zernothodov // Vestnik KrasGAU. 2011. № 4. S. 163–166.
12. *Romanenko V.O., Kiselev S.V.* Primenenie ovsjanoj muki frakcionirovannogo pomola dlja proizvodstva bezalkogol'nyh napitkov // Mezhdunarodnyj zhurnal jeksperimental'nogo obrazovanija. 2015. № 12-2. S. 174–177.
13. *Edelmann M., Kariluoto S., Nyström L., Piironen V.* Folate in barley grain and fractions // Journal of Cereal Sciences. 2013. № 58(1). P. 37–44. DOI: 10.1016/j.jcs.2013.04.005.
14. *Gong L.X., Jin C., Wu L.J., Wu X.Q., Zhang Y.* Tibetan hull-less Barley (*Hordeum vulgare* L.) as a potential source of antioxidants // Cereal Chemistry. 2012. № 89(6). P. 290–295. DOI: 10.1094/CCHEM-03-12-0029-R.
15. *Ndolo V.U., Beta T.* Distribution of carotenoids in endosperm, germ, and aleurone fractions of cereal grain kernels // Food Chemistry. 2013. № 139(1-4). P. 663–671. DOI: 10.1016/j.foodchem.2013.01.014.
16. *Blandino M., Locatelli M., Sovrani V., Coisson J.D., Rolle L., Travaglia F.* [et al.]. Progressive pearling of barley kernel: Chemical characterization of pearling fractions and effect of their inclusion on the nutritional and technological properties of wheat bread // Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2015. № 63(25). P. 5875–5884. DOI: 10.1021/jf506193p.
17. *Pomozova V.A., Romanenko V.O., Vechtomova E.A.* [i dr.]. Analiz faktorov, vlijajushhih na kachestvo zernovyh otvarov // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. 2014. № 5. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=14764> (data obrashhenija: 12.02.2020).
18. *Samofalova L.A., Safronova O.V., Simonenkova A.P.* Vybor tehnologicheskikh parametrov poluchenija ustojchivoj dispersnoj sistemy rastitel'noj osnovy iz bioaktivirovannyh dvudol'nyh semjan // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inženernyh tehnologij. 2016. № 1. S. 221–226. DOI: 10.20914/2310-1202-2016-1-221-226.
19. *Umirzakova G.A., Chernyh V.Ja., Iskakova G.K.* [i dr.]. Issledovanie granulometricheskogo sostava i cveta muki, ispol'zujemoj dlja proizvodstva funkcional'nyh makaronnyh izdelij // Vestnik Almatinskogo tehnologičeskogo universiteta. 2016. № 4. S. 71–76.