

Применение деки из полиуретана для центробежного шелушения овса

В. А. Марьин*^{ORCID}, А. Л. Верещагин^{ORCID}, А. А. Иванов



Бийский технологический институт (филиал)
ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет
им. И. И. Ползунова»,
659305, Россия, г. Бийск, ул. Трофимова, 27

Дата поступления в редакцию: 27.05.2019
Дата принятия в печать: 15.10.2019

*e-mail: tehbiysk@mail.ru



© В. А. Марьин, А. Л. Верещагин, А. А. Иванов, 2019

Аннотация.

Введение. Одним из средств повышения коэффициента использования зерна может быть применение новых методов воздействия на зерно при шелушении. Целью настоящей работы является оценка целесообразности применения вязкоупругого материала при шелушении овса.

Объекты и методы исследования. В качестве объектов исследования использовали зерно овса, выращенного в предгорной части Алтайского края в 2017 г., которое разделяли на две фракции по крупности. Сравнительные испытания эффективности работы шелушителей проводили с металлической (стандартной) декой и с декой, материал которой имеет твердость по Шору А-80-95 и модуль упругости 2,8 МПа.

Результаты и их обсуждение. Проведенные исследования показали, что замена упругого материала деки (сталь) на вязкоупругий (полиуретан) уменьшает количество разрушенного ядра. Было установлено, что работоспособность полиуретановой деки для первой фракции при втором шелушении сохраняется при переработке 400 тонн, второй фракции – 1500 тонн. Коэффициент шелушения овса с полиуретановой декой на втором шелушении первой фракции превышает показатели с металлическими деками на 12,0 %, а на втором шелушении второй фракции – на 5,9 %. Увеличение целостности ядра для первой фракции на 34,0 %, а для второй фракции на 30,0 % привело к увеличению массовой доли выхода готового продукта на 2,9 %.

Выводы. Использование полиуретановых дек при втором шелушении первой и второй фракций позволяет увеличить рентабельность производства по переработке зерна овса в хлопья овсяные «Геркулес» на 3,1 %.

Ключевые слова. Зерно злаков, дека, полимеры, фракция, переработка, крупа, ядро

Финансирование. Работа выполнена на базе Бийского технологического института (филиал) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова», руководитель М. А. Ленский.

Для цитирования: Марьин, В. А. Применение деки из полиуретана для центробежного шелушения овса / В. А. Марьин, А. Л. Верещагин, А. А. Иванов // Техника и технология пищевых производств. – 2019. – Т. 49, № 4. – С. 604–611. DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-4-604-611>.

Original article

Available online at <http://fppt.ru/eng>

Polyurethane Decks in Centrifugal Oat Dehulling

V.A. Marin*^{ORCID}, A.L. Vereshchagin^{ORCID}, A.A. Ivanov

Biysk Technological Institute (branch) of the
Polzunov Altai State Technical University,
27, Trofimova Str., Biysk, 659305, Russia

Received: May 27, 2019
Accepted: October 15, 2019

*e-mail: tehbiysk@mail.ru



© V.A. Marin, A.L. Vereshchagin, A.A. Ivanov, 2019

Abstract.

Introduction. Oat-meal mills often have a low efficiency ratio of oat grains, which may be improved by new dehulling methods. The present research proved that it is possible to reduce the amount of destroyed cores by replacing elastic steel decks with viscoelastic polyurethane ones. The research objective was to assess the feasibility of using viscoelastic material in oat dehulling.

Study objects and methods. The study featured two size fractions of oats. The grain was harvested in the foothills of the Altai Territory

in 2017. A set of comparative tests was performed to define the efficiency of two dehulling machines. One had a standard metal deck, while the other had a deck made of material of A-80-95 ShA and an elastic modulus of 2.8 MPa during the second dehulling.

Results and discussion. The polyurethane deck remained efficient for the first fraction during the second dehulling after 400 tons, for the second fraction – after 1,500 tons. The dehulling coefficient for the polyurethane deck exceeded the results for the metal deck by 12.0% during the second dehulling of the first fraction and by 5.9% during the second peeling of the second fraction. The integrity of the core increased by 34.0% for the first fraction and by 30.0% for the second fraction, which increased the mass fraction of the finished product by 2.9%.

Conclusion. Polyurethane decks proved efficient for the second dehulling of the first and second fractions. Their use improved the processing of oat grains into Hercules oat flakes by 3.1%.

Keywords. Grain, deck, polymers, fraction, processing, cereal, kernel

Funding. The research was performed on the premises of Biysk Technological Institute (branch) of the Polzunov Altai State Technical University, project manager – M.A.Lenskiy.

For citation: Marin VA, Vereshchagin AL, Ivanov AA. Polyurethane Decks in Centrifugal Oat Dehulling. *Food Processing: Techniques and Technology*. 2019;49(3):604–611. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-3-604-611>.

Введение

Овес – это зерновая и кормовая культура. Значительные посевные площади находятся в Северной Европе и Северной Америке, а также в Китае и Австралии. Однако за последние 50 лет произошло значительное уменьшение его производства. Овес имеет большое экономическое значение для потребления человеком. Он используется в качестве корма для скота и все чаще в качестве источника высокоценных соединений для промышленного применения из-за уникального состава зерна овса. Это объясняется наличием β -глюкана – основного полисахарида клеточной стенки эндосперма. В связи с этим в последнее время происходит увеличение доли овса для применения в продуктах здорового питания. Расширение знаний о составе зерна овса и его ценности для различных конечных потребителей открывает новые возможности для этой культуры [1–7].

Было установлено, что в зерне овса содержание кадмия не превышает ПДК даже при использовании больших доз минеральных удобрений при его выращивании [8]. Состав зерна овса зависит от многих факторов. Так, обработка паром и шелушение овсяной крупы приводит к умеренным потерям токотриенолов, кофейной кислоты и авенантрамида В_r (N- (4'-гидрокси) – (E) -циннамоил-5-гидроксиантралиловой кислоты), а массовая доля феруловой кислоты и ванилина увеличивается [9].

При переработке зерна овса уменьшается молярная масса β -глюкана [10]. Зерно овса различных фракций различается по биохимическому составу и технологическим показателям [11].

Следует отметить, что различные инактивирующие обработки (обработка горячим воздухом, пропаривание при нормальном и повышенном давлениях, инфракрасное обжаривание и микроволновое нагревание) оказывают влияние на сохранность и вкусовые показатели овса [12].

В связи с этим эффективность использования зерна овса для производства различных продуктов питания и улучшение их качества имеет боль-

шое значение. Возникает необходимость в совершенствовании технологии переработки овса, так как на овсозаводах в настоящее время недостаточно высок коэффициент использования зерна. Важнейшим из средств повышения коэффициента использования зерна при одновременном улучшении качества готовой продукции может быть применение новых методов воздействия на зерно при шелушении. К сожалению, работ, направленных на улучшения шелушения зерна, недостаточно. Следовательно, исследования, направленные на совершенствование шелушильно-шлифовальных машин, являются актуальными и практически значимыми, так как основные потери в технологическом процессе происходят на этапе шелушения.

Опыт эксплуатации овсозаводов по переработке зерна овса в крупу позволяет утверждать, что в настоящее время альтернативы механическому отделению цветочной пленки от ядра нет. Однако в результате механических воздействий на зерно оно деформируется. Это приводит к повреждению и разрушению ядра, а также образованию кормовой мучки и дробленого ядра. Результат – снижение выхода готового продукта. Для повышения прибыли и рентабельности необходимо снизить себестоимость переработки овса. Это можно добиться улучшением качества и повышением массовой доли готового продукта [13].

Овес – пленчатая культура, его ядро имеет удлинённо-цилиндрическую форму и является хрупким [14]. Шелушение сопровождается деформацией ядра и снижением выхода целых ядер. В связи с этим эффективность использования зерна овса при производстве крупы зависит в большей степени от эффективности шелушильных машин [15].

Шелушение овса усложняется еще и тем, что однородность и выравненность зерновой массы по размерам составляет не более 70–80 %.

Известно, что для уменьшения количества дробленого ядра можно использовать два метода: уменьшение скорости удара зерновки о неподвижную

Таблица 1. Показатели качества зерна овса использованные при исследовании целостности зерна

Table 1. Oat quality indicators used in the grain integrity test

Показатели качества зерна	Качество зерна по требованиям нормативной документации ГОСТ 28673-90	Фактическое качество зерна
Состояние	в здоровом, негреющем состоянии	
Цвет	свойственный нормальному зерну	
Запах	свойственный здоровому зерну овса, без плесневого, солодового, затхлого и других посторонних запахов	
Тип	1	
Влажность, %	не более 13,5	13,2
Натура, г/л	не менее 520	520
Массовая доля ядра, %	63,0	68,5
Массовая доля лузги, %	не нормируется	26,7
Сорная примесь, %	не более 3,0	1,0
Зерновая примесь, %	не более 7,0	1,9
Зараженность вредителями	не допускается	

упругую деку и использование вязкоупругого материала деки, который изменяет характер деформации зерна при соударении. Вязкоупругая дека, в отличие от жесткой, допускает небольшую деформацию, что приводит к отделению цветочных пленок при сохранении целостности ядра.

Целью настоящей работы является оценка целесообразности применения полиуретана при шелушении овса.

Объекты и методы исследования

Объектом исследования являются партии зерна овса «Корифей», собранные в предгорной части Алтайского края в 2017 г. от одного производителя. Шелушение партий осуществляли на центробежных шелушителях. Перед шелушением зерно разделяли на две фракции по крупности. При втором шелушении были проведены сравнительные испытания эффективности работы шелушителей с металлическими (стандартными) деками и с деками из полиуретана как первой, так и второй фракций [16, 17]. Опытная дека с диаметром равным заводской деке и толщиной 12 мм была подобрана экспериментально из условий эксплуатации не менее 14 дней без замены и жестко крепилась к держателю. Держатель был изготовлен из тонкой листовой стали в виде цилиндра по высоте равной заводской деке. Все партии зерна, которые были направлены для исследования, соответствовали требованиям ГОСТ 28673-90 «Овес. Требования при заготовках и поставках».

Испытания проводились в производственных условиях по технологии, в которой зерно перед шелушением разделяли на две фракции. Образцы для исследования были отобраны на овсозаводе производительностью 2 т/ч. Отбор и формирование партий зерна для исследования проводили согласно ГОСТ 26312-84. «Правила приемки» и методы обора проб».

Для того чтобы избежать погрешностей все исследования проводились с зерном от одного производителя с показателями качества, представленными в таблице 1.

Анализ данных таблицы 1 позволяет утверждать, что качество партий зерна соответствует показателям нормативной документации и базисным кондициям и может быть использовано для исследований и выработки готового продукта. Такое зерно, проходя все подготовительные этапы, направляли на шелушение. В процессе шелушения определяли массовую долю целого, дробленого ядра и кормовой муки. Научные исследования выполнены на базе Бийского технологического института (филиал) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова». Научная новизна данного исследования заключается в

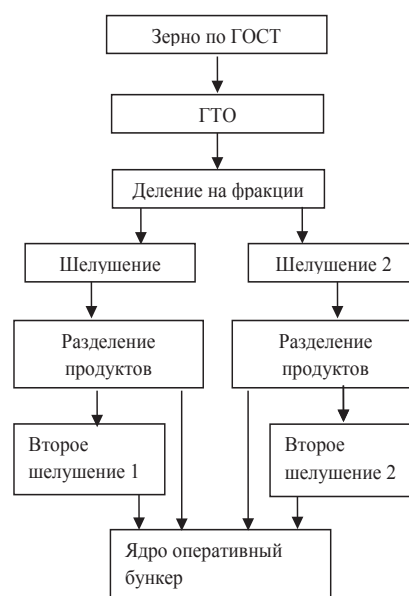


Рисунок 1. Применяемая схема переработки зерна овса

Figure 1. Scheme applied for oat processing

Таблица 2. Эффективность второго шелушения зерна овса первой и второй фракций

Table 2. Efficiency of the second dehulling of the first and the second fractions

Показатели	1 фракция		2 фракция	
	дека		дека	
	Металлическая дека	Полиуретановая дека	Металлическая дека	Полиуретановая дека
Коэффициент шелушения	70,6	82,6	80,3	88,2
Целое ядро	37,2	71,2	32,4	62,4
Колотое ядро остаток на сите Ø 2,0 мм	27,7	8,7	36,1	13,4
Дробленое ядро проход сита Ø 2,0 мм	3,4	1,0	13,4	4,8

возможности модернизации существующего отечественного оборудования.

Результаты и их обсуждение

Принципиальная схема переработки зерна овса при делении его на две фракции перед шелушением представлена на рисунке 1.

Результаты проведенных производственных испытаний показали, что при номинальной производительности шелушителей марки ЦШ-2 2,5 т/ч ядро овса в процессе шелушения начинает дробиться. В зависимости от сорта и его натуры содержание поврежденных зерен (с поврежденной целостностью ядра) может достигать до 30,0 %. Повышение целостности ядра можно достигнуть уменьшением скорости вращения ротора. Однако такой подход при переработке зерна экономически нецелесообразен, так как приводит к уменьшению производительности овсозавода до 40,0 %.

Были испытаны различные материалы. Вязкоупругая дека, в отличие от упругой, допускает неупругую деформацию. Это приводит к отделению цветочных пленок при сохранении целостности ядра. Было установлено, что одним из наиболее эффективных материалов в ходе испытаний является полиуретан, обладающий высокой прочностью, абразивной стойкостью и низкой истираемостью. Для исследования использовали полиуретан марки ЭЛУР-95 (твердость по Шору А-80-95; относительное удлинение при разрыве не менее 350 %; стойкость

к износу не более 0,07 см³; прочность при разрыве не менее 35 МПа) [18]. При этом модуль упругости полиуретана составляет 2,8 МПа, а для стали – 210 МПа [19]. За счет этого полиуретановая дека обеспечивает вязкоупругое столкновение и более длительный контакт зерновки с декой шелушителя, обеспечивая процесс отделения оболочки и более высокую сохранность ядра.

Производственные испытания показали, что при первом шелушении полиуретановая дека, показывая высокую степень целостности зерна, значительно изнашивается. Так, на первой фракции она заменялась после шелушения 50 тонн, на второй фракции – после 250 тонн. Было принято решение использовать полиуретановую деку только при втором шелушении как первой, так и второй фракций. Были проведены сравнительные испытания эффективности работы шелушителей.

В таблице 2 представлены результаты первого и второго шелушения зерна овса первой и второй фракций. В центробежных шелушителях были использованы металлические деки на всех шелушителях и полиуретановые деки на втором шелушении первой и второй фракций.

Как видно из представленных выше данных, коэффициент шелушения овса на центробежном шелушителе с полиуретановой декой на втором шелушении первой фракции превышает показатели с металлическими деками на 12,0 %, на втором шелушении второй фракции – на 5,9 %.

Таблица 3. Результаты технологических испытаний

Table 3. Results of the technological tests

Наименование продукта	Выход готового продукта, %		
	С металлическими деками	С полиуретановыми деками на втором шелушении	По «Правилам организации и ведения технологического процесса на крупных предприятиях» [20, 21]
Хлопья овсяные «Геркулес»	61,6	64,5	45,0
Дробленое ядро*	4,4	2,6	15,0
Мучка кормовая**	3,0	0,8	

* Проход круглого сита Ø 2,0 мм;

** Проход металлочанного сита № 63 с размером отверстия 0,63 мм.

* Passage of round screen Ø 2,0 mm;

** Pass metallating sieve № 63 with the hole size 0.63 mm.

Таблица 4. Планово-экономические показатели при шелушении овса на полиуретановых деках

Table 4. Planning and economic indicators for dehulling on polyurethane decks

Объём сырья, тонн	Суточная	Суток	Всего за месяц	
	50	27	1350	
Наименование			стандартная	полиуретановая
Цена одной тонны готовой продукции б/НДС, тыс руб.			10,000	10,000
Выход продукции, %			61,6	64,5
Объём продукции, тонн			831,6	870,7
Стоимость основной продукции тыс руб.			8316	8707,5
Стоимость побочной продукции тыс руб.	кзп, мучка – 2 руб/кг		100	21,6
Стоимость продукции, тыс руб.			8416	8729,1
Переменные затраты тыс руб.			7851	7875
Стоимость сырья б/НДС, тыс руб.	5000		6750	6750
Мешкотара, тыс руб.	30	131	335,9	351,2
Заработная плата тыс руб.	250		337,5	337,5
Отчисления от з/пл., %	30,8		104	104
Электроэнергия тыс руб.			324	324
Деки полиуретановые тыс руб.	7,25			8,25
Деки стальные, тыс руб.	0,2			
Переменные затраты тыс руб.			1101	1125
Переменные затраты на 1 тонну готовой продукции тыс руб.			9,44	9,04
Маржинальная прибыль, тыс руб.			565,0	854,2
Рентабельность (маржинальная прибыль), %			6,7	9,8
Стоимость переработки 1 тонны зерна, тыс руб.			0,815	0,833
Стоимость производства 1 тонны готовой продукции тыс руб.			1,324	1,292

Необходимо также отметить, что увеличение коэффициента шелушения ядра сопровождается увеличением целостности ядра для первой фракции на 34,0 %, для второй фракции на 30,0 %. Это приводит к увеличению массовой доли выхода готового продукта.

Кроме того, применение полиуретановой деки позволяет значительно упростить работу падди-машин и триеров по отбору необрушенных зерен из продуктов шелушения, сокращает количество циклов данных машин, а также позволяет получать овсяную крупу по товарному виду и содержанию необрущенного зерна в готовой продукции с более высокими показателями, чем требования нормативной документации.

Проведенные исследования и эксплуатация указанных дек показали, что работоспособность деки для первой фракции при втором шелушении сохраняется при переработке 400 тонн, второй фракции – 1500 тонн зерна.

Для объективной оценки применения полиуретановых дек на втором шелушении первой и второй фракций исследовали выход готового продукта. Результаты технологических испытаний представлены в таблице 3. Испытания проводили при переработке зерна овса в хлопья овсяные «Геркулес».

Из представленных результатов следует, что использование полиуретановых дек для шелушения овса при повторном шелушении позволяет увеличить долю выхода готового продукта на 2,9 % за счет уменьшения доли дробленого ядра и кормовой мучки.

Необходимо отметить, что сохранность ядра при шелушении зависит от многих факторов, в том числе от крупности, выполненности, сорта, влажности и послеуборочной обработки зерна. Результаты настоящего исследования показали хорошую сохранность ядра при шелушении с вязкоупругими деками. Было выявлено, что при увеличении скорости вращения ротора до максимума (скорости соударения зерновки с полиуретановой декой) дробление зерна незначительно. Однако при этом наблюдается ее значительный износ. Поэтому для сохранности деки необходимо подбирать оптимальные режимы работы шелушителей, которые зависят от вышеприведенных факторов. Контроль работы шелушителей можно осуществлять расчетом коэффициентов шелушения и измерением массовой долей дробленого ядра и кормовой мучки в процессе работы (табл. 3).

Затраты электроэнергии, пара и воды при переработке овса в хлопья овсяные «Геркулес» не изменяются.

Расчет планово-экономических показателей завода по переработке овса в хлопья овсяные «Геркулес» проводили для овсоцеха производительностью 2 т/ч. Расчеты в рублях за тонну представлены в таблице 4. Цены на зерна, крупу, электроэнергию и другие затраты взяты из расчета как средние на текущий период.

Анализ представленных данных позволяет утверждать, что использование полиуретановых дек при втором шелушении зерна овса обеспечивает

более высокий маржинальный доход. Использование полиуретановых дек позволяет увеличить маржинальную прибыль на 289,2 тыс руб. в месяц. Увеличение прибыли и рентабельности на 3,1 % связано с уменьшением переменных затрат.

Полученные данные свидетельствуют о целесообразности модернизации центробежных шелушителей, в том числе использования полиуретановых дек, для шелушения зерна овса. В процессе испытаний была разработана технология изготовления держателя и способ крепления к нему полиуретановой деки.

Выводы

Установлено, что использование полиуретановых дек при втором шелушении позволяет увеличить рентабельность производства по переработки зерна

овса в хлопья овсяные «Геркулес» на 3,1 %, и повысить выход готовой продукции не менее чем на 2,9 %.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Благодарности

Благодарю всех уважаемых коллег, которые помогли при работе над статьей.

Conflict of interest

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

Acknowledgements

I would like to express my deepest gratitude to my colleagues who helped me in my work.

Список литературы

1. Kapoor, R. Oats / R. Kapoor, C. Batra // Broadening the genetic base of grain cereals / M. Singh, S. Kumar. – New Delhi : Springer, 2016. – P. 127–162. DOI: https://doi.org/10.1007/978-81-322-3613-9_6.
2. Lim, T. K. *Avena sativa* / T. K. Lim // Edible medicinal and non-medicinal plants / T. K. Lim. – Dordrecht : Springer, 2013. pp. 218–242. DOI: https://doi.org/10.1007/978-94-007-5653-3_13.
3. Игорянова, Н. А. Новые свойства овса с позиции здорового питания / Н. А. Игорянова, Е. П. Мелешкина, С. Н. Коломиец. – М. : Типография Россельхозакадемии, 2014. – С. 103–105.
4. Зенкова, А. Н. Овсяная крупа и хлопья – продукты повышенной пищевой ценности / А. Н. Зенкова, И. А. Панкратьева, О. В. Политуха // Хлебопродукты. – 2012. – № 11. – С. 60–62.
5. Козлова, Г. Я. Сравнительная оценка голозерных и пленчатых сортов овса по основным показателям качества зерна / Г. Я. Козлова, О. В. Акимова // Сельскохозяйственная биология. – 2009. – Т. 4, № 5. – С. 87–89.
6. Румянцева В. В. Продукты переработки зерна как перспективное сырье в пищевой промышленности / В. В. Румянцева // Хлебопродукты. – 2011. – № 5. – С. 48–49.
7. Старовойтова, Я. Ю. О повышении пищевой ценности национальных булочных изделий / С. Ю. Старовойтова, М. Н. Школьников // Индустрия питания. – 2018. – Т. 3, № 3. – С. 70–77.
8. Cadmium contents of oats (*Avena sativa* L.) in official variety, organic cultivation, and nitrogen fertilization trials during 1997–1999 / M. Euroala, V. Hietaniemi, M. Kontturi [et al.] // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2003. – Vol. 51, № 9. – P. 2608–2614. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf020893+>.
9. Bryngelsson, S. Effects of commercial processing on levels of antioxidants in oats (*Avena sativa* L.) / S. Bryngelsson, L. H. Dimberg, A. Kamal-Eldin // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2002. – Vol. 50, № 7. – P. 1890–1896. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf011222z>.
10. Processing affects the physicochemical properties of β -glucan in oat bran cereal / S. M. Tosh, Y. Brummer, S. S. Miller [et al.] // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2010. – Vol. 58, № 13. – P. 7723–7730. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf904553u>.
11. Change in quality parameters of hulled oats grain at fractionation / E. N. Pasyukova, A. A. Zavalin, A. V. Pasyukov [et al.] // Russian Agricultural Sciences. – 2018. – Vol. 44, № 5. – P. 409–413. DOI: <https://doi.org/10.3103/S1068367418050142>.
12. Ruge, C. The effects of different inactivation treatments on the storage properties and sensory quality of naked oat / C. Ruge, R. Changzhong, L. Zaigui // Food and Bioprocess Technology. – 2012. – Vol. 5, № 5. – P. 1853–1859. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11947-011-0551-5>.
13. Saravacos, G. D. Mechanical separation equipment / G. D. Saravacos, A. E. Kostaropoulos // Handbook of food processing equipment. Food engineering series / G. D. Saravacos, A. E. Kostaropoulos. – Switzerland : Springer International Publishing, 2016. – P. 233–292. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-25020-5>.
14. Ушаков, Т. И. Овес и продукты его переработки / Т. И. Ушаков, Л. В. Чиркова // Хлебопродукты. – 2015. – № 11. – С. 49–51.
15. Сортовой потенциал формирования крупяного зерна овса в разных зонах выращивания / И. В. Пахотина, Е. Ю. Игнатьева, О. Ф. Бойцова [и др.] // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2018. – Т. 28, № 4. – С. 89–94.
16. Марьин В. А. Повышение целостности ядра овса при шелушении / В. А. Марьин, А. Л. Верещагин // Хлебопродукты. – 2018. – № 7. – С. 54–56.

17. Mar'in, V. A. Improvement of locally manufactured equipment for non-standard oat processing / V. A. Mar'in, A. L. Vereshchagin, N. V. Bychin // Foods and Raw Materials. – 2016. – Vol. 4, № 2. – P. 111–120. DOI: <https://doi.org/10.21179/2308-4057-2016-2-111-120>.

18. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://nppsts.ru/2011-08-26-17-42-42/15-materialy/64-elury>. – Дата обращения: 27.04.2019.

19. Лыков, С. А. Износостойкие полимеры в зерноочистительных машинах / С. А. Лыков, Б. М. Рудаков, В. В. Алагуров // Хлебопродукты. – 2000. – № 1. – С. 21–23.

20. Правила организации и ведения технологического процесса на крупяных предприятиях. Часть 1. – М. : ЦНИИТЭИ хлебопродуктов, 1990. – С. 81.

21. Правила организации и ведения технологического процесса на крупяных предприятиях. Часть 2. – М. : ЦНИИТЭИ хлебопродуктов, 1990. – С. 97.

References

1. Kapoor R, Batra C. Oats. In: Singh M, Kumar S, editors. Broadening the genetic base of grain cereals. New Delhi: Springer; 2016. pp. 127–162. DOI: https://doi.org/10.1007/978-81-322-3613-9_6.

2. Lim TK. *Avena sativa*. In: Lim TK, editor. Edible medicinal and non-medicinal plants. Dordrecht: Springer; 2013. pp. 218–242. DOI: https://doi.org/10.1007/978-94-007-5653-3_13.

3. Igoryanova NA, Meleshkina EP, Kolomiets SN. Novye svoystva ovsa s pozitsii zdorovogo pitaniya [New properties of oats from a healthy diet perspective]. Moscow: Tipografia of the Russian Academy of Agricultural Sciences; 2014. 103–105 p. (In Russ.).

4. Zenkova AN, Pankrat'eva IA, Politukha OV. Oat grain and flakes – are products of the increased food value. Bread products. 2012;(11):60–62. (In Russ.).

5. Kozlova GYA, Akimova OV. Comparative assessment of the bare-grained and filmy oats varieties on main parameters of corn quality. Agricultural Biology. 2009;4(5):87–89. (In Russ.).

6. Rumyantseva VV, Kovach N. Produkty pererabotki zerna kak perspektivnoe syr'e v pishchevoy promyshlennosti [Grain processing products as a promising raw material in the food industry]. Bread products. 2011;(5):48–49. (In Russ.).

7. Starovoytova YYu, Shkolnikova MN. About the food value improvement of bakery products. Food Industry. 2018;3(3):70–77. (In Russ.).

8. Eurola M, Hietaniemi V, Kontturi M, Tuuri H, Pihlava J-M, Saastamoinen M, et al. Cadmium contents of oats (*Avena sativa* L.) in official variety, organic cultivation, and nitrogen fertilization trials during 1997–1999. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2003;51(9):2608–2614. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf020893+>.

9. Bryngelsson S, Dimberg LH, Kamal-Eldin A. Effects of commercial processing on levels of antioxidants in oats (*Avena sativa* L.). Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2002;50(7):1890–1896. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf011222z>.

10. Tosh SM, Brummer Y, Miller SS, Regand A, Defelice C, Duss R, et al. Processing affects the physicochemical properties of β -glucan in oat bran cereal. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2010;58(13):7723–7730. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf904553u>.

11. Pasynkova EN, Zavalin AA, Pasynkov AV, Kotel'nikova NV. Change in quality parameters of hulled oats grain at Fractionation. Russian Agricultural Sciences. 2018;44(5):409–413. DOI: <https://doi.org/10.3103/S1068367418050142>.

12. Ruge C, Changzhong R, Zaigui L. The Effects of different inactivation treatments on the storage properties and sensory quality of naked oat. Food and Bioprocess Technology. 2012;5(5):1853–1859. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11947-011-0551-5>.

13. Saravacos G, Kostaropoulos AE. Mechanical separation equipment. In: Saravacos GD, Kostaropoulos AE, editors. Handbook of food processing equipment. Food Engineering Series. New York: Springer; 2016. p. 233–292. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-25020-5>.

14. Ushakov TI, Chirkova LV. Oats and its products. Bread products. 2015;(11):49–51. (In Russ.).

15. Pakhotina IV, Ignateva EYu, Kolmakov YuV, Boytsova OF, Vasyukevich SV. Varietal potential for the formation of groat grain of oats in different growing areas. Legumes and groat crops. 2018;28(4):89–94. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24411/2309-348X-2018-11055>.

16. Maryin VA, Vereshchagin AL. Increase in integrity of a kernel of oats in peeling. Bread products. 2018;(7):54–56. (In Russ.).

17. Mar'in VA, Vereshchagin AL, Bychin NV. Improvement of locally manufactured equipment for non-standard oat processing. Foods and Raw Materials. 2016;4(2):111–120. DOI: <https://doi.org/10.21179/2308-4057-2016-2-111-120>.

18. [Internet]. [cited 2019 Apr 27]. Available from: <http://nppsts.ru/2011-08-26-17-42-42/15-materialy/64-elury>.

19. Lykov SA, Rudakov BM, Alagurov VV. Iznosostoykie polimery v zernoochistitel'nykh mashinakh [Abrasion-resistant polymers in dehulling machines]. Bread products. 2000;(1):21–23. (In Russ.).


20. Pravila organizatsii i vedeniya tekhnologicheskogo protsessa na krupyanykh predpriyatiyakh. Chast' 1 [Procedures for the technological process at the cereal production enterprises. Part 1]. Moscow: Central Scientific Research Institute of Information and Technical and Economic Research of Milled and Hulled Products; 1990. 81 p. (In Russ.).

21. Pravila organizatsii i vedeniya tekhnologicheskogo protsessa na krupyanykh predpriyatiyakh. Chast' 2 [Procedures for the technological process at the cereal production enterprises. Part 2]. Moscow: Central Scientific Research Institute of Information and Technical and Economic Research of Milled and Hulled Products; 1990. 97 p. (In Russ.).

Сведения об авторах

Марьин Василий Александрович

канд. техн. наук, доцент кафедры общей химии и экспертизы товаров, Бийский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова», 659305, Россия, г. Бийск, ул. Трофимова, 27, e-mail: tehbiysk@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-1858-238X>

Верещагин Александр Леонидович

д-р хим. наук, профессор, заведующий кафедрой общей химии и экспертизы товаров, Бийский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова», 659305, Россия, г. Бийск, ул. Трофимова, 27, e-mail: vail@bti.secna.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-4510-720X>


Иванов Андрей Александрович

аспирант кафедры общей химии и экспертизы товаров, Бийский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова», 659305, Россия, г. Бийск, ул. Трофимова, 27, e-mail: vail@bti.secna.ru

Information about the authors

Vasily A. Marin

Cand.Sci.(Eng.), Associate Professor of the Department of General Chemistry and Expertise of Goods, Biysk Technological Institute (branch) of the Polzunov Altai State Technical University, 27, Trofimova Str., Biysk, 659305, Russia, e-mail: tehbiysk@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-1858-238X>

Alexander L. Vereshchagin

Dr.Sci.(Chem.), Professor, Head of the Department of General Chemistry and Expertise of Goods, Biysk Technological Institute (branch) of the Polzunov Altai State Technical University, 27, Trofimova Str., Biysk, 659305, Russia, e-mail: vail@bti.secna.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-4510-720X>

Andrey A. Ivanov

Postgraduate of the Department of General Chemistry and Expertise of Goods, Biysk Technological Institute (branch) of the Polzunov Altai State Technical University, 27, Trofimova Str., Biysk, 659305, Russia, e-mail: vail@bti.secna.ru