

УДК 664.691

Влияние муки фасоли красной продовольственной на реологические свойства макарон

М. С. Марадудин*, И. В. Симакова, А. М. Марадудин

*Саратовский государственный медицинский университет им. В. И. Разумовского,
г. Саратов, Россия;

e-mail: maradudinms@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6796-1901>

Информация о статье Реферат

Поступила
в редакцию
31.05.2023;

получена
после доработки
24.07.2023;

принята к публикации
14.08.2023

Ключевые слова:

крупка,
пшеница,
мука,
фасоль красная,
композитная смесь,
реологические свойства,
макаронны

Бобовые культуры, в частности фасоль, существенно отличаются от злаковых содержанием белка, аминокислот, микро- и макроэлементами, таким образом. можно утверждать, что добавление в композитную смесь фасоли позволит улучшить нутриентный состав и использовать конечные продукты (макаронны или хлебобулочные изделия) как специализированные с повышенным содержанием белка. Цель работы – изучение влияния муки фасоли красной на реологические свойства теста из композитной смеси на основе крупки пшеницы твердой, а также подтверждение возможности использования данного продукта для производства макарон с повышенным содержанием белка. Влияние фасоли определялось путем установления корреляции между качественными характеристиками компонентов композитной смеси и реологическими свойствами теста на их основе. В качестве объектов исследований взяты крупка пшеницы твердой сорта Краснокутка-13, мука цельнозерновая из фасоли красной продовольственной и композитные смеси на их основе в процентном соотношении: 90 : 10, 80 : 20, 70 : 30, 60 : 40, 50 : 50, 40 : 60, 30 : 70, 20 : 80 и 10 : 90, а также макаронны из композитных смесей. Подтверждена целесообразность использования фасольевой муки для производства макаронных изделий. Полученные данные применимы для подготовки и проведения клинических исследований универсальных смесей с повышенным содержанием белка на основе фасольевой муки у пациентов с сахарным диабетом, ожирением, метаболическим синдромом.

Для цитирования

Марадудин М. С. и др. Влияние муки фасоли красной продовольственной на реологические свойства макарон. Вестник МГТУ. 2023. Т. 26, № 3. С. 257–263. DOI: <https://doi.org/10.21443/1560-9278-2023-26-3-257-263>.

Effect of red food bean flour on the rheological properties of pasta

Maxim S. Maradudin*, Inna V. Simakova, Alexej M. Maradudin

*Razumovsky Saratov State Medical University, Saratov, Russia;

e-mail: maradudinms@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6796-1901>

Article info

Received 31.05.2023;

received
in revised form
24.07.2023;

accepted 14.08.2023

Key words:

cereal,
wheat,
flour,
red beans,
composite mixture,
rheological properties,
pasta

Abstract

Legumes, in particular beans, differ significantly from cereals in protein content, amino acids, micro- and macroelements, so it can be argued that the addition of beans to the composite mixture will improve the nutrient composition and use the final products (pasta or bakery products) as specialized with increased protein content. The purpose of the work is to study the effect of red bean flour on the rheological properties of dough from a composite mixture based on durum wheat grits, as well as to confirm the possibility of using this product for the production of pasta with high protein content. The influence of beans has been determined by establishing a correlation between the qualitative characteristics of the components of the composite mixture and the rheological properties of the dough based on them. The objects of research are grains of durum wheat variety Krasnokutka-13, whole-ground flour from red food beans and composite mixtures based on them in a percentage ratio: 90 : 10, 80 : 20, 70 : 30, 60 : 40, 50 : 50, 40 : 60, 30 : 70, 20 : 80, and 10 : 90, as well as pasta from composite mixtures. The expediency of using bean flour for the production of pasta has been confirmed. The data obtained are applicable for the preparation and conduct of clinical trials of universal mixtures with high protein content based on bean flour in patients with diabetes mellitus, obesity, and metabolic syndrome.

For citation

Maradudin, M. S. et al. 2023. Effect of red food bean flour on the rheological properties of pasta. *Vestnik of MSTU*, 26(3), pp. 257–263. (In Russ.) DOI: <https://doi.org/10.21443/1560-9278-2023-26-3-257-263>.

Введение

Важной составляющей "Концепции государственной политики в области здорового питания населения" является создание функциональных, специализированных продуктов питания лечебного и профилактического назначения, основанное на комплексном использовании пищевого сырья (Доктрина продовольственной безопасности РФ, 2010¹). Изменение рецептурного состава мучных, кондитерских и макаронных изделий позволяет реально и эффективно проводить профилактику различных видов заболеваний, улучшая их пищевую и биологическую ценность за счет частичного или полного исключения продуктов, оказывающих негативное воздействие на здоровье человека (Матвеева и др., 2012; Чугунова и др., 2015; Лукин, 2015; Калинина и др., 2015). Это определяет актуальность исследований, направленных на поиск путей решения данной задачи. Многочисленными исследованиями установлено, что разработка рецептур с добавлением сырья растительного происхождения позволяет повысить не только пищевую ценность, но и укрепить неспецифический иммунитет и антиоксидантную защиту человеческого организма (Поторако и др., 2018; Zlotek et al., 2022). Макароны по сравнению с другими пищевыми продуктами имеют ряд преимуществ, а именно высокую усваиваемость основных питательных веществ, длительный срок хранения, низкую стоимость и доступность для любых слоев населения. Однако сокращение в последние годы в нашей стране объемов выращивания пшеницы твердых сортов привело к необходимости использования производителями хлебопекарной муки из мягкой пшеницы, белок которой имеет дефицит важнейших незаменимых аминокислот. Среди многочисленных способов повышения пищевой и биологической ценности макаронных изделий одним из перспективных является применение муки бобовых культур (Bresciani et al., 2019; Sissons, 2022). Известно, что при использовании растительного сырья происходит обогащение макаронных изделий пищевыми волокнами, органическими кислотами, витаминами и натуральными красителями (Winham et al., 2022). В то же время увеличение содержания сырья растительного происхождения, кроме повышения полезных свойств макаронных изделий, нередко сопровождается ухудшением структурно-механических и варочных свойств макаронных изделий (Осипова и др., 2010; Изтаев и др., 2018). Следовательно, при любом применении нетрадиционного сырья следует учитывать его влияние на физиологические, химические характеристики макаронных изделий, изменение их свойств в процессе и после варки, а также изменение сроков их хранения (Фазулина и др., 2019; Казанцева и др., 2018). Для этого необходимо тщательно исследовать влияние количества добавок бобовой муки на реологические свойства теста из композиционной смеси с подтверждением возможности его использования для производства макарон.

Объекты и методы

Предметом исследований являлись реологические свойства теста из крупки пшеницы твердой сорта Краснокутка-13, муки семян фасоли красной продовольственной, а также теста и макаронных изделий из композитных смесей на их основе. Выбор пшеницы сорта Краснокутка-13 обусловлен ее высокими качественными показателями (содержание клейковины в зерне – 38,7 %, размер частиц от 200 до 350 мкм после просеивания через сита № 125 и № 400). Такая крупка наиболее благоприятна для производства макаронных изделий (Осипова, 2013).

Предварительно была проведена оценка основных параметров реологического состояния теста, включая водопоглотительную способность (ВПС, %), время образования теста (T_1 , мин), время стабилизации (T_2 , мин), момент силы во время фазы разжижения (C_2 , Н·м), момент силы, характеризующий максимальную консистенцию теста во время фазы ретроградации крахмала (C_5 , Н·м), а также энергию, поглощенную в процессе тестообразования (P , Вт·час/кг). Данные параметры определяли в лаборатории качества зерна ФГБНУ НИИСХ Юго-Востока (г. Саратов) на приборе Mixolab (Mixolab, Шопен, Франция) по стандартной методике в соответствии с ГОСТ ISO 17718-2015 "Зерно и мука из мягкой пшеницы. Определение реологических свойств теста в зависимости от условий замеса и повышения температуры"². Полученные результаты реологического состояния теста были сопоставлены с белозной муки, которую определяли с помощью белизомера "БЛИК-РЗ". Корреляцию между исследуемыми показателями устанавливали при помощи программ Microsoft Excel. Критические значения коэффициента корреляции (r) на 5%-м уровне значимости выявляли по методике В. М. Доспехова (Доспехов, 1985).

Образцы макарон получали в соответствии со стандартной методикой изготовления макарон для лабораторных исследований. Для этого использовали месилку Свенсона, лабораторный макаронный пресс АМЛ-1, бронзовую матрицу с фторопластовой вставкой (отверстия внешнего диаметра – 5,5 мм, внутреннего – 3,5 мм), кассеты из плексигласа 22×22 см, сушильный шкаф, весы аналитические и технические ВЛТК-500; термостат с водяной рубашкой, позволяющий держать температуру в камере от 30 до 60 °С и относительную влажность воздуха от 54 до 93 %.

¹ Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации, 2010 год. URL: <http://kremlin.ru>.

² ГОСТ ISO 17718-2015. Зерно и мука из мягкой пшеницы. Определение реологических свойств теста в зависимости от условий замеса и повышения температуры. М., 2018.

Работу проводили в следующей последовательности. Навеску макаронной крупки из твердой пшеницы или композитной смеси на ее основе с добавлением муки фасоли определенной концентрации, равную 100 г, помещали в месилку. Затем, добавляя теплую (65–69 °С) воду, доводили влажность макаронного теста до 31–32 %. Общее время замешивания теста – 15 мин. Далее замешенное тесто переносили в тестомесилку макаронного прессы. Тесто выпрессовывали через бронзовую матрицу, отверстия которой снабжены фторопластовыми вставками. Полученные макароны укладывали на стол, нарезали длиной 220 мм и помещали в кассету, емкость которой составляла 18 проб. Диаметр макарон – 5,5 мм.

Сушили макароны кассетным способом в термостате, при начальной температуре в камере 40 °С и относительной влажности от 88 до 93 %. Из 100 г крупки получали 56–60 г сухих макарон. Такое количество макарон достаточно для определения их свойств.

Готовые изделия анализировали по следующим показателям: прочность макаронных изделий, измеряемая на приборе В. И. Строгонова, коэффициент увеличения массы и коэффициент увеличения объема макаронных изделий. Последние два показателя необходимы для оценки варочных свойств получаемых образцов, которые обусловлены перечнем физико-химических показателей макаронных изделий по ГОСТ 31743-2017 "Изделия макаронные. Общие технические условия"³. Данные показатели определяли в соответствии с методиками ГОСТ 31964-2012 "Изделия макаронные. Правила приемки и методы определения качества"⁴.

Результаты и обсуждение

Результаты исследований реологических свойств теста из композитных смесей представлены в табл. 1.

Таблица 1. Реологические параметры теста крупки пшеницы твердой (КПТ) сорта Краснокутка-13, муки фасоли красной продовольственной (МФК) и композитных смесей на их основе
Table 1. Rheological parameters of the dough of solid wheat grits (SWG) of Krasnokutka-13 grade, red food bean flour (RFB) and composite mixtures based on them

№ п/п	Образец композитной смеси	Белизна муки, (в ед. прибора)	ВПС, %	T_1 , мин	T_2 , мин	C_2 , Н·м	C_5 , Н·м	Pa , Вт·час/кг
1	КПТ, 100 %	29,9	60,4	2,48	8,67	0,54	4,43	140,09
2	КПТ 90 % + 10 % МФК	24,5	65,0	2,63	7,98	0,40	4,51	143,37
3	КПТ 80 % + 20 % МФК	23,7	65,7	2,52	3,62	0,34	3,65	125,87
4	КПТ 70 % + 30 % МФК	21,8	68,4	2,85	3,63	0,27	3,51	116,14
5	КПТ 60 % + 40 % МФК	21,7	68,5	3,42	3,83	0,27	3,18	109,42
6	КПТ 50 % + 50 % МФК	19,9	66,5	3,40	3,87	0,29	3,17	109,43
7	КПТ 40 % + 60 % МФК	22,0	66,7	3,28	4,80	0,26	3,05	102,27
8	КПТ 30 % + 70 % МФК	20,1	65,4	3,15	5,48	0,28	2,49	87,56
9	КПТ 20 % + 80 % МФК	22,6	65,6	1,52	4,35	0,35	0,02	62,79
10	КПТ 10 % + 90 % МФК	23,0	66,0	1,35	2,88	0,40	0,21	64,93
11	МФК 100 %	21,5	61,2	1,08	2,95	0,42	0	55,25
12	<i>K-т коррел. по белизне</i>	<i>1,0</i>	<i>0,35</i>	<i>0,04</i>	<i>0,49</i>	<i>0,68</i>	<i>0,14</i>	<i>0,25</i>
13	<i>K-т коррел. по ВПС</i>	<i>–</i>	<i>1,0</i>	<i>0,26</i>	<i>0,20</i>	<i>0,74</i>	<i>0,01</i>	<i>0,0</i>

Полученные данные (табл. 1) подтвердили влияние содержания муки фасоли на реологические свойства теста из композитных смесей из крупки пшеницы твердой и муки фасоли. Однако не для всех показателей корреляция между белизной, водопоглотительной способностью и реологическими свойствами имела значимый характер (при 5 % уровне значимости $r = 0,553$ (Доспехов, 1985)).

Установлено, что с увеличением количества муки фасоли в композитной смеси с 10 до 90 % происходит устойчивое снижение показателя белизны от максимального (29,9 единиц для 100 % крупки) до минимального значения (23,0 единицы для варианта с 90 % содержанием муки фасоли).

При этом показатель белизны с высокой степенью коррелируется только со временем стабилизации (T_2) и с моментом силы во время фазы разжижения (C_2), слабо коррелируется с водопоглотительной способностью (ВПС) и с затратами энергии на процесс тестообразования (Pa) и практически не значим для времени образования теста (T_1) и для момента силы, характеризующего максимальную консистенцию теста во время фазы ретроградации крахмала (C_5).

Также установлено, что с увеличением количества муки фасоли в композитной смеси с 10 до 90 %, изменение водопоглотительной способности носит несущественный характер. Разница между максимальными и минимальными значениями составила всего 5,0 %. В то же время для композитных смесей на основе муки пшеницы высшего сорта и муки тритикале эта разница была намного значительней (например, для смесей

³ ГОСТ 31743-2017. Изделия макаронные. Общие технические условия. М., 2019.

⁴ ГОСТ 31964-2012. Изделия макаронные. Правила приемки и методы определения качества. М., 2014.

из муки пшеницы с мукой фасоли красной увеличение ВПС составило 13,6 %, а для смесей из муки тритикале с мукой фасоли красной – 8,3 %) (Марадудин и др., 2020; 2021).

В отличие от ранее полученных результатов влияния содержания муки фасоли на реологические свойства композитных смесей с мукой пшеницы и тритикале высокая степень корреляции водопоглотительной способности отмечается только с моментом силы во время фазы разжижения (C_2).

Изменение же момента силы, характеризующей максимальную консистенцию теста во время фазы ретроградации крахмала (C_5), и энергии, поглощаемой в процессе тестообразования (P), соответствуют ранее полученным зависимостям (Марадудин и др., 2020; 2021).

Пробные образцы полученных макаронных изделий из композитных смесей с различной массовой долей муки фасоли красной продовольственной представлены на фотографиях (рис. 1 и 2).



Рис. 1. Макароны из композитных смесей на основе крупки пшеницы твердой (КПТ) сорта Краснокутка-13 и муки из фасоли красной (МФК) продовольственной: 1 – КПТ 100 %; 2 – КПТ 90 % + МФК 10 %; 3 – КПТ 80 % + МФК 20 %; 4 – КПТ 70 % + МФК 30 %; 5 – КПТ 60 % + МФК 40 %; 6 – КПТ 50 % + МФК 50 %

Fig. 1. Pasta from composite mixtures based on solid wheat grits (SWG) of Krasnokutka-13 grade and red bean flour (RBF) food: 1 – SWG 100 %; 2 – SWG 90 % + RBF 10 %; 3 – SWG 80 % + RBF 20 %; 4 – SWG 70 % + RBF 30 %; 5 – SWG 60 % + RBF 40 %; 6 – SWG 50 % + RBF 50 %

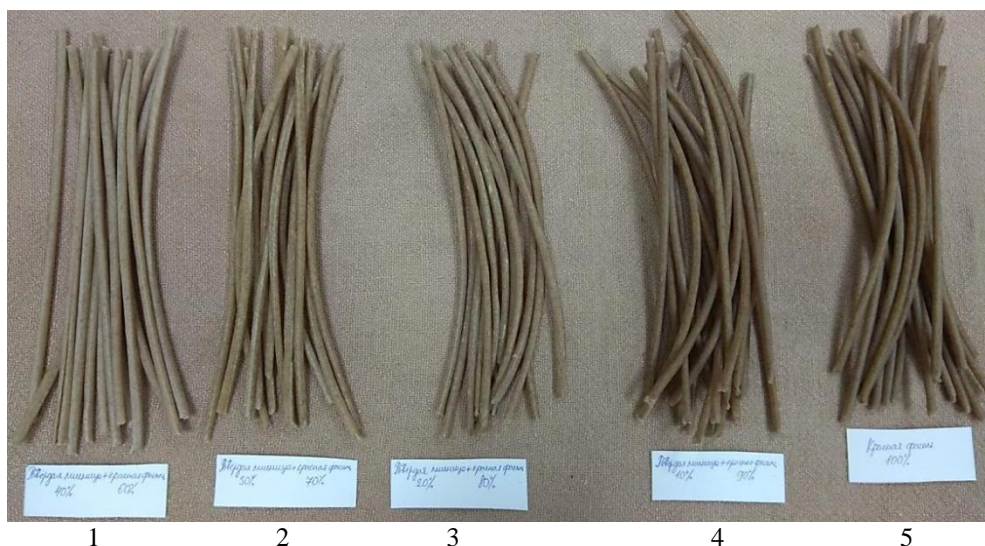


Рис. 2. Макароны из композитных смесей на основе крупки пшеницы твердой (КПТ) сорта Краснокутка-13 и муки из фасоли красной (МФК) продовольственной: 1 – КПТ 40 % + МФК 60 %; 2 – КПК 30 % + МФБ 70 %; 3 – КПТ 20 % + МФК 80 %; 4 – КПТ 10 % + МФК 90 %; 5 – МФК 100 %

Fig. 2. Pasta from composite mixture based on solid wheat grits (SWG) of Krasnokutka-13 grade and red bean flour (RBF) food: 1 – SWG 40 % + RBF 60 %; 2 – SWG 30 % + RBF 70 %; 3 – SWG 20 % + RBF 80 %; 4 – 10 % SWG + 90 % RBF; 5 – RBF 100 %

Показатели качества варочных свойств макаронных изделий из композитных смесей на основе крупки пшеницы твердой и муки фасоли красной приведены в табл. 2.

Таблица 2. Показатели качества варочных свойств макаронных изделий из композитных смесей на основе крупки пшеницы твердой (КПТ) и муки фасоли красной (МФК)

Table 2. Quality indicators of cooking properties of pasta made from composite mixtures based on solid wheat and red bean flour

№ п/п	Содержание муки фасоли красной в макаронных изделиях, %	Объем сухих макарон. изделий (V_1), мл	Объем макарон. изделий после варки (V_2), мл	Коэффициент развариваемости	Прочность макарон (по методу Строгонова), r	Вес сухого остатка, r	Процент сухого остатка
1	КПТ, 100	318	374	1,18	638	0,14	5,6
2	МФК, 10	318	365	1,15	602	0,15	6,0
3	МФК, 20	316	379	1,19	401	0,16	6,4
4	МФК, 30	318	374	1,18	468	0,17	6,8
5	МФК, 40	319	375	1,18	410	0,18	7,2
6	МФК, 50	319	375	1,18	390	0,23	9,2
7	МФК, 60	320	375	1,17	359	0,23	9,2
8	МФК, 70	319	374	1,17	238	0,24	9,6
9	МФК, 80	320	373	1,17	249	0,29	11,6
10	МФК, 90	320	371	1,16	296	0,35	14,0
11	МФК, 100	320	370	1,16	287	0,35	14,0

Как видно из табл. 2, макаронные изделия, приготовленные из композитных смесей, по объему сухих макаронных изделий, объему макаронных изделий после варки и по коэффициенту развариваемости практически не отличаются от макарон, изготовленных из крупки твердой пшеницы. Однако увеличение содержания муки фасоли в макаронных изделиях ведет к увеличению содержания сухих веществ в варочной воде (процент сухого остатка) и снижению прочности сухих макаронных изделий, причем изменение этих параметров пропорционально изменению содержания в композитной смеси муки фасоли.

Таким образом, от внесения определенного количества муки фасоли в композитную смесь зависят структурно-механические и варочные свойства макаронных изделий.

Заключение

Представленные результаты подтверждают целесообразность использования фасолевого муки для производства макаронных изделий. Полученные данные применимы для подготовки и проведения клинических исследований универсальных смесей с повышенным содержанием белка на основе фасолевого муки у пациентов с сахарным диабетом, ожирением, метаболическим синдромом.

Определены рецептурные соотношения пшеничной муки и муки фасоли, позволяющие в максимальной степени повысить пищевую и биологическую ценность макаронных изделий.

Однако увеличение содержания муки фасоли в макаронных изделиях ведет к увеличению содержания сухих веществ в варочной воде (процент сухого остатка) и снижению прочности сухих макаронных изделий, причем изменение этих параметров пропорционально изменению содержания в композитной смеси муки фасоли.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Библиографический список

- Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
- Издаев Б. А., Исакова Г. К., Умирзакова Г. А., Магомедов Г. О. Расширение ассортимента макаронных изделий за счет использования комбинированных систем сырья // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2018. Т. 80, № 1. С. 173–180. DOI: <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-1-173-180>. EDN: YWLILY.
- Казанцева И. Л., Кулеватова Т. Б., Злобина Л. Н. К вопросу применения муки из зерна нута в технологии мучных кондитерских изделий // Зернобобовые и крупяные культуры. 2018. № 1(25). С. 76–82. EDN: YUVVBE.

- Калинина И. В., Науменко Н. В., Фекличева И. В. Формирование потребительских достоинств хлебобулочных изделий путем внесения дополнительных сырьевых компонентов // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Сер. Пищевые и биотехнологии. 2015. Т. 3, № 2. С. 10–17. EDN: TOEEMV.
- Лукин А. А. Перспективы создания хлебобулочных изделий функционального назначения // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Сер. Пищевые и биотехнологии. 2015. Т. 3, № 1. С. 95–100. EDN: TFBMGL.
- Марадудин М. С., Симакова И. В., Марадудин А. М. Влияние муки фасоли белой на реологические свойства композитных смесей на основе муки пшеницы и тритикале // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2021. № 3. С. 35–42. DOI: 10.24412/2311-6447-2021-3-35-42. EDN: DFVYGT.
- Марадудин М. С., Симакова И. В., Смоленцева А. А., Шелкова Я. И. Влияние муки фасоли на реологические и хлебопекарные свойства теста из композитной смеси на основе муки пшеницы // Пищевая промышленность. 2020. № 4. С. 17–21. DOI: 10.24411/0235-2486-2020-10039. EDN: LKPHWU.
- Матвеева Т. В., Корячкина С. Я. Физиологически функциональные пищевые ингредиенты для хлебобулочных и кондитерских изделий. Орел : Госуниверситет – УНПК, 2012. 947 с.
- Осипова Г. А. Теоретическое и экспериментальное обоснование разработки новых видов макаронных изделий повышенной пищевой ценности. Орел : Госуниверситет – УНПК, 2013. 298 с.
- Осипова Г. А., Корячкина С. Я., Волчков А. Н. Способы повышения биологической ценности макаронных изделий. Орел, 2010. 159 с.
- Потороко И. Ю., Паймулина А. В., Ускова Д. Г., Калинина И. В. Научные и практические аспекты технологий продуктов питания функциональной направленности // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Сер. Пищевые и биотехнологии. 2018. Т. 6, № 1. С. 49–59. DOI: <https://doi.org/10.14529/food180106>. EDN: YRZBIU.
- Фазуллина О. Ф., Смирнов С. О. Использование растительных обогащающих добавок при производстве макаронных изделий: литературный обзор // Вестник МГТУ. 2019. Т. 22, № 3. С. 449–457. DOI: <https://doi.org/10.21443/1560-9278-2019-22-3-449-457>. EDN: IWUGXQ.
- Чугунова О. В., Пастушкова Е. В. Моделирование органолептических показателей хлеба с растительными добавками // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Сер. Пищевые и биотехнологии. 2015. Т. 3, № 4. С. 80–87. DOI: <https://doi.org/10.14529/food150411>. EDN: VDMRYR.
- Bresciani A., Marti A. Using pulses in baked products: Lights, shadows, and potential solutions // Foods. 2019. Vol. 8, Iss. 10. Article number: 451. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods8100451>.
- Sissons M. Development of novel pasta products with evidence based impacts on health – A review // Foods. 2022. Vol. 11, Iss. 1. Article number: 123. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods11010123>.
- Winham D. M., Thompson S. V., Heer M. M., Davitt E. D. [et al.]. Black bean pasta meals with varying protein concentrations reduce postprandial glycemia and insulinemia similarly compared to white bread control in adults // Foods. 2022. Vol. 11, Iss. 11. Article number: 1652. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods11111652>.
- Złotek U., Jakubczyk A., Gawlik-Dziki U. Antioxidant in food safety and sustainability // Foods. 2022. Vol. 11, Iss. 3. Article number: 433. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods11030433>.

References

- Dospekhov, B. A. 1985. Field experience methodology (with the basics of statistical processing of research results). Moscow. (In Russ.)
- Iztaev, B. A., Iskakova, G. K., Umirzakova, G. A., Magomedov, G. O. 2018. Expanding the range of pasta products through the use of combined raw material systems. *Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*, 80(1), pp. 173–180. DOI: <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-1-173-180>. EDN: YWLILY. (In Russ.)
- Kazantseva, I. L., Kulevatova, T. B., Zlobina, L. N. 2018. On the use of chickpea flour in flour confectionery technology. *Legumes and Groat Crops*, 1(25), pp. 76–82. EDN: YUVVBE. (In Russ.)
- Kalinina, I. V., Науменко, N. V., Feklicheva, I. V. 2015. The formation of consumer advantages of bakery products by introducing additional raw materials. *Bulletin of the South Ural State University. Series: Food and Biotechnology*, 3(2), pp. 10–17. EDN: TOEEMV. (In Russ.)
- Lukin, A. A. 2015. Prospects for the creation of bakery products of functional purpose. *Bulletin of the South Ural State University. Series: Food and Biotechnology*, 3(1), pp. 95–100. EDN: TFBMGL. (In Russ.)
- Maradudin, M. S., Simakova, I. V., Maradudin, A. M. 2021. Influence of white bean flour on the rheological properties of composite mixtures based on wheat flour and triticale. *Technologies of the Food and Processing Industry of the Agro-industrial Complex – Healthy Food Products*, 3, pp. 35–42. DOI: 10.24412/2311-6447-2021-3-35-42. EDN: DFVYGT. (In Russ.)

- Maradudin, M. S., Simakova, I. V., Smolentseva, A. A., Shelkova, Ya. I. 2020. Influence of bean flour on the rheological and bakery properties of dough made from a composite mixture based on wheat flour. *Food Industry*, 4, pp. 17–21. DOI: 10.24411/0235-2486-2020-10039. EDN: LKPHWU. (In Russ.)
- Matveeva, T. V., Koryachkina, S. Ya. 2012. Physiologically functional food ingredients for bakery and confectionery products. *Oryol*. (In Russ.)
- Osipova, G. A. 2013. Theoretical and experimental substantiation of the development of new types of pasta with increased nutritional value. *Oryol*. (In Russ.)
- Osipova, G. A., Koryachkina, S. Ya., Volchkov, A. N. 2010. Methods of increasing the biological value of pasta. *Oryol*. (In Russ.)
- Potorako, I. Yu., Paimulina, A. V., Uskova, D. G., Kalinina, I. V. 2018. Scientific and practical aspects of functional food technologies. *Bulletin of the South Ural State University. Series: Food and Biotechnology*, 6(1), pp. 49–59. DOI: <https://doi.org/10.14529/food180106>. EDN: YRZBIU. (In Russ.)
- Fazullina, O. F., Smirnov, S. O. 2019. The use of herbal enrichment additives in the production of pasta: A literary review. *Vestnik of MSTU*, 22(3), pp. 449–457. DOI: <https://doi.org/10.21443/1560-9278-2019-22-3-449-457>. EDN: IWUGXQ. (In Russ.)
- Chugunova, O. V., Pastushkova, E. V. 2015. Modeling organoleptic indicators of bread with vegetable additives. *Bulletin of the South Ural State University. Series: Food and Biotechnology*, 3(4), pp. 80–87. DOI: <https://doi.org/10.14529/food150411>. EDN: VDMRYR. (In Russ.)
- Bresciani, A., Marti, A. 2019. Using pulses in baked products: Lights, shadows, and potential solutions. *Foods*, 8(10). Article number: 451. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods8100451>.
- Sissons, M. 2022. Development of novel pasta products with evidence based impacts on health – A review. *Foods*, 11(1). Article number: 123. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods11010123>.
- Winham, D. M., Thompson, S. V., Heer, M. M., Davitt, E. D. et al. 2022. Black bean pasta meals with varying protein concentrations reduce postprandial glycemia and insulinemia similarly compared to white bread control in adults. *Foods*, 11(11). Article number: 1652. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods11111652>.
- Złotek, U., Jakubczyk, A., Gawlik-Dziki, U. 2022. Antioxidant in food safety and sustainability. *Foods*, 11(3). Article number: 433. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods11030433>.

Сведения об авторах

Марадудин Максим Серафимович – ул. Большая Казачья, 112, г. Саратов, Россия, 410012; Саратовский государственный медицинский университет им. В. И. Разумовского, канд. техн. наук, доцент; e-mail: maradudinms@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6796-1901>

Maxim S. Maradudin – 112 Bolshaya Kazach'ya, Saratov, Russia, 410012; Saratov State Medical University named after V. I. Razumovsky, Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor; e-mail: maradudinms@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6796-1901>

Симакова Инна Владимировна – ул. Большая Казачья, 112, г. Саратов, Россия, 410012; Саратовский государственный медицинский университет им. В. И. Разумовского, д-р техн. наук, профессор; e-mail: simakovaiv@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0998-8396>

Inna V. Simakova – 112 Bolshaya Kazach'ya, Saratov, Russia, 410012; Saratov State Medical University named after V. I. Razumovsky, Dr Sci. (Engineering), Professor; e-mail: simakovaiv@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0998-8396>

Марадудин Алексей Максимович – пр. Столыпина, 4, стр. 3, г. Саратов, Россия, 410012; Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии им. Н. И. Вавилова, канд. техн. наук, доцент; e-mail: zerocool23@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9092-9299>

Alexej M. Maradudin – 4/3 Stolypina Ave., Saratov, Russia, 410012; N. I. Vavilov Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering, Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor; e-mail: zerocool23@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9092-9299>