

Использование нетрадиционного сырья в производстве макаронных изделий повышенной пищевой ценности

С. О. Смирнов, О. Ф. Фазуллина*

*Научно-исследовательский институт пищекоцентрализованной промышленности
и специальной пищевой технологии – филиал
ФГБУН «ФИЦ питания, биотехнологии и безопасности пищи»,
142718, Россия, Московская обл., Ленинский район, пос. Измайлово, 22*

Дата поступления в редакцию: 30.05.2019
Дата принятия в печать: 30.08.2019

142718, Россия, Московская обл., Ленинский район, пос. Измайлово, 22

*e-mail: olfazullina@yandex.ru



© С. О. Смирнов, О. Ф. Фазуллина, 2019

Аннотация. В статье рассматриваются проблемы совершенствования ассортимента макаронных изделий. Качество продуктов питания и сбалансированность рациона человека имеют определяющее значение для состояния здоровья и качества его жизни. Макаaronная продукция имеет большой спрос у всех групп населения, поэтому может рассматриваться как объект для внесения функциональных компонентов. Предприятиями макаронной отрасли выпускается целый ряд обогащенной продукции с диетической и/или функциональной направленностью, представленный в торговой сети, но их количество в процентном соотношении незначительно. Учитывая популярность макаронных изделий, возможность включения нетрадиционного сырья в состав макаронного теста для изменения химического состава и повышения пищевой ценности можно считать перспективным направлением. В исследованиях применяли методы систематизации, анализа и обобщения. Работа проводилась в НИИ пищекоцентрализованной промышленности и специальной пищевой технологии – филиал ФГБУН «ФИЦ питания, биотехнологии и безопасности пищи». В статье приведен обзор научных трудов российских и зарубежных исследователей по перспективному во всем мире направлению усовершенствования ассортимента макаронной продукции, а именно макаронных изделий с функциональными свойствами с использованием в производстве нетрадиционного сырья. Представлены некоторые способы расширения использования имеющейся сырьевой базы, новые рецептуры и технологии изготовления функциональных макаронных изделий с использованием нетрадиционного сырья. Выявлены проблемы и тенденции в макаронной отрасли. Исследование имеет теоретическое значение и может быть полезно ученым и производителям при разработке новых рецептур и/или технологий макаронных изделий с заданными функциональными свойствами с использованием нетрадиционного сырья.

Ключевые слова. Хлебопекарная мука, макаронные изделия, растительное сырье, обогащение, пищевая ценность.

Для цитирования: Смирнова, С. О. Использование нетрадиционного сырья в производстве макаронных изделий повышенной пищевой ценности / С. О. Смирнова, О. Ф. Фазуллина // Техника и технология пищевых производств. – 2019. – Т. 49, № 3. – С. 454–469. DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-3-454-469>.

Review article

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

Non-Traditional Raw Materials in Pasta Production of High Nutrition Value

S.O. Smirnov, O.F. Fazullina*

*Scientific Research Institute of Food-Concentrate Industry and
Special Food Technology – a branch
Federal Research Centre of Nutrition, Biotechnology and Food Safety,
22, Izmailovo, Leninsky district, Moscow region, 142718, Russia*

Received: May 30, 2019
Accepted: August 30, 2019

*e-mail: olfazullina@yandex.ru



© S.O. Smirnov, O.F. Fazullina, 2019

Abstract. The article features the problems of improving the range of pasta products. The quality of food and the overall balance of the human diet are crucial in the state of health and quality of life. Macaroni products are in great demand among all population groups, so it can be considered as an object for the introduction of enriching and functional components. Pasta industry produces scores fortified products with dietary and/or functional orientation, but their percentage remains insignificant. Given the popularity of pasta, it can be a promising direction to include non-traditional raw materials in the pasta dough in order to change its chemical composition and increase nutritional value. The research employed methods of systematization, analysis, and generalization. The research was conducted on the premises of the Scientific Research Institute of Food-Concentrate Industry and Special Food Technology, Branch of Federal Research Center of Nutrition and Biotechnology. The article contains an overview of the scientific works by Rus-

sian and foreign researchers on improving the range of pasta products, namely pasta with functional properties, using non-traditional raw materials. It also describes some ways of expanding the use of existing raw materials, new formulations and technologies for the production of functional pasta with non-traditional raw materials. The research revealed some problems and trends in the pasta industry. The study is of theoretical importance and can be useful for scientists and producers in the development of new formulations and/or technologies of pasta with desired functional properties using non-traditional raw materials.

Keywords. Baking flour, pasta, plant materials, enrichment, nutrition value.

For citation: Smirnov SO, Fazullina OF. Non-Traditional Raw Materials in Pasta Production of High Nutrition Value. *Food Processing: Techniques and Technology*. 2019;49(3):454–469. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-3-454-469>.

Введение

Пищевая ценность продуктов питания человека существенно определяет состояние его здоровья и качество жизни. Неблагоприятная экологическая обстановка, различные стрессовые ситуации и изменения пищевого рациона приводят к ухудшению здоровья населения всех возрастных и социальных групп. Продукты питания могут не только обеспечивать потребности в энергии и основных питательных веществах, но и иметь лечебно-профилактические свойства [1–5].

Государственная политика РФ в области здорового питания населения определяет актуальность проводимых исследований по производству продуктов питания массового потребления, в том числе макаронных изделий, с лечебно-профилактической направленностью [6–7].

Макаронные изделия являются одними из наиболее потребляемых продуктов питания и входят в список товаров повседневного спроса [8–11].

По данным исследований IndexBox Russia, российский рынок макаронных изделий показывает стабильный рост. Также растет спрос на продукцию повышенного качества среднего и премиального сегментов. Это можно объяснить развитием культуры потребления макаронных изделий не только в качестве гарнира, но и как самостоятельное блюдо, а также тенденцией предпочтения потребителями полезной и качественной продукции, несмотря на ее более высокую стоимость. Росту спроса на макаронные изделия из твердых сортов пшеницы и изделия с добавками, в состав которых включены, кроме твердой пшеницы, другие зерновые культуры, способствует популярность идей здорового образа жизни и правильного питания. Популярны у потребителей также макаронные изделия с повышенным содержанием клетчатки, цельнозерновые, безглютеновые, с добавлением амаранта, стевии, топинамбура, шпината, томатов и других компонентов, которые выпускаются как «диетические». Отечественные производители макаронных изделий расширяют линейку продукции и осваивают новые сегменты рынка (ОАО «МАКФА», СИ Групп, Корпорация Di&Di, «Макарон Сервис», «Умная мама», ООО «Объединение Союзпищепром», «Дивинка», «ВАСТЭКО», «Беловодье» и др.) [10, 12, 13].

По данным исследований аналитиков, российский рынок состоит примерно на 96 % из продукции отечественного производства. Экспортируется около 2 % от общего объема продукции (в Казахстан и Беларусь

почти 61 %). Объем производства макаронных изделий с 2013 года характеризовался положительной динамикой. С 2015 года темпы роста увеличились и составляли около 8 % в год. Рост в 2017 году составил уже 9,3 % по сравнению с 2016 годом. Прирост производства в 2018 году – 7,6 %. Среднедушевое потребление макаронной продукции в РФ составляет 9,1 кг/чел. [8, 9].

В среднесрочной перспективе, как ожидается аналитиками, рост объемов потребления макаронных изделий составит около 2 % ежегодно. Спрос будет расти за счет расширения ассортимента продукции, выпуска макаронных изделий по новым рецептурам, повышения культуры потребления [9].

Макаронные изделия в России выпускаются, в зависимости от сырья, по следующим категориям:

- группа А – из муки твердой пшеницы первого, второго и высшего сорта;
- группа Б – из муки мягкой стекловидной пшеницы первого и высшего сорта;
- группа В – из пшеничной хлебопекарной муки первого и высшего сорта.

Из-за недостаточного количества специальной макаронной муки, получаемой исключительно из сортов твердой пшеницы, в России макаронная продукция вырабатывается в основном из мягкой хлебопекарной муки [10, 14].

Макаронные изделия из пшеницы мягких сортов имеют высокую калорийность и низкую пищевую ценность. Они содержат порядка 10 % белка, 70 % углеводов, 0,5 % жира. Содержание минеральных веществ и клетчатки незначительно [15, 16]. Расширение производства макаронной продукции, обогащенной компонентами с высокой пищевой и биологической ценностью (белки, пищевые волокна, витамины и др.), поможет решить задачи повышения качества питания населения и расширения ассортимента диетических и лечебных продуктов [17, 18].

При производстве макаронных изделий используют такие злаковые культуры, как пшеница, рожь, ячмень, полба, овес, рис, сорго, просо, кукуруза, гречиха и др [10, 19]. Для определения целесообразности и эффективности использования добавок-обогачителей для макаронного теста необходимо учитывать влияние вносимых добавок на качество готового продукта и технологические параметры производства, изменяющиеся при изменении рецептуры макаронного теста [20].

Выбор обогащающих добавок, в частности при производстве макаронных изделий, должен основываться

на теории сбалансированного питания и учитывать содержание биологически активных веществ, которое должно быть на уровне, обеспечивающем профилактические свойства готового продукта, а также гарантировать соблюдение требуемого качества продукта при хранении, транспортировании и варке [21].

При разработке рецептур и технологий производства макаронных изделий повышенной пищевой ценности необходимо проводить комплексные теоретические и экспериментальные исследования для обоснования применения добавок-обогащителей и нетрадиционных видов сырья. Правильно подобранные сырье и добавки помогут гарантировать функциональность готовых изделий, увеличение пищевой и биологической ценности, а также качество и безопасность готовой продукции [22].

К продуктам питания функционального назначения относятся продукты, при производстве которых используют качественное сырье только природного происхождения, не содержащее генетически модифицированные компоненты [23, 24].

Целью нашего исследования является обзор целесообразности применения в рецептуре макаронных изделий повышенной пищевой ценности для различных групп населения нетрадиционных видов сырья, овощных порошков, а также систематизация существующих способов, имеющихся данных о технологических свойствах функциональных добавок, определение направлений исследований и существующих проблем.

Актуальность исследований в области разработки и производства макаронных изделий можно проследить на примере статистики публикационной активности в базе данных «Российский индекс научного цитирования» (РИНЦ) в системе «Электронно-библиотечная система Научная Электронная Библиотека» – основном российском ресурсе, отражающем научную деятельность, публикации и показатели активности исследователей России и ближнего зарубежья (рис. 1).

Объекты и методы исследования

В исследовании применяли общепринятые методы исследований: систематизация, анализ и обобщение. Объектами исследований явились: действующие нормативные и законодательные документы; доступные информационные базы данных о состоянии макаронной промышленности у нас в стране и за рубежом; интернет-источники.

Результаты и их обсуждение

Современное состояние макаронной отрасли. Исследования в области производства макаронных изделий проводятся во многих странах. Известны отечественные и зарубежные исследования технологических, структурных свойств и качества макаронных изделий из муки твердых сортов пшеницы [25–28]. Авторами Lamacchia *et al.* исследованы изменения белков макаронных изделий в процессе сушки и влияние на варочные свойства [29]. В работе авторов Jukić *et al.* представлены исследования изменения цвета макаронных изделий с различными добавками

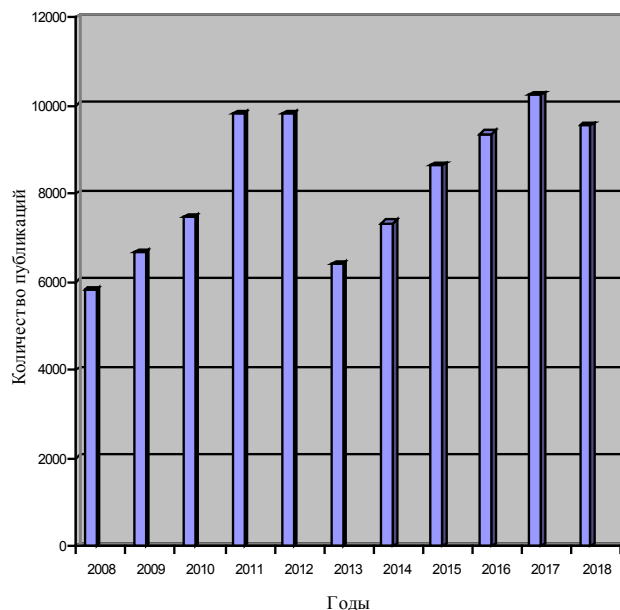


Рисунок 1. Публикационная активность в области разработки и производства макаронных изделий в базе данных РИНЦ за 2008–2018 гг.

Figure 1. Publication activity in the field of development and production of pasta according to the Russian Science Citation Index database for 2008–2018

в процессе сушки и варки [30]. В работах [31, 32] и исследованы различные пищевые волокна макаронных изделий.

Для разработки рецептуры и технологии производства макаронных изделий повышенной пищевой ценности представляют интерес исследования, направленные на оценку влияния внесения обогащающих добавок на технологические свойства и качество готовой продукции.

В работе Kosović *et al.* представлены результаты исследований микроструктуры и варочных свойств обогащенных ячменем макаронных изделий при различных технологических параметрах [33]. В работах [34, 35] исследовали качество и перевариваемость макаронных изделий из ячменя и манной крупы. В работах [35, 37] авторы исследовали качество безглютеновых макаронных изделий.

Для производства макаронных изделий используют овсяную муку, Lorusso *et al.* использовали в исследованиях муку киноа, дробленый рис использовали Ahmed *et al.*, сухое обезжиренное молоко – Ronge *et al.*, а также муку бобовых, какао, просо, морковь, отруби, амарант, местное растительное сырье (колоказия, бананы и др.) [38–54].

В исследовании института хлебопекарной промышленности авторами описан способ производства макаронных изделий из пшеничной муки с пищевой обогащительной добавкой [55]. В качестве добавки в макаронное тесто авторы исследовали зерновой и овощной амарант. Авторами выявлено, что добавление в макаронное тесто продуктов переработки амаранта овощных и зерновых сортов способно увеличить биологическую ценность готовых изделий и,

что немаловажно, уменьшить показатели микробиологической обсемененности готовых макаронных изделий.

Ученые Орловского государственного университета представили результаты своих исследований по разработке новой рецептуры теста для производства макаронных изделий с повышенным содержанием белка и высокими показателями качества [56]. В рецептуру макаронного теста авторы предложили добавлять к пшеничной муке известные белоксодержащие бобовые культуры (горох, фасоль и чечевица) в виде муки, а также рябинового пюре. Внесение в тесто рябинового пюре способствует обогащению биологически активными веществами и улучшает цветовой показатель. Экспериментально авторы определили оптимальное процентное соотношение вносимых обогащающих добавок. Рекомендуемая авторами рецептура макаронного теста включает основной компонент – муку пшеничную и в качестве обогащающей добавки один из видов муки из исследованных бобовых и рябинового пюре. Мука бобовых культур рекомендована авторами в количестве 10 % от массы основного сырья. При добавлении рябинового пюре авторами рекомендовано внесение 7,5 % от массы основного сырья – муки пшеничной. В результате исследований доказано, что готовые макаронные изделия, произведенные по новой рецептуре с предложенными добавками, содержат повышенное количество белка, сбалансированного по аминокислотному составу. Внесение муки бобовых и рябинового пюре в макаронное тесто положительно повлияло как на органолептические показатели качества, так и на структурно-механические. Полученные макаронные изделия имеют высокие показатели качества.

В работе ОАО «Мелькомбинат» в рецептуру макаронных изделий предложены диетические пшеничные отруби как обогащающая добавка [57]. Известно, что отруби являются источниками биологически активных веществ, таких как клетчатка, минеральные вещества, различные витамины, в том числе группы В. В следующей работе описана разработанная рецептура макаронного теста, включающая, кроме пшеничной муки и воды, гороховый крахмал [58]. В работе [59] описана новая рецептура теста для производства макаронных изделий из пшеничной муки и комплексной добавки. Добавка состоит из гороховой муки 10 %, морковной пасты 8,5 % и кефира 7,5 % к массе пшеничной муки.

В работе [60] авторы для обогащения макаронных изделий использовали лекарственные растения в виде порошков. Получены хорошие результаты при добавлении к пшеничной муке порошков лекарственных трав: валериана, пустырник, зверобой, подорожник, чабрец, ромашка, а также плодов боярышника и шиповника. Известно, что все исследованное в работе растительное сырье содержит биологически активные вещества. Авторы рекомендуют внесение обогащающих растительных добавок 5–15 % к массе пшеничной муки.

В работе ООО «Макарон-Сервис» для производства макаронных изделий для потребителей с пище-

вой непереносимостью глютена авторы исследовали муку, не содержащих глютен культур, такую как рисовая, гречневая, кукурузная [61]. К безглютеновой муке авторы добавляли различные овощные и фруктовые порошки, крахмал, а также муку гороха, сои, амаранта, пшена. Рассмотренный ряд исследованных добавок в макаронное тесто позволяет расширить ассортимент выпускаемой макаронной продукции с лечебно-профилактическими свойствами с использованием местного растительного сырья.

Исследователи Milde Laura *et al.* в своей работе изучили питательную ценность безглютеновых макаронных изделий из нетрадиционного сырья [62]. В работе ГНУ НИИСХ Крайнего Севера Россельхозакадемии описан способ производства макаронных изделий с порошками плодов рябины сибирской, листьев кипрея, листа брусники [63]. Авторы статьи также исследовали возможность использования растительного сырья в макаронном производстве [64]. Рецептура включает пшеничную муку и порошок, полученный из облепихового шрота. Готовые макаронные изделия имеют приятный желтоватый цвет и повышенную биологическую ценность.

В работе И. А. Долматовой и др. для увеличения биологической ценности макаронной продукции и придания им лечебно-профилактических свойств описаны результаты исследований частичной замены пшеничной муки высшего сорта на муку из семян льна [65]. Белки льняной муки существенно превосходят белки пшеницы по аминокислотному составу, клетчатки в льняной муке содержится до 30 % от общей массы. Также льняная мука содержит минеральные вещества и витамины в легкоусвояемой форме [1]. В рассматриваемой работе авторы также исследовали варочные свойства разработанных макаронных изделий, так как эти свойства определяют основные качественные показатели и получили хорошие результаты. В исследовании дозировка льняной муки в рецептуре рекомендуется авторами 10 % к массе пшеничной хлебопекарной муки, что подтверждено ими экспериментально.

В исследовании авторов Д. Р. Аптрахимова, Ф. Х. и Смольниковой представлена сравнительная характеристика растительных компонентов разработанных авторами макаронных изделий по содержанию в них белков, жиров, углеводов, пищевых волокон, витаминов, макро- и микроэлементов [66]. Исследовали пшеничную, гречневую и льняную муку. Гречневая и льняная мука характеризуются более высокими показателями как пищевой, так и биологической ценности, чем пшеничная мука. Авторами отмечено, что витамины и минеральные вещества представлены в гречневой муке более широко. Авторами доказано, что использование гречневой или льняной муки как отдельно, так и в смеси с другими видами муки, расширит сырьевую базу и ассортимент макаронной продукции с лечебно-профилактическими и функциональными свойствами, в том числе для больных сахарным диабетом и целиакией.

Возросший интерес к гречневой муке как отечественных, так и иностранных исследователей, объяс-

няется ее высокой биологической ценностью и, как следствие, целесообразностью и перспективностью ее использования в промышленном производстве функциональных продуктов питания для массового потребителя [67, 68]. Гречневая мука имеет низкий гликемический индекс. Это делает возможным использование ее в производстве лечебно-профилактических продуктов питания, в том числе макаронных изделий, для потребителей с таким распространенным заболеванием, как сахарный диабет. Отсутствие белка глютена в гречке позволяет расширить ассортимент функциональных продуктов для людей, страдающих целиакией, и использовать гречневую муку в производстве макаронных изделий. При этом изделия будут позиционироваться как безглютеновые. Содержание белков в гречневой муке составляет порядка 13,6 г/100г. Для сравнения в пшеничной муке – 10,8 г/100 г. Описанию химического состава гречихи и других ее важных характеристик посвящено много работ [69–71].

Льняная мука имеет целый ряд полезных свойств и так же широко используется в производстве функциональных продуктов питания, что представляет интерес, в том числе, для макаронной отрасли. Содержание белков в льняной муке составляет порядка 36,0 г/100 г в зависимости от сорта. Аминокислотный состав белков льна более полноценный, чем белков пшеницы или гречихи. Он позволит улучшить белковую составляющую и в конечном итоге повысить пищевую и биологическую ценность обогащаемых льняной мукой макаронных изделий [72]. Исследованы свойства льняной муки, повышающие упругие качества клейковинного комплекса при добавлении к пшеничной муке [73]. Добавление льняной муки в рецептуру макаронного теста также будет способствовать расширению ассортимента продуктов питания с высокой пищевой и биологической ценностью для массового потребителя [74, 75].

В работе Ю. В. Радионова и др. изучена возможность и целесообразность использования порошков пастернака и тыквы с целью повышения качества готовых макаронных изделий [76]. Авторами исследования определено наиболее приемлемое количество вносимого в макаронное тесто овощного порошка. В работе подробно представлены результаты исследования влияния вносимого овощного порошка на физико-химические и механические свойства готовых макаронных изделий, а также влияние на показатели качества. Представляют интерес полученные авторами результаты исследования воздействия внесенного овощного порошка на структуру теста, которые

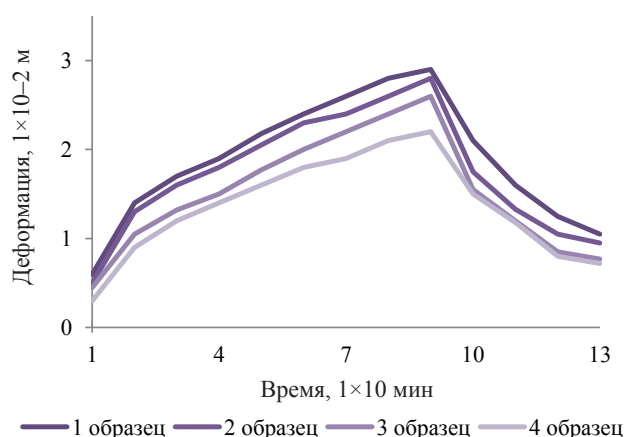


Рисунок 2. Кривые кинетики деформации теста: 1 – тесто без добавок; 2, 3, 4 – тесто с добавлением 5, 10, 15 % порошка пастернака [76]

Figure 2. Curves of kinetic deformation of dough: 1 – dough without additives; 2,3,4 – dough with the addition of 5, 10, and 15% parsnip powder [76]

представлены значениями структурно-механических показателей. Интересны также описанные в работе исследования деформации теста, представленные на рисунке 2.

В своем исследовании авторы доказали, как видно на рисунке 2, что добавление в макаронное тесто исследованных овощных порошков влечет за собой снижение адгезии теста [76]. Снижение адгезии при введении в макаронное тесто овощных порошков улучшает технологические характеристики, облегчая процесс производства макаронных изделий. Представляют интерес полученные авторами результаты исследований показателей качества готовой макаронной продукции с использованием овощных порошков, которые показаны в таблице 1.

Авторами справедливо сделан вывод, что внесение овощных порошков в тесто для макаронных изделий улучшает показатели качества готовых изделий: внешний вид, состояние поверхности, цвет. Добавление овощей упрочняет структуру теста, снижает его адгезию, а также, придает готовым макаронным изделиям функциональные свойства полезные для организма человека. В целом, использование овощей как структурных улучшителей теста является перспективным и актуальным.

Б. А. Изтаев и др. исследовали возможность получения макаронной продукции с хорошими физико-химическими и органолептическими показателями

Таблица 1. Показатели качества готовой лапши с порошком пастернака [76]

Table 1. Quality indicators of noodles with parsnip powder [76]

Показатели качества	Контроль без добавок	С добавкой порошка тыквы		
		5 %	10 %	15 %
Коэффициент водопоглотительной способности	2,68 ± 0,12	2,34 ± 0,1	2,2 ± 0,2	1,80 ± 0,11
Количество сухих веществ, перешедших в варочную воду, %	8,40 ± 0,10	6,80 ± 0,08	6,5 ± 0,1	5,75 ± 0,2
Органо-лептическая оценка, балл	80	93	95	98

телями из пшеничной хлебопекарной муки высшего сорта с добавлением полидисперсной кукурузной, нутовой и амарантовой муки [77]. Авторы определили влияние указанных полидисперсных систем на свойства клейковины, реологические свойства теста и качество готовых изделий. На основании полученных экспериментальных данных авторами установлено, что для получения макаронной продукции из хлебопекарной муки высшего сорта с хорошими физико-химическими и органолептическими показателями в рецептуру допустимо внесение не более 10,0 % кукурузной и нутовой муки и не более 7,5 % амарантовой муки. Дальнейшее увеличение дозровок муки из зерновых и бобовых культур приводило к ухудшению качества готовой продукции. Авторами установлено, что применение полидисперсной муки из зерновых и бобовых культур целесообразно и перспективно для обогащения макаронных изделий многими ценными пищевыми компонентами, такими как белки, незаменимые аминокислоты, а также витамины, минеральные вещества и другие биологические ценные вещества.

Представляют интерес исследования по разработке технологий безглютеновых макаронных изделий, описанные Д. В. Шнейдер в своей работе, для больных целиакией, для которых рекомендуется специальная безглютеновая диета [78]. Макароны в основном производят из пшеничной муки, содержащей глютен, который является структурообразующим веществом при формировании реологических свойств макаронного теста и варочных свойств макаронных изделий. Как показывает опыт многих исследований на эту тему, при производстве макаронных изделий из непшеничной муки с дополнительным сырьем в количестве, превышающем 10 %, для обеспечения необходимых реологических свойств теста и качества продукции следует оптимизировать технологические параметры или применять пищевые добавки [10, 22, 65, 66, 77]. В работе Д. В. Шнейдер для разработки рецептуры макаронных изделий было использовано безглютеновое сырье: кукурузный крахмал, а также мука кукурузная, гречневая и рисовая. Суммарное содержание глютена в сырье не превышало 20 мг/кг продукта в соответствии с Codex Alimentarius [79]. В своих исследованиях автор представил результаты оптимизации технологических параметров производства безглютеновых макаронных изделий варьированием влажности теста и его температуры в шнековой камере. Как результат исследования автором разработаны новые технологии диетических безглютеновых макаронных изделий хорошего качества из следующих компонентов: кукурузный крахмал, рисовая, кукурузная и гречневая мука.

И. А. Бочкарева и др. в своей работе изучили влияние использования нетрадиционного для макаронного производства растительного сырья – тыквенной мезги, которая всегда имеется в большом количестве на предприятиях, выпускающих осветленный тыквенный сок [80]. Авторами в статье представлены результаты исследова-

ований макаронного теста из хлебопекарной муки с добавлением тыквенной мезги. Представляют интерес исследования авторами производительности экструдера, работающего на новом тесте, а также энергоёмкость процесса экструдирования. Авторами обосновано применение тыквенной мезги, как структурообразующего компонента в рецептуре макаронного теста при производстве макаронных изделий класса В. Также авторами определены рекомендуемые соотношения пшеничной муки и тыквенной мезги для рецептуры теста для макаронных изделий. Для оптимизации технологических режимов производства макаронных изделий по новой рецептуре и контроля качества получаемой продукции авторами проведены исследования влияния влажности теста и дозировки вносимой овощной добавки на протекание самого технологического процесса и качество получаемой продукции. Авторами отмечено, что качество вырабатываемых по новой рецептуре макаронных изделий хорошее. На рисунках 3 и 4 представлены выявленные авторами исследования зависимости, представляющие интерес.

Авторами подтверждена необходимость дальнейших разработок, способствующих расширению ассортимента и улучшению качества макаронной продукции групп Б и В, а также доказана перспективность и целесообразность внесения овощей, в частности тыквенной мезги как структурообразующего компонента.

В работе Т. Н. Малютина и В. Ю. Туренко исследовали полбяную муку как функциональную добавку для макаронной продукции. Известно, что в зерне полбы высокое содержание полноценного белка, в состав которого входят биологически ценные незаменимые аминокислоты, что отличает полбу от пше-

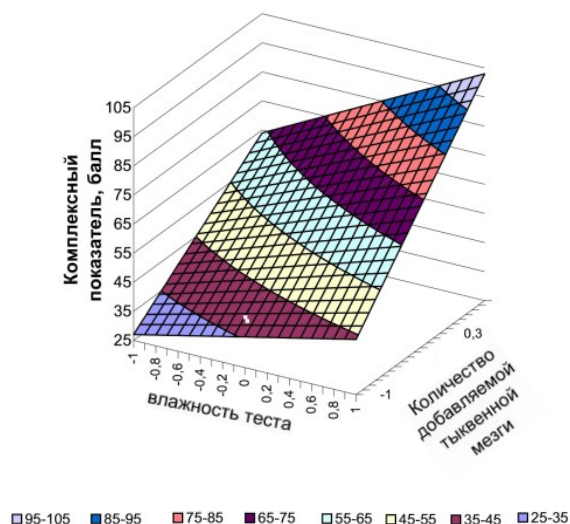


Рисунок 3. Зависимость комплексного показателя, отражающего эффективность прохождения процесса от влажности теста и количества добавляемой тыквенной мезги [80]

Figure 3. Effect of dough humidity and the amount of pumpkin pulp on the comprehensive indicator reflecting the efficiency of the process [80]

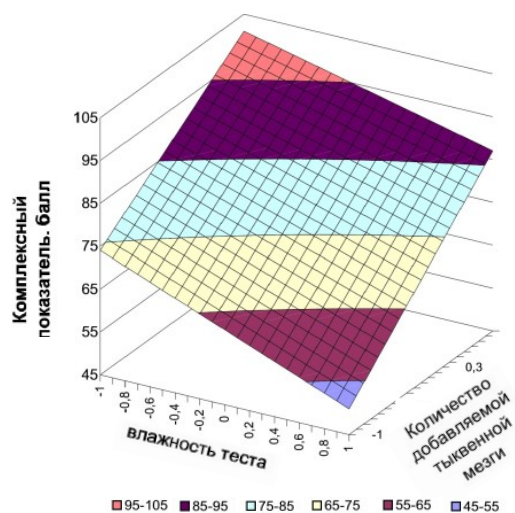


Рисунок 4. Зависимость комплексного показателя качества, отражающего сочетание физико-химических свойств от влажности теста и количества добавляемой тыквающей мезги [80]

Figure 4. The effect of dough humidity and the amount of pumpkin pulp on the comprehensive quality indicator, reflecting the combination of physico-chemical properties [80]

ницы. Мука полбы существенно превосходит муку пшеничную содержанием в ней ненасыщенных жирных кислот, а также клетчатки, витаминов, особенно группы В и железа. В авторской статье представлены результаты исследования изменений свойств макаронного теста в зависимости от количества добавляемой муки из полбы [81]. Для экспериментов было использовано макаронное тесто, приготовленное из муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта с добавлением полбяной муки (10, 15 и 20 % от массы муки пшеничной). Авторами отмечено, что с добавлением полбяной муки повысилось количество сырой клейковины, отмываемой из образцов, за счет дополнительно внесенного белка, содержащегося в муке полбы. Интересно, что все образцы клейковины в исследовании характеризовались авторами как хорошие, отмечена их эластичность. Экспериментально авторами выявлено увеличение гидратационной способности клейковины теста, а также снижение значения критической влажности при сушке макаронных изделий при дозировке полбяной муки 20 %. Готовые макаронные изделия с полбой имеют ровный молочный цвет без темных вкраплений и без следов непромеса. В эксперименте увеличение вносимого количества полбяной муки приводило к увеличению прочности сухих изделий по сравнению с контрольным образцом без добавки полбяной муки. Это объясняется авторами увеличением количества белковых веществ, вносимых с добавкой полбы. Выявленная авторами исследования зависимость механической прочности готовых макаронных изделий от количества вносимой полбяной муки-добавки, представляющая интерес для других исследователей, показана на рисунке 5.

Исследованные в работе варочные свойства макаронных изделий с добавлением полбяной

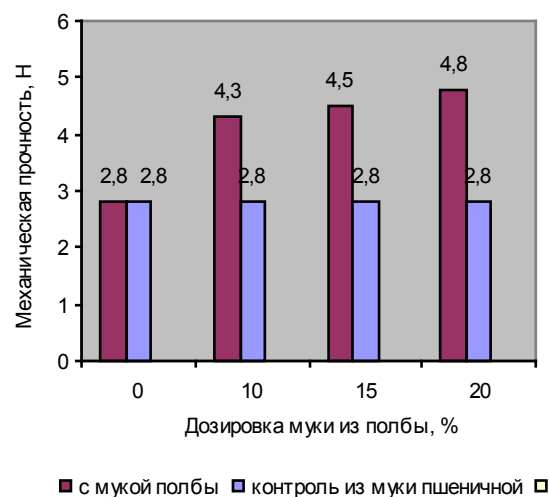


Рисунок 5. Влияние дозировки муки из полбы на механическую прочность изделий, Н [81]

Figure 5. Effect of the dose of spelt wheat flour on the mechanical strength of the product, Н [81]

муки в проведенном исследовании были хорошие, сохранение формы 100 %, потери сухих веществ при варке соответствовали требованиям нормативной документации. Результатами проведенных исследований авторы доказали целесообразность и обоснованность использования полбяной муки в макаронном производстве.

Целью работы авторов Н. С. Шелубкова и др. явилась оптимизация параметров замеса макаронного теста из композитной муки [82]. Подробно описаны результаты исследования влияния типа замеса макаронного теста из композитной муки на качество готовых изделий. В эксперименте варьировали влажность макаронного теста и температуру воды для замеса. В работе использовали, в зависимости от влажности теста, три типа замеса: твердый (28–29 %), средний (29–31 %), мягкий (31–32 %). В зависимости от температуры теста: холодный замес – при температуре ниже 35 °С, теплый замес – при температуре 35–65 °С, горячий замес – при температуре 65–75 °С. Для повышения пищевой и биологической ценности макаронных изделий из зерна мягкой пшеницы исследовали влияние внесения нутовой муки в макаронное тесто. Для определения оптимальных параметров замеса теста готовые изделия авторы анализировали по прочности макаронных изделий и коэффициентам увеличения массы и объема. Авторами определено оптимальное соотношение компонентов смеси (мука пшеничная твердых сортов – 5 %, мука хлебопекарная мягких сортов – 85 %, мука нутовая – 10 %). Готовые изделия из композитной муки не уступают по качеству образцам из муки твердой пшеницы. Авторами установлено, что оптимальными параметрами замеса макаронного теста из композитной муки являются: в зависимости от влажности полуфабриката – твердый тип, в зависимости от температуры – горячий тип замеса, которые рекомендуются для введения в технологические инструкции макаронного производства.

Проводятся исследования по разработкам новых способов и нового оборудования для производства макаронных изделий. В работах [83, 84] представлены результаты разработок новых способов производства макаронных изделий. В работе [85] результатом исследований авторов явилась технология интенсификации производства макаронных изделий с использованием ультразвукового воздействия и инфракрасного излучения. Разработанные макаронные прессы, в том числе с излучателем ультразвука, представлены в работах [86, 87]. Разработанное устройство для сушки макаронных изделий ускоренным способом представлено авторами в работе [88].

Основные проблемы и тенденции макаронной отрасли. Макароны в России вырабатываются, в основном, из муки мягких сортов пшеницы, по причине дефицитности твердых сортов. В муке мягких сортов нет важнейших витаминов, минеральных веществ и незаменимых аминокислот. Поэтому для повышения пищевой ценности макаронных изделий применяют обогащение.

Для обогащения используют различные добавки, в том числе растительное сырье, которое поможет обеспечить повышение содержания питательных веществ в макаронных изделиях из хлебопекарной муки, а также расширение ассортимента.

С увеличением количества вносимой обогащающей добавки в макаронное тесто будут повышаться и полезные свойства макаронных изделий. Но, как известно из результатов рассмотренных экспериментальных исследований, возможны ухудшения некоторых технологических свойств. Поэтому для каждого обогащающего компонента необходимо комплексное исследование для определения оптимального количества внесения в состав макаронного теста. При использовании нетрадиционного сырья в рецептуре макаронных изделий необходимо учитывать всестороннее его влияние как на химические процессы, так и на физиологические. Разработка и производство макаронных изделий повышенной пищевой ценности целесообразны, так они имеют стабильный спрос у населения и доступную цену.

Выводы

Проведенный анализ свидетельствует о том, что производство макаронных изделий активно развивается, что подтверждается стабильным ростом спроса на данную продукцию. В России макаронные изделия популярны, потребляются в большом количестве и входят в список товаров повседневного спроса. По результатам выполненных исследований подтверждена возможность профилактики различных распространенных заболеваний у населения при потреблении макаронных изделий. Поэтому для профилактики различных заболеваний и восполнения

имеющегося дефицита нутриентов целесообразно производство макаронных изделий с использованием нетрадиционного сырья, в том числе растительного, улучшающего их качество и пищевую ценность.

Использование макаронных изделий как объекта для обогащения недостающими функциональными ингредиентами позволит улучшить пищевой статус и здоровье в целом различных групп населения. Исследования отечественных и зарубежных ученых свидетельствует о том, что наиболее эффективным способом повышения здоровья населения, снижения заболеваемости и повышения качества жизни является организованное промышленное производство продуктов питания, которые соответствовали бы популярным во всем мире идеям здорового питания. Работы многих отечественных и иностранных исследователей направлены на поиск новых источников сырья и функциональных добавок для макаронного производства, которые способствовали бы снижению калорийности, повышению пищевой ценности, обогащению функциональными ингредиентами, говорят об актуальности данного направления.

Исследования подтвердили стабильный спрос у населения многих стран на макаронные изделия. Отмечается также повышение спроса на продукты питания, в том числе макаронные изделия повышенного качества и предпочтение полезной и качественной продукции, несмотря на ее более высокую стоимость.

Проведенный обзор позволяет оценить состояние и направления развития макаронной промышленности, найти новые подходы к более полному использованию местной сырьевой базы, расширить линейку выпускаемых макаронных изделий, в том числе функциональных. Рассмотренные результаты могут быть интересны и полезны для производителей и разработчиков функциональных макаронных изделий и в целом продуктов питания с функциональной направленностью.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Благодарности

Авторы выражают благодарность д.т.н., профессору Виктору Францевичу Добровольскому за консультационную помощь в проведении исследований.

Финансирование

Исследование выполнено в рамках Программы Фундаментальных научных исследований государственных академий наук (тема № 0529-2019-0065 «Разработка и оценка эффективности новых инновационных пищевых концентратов и продуктов диетического профилактического питания для специфических контингентов»).

Список литературы

1. Скурихин, И. М. Химический состав российских пищевых продуктов: Справочник / И. М. Скурихин, В. А. Тутельян. – М. : ДеЛи принт, 2002. – 236 с.

2. Обоснование уровня обогащения пищевых продуктов витаминами и минеральными веществами / В. М. Коденцова, О. А. Вржесинская, В. Б. Спиричев [и др.] // Вопросы питания. – 2010. – Т. 79, № 1. – С. 23–33.
3. Обогащенные и функциональные пищевые продукты: сходство и различия / В. К. Мазо, В. М. Коденцова, О. А. Вржесинская [и др.] // Вопросы питания. – 2012. – Т. 81, № 1. – С. 63–68.
4. Спиричев, В. Б. Научная концепция «D₃+12 витаминов» – эффективный путь обогащения пищевых продуктов / В. Б. Спиричев, Л. Н. Шатнюк // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. – 2013. – № 1. – С. 24–28.
5. Коденцова, В. М. К обоснованию уровня обогащения витаминами и минеральными веществами пищевых продуктов массового потребления / В. М. Коденцова, О. А. Вржесинская // Вопросы питания. – 2011. – Т. 80, № 5. – С. 64–70.
6. Об Основах государственной политики в области здорового питания населения Российской Федерации на период до 2020 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.garant.ru/>. – Дата обращения: 12.05.2019.
7. Об утверждении Стратегии развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации на период до 2020 года: распоряжение Правительства РФ от 17.04.2012, № 559-р [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_128940/. – Дата обращения: 12.05.2019.
8. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gks.ru>. – Дата обращения: 11.05.2019.
9. Аналитический портал «Маркетинговые исследования» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.indexbox.ru>. – Дата обращения: 12.05.2019.
10. Аптрахимов, Д. Р. Совершенствование технологии макаронных изделий с добавлением растительного сырья (патентный поиск) / Д. Р. Аптрахимов, М. Б. Ребезов, Ф. Х. Смольникова // Молодой ученый. – 2015. – Т. 93, № 13. – С. 90–92.
11. Марченкова, И. С. Углеводный состав пищевых продуктов, наиболее широко используемых в питании населения России (хлебобулочные, макаронные и кондитерские изделия) / И. С. Марченкова, А. К. Батулин, М. М. Гаппаров // Вопросы питания. – 2002. – № 6. – С. 26–29.
12. Коргина, Т. В. Расширение ассортимента макаронных изделий за счет использования растительного сырья / Т. В. Коргина, Г. А. Осипова, Д. С. Сечина // Хлебопродукты. – 2014. – № 2. – С. 39–41.
13. Панжин, Д. Макаaronное производство в России: сырьевые и технологические тенденции / Д. Панжин // Хлебопродукты. – 2006. – № 11. – С. 28–29.
14. Казеннова, Н. К. Формирование качества макаронных изделий / Н. К. Казеннова, Д. В. Шнейдер, Т. Б. Цыганова. – М. : ДеЛи принт, 2009. – 99 с.
15. Корячкина, С. Я. Макаaronные изделия: способы повышения качества и пищевой ценности / С. Я. Корячкина, Г. А. Осипова. – Орел : Труд, 2006. – 276 с.
16. Киселев, В. М. Новая парадигма организации питания сосредоточенных контингентов / В. М. Киселев, Е. Г. Першина // Техника и технология пищевых производств. – 2009. – Т. 13, № 2. – С. 50–53.
17. Techniques to evaluate changes in the nutritional profile of food products / S. B. R. D. Prado, E. B. Giuntini, F. Grande [et al.] // Journal of Food Composition and Analysis. – 2016. – Vol. 53. – P. 1–6. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2016.08.007>.
18. Substitution of wheat with cassava starch effect on dough behaviour and quality characteristics of macaroni noodles / O. O. Oladunmoye, O. C. Aworth, B. Ade-Omowaye [et al.] // Nutrition and Food Science. – 2017. – Vol. 47, № 1. – P. 108–121. DOI: <https://doi.org/10.1108/NFS-10-2015-0130>.
19. Осипова, Г. А. Способы повышения биологической ценности макаронных изделий: монография / Г. А. Осипова, С. Я. Корячкина, А. Н. Волчков. – Орёл : Орловский государственный университет имени И. С. Тургенева, 2010. – 159 с.
20. Пат. 2630455С1 Российская Федерация, МПК А23L 7/109. Способ ускоренной сушки макаронных изделий с добавками / Романчиков С. А.; заявитель и патентообладатель ФГКВБОУ ВПО «Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулёва» Министерства обороны Российской Федерации. – № 2017102098/13; заявл. 23.01.2017; опубл. 08.10.2017; Бюл. № 25. – 98 с.
21. Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю). – М., 2010. – 352 с.
22. Корячкина, С. Я. Способ производства макаронных изделий из нетрадиционного сырья / С. Я. Корячкина, Г. А. Осипова // Известия вузов. Пищевая технология. – 2006. – Т. 295, № 6. – С. 33–35.
23. Шнейдер, Д. В. Разработка рецептур макаронных изделий повышенной пищевой ценности / Д. В. Шнейдер, Е. В. Дудченко, Е. А. Зайцева // Хлебопечение России. – 2009. – № 3. – С. 20–21.
24. Осипова, Г. А. Использование комплексной добавки в производстве макаронных изделий / Г. А. Осипова // Хлебопродукты. – 2011. – № 8. – С. 55–57.
25. Influence of High-Temperature Drying on Structural and Textural Properties of Durum Wheat Pasta / C. Zweifel, S. Handschin, F. Escher [et al.] // Cereal Chemistry. – 2003. – Vol. 80, № 2. – P. 159–167. DOI: <https://doi.org/10.1094/CCHEM.2003.80.2.159>.
26. Effect of milling, pasta making and cooking on minerals in durum wheat / F. Cubadda, F. Aureli, A. Raggi [et al.] // Journal of Cereal Science. – 2009. – Vol. 49, № 1. – P. 92–97. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2008.07.008>.
27. Effect of β -Glucan on Technological, Sensory, and Structural Properties of Durum Wheat Pasta / N. Aravind, M. Sissons, N. Egan [et al.] // Cereal Chemistry. – 2012. – Vol. 89, № 2. – P. 84–93. DOI: <https://doi.org/10.1094/CCHEM-08-11-0097>.
28. Drying of Durum Wheat Pasta and Enriched Pasta: A Review of Modeling Approaches / S. Mercier, M. Mondor, C. Moresoli [et al.] // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. – 2016. – Vol. 56, № 7. – P. 1146–1168. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408398.2012.757691>.

29. Changes in pasta proteins induced by drying cycles and their relationship to cooking behaviour / C. Lamacchia, A. Di Luccia, A. Baiano [et al.] // *Journal of Cereal Science*. – 2007. – Vol. 46, № 1. – P. 58–63. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2006.12.004>.
30. Jukić, M. Colour changes of pasta produced with different supplements during drying and cooking / M. Jukić, Ž. Ugarčić-Hardi, D. Koceva Komlenić // *Deutsche Lebensmittel-Rundschau*. – 2007. – Vol. 103, № 4. – P. 159–163.
31. Synergistic effect of different dietary fibres in pasta on in vitro starch digestion? / M. Foschia, D. Peressini, A. Sensidoni [et al.] // *Food Chemistry*. – 2015. – Vol. 172. – P. 245–250. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.09.062>.
32. Tudorică, C. M. Nutritional and Physicochemical Characteristics of Dietary Fiber Enriched Pasta / C. M. Tudorică, V. Kuri, C. S. Brennan // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. – 2002. – Vol. 50, № 2. – P. 347–356. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf0106953>.
33. Microstructure and cooking quality of barley-enriched pasta produced at different process parameters / I. Kosović, M. Benšić, Đ. Ačkar [et al.] // *Foods and Raw Materials*. – 2018. – Vol. 6, № 2. – P. 281–290. DOI: <https://doi.org/10.21603/2308-4057-2018-2-281-290>.
34. Polymeric protein formation during pasta-making with barley and semolina mixtures, and prediction of its effect on cooking behaviour and acceptability / C. Lamacchia, A. Baiano, S. Lamparelli [et al.] // *Food Chemistry*. – 2011. – Vol. 129, № 2. – P. 319–328. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.04.063>.
35. Quality characteristics and in vitro digestibility study of barley flour enriched ditalini pasta / A. Montalbano, L. Tesoriere, P. Diana [et al.] // *LWT – Food Science and Technology*. – 2016. – Vol. 72. – P. 223–228. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.04.042>.
36. Cooking quality and starch digestibility of gluten free pasta using new bean flour / G. Giuberti, A. Gallo, C. Cerioli [et al.] // *Food Chemistry*. – 2015. – Vol. 175. – P. 43–49. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.11.127>.
37. Improvement of the texture and quality of cooked gluten-free pasta / V. Larrosa, G. Lorenzo, N. Zaritzky [et al.] // *LWT – Food Science and Technology*. – 2016. – Vol. 70. – P. 96–103. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.02.039>.
38. Aydin, E. Cooking quality and sensorial properties of noodle supplemented with oat flour / E. Aydin, D. Gocmen // *Food Science and Biotechnology*. – 2011. – Vol. 20, № 2. – P. 507–511. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10068-011-0070-1>.
39. Effect of oat β -glucan fiber powder and vacuum-drying on cooking quality and physical properties of pasta / M. Piwinska, J. Wyrwisz, M. Kurek [et al.] // *CyTA – Journal of Food*. – 2015. – Vol. 13, № 1. – P. 101–108. DOI: <https://doi.org/10.1080/19476337.2015.1052987>.
40. Use of fermented quinoa flour for pasta making and evaluation of the technological and nutritional features / A. Lorusso, M. Verni, M. Montemurro [et al.] // *LWT – Food Science and Technology*. – 2017. – Vol. 78. – P. 215–221. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.12.046>.
41. Ahmed, I. Quality evaluation of noodles prepared from blending of broken rice and wheat flour / I. Ahmed, I. M. Qazi, S. Jamal // *Starch/Staerke*. – 2015. – Vol. 67, № 11–12. – P. 905–912. DOI: <https://doi.org/10.1002/star.201500037>.
42. Studies on Physico-Chemical Properties of *Vermicelli* Prepared by Using Skim Milk Powder / B. V. Ronge, P. V. Padghan, R. V. Jayabhaye [et al.] // *Journal of Ready to Eat Food*. – 2017. – Vol. 4, № 2. – P. 18–24.
43. Pasta added with chickpea flour: chemical composition, in vitro starch digestibility and predicted glycemic index / P. Osorio-Díaz, E. Agama-Acevedo, M. Mendoza-Vinalay [et al.] // *Ciencia y Tecnología Alimentaria*. – 2008. – Vol. 6, № 1. – P. 6–12. DOI: <https://doi.org/10.1080/11358120809487621>.
44. How the structure, nutritional and sensory attributes of pasta made from legume flour is affected by the proportion of legume protein / K. Laleg, C. Barron, S. Cordelle [et al.] // *LWT – Food Science and Technology*. – 2017. – Vol. 79. – P. 471–478. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.01.069>.
45. Optimisation of a process for cocoa-based vermicelli / J. Singh, K. Kalyan, A. Yikona [et al.] // *Foods and Raw Materials*. – 2018. – Vol. 6, № 2. – P. 291–295. DOI: <http://doi.org/10.21603/2308-4057-2018-2-291-295>.
46. Lande, S. B. Production of nutrient rich vermicelli with malted finger millet (Ragi) flour / S. B. Lande, S. Thorats, A. A. Kulthe // *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. – 2017. – Vol. 6, № 4. – P. 702–710. DOI: <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2017.604.086>.
47. Singh, J. Evaluation of the Nutritional and Quality Characteristics of Black Carrot Fortified Instant Noodles / J. Singh, S. Kaur, P. Rasane // *Current Nutrition and Food Science*. – 2018. – Vol. 14, № 5. – P. 442–449. DOI: <https://doi.org/10.2174/1573401313666170724115548>.
48. The role of hydration on the cooking quality of bran-enriched pasta / B. la Gatta, M. Rutigliano, L. Padalino [et al.] // *LWT – Food Science and Technology*. – 2017. – Vol. 84. – P. 489–496. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.06.013>.
49. Improved functional properties of pasta: Enrichment with amaranth seed flour and dried amaranth leaves / A. Cardenas-Hernandez, T. Beta, Loarca-Pina G. [et al.] // *Journal of Cereal Science*. – 2016. – Vol. 72. – P. 84–90. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2016.09.014>.
50. Mounika, B. Development and quality evaluation of pasta with incorporation of Colocasia leaves powder and beet-root powder / B. Mounika, S. Maloo, V. Bhasker // *International Journal of Food Science and Nutrition*. – 2019. – Vol. 4, № 1. – P. 12–17.
51. Chemical, starch digestibility and sensory characteristics of durum wheat/unripe whole banana flour blends for spaghetti formulation / P. Osorio-Díaz, J. J. Islas-Hernandez, E. Agama-Acevedo [et al.] // *Food and Nutrition Sciences*. – 2014. – Vol. 5, № 3. – P. 264–270. DOI: <https://doi.org/10.4236/fns.2014.53033>.

52. Feillet, P. Pasta Brownness: An Assessment / P. Feillet, J. C. Autran, C. Icard-Vernière // *Journal of Cereal Science*. – 2000. – Vol. 32, № 3. – P. 215–233. DOI: <https://doi.org/10.1006/jcrs.2000.0326>.
53. Quality Evaluation of Non Wheat Sweet Vermicelli / K. S. P. Devi, R. S. Prema, H. Vaidheswaran [et al.] // *International Journal of Engineering and Technoscience*. – 2015. – Vol. 1. – P. 1–6.
54. Utilization of dehydrated moringa oleifera and Solanum nigrum leaves for the preparation of value added pasta / A. Zebish, P. Virginia, P. Ajit [et al.] // *International Journal of Food Science and Nutrition*. – 2017. – Vol. 2, № 1. – P. 163–165.
55. Пат. 2222223С2 Российская Федерация, МПК 7 А23L1/16. Способ производства макаронных изделий с использованием нетрадиционного сырья – амаранта / Петрова Е. В., Шерстнева М. В., Шнейдер Д. В.; заявитель и патентообладатель Государственный НИИ хлебопекарной промышленности Государственное унитарное предприятие Закрытое акционерное общество «Макарон-Сервис». – № 2001125728/13; заявл. 21.09.2001; опубл. 27.01.2004.
56. Пат. 2289952С1 Российская Федерация, МПК А23L1/16. Состав теста для производства макаронных изделий / Корячкина С. Я., Осипова Г. А.; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО «Орловский государственный технический университет». – № 2005115176/13; заявл. 18.05.2005 опубл. 27.12.2006; Бюл. № 36.
57. Пат. 2375915С2 Российская Федерация, МПК А23L1/16. Способ производства макаронных изделий и макаронные изделия / Потапов С. С., Горчаков П. В., Дыхно Л. И. [и др.]; заявитель и патентообладатель ОАО «Мелькомбинат». – № 2008106788/13; заявл. 26.02.2008; опубл. 20.12.2009; Бюл. № 35.
58. Пат. 2489901С2 Российская Федерация, МПК А23L1/16, А21D 2/00. Состав теста для производства макаронных изделий / Шелепина Н. В.; заявитель и патентообладатель Шелепина Н. В. – № 2009141398/13; заявл. 09.11.2009; опубл. 20.08.2013; Бюл. № 14.
59. Пат. 2466563С1 Российская Федерация, МПК А23L1/16. Состав теста для производства макаронных изделий / Осипова Г. И.; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс. – № 2011114081/13; заявл. 11.04.2011; опубл. 20.11.2012; Бюл. № 32.
60. Пат. 2462046С1 Российская Федерация, МПК А23L1/16. Состав теста для производства макаронных изделий / Осипова Г. И., Коргина Т. В.; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс. – № 2011112756; заявл 01.04.2011; опубл. 27.09.2012.
61. Пат. 2446708С1 Российская Федерация, МПК А23L1/16. Способ производства макаронных изделий / Шнейдер Т. И., Казеннова Н. К., Шнейдер Д. В. [и др.]; заявитель и патентообладатель ООО «Макарон-Сервис». – № 2010146282/13; заявл. 13.11.2010; опубл. 10.04.2012; Бюл. № 10.
62. Milde Laura, B. Nutritional characterization of gluten free non-traditional pasta / B. Milde Laura, S. Chigal Paola, O. Chiola Zayas María // *International Journal of Food Science and Nutrition*. – 2018. – Vol. 3, № 5. – P. 19–24.
63. Пат. 2494643С1 Российская Федерация, МПК А23L1/16. Способ производства макаронных изделий / Тюпкина Г. И., Кисвай Н. И., Ларина Н. В.; заявитель и патентообладатель ГНУ НИИСХ Крайнего Севера Россельхозакадемии. – № 2012122376/136; заявл. 30.05.2012; опубл. 10.10.2013.
64. Пат. 2548188С1 Российская Федерация, МПК А23L1/16. Макароны изделие «Здоровье» с облепиховым шротом / Никулина Е. О., Иванова Г. В., Кольман О. Я.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Сибирский федеральный университет». – № 2013152000/13; заявл. 21.11.2013; опубл. 20.04.2015 Бюл. № 11. – 5 с.
65. Исследование показателей качества обогащенных макаронных изделий / И. А. Долматова, Т. Н. Зайцева, Г. Д. Иванова [и др.] // *Молодой ученый*. – 2015. – Т. 86, № 6. – С. 148–152.
66. Аптрахимов, Д. Р. Сравнительная характеристика растительных компонентов разработанных макаронных изделий / Д. Р. Аптрахимов, Ф. Х. Смольникова, М. Б. Ребезов // *Молодой ученый*. – 2016. – Т. 125, № 21. – С. 111–114.
67. Cooking, textural, sensorial, and antioxidant properties of common and tartary buckwheat vermicelli / Y. J. Ma, X. D. Guo, H. Liu [et al.] // *Food Science and Biotechnology*. – 2013. – Vol. 22, № 1. – P. 153–159. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10068-013-0021-0>.
68. Influence of the addition of buckwheat flour and durum wheat bran on spaghetti quality / S. Chillo, J. Laverse, P. M. Falcone [et al.] // *Journal of Cereal Science*. – 2008. – Vol. 47, № 2. – P. 144–152. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2007.03.004>.
69. Гаврилова, О. М. Приготовление хлеба с использованием гречневой муки / О. М. Гаврилова, И. В. Матвеева, П. И. Вакуленчик // *Хлебопечение России*. – 2007. – № 3. – С. 14–16.
70. Сохранение свежести хлеба из смеси пшеничной и гречневой муки / О. М. Гаврилова, И. В. Матвеева, Т. А. Юдина [и др.] // *Хлебопечение России*. – 2008. – № 3. – С. 18–20.
71. Гречиха [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://россельхоз.рф/stati/rastenievodstvo/grechiha.html>. – Дата обращения: 11.05.19.
72. Создание технологии производства новых продуктов питания из семян льна / Л. И. Мачихина, Е. П. Мелешкина, Л. Г. Приезжева [и др.] // *Хлебопродукты*. – 2012. – № 6. – С. 54–58.
73. Миневич, И. Э. Разработка технологических решений переработки семян льна для создания функциональных пищевых продуктов: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01 / Миневич Ирина Эдуардовна. – М., 2009. – 25 с.
74. Зубцов, В. А. Льняное семя, его состав и свойства / В. А. Зубцов, Л. Л. Осипова, Т. И. Лебедева // *Российский химический журнал*. – 2002. – Т. 46, № 2. – С. 14–16.
75. Серосодержащие аминокислоты в диагностике, целенаправленном поддержании и формировании здоровья / В. К. Чокинэ, С. Н. Гараева, А. В. Невова [и др.] // *Известия Академии наук Молдовы. Науки о жизни*. – 2011. – Т. 315, № 3. – С. 15–35.

76. Влияние порошка пастернака на качественные показатели лапши и макаронных изделий / Ю. В. Радионов, С. И. Данилин, М. А. Митрохин [и др.] // *Технология пищевой и перерабатывающей промышленности АПК-продукты здорового питания*. – 2017. – Т. 15, № 1. – С. 56–61.
77. Расширение ассортимента макаронных изделий за счет использования комбинированных систем сырья / Б. А. Изтаев, Г. К. Исакова, Г. А. Умирзакова [и др.] // *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>.
78. Шнейдер, Д. В. Разработка технологий безглютеновых макаронных изделий / Д. В. Шнейдер // *Пищевая промышленность*. – 2012. – № 9. – С. 40–41.
79. Codex Alimentarius 1981:118 Codex standard for Gluten Free Foods. – WHO, 1981. – 3 p.
80. Бочкарева, И. А. Оптимизация процесса производства макаронных изделий специального назначения с использованием тыквенной мезги / И. А. Бочкарева, В. П. Попов, А. Г. Зинюхина // *Вестник ОГУ*. – 2014. – Т. 170, № 9. – С. 226–230.
81. Малютина, Т. Н. Исследование влияния нетрадиционного вида муки на качество макаронных изделий из мягкой пшеницы / Т. Н. Малютина, В. Ю. Туренко // *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий*. – 2016. – Т. 70, № 4. – С. 166–171. DOI: <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-4-166-171>.
82. Оптимизация параметров замеса макаронного теста из комбинированной муки / Н. С. Шелубкова, М. К. Садыгова, Т. В. Кириллова [и др.] // *Вестник Красноярского государственного аграрного университета*. – 2018. – Т. 140, № 5. – С. 232–239.
83. Пат. 2302125С2 Российская Федерация, МПК А23Л1/16. Способ производства макаронных изделий / Юков В. В., Лихачева В. И., Шагабиев Ф. М. [и др.]; заявитель и патентообладатель Уральский государственный экономический университет, ЕМУП «Екатеринбургский хлебокомбинат». – № 2006125844/13; заявл. 15.08.2005; опубл. 10.07.2007; Бюл. № 19. – 8 с.
84. Пат. 2591458С2 Российская Федерация, МПК А23Л7/109. Способ производства макаронных изделий / Романчиков С. А., Кобыда Е. В., Заньков П. Н. [и др.]; заявитель и патентообладатель ФГКВОУ ВПО «Военная академия тыла и транспорта имени генерала армии А. В. Хрулёва» Министерства обороны Российской Федерации. – № 2013128514/13; заявл. 21.06.2013; опубл. 20.07.2016; Бюл. № 20. – 24 с.
85. Романчиков, С. А. Технология интенсификации производства макаронных изделий с использованием ультразвукового воздействия и инфракрасного излучения / С. А. Романчиков // *Техника и технология пищевых производств*. – 2018. – Т. 48, № 3. – С. 96–104. DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-3-96-104>.
86. Пат. 2530999С1 Российская Федерация, МПК А21С3/04, А21С11/16, А21С11/20. Макароны пресс / Романчиков С. А., Кобыда Е. В., Заньков П. Н. [и др.]; заявитель и патентообладатель ФГКВОУ ВПО «Военная академия тыла и транспорта имени генерала армии А. В. Хрулёва» Министерства обороны Российской Федерации. – № 2013119015/13; заявл. 23.04.2013; опубл. 20.10.2014; Бюл. № 29. – 12 с.
87. Антуфьев, В. Т. Макароны пресс с излучателем ультразвука / В. Т. Антуфьев, Е. И. Верболюз, Е. В. Кобыда // *Хлебопродукты*. – 2014. – № 2. – С. 44–45.
88. Пат. 167724U1 Российская Федерация, МПК А21С9/00. Устройство для сушки макаронных изделий ускоренным способом / Николук О. И., Абдурахманов Э. Ф., Романчиков С. А. [и др.]; заявитель и патентообладатель ФГКВОУ ВПО «Военная академия тыла и транспорта имени генерала армии А. В. Хрулёва» Министерства обороны Российской Федерации. – № 2016123879/13; заявл. 15.06.2016; опубл. 10.01.2017; Бюл. № 1. – 10 с.

References

1. Skurikhin IM, Tutel'yan VA. *Khimicheskiy sostav rossiyskikh pishchevykh produktov: Spravochnik* [Chemical composition of Russian food products: Manual]. Moscow: DeLi print; 2002. 236 p. (In Russ.).
2. Kodentsova VM, Vrzhesinskaya OA, Spirichev VB, Shatnyuk LN. Substantiation of vitamins and minerals level in fortified foodstuffs. *Problems of Nutrition*. 2010;79(1):23–33. (In Russ.).
3. Mazo VK, Kodentsova VM, Vrzhesinskaya OA, Zilova IS. Enriched and functional foodstuffs: similarities and differences. *Problems of Nutrition*. 2012;81(1):63–68. (In Russ.).
4. Spirichev VB, Shatnyuk LN. Scientific Concept of 'D3 +12 vitamins' is an Effective Way to Enrich Food Products. *Food ingredients: raw materials and additives*. 2013;(1):24–28. (In Russ.).
5. Kodentsova VM, Vrzhesinskaya OA. The justification of levels of vitamins and minerals added to foods of mass consumption. *Problems of Nutrition*. 2011;80(5):64–70. (In Russ.).
6. Ob Osnovakh gosudarstvennoy politiki v oblasti zdorovogo pitaniya naseleniya Rossiyskoy Federatsii na period do 2020 goda [On the Basics of state policy in the field of healthy nutrition of the population of the Russian Federation for the period until 2020] [Internet]. [cited 2019 May 12]. Available from: <http://www.garant.ru/>.
7. Ob utverzhdenii Strategii razvitiya pishchevoy i pererabatyvayushchey promyshlennosti Rossiyskoy Federatsii na period do 2020 goda: rasporyazhenie Pravitel'stva RF ot 17.04.2012, № 559-r [On approval of the Development Strategy of the food and processing industry of the Russian Federation for the period until 2020: Decree of the Government of the Russian Federation of April 17, 2012, No. 559-p] [Internet]. [cited 2019 May 12]. Available from: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_128940/.
8. Federal State Statistics Service [Internet]. [cited 2019 May 11]. Available from: <http://www.gks.ru>.
9. Analiticheskiy portal 'Marketingovye issledovaniya' [Analytical portal 'Marketing research'] [Internet]. [cited 2019 May 12]. Available from: <http://www.indexbox.ru>.

10. Aprakhimov DR, Rebezov MB, Smol'nikova FK. Sovershenstvovanie tekhnologii makaronnykh izdeliy s dobavleniem rastitel'nogo syr'ya (patentnyy poisk) [Improving the technology of pasta with the addition of plant materials (patent search)]. *Young Scientist*. 2015;93(13):90–92. (In Russ.).
11. Marchenkova IS, Baturin AK, Gapparov MM. Uglevodnyy sostav pishchevykh produktov, naibolee shiroko ispol'zuyemykh v pitanii naseleniya Rossii (khlebobulochnye, makaronnye i konditerskie izdeliya) [Carbohydrate composition of foods widely present in the nutrition of Russian population of (bakery, pasta, and confectionery)]. *Problems of Nutrition*. 2002;(6):26–29. (In Russ.).
12. Korgina TV, Osipova GA, Sechina DS. Expansion of the range of pasta due to use of vegetable raw materials. *Bread products*. 2014;(2):39–41. (In Russ.).
13. Panzhin D. Makaronnoe proizvodstvo v Rossii: syr'evye i tekhnologicheskie tendentsii [Pasta production in Russia: raw materials and technological trends]. *Bread products*. 2006;(11):28–29. (In Russ.).
14. Kazennova NK, Shneyder DV, Tsyganova TB. Formirovanie kachestva makaronnykh izdeliy [Pasta quality formation]. Moscow: DeLi print; 2009. 99 p. (In Russ.).
15. Koryachkina SYa, Osipova GA. Makaronnye izdeliya: sposoby povysheniya kachestva i pishchevoy tsennosti [Pasta: ways to improve quality and nutritional value]. Orel: Trud; 2006. 276 p. (In Russ.).
16. Kiselyov VM, Pershina EG. New paradigm of catering services of the concentrated contingents. *Food Processing: Techniques and Technology*. 2009;13(2):50–53. (In Russ.).
17. Prado SBRD, Giuntini EB, Grande F, Menezes EWD. Techniques to evaluate changes in the nutritional profile of food products. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2016;53:1–6. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2016.08.007>.
18. Oladunmoye OO, Aworth OC, Ade-Omowaye B, Elemo G. Substitution of wheat with cassava starch effect on dough behaviour and quality characteristics of macaroni noodles. *Nutrition and Food Science*. 2017;47(1):108–121. DOI: <https://doi.org/10.1108/NFS-10-2015-0130>.
19. Osipova GA, Koryachkina SYa, Volchkov AN. Sposoby povysheniya biologicheskoy tsennosti makaronnykh izdeliy: monografiya [Increasing the biological value of pasta: Monograph]. Orel: Orel State University named after I.S. Turgenyev; 2010. 159 p. (In Russ.).
20. Romanchikov SA. Method of accelerated drying of pasta with additives. Russia patent RU 2630455C1. 2017.
21. Edinye sanitarno-ehpidemiologicheskie i gigienicheskie trebovaniya k tovaram, podlezhashchim sanitarno-ehpidemiologicheskomu nadzoru (kontrolyu) [Unified sanitary, epidemiological, and hygienic requirements for goods subject to sanitary and epidemiological surveillance (control)]. – Moscow, 2010. 352 p.
22. Koryachkina SYa, Osipova GA. Sposob proizvodstva makaronnykh izdeliy iz netraditsionnogo syr'ya [Pasta production method from non-traditional raw materials]. *News institutes of higher Education. Food technology*. 2006;295(6):33–35. (In Russ.).
23. Shneyder DV, Dudchenko EV, Zaytseva EA. Razrabotka retseptur makaronnykh izdeliy povyshennoy pishchevoy tsennosti [Development of formulations for pasta with high nutritional value]. *Baking in Russia*. 2009;(3):20–21. (In Russ.).
24. Osipova GA. Ispol'zovanie kompleksnoy dobavki v proizvodstve makaronnykh izdeliy [Comprehensive additives in pasta production]. *Bread products*. 2011;(8):55–57. (In Russ.).
25. Zweifel C, Handschin S, Escher F, Conde-Petit B. Influence of High-Temperature Drying on Structural and Textural Properties of Durum Wheat Pasta. *Cereal Chemistry*. 2003;80(2):159–167. DOI: <https://doi.org/10.1094/CCHEM.2003.80.2.159>.
26. Cubadda F, Aureli F, Raggi A, Carcea M. Effect of milling, pasta making and cooking on minerals in durum wheat. *Journal of Cereal Science*. 2009;49(1):92–97. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2008.07.008>.
27. Aravind N, Sissons M, Egan N, Fellows CM, Blazek J, Gilbert EP. Effect of β -Glucan on Technological, Sensory, and Structural Properties of Durum Wheat Pasta. *Cereal Chemistry*. 2012;89(2):84–93. DOI: <https://doi.org/10.1094/CCHEM-08-11-0097>.
28. Mercier S, Mondor M, Moresoli C, Villeneuve S, Marcos B. Drying of Durum Wheat Pasta and Enriched Pasta: A Review of Modeling Approaches. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2016;56(7):1146–1168. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408398.2012.757691>.
29. Lamacchia C, Di Luccia A, Baiano A, Gambacorta G, la Gatta B, Pati S, et al. Changes in pasta proteins induced by drying cycles and their relationship to cooking behaviour. *Journal of Cereal Science*. 2007;46(1):58–63. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2006.12.004>.
30. Jukić M, Ugarčić-Hardi Ž, Koceva Komlenić D. Colour changes of pasta produced with different supplements during drying and cooking. *Deutsche Lebensmittel-Rundschau*. 2007;103(4):159–163.
31. Foschia M, Peressini D, Sensidoni A, Brennan MA, Brennan CS. Synergistic effect of different dietary fibres in pasta on in vitro starch digestion? *Food Chemistry*. 2015;172:245–250. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.09.062>.
32. Tudorič CM, Kuri V, Brennan CS. Nutritional and Physicochemical Characteristics of Dietary Fiber Enriched Pasta. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2002;50(2):347–356. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf0106953>.
33. Kosović I, Benšić M, Ačkar Đ, Jozinović A, Ugarčić Ž, Babić J, et al. Microstructure and cooking quality of barley-enriched pasta produced at different process parameters. *Foods and Raw Materials*. 2018;6(2):281–290. DOI: <https://doi.org/10.21603/2308-4057-2018-2-281-290>.
34. Lamacchia C, Baiano A, Lamparelli S, Terracone C, Trani A, Di Luccia A. Polymeric protein formation during pasta-making with barley and semolina mixtures, and prediction of its effect on cooking behaviour and acceptability. *Food Chemistry*. 2011;129(2):319–328. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.04.063>.

35. Montalbano A, Tesoriere L, Diana P, Barraja P, Carbone A, Spanò V, et al. Quality characteristics and in vitro digestibility study of barley flour enriched ditalini pasta. *LWT – Food Science and Technology*. 2016;72:223–228. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.04.042>.
36. Giuberti G, Gallo A, Cerioli C, Fortunati P, Masoero F. Cooking quality and starch digestibility of gluten free pasta using new bean flour. *Food Chemistry*. 2015;175:43–49. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.11.127>.
37. Larrosa V, Lorenzo G, Zaritzky N, Califano A. Improvement of the texture and quality of cooked gluten-free pasta. *LWT – Food Science and Technology*. 2016;70:96–103. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.02.039>.
38. Aydin E, Gocmen D. Cooking quality and sensorial properties of noodle supplemented with oat flour. *Food Science and Biotechnology*. 2011;20(2):507–511. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10068-011-0070-1>.
39. Piwinska M, Wyrwiz J, Kurek M, Wierzbicka A. Effect of oat β -glucan fiber powder and vacuum-drying on cooking quality and physical properties of pasta. *CyTA – Journal of Food*. 2015;13(1):101–108. DOI: <https://doi.org/10.1080/19476337.2015.1052987>.
40. Lorusso A, Verni M, Montemurro M, Coda R, Gobetti M, Rizzello CG. Use of fermented quinoa flour for pasta making and evaluation of the technological and nutritional features. *LWT – Food Science and Technology*. 2017;78:215–221. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.12.046>.
41. Ahmed I, Qazi IM, Jamal S. Quality evaluation of noodles prepared from blending of broken rice and wheat flour. *Starch/Staerke*. 2015;67(11–12):905–912. DOI: <https://doi.org/10.1002/star.201500037>.
42. Ronge BV, Padghan PV, Jayabhaye RV, Patil RA. Studies on Physico-Chemical Properties of *Vermicelli* Prepared by Using Skim Milk Powder. *Journal of Ready to Eat Food*. 2017;4(2):18–24.
43. Osorio-Díaz P, Agama-Acevedo E, Mendoza-Vinalay M, Tovar J, Bello-Pérez LA. Pasta added with chickpea flour: chemical composition, in vitro starch digestibility and predicted glycemic index. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*. 2008;6(1):6–12. DOI: <https://doi.org/10.1080/11358120809487621>.
44. Laleg K, Barron C, Cordelle S, Schlich P, Walrand S, Micard V. How the structure, nutritional and sensory attributes of pasta made from legume flour is affected by the proportion of legume protein. *LWT – Food Science and Technology*. 2017;79:471–478. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.01.069>.
45. Optimisation of a process for cocoa-based vermicelli / J. Singh, K. Kalyan, A. Yikona [et al.] // *Foods and Raw Materials*. – 2018. – Vol. 6, № 2. – P. 291–295. DOI: <http://doi.org/10.21603/2308-4057-2018-2-291-295>.
46. Lande SB, Thorats S, Kulthe AA. Production of nutrient rich vermicelli with malted finger millet (Ragi) flour. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 2017;6(4):702–710. DOI: <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2017.604.086>.
47. Singh J, Kaur S, Rasane P. Evaluation of the Nutritional and Quality Characteristics of Black Carrot Fortified Instant Noodles. *Current Nutrition and Food Science*. 2018;14(5):442–449. DOI: <https://doi.org/10.2174/1573401313666170724115548>.
48. la Gatta B, Rutigliano M, Padalino L, Conte A, Del Nobile MA, Di Luccia A. The role of hydration on the cooking quality of bran-enriched pasta. *LWT – Food Science and Technology*. 2017;84:489–496. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.06.013>.
49. Cardenas-Hernandez A, Beta T, Loarca-Pina G, Castano-Tostado E, Nieto-Barrera JO, Mendoza S. Improved functional properties of pasta: Enrichment with amaranth seed flour and dried amaranth leaves. *Journal of Cereal Science*. 2016;72:84–90. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2016.09.014>.
50. Mounika B, Maloo S, Bhasker V. Development and quality evaluation of pasta with incorporation of Colocasia leaves powder and beetroot powder. *International Journal of Food Science and Nutrition*. 2019;4(1):12–17.
51. Osorio-Díaz P, Islas-Hernandez JJ, Agama-Acevedo E, Rodríguez-Ambríz S., Sánchez-Pardo ME, Bello-Pérez LA. Chemical, starch digestibility and sensory characteristics of durum wheat/unripe whole banana flour blends for spaghetti formulation. *Food and Nutrition Sciences*. 2014;5(3):264–270. DOI: <https://doi.org/10.4236/fns.2014.53033>.
52. Feillet P, Autran JC, Icard-Verniere C. Pasta brownness: An assessment. *Journal of Cereal Science*. 2000;32(3):215–233. DOI: <https://doi.org/10.1006/jcrs.2000.0326>.
53. Devi KSP, Prema RS, Vaidheswaran H, Sudha A, Sangeetha V. Quality Evaluation of Non Wheat Sweet Vermicelli. *International Journal of Engineering and Technoscience*. 2015;1:1–6.
54. Zebish A, Virginia P, Ajit P, Pallavi S. Utilization of dehydrated moringa oleifera and Solanum nigrum leaves for the preparation of value added pasta. *International Journal of Food Science and Nutrition*. 2017;2(1):163–165.
55. Petrova EV, Sherstneva MV, Shnejder DV. Method for manufacturing of macaroni products with the use of nonstandard raw material such as amaranth. Russia patent RU 2222223C2. 2004.
56. Korjachkina SJ, Osipova GA. Dough composition for pasta production. Russia patent RU 2289952C1. 2006.
57. Potapov SS, Gorchakov PV, Dykhno LI, Kochkina VV. Pasta production method and pasta. Russia patent RU 2375915C2. 2009.
58. Shelepina NV. Dough composition for pasta production. Russia patent RU 2489901C2. 2013.
59. Osipova GA. Dough composition for pasta production. Russia patent RU 2466563C1. 2012.
60. Osipova GA, Korgina TV. Dough composition for pasta production. Russia patent RU 2462046C1. 2012.
61. Shnejder TI, Kazennova NK, Shnejder DV, Shilin SA. Pasta products production method. Russia patent RU 2446708C1. 2012.

62. Milde Laura B, Chigal Paola S, Chiola Zayas María O. Nutritional characterization of gluten free non-traditional pasta. *International Journal of Food Science and Nutrition*. 2018;3(5):19–24.
63. Tjupkina GI, Kisvaj NI, Larina NV. Pasta product manufacture method. Russia patent RU 2494643C1. 2013.
64. Nikulina EO, Ivanova GV, Kol'man OJ. 'Zdorovye' pasta products with sea-buckthorn extraction cake. Russia patent RU 2548188C1. 2015.
65. Dolmatova IA, Zaytseva TN, Ivanova GD, Persetskaya KM. Issledovanie pokazateley kachestva obogashchennykh makaronnykh izdeliy [The study of quality indicators of enriched pasta]. *Young Scientist*. 2015;86(6):148–152. (In Russ.).
66. Aprakhimov DR, Smol'nikova FK, Rebezov MB. Sravnitel'naya kharakteristika rastitel'nykh komponentov razrabotannykh makaronnykh izdeliy [Comparative characteristics of vegetable components developed pasta]. *Young Scientist*. 2016;125(21):111–114. (In Russ.).
67. Ma YJ, Guo XD, Liu H, Xu Ba, Wang M. Cooking, textural, sensorial, and antioxidant properties of common and tartary buckwheat vermicelli. *Food Science and Biotechnology*. 2013;22(1):153–159. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10068-013-0021-0>.
68. Chillo S, Laverse J, Falcone PM, Protopapa A, Del Nobile MA. Influence of the addition of buckwheat flour and durum wheat bran on spaghetti quality. *Journal of Cereal Science*. 2008;47(2):144–152. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2007.03.004>.
69. Gavrilova OM, Matveeva IV, Vakulenchik PI. Preparation of bread with use of buckwheat flour. *Baking in Russia*. 2007;(3):14–16. (In Russ.).
70. Gavrilova OM, Matveeva IV, Yudina TA, Lomakin AA. Duration of bread freshness from mix of wheat and buckwheat flour. *Baking in Russia*. 2008;(3):18–20. (In Russ.).
71. Grechikha [Buckwheat] [Internet]. [cited 2019 May 11]. Available from: <http://россельхоз.рф/stati/rastenievodstvo/grechika.html>.
72. Machikhina LI, Meleshkina EP, Priezzheva LG, Smirnov SO, Zhuchenko AA, Rozhmina TA. Creation of technologies of new food from flax seeds. *Bread products*. 2012;(6):54–58. (In Russ.).
73. Minevich IEh. Razrabotka tekhnologicheskikh resheniy pererabotki semyan l'na dlya sozdaniya funktsional'nykh pishchevykh produktov [Development of technological solutions for processing flax seeds to create functional food products]. Cand. eng. sci. diss. Moscow: Moscow State University of Technology and Management named after K.G. Razumovsky; 2009. 25 p.
74. Zubtsov VA, Osipova LL, Lebedeva TI. L'nyanoie semya, ego sostav i svoystva [Flaxseed, its composition and properties]. *Russian Journal of General Chemistry*. 2002;46(2):14–16. (In Russ.).
75. Ciochina VC, Garaeva SN, Nevoia AV, Garaeva OI, Besetea TS, Gheorghiu ZB. The sulfur-containing amino acids in diagnostics, goal-directed maintenance and formation of health. *Journal of Academy of Sciences of Moldova. Life sciences*. 2011;315(3):15–35. (In Russ.).
76. Rodionov JV, Danilin SI, Mitrohin MA, Uteshev MV, Mochalin NN, Ivanova IV. The influence of powder Pasternak on the quality parameters of noodles and pasta. *Technologies of food and processing industry of AIC – healthy food*. 2017;15(1):56–61. (In Russ.).
77. Iztaev BA, Iskakova GK, Umirzakova GA, Magomedov GO. Expansion of the range of pasta products through the use of vegetable raw materials. *Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*. 2018;80(1):173–180. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-1-173-180>.
78. Shneyder DV. Development of technologies for gluten-free pasta. *Food processing industry*. 2012;(7):40–41. (In Russ.).
79. Codex Alimentarius 1981:118 Codex standard for Gluten Free Foods. WHO; 1981. 3 p.
80. Bochkareva IA, Popov VP, Zinyukhina AG. Process optimisation of special purpose pasta producing using pumpkin pulp. *Vestnik of the Orenburg State University*. 2014;170(9):226–230. (In Russ.).
81. Malyutina TN, Turenko VYu. Study the effect of non-traditional type of flour on the quality of pasta products made of soft wheat. *Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*. 2016;70(4):166–171. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-4-166-171>.
82. Shelubkova NS, Sadygova MK, Kirillova TV, Buyanova IV, Muchkina EYa. The optimization of parameters of the batch of macaroni dough from composite flour. *The Bulletin of KrasGAU*. 2018;140(5):232–239. (In Russ.).
83. Jukov VV, Likhacheva EI, Shagabiev FM, Vdovkina NS, Matochkin SV. Method of producing macaroni. Russia patent RU 2302125C2. 2007.
84. Romanchikov SA, Kobyda EV, Zankov PN, Antufev VT, Pakhomov VI, Frolov AV. Method for production of pasta products. Russia patent RU 2591458C2. 2016.
85. Romanchikov SA. Ultrasound and Infrared Radiation in Pasta Production. *Food Processing: Techniques and Technology*. 2018;48(3):96–104. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-3-96-104>.
86. Romanchikov SA, Kobyda EV, Zan'kov PN, Frolov AV, Antuf'ev VT, Verboloz EI, et al. Pasta press. Russia patent RU 2530999C1. 2014.
87. Antuf'ev VT, Verboloz EI, Kobyda EV. Macaroni press with an ultrasonic radiator. *Bread products*. 2014;(2):44–45. (In Russ.).
88. Nikolyuk OI, Abdurakhmanov EhF, Romanchikov SA, Verboloz EI, Antuf'ev VT. Ustroystvo dlya sushki makaronnykh izdeliy uskorennyim sposobom [Equipment for accelerated pasta drying]. Russia patent RU 167724U1. 2017.

Сведения об авторах

Смирнов Станислав Олегович

канд. техн. наук, заместитель директора по научной работе, Научно-исследовательский институт пищевконцентратной промышленности и специальной пищевой технологии – филиал ФГБУН «ФИЦ питания, биотехнологии и безопасности пищи», 142718, Россия, Московская область, Ленинский район, поселок Измайлово, 22, тел.: +7 (495) 549-38-20, e-mail: sts_76@bk.ru

Фазуллина Олия Фанавиевна

канд. техн. наук, старший научный сотрудник отдела пищевых концентратов и оборудования, Научно-исследовательский институт пищевконцентратной промышленности и специальной пищевой технологии – филиал ФГБУН «ФИЦ питания, биотехнологии и безопасности пищи», 142718, Россия Московская область, Ленинский район, поселок Измайлово, 22, тел.: +7 (495) 383-16-92, e-mail: olfazullina@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-5963-3692>


Information about the authors

Stanislav O. Smirnov

Cand.Sci.(Eng.), Deputy Director for Scientific Work, Scientific Research Institute of Food-Concentrate Industry and Special Food Technology – a branch Federal Research Centre of Nutrition, Biotechnology and Food Safety, 22, Izmailovo settlement, Leninsky district, Moscow region, 142718, Russia, phone: +7 (495) 549-38-20, e-mail: sts_76@dk.ru

Oliya F. Fazullina

Cand.Sci.(Eng.), Senior Researcher of the Department of Technology of Food Concentrates and Equipment, Scientific Research Institute of Food-Concentrate Industry and Special Food Technology – a branch Federal Research Centre of Nutrition, Biotechnology and Food Safety, 22, Izmailovo settlement, Leninsky district, Moscow region, 142718, Russia, phone: +7 (495) 383-16-92, e-mail: olfazullina@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-5963-3692>