УДК: 664.69 doi: https://doi.org/10.36107/spfp.2020.221

Макаронные изделия из цельнозерновой муки полбы и порошков брокколи и сельдерея

Фазуллина Олия Фанавиевна
НИИПП и СПТ - филиал ФГБУН
«ФИЦ питания, биотехнологии и безопасности пищи»
Адрес: 142718, Московская область, Ленинский район, поселок Измайлово, д.22
E-mail: olfazullina@yandex.ru

Смирнов Станислав Олегович
НИИПП и СПТ - филиал ФГБУН
«ФИЦ питания, биотехнологии и безопасности пищи»
Адрес: 142718, Московская область, Ленинский район, поселок Измайлово, д.22
E-mail: sts_76@bk.ru

Королев Алексей Александрович
НИИПП и СПТ - филиал ФГБУН
«ФИЦ питания, биотехнологии и безопасности пищи»
Адрес: 142718, Московская область, Ленинский район, поселок Измайлово, д.22
E-mail: korleh@mail.ru

Популярность идей здорового питания обуславливает интерес разработчиков и производителей к созданию новых продуктов, отвечающих принципам здорового сбалансированного питания. Макаронные изделия пользуются стабильно большим спросом среди населения многих стран, поэтому являются перспективным объектом для обогащения и использования нетрадиционного для макаронного производства сырья. Целью исследования является разработка рецептур макаронных изделий из нетрадиционных компонентов для диетического профилактического и диетического лечебного питания при избыточном весе с целью расширения ассортимента обогащенных продуктов с потенциально низким гликемическим индексом. Работа проведена в НИИ пищеконцентратной промышленности и специальной пищевой технологии – филиале ФГБУН «ФИЦ питания, биотехнологии и безопасности пищи» (Московская область). В исследовании использовали муку полбяную цельнозерновую, муку гречневую, порошки брокколи, сельдерея, соевую клетчатку. Изготовлены опытные образцы макаронных изделий на лабораторном макаронном прессе Sandore (модель Sandorina) (Италия). Применили средний тип замеса теста с влажностью 31%. По органолептическим и физико-химическим показателям, варочным свойствам полученные макаронные изделия отвечают требованиям нормативной документации. Использование нетрадиционного сырья не оказало отрицательного влияния на показатели качества готовых изделий и состояние после варки. Использование в рецептуре нетрадиционного сырья не требует изменений технологического процесса или замены традиционного оборудования, а также позволяет обогатить макаронную продукцию белком, клетчаткой, витаминами, минеральными веществами. Производство макаронных изделий из муки полбы, овощных порошков расширяет ассортимент продуктов диетического лечебного и диетического профилактического питания.

Ключевые слова: макаронные изделия, полба, овощные порошки, брокколи, сельдерей, рецептура, технология

Введение

Разработка и производство продуктов питания с функциональными свойствами является одним из самых перспективных направлений пищевой отрасли. Макаронные изделия имеют стабильно большой спрос у населения всех стран, поэтому перспективны как объект для внесения обогащающих добавок и использования нетрадиционного сырья. Исследования в этом направлении проводятся отечественными (Аптрахимов, Ребезов, Смольникова, 2015; Коргина, Осипова, Сечина, 2014; Корячкина, Осипова, 2006; Осипова, 2013) и зарубежными учеными (Bustos, Perez, Leon, 2015; Lisiecka, Wójtowicz, Dziki, Gawlik-Dziki, 2019; Nilusha, Jayasinghe, Perera, Perera, 2019; Özgören, Yapar, 2019; Oliviero, Fogliano, 2016; Silva, Tonetto, Gurak, 2019).

Российские макаронные предприятия используют в производстве, в основном, хлебопекарную муку из-за недостаточного количества специальной макаронной муки, которую получают из твердых сортов пшеницы. Макаронные изделия, выработанные из хлебопекарной муки, имеют высокую калорийность, невысокую пищевую ценность и высокие значения гликемического индекса (ГИ) – 70 (Малютина, Туренко, 2016; Осипова, 2013; Федорова, Волков, Новикова, 2017; Смирнов, Фазуллина, 2019а). Для сбалансированного здорового питания такие показатели являются неудовлетворительными, поэтому хлебопекарную муку для макаронного производства обогащают различными добавками (Бочкарева, Попов, Зинюхина, 2014; Коргина, Осипова, Сечина, 2014; Корячкина, Осипова, 2006; Осипова, 2013). Новые источники сырья для макаронного производства способствует расширению ассортимента продукции, в том числе диетического лечебного и диетического профилактического питания для различных групп населения (Корячкина, Осипова, 2006; Осипова, Самофалова, Березина, Серегина, 2019).

Целью нашего исследования являлась разработка макаронных изделий для диетического профилактического и диетического лечебного питания при избыточной массе тела.

Были поставлены следующие задачи: исследовать возможности комплексного использования цельнозерновой полбяной муки, гречневой муки, порошков брокколи и сельдерея, соевой клетчатки для получения макаронных изделий с потенциально низким ГИ и повышенной пищевой ценностью; оценить показатели качества, варочные свойства макаронных изделий.

Литературный обзор

Идеи здорового питания популярны во всем мире. Растущий спрос потребителей на здоровые продукты питания определил интерес исследователей и производителей к созданию новых функциональных пищевых продуктов, в том числе макаронных изделий, обогащенных белком, витаминами, минеральными веществами, пищевыми волокнами, другими биологически активными веществами, а также с потенциально низким гликемическим индексом (Filipovic, Pezo, Filipovic, Brkljača, Krulj, 2015; Корячкина, Холодова, Черных, Ладнова, 2015; Малютина, Туренко, 2016; Смирнов, Фазуллина, 2019а; Bouasla, Wójtowicz, 2019; Фазуллина, Смирнов, 2019а).

Работая над созданием новых рецептур необходимо принимать во внимание опыт предыдущих разработок в этой области, имеющий несомненную пользу для определения наиболее перспективных направлений.

Учеными Воронежского государственного университета инженерных технологий в целях повышения пищевой ценности макаронных изделий из пшеничной хлебопекарной муки изучена возможность применения полбяной муки, как обогатителя, в производстве макаронных изделий из муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта. Получены макаронные изделия с повышенным содержанием белка, пищевых волокон, витаминов, минеральных веществ. Показатели качества макаронных изделий соответствуют требованиям нормативной документации (Малютина, Туренко, 2016).

Сербские ученые разработали функциональный продукт – макаронные изделия из цельнозерновой муки спельты с добавлением инулина в дозировке 5-20% в целях повышения содержания клетчатки. Отмечено положительное влияние инулина на пищевую ценность макаронных изделий и технологические характеристики макаронного теста (Filipovic, Pezo, Filipovic, Brkljača, Krulj, 2015). Для получения макаронных изделий с улучшенным соотношением ω-3/ω-6 полиненасыщенных жирных кислот и минеральным профилем в спельтовую муку добавляли семена льна и кунжута, яйца (Filipović, Ahmetxhekaj, Filipović, Košutić, 2017).

Гречневая мука, как ценный источник белка, незаменимых аминокислот, витаминов, минеральных веществ, полифенолов используется при разработке функциональных продуктов питания, в том числе макаронных изделий (Федорова, Волков, Новикова, 2017).

Алжирские и польские ученые разработали безглютеновые макаронные изделия из смеси рисовой и гречневой муки в соотношении 50:50 с высоким содержанием клетчатки (5,21%) в виде спагетти с хорошими органолептическими, физико-химическими показателями и варочными свойствами (Bouasla, Wójtowicz, 2019).

С целью повышения пищевой ценности и расширения ассортимента макаронных изделий орловские и пятигорские ученые использовали

тонкодисперсные овощные и фруктовые порошки низкотемпературной сушки. Подтверждена целесообразность применения овощных и фруктовых порошков в производстве макаронных изделий с сохранением качества и технологии, что позволит расширить ассортимент макаронной продукции (Корячкина, Холодова, Черных, Ладнова, 2015).

Ученые Мичуринского государственного аграрного университета включили в рецептуру макаронных изделий порошок пастернака, что позволило не только обогатить изделия пищевыми волокнами, витаминами и минеральными веществами, но и снизить их энергетическую ценность на 5-15% (Родионов, Данилин, Митрохин, Утешев, Мочалин, Иванова, 2017).

Таким образом, учеными проводятся многочисленные исследования, направленные на улучшение качества, повышение пищевой ценности, снижение калорийности, гликемического индекса макаронных изделий из традиционного и нетрадиционного сырья. Исследования способствуют расширению сырьевой базы для макаронного производства и более рациональному использованию местных ресурсов.

Приведенный обзор подтверждает актуальность и перспективность проводимых работ, а также свидетельствует о растущем интересе исследователей к использованию макаронных изделий в качестве объекта для внесения обогащающих добавок и использования нетрадиционного сырья.

Теоретическое обоснование

‘Развитие науки о питании показало незаменимую роль растительного сырья как источников витаминов, минеральных веществ, органических кислот, фитонцидов, клетчатки, белка, других биологически активных веществ, исследуя их физиологическое влияние на пищеварение’ (Рогов, Антипова, Дунченко, 2007, с. 249).

В нашем исследовании на первом этапе было необходимо подобрать растительное сырье с низким ГИ и высокой пищевой ценностью. При выборе ориентировались на значения ГИ, пищевую и биологическую ценность, степень изученности, доступность, возможность использования в макаронном производстве. Как основное сырье была выбрана мука полбяная цельнозерновая и в качестве добавок мука гречневая, порошки брокколи и сельдерея. Все компоненты относятся к продуктам с низким ГИ: полба 40; гречка 50; брокколи 10; сельдерей 15.

В опубликованных ранее работах представлены результаты исследований по разработкам рецептур макаронных изделий с использованием муки полбы (Малютина, Туренко, 2016; Смирнов, Фазуллина, 2019а; Фазуллина, Смирнов, 2019а). По содержанию белка, ненасыщенных жирных кислот, пищевых волокон, витаминов группы В и железа полба превосходит пшеницу (Крюкова, Лейберова, Лихачева, 2014). Также в полбе содержатся вещества, нормализующие липидный обмен, поэтому она рекомендуется диетологами при избыточном весе и ожирении (Малютина, Туренко, 2016; Крюкова, Лейберова, Лихачева, 2014). Содержание клейковины в полбяной муке колеблется от 21,7 до 28,7% в зависимости от сорта, условий выращивания. Мука из полбы характеризуется низкой водопоглотительной способностью и высоким отношением упругости теста к растяжимости. По силе клейковины она относится к слабым видам муки. По технологическим (варочным, мукомольным, хлебопекарным) свойствам полбяная мука близка к муке из твердых сортов пшеницы, по качеству превосходит муку пшеничную. Поэтому полбяная мука является ценным пищевым сырьем. Экспериментальные данные по реологии полбяного теста указывают на целесообразность использования в качестве улучшителя структурно-механических и физико-химических свойств пшеничного теста (Крюкова, Лейберова, Лихачева, 2014).

Выбор гречневой муки объясняется ее пищевой ценностью: высокое содержание белков и их сбалансированность по аминокислотному составу, витаминов, минеральных веществ, пищевых волокон (Федорова, Волков, Новикова, 2017; Bouasla, Wójtowicz, 2019). Фенольные соединения гречки обеспечивают ее высокую антиоксидантную активность и защитное действие на организм человека (антивоспалительное, антибактериальное, антивирусное, антиканцерогенное). Большинство полифенолов, обнаруженных в гречке: фенольные кислоты и флавоноиды (особенно кверцетин и рутин) (Bouasla, Wójtowicz, 2019).

С использованием овощей производится широкий ассортимент традиционных пищевых продуктов, в том числе макаронные изделия (Медведев, 2006; Осипова, 2013; Бочкарева, Попов, Зинюхина, 2014; Родионов, Данилин, Митрохин, Утешев, Мочалин, Иванова, 2017; Singh, Kaur, Rasane, 2018). Овощи обогащают макаронные изделия

витаминами, минеральными веществами, органическими кислотами, физиологически активными углеводами (клетчатка, пектин) и улучшают технологические характеристики макаронного теста (Бочкарева, Попов, Зинюхина, 2014; Родионов, Данилин, Митрохин, Утешев, Мочалин, Иванова, 2017).

Овощи (также фрукты, ягоды, пряно-ароматическая зелень) могут использоваться в макаронном производстве в виде пюре, мезги или в сухом виде (экстракты, порошки) (Осипова, 2013; Бочкарева, Попов, Зинюхина, 2014; Родионов, Данилин, Митрохин, Утешев, Мочалин, Иванова, 2017). Кроме расширения ассортимента, такие добавки улучшают органолептику, снижают калорийность, уменьшая в нем долю углеводов (Бочкарева, Попов, Зинюхина, 2014; Oliviero, Fogliano, 2016; Родионов, Данилин, Митрохин, Утешев, Мочалин, Иванова, 2017).

'Достаточный уровень потребления пищевых волокон препятствует возникновению и развитию таких распространенных заболеваний, как атеросклероз, сахарный диабет, гипертония' (Пивоваров, Пышная, Гуркина, 2017, с. 123).

Брокколи и сельдерей, как и все овощи, богаты клетчаткой, пектинами, витаминами, минеральными веществами, органическими кислотами, натуральными красителями, другими биологически активными веществами. В брокколи содержатся в значительных количествах: витамины А, К, лютеин и зеаксантин, фолиевая кислота, калий, кремний, сера, бор, йод, марганец. В 100 г брокколи содержится 2,6 г белка, 13 г клетчатки. Энергетическая ценность всего 34 г/100 г.

Сельдерей является источником полноценного набора пищевых компонентов, в том числе флавоноидов, фенолов, органических кислот, витаминов, макро- и микроэлементов (Пивоваров, Пышная, Гуркина, 2017). В 100 г сельдерея содержится 1,6 г белка, 16 г клетчатки. Энергетическая ценность – 34 г/100 г. Комплекс химических веществ сельдерея обуславливает его стимулирующее действие на систему кроветворения, секрецию пищеварительных соков, улучшение работы сердечно-сосудистой системы (Пивоваров, Пышная, Гуркина, 2017). Сельдерей и брокколи относятся к низкокалорийным продуктам с низким ГИ (Малкина, Крячко, 2016; Смирнов, Фазуллина, 2019b).

Учитывая пищевую ценность и химический состав, брокколи и сельдерей являются ценным и перспективным сырьем для производства продуктов питания с повышенной пищевой ценностью. Особенно полезны эти овощи при различных видах нарушений обмена веществ: ожирении, гипертонии, сахарном диабете, атеросклерозе (Малкина, Крячко, 2016; Пивоваров, Пышная, Гуркина, 2017).

Использование овощей в макаронном производстве улучшает технологические характеристики, упрочняет структуру макаронного теста, снижает его адгезию, облегчает процесс производства, улучшает показатели качества готовых изделий (внешний вид, состояние поверхности, цвет). Однако при увеличении количества овощных компонентов возможны некоторые ухудшения технологических свойств, показателей качества и варочных свойств (Бочкарева, Попов, Зинюхина, 2014; Bustos, Perez, Leon, 2015; Oliviero, Fogliano, 2016; Родионов, Данилин, Митрохин, Утешев, Мочалин, Иванова, 2017; Singh, Kaur, Rasane, 2018; Odey, Lee, 2020).

Для нашей работы были проанализированы полученные другими авторами результаты исследований состава и технологических свойств используемого сырья (Смирнов, Фазуллина, 2019b; Фазуллина, Смирнов, 2019b). Использование в макаронном производстве нетрадиционного сырья изменяет свойства теста и готовых макаронных изделий. Необходимо проведение комплекса исследований для определения оптимального рецептурного состава с учетом влияния компонентов как на химические, так и на физиологические процессы.

Оптимизация количественного и качественного состава рецептур разрабатываемых продуктов по содержанию белков, жиров, углеводов, пищевых волокон, витаминов, минералов, а также разумное снижение калорийности, является одним из путей нормализации веса и общего оздоровления населения (Корячкина, Осипова, 2006; Осипова, 2013; Смирнов, Фазуллина, 2019a; Osipova, Koryachkina, Koryachkin, Seregina, Zhugina, 2019; Teterycz, Sobota, Zarzycki, Latoch, 2019; Paiva, Queiroz, Garcia, 2019).

Материалы и методы

В работе в качестве основного сырья была использована мука полбяная цельнозерновая по ТУ 9293-014-89751414-11 (ООО «Гарнец», Россия). Массовая доля сырой клейковины – 23%, качество

клейковины – 77,5 ед. ИДК. В качестве дополнительных компонентов использовались: мука гречневая по ТУ 9293-002-43175543-03 (ООО «Гарнец», Россия); яичный порошок по ГОСТ 30363-2013 (Россия); овощные порошки (брокколи, сельдерей) низкотемпературной сушки («GreenFood Organic», Россия); соевая клетчатка (Россия); макаронное тесто; макаронные изделия.

Исследования проведены в лабораториях ГНУ НИИ ПП и СПТ – филиала ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» и Центра реологии пищевых сред НИИ хлебопекарной промышленности. Отбор проб, определение цвета и формы, запаха и вкуса, влажности методом высушивания до постоянной массы, кислотности, золы, сохранности формы сваренных макаронных изделий, количества сухого вещества, перешедшего в варочную воду, по ГОСТ 31964-2012 «Изделия макаронные. Правила приемки и методы определения качества». Определение белка по ГОСТ 10846-91 «Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка», титратор автоматический Easy Plus, модель Easy pH с электродом EG 11-BNC. Определение содержания клетчатки по ГОСТ 31675-2012 «Корма. Методы определения содержания сырой клетчатки с применением промежуточной фильтрации».

Результаты и их обсуждение

Лабораторные образцы макаронных изделий были изготовлены на лабораторном макаронном прессе Sandore (модель Sandorina) (Италия) по традиционной технологии, включающей следующие этапы: подготовка сырья и обогащающих добавок, взвешивание, смешивание сухих компонентов, замес и прессование, формование, резка, сушка. Учитывая количество и качество клейковины и для предотвращения слипания макаронных изделий в период сушки, применили средний тип замеса теста с влажностью 31%.

На выходе из матрицы полуфабрикат макаронных изделий сохранял форму, не прилипал к инструментам и оборудованию, не крошился, имел однородный цвет без вкраплений (Рисунок 1).

При резке и раскладке образцы не крошились, сохраняли приданную им форму. Пластичность теста связана с суммарным количеством в рецептурных компонентах белка, клетчатки, пектина, имеющих высокую водопоглотительную способность (Бочкарева, Попов, Зинюхина, 2014; Малютина, Туренко, 2016; Федорова, Волков, Новикова, 2017; Родионов и др., 2018). Пластичность важна при определении режимов сушки макаронных полуфабрикатов для исключения потемнения, усадки, растрескивания (Милютина и др., 2016; Родионов и др., 2018; Федорова, Волков, Новикова, 2017). В нашей работе использовали низкотемпературный режим конвективной сушки из-за высокого содержания в полбяной муке активных ферментов, которые могут привести к потемнению изделий после сушки.

Все образцы имели мучнистый излом, что можно объяснить структурой эндосперма зерна полбы

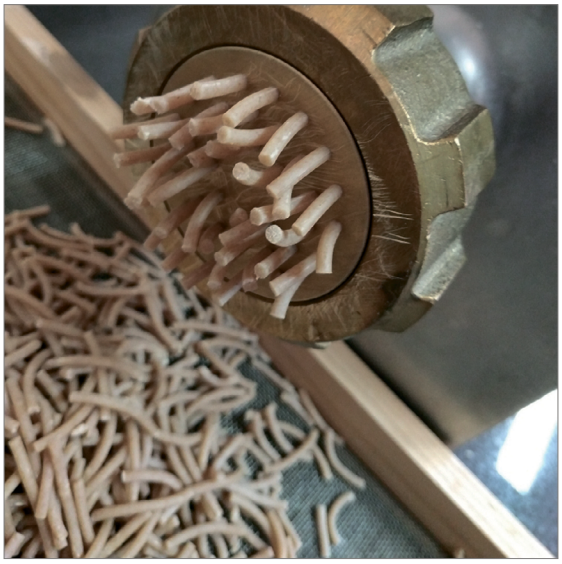

Рисунок 1. Лабораторная выработка образцов на макаронном прессе Sandore (модель Sandorina) (Италия).

(основного сырья), отсутствием стадии вакуумирования при работе лабораторного макаронного пресса. При использовании промышленного макаронного пресса с вакуумированием этот недостаток устраняется.

По результатам проведенной дегустационной оценки для исследований выбраны четыре образца (Таблица 1).

В Таблице 2 представлены результаты исследований пищевой ценности сухих макаронных изделий. Анализы выполнены в лаборатории качества продуктов и аналитических методов исследований НИИ пищеконцентратной промышленности и специальной пищевой технологии – филиала ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии». В качестве образца сравнения приняты макаронные изделия из муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта. Калорийность определена расчетным методом.

Как следует из Таблицы 2, по сравнению с контролем: калорийность образцов меньше на 5,5-8,9%; содержание белка в образцах 1, 3, 4 больше на 10,5-19,3%; в образце 2 (с добавлением гречневой муки) белка меньше на 5,1%; содержание жира больше на 100-130%; содержание золы больше на 18,7-45,3%. Содержание пищевых волокон во всех образцах больше в 3,7-4,0 раза по сравнению с контролем. Высокое содержание пищевых волокон объясняется, в основном, использованием цельнозерновой муки и соевой клетчатки.

Органолептические и физико-химические показатели качества

Сухие макаронные изделия в зависимости от используемых добавок отличались по цвету. В процессе варки изделия частично обесцвечиваются. Снижение интенсивности цвета готовых макаронных изделий связано с набуханием макаронных изделий и конверсией пигментов, что привело к уменьшению интенсивности цвета при варке. Тем не менее, все исследуемые образцы после варки имели привлекательный цвет (Рисунок 2).

Рисунок 2. Внешний вид готовых макаронных изделий.

Готовые образцы характеризовались ровным цветом с кремовым оттенком (образцы 1 и 2) и зеленоватым (образцы 3 и 4), приятным вкусом и запахом, свойственным макаронным изделиям и используемому сырью. После варки не слипались, сохранность формы для всех образцов - 100%.

Кислотность образцов (кроме образца 2) на уровне допустимых норм (не более 4 град). Полученные результаты согласуются с исследованиями (Федорова, Волков, Новикова, 2017), где кислотность вермишели с добавлением гречневой муки увеличивалась с увеличением количества добавки. Такая тенденция объясняется тем, что при гидротермической обработке гречки происходит гидролитический распад и, как следствие, увеличивается количество кислых фосфатов, органических и свободных жирных кислот, а также

Таблица 1
Состав разработанных макаронных изделий

Изделие	Состав
Образец 1	Мука цельнозерновая полбяная - 94, соевая клетчатка - 3, яичный порошок - 3
Образец 2	Мука цельнозерновая полбяная - 60, мука гречневая - 34, соевая клетчатка - 3, яичный порошок - 3
Образец 3	Мука цельнозерновая полбяная - 88, соевая клетчатка - 3, яичный порошок - 3, порошок брокколи - 6
Образец 4	Мука цельнозерновая полбяная - 88, соевая клетчатка - 3, яичный порошок - 3, порошок сельдерея - 6

Таблица 2
Содержание основных питательных веществ в макаронных изделиях

Показатель	Образец 1	Образец 2	Образец 3	Образец 4	Контрольный
Вода, %	9,68	10,51	9,65	10,12	9,3
Белок, %	13,88	11,42	13,26	14,31	12
Жиры, %	2,94	2,75	2,62	3,05	1,3
Углеводы, %	58,68	60,91	59,94	59,88	70,5
Пищевые волокна, %	11,92	11,66	12,28	12,52	3,1
Зола, %	1,99	1,78	1,92	2,18	1,5
Калорийность, ккал	317	314	316	324	342

Рисунок 2. Внешний вид готовых макаронных изделий.

водорастворимых веществ (Федорова, Волков, Новикова, 2017, с. 93).

Исследование варочных свойств

Варочные свойства являются важными показателями качества макаронных изделий, определяющими потребительскую приемлемость. Результаты исследований варочных свойств образцов макаронных изделий приведены в Таблице 3.

Разница в рецептурах не оказала значимого влияния на время варки. Потери сухих веществ при варке характеризуют прочность структуры макаронных изделий. Полученные значения потерь сухих веществ исследуемых образцов находились в диапазоне от 3,57 до 5,84%, что соответствует требованиям нормативной документации (не более 6%). Анализ предварительной серии исследований (Смирнов, Фазуллина, 2019а) показал, что при увеличении количества вносимых обогащающих добавок увеличиваются потери сухих веществ при варке и незначительно увеличивается количество поглощенной воды.

Коэффициент увеличения массы образцов после варки имел значения от 1,97 до 2,07. Макаронные изделия хорошего качества должны иметь значения коэффициента в пределах 1,5-2,5 (Медведев, 2006, с. 289). Полученные в исследованиях значения соответствуют указанному диапазону.

Результаты исследований показателей качества образцов представлены в Таблице 4.

Анализируя полученные результаты, можно сделать заключение об эффективности выбранного рецептурного состава.

По результатам проведенного дегустационного совещания, оценки органолептических, физико-химических показателей качества, варочных свойств были выбраны две рецептуры (с добавлением порошков брокколи и сельдерея) с наилучшими органолептическими показателями для дальнейших исследований.

Заключение

Доказана возможность выработки макаронной продукции по предложенным рецептурам без необходимости изменений технологических параметров производства и замены оборудования.

Разработаны рецептуры макаронных изделий с потенциально низким гликемическим индексом из нетрадиционных компонентов. По содержанию белка, пищевых волокон, золы лабораторные образцы макаронных изделий из полбяной муки превосходят контрольный образец из муки пшеничной хлебопекарной.

По органолептическим, физико-химическим показателям качества, варочным свойствам разработанные макаронные изделия соответствуют требованиям ГОСТ Р 54656-2011 «Изделия макаронные с обогащающими добавками. Общие технические условия».

Таблица 3
Варочные свойства образцов макаронных изделий

Образец	Показатели			
	Время варки, мин	Сохранность формы, %	Сухое вещество, перешедшее в варочную воду, %	Коэффициент увеличения массы
Контроль	7,0	100	6,24	1,80
1	8,0	100	3,57	1,97
2	7,0	100	4,38	1,98
3	8,0	100	5,19	1,99
4	8,0	100	5,84	2,07

Таблица 4
Органолептические, физико-химические показатели качества образцов

Показатели	Исследованные образцы			
	Образец 1	Образец 2	Образец 3	Образец 4
Цвет	однотонный с кремовым оттенком		однотонный с зеленоватым оттенком	
Поверхность	гладкая			
Форма	соответствующая типу изделий			
Вкус	свойственный данному изделию, со своеобразным приятным привкусом используемых компонентов			
Запах	свойственный данному изделию, с легким своеобразным запахом, не портящим изделия			
Сохранность формы, %	100			
Влажность, %	9,68	10,51	9,65	10,12
Кислотность, град	2,7	4,3	2,8	3,0
Излом	мучнистый			
Состояние изделий после варки	не слипаются			

Производство макаронных изделий по разработанным рецептурам будет способствовать расширению ассортимента продуктов диетического лечебного и диетического профилактического питания для широкого круга потребителей, в том числе с повышенной массой тела.

Благодарности

Авторы выражают благодарность руководителю Центра реологии пищевых сред НИИ хлебопекарной промышленности, д.т.н., профессору Валерию Яковлевичу Черных; зав. лабораторией НИИ хлебопекарной промышленности Светлане Анатольевне Смирновой; ведущему научному сотруднику лаборатории качества продуктов и аналитических методов исследований НИИ пищеконцентратной промышленности и специальной пищевой технологии – филиала ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» к.б.н. Светлане Михайловне Пономаревой за 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 спецконтингентов»).

Литература

Аптрахимов Д.Р., Ребезов М.Б., Смольникова Ф.Х. Совершенствование технологии макаронных изделий с добавлением растительного сырья (патентный поиск) // Молодой ученый. 2015. № 13. С. 90-92.

Бочкарева И.А., Попов В.П., Зинюхина А.Г. Оптимизация процесса производства макаронных изделий специального назначения с использованием тыквенной мезги // Вестник ОГУ. 2014. № 9(170). С. 226-230.

Коргина Т.В., Осипова Г.А., Сечина Д.С. Расширение ассортимента макаронных изделий за счет использования растительного сырья // Хлебопродукты. 2014. № 2. С. 39-41.

Корячкина С.Я., Осипова Г.А. Макаронные изделия: способы повышения качества и пищевой ценности. Орел: Труд, 2006. 276 с.

Корячкина С.Я., Холодова Е.Н., Черных В.Я., Ладнова О.Л. Использование тонкодисперсных овощных и фруктовых порошков в технологии макаронных изделий // Современная наука и инновации. 2015. № 1(9). С. 57-62.

Крюкова Е.В., Лейберова Н.В., Лихачева Е.И. Исследование химического состава полбяной муки // Вестник ЮУрГУ. Сер. Пищевые и биотехнологии. 2014. № 2. С. 75-81.

Малкина В.Д., Крячко Т.И. Перспективы применения продуктов переработки брокколи в технологии хлебобулочных изделий // Научно-исследовательские публикации. 2016. № 6(38). С. 52-60.

Малютина Т.Н., Туренко В.Ю. Исследование влияния нетрадиционного вида муки на качество макаронных изделий из мягкой пшеницы // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 166-171. https://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-4-166-171

Медведев Г.М. Технология макаронных изделий: монография. СПб.: ГИОРД, 2006. 312 с.

Осипова Г.А. Теоретическое и экспериментальное обоснование разработки новых видов макаронных изделий повышенной пищевой ценности: монография. Орел: ФГБОУ ВПО «Госуниверситет - УНПК», 2013. 299 с.

Осипова Г.А., Самофалова Л.А., Березина Н.А., Серегина Т.В. Безотходная переработка сои: использование соевой окары в макаронном производстве // Зернобобовые и крупяные продукты. 2019. № 1(29). С. 56-62. https://doi.org/10.24411/2309-348X-2019-11073

Пивоваров В.Ф., Пышная О.Н., Гуркина Л.К. Овощи – продукты и сырье для функционального питания // Вопр. питания. 2017. Т. 86. № 3. С. 121-127. https://doi.org/10.24411/0042-8833-2017-00054

Рогов И.А., Антипова Л.В., Дунченко Н.И. Химия пищи: монография. М.: КолоС, 2007. 853 с.

Родионов Ю.В., Данилин С.И., Митрохин М.А., Утешев М.В., Мочалин Н.Н., Иванова И.В. Влияние порошка пастернака на качественные показатели лапши и макаронных изделий // Технология пищевой и перерабатывающей промышленности АПК-продукты здорового питания. 2017. № 1. С. 56-61.

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

Смирнов С.О., Фазуллина О.Ф. Макаронные изделия с низким гликемическим индексом // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». 2019b. № 3(41). С. 32-41. https://doi.org/10.17586/2310-1164-2019-12-3-32-41

Фазуллина О.Ф., Смирнов С.О. Использование растительных обогащающих добавок при производстве макаронных изделий: литературный обзор // Вестник МГТУ. 2019b. Т. 22. № 3. С. 449-457. https://doi.org/10.21443/1560-9278-2019-22-3-449-457

Фазуллина О.Ф., Смирнов С.О. Макаронные изделия повышенной пищевой ценности с использованием полбы // Ползуновский вестник. 2019a. № 3. С. 13-19. https://doi.org/10.25712/ASTU.2072-8921.2019.03.003

Федорова Р.А., Волков В.С., Новикова В.Ю. Разработка рецептуры и технологии макаронных изделий с добавлением гречневой муки // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2017. № 1(46). С. 91-95.

Bouasla A., Wójtowicz A. Rice-Buckwheat Gluten-Free Pasta: Effect of Processing Parameters on Quality Characteristics and Optimization of Extrusion-Cooking Process // Foods. 2019. No. 8(10). P. 496.

Bustos M.C., Perez G.T., Leon A.E. Structure and quality of pasta enriched with functional ingredients (Review) // RSC Advances. 2015. No. 5(39). P. 30780-30792. https://doi.org/10.1039/c4ra11857j

Filipović J., Ahmetxhekaj Sh., Filipović V., Košutić M. Spelt pasta with increased content of functional componets // Chemical Industry and Chemical Engineering. 2017. No. 23(3). P. 349-356. https://doi.org/10.2298/CICEQ160208049F

Filipovic J., Pezo L., Filipovic V., Brkljača J., Krulj J. The effects of ω-3 fatty acids and inulin addition to spelt pasta quality // LWT - Food Science and Technology. 2015. Vol. 63. No. 1. P. 43-51. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.03.082

Lisiecka K., Wójtowicz A., Dziki D., Gawlik-Dziki U. The influence of Cistus incanus L. leaves on wheat pasta quality // J Food Sci Technol. 2019. No. 56. P. 4311-4322. https://doi.org/10.1007 / s13197-019-03900-9

Nilusha R.A.T., Jayasinghe J.M.J.K., Perera O.D.A.N., Perera P.I.P. Development of Pasta Products with Nonconventional Ingredients and Their Effect on Selected Quality Characteristics: A Brief Overview

// International Journal of Food Science. 2019. P. 6750726-10. https://doi.org/10.1155/2019/6750726

Odey G.N., Lee W.Y. Evaluation of the quality characteristics of flour and pasta from fermented cassava roots // International Journal of Food Science & Technology. 2020. No. 55. P. 8113-822. https://doi.org/10.1111/ijfs.14364

Oliviero T., Fogliano V. Food design strategies to increase vegetable intake: The case of vegetable enriched pasta (Review) // Trends in Food Science and Technology. 2016. No. 51. P. 58-64. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.03.008

Osipova G.A., Koryachkina S.Y., Koryachkin V.P., Seregina T.V., Zhugina A.E. Effects of protein-containing additives on pasta quality and biological value // Food and raw materials. 2019. Vol. 7. No. 1. P. 60-66. https://doi.org/10.21603/2308-4057-2019-1-60-66

Özgören E., Yapar A. Effect of the addition of smoked trout fillet powder to the quality properties of pasta // Ital. J. Food Sci. 2019. No. 31. P. 110-124. https://doi.org/10.14674/IJFS-1263

Paiva C.L., Queiroz V.A.V., Garcia M.A.V.T. Características tecnológicas, sensoriais e químicas de massas secas sem glúten à base de farinhas de sorgo e milho // Brazilian Journal of Food Technology. 2019. Vol. 22. e2018095. https://doi.org/10.1590/1981-6723.09518

Silva M.L., Tonetto B.G.B., Gurak P.D. Utilização de farinha de subproduto de brotos para elaboração de massa alimentícia fresca // Brazilian Journal of Food Technology. 2019. Vol. 22. e2018063. https://doi.org/10.1590/1981-6723.06318

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. No. 14. P. 1-8. https://doi.org/10.2174/1573401313666170724115548

Teterycz D., Sobota A., Zarzycki P., Latoch A. Legume flour as a natural colouring component in pasta production // J Food Sci Technol. 2019. No. 57. P. 301-309. https://doi.org/:10.1007/s13197-019-04061-5

doi: https://doi.org/10.36107/spfp.2020.221

Pasta from Wholegrain Spelt Flour and Broccoli and Celery Powders

Oliya F. Fazullina
Scientific Research Institute of Food-Concentrate Industry and Special Food Technology – Branch of FGBUN FIC of Nutrition and Biotechnology
22, Izmailovo, Leninsky district, Moscow region, 142718, Russia
E-mail: olfazullina@yandex.ru

Stanislav O. Smirnov
Scientific Research Institute of Food-Concentrate Industry and Special Food Technology – Branch of FGBUN FIC of Nutrition and Biotechnology
22, Izmailovo, Leninsky district, Moscow region, 142718, Russia
E-mail: sts_76@dk.ru

Aleksey A. Korolev
Scientific Research Institute of Food-Concentrate Industry and Special Food Technology – Branch of FGBUN FIC of Nutrition and Biotechnology
22, Izmailovo, Leninsky district, Moscow region, 142718, Russia
E-mail: korleh@mail.ru

The popularity of healthy food ideas causes the interest of researchers and manufacturers to create new products that meet the principles of a healthy balanced diet. Pasta is in great demand among the population of many countries, so they are a promising object for enrichment and use of non-traditional raw materials for pasta production. The development of recipes and technology for the production of pasta from non-traditional components for diet therapeutic and preventive nutrition diet products in excess weight to expand the range of enriched products with a low glycemic index was the aim of the study. The work was carried out in the Scientific Research Institute of Food-Concentrate Industry and Special Food Technology – Branch of FGBUN FIC of Nutrition and Biotechnology (Moscow region). Whole grain spelt flour, buckwheat flour, powder of broccoli, celery, soybean fiber was used in the study. Prototypes of pasta type vermicelli were made at the laboratory pasta press Sandore (model Sandorina) (Italy). An average type of dough kneading with a humidity of 31% was applied. Organoleptic and physico-chemical parameters, cooking properties of the resulting pasta meet the requirements of regulatory documentation. The use of non-traditional raw materials did not have a negative influence on the quality of finished products. The studies have proved the possibility of developing pasta according to the developed recipes with quality that meets the requirements of regulatory documentation. The use of non-traditional raw materials in the formulation does not require changes in the technological process or replacement of traditional equipment, and also enriches pasta with protein, fiber, vitamins, minerals. Production of pasta from spelt flour, vegetable powders expands the range of diet therapeutic and preventive nutrition diet products.

Keywords: pasta, spelt, vegetable powders, broccoli, celery, recipe, technology

Acknowledgments

The authors are grateful to the head of the Center for Rheology of Food Environments of the Research Institute of the Bakery Industry, Doctor of Technical Sciences, Professor Valery Yakovlevich Chernykh; Head Laboratory of the Research Institute of the Bakery Industry Svetlana Anatolyevna Smirnova; Leading Researcher, Laboratory of Product Quality and Analytical Research Methods, Scientific Research Institute of Food-Concentrate Industry and Special Food Technology - Branch of the Federal State Budgetary Institution Nutrition and Biotechnology, Ph.D. Svetlana Mikhailovna Ponomareva for her help in research.

Funding

The study was carried out as part of the Fundamental Scientific Research Program of the State Academies of Sciences (topic No. 0529-2019-0065 “Development

and evaluation of the effectiveness of new innovative food concentrates and dietary preventive nutrition products for special contingents").

References

Aptrahimov D.R., Rebezov M.B., Smolnikova F.H. Sovershenstvovanie tekhnologii makaronnyh izdelij s dobavleniem rastitelnogo syrya (patentnyj poisk) [Improvement of the technology of macaroni products with the addition of plant materials (patent search)]. *Molodoj uchenyj* [*Young scientist*], 2015, no. 13, pp. 90-92.

Bochkareva I.A., Popov V.P., Zinyuhina A.G. Optimizaciya processa proizvodstva makaronnyh izdelij specialnogo naznacheniya s ispolzovaniem tykvennoj mezgi [Optimization of the production process of pasta special use pumpkin pulp]. *Vestnik OGU* [*Vestnik of the Orenburg State University*], 2014, no. 9(170), pp. 226-230.

Korgina T.V., Osipova G.A., Sechina D.S. Rasshirenie assortimenta makaronnyh izdelij za schet ispolzovaniya rastitelnogo syrya [Expanding the range of pasta products through the use of herbal raw material]. *Hleboprodukty* [*Bread products*], 2014, no. 2, pp. 39-41.

Koryachkina S.Y., Osipova G.A. Makaronnye izdeliya [Pasta: methods of improvement of quality and nutrition value]. Orel: Trud, 2006. 276 p.

Koryachkina S.Y., Kholodova E.N., Tchernykh V.Y., Ladnova O.L. Ispolzovanie tonkodispersnyh ovoshchnyh i fruktovyh poroshkov v tekhnologii makaronnyh izdelij [The use of micronized vegetable and fruit powders in the technology of pasta]. *Sovremennaya nauka i innovacii* [*Modern science and innovations*], 2015, no. 1(9), pp. 57-62.

Kryukova E.V., Lejberova N.V., Lihacheva E.I. Issledovanie himicheskogo sostava polbyanoj muki [Study of the chemical composition of emmer wheat flour]. *Vestnik YUUrGU. Ser. Pishchevye i biotekhnologii* [*Bulletin of South Ural State University. Series Food and Biotechnology*], 2014, no. 2, pp. 75-81.

Malkina V.D., Kryachko T.I. Perspektivy primeneniya produktov pererabotki brokkoli v tekhnologii hlebobulochnyh izdelij [Prospects for the use of broccoli processing products in the technology of bakery products]. *Nauchno-issledovatelskie publikacii* [*Research publications*], 2016, no. 6(38), pp. 52-60.

Malyutina T.N., Turenko V.Yu. Issledovanie vliyaniya netradicionnogo vida muki na kachestvo makaronnyh izdelij iz myagkoj pshenicy [Study the effect of non-traditional type of flour on the quality of pasta products made of soft wheat]. Vestnik VSUET [Proceedings of VSUET], 2016, no. 4, pp. 166-171. https://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-4-166-171

Medvedev G.M. Tekhnologiya makaronnyh izdelij [Technology of pasta]. St. Petersburg.: GIORD, 2006. 312 p.

Osipova G.A. Teoreticheskoe i eksperimentalnoe obosnovanie razrabotki novyh vidov makaronnyh izdelij povyshennoj pishchevoj cennosti: monografiya [Theoretical and experimental substantiation of the development of new types of pasta of increased nutritional value: a monograph]. Orel: FGBOU VPO «Gosuniversitet - UNPK», 2013. 299 p.

Osipova G.A. Bezothodnaya pererabotka soi: ispolzovanie soevoj okary v makaronnom proizvodstve [Waste-free processing of soybeans: the use of soy Okara in pasta production]. Zernobobovye i krupyanye produkty [Legumes and cereals], 2019, no. 1(29), pp. 56-62. https://doi.org/10.24411/2309-348X-2019-11073

Pivovarov V.F. Ovoshchi - produkty i syre dlya funkcional'nogo pitaniya [Vegetables-products and raw materials for functional nutrition]. Voprosy pitaniya [Problems of nutrition], 2017, vol. 86, no. 3, pp. 121-127. https://doi.org/10.24411/0042-8833-2017-00054

Rogov I.A., Antipova L.V., Dunchenko N.I. Himiya pishchi [Chemistry of food]. Moscow: Kolos, 2007. 853 p.

Rodionov Y.V., Danilin S.I., Mitrohin M.A., Uteshev M.V., Mochalin N.N., Ivanova I.V. Vliyanie poroshka pasternaka na kachestvennye pokazateli lapshi i makaronnyh izdelij [Influence of Pasternak powder on quality indicators of noodles and pasta]. *Tekhnologiya pishchevoj i pererabatyvayushchej promyshlennosti APK - produkty zdorovogo pitaniya* [*Technology of food and processing industry of agroindustrial complex-healthy food products. Technology of food and processing industry of agroindustrial complex-healthy food products*], 2017, no. 1, pp. 56-61.

Smirnov S.O., Fazullina O.F. Ispolzovanie netradicionnogo syrya v proizvodstve makaronnyh izdelij povyshennoj pishchevoj cennosti [Non-Traditional Raw Materials in Pasta Production of High Nutrition Value]. Tekhnika i tekhnologiya pishchevyh proizvodstv [Food Processing: Techniques and Technolog], 2019a, vol. 49, no. 3, pp. 454-469. https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-3-454-469

Smirnov S.O., Fazullina O.F. Makaronnye izdeliya s nizkim glikemicheskim indeksom [Pasta with low glycemic index]. Nauchnyj zhurnal NIU ITMO. Seriya «Processy i apparaty pishchevyh

proizvodstv» [Processes and Food Production Equipment], 2019b, no. 3(41), pp. 32-41. https://doi.org/10.17586/2310-1164-2019-12-3-32-41

Fazullina O.F., Smirnov S.O. Ispolzovanie rastitelnyh obogashchayushchih dobavok pri proizvodstve makaronnyh izdelij: literaturnyj obzor [The use of plant enriching additives in the production of pasta: Literature review]. Vestnik MGTU [Vestnik of MSTU], 2019, no. 22(3), pp. 449-457. https://doi.org/10.21443/1560-9278-2019-22-3-449-457

Fazullina O.F., Smirnov S.O. Makaronnye izdeliya povyshennoj pishchevoj cennosti s ispolzovaniem polby [The pasta products of high nutricional value using the spelt]. Polzunovskij vestnik [Polzunovsky Bulletin], 2019, no. 3, pp. 13-19. https://doi.org/10.25712/ASTU.2072-8921.2019.03.003

Fedorova R.A. Novikova V.Y. Razrabotka receptury i tekhnologii makaronnyh izdelij s dobavleniem grechnevoj muki [Development of the formulation and technology of pasta with the addition of buckwheat flour]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [*Proceedings of the St. Petersburg state agrarian university*], 2017, no. 1(46), pp. 91-95.

Bouasla A., Wójtowicz A. Rice-Buckwheat Gluten-Free Pasta: Effect of Processing Parameters on Quality Characteristics and Optimization of Extrusion-Cooking Process. Foods, 2019, no. 8(10), p. 496. https://doi.org/10.3390/foods8100496

Bustos M.C., Perez G.T., Leon A.E. Structure and quality of pasta enriched with functional ingredients (Review). RSC Advances, 2015, vol. 5, no. 39, pp. 30780-30792. https://doi.org/10.1039/c4ra11857j

Filipovic J., Pezo L., Filipovic V., Brkljača J., Krulj J. The effects of ω-3 fatty acids and inulin addition to spelt pasta quality. *LWT - Food Science and Technology*, 2015, vol. 63, no. 1, pp. 43-51. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.03.082

Filipović J., Ahmetxhekaj S., Filipović V., Košutić M. Spelt pasta with increased content of functional componets. *Chemical Industry and Chemical Engineering*, 2017, vol. 23(3), pp. 349-356. https://doi.org/10.2298/CICEQ160208049F

Lisiecka K., Wójtowicz A., Dziki D., Gawlik-Dziki U. The influence of Cistus incanus L. leaves on wheat pasta quality. J Food Sci Technol, 2019, no. 56, pp. 4311-4322. https://doi.org/10.1007 / s13197-019-03900-9

Nilusha R.A.T., Jayasinghe J.M.J.K., Perera O.D.A.N., Perera P.I.P. Development of Pasta Products with Nonconventional Ingredients and Their Effect on Selected Quality Characteristics: A Brief Overview. *International Journal of Food Science,* 2019, pp. 6750726-10. https://doi.org/10.1155/2019/6750726

Odey G.N., Lee W.Y. Evaluation of the quality characteristics of flour and pasta from fermented cassava roots. International Journal of Food Science & Technology, 2020, no. 55, pp. 8113-822. https://doi.org/10.1111/ijfs.14364

Oliviero T., Fogliano V. Food design strategies to increase vegetable intake: The case of vegetable enriched pasta (Review). Trends in Food Science and Technology, 2016, vol. 51, pp. 58-64. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.03.008

Osipova G.A., Koryachkina S.Ya., Koryachkin V.P., Seregina T.V., Zhugina A.E. Effects of protein-containing additives on pasta quality and biological value. Food and raw materials, 2019, vol. 7, no.1, pp. 60-66. https://doi.org/10.21603/2308-4057-2019-1-60-66

Özgören E., Yapar A. Effect of the addition of smoked trout fillet powder to the quality properties of pasta. *Ital. J. Food Sci.,* 2019, vol. 31, pp. 110-124. https://doi.org/10.14674/IJFS-1263

Paiva C.L., Queiroz V.A.V., Garcia M.A.V.T. Características tecnológicas, sensoriais e químicas de massas secas sem glúten à base de farinhas de sorgo e milho. Brazilian Journal of Food Technology, 2019, vol. 22, e2018095. https://doi.org/10.1590/1981-6723.09518

Silva M.L., Tonetto B.G.B., Gurak P.D. Utilização de farinha de subproduto de brotos para elaboração de massa alimentícia fresca. Brazilian Journal of Food Technology, 2019, vol. 22, e2018063. https://doi.org/10.1590/1981-6723.06318

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, vol. 14, pp. 1-8. https://doi.org/10.2174/1573401313666170724115548

Teterycz D., Sobota A., Zarzycki P., Latoch A. Legume flour as a natural colouring component in pasta production. J Food Sci Technol, 2019, no. 57, pp. 301-309. https://doi.org/:10.1007/s13197-019-04061-5