

Макаронные изделия с низким гликемическим индексомКанд. техн. наук **С.О. Смирнов**, sts_76@bk.ruканд. техн. наук **О.Ф. Фазуллина**, olfazullina@yandex.ru

*НИИ пищекоцентрализованной промышленности и специальной пищевой технологии – филиал ФИЦ питания, биотехнологии и безопасности пищи
142718, Россия, Московская область, Ленинский район, п. Измайлово, д. 22*

Рассматривали целесообразность применения нетрадиционных видов растительного сырья в рецептуре и технологии производства макаронных изделий с низким гликемическим индексом для диетического лечебного и диетического профилактического питания при избыточном весе; анализировали и систематизировали данные о пищевой ценности и технологических характеристиках вносимых обогащающих добавок. Применяли общепринятые методы исследований: систематизация, анализ, обобщение. Объектами исследований явились доступные отечественные и зарубежные информационные базы данных; интернет-источники. Приведен обзор научных трудов российских и зарубежных исследователей по перспективному во всем мире направлению усовершенствования ассортимента макаронной продукции с использованием в производстве нетрадиционного сырья. Рассмотрены некоторые способы расширения использования имеющейся сырьевой базы, новые рецептуры и технологии изготовления макаронных изделий с применением не только зерновых культур, но и бобовых, овощных, фруктовых, ягодных. Выявлены проблемы и тенденции в макаронной отрасли. Выбраны и обоснованы компоненты для рецептуры макаронных изделий с низким гликемическим индексом для диетического лечебного и диетического профилактического питания при избыточном весе: спельта, брокколи, шпинат, краснокочанная капуста. Исследование имеет теоретическое значение, предшествует экспериментальной части по расширению ассортимента и повышению качества макаронных изделий с низким гликемическим индексом.

Ключевые слова: макаронные изделия; рецептура; гликемический индекс; спельта; овощи.

DOI: 10.17586/2310-1164-2019-12-3-32-41

Pasta with low glycemic indexPh. D. **Stanislav O. Smirnov**, sts_76@bk.ruPh. D. **Oliya F. Fazullina**, olfazullina@yandex.ru

Scientific Research Institute of Food-Concentrate Industry and Special Food Technology – FIC of Nutrition and Biotechnology Branch

22, Izmailovo, Leninsky district, Moscow region, 142718, Russia

The feasibility of non-traditional plant materials in the recipe and technology of pasta production with low glycemic index for dietary therapeutic and dietary prophylactic nutrition, if overweight are reviewed; the analysis and systematization of information about nutritional value and technological characteristics of enriching additives is carried out. Generally accepted methods of research: systematization, analysis, and generalization are used. The objects of research were available domestic and foreign information databases; Internet sources. The review of scientific works of Russian and foreign researchers on the promising worldwide direction of improving the range of pasta products using in the production of non-traditional raw materials is presented. Some ways of expanding the use of the existing raw material base, new formulations, and technologies for the manufacture of pasta using not only cereals, but also legumes, vegetables, fruits, and berries are analyzed. The problems and trends in the pasta industry are identified. The components for the formulation of pasta with a low glycemic index for dietary therapeutic and dietary prophylactic nutrition in excess weight are selected and substantiated. They are spelt, broccoli, spinach, and red cabbage. The study is of theoretical importance, it precedes an experimental part to expand the range and improve the quality of pasta with a low glycemic index.

Keywords: pasta; recipe; glycemic index; spelt; vegetables.

Введение

Современная урбанизированная среда обитания человека, различные стрессовые ситуации, малоподвижный образ жизни, изменения пищевого рациона приводят к ухудшению здоровья населения всех возрастных и социальных групп. Как известно, продукты питания могут являться не только источниками энергии и питательных веществ, но и иметь лечебные профилактические свойства [1].

Государственная политика в области здорового питания населения России определяет актуальность проводимых исследований в области разработок и производства продуктов питания массового потребления с диетической лечебной и диетической профилактической направленностью. Оптимизация рациона питания, его количественного и качественного состава в отношении белков, жиров, углеводов, витаминов, минералов, повышение пищевой и биологической ценности продуктов питания, снижение их калорийности и гликемического индекса (ГИ) является важной составляющей оздоровления населения [1, 2].

Макаронные изделия являются одними из наиболее популярных продуктов питания, поэтому перспективны как объект для внесения обогащающих добавок. Российский рынок макаронных изделий стабильно растет [3]. Также растет спрос на макаронную продукцию повышенного качества среднего и премиального сегментов. Покупатели стали более информированы и избирательны, предпочитая полезную и качественную продукцию, несмотря на ее более высокую стоимость. Вырос покупательский спрос на макаронные изделия из твердых сортов пшеницы, а также с добавлением нетрадиционного для макарон сырья из зерновых и бобовых культур: гречихи, риса, полбы, чечевицы, сои. Популярны у потребителей и цельнозерновые, безглютеновые макаронные изделия, а также с пониженным ГИ, добавлением овощных, фруктовых, ягодных, грибных, пряно-ароматических и других компонентов, которые позиционируются как «диетические» [3, 4].

Среднедушевое потребление макаронной продукции в нашей стране составляет 9,1 кг/чел. Как ожидают аналитики, рост объемов потребления макаронных изделий составит примерно 2% ежегодно [3]. Спрос будет расти за счет расширения ассортимента продукции, а также повышения культуры потребления макаронных изделий не только в качестве гарнира, но и самостоятельного блюда.

Твердые сорта отечественной пшеницы выращиваются в основном в Оренбургской, Саратовской, Челябинской областях и Алтайском крае. Из-за недостаточного количества специальной макаронной муки, получаемой исключительно из сортов твердой пшеницы, в России макаронная продукция вырабатывается в основном из хлебопекарной муки мягких сортов пшеницы [4–6]. Макаронные изделия имеют низкую пищевую ценность, высокую калорийность и высокие показатели гликемического индекса (ГИ – 70). Такие характеристики макаронных изделий для сбалансированного здорового питания являются неудовлетворительными, поэтому хлебопекарную муку для макаронного производства обогащают [4–6].

Расширение ассортимента 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 продуктов диетического лечебного и диетического профилактического питания [4–6]. Разрабатываемые продукты должны отвечать физиологическим потребностям организма человека в пищевых и биологически активных веществах, проявлять ожидаемые свойства, соответствовать требованиям качества традиционного продукта питания [1, 2, 4–6].

Цель исследования – обосновать целесообразность применения нетрадиционных видов растительного сырья в рецептуре и технологии производства макаронных изделий с низким гликемическим индексом для диетического лечебного и диетического профилактического питания при избыточном весе; анализ и систематизация данных о пищевой ценности и технологических характеристиках вносимых обогащающих добавок; выявление имеющихся проблем и направлений развития макаронной отрасли в России и за рубежом.

Объекты и методы исследований

В исследовании применяли общепринятые методы исследований: систематизация, анализ, обобщение. Объектами исследований явились: действующие нормативные и законодательные

документы^{1,2,3}; доступные отечественные и зарубежные информационные базы данных; интернет-источники.

Анализ современного состояния макаронной отрасли

Учитывая, что в нашей стране значительная часть макаронной продукции вырабатывается из хлебопекарной муки, обедненной по составу и пищевой ценности, отечественными учеными проводятся исследования по обогащению муки и улучшению качества готовой продукции [4–9]. Продукты питания диетические лечебные и диетические профилактические должны вырабатываться из качественного сырья только природного происхождения, не содержащего генетически модифицированные компоненты [1, 2, 4]. Для производства макаронных изделий диетического лечебного и диетического профилактического назначения используют зерновые и бобовые культуры, а также овощи, фрукты, ягоды, пряно-ароматические и лекарственные растения [4–9].

За счет частичной замены пшеничной хлебопекарной муки – основного сырья – на нетрадиционное сырье улучшается химический состав, а следовательно, повышается пищевая, биологическая ценность и функциональные свойства макаронных изделий. Использование сырья, нетрадиционного для макаронного производства, не только расширяет ассортимент, но и обогащает продукцию из хлебопекарной муки пищевыми волокнами, витаминами, минералами, другими биологически активными веществами, снижает калорийность и гликемический индекс, улучшает органолептику [4]. Правильно подобранные сырье и добавки помогут обеспечить функциональность готовых изделий, увеличение их пищевой и биологической ценности, а также качество и безопасность. При использовании добавок для макаронного теста необходимо учитывать их влияние на количество и качество клейковины как основного компонента, формирующего качество макаронных изделий, а также влияние на технологические параметры производства, которые изменятся при изменении рецептуры [4–9].

Исследования в направлении повышения пищевой и биологической ценности продуктов питания массового потребления, в том числе макаронных изделий, снижении их калорийности и гликемического индекса проводятся как в России [4–9], так и за рубежом [10–16].

Среди потребителей бытует мнение, что потребление макарон способствует накоплению избыточного веса. Макароны считаются рафинированным углеводным продуктом, который, тем не менее, имеет низкий ГИ, но это утверждение относится исключительно к изделиям из твердых сортов пшеницы, цельнозерновым. Канадские авторы *Chiavaroli L. and etc.* [17] провели исследования влияния употребления макаронных изделий с низким ГИ на массу тела у 2448 взрослых. Получены данные, что в рамках низкогликемической диеты макаронные изделия (паста) не провоцируют увеличение веса и даже снижают массу тела и индекс массы тела (ИМТ) по сравнению с диетой с более высоким ГИ.

Итальянские авторы *Pounis G. and etc.* [18] также исследовали связь потребления макаронных изделий с ИМТ. Проведены два крупных эпидемиологических исследования в 2005–2013 гг. с участием 14402 и 9319 практически здоровых итальянцев. В результате исследований был сделан вывод о том, что потребление макаронных изделий не увеличивает индекс массы тела.

Хотя клиническое значение наблюдаемой потери веса признано авторами исследований [17, 18] спорным и требующим более продолжительных исследований, эти результаты повышают уверенность в том, что макаронные изделия, изготовленные из правильно выбранного сырья и с соблюдением технологии, не приводят к избыточному весу.

Для нашей темы представляют интерес исследования, направленные на расширение ассортимента и сырьевой базы для производства макаронной продукции с низким ГИ. Известно, что количество углеводов в пищевом продукте и их состав – это основной фактор, влияющий на уровень содержания глюкозы в крови или гликемический ответ. Меру этого влияния и показывает ГИ [2].

Макаронные изделия, изготовленные из муки твердых сортов пшеницы, цельнозерновой, гречневой, бобовых культур, коричневого риса, спельты, обогащенные овощными компонентами, могут иметь ГИ 35–50 [4, 10–16]. Для сравнения ГИ макаронных изделий из хлебопекарной муки – 70.

При разработке рецептуры и технологии макаронных изделий с новым составом значительную пользу приносят проведенные отечественными и зарубежными учеными исследования в этом направлении. Изученные и представленные в научных трудах результаты исследований изменений

структурных, технологических свойств макаронного теста, анализ качества готовой продукции при использовании нетрадиционного сырья необходимо принимать во внимание.

Так, в работе *Chillo S. and etc.* [13] для снижения ГИ макаронных изделий использовали ячмень. Влияние добавления в макаронные изделия грибного порошка (шитаке и белые) как источник белка, пищевых волокон и фактор, понижающий ГИ готовых изделий, описан в работе *Lua X. and etc.* [14].

Авторы *Ertl K. and etc.* [19] исследовали химический состав ржи, пшеницы, спельты, а также хлебобучные и макаронные изделия из них. Исследователями доказана важность использования цельнозерновой муки.

В исследовании авторов Д.Р. Аптрахимов, Ф.Х. Смольникова [7] представлена сравнительная характеристика растительных компонентов разработанных авторами макаронных изделий по содержанию в них белков, жиров, углеводов, пищевых волокон, витаминов, макро- и микроэлементов. Исследовали пшеничную, гречневую и льняную муку. Гречневая и льняная мука характеризуются значимо более высокими показателями как пищевой, так и биологической ценности, чем пшеничная мука. Авторами отмечено, что витамины и минералы представлены в гречневой муке более широко. В работе [7] доказано, что использование гречневой или льняной муки как отдельно, так и в смеси с другими видами муки, расширяет сырьевую базу и ассортимент макаронной продукции с лечебно-профилактическими и функциональными свойствами, в том числе с пониженным ГИ.

В статье бразильских ученых *Silva M.L.T. and etc.* [15] для обогащения макаронных изделий использовали проростки люцерны, амаранта, клевера, брокколи, фасоли, редиса. Отмечено повышение содержания золы и клетчатки, увеличение потери сухих веществ при варке и возрастание времени приготовления. Рекомендована дозировка 10% от массы основного сырья.

Авторы *Castelo-Branco V.N. and etc.* [16] в качестве ингредиента для пасты тальятелле использовали муку из зеленых бананов (мякоть и кожура), которая содержит клетчатку, золу и фенольные соединения в больших количествах, чем традиционная пшеничная мука. Также отмечено положительное влияние внесения муки из зеленых бананов на ГИ готовых изделий.

Аргентинские исследователи *Milde Laura B., and etc.* [20] в своей работе изучили пищевую ценность макаронных изделий из крахмала маниоки и кукурузной муки (4:1), а также молока, яиц, соли и ксантановой камеди. Анализ химического состава показал высокое содержание пищевых волокон и низкий гликемический индекс. Полученные авторами [20] макаронные изделия рекомендуются в диетах с высоким содержанием клетчатки и низким гликемическим индексом.

В работе Ю.В. Радионова, С.И. Данилина и др. [8] изучена возможность и целесообразность использования порошков пастернака и тыквы с целью повышения качества готовых макаронных изделий. Авторами исследования определено наиболее приемлемое количество вносимого в макаронное тесто овощного порошка, 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 воздействия внесенного овощного порошка на структуру теста, которые представлены значениями структурно-механических показателей. Важны также описанные в работе исследования деформации теста [8], которые доказывают, что добавление в макаронное тесто овощных порошков влечет за собой снижение его адгезии. Снижение адгезии улучшает технологические характеристики, облегчая процесс производства макаронных изделий. Доказана перспективность и целесообразность внесения овощей, как структурообразующий компонент.

При выборе обогащающих добавок, в том числе для производства макаронных изделий, нужно 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. Обоснованное применение нетрадиционного сырья и добавок помогут обеспечить функциональность готовых изделий, увеличение их пищевой и биологической ценности, а также качество и безопасность готовой продукции [4].

Для нашей работы в качестве сырья определена мука спельты, как зерновой культуры с низким ГИ, поэтому опыту использования спельты и полбы как схожих культур мы уделили особое внимание.

Применение спельты и полбы в производстве макаронных изделий

Возможность применения муки из зерна спельты и полбы как обогатитель для макаронного производства изучается отечественными и зарубежными исследователями [4, 5, 9, 21–25].

Спельта (*Triticum spelta*), полба (*Triticum dicoccum*) – самостоятельные виды пшеницы с высоким содержанием белка. Учитывая, что примерно 30% потребляемого белка человек получает из зерновых, то очевиден интерес к содержанию белка в зерне, а следовательно, в муке и его составу. Сравнительный анализ аминокислотного состава белка спельты и пшеницы представлен на рисунке [5, 9, 26].

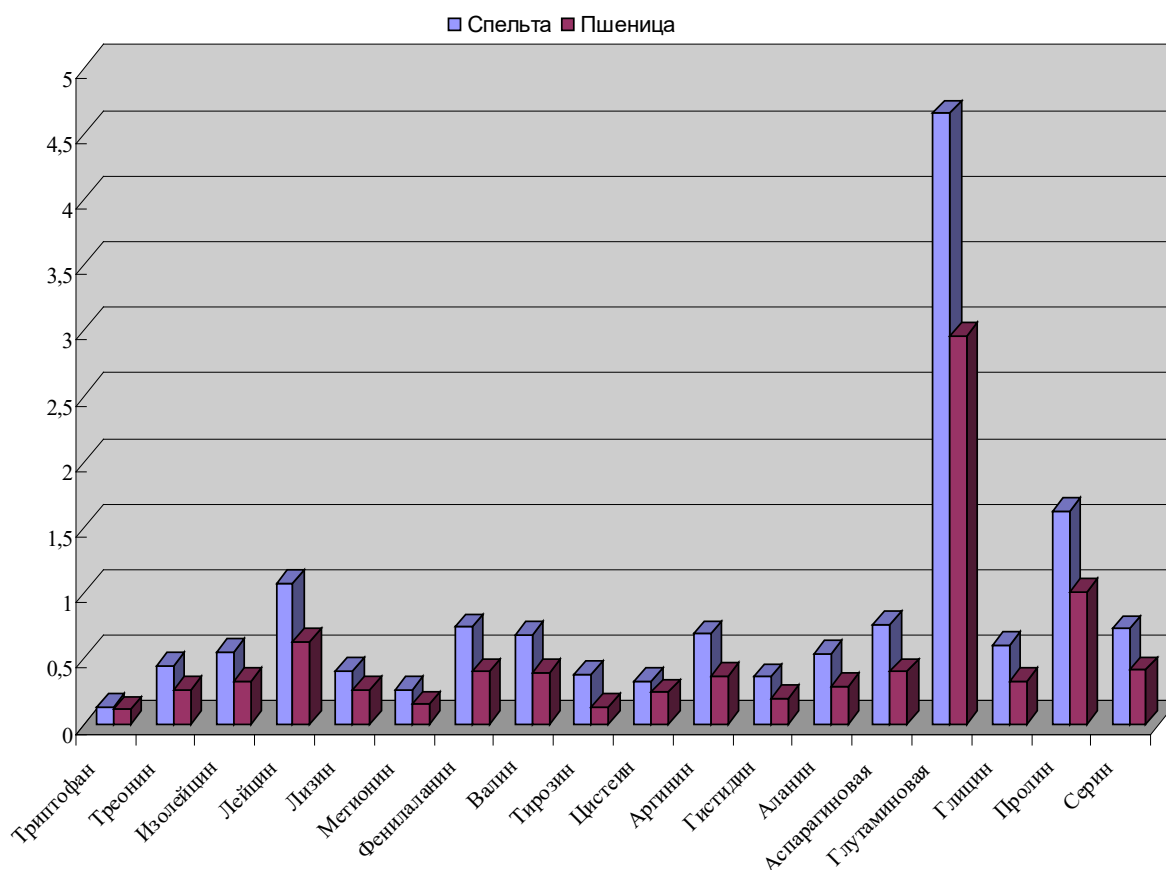


Рисунок – Аминокислотный состав белка спельты и пшеницы, г/100 г [5, 9, 26]
 Figure. Amino acid composition of spelt and wheat protein, g/100 g [5, 9, 26]

Содержание незаменимых и заменимых аминокислот в спельте, как видно из рисунка, существенно выше, чем в пшенице [5, 9, 26]. Следует также отметить более высокое содержание в спельте глутаминовой кислоты, треонина, изолейцина, лейцина, пролина, которые нормализуют обменные процессы в организме. Исследования [5, 9] показали, что в спельтовой муке содержится пониженное количество глиадина, который может токсически воздействовать на слизистую кишечника и вызывать глютеновую непереносимость (целиакию). Спельта и изделия из нее могут включаться в безглютеновую диету для больных целиакией, так как она не вызывает нарушения пищеварения. В спельте содержатся вещества, нормализующие жировой обмен, поэтому спельта рекомендуется в диетах при избыточном весе или ожирении – очень распространенной проблеме на сегодня [2, 5, 9]. По результатам исследований химического состава спельты установлено, что в ней содержится, в зависимости от сорта, до 21% белка, около 65% углеводов, пищевые волокна, витамины и другие биологически ценные вещества [5, 9, 26].

Мука, полученная из спельты, обладает низкой водопоглощательной способностью, а тесто из спельтовой муки – высоким отношением упругости к его растяжимости [5, 9, 27]. Макаaronное тесто из смеси муки мягкой пшеницы и спельты получается пластичным, состоящим из мелких комочков, которые хорошо проходят приемные витки шнека [5, 27]. Исследователями отмечено улучшение таких важных свойств макаронного теста, как структурно-механические и физико-химические. Кроме того, отмечено положительное влияние на содержание клейковины и ее гидратационную способность, что обеспечивает лучшую пластификацию и пластичность макаронного теста [5, 27].

В работе Т.Н. Малютина, В.Ю. Туренко [5] исследовали спельтовую муку как функциональную добавку-обоганитель для макаронной продукции. Представлены результаты изменений свойств макаронного теста в зависимости от количества добавляемой муки из спельты. Для экспериментов было использовано макаронное тесто, приготовленное из муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта с добавлением спельтовой муки (10, 15 и 20% от массы муки пшеничной). Авторами [5] отмечено, что с добавлением спельтовой муки повысилось количество сырой клейковины, отмываемой из образцов, за счет дополнительно внесенного белка, содержащегося в муке спельты. Все образцы клейковины в исследовании характеризовались как хорошие, отмечена их эластичность. Экспериментально авторами [5] выявлено увеличение гидратационной способности клейковины теста, а также снижение значения критической влажности при сушке макаронных изделий при дозировке спельтовой муки 20%. Готовые макаронные изделия со спельтой имеют ровный молочный цвет без темных вкраплений и без следов непромеса. В эксперименте увеличение вносимого количества спельтовой муки приводило к увеличению прочности сухих изделий по сравнению с контрольным образцом без добавления спельтовой муки. Это авторы [5] объясняют увеличением количества белковых веществ, вносимых с добавкой спельты. Выявленная в исследовании зависимость механической прочности готовых макаронных изделий от количества вносимой спельтовой муки-добавки представляет интерес для дальнейшего изучения. Изученные в работе варочные свойства макаронных изделий с добавлением спельтовой муки показали сохранение формы 100%, потери сухих веществ при варке соответствовали требованиям нормативной документации.

В работах сербских ученых *Filipović J., et al.* [21, 22] исследованы реологические свойства теста из цельнозерновой муки разных сортов спельты и оптимизирован состав теста для макаронного производства. Словацкие ученые *Bojanska T., Frančakova H.* опубликовали в работе [23] результаты исследований хлебопекарных свойств пяти сортов спельты, получены хорошие результаты. Итальянские ученые *Marconi E., et al.* [24] изучили свойства муки трех генотипов спельты с высоким и низким содержанием белка для производства спагетти. В работе канадских авторов *Abdel-Aal E-S., et al.* [25] описаны результаты исследования пищевых свойств цельнозерновой муки спельты.

Результатами проведенных исследований [5, 9, 21–25, 27] доказаны целесообразность и обоснованность использования спельтовой муки в макаронном производстве.

Основные проблемы и тенденции развития макаронной отрасли

В России макаронные изделия вырабатываются в основном из муки мягких сортов пшеницы по причине дефицитности твердых сортов. Мука мягких сортов содержит в недостаточном количестве важнейшие витамины, минеральные вещества и незаменимые аминокислоты, поэтому для повышения пищевой ценности макаронных изделий применяют обогащение.

В качестве обогатителей используют различные добавки, в том числе, нетрадиционное растительное сырье, которое поможет обеспечить повышение содержания питательных веществ в макаронных изделиях из хлебопекарной муки, а также расширение ассортимента диетических лечебных и диетических профилактических продуктов питания.

С увеличением количества вносимой обогащающей добавки в макаронное тесто будут повышаться полезные свойства макаронных изделий. Но, как известно из результатов рассмотренных исследований, возможны ухудшения некоторых технологических свойств. В связи с этим, для каждого обогащающего компонента необходимо проведение комплексных исследований 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 физиологические.

Обогащение макаронных изделий целесообразно, так как они имеют стабильный спрос у населения и доступную цену. Есть необходимость дальнейших разработок, способствующих расширению ассортимента и улучшению качества макаронной продукции, особенно групп Б и В.

Теоретическое обоснование компонентного состава макаронного теста для производства макаронных изделий с низким гликемическим индексом

В данной работе в компонентный состав макаронного теста для обогащения выбраны продукты с низким ГИ: спельта, брокколи, шпинат, краснокочанная капуста, представленные в таблице 1 [9, 26].

Таблица 1 – Обогащающие добавки для рецептуры макаронных изделий [9, 26]

Table 1. Enriching additives for pasta recipes [9, 26]

Компонент	ГИ	Энергия, ккал	Белки, %	Жиры, %	Углеводы, %	Пищевые волокна, %
спельтовая мука	35	330	17	2,4	70,2	10,7
брокколи	10	34	3	0,4	6,6	2,6
шпинат	15	22	2,9	0,3	2	1,3
краснокочанная капуста	10	26	2	0,2	5,1	1,9

Как следует из таблицы 1, компоненты для макаронного теста относятся к низкокалорийным продуктам. При выборе ингредиентов исходили из значений ГИ, пищевой и биологической ценности, возможности использования в макаронном производстве, степени изученности и доступности.

Их химический состав и пищевая ценность хорошо изучены [9, 26]. Они богаты клетчаткой, пектинами, витаминами, микро- и макроэлементами, органическими кислотами, натуральными красителями. По результатам научных работ как российских, так и зарубежных ученых, компоненты имеют высокую биологическую ценность, используются в создании функциональных продуктов, в том числе макаронной продукции [4–9, 21–25].

Овощные компоненты включены в рецептуру в виде пюре. Добавление в макаронное тесто овощных компонентов упрочняет его структуру, снижает адгезию, улучшает технологические характеристики, облегчает процесс производства макаронных изделий, улучшает показатели качества готовых изделий (внешний вид, состояние поверхности, цветовой показатель) [4, 6, 8], и что особенно ценно, придает готовым макаронным изделиям функциональные свойства, полезные для организма человека. ГИ макаронных изделий может изменяться в зависимости от сырья, из которого они изготовлены, технологии производства и времени приготовления. Аль-денте (чуть недоваренные) – оптимальная степень готовности для макаронных изделий, чтобы ГИ был низким.

Расчетная рецептура макаронных изделий с использованием растительного сырья с низким ГИ построена на базе традиционной рецептуры и представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Расчетная рецептура макаронных изделий с добавками, кг/на 100 кг пшеничной муки влажностью 14,5%

Table 2. The calculated recipe of pasta with ingredients, kg/100 kg wheat flour with humidity of 14.5% flour

Компоненты	Варианты		
	краснокочанная капуста	шпинат	брокколи
мука спельтовая	10–20	10–20	10–20
пюре овощное	25–27	25–27	25–27
яйцо куриное, шт	250	250	250

С увеличением количества вносимой обогащающей добавки в макаронное тесто будут повышаться и полезные свойства макаронных изделий, но возможны ухудшения некоторых технологических свойств. Поэтому для каждого компонента целесообразно проведение комплексного исследования для определения оптимального количества внесения в состав макаронного теста.

Заключение

Проведенный анализ свидетельствует о том, что производство макаронных изделий активно развивается, что подтверждается стабильным ростом спроса на данную продукцию. Для профилактики различных заболеваний и восполнения имеющегося дефицита нутриентов целесообразно производство макаронных изделий с использованием нетрадиционного сырья, улучшающего их качество и пищевую ценность.

Исследования отечественных и зарубежных ученых подтверждают, что наиболее эффективным способом улучшения 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 обогащающих добавок для макаронного

производства, которые способствовали бы снижению калорийности и ГИ, повышению пищевой ценности, обогащению функциональными ингредиентами, говорят об актуальности данного направления.

В ходе проведения исследования теоретически обоснован компонентный состав и разработана расчетная рецептура макаронных изделий с низким ГИ для диетического лечебного и диетического профилактического питания при избыточном весе. Представленный обзор является частью научно-исследовательской работы «Разработка и оценка эффективности новых инновационных пищевых концентратов и продуктов диетического профилактического питания для спецконтингентов», который завершает теоретический этап и открывает экспериментальный – исследования физико-химических и органолептических показателей качества разрабатываемых макаронных изделий.

Выполненная работа позволяет оценить состояние и направления развития макаронной промышленности, найти новые подходы к более полному использованию местной сырьевой базы, расширить линейку выпускаемой макаронной продукции, в том числе функциональной. Приведенные 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 спецконтингентов»).

Литература

1. Мазо В.К., Коденцова В.М., Вржесинская О.А., Зилова И.С. Обогащенные и функциональные пищевые продукты: сходство и различия // Вопросы питания. 2012. Т. 81. № 1. С. 63–68.
2. Блохина Л.В., Кондакова Н.М., Погожева А.В., Батулин А.К. Роль изучения фактического питания в системе многоуровневой диагностики нарушений пищевого статуса пациентов с ожирением // Вопросы питания. 2009. № 5. С. 35–39.
3. Чернышева А. Среди стран СНГ наибольшая доля макаронных изделий в структуре потребления приходится на Казахстан [Электронный ресурс] // Маркетинговые исследования. 2018. URL: <http://www.indexbox.ru/news/sredi-stran-sng-naibolshaya-dolya-makaronyh-izdelij-v-strukture-potrebleniya-prihoditsya-na-kazahstan/> (дата обращения: 26.06.2019).
4. Осипова Г.А., Корячкина С.Я., Волчков А.Н. Способы повышения биологической ценности макаронных изделий. Орел, 2010. 159 с.
5. 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.
6. 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.
7. Аптрахимов Д.Р., Смольникова Ф.Х., Ребезов М.Б. Сравнительная характеристика растительных компонентов разработанных макаронных изделий // Молодой ученый. 2016. № 21. С. 111–114.
8. 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.
9. Крюкова Е.В., Лейберова Н.В., Лихачева Е.И. Исследование химического состава полбяной муки // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». 2014. № 2. С. 75–81.
10. Osorio-Díaz P., Agama-Acevedo E., Mendoza-Vinalay M., etc. Pasta added with chickpea flour: chemical composition, in vitro starch digestibility and predicted glycemic index. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*. 2008, no. 6(1), pp. 6–12.
11. Yazdankhah S., Hojjati M., Azizi M. H. The Antidiabetic potential of black mulberry extract-enriched pasta through inhibition of enzymes and glycemic index. *Plant Foods for Human Nutrition*. 2019, V. 74, no. 1, pp. 149–155.
12. Lalegani S., Gavlighi H. A., Azizi M. H., Sarteshnizi R.A. Inhibitory activity of phenolic-rich pistachio green hull extract-enriched pasta on key type 2 diabetes relevant enzymes and glycemic index. *Food Research International*. 2018, V. 105, pp. 94–101.
13. Chillo S., Ranawana D.V., C. J. K. Henry. Glycemic response and glycemic index of semolina spaghetti enriched with barley β -glucan. *Nutrition*. 2011, V. 27, Is. 6, pp. 653–658.

14. Lua X., Brennana M. A., Serventia L., and ets. Addition of mushroom powder to pasta enhances the antioxidant content and modulates the predictive glycaemic response of pasta. *Food Chemistry*. 2018, no. 264, pp. 199–209.
15. Silva M.L.T., Brinques G.B., Gurak P.D. Use of sprouts byproduct flour for fresh pasta production. *Braz. J. Food Technol.*, Campinas, V. 22, e2018063, 2019.
16. Castelo-Branco V.N., Guimarães J.N., Souza L. and ets. The use of green banana (*Musa balbisiana*) pulp and peel flour as an ingredient for tagliatelle pasta. *Braz. J. Food Technol.*, V. 20, e2016119, 2017.
17. Chiavaroli L., Kendall C.W.C., Braunstein C.R., etc. Effect of pasta in the context of low-glycaemic index dietary patterns on body weight and markers of adiposity: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials in adults. *BMJ Open*, 2018; 8:e019438. doi:10.1136/bmjopen-2017-019438.
18. Pounis G., Castelnovo A.D., Costanzo S., and ets. Association of pasta consumption with body mass index and waist-to-hip ratio: results from Moli-sani and INHES studies. *Nutrition & Diabetes*, 2016, V. 6, e218. doi:10.1038/nutd.2016.20.
19. Ertl K., Goessler W. Grains, whole flour, white flour, and some final goods: an elemental comparison. *European Food Research and Technology*. 2018, V. 244, Is. 11, pp. 2065–2075.
20. 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, V. 3, Is. 5, pp. 19–24.
21. Filipović J., Pezo L., Filipović N., et al. Optimization of spelt pasta composition, regarding inulin hpx content and eggs quantity. *Journal of Food and Nutrition Research*. 2014, V. 2, no. 4, pp. 167–173.
22. Filipović J., Pezo L., Filipović, et al. Mathematical approach to assessing spelt cultivars (*Triticum aestivum* subsp. spelt) for pasta making. *Int. J. Food Sci. Tech.* 2013, no. 48, pp. 195–203.
23. Bojanska T., Frančakova H. The use of spelt wheat (*Triticum spelt* L.) for baking applications. *Rostlinna Vyroba*, 2002, no. 4(48), pp. 141–147.
24. Marconi E., Carcea M., Schiavine M., Cubadda R. Spelt (*Triticum spelt* L) pasta quality: combined effect of flour properties and drying conditions. *Cereal Chemistry*. 2002, no. 79, pp. 634–639.
25. Abdel-Aal E-S., El-Sayed M., Rabalsk I. Effect of baking on nutrition properties of starch in organic spelt whole grain products. *Food Chemistry*. 2008, no. 11, pp. 150–156.
26. Химический состав российских пищевых продуктов: справочник / под ред. И.М. Скурихина, В.А. Тутельяна. М.: ДеЛи принт, 2002. 236 с.
27. Юков В.В., Лухачева В.И., Шагабиев Ф.М., Вдовкина Н.С., Маточкин С.В. Способ производства макаронных изделий: пат. 2302125 Российская Федерация. 2007. Бюл. 19. 8 с.

References

1. Mazo V.K., Kodentsova V.M., Vrzhesinskaya O.A., Zilova I.S. Enriched and functional foodstuffs: similarities and differences. *Problems of Nutrition*. 2012, V. 81, no. 1, pp. 63–68 (*In Russian*).
2. Blohina L.V., Kondakova N.M., Pogozheva A.V., Baturin A.K. The Role of studying of actual nutrition in the system of multilevel diagnostics of disorders of nutritional status of patients with obesity. *Problems of Nutrition*. 2009, no. 5, pp. 35–39 (*In Russian*).
3. Chernysheva, A. Among the CIS countries the largest share of pasta in the structure of consumption falls on Kazakhstan. *Marketing Research* URL: <http://www.indexbox.ru/news/sredi-stran-sng-naibolshaya-dolya-makaronnyh-izdelij-v-strukture-potrebleniya-prihoditsya-na-kazahstan/> (accessed 26 June 2019) (*In Russian*).
4. Osipova G.A., Koryachkina S.Ya., Volchkov A.N. Methods of increasing the biological value of pasta. Orel, 2010. 159 p. (*In Russian*).
5. Malyutina T.N., Turenko V.Yu. Study the effect of non-traditional type of flour on the quality of pasta products made of soft wheat. *Proceedings of VSUET*. 2016, no. 4, pp. 166–171 (*In Russian*).
6. Koryachkina S.Ya., Kholodova E.N., Chernykh V.Ya., Ladnova O.L. The use of micronized vegetable and fruit powders in the technology of pasta. *Modern science and innovation*. 2015, no. 1 (9), pp. 57–62 (*In Russian*).
7. Aprahimov D.R., Smol'nikova F.H., Rebezov M.B. Comparative characteristics of plant components designed pasta. *Young Scientist*. 2016, no. 21, pp. 111–114 (*In Russian*).
8. Rodionov J.V., Danilin S.I., Mitrohin M.A., Uteshev M.V., Mochalin N.N., Ivanova I.V. The influence of powder Pasternak on the quality parameters of noodles and pasta. *Technologies of Food and Processing Industry of AIC – Healthy Food*. 2017, no. 1, pp. 56–61.
9. Kryukova E.V., Lejberova N.V., Lihacheva E.I. Study of the chemical composition of spelt flour. *Bulletin SUSU. Series “Food and biotechnology”*. 2014, no. 2, pp. 75–81 (*In Russian*).
10. Osorio-Díaz P., Agama-Acevedo E., Mendoza-Vinalay M., etc. Pasta added with chickpea flour: chemical composition, in vitro starch digestibility and predicted glycemic index. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*. 2008, no. 6(1), pp. 6–12.
11. Yazdankhah S., Hojjati M., Azizi M. H. The Antidiabetic potential of black mulberry extract-enriched pasta through inhibition of enzymes and glycemic index. *Plant Foods for Human Nutrition*. 2019, V. 74, no. 1, pp. 149–155.

12. Lalegani S., Gavligli H. A., Azizi M. H., Sarteshnizi R.A. Inhibitory activity of phenolic-rich pistachio green hull extract-enriched pasta on key type 2 diabetes relevant enzymes and glycemic index. *Food Research International*. 2018, V. 105, pp. 94–101.
13. Chillo S., Ranawana D.V., C. J. K. Henry. Glycemic response and glycemic index of semolina spaghetti enriched with barley β -glucan. *Nutrition*. 2011, V. 27, Is. 6, pp. 653–658.
14. Lua X., Brennana M, A., Serventia L., and ets. Addition of mushroom powder to pasta enhances the antioxidant content and modulates the predictive glycaemic response of pasta. *Food Chemistry*. 2018, no. 264, pp. 199–209.
15. Silva M.L.T., Brinques G.B., Gurak P.D. Use of sprouts byproduct flour for fresh pasta production. *Braz. J. Food Technol.*, Campinas, V. 22, e2018063, 2019.
16. Castelo-Branco V.N., Guimarães J.N., Souza L. and ets. The use of green banana (*Musa balbisiana*) pulp and peel flour as an ingredient for tagliatelle pasta. *Braz. J. Food Technol.*, V. 20, e2016119, 2017.
17. Chiavaroli L., Kendall C.W.C., Braunstein C.R., etc. Effect of pasta in the context of low-glycaemic index dietary patterns on body weight and markers of adiposity: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials in adults. *BMJ Open*, 2018; 8:e019438. doi:10.1136/bmjopen-2017-019438.
18. Pounis G., Castelnovo A.D., Costanzo S., and ets. Association of pasta consumption with body mass index and waist-to-hip ratio: results from Moli-sani and INHES studies. *Nutrition & Diabetes*, 2016, V. 6, e218. doi:10.1038/nutd.2016.20.
19. Ertl K., Goessler W. Grains, whole flour, white flour, and some final goods: an elemental comparison. *European Food Research and Technology*. 2018, V. 244, Is. 11, pp. 2065–2075.
20. 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, V. 3, Is. 5, pp. 19–24.
21. Filipović J., Pezo L., Filipović N., et al. Optimization of spelt pasta composition, regarding inulin hpx content and eggs quantity. *Journal of Food and Nutrition Research*. 2014, V. 2, no. 4, pp. 167–173.
22. Filipović J., Pezo L., Filipović, et al. Mathematical approach to assessing spelt cultivars (*Triticum aestivum* subsp. spelt) for pasta making. *Int. J. Food Sci. Tech.* 2013, no. 48, pp. 195–203.
23. Bojanska T., Frančakova H. The use of spelt wheat (*Triticum spelt* L.) for baking applications. *Rostlinna Vyroba*, 2002, no. 4(48), pp. 141–147.
24. Marconi E., Carcea M., Schiavine M., Cubadda R. Spelt (*Triticum spelt* L) pasta quality: combined effect of flour properties and drying conditions. *Cereal Chemistry*. 2002, no. 79, pp. 634–639.
25. Abdel-Aal E-S., El-Sayed M., Rabalsk I. Effect of baking on nutrition properties of starch in organic spelt whole grain products. *Food Chemistry*. 2008, no. 11, pp. 150–156.
26. Skurikhin I.M., Tutelyan V.A. (Eds.) Chemical composition of Russian food products. Reference book. Moscow, Delhi print Publ., 2002, 236 p. (*In Russian*).
27. Yukov V.V., Likhacheva V.I., Shagabiev F.M., Vdovkina N.S., Matochkin S.V. Method of producing macaroni. *Patent RF*, no. 2302125, 2007.

Статья поступила в редакцию 18.06.2019