

ТЕХНОЛОГИИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

УДК 664.644.7

СЛОЕННЫЕ ХЛЕБОБУЛОЧНЫЕ ИЗДЕЛИЯ С ЭКСТРУДАТОМ ПРОСА

Гарькина П.К., Шабурова Г.В.

Приведены результаты разработки технологии слоеных изделий с использованием экструдированного проса. Семена проса являются источником функциональных пищевых ингредиентов – полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК), растительного белка, пищевых волокон, минеральных веществ. Указанные нутриенты способствуют снижению риска заболеваний и поддержанию здоровья. Обоснована и экспериментально доказана возможность использования экструдированного проса для производства слоеных изделий функционального назначения.

Ключевые слова: слоеные изделия, экструдат проса, органолептические показатели, физико-химические показатели.

Введение

Мучные кондитерские изделия, обогащенные функциональными пищевыми ингредиентами (полиненасыщенными жирными кислотами, пищевыми волокнами, минеральными веществами и др.), могут рассматриваться как пищевые продукты функционального назначения [1].

Исследователями установлена целесообразность использования муки, полученной из зерна проса, при производстве заварных и сырцовых пряников. Наилучшие органолептические и физико-химические показатели качества полученных пряников достигнуты при внесении просяной муки в рецептуру в количестве 10% к массе муки [1]. Создание мучных кондитерских изделий на основе муки из зерна проса, по мнению ученых, способствует коррекции питания и снижению микронутриентного дефицита, улучшению здоровья потребителей и профилактике алиментарно-зависимых заболеваний [2].

Исследована возможность использования просяной муки в технологиях сахарного и затяжного печенья, а также в изготовлении вафельных листов с целью разработки изделий с пониженным содержанием глутена, так как белки проса не способны образовывать клейковину [3]. Авторы считают оптимальной дозировкой при изготовлении сахарного печенья замену пшеничной муки на 25% просяной муки. При производстве затяжного печенья – 10%, при производстве вафель добавка просяной муки до 20% способствует улучшению органолептических и физико-химических показателей.

Установлено, что замена части пшеничной муки на муку из проса при производстве кексов не приводит к негативному влиянию на текстуру, вкус и качество изделий по сравнению с изделиями из 100% пшеничной муки. При этом повышается пищевая и биологическая ценность изделий [4].

Оценена возможность использования муки проса и сорго для производства печенья и разработали технологии производства печенья с приемлемыми показателями качества, текстуры и пористости. Печенье из необработанной муки проса и сорго имело зерновой привкус и было излишне плотным. Использование зерна сорго и проса после увлажнения и последующей сушки способствовало получению печенья с показателями, аналогичными показателям изделий из муки мягкой пшеницы [5].

Ученые изучали возможность замены пшеничной муки на 25%, 50% и 75% на муку проса при производстве хлебобулочных изделий и бисквитных полуфабрикатов. Продукция, приготовленная с использованием 25% и 50% муки проса, характеризовалась практически аналогичными показателями качества, как и изделия из 100% пшеничной муки. Влажность готовых изделий с использованием муки проса варьировала на уровне 3,8–30,2% в зависимости от вида изделий, содержание белка – 11,2–17,2%, жира – 13,5–36%, золы – 0,4–0,78%, клетчатки – 1,1–1,8% и углеводов – 51,0–67,2% [6].

Исследована пищевая ценность бисквитного полуфабриката на основе муки проса. Бисквиты были приготовлены с использованием муки проса, обработанного гидротермическим способом, необработанного проса и пшеничной муки в соотношении 40:50:10, а также в соотношении 60:30:10. В качестве контрольного варианта были приготовлены бисквиты из 100% пшеничной муки. Сенсорный анализ показал, что оба контрольных образца удовлетворяли требованиям. Содержание сахара и минеральных веществ в опытных вариантах, а также структура бисквита были выше, чем в образце сравнения [7].

Таким образом, как следует из анализа литературы, просо может играть значительную роль в качестве добавки при создании новых мучных кондитерских изделий, предназначенных для здорового

питания. Однако, среди научных исследований по разработке технологий мучных кондитерских изделий недостаточно экспериментальных данных в области разработки рецептур мучных кондитерских изделий с использованием зерна проса, подвергнутого экструзионной обработке.

Целью работы является исследование возможности применения муки экструдированного проса при производстве слоеных белочек.

Объекты и методы исследований

Объектами исследования являлись: мука экструдированного проса (МЭП); слоеные хлебобулочные изделия: булочка слоеная – контрольный и опытные образцы с добавлением МЭП.

При разработке рецептуры и производстве булочки слоеной функционального назначения применяли сырье: мука пшеничная высшего сорта (ГОСТ Р 52189), соль поваренная пищевая (ГОСТ Р 51574), дрожжи хлебопекарные прессованные (ГОСТ Р 54731).

Анализ качества сырья и готовых изделий производили по общепринятым и специальным методикам: органолептические показатели по ГОСТ 9511, влажность по ГОСТ 21094, кислотность по ГОСТ 5670, массовую долю сахарозы по ГОСТ 15113.6. Для определения состава высокомолекулярных жирных кислот (ВЖК) масло из МЭСТ выделяли по ГОСТ Р 51483. Получение метиловых эфиров жирных кислот проводили по ГОСТ Р 51486. Идентификацию и определение содержания триацилглицеридов выполняли методом газожидкостной хроматографии. Разделение метиловых эфиров проводили на хроматографе «Кристалл 5000.1».

Пищевую и энергетическую ценность изделий определяли расчетным методом.

Результаты и их обсуждение

Экструдированное просо характеризуется низкой влажностью, хорошей сыпучестью, имеет вкус и запах, характерный для зернового сырья. Содержание протеина в экструдате проса на 5,2% больше, чем в нативном зерне проса, и на 11,7% больше, чем в пшеничной муке высшего сорта. Просо характеризуется высоким содержанием клетчатки в сравнении с зерном пшеницы и пшеничной мукой.

Этот показатель практически не изменился при экструзионной обработке проса: массовая доля клетчатки в экструдате проса практически находится на уровне содержания клетчатки в нативном зерне проса (9,28% и 9,24, соответственно).

Просо содержит значительно больше жира, чем зерно пшеницы и пшеничная мука. Экструзионная обработка способствовала снижению содержания жиров в экструдате проса на 7,1% в сравнении с нативным зерном проса.

В таблице 1 приведены результаты анализа жир-

нокислотного состава пшеничной муки и экструдата проса.

Для экструдата проса характерно более высокое содержание эссенциальных жирных кислот, таких как линоленовая – 2,1%, линолевая – 63,846%, олеиновая – 21,856%.

Известны три семейства жиров: ω -3, ω -6 и ω -9. Жиры первых двух типов обладают самой сильной способностью образовывать эйкозаноиды. Жиры ω -9 не настолько важны и не являются незаменимыми, однако они тоже полезны. Для поддержания здоровья необходимо поддерживать диетический баланс между двумя главными классами жирных кислот – ω -3 и ω -6. В таком случае эйкозаноиды в организме также будут сбалансированы. Как следует из полученных результатов, экструдат проса содержит в три раза больше ω -3 (α -линоленовая кислота) и вдвое больше жирной кислоты ω -6 (линолевая кислота).

В состав ω -3 жиров входят три особых незаменимых жирных кислоты. Это α -линоленовая кислота, эйкозопентаэновая кислота (ЭПК) и докозгексаэновая кислота (ДГК). Как следует из данных, приведенных в таблице 1, экструдат проса является перспективным источником α -линоленовой кислоты.

Из класса ω -6 происходят две другие незаменимые жирные кислоты – линолевая и γ -линоленовая, имеющая значение для профилактики диабета, артрита, кожных болезней и рассеянного склероза.

Следует отметить, что насыщенных жирных кислот в составе липидов экструдата проса значительно меньше, чем в нативном зерне проса и пшеничной муки высшего сорта. Как известно, избыток насыщенных жирных кислот в питании часто приводит к нарушению обмена жиров, повышению содержания холестерина в крови.

Следовательно, химический состав экструдата проса характеризует его как ценное биологически активное сырье, которое может быть использовано для обогащения пищевых продуктов, в т. ч. и булочных изделий, пищевыми волокнами и микро- и макро-нутриентами. Кроме того, результаты исследования химического состава экструдатов подтверждают присутствие в его составе простых сахаров.

Исследование показали, что замена части пшеничной муки на зерновой экструдат способствует значительному увеличению водопоглотительной способности модельной смеси. Этот показатель, в зависимости от соотношения муки и экструдата в модельной смеси, повышается на 7...44%. При этом, содержание сырой клейковины уменьшается у проса с 28,0% в контрольном образце до 24,5% в опытном. Следовательно, увеличение дозировки экструдата проса в модельной смеси более чем 20% нецелесообразно, так как будет способствовать ухудшению хлебопекарных свойств муки и теста из нее. Качество сырой клейковины, как свидетельствуют полученные данные, в опытных вариантах несколько укрепляется, что можно объяснить воздействием фермента липоксигеназы в присутствии кислорода воздуха на ненасыщенные жирные кислоты с образо-

Таблица 1 - Жирнокислотный состав пшеничной муки и экструдата проса

Жирная кислота		Число атомов углерода и непредельных связей	Содержание жирной кислоты, %		
Тривиальное название	Систематическое название		мука пшеничная высшего сорта	Экструдат проса	Нативное просо
<i>Насыщенные жирные кислоты (НЖК)</i>					
Миристиновая	тетрадекановая	C14:0	следы	0,094	0,292
Пентадециловая	пентадекановая	C15:0	следы	0,095	0,09
Пальмитиновая	гексадекановая	C16:0	16,883	7,447	9,649
Стеариновая	октадекановая	C18:0	1,3	2,061	1,754
Арахидиновая	эйкозановая	C20:0	следы	0,666	0,585
Бегеновая	докозановая	C22:0	–	0,355	–
Лигноцериновая	тетракозановая	C24:0	–	0,027	–
<i>Содержание НЖК, % к сумме кислот</i>			19,481	10,745	12,281
<i>Мононенасыщенные жирные кислоты (МНЖК)</i>					
Олеиновая	октадецен-9-овая	C18:1	12,987	21,856	21,053
Пальмитоолеиновая	гексадецен-9-овая	C16:1	1,299	0,092	0,293
Гондоиновая	эйкозен-11-овая	C20:1	0,01	0,583	следы
Эйкозодиеновая	эйкозен-5-овая	C20:1	следы	0,127	следы
Нервоновая	Цис-15-тетракозеновая	C24:1	следы	0,264	следы
Эруковая	Цис-9-доказеновая	C22:1	следы	0,121	следы
<i>Содержание МНЖК, % к сумме кислот</i>			14,286	23,043	21,637
<i>Полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК)</i>					
Линолевая	октадекадиен-9,12-овая	C18:2	62,338	63,846	65,205
Докозодиеновая	докозодиеновая	C22:2	следы	0,092	следы
γ-линоленовая	октадекатриен-6,9,12-овая	C18:3	следы	0,063	следы
α-линоленовая	октадекатриен-9,12,15-овая	C18:3	2,096	2,053	0,877
Докозатриеновая	докозатриеновая	C22:3	следы	0,055	следы
Арахидоновая	Цис-5,8,11,14-эйкозотетраеновая	C20:4	следы	0,108	следы
<i>Содержание ПНЖК, % к сумме кислот</i>			66,234	66,217	66,082

Таблица 2 – Влияние экструдата проса на органолептические показатели булочки слоеной

Соотношение пшеничной муки и МЭП	Форма	Поверхность	Цвет	Вкус и запах	Вид в изломе	Сумма баллов
100:0 (образец 1)	4,87	4,9	4,8	4,47	4,6	23,64
95:5 (образец 2)	4,9	4,87	4,8	4,47	4,65	23,69
90:10 (образец 3)	5	4,95	4,88	4,6	4,55	23,98
85:15 (образец 4)	4,6	4,5	4	4	4,6	21,7
80:20 (образец 5)	3,8	4	3	4	4,5	19,3

ванием пероксидов и гидропероксидов. В результате происходит укрепление клейковины муки.

Анализ результатов исследований свидетельствует о том, что внесение экструдата проса способствует снижению массовой доли, и повышению

качества клейковины мучной смеси. Особенно этот факт замечен при внесении 15% экструдата к массе пшеничной муки высшего сорта.

Таким образом, использование экструдата проса с учетом его органолептических и технологических

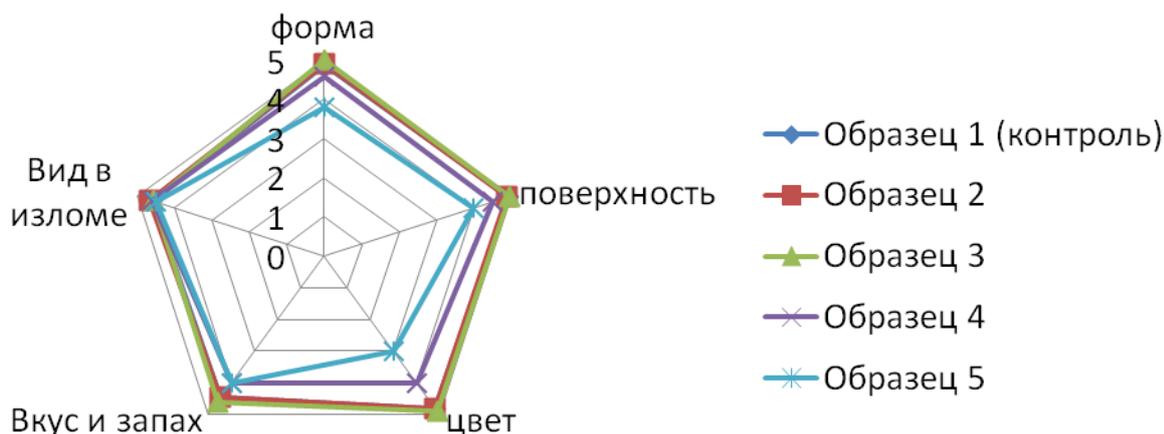


Рис.1. Балльная оценка органолептических показателей булочки слоеной

характеристик в максимальной степени удовлетворяет решению задачи полифункционального обогащения хлебобулочных изделий. Исходя из этого, экструдат проса был принят в дальнейших исследованиях в качестве компонента рецептурного состава булочных изделий.

Тесто для сдобных слоеных изделий готовили безопасным способом, замес осуществляли в тестомесильной ёмкости, в которую вместе со всеми рецептурными компонентами маргарин вносили в растопленном или пластифицированном виде. Продолжительность замеса теста составила 6 мин.

После замеса теста проводили его отлежку в течение 30 мин. Температура маргарина перед слоением составляла 8–10 °С. Перед слоением теста маргарин подвергали пластификации, а затем укладывали на тесто и заворачивали в виде конверта толщиной 25 мм и раскатывали. Раскатанное в пласт тесто складывали в четыре слоя и раскатывали до толщины 10 мм, затем тесто охлаждали в течение 30 мин в холодильной камере при температуре 6–8 °С.

В таблице 2 и на рис. 1 приведены результаты исследования показателей качества слоеного теста при внесении вместо части муки экструдата проса.

Как следует из полученных результатов, оптимальным является образец с внесением экстру-

дата проса в количестве 10% к массе пшеничной муки высшего сорта. Выпеченное тесто имело тот же внешний вид, вкус и запах, как традиционные изделия из слоеного теста, но консистенция была более рассыпчатая и нежная.

Результаты изучения качества готового изделия позволили установить, что при добавлении экструдата влажность и кислотность уменьшается, содержание минеральных веществ возрастает (табл. 3).

Таким образом, исследования позволяют сделать вывод, что введение в слоеное тесто муки экструдата проса в количестве 10% к массе муки способствует улучшению органолептических свойств изделий, обогащению их минеральными компонентами, а также обеспечивает улучшенные физико-химические показатели. При этом следует отметить, что в рецептуре можно уменьшить количество вносимого сахара в связи с повышенным содержанием свободных сахаров в экструдате проса.

Произведен расчет пищевой, биологической и энергетической ценности булочки слоеной с эктрудатом проса.

Установлено, что слоеные изделия, выработанные с внесением в рецептуру экструдата проса, отличались более высокой пищевой ценностью, чем изделия, полученные на основе пшеничной муки

Таблица 3 – Показатели качества булочки слоеной из пшеничной муки высшего сорта

Соотношение пшеничной муки и МЭП	Влажность, %	Кислотность, град	Содержание сахара на СВ, %	Минеральные вещества, мг/100 г изделия		
				К	Са	Mg
100:0 (образец 1)	35	2,5	20	100	19,1	14,9
90:10 (образец 3)	34,5	2,1	21,6	102,7	20,2	16

Таблица 4 – Пищевая и энергетическая ценность булочки слоеной с эктрудатом проса (10 %)

Сырье или продукт	Вода	Белки, г/100 г	Жиры, г/100 г	Содержание моно-и дисахаридов в сырье (в пересчете на сахарозу), %	Содержание крахмала, %	Энергетическая ценность, ккал
Контрольный образец	35	12,9	14,1	32,7	68,7	586,9
Опытный образец	34	13,1	14,2	32,8	65,3	576

высшего сорта. Это обусловлено химическим составом экструдата проса, в результате чего повышается биологическую ценность белков и биологическую эффективность липидов слоеных изделий.

Следовательно, использование экструдата проса в качестве пищевой добавки в изделия из слоеного теста целесообразно из соображения повышения качества продуктов питания. Такие изделия с антиоксидантными свойствами рекомендуются для профилактики распространенных заболеваний.

Биологическая ценность продукта зависит от качества пищевых веществ продукта, а именно от пищевой и энергетической ценности.

Пищевая и энергетическая ценность продукта – основные характеристики пищевого продукта: количество содержащихся в нем пищевых веществ (белков, жиров и др.) и их соотношение. Количество энергии, высвобождаемой в организме человека из продуктов питания в процессе пищеварения. В таблице 4 приведены расчеты пищевой и энергетической ценности булочки слоеной (контрольный вариант) и булочки слоеной с экструдатом проса в количестве 10% к массе муки.

Полученные данные свидетельствуют о некоторых изменениях в показателях качества слоеной булочки с применением экструдата проса. Например, влажность теста уменьшилась на 1,1% в сравнении с контрольным образцом, снизилось содержание крахмала на 5%, что коррелирует с полученными данными о снижении этого ингредиента в экструдате проса в связи с гидролизом крахмала в про-

цессе экструзии. В результате произошло снижение энергетической ценности изделия, практически на 2 процента в сравнении с контрольным образцом, что, несомненно, является положительным фактором. При этом повысилось содержание белка в изделии на 2,6%, содержание жира на 0,8% и содержание свободных сахаров – на 0,3%.

Применение экструдата проса при производстве слоеной булочки способствовало снижению содержания натрия, что обуславливает улучшение обменных процессов. Содержание всех макроэлементов (калия, кальция, магния и фосфора), а также микроэлемента железа в опытном образце было выше, чем в контрольном, что еще раз доказывает возможность обогащения минеральными ингредиентами булочки слоеной.

Полученные данные послужили основой для разработки рецептуры и режима приготовления булочки слоеной с экструдатом проса.

Выводы

Изучен химический состав экструдата проса. Установлена целесообразность применения экструдата проса в технологии слоеных хлебобулочных изделий. Высокое содержание пищевых волокон, широкий спектр минеральных веществ и витаминов, повышенное содержание моносахаридов, полиненасыщенных жирных кислот обуславливает возможность использования экструдата проса для разработки продуктов функционального назначения.

Список литературы

- [1] Прокопец, А. С. Влияние просяной муки на качество пряничных изделий/А.С. Прокопец, В. В. Гончар// Теоретические и практические вопросы развития научной мысли в современном мире. Сб. статей Международной научно-практической конференции. 27–28 февраля 2013. Уфа: РИЦ БашГУ. 2013. С. 218–220.
- [2] Мартыненко, Я. Ф. Производство просяной муки/ Я. Ф. Мартыненко, А. С. Прокопец //Хлебобулочные продукты, 1993. № 10. С. 13–15.
- [3] Прокопец, А. С. Перспективы использования муки из проса в производстве мучных кондитерских изделий / А. С. Прокопец, И. Б. Красина// Техника и технология пищевых производств, 2009. № 4 (14). С. 35–38.
- [4] Rajiv, J. Effect of replacement of wheat flour with finger millet (*Eleusine corcana*) on the batter microscopy, rheology and quality characteristics of muffins / J. Rajiv, C. Soumya, D. Indrani, G. V. Rao//Journal of Texture Studies, 2011. № 42. P. 478–489.
- [5] Badi, S. M. Use of sorghum and pearl millet flours in cookies/ S. M. Badi, R. C. Hosney//Cereal Chemistry, 1976. № 53(5). P. 733–738.
- [6] Singh, S. Quality evaluation of pearl-millet based convience baked products/ S. Singh, M. Goyal// ISMN, 2006. № 47. P. 162–164.
- [7] Anu, Sehgal S. and Kawatra A. Use of pearl millet and green gram flours in biscuits and their sensory and nutritional quality/ Sehgal S. Anu, A. Kawatra//J. Food Sci. Technol., 2006. № 44(5). P. 536–538.

PUFF BAKERY PRODUCTS FROM A EXTRUDATE OF MILLET

Garkina P.K., Shaburova G.V.

The results of the development of the technology of puff products using extruded millet are given. Millet seeds are a source of functional food ingredients – polyunsaturated fatty acids (PUFAs), vegetable protein, dietary fiber, and minerals. These nutrients help reduce the risk of disease and maintain health. The possibility of using extruded millet for the production of laminated functional products has been substantiated and experimentally proved.

Keywords: *puff products, millet extrudate, organoleptic indicators, physico-chemical indicators.*

References

- [1] Prokopets, A. S. Vliyanie prosyanoi muki na kachestvo pryanychnykh izdelii/A.S. Prokopets, V.V. Gonchar// Teoreticheskie i prakticheskie voprosy razvitiya nauchnoi mysli v sovremennom mire. Sb. statei Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii. 27–28 fevralya 2013. Ufa: RITs BashGU. 2013. S. 218–220.
- [2] Martynenko, Ya.F. Proizvodstvo prosyanoi muki/ Ya.F. Martynenko, A. S. Prokopets //Khleboprodukty, 1993. № 10. S. 13–15.
- [3] Prokopets, A. S. Perspektivy ispol'zovaniya muki iz prosa v proizvodstve muchnykh konditerskikh izdelii / A. S. Prokopets, I. B. Krasina// Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv, 2009. № 4 (14). S. 35–38.
- [4] Rajiv, J. Effect of replacement of wheat flour with finger millet (*Eleusine corcana*) on the batter microscopy, rheology and quality characteristics of muffins / J. Rajiv, C. Soumya, D. Indrani, G. V. Rao//Journal of Texture Studies, 2011. № 42. P. 478–489.
- [5] Badi, S. M. Use of sorghum and pearl millet flours in cookies/ S. M. Badi, R. C. Hosene//Cereal Chemistry, 1976. № 53(5). P. 733–738.
- [6] Singh, S. Quality evaluation of pearl-millet based convience baked products/ S. Singh, M. Goyal// ISMN, 2006. № 47. P. 162–164.
- [7] Anu, Sehgal S. and Kawatra A. Use of pearl millet and green gram flours in biscuits and their sensory and nutritional quality/ Sehgal S. Anu, A. Kawatra//J. Food Sci. Technol., 2006. № 44(5). P. 536–538.