

// Хлебопечение России. – 2018. – № 1. – С. 30–33.

3. Колпакова, В.В. Кисломо-лочный продукт геронтологического назначения на основе продуктов переработки амаранта / В.В. Колпакова, Н.Р. Тихомирова, И.С. Гайворонская, Н.Д. Лукин // Пищевые системы. – 2018. – Т. 1. – № 1. – С. 35–45. DOI: 10.21323/2618-9771-2018-1-1-35-45

4. Папахин, А.А. Научно-практические основы технологии низкотемпературной биоконверсии нативного крахмала / А.А. Папахин, З.М. Бородина, В.А. Гулакова // Пищевая промышленность. – 2018. – № 10. – С. 20–24.

5. Рязанцева, К.А. Влияние модифицированных крахмалов на структуру аэрированных творожных муссов / К.А. Рязанцева [и др.] // Молочная промышленность. – 2017. – № 9. – С. 54–56.

6. Скобельская, З.Г. Использование амарантовой муки сорта «Валентина» при производстве вафельных листов / З.Г. Скобельская, Е.А. Порцева, М.С. Гинс // Кондитерское и Хлебопекарное производство. – 2018. – № 7–8 (177). – С. 60–62.

7. Шматько, Н.А. Тритикале и амарант в производстве пряников / Н.А. Шматько, И.И. Уварова, Н.Н. Латкина, Ю.Ф. Росляков //

Кондитерское производство. – 2005. – № 6. – С. 35–37.

8. Gins, M. Mineral composition of amaranth (*Amaranthus l.*) seeds of vegetable and grain usage by arhivbsp selection. / M. Gins [et al.] // Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences. – 2018. – Vol. 12. – № 1. – P. 330–336.

9. Kolpakova, V. Termoplastic composition with modified porous corn starch of biodegradability properties / V. Kolpakova [et al.] // GEOLINKS International Conference on geosciences. Conference proceedings. – Novotel, Athens, Greece. – 2019. – Vol. 1. – B. 2. – P. 33–41.

doi: 10.32462/0235-2508-2020-29-8-

УДК 664.663.9;664.65;664.641.4



В.В. Долгих, канд. биол. наук,
генеральный директор
ООО «Здоровый Хлеб»

Применение полбяной цельнозерновой муки в комбинации с мукой из люпина, льна и топинамбура для производства функциональных белково-полбяных хлебов

В настоящее время несбалансированность и недостаточность рационов питания по жизненно необходимым макро- и микро-нутриентам является фактором, отрицательно влияющим на здоровье, развитие и жизнеспособность населения. Доказано, что основными причинами распространения хронических неинфекционных заболеваний (атеросклероза, инсулинозависимого сахарного диабета, ожирения, артериальной гипертензии, метаболической иммунодепрессии, аутоиммунных заболеваний и заболеваний опорно-двигательного аппарата, онкологической патологии и др.), занимающих ведущее место в структуре

Аннотация. Исследована возможность использования при производстве хлеба комбинированной муки из различных видов растений. Предложена новая технология хлеба повышенной пищевой и биологической ценности. Показано влияние полбяной цельнозерновой муки в комбинации с мукой из люпина, льна и топинамбура на снижение гликемического индекса, повышение содержания пищевых волокон, белка, жизненно важных аминокислот, витаминов и минеральных веществ.

Abstract. The possibility of using of combined flour from various types of plants in the production of bread was investigated. A new technology of bread with increased nutritional and biological value was proposed. The effect of whole-wheat spelt flour in combination with lupine, flax and Jerusalem artichoke flour on the reduction of the glycemic index and on increase in dietary fiber, protein, vital amino acids, vitamins and minerals was shown.

Ключевые слова: белково-полбяной хлеб, мука полбяная цельнозерновая, натуральный функциональный хлеб, пищевая и биологическая ценность, некрахмальные полисахариды, пищевые волокна, глютен.

Keywords: protein-spelt bread, whole-grain spelt flour (*triticum dicoccum*), natural functional bread, nutritional and biological value, non-starch polysaccharides, dietary fiber, gluten.

заболеваемости, являются круглогодичные дефициты эссенциальных (жизненно необходимых) макро- и микронутриентов в питании всех категорий россиян.

В целях повышения качества питания граждан Российской Федерации принята концепция «Функциональное питание в России». В настоящее время

в соответствии с ГОСТ Р 54059–2010 «Продукты пищевые функциональные. Ингредиенты пищевые функциональные. Классификация и общие требования» под термином «функциональные пищевые продукты» следует понимать специальные пищевые продукты, которые предназначены для систематического употребления в составе пищевых рационов всеми возрастными группами здорового населения в целях снижения риска развития заболеваний, связанных с неправильным питанием, сохранением и улучшением здоровья за счёт наличия в их составе функциональных пищевых ингредиентов [3, 14].

Необходимо отметить, что особое место в продовольственной корзине большинства групп населения страны отводится хлебопродуктам, которые имеют несбалансированный аминокислотный, минеральный и белково-углеводный состав (содержат мало белка и много углеводов). Они имеют дефицит незаменимых аминокислот, в частности, лизина, треонина и триптофана, содержат мало витаминов и пищевых волокон. Так же необходимо обратить внимание и на то, что при производстве хлеба современные технологии предусматривают

введение дополнительных добавок: улучшителей, консервантов, ароматизаторов и стабилизаторов. Все это способствует развитию дисбактериоза кишечника, что может вызывать различные формы аллергии (особенно у детей) и нарушение кислотно-щелочного баланса. Использование простых сахаров в рецептурах хлеба повышает гликемический индекс готовой продукции, что создает нагрузку на поджелудочную железу и является неприемлемым для питания детей и лиц, страдающих диабетом и ожирением.

Анализ научных трудов показал, что российскими и зарубежными учёными был проведён ряд исследований по разработке хлебобулочных изделий функционального назначения [1, 4, 8, 10, 11].

Для разрешения выявленных противоречий проведена научно-прикладная работа по разработке технологии натурального «Белково-полбяного» хлеба, функционального, лечебно-профилактического и специального назначения [9].

Характерным отличием предложенной рецептуры от традиционной является то, что в качестве основного ингредиента предложена цельнозерновая мука из полбы в комбинации с мукой

других растений: льняных (лён масличный), бобовых (бобы люпина узколистного) и астровых (топинамбур), что позволило осуществить производство высококалорийного, сбалансированного, диетического, функционального и лечебно-профилактического продукта питания, который является источником дефицитного полноценного растительного белка, комплекса пищевых волокон (некрахмальных полисахаридов) и легкоусвояемых витаминов группы В.

В результате проведённых исследований разработана рецептура хлеба из комбинации различных видов функционального исходного сырья: цельнозерновой полбяной муки, муки из люпина, льна и топинамбура [9].

Технология приготовления «Белково-полбяного» хлеба предусматривает использование закваски из муки полбы на чистых культурах молочнокислых бактерий и дрожжей из коллекции Санкт-Петербургского филиала ФГАНУ НИИХП. В результате чего в готовой продукции обеспечивается:

- высокое содержание пищевых волокон и низкий гликемический индекс (около 40 ед.);
- снижение содержания спирторастворимой фракции пшеничной клейковины – глиадина,

Преимущества исходного сырья для производства «Белково-полбяного» хлеба по предложенной технологии

Мука	Преимущества
Цельнозерновая из полбы	Превосходит муку из зерна мягкой пшеницы по содержанию некоторых витаминов, минеральных веществ, пищевых волокон, белка, богатого незаменимыми аминокислотами. Низкое содержание проламинов (глиадина) даёт возможность употреблять её людям, страдающим чувствительностью к глютену (не целиакией).
Из бобов люпина	Содержит большое количества белка (до 40/100 г), в том числе незаменимых аминокислот, лизина и треонина, пищевых волокон.
Из семян льна	Источник белка (до 30/100 г, что сопоставимо с содержанием белка в рыбе и некоторых видах мяса) и полиненасыщенных жирных кислот, обладающих способностью предотвращать образование холестериновых бляшек на стенках сосудов, что обеспечивает бесперебойное функционирование кровеносной системы, а также незаменимых аминокислот (за исключением лизина) и пищевых волокон.
Из топинамбура (порошок)	Источник инулина – растворимого диетического волокна. Относится к функциональным ингредиентам.

обладающего токсическим действием и способствующего формированию аллергии у людей из группы риска;

- повышение содержания растительного белка в готовой продукции до 12/100 г, что выше, чем в традиционной в 1,5–2 раза, а также снижение содержания углеводов, которое обеспечивает сбалансированность их в соотношении 1: (2,5–2,8);
- повышение сбалансированности аминокислотного состава за счёт внесения 15% муки люпина и 10% муки льна, что гарантирует прирост в 2–2,1 раза лимитирующих в полбяной муке аминокислот – лизина, треонина, триптофана;
- повышение в готовой продукции количества витаминов и минеральных веществ.

Включение в технологический процесс этапа приготовления закваски позволяет улучшить разрыхление теста без использования хлебопекарных дрожжей (прессованных, сухих или инстантных). Так же в процессе брожения закваски происходит накопление органических кислот и других веществ, участвующих в формировании вкуса и запаха хлеба и положительно влияющих на его микробиологическую безопасность при хранении. При брожении заквасок за счёт действия протеолитических ферментов и ферментов молочнокислых бактерий происходит частичное разрушение глютена. Кроме того, мука льна, люпина и топинамбура не содержит глютен. Все это обеспечивает снижение содержания проламинавой фракции в муке и в готовых изделиях.

Повышению пищевой и биологической ценности хлеба по предложенной рецептуре также способствует использование муки из бобов люпина, которая содержит большое количество

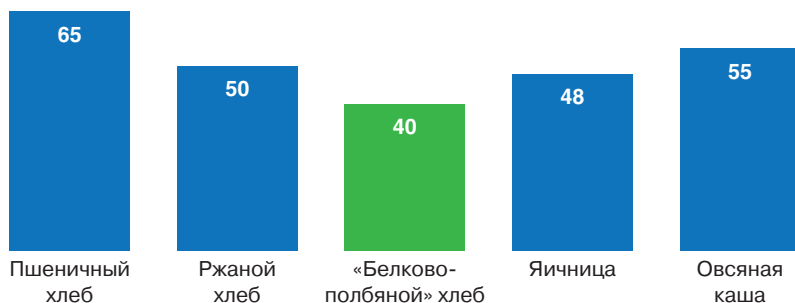


Рис. 1. Сравнительная характеристика гликемического индекса (в ед.) в предложенном хлебе и других продуктах питания



Рис. 2. Сравнительная характеристика содержания пищевых волокон в классических завтраках (г/100 г продукта)



Рис. 3. Сравнительная характеристика соотношения белков и углеводов (в ед.) в различных продуктах питания

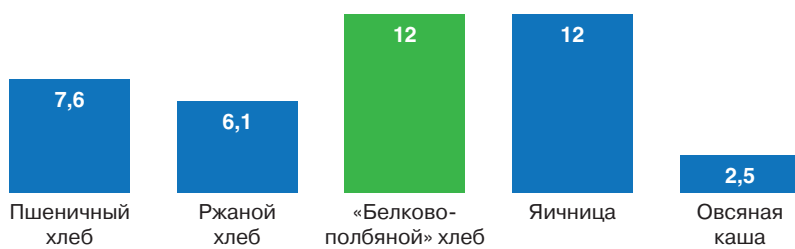


Рис. 4. Сравнительная характеристика содержания белка (г/100 г продукта) в предложенном хлебе и в других продуктах питания



Рис. 5. Некоторый ассортимент хлеба, производимый по предложенной технологии

белка и незаменимых аминокислот, особенно лизина и треонина, а также благоприятно влияет на структурно-механические свойства теста [2, 5, 6, 13]. Преимущества исходного сырья для производства «Белково-полбяного» хлеба по разработанной технологии представлены в таблице.

В целях расширения ассортимента хлеба и хлебобулочных изделий из муки полбы в качестве дополнительного исходного сырья предлагается использовать семена подсолнечника, тыквы, льна, киноа, чиа, сушёный виноград и клюкву, а также ягоды годжи.

«Белково-полбяной» хлеб является источником некрахмальных полисахаридов (НПС). Пищевые волокна в нём включают целый комплекс растительных полисахаридов, которые содержат от нескольких сот до нескольких тысяч моносахаридных единиц, связанных преимущественно β-гликозидной связью, что дополнительно повышает его ценность.

Производство хлеба по разработанной технологии организовано в ООО «Здоровый Хлеб» по ТУ 10.72.19-001-22052233-2019 «Хлеб и булочные изделия длительного хранения».

Лабораторные исследования «Белково-полбяного» хлеба, а также исследования, проведённые расчётным путём, позволили сделать выводы, что такой продукт имеет:

- низкий гликемический индекс (около 40 ед.) (рис. 1), что позволяет использовать его для питания людей с нарушением метаболизма, страдающих диабетом, ожирением, а также ведущих здоровый образ жизни;
- высокое содержание комплекса пищевых волокон (76% от суточного удовлетворения потребности в 100 г «Белково-

полбяного» хлеба с добавлением муки из топинамбура) с оптимизированным углеводным составом. В Испытательном лабораторном центре (ИЛЦ) ФГБНУ «ФИЦ питания и биотехнологии» была проведена сравнительная характеристика содержания пищевых волокон (г/100 г продукта) в классических завтраках, на основании чего был составлен протокол исследования №850/0144-20 от 19.02.2020 г. (рис. 2). В результате чего установлено, что «Белково-полбяной» хлеб подходит для употребления в пищу в лечебно-профилактических целях и в качестве функционального питания, улучшающего состояние желудочно-кишечного тракта, обменных процессов, сердечно-сосудистой и иммунной систем. Согласно Приложению 2 к Техническому регламенту Таможенного союза ТР ТС 02212011 «Пищевая продукция в части её маркировки», рекомендуемое потребление пищевых волокон для взрослого человека составляет 30 г/сут. В одной порции (массой 50 г) «Белково-полбяного» хлеба с топинамбуром содержится 8,95 г пищевых волокон, что составляет 29,8% суточной нормы, соответственно [12];

- сбалансированное соотношение «белки: углеводы»: 1: 3 вместо 1: 6 – у ржаных хлебов, 1: 8 – у пшеничных (рис. 3);
- увеличенное содержание белка (протеина) до 12 г / 100 г продукта, что в 2 раза выше, чем в распространённых сортах пшеничных и ржано-пшеничных хлебов (рис. 4);
- увеличенное содержание жизненно важных аминокислот (аргинина, валина, изолейцина, триптофана, глутаминовой кислоты, пролина), клетчатки (целлюлозы, пищевых волокон) и минеральных веществ;

- пониженное содержание проламиновой фракции глютена, которая вызывает аллергию;
- увеличенное содержание витаминов (В₁ и Е) и минеральных веществ: Mg, P, Fe.

Употребление 100 г /сут «Белково-полбяного» хлеба (в ассортименте) обеспечивает удовлетворение суточной потребности в витаминах: В₁ – на 17–26%; Е – на 15,3–39%; в полноценном растительном белке – на 30–50%; в общем белке – на 15–25%; в пищевых волокнах – на 45–70%; в магнии – на 17–22% и в фосфоре – на 19–23%.

Данный вид хлеба реализуется в сетевых супермаркетах Москвы и Санкт-Петербурга (рис. 5).

Выводы

Новизна технологии заключается в использовании хлеба функционального назначения из полбяной цельнозерновой муки в комбинации с другими типами растительного сырья, у которых низкий гликемический индекс, повышенное содержание пищевых волокон (некрахмальных полисахаридов, которые содержат от нескольких сот до нескольких тысяч моносахаридных единиц, связанных преимущественно β-гликозидной связью), растительного белка и жизненно важных аминокислот. Данные подкреплены экспертным заключением НИИХП.

Практическая значимость рецептуры состоит в том, что, по сравнению с традиционной технологией, обеспечивается повышение пищевой и биологической ценности в 100 г продукта, расширение ассортимента хлеба и хлебобулочных изделий, понижение содержания углеводов, повышение содержания более полноценного по аминокислотному составу растительного белка и сбалансированность

белков и углеводов в соотношении 1: (2,5–2,8).

Таким образом, необходимо отметить, что «Белково-полбяной» хлеб – это функциональное изделие повышенной пищевой ценности. Опираясь на данные о полезных свойствах пищевых волокон, витаминов, минеральных веществ и белка, можно предположить, что использование в питании предложенных видов хлеба способно улучшить состояние здоровья человека, что, безусловно, требует подтверждения в виде проведения дальнейших клинических и лабораторных исследований. Предложенный хлеб можно использовать для массового потребления в качестве натурального функционального продукта с повышенной пищевой и биологической ценностью для питания военнослужащих Министерства обороны Российской Федерации, а также в качестве специализированного пищевого продукта при получении соответствующего сертификата.

Литература

1. *Алексеев, Г.В.* Расширение ассортимента хлебобулочной продукции и ресурсосбережения процесса выпечки / Г.В. Алексеев, А.П. Савельев, О.И. Николук // Ползуновский Вестник. – Барнаул: АГТУ. – 2018. – № 2. – С. 60–65. ISSN 2072–8921
2. *Богатырёва, Т.Г.* Использование полбяной муки в технологии хлебобулочных изделий / Т.Г. Богатырёва, Е.В. Иунихина, А.В. Степанова // Хлебопродукты. – 2013. – № 2. – С. 40–42.
3. *Доронин, А.Ф.* Функциональное питание / А.Ф. Доронин, Б.А. Шендеров. – М.: Изд-во «Грантъ». – 2002. – 295 с.
4. *Ермошин, Н.А.* Совершенствование производства хлебопродуктов для группировок войск (сил) в особых условиях / Н.А. Ермошин, С.А. Романчиков // Военная мысль. – 2018. – № 3. – С. 19–26.
5. *Королёв, Д.Н.* Разработка технологии пшеничного хлеба с использованием полбяной муки / Д.Н. Королёв, Е.В. Хмелёва, Ю.В. Пенькова // Научные труды Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия. – 2019. – Т. 26. – С. 57–64.
6. *Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации.* Методические рекомендации. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора. – 2009. – С. 12–23.
7. Пат. 166850 Российская Федерация, МПК А21В 7/00. Устройство для выпечки зернового хлеба / А.А. Сычёв, С.А. Романчиков, В.И. Пахомов, А.А. Целыковских; заявитель и патентообладатель – ФГКВООУ ВО ВАМТО. – № 2016112198/13; заявлено 31.03.2016; опубл. 10.12.2016. Бюл. № 34. – 196 с.
8. Пат. 158128 Российская Федерация, МПК А21В 1/00. Устройство для производства хлебобулочных изделий / С.А. Романчиков, М.В. Безгин, В.Т. Антуфьев, М.А. Иванова, О.И. Николук, С.В. Стулов, В.И. Пахомов; заявитель и патентообладатель – Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Военная академия материально-технического обеспечения им. генерала армии А.В. Хрулёва». – № 201500836/10; заявлено 12.01.2015 г.; опубл. 20.12.2015. Бюл. № 35. – 10 с.
9. Пат. 2702089 Российская Федерация, МПК А21D 13/04. Хлеб повышенной пищевой ценности и способ его изготовления / Долгих В.В.; заявитель и патентообладатель. – В.В. Долгих; № 2018147043; заявлено 27.12.2018; опубл. 03.10.2019. Бюл. № 28. – 19 с.
10. *Романчиков, С.А.* Перспективы развития модифицированных видов продовольствия / С.А. Романчиков, А.В. Гришин, Е.М. Сидоров // В сб. «Проблемы воспроизводства общественного капитала в контексте глобального неравенства». Материалы IX Международной заочной научно-практической конференции. – 2014. – С. 131–138.
11. *Сычёв, А.А.* Инновационные решения в сфере производства продукции агропромышленных предприятий / А.А. Сычёв, С.А. Романчиков // В сб. «Неделя науки С.-Пб ПУ». Материалы научной конференции с международным участием. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский политехнический университет им. Петра Великого. – 2016. – С. 61–63.
12. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 022/2011. Пищевая продукция в части её маркировки. – 2011. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/902320347>
13. *Хмелёва, Е.В.* Влияние способа подготовки зерна полбы на качество зернового хлеба / Е.В. Хмелёва, В.В. Румянцева, А.В. Проничева, А.Г. Канатникова // В сб. «Роль аграрной науки в развитии АПК РФ». Материалы международной научно-практической конференции, посвящённой 105-летию ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ. – 2017. – С. 228–230.
14. *Шендеров, Б.А.* Состояние и перспективы развития концепции «Функциональное питание в России» / Б.А. Шендеров. Режим доступа: <https://studfile.net/preview/3542686//>.