

УДК 637.146

Ж.К. Орызбаева,

Т.А. Назаренко, кандидат технических наук, ассоциированный профессор

Инновационный Евразийский университет (г. Павлодар)

E-mail: zhmagul.d.777@mail.ru

Инновационные технологии обогащения муки из зерна пшеницы

***Аннотация.** Техногенное воздействие на экологическую среду привело к снижению объема натуральной потребляемой пищи и изменению ее качественного состава. В статье рассматривается инновационное направление – обогащение продуктов питания микронутриентами. Разработаны новые виды хлеба с функциональными свойствами для массового питания.*

***Ключевые слова:** зерно пшеницы, пшеничная мука, микронутриенты, обогащение продуктов питания, нутрификация, фортификация.*

Проблема качества пищи в данное время является одной из важнейших проблем, стоящих перед человеком. Техногенное воздействие на экологическую среду привело к снижению объема натуральной потребляемой пищи и изменению ее качественного состава. Современный человек потребляет очищенную, рафинированную и часто длительно хранимую пищу, что снижает в ежедневном рационе питания жизненно необходимые микронутриенты. Организм человека не может синтезировать микронутриенты и поэтому он должен получать их с готовой пищей. Микронутриенты должны поступать регулярно в полном объеме и количествах в соответствии с физиологической потребностью организма. Недостаток в пище микронутриентов оказывает негативное влияние на общее состояние здоровья, умственные способности, работоспособность, устойчивость к простудным заболеваниям, способствует развитию различных заболеваний, влияющих на жизнедеятельность человека.

В связи с уменьшением общего количества микронутриентов в потребляемой пище, на современном этапе развития общества, возникла необходимость перейти от принципа потерь к дополнительному обогащению продуктов питания нутрицевтиками или различными функциональными добавками. Этот процесс обогащения пищевого сырья называют фортификация (fortification), что в переводе с английского языка обозначает укрепление. Таким образом, обогащение продуктов питания микронутриентами, к которым относятся витамины и минеральные вещества, до уровня, превышающего их содержание в данном продукте, обозначает укрепление химического состава сырья [1].

Самыми дешевыми и доступными источниками пищевых веществ, таких как растительные белки, углеводы, витамины, макро- и микроэлементы, пищевые волокна, являются хлеб и хлебобулочные продукты.

Развитие технологии переработки пшеницы с повышением выходов муки высоких сортов привели к уменьшению в ней полезных микронутриентов. Это связано с тем, что большая часть нутриентов зерна пшеницы, сосредоточенная в оболочках, алейроновом слое и зародыше, в процессе помола, как правило, переходит в отруби.

Однако при переработке зерна в муку значительное количество витаминов и минеральных веществ удаляется вместе с отрубями и зародышем. При выпечке хлеба происходит дополнительная потеря этих важных биологически активных веществ. Например, содержание витаминов группы В, начиная от помола и заканчивая выпечкой хлеба, снижается в 2-6 раз. Мука высшего и I сортов содержит меньше витаминов, чем мука II сорта и обойного помола [2].

В развитых странах обогащение (фортификация) является общепринятой практикой, а в некоторых из них обязательно обогащение закреплено законодательными актами. В настоящее время обогащение зерновых продуктов осуществляется более чем в 80 странах мира, в том числе в России, Казахстане, Кыргызстане, Узбекистане, Таджикистане, Азербайджане и других. Обогащение микронутриентами является особенно важным для питания населения Республики Казахстан, так как, по результатам клинико-биохимических исследований Всемирной организации здравоохранения, недостаток витаминов обнаружен у 80-90 % казахстанцев, еще у 80 % отмечена стойкая недостаточность железа и фолиевой кислоты. Недостаток витаминов «С», группы «В» и железа приводит к распространению железодефицитной анемии (ЖДА), особенно среди самой уязвимой части населения (женщин и детей). Распространенность ЖДА среди населения Казахстана составила: среди новорожденных 39 %, детей в возрасте до 5 лет – 69 %, женщин – 49 %, беременных женщин – 95 % [2].

Обогащением муки зерновых культур, предназначенной для хлеба и хлебобулочных изделий, является добавление любых жизненно важных пищевых веществ независимо от их количества, набора и назначения. Например, восполнение в муке содержания витаминов и микроэлементов в муке высоких сортов до уровня их содержания в исходном зерне.

Союз зернопереработчиков и хлебопеков Республики Казахстан является организатором работ по фортификации муки на зерноперерабатывающих, мукомольных и хлебопекарных предприятиях.

Развитие мукомольной и хлебопекарной промышленности в РК связано с решением таких задач как повышение качества вырабатываемой продукции и разработка технологии получения новых видов продуктов с повышенной пищевой и биологической ценностью. Технологии производства муки из зерновых культур для расширения ассортимента существующей номенклатуры сортов муки и повышения пищевой и биологической ценности пищевых продуктов является важной задачей для Казахстана и стран Евразийского экономического союза. Для повышения пищевой и биологической ценности хлебопродуктов в РК разрабатываются новые рецептуры помольных смесей зерновой муки, хлеба и хлебобулочных изделий, обеспечивающие использование отечественного зернового сырья, правильно и грамотно, обогащаемого добавками [2-3].

Процесс превращения пшеницы в муку осуществляют следующим образом: зерно пшеницы направляют в мельницу с вальцами, которые перемалывают пшеницу до состояния, близкого к муке. Затем пшеничную крупку направляют по воздушному конвейеру в ситовечную машину, где происходит просеивание на колеблющихся плоских ситах в условиях восходящего воздушного потока. При воздействии потока воздуха и колебаний сит происходит расслоение крупки на разнородные компоненты, при этом тяжелые частицы крупки опускаются вниз и просеиваются, более легкие частицы крупки остаются в верхних слоях и, наконец, самые легкие частицы оболочек уносятся потоком воздуха. При первом помоле пшеничной хлебопекарной муки ее необходимо аэрировать.

В процессе аэрации муки на молекулярном уровне происходят изменения тиольных групп и сульфидных связей, которые взаимодействуют в присутствии кислорода, что существенно влияет на хлебопекарные свойства муки. При окислении тиольных групп они отдают молекулу водорода сульфидам и образуют дисульфидные связи, которые в пшеничной муке упрочняют связи клейковины. При недостаточной аэрации дисульфидные связи будут образовываться лишь частично и клейковинный каркас не может полностью сформироваться и полученная мука будет в последствии давать дефекты качества хлеба в виде недостаточного объема и слаборазвитой структуры [4].

Крупки зерна практически без оболочек пшеницы направляются в вальцовые станки размольных систем для получения муки с наименьшей зольностью. Крупки с оболочками поступают в вальцовые станки шлифовальных систем, а крупки, содержащие наибольшее количество оболочек, возвращаются обратно в вальцовые станки драных или размольных мельниц. От процесса обогащения промежуточных продуктов размолла зерна существенно зависят выход и качество муки разных сортов. Таким образом, круговая система обработки зерна и помола будет очищать муку до тех пор, пока полностью не удалит из зерновки верхние слои зерна кроме эндосперма, поэтому сортность муки является суммарным показателем ее белизны, зольности и клейковины. Таким образом, для муки высшего сорта используют сердцевину зерна, для муки первого сорта используют тело зерновки, а муку второго сорта получают из части зерновки, расположенной ближе к оболочке. После обработки муку отправляют для отдыха и достижения температуры окружающей среды. Насыщение муки кислородом лучше всего обеспечивается в ходе ее созревания перед использованием для хлебопечения (путем выдержки в течение примерно 3-4 недель).

Кислород при таком естественном созревании легко проникает в муку, стабилизирует ее и улучшает хлебопекарные свойства. Образцы муки разных сортов проходят лабораторные испытания на белизну и содержание клейковины муки. Наивысшим результатом белизны является – 69 единиц при стандарте 54. При испытании на содержание клейковины замешивают шарик из теста весом 25 граммов и дают 20 мин. отлежаться. Далее вымывают крахмал под проточной холодной водой объемом 3 л. После водных процедур сушат в руках и взвешивают результат, вес шарика умножают на 4 и определяют уровень клейковины. Весь процесс повторяют 2 раза, при этом расхождение результата не должно превышать 0,1 грамма. Результатом клейковины являются минимальное содержание (%) сырой клейковины в разных сортах хлебопекарной пшеничной муки: сорт «Экстра» — 28 %, высший сорт – 28 %, сорт «Крупчатка» – 30 %, первый сорт – 30 %, второй сорт – 25 %, обойная – 20 %. Очень важно, чтобы клейковина муки обладала комплексом свойств, позволяющих производить хлеб высокого качества. Затем шарик из теста испытывают на растяжимость теста, помещают на 15 мин. в воду, качественное тесто формы не меняет. Образец будет держать форму, если тесто сделано из муки высшего сорта. Выбор пищевых добавок, предназначенных для обогащения муки и хлебобулочных изделий с учетом дефицита их в питании, выявлен с учетом региона Казахстана. Наиболее дефицитными пищевыми веществами в Павлодарской области являются витамины витаминов E, B1, B2, B6, B3, PP и минеральные вещества – железо, селен и йод. Количество витаминов и минеральных веществ, которые дополнительно вносят в обогащаемые продукты, должно быть рассчитано с учетом их возможного естественного содержания в исходном продукте, а также потерь в процессе производства и хранения [4].

В настоящее время наибольшее распространение в производстве обогащенных пищевых продуктов получили поливитаминные и витаминно-минеральные премиксы, пищевые волокна, макро- и микроэлементы. Например, Казахстанская Академия региональных проблем питания разработала витаминно-минеральный комплекс КАР «Комплекс № 1» для фортификации муки. В состав комплекса входят витамины B1 – 1,3 %, B2 – 2,0 %, B3 – 6,7 %, Bc – 1,0 %, а также микроэлементы: окись цинка – 18,7 % и элементарное электролитное железо – 34,7 %. Норма ввода комплекса «КАР № 1» в муку

составляет 150 граммов на метрическую тонну муки. Разработана нормативно-техническая документация на муку и хлебобулочные изделия, обогащенные этим комплексом [2].

Премиксы – это гомогенные смеси витаминов (С, А, D, Е, К, В1, В2, В6, В12, фолиевой и пантотеновой кислот, биотина) минеральных веществ (йода, кальция, железа, селена и других микроэлементов) в наборе и соотношениях, соответствующих задачам обогащения и физиологическим потребностям человеческого организма, с учетом особенностей структуры питания и обеспеченности этими микронутриентами различных групп населения.

В таблице 1 сравниваются премиксы, используемые при производстве обогащенных, специализированных и функциональных пищевых продуктов.

Таблица 1 – Сравнение премиксов, используемых при производстве обогащенных, специализированных и функциональных пищевых продуктов

Сравниваемый параметр	Обогащенные продукты массового потребления	Специализированные пищевые продукты	Функциональные пищевые продукты
Цель	Улучшение обеспеченности организма витаминами и/или минеральными веществами, ликвидация существующего дефицита микронутриентов		Доказанное благоприятное действие на физиологические функции организма
Группа пищевых продуктов	Пищевые продукты массового потребления, используемые регулярно и повсеместно в повседневном питании	Пищевые продукты с заданным химическим составом и доказанным благоприятным действием на физиологические функции организма.	
Категории населения, для которых предназначен пищевой продукт	Все группы взрослого населения и детей старше 3 лет	Определенные категории населения и (или) лица, на состояние здоровья которых благоприятное действие продукта обосновано с позиций доказательной медицины.	
Условия достижения эффекта от применения	Систематическое потребление пищевого продукта		
Дозы витаминов и минеральных веществ	Усредненная суточная порция (100 г (мл) пищевого продукта или 100 ккал высококалорийных пищевых продуктов) содержит в % от нормы физиологической потребности человека		
	15-50 %	15-300 %	15-100 %
Не допускается обогащение	натрием, холином, инозитом, карнитином, таурином, медью, марганцем, молибденом, хромом и селеном, витаминоподобными веществами		
Формы и перечень витаминов и минеральных веществ	Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю) Таможенного союза ЕврАзЭС		

Одним из эссенциальных микроэлементов является селен. Селен обладает иммунным, антиоксидантным и детоксикационным действием в организме человека. Этот микроэлемент в составе ферментов пероксидазы и глутатионпероксидазы ингибирует образование перекисей, прерывает цепь свободнорадикального окисления и нейтрализует свободные радикалы в момент их возникновения. Кроме этого, селен защищает клетки от токсического действия, так как является антагонистом ртути,

кадмия, свинца, мышьяка, таллия, теллура и ванадия. Известны защитные свойства селена при ионизирующем излучении, токсичном действии нитратов и нитритов и тяжелых металлов. Он относится к геропротекторам, замедляющим старение организма. Суточная норма селена должна составлять 1 мкг/кг массы тела. Установлены нормы потребности в селене – 55 мкг/сутки для женщин, 75 мкг/сутки для мужчин, 10-50 мкг/сутки для детей. Все эти факторы подчеркивают значимость селена как незаменимого компонента питания. Однако, недостаток селена в окружающей среде, обуславливает низкое его содержание в организме и способствует возникновению ряда заболеваний [2].

Одним из путей профилактики селенодефицитного состояния является включение в рацион питания продуктов, в том числе хлеба, обогащенных селеном. Известны способы применения селена для обогащения хлеба биомассой селеносодержащей спирулины и пищевой добавкой «Селексен».

Одним из важнейших микронутриентов является железо (Fe), которое является самым универсальным и значимым составляющим многих видов клеток организма. Этот микроэлемент входит в состав красных клеток крови, транспортирует в связанном состоянии кислород к органам и тканям, участвует в метаболизме и энергетическом обмене, регулирует процессы тканевого дыхания, обеспечивает поддержание работы большинства ферментных систем и многих других. Возникающая в связи с недостатком данного микроэлемента железистодифицитная анемия (ЖДА) является общей проблемой для многих развитых стран в мире, поэтому является задачей повышения пищевой ценности рациона питания современного человека, в т.ч. за счет обогащения пищевых продуктов железом. Обоснованность этой проблемы подтверждается тем, что при переработке зерна пшеницы на муку значительная часть железа теряется. Так, в цельном зерне пшеницы содержание железа составляет 5,3-5,4 мг/100 г в пшеничной муке 1 сорта – 2,1 мг/100 г, а в пшеничной муке высшего сорта 1,2 мг/100 г. [4].

В этих условиях целесообразным и эффективным путем улучшения обеспеченности населения алиментарными железом является дополнительное обогащение им пшенично муки высшего и первого сорта, хлеба и хлебобулочных изделий, выпеченных из этой муки. Такое обогащение осуществляют в сочетании с внесением витаминов, необходимых для его усвоения. Количество железа и витаминов, добавляемых в муку и хлебобулочных изделий, регламентируется в соответствии с Национальными стандартами по фортификации пшеничной муки, утвержденными Национальными органами по стандартизации РК в 2017-2018 гг. Так, например, установлены величины обогащения муки и хлебобулочных изделий железом и витаминами, что отражено в таблице 2.

Таблица 2 – Количество вносимых микронутриентов для обогащения муки и хлебобулочных изделий

№ п/п	Название микронутриентов	Количество микронутриентов на мг/1 кг муки	Регламентируемое содержание вносимых микронутриентов в хлебе и хлебобулочных из обогащенной муки, мг/100
1	железо	30 - 40	3 - 4
2	Витамины группы В:		
	Тиамин	4,5 - 8,0	0,3 - 0,5
	Рибофлавин	2,0 - 3,0	0,15 - 0,25
	Витамин В 6	4,5 - 8,0	0,3 - 0,5
	Витамин РР	40 - 70	3,0 - 5,0
	Фолиевая кислота	0,4 - 0,8	0,03 - 0,06
	Витамин С	16 - 24	–

Исходя из изложенного и с целью улучшения состояния обеспеченности населения в рационе питания необходимыми веществами, необходимо обогащение пшеничной муки высшего и первого сорта для хлебных продуктов, произведенных из этой муки. В связи с этим создание биологически активной добавки для обогащения муки и хлеба, содержащей органическую форму селена, железа и йода, представляется актуальным.

На основании регламентируемых величин по фортификации пшеничной муки нутрицевтиками согласно Национальным стандартам по фортификации пшеничной муки в РК, были исследованы нормы внесения микронутриентов в пшеничную муку высшего и первого сортов и разработана комплексная добавка для обогащения муки и создание новых видов хлеба и хлебобулочных изделий с функциональными свойствами. В результате мы получаем муку пшеничную повышенной витаминной и минеральной ценности с гарантированным содержанием селена, железа, йода и витаминов Е, В1, В2, В6, РР, В3.

Состав микронутриентов комплексной добавки для обогащения муки и хлебных продуктов указан в таблице 3.

Таблица 3 – Состав комплексной добавки для обогащения муки и хлебопекарных продуктов

№ п/п	Название микронутриентов	Количество микронутриентов на мг/1 кг муки	Регламентируемое содержание вносимых микронутриентов в хлебе и хлебобулочных из обогащенной муки, мг/100
1	Железо	30-40	3-4
2	Йодид калия	5	0,5
3	Селексен	1	0, 1
	Витамины группы В:		
	В1 Тиамин	4,5-8,0	0,3-0,5
	В2 Рибофлавин	2,0-3,0	0,15-0,25
	Витамин В 6	4,5-8,0	0,3-0,5
	Витамин РР	40-70	3,0-5,0
	Фолиевая кислота	0,4-0,8	0,03-0,06
	Витамин Е	16-24	

При разработке пищевой добавки для обогащения муки дополнительно вносим: йод (йодид калия) или соль пищевой йодированную йодидом калия KI в муку высшего и первого сорта – 5 мг на 1 кг муки, при этом содержание йода в хлебе и хлебобулочных изделиях из муки высшего и первого сорта не менее – 0, 5 мг/100 г, селексен в муку высшего и первого сорта – 1 мг на 1 кг муки, при этом содержание селена в хлебе и хлебобулочных изделиях из муки высшего и первого сорта не менее – 0, 1 мг/100 г.

В результате обогащения муки высшего и первого сорта селеном, железом, йодом и витаминами Е, В1, В2, В6, РР, В3, с учетом рекомендуемого уровня суточного потребления, а также существующих способов хлебопекарного производства и обоснования новой технологии производства, были разработаны новые виды хлеба с функциональными свойствами для массового питания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Асенова Б.К., Касымов С.К., Муратбаев А.М., Ребезов М.Б. Композитная мука с добавлением рисовой муки в пшеничную. Качество продукции, технологий и образования: материалы X междунар. научно-практ. конф. – Магнитогорск: Изд-во МГТУ им. Г. И. Носова, 2015. – С. 93–95.
- 2 Миронова И.В., Галиева З.А., Ребезов М.Б., Мотавина Л.И., Смольникова Ф.Х. Основы лечебно-профилактического питания. – Алматы: МАП, 2015. – 112 с.
- 3 Колмаков Ю.В., Зелова Л.А., Казыдуб Н.Г., Клинг А.П. Фасольевый компонент в хлебобулочных и кондитерских изделиях: методическое пособие. – Омск: Полиграфический центр КАН, 2013. – 50 с.
- 4 Ребезов М.Б., Наумова Н.Л., Кофанова М.Ю. и др. О возможности обогащения хлебобулочных изделий функциональными добавками // Техника и технология пищевых производств. – 2012. – № 1 (9). – С. 55–59.

REFERENCES

- 1 Asenova B.K., Kasymov S.K., Muratbayev A.M., Rebezov M.B. Kompozitnaya muka s dobavleniyem risovoy muki v pshenichnuyu. Kachestvo produktsii, tekhnologiy i obrazovaniya: materialy Kh mezhdunar. nauchno prakt. konf. – Magnitogorsk: Izd-vo MGTU im. G. I. Nosova, 2015. – S. 93–95.
- 2 Mironova I.V., Galiyeva Z.A., Rebezov M.B., Motavina L.I., Smolnikova F.Kh. Osnovy lechebno-profilakticheskogo pitaniya. – Almaty: MAP, 2015. – 112 s.
- 3 Kolmakov Yu.V., Zelova L.A., Kazydub N.G., Kling A.P. Fasolevyy komponent v khlebobulochnykh i konditerskikh izdeliyakh: metodicheskoye posobiye. – Omsk: Poligraficheskiy tsentr KAN. – 2013. – 50 s.
- 4 Rebezov M.B., Naumova N.L., Kofanova M.Yu. i dr. O vozmozhnosti obogashcheniya khlebobulochnykh izdeliy funktsionalnymi dobavkami // Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv. – 2012. – № 1 (9). – S. 55–59.

ТҮЙІН

Ж.К. Орызбаева,

Т.А. Назаренко, техникалық ғылымдарының кандидаты, профессормен қауымдастырылған
Инновациялық Еуразия университеті (Павлодар қ.)

**Нан және нан-тоқаш өнімдеріне бидай ұнын байыту
үшін инновациялық технологиялар**

Экологиялық ортаға техногендік әсер ету табиғи тұтынылатын тамақ көлемінің төмендеуіне және оның сапалық құрамының өзгеруіне алып келді. Мақалада инновациялық бағыт – азық-түлік өнімдерін микронутриенттермен байыту қарастырылады. Жаппай тамақтану үшін функционалды қасиеттері бар нанның жаңа түрлері әзірленді.

Түйінді сөздер: бидай дәні, бидай ұны, микроэлементтер, азық-түлікті нығайту, тамақтану, фортификация

RESUME

Zh.K. Oryzbayeva,

T.A. Nazarenko, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Innovative University of Eurasia (Pavlodar)

Innovative technologies for enrichment of flour from wheat grain

The technogenic impact on the ecological environment led to a decrease in the amount of natural food consumed and a change in its qualitative composition. The article discusses the innovative direction – enrichment of food with micronutrients. New types of bread with functional properties for mass nutrition are developed.

Key words: wheat grain, wheat flour, micronutrients, food enrichment, nutrition, fortification.