

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОИЗВОДСТВА БЕЗГЛЮТЕНОВОГО ХЛЕБА

Дробот В.И., Грищенко А.Н.

Национальный университет пищевых технологий

*В статье рассмотрены проблемы технологии безглютенового хлеба: выбор сырья, его технологические свойства, особенности протекания технологических процессов во время приготовления теста. Наведены показатели качества безглютенового хлеба с различными видами безглютеновой муки, а также результаты расчета его пищевой ценности.*

В XX веке участились случаи заболеваний, связанных с нарушением обмена веществ. Увеличилось количество больных ожирением, сахарным диабетом, фенилкетонурией. Также появились новые заболевания, такие как целиакия и алкаптонурия. Многие ученые связывают их появление с нерациональным питанием, ухудшением экологической обстановки, стрессовыми ситуациями, которые все чаще переживает человек в современном урбанизированном обществе. Лечение указанных выше заболеваний сопровождается специальными диетами, которые предусматривают введение в рацион диетических продуктов питания с пониженной калорийностью, со сниженным содержанием белков, без клейковины. Разработкой новых диетических изделий занимаются учёные всего мира.

Для производства безглютеновых хлебобулочных изделий для больных целиакией используют сырье, не содержащее белков клейковины (табл. 1), поэтому в рецептуру таких изделий включают добавки структурообразователи.

**Таблица 1 – Сырье, используемое в технологии безглютеновых хлебобулочных изделий**

Крахмал	пшеничный, картофельный, кукурузный, тапиоковый, рисовый
Мука	рисовая, кукурузная, гречневая, амарантовая, соевая
Добавки-структурообразователи	камедь гуара, камедь ксантана, камедь рожкового дерева, модифицированный крахмал, гидроксипропилметилцеллюлоза
Жиры	масло сливочное, масло подсолнечное, рапсовое масло
Разрыхлители	дрожжи хлебопекарные, сода пищевая, глюконо-дельта-лактон
Дополнительное сырье	сахар, глюкозный сироп, соль, яичные продукты, молоко сухое, эмульгаторы, семена льна, семена мака, семена кунжута

Неотъемлемой частью рациона питания больных целиакией в Украине является безглютеновый хлеб. Это обусловлено в первую очередь традициями питания. Согласно нормам, заложенным в «потребительскую корзину», суточное потребление хлеба в Украине составляет 277 г. Таким образом, употребляя указанное количество хлеба, человек получает значительную часть суточной нормы необходимых белков, углеводов, жиров, микро- и макроэлементов. В Украине безглютеновую продукцию иностранных производителей можно приобрести в интернет-магазинах. Стоимость такой продукции в пять-десять раз превышает стоимость традиционных хлебобулочных изделий, поэтому не все больные целиакией могут ее приобрести. В Национальном университете пищевых технологий (г. Киев) разработана технология безглютенового хлеба из доступного в Украине сырья. Рецептуры новых изделий включают

кукурузный и картофельный крахмал, кукурузную, гречневую и рисовую муку, камеди гуара и ксантана, соль, сахар, подсолнечное масло.

Исследования безглютенового сырья показали, что состояние углеводно-амилазного комплекса муки крупяных культур не может обеспечить необходимой для разрыхления тестовых заготовок интенсивности процесса спиртового брожения в безглютеновом тесте (табл. 2). С целью обеспечения брожения добавляют сахар. Установлено, что необходимое количество сахара в рецептуре составляет 3 %. Такое количество обеспечивает достаточное разрыхление тестовых заготовок и протекание реакции меланоидинообразования.

**Таблица 2 – Показатели углеводно-амилазного комплекса разных видов муки**

Вид муки	Количество моно- и дисахаридов, % на 100 г	Сахарообразующая способность, мальтозы мг/100 г муки
Пшеничная высшего сорта	1,7	290
Кукурузная	1,0	210
Рисовая	0,9	183
Гречневая	1,4	164

С целью определения влияния безглютеновых видов муки на показатели качества безглютенового хлеба проводили пробные выпечки. Тесто готовили безопасным способом без брожения. Контрольным образцом был хлеб, приготовленный из картофельного и кукурузного крахмала. Для установления влияния муки крупяных культур на показатели качества безглютенового хлеба часть кукурузного крахмала заменяли мукой. Для обеспечения необходимых структурно-механических свойств теста использовали камеди гуара и ксантана в количестве 0,8%. В рецептуру включали дрожжи, сахар, соль и подсолнечное масло. Тесто готовили безопасным способом без брожения – после замешивания сразу делили на тестовые заготовки и ставили в расстоечный шкаф. Влажность теста составляла 51-53 %, зависимо от вида муки в рецептуре.

Установлено, что оптимальные показатели удельного объема безглютенового хлеба достигаются при внесении в рецептуру: кукурузной муки 25 %, рисовой – 30 %, гречневой – 15 % (таблица 3).

**Таблица 3 – Показатели качества безглютенового хлеба.**

Показатель	Контроль (хлеб из крахмала)	Количество муки в рецептуре, %		
		кукурузной (25)	рисовой (30)	гречневой (15)
Удельный объем, см <sup>3</sup> /г	2,43	2,40	2,41	2,20
Формоустойчивость, Н/D, подового хлеба	0,25	0,27	0,28	0,29
Кислотность, град.	1,1	1,2	1,2	1,4
Деформация мякиша, ед. пенетрометра, через 3 часа	70,0	69	69	60,0
Крошковатость, %, через 3 часа	0,6	0,7	0,8	0,3
Структура пористости	Равномерная, мелкая, тонкостенная	Равномерна, тонкостенная, средняя		Неравномерная, толстостенная, крупная

Наилучшее качество по объему и показателям структуры пористости было у хлеба с рисовой мукой, наихудший – у хлеба с гречневой мукой. Такие результаты обусловлены химическим составом муки, состоянием крахмала (в гречневой муке он частично клейстеризованный), а также крупностью частиц. Кислотность всех образцов невысокая, поскольку тесто готовится безопасным способом без брожения.

Вследствие особенностей структурно-механических свойств безглютенового теста подовые изделия имеют очень низкую формоустойчивость. Такой хлеб целесообразно выпекать формовым.

Следует отметить, что химический состав безглютенового хлеба несбалансированный и зависит от используемого в рецептуре сырья. Как показывают данные расчета химического состава хлеба (программа Optima, разработанная в Национальном университете пищевых технологий), по сравнению с пшеничным хлебом, в нем содержится на 79 % меньше белков, на 92,4 % – клетчатки (табл. 4). Очень низкое содержание незаменимых аминокислот, минеральных веществ также снижает пищевую ценность безглютенового хлеба.

**Таблица 4 – Химический состав 100 г хлеба**

Составляющие	Хлеб с цельно-смолотой пшеничной муки	Хлеб безглютеновый, с добавлением муки		
		кукурузной (25 %)	рисовой (30 %)	гречневой (15 %)
Белки, г	8,98	1,85	1,85	1,81
Незаменимые аминокислоты, мг				
лизин	294	71	63	63
метионин+цистин	132	40	56	62
Жиры, г	2,19	2,95	2,14	2,25
Углеводы, г	46,42	50,95	52,13	50,11
Пищевые волокна, г	5,0	0,38	0,07	0,10
Минеральные вещества, мг				
калий	231,10	70,00	26,02	22,49
кальций	39,27	27,20	24,63	24,49
магний	75,11	19,86	6,44	3,68
фосфор	230,50	94,56	60,85	56,15
железо	3,29	0,76	0,32	0,75
Витамины, мг				
В <sub>1</sub> (тиамин)	0,31	0,079	0,052	0,05
В <sub>2</sub> (рибофлавин)	0,13	0,035	0,035	0,03
РР (ниацин)	3,56	0,534	0,206	0,20
Индекс качества белков, I <sub>б</sub>	0,70	0,76	0,74	0,73
Индекс качества липидов, I <sub>л</sub>	0,78	0,81	0,83	0,97
Энергетическая ценность, ккал	231,31	225,36	222,60	215,47

Учитывая данные расчета пищевой ценности можно сделать вывод о необходимости повышения пищевой ценности безглютеновых хлебобулочных изделий.

Обзор литературных источников показал, что перспективным сырьем для улучшения химического состава и пищевой ценности хлебобулочных изделий могут быть продукты переработки льна: семена, льняная мука или шрот. В льне содержится много клетчатки, белков и эссенциальных жирных кислот. Количество клетчатки в

семенах льна составляет около 27 %, белков – 18 %. Из-за высокого содержания в составе семян льна гемицеллюлозы и целлюлозы, продукты его переработки способны связывать и выводить из организма тяжелые металлы и токсины. За счет наличия в составе льна лигнанов – веществ фенольной природы, он владеет антиоксидантными свойствами.

С целью изучения возможности использования шрота льна для улучшения пищевой ценности безглютеновых изделий, в лабораторных условиях исследовали влияние шрота льна на параметры технологического процесса и качество изделий. Результаты исследования показали, что при добавлении этого сырья в количестве 5-10 % интенсифицируется процесс брожения в тесте, увеличивается его кислотность, вкус готовых изделий становится травянистым, что требует внесения добавок и сырья для улучшения этого показателя. Объем готовых изделий при этом уменьшается. Лучшие показатели качества имел хлеб с добавлением 5 % шрота. Причиной уменьшения объема может быть увеличение вязкости теста вследствие высокой водопоглощательной способности шрота.

Пищевая ценность безглютенового хлеба с продуктами переработки льна значительно улучшается. Количество клетчатки при добавлении 5 % шрота увеличивается до 1,86...2,14 %, а белка – до 2,98...3,02 %, зависимо от вида крупяной муки в рецептуре.

Таким образом, в технологии безглютеновых хлебобулочных изделий используют сырье с низкими хлебопекарными свойствами, что вынуждает к поискам пищевых добавок и технологических приемов для обеспечения необходимых биохимических процессов в тесте и формирования качества готовых изделий. Вследствие того, что основным сырьем в технологии такого диетического хлеба является крахмал, готовые изделия, по сравнению с традиционным пшеничным хлебом, содержат мало белков, пищевых волокон и минеральных веществ. С целью повышения пищевой ценности безглютенового хлеба можно использовать шрот льна в количестве до 5 %.

Дальнейшие исследования должны быть направлены на повышение сбалансированности химического состава безглютенового хлеба путем использования безглютенового сырья с высоким содержанием белков и пищевых волокон.

The article deals with the problem of gluten-free bread technology: selection of raw materials, their technological properties, especially the technological process during the preparation of dough. Shown parameters of gluten-free bread quality indicators with different types of gluten-free flour and the results of calculation of its nutritional value.