

## **Разработка рецептуры хлеба с повышенной пищевой ценностью**

Андреев А., Смирнов С. smirnovcool@gmail.com

Санкт-Петербургский государственный университет  
низкотемпературных и пищевых технологий

*Для создания хлеба, содержащего в своем составе достаточное количество полноценного белка и витаминов необходимо включить в рецептуру изделия сырьё, содержащее эти вещества в достаточных количествах. Основная проблема заключается в том, что нетрадиционное сырьё может отрицательно влиять на качество хлеба. В статье рассмотрена оптимизация содержания добавок, повышающих пищевую ценность пшеничного хлеба. Оптимизация велась с применением метода Бокса. По результатам работы рекомендовано использование 20% соевой муки, 10% пшеничных отрубей, 14% сухого молока и 7% лецитина в рецептуре хлеба функционального назначения.*

Ключевые слова: полноценный белок, обогащенный хлеб, оптимизация.

На сегодняшний день рынок изделий функционального назначения только начинает расти. Широкие слои населения потребляют недостаточное количество витаминов, минеральных веществ и незаменимых аминокислот, в связи с этим необходимо производство изделий обогащённых этими микронутриентами. Обогащение хлебобулочных изделий может вестись как за счёт использования отдельных микронутриентов, витаминно-минеральных премиксов [1], так и за счёт внесения биологически ценного природного сырья, содержащего в своём составе естественный комплекс биологически активных веществ, минеральных элементов, белков, липидов и витаминов в наиболее доступной усвояемой форме.

Недостаточное потребление белка становится опасным в период беременности, особенно во вторую её половину, и при кормлении грудью, когда потребность в белке возрастает почти в 1,5 раза – с 66 до 96 г в сутки.

Для эффективного восполнения этого дефицита в ежедневный рацион необходимо вводить дополнительные количества белков растительного или животного происхождения. Из животных белков чаще всего используют сухое

обезжиренное коровье молоко или концентраты белков молочной сыворотки. Из растительных белков наиболее перспективно использование белков сои.

Содержание белка в сое в 3 раза выше, чем в пшенице, витаминов В1, В2- вдвое, кальция - в 6, калия - в 5 раз, пищевых волокон в 2 раза, лизина в 2,5-3 раза. Соевый белок, как источник железа, не уступает по усвояемости белкам животного происхождения, потому что 80% железа сои биологически доступно.

Наряду с соевой мукой в рецептуры хлеба было включено сухое цельное молоко как источник полноценного белка и кальция и пшеничные отруби, улучшающие работу кишечника. Также использовался соевый лецитин ПРО90. Лецитин участвует в образовании защитной мелиновой оболочки центральной и нервной периферической системы, стимулирует ферментативное расщепление жиров, нормализуя жировой обмен, повышает (до полного усвоения) усвоение жирорастворимых витаминов А, Д, Е, К. Кроме того лецитин необходим в организме для поддержания нормального уровня холестерина, правильного соотношения липопротеидов высокой и низкой плотности. Потребность беременных женщин в лецитине (холине) значительно выше, так как плод получает это вещество от матери и не способен синтезировать его самостоятельно.

Анализ данных о физиологической роли лецитина позволяет утверждать о необходимости включения его в рецептуру хлеба для беременных и кормящих женщин в количестве 4-8% от массы муки. Ориентировочная рецептура была получена путём анализа справочных материалов, исходя из потребностей женщин в период беременности в микронутриентах и норм их потребления (табл.1).

Таблица 1. Ориентировочная рецептура приготовления хлеба для беременных и кормящих женщин (кг на 100кг муки).

Наименование сырья	Количество сырья, кг
Мука пшеничная хлебопекарная высший сорт	70
Мука соевая полуобезжиренная	20
Отруби пшеничные	20
Лецитин ПРО 90	5
Молоко сухое цельное	8
Дрожжи хлебопекарные сухие «Саф-инстант»	1.5
Соль поваренная пищевая	2
Сахар-песок	5

Целью работы было разработать рецептуру хлеба функционального назначения для детей и женщин в период беременности.

В задачу исследований входило установление зависимости качества хлеба от содержания пищевых добавок (соевая мука, отруби, лецитин, сухое молоко) и нахождение оптимального количества вносимых добавок.

Объектами исследования были образцы тестовых полуфабрикатов и готовые хлебобулочные изделия с функциональными добавками.

В ходе исследования были изучены физико-химические, органолептические и реологические показатели. Для оптимизации соотношения сырья, выявления влияния отдельных компонентов рецептуры на качество хлеба использовался метод Бокса, который позволил существенно сократить количество необходимых экспериментов. Была составлена матрица планирования эксперимента с четырьмя изменяющимися факторами. Подобраны верхний и нижний уровни для каждого фактора, табл.2.

Изменяющиеся факторы: X1(соевая мука); X2(отруби пшеничные); X3(лецитин ПРО-90); X4(молоко сухое). Число необходимых замесов сократилось до восьми.

Таблица 2. Матрица планирования эксперимента.

№ рецептуры	X1	X2	X3	X4
1	20	10	3	0
2	30	10	3	16
3	20	30	3	16
4	30	30	3	0
5	20	10	7	16
6	30	10	7	0
7	20	30	7	16
8	30	30	7	0

В исследуемых образцах четыре компонента рецептуры оставались постоянными (соль, сахар, дрожжи, мука пшеничная) и четыре фактора менялись.

Влажность всех изделий должна быть постоянной, чтобы не влиять на физико-химические и органолептические показатели хлеба. Расчет количества воды рассчитывали по формуле:

$$=(165 \times 0,84 + 15 + 5 + 9 \times 0,25 + A2 \times 0,85 + B2 \times 0,9 + C2 \times 0,9 + D2 \times 0,9) \times 100 / 52 - (165 + 15 + 9 + 5 + A2 + B2 + C2 + D2),$$

где А,В,С,Д - изменяемые компоненты рецептуры, в зависимости от количества которых будет меняться требуемое количество вносимой воды.

Рецептуры исследуемых образцов хлеба приведены в таблице 3. Физико-химические и реологические показатели тестовых полуфабрикатов и образцов хлеба приведены в таблице 4. Влияние соотношения компонентов рецептуры на удельный объем приведено в таблице 5.

Таблица 3. Рецептуры исследуемых образцов.

Компоненты рецептуры	Вариант рецептуры							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Мука соевая полуобезжиренная	60	90	60	90	60	90	60	90
Отруби пшеничные	30	30	90	90	30	30	90	90
Лецитин ПРО-90	9	9	9	9	21	21	21	21
Молоко сухое цельное	0	48	48	0	48	0	0	48
Мука пшеничная хлебопекарная в.с.	165	165	165	165	165	165	165	165
Дрожжи сухие инстантные	9	9	9	9	9	9	9	9
Соль пищевая поваренная	5	5	5	5	5	5	5	5
Сахар-песок	15	15	15	15	15	15	15	15

Таблица 4. Влияние компонентов рецептуры на физико-химические и реологические показатели хлеба.

Образец хлеба	1	2	3	4	5	6	7	8
Предельное напряжение сдвига, Па*10 <sup>-3</sup>	2,15	3,01	2,17	1,68	2,94	2,61	2,31	1,96
Кислотность теста после брожения, град	7,4	8,2	6,6	6,6	7,4	7,8	7,4	8,0
Удельный объём, см <sup>3</sup> /100г	210	188	192	181	125	217	201	193

Таблица 5. Влияние соотношения компонентов рецептуры на удельный объём.

Компонент рецептуры				Удельный объём хлеба, см <sup>3</sup> /100г
Мука соевая полуобезжиренная	Отруби пшеничные	Лецитин ПРО-90	Молоко сухое цельное	
20	10	3	0	210
30	10	3	16	188
20	30	3	16	192
30	30	3	0	181
20	10	7	16	225
30	10	7	0	217
20	30	7	0	201
30	30	7	16	193

По результатам регрессионного анализа, проведённого на персональном компьютере с помощью программы Excel найдено уравнение регрессии, отражающее влияние каждого из факторов на удельный объём:

$$Y=161,4-1,225x^1-0,9125x^2+4,0625x^3+0,17188.$$

Коэффициент перед первым, изменяющимся фактором ( $x^1$ ) отражает влияние соевой муки на объём хлеба. Перед факторами  $x^2$ ,  $x^3$ ,  $x^4$  соответственно влияние отрубей, лецитина и сухого молока.

Наибольшее влияние на снижение объёма оказывает соевая мука и отруби. Увеличение плотности мякиша хлеба было вызвано более высокой водопоглотительной способностью соевой муки и меньшим содержанием клейковинных белков, а следовательно, и меньшей долей клейковинной сети в общей структуре теста [2]. Белки соевой муки укрепляли тесто и увеличивали плотность мякиша, взаимодействуя с клейковиной и крахмалом за счёт водородных связей, сил электростатического и ионного взаимодействия [3]. Отруби также приводили к снижению удельного объёма из-за их негативного влияния на клейковину тестовых полуфабрикатов. Добавление в рецептуру сухого цельного молока не приводило снижению объёма. Это позволяет сделать вывод о целесообразности использования в рецептуре хлеба функционального назначения сухого цельного молока наряду с соевой полуобезжиренной мукой. Лецитин существенно повышал объём изделия. Он, обладая эмульгирующей способностью, уменьшает поверхностное натяжение между молекулами белка и крахмала, способствуя тем самым более равномерному распределению и более полному «вытягиванию» белковых молекул, в следствии чего формируется более развитая клейковинная сеть. Белки соевой муки, по-видимому, в присутствии леци-

тина в меньшей степени негативно влияют на клейковинный каркас теста. Лецитин существенно повышает газообразование в тесте, что в свою очередь влияет на увеличение разрыхленности мякиша и удельного объема изделия.

По результатам экспериментов можно сделать следующие выводы. По оптимизированной рецептуре можно приготовить хлеб, обладающий наибольшей разрыхленностью мякиша, так как оптимизацию вели по удельному объёму. Таким образом, по результатам оптимизации, а также сенсорного анализа предложена рецептура хлеба функционального назначения для женщин в период беременности. Оптимизированная с помощью уравнения регрессии, которое отражает влияние соевой муки, сухого цельного молока, пшеничных отрубей и лецитина на удельный объём. Рецептура изделия представлена в таблице 6.

Таблица 6.

Наименование сырья	Расход сырья на 100г муки пшеничной, соевой и отрубей, г
Мука пшеничная высший сорт	70,0
Мука соевая полуобезжиренная	20,0
Отруби пшеничные	10,0
Лецитин ПРО-90	7,0
Сухое цельное молоко	14,0
Дрожжи сухие активные	2,0
Соль пищевая поваренная	1,5
Сахар-песок	4,5
Вода	76,2

В дальнейшем планируется экспериментальное определение содержания витаминов и белка в готовых изделиях. Полученный хлеб сравнивался с наиболее распространенным сейчас хлебобулочным изделием из пшеничной муки – нарезным батоном. Анализ теоретической пищевой ценности хлеба для беременных и кормящих женщин проводили согласно данным химического состава российских пищевых продуктов под редакцией проф. И. М. Скурихина. Количество белка при обогащении хлеба по выбранной нами технологии увеличилось на 47% (рис. 1), причём этот белок является полноценным по своему химическому составу, так как обогащение велось с использованием сырья, содержащего все незаменимые аминокислоты в достаточном количестве (аминокислотный скор соевого белка и белка молока близок к аминокислотному скору идеального белка). Количество ненасыщенных жирных кислот, многие из кото-

рых (линолевая, линоленовая) не могут синтезироваться в организме и должны поступать с пищей, увеличилось в 7 раз по сравнению с их содержанием в нарезном батоне. Количество пищевых волокон увеличилось на 88%. Содержание железа увеличилось на 67%, содержание Са увеличилось в 6 раз.

## Список литературы

1. Шатнюк Л.Н. Обогащение хлебобулочных изделий//Хлебопродукты. — 2005. — №2 . — С. 34—37.
2. Корячкина С.Я., Медведев В.П. Изучение механизма взаимодействия белковых концентратов с компонентами хлебопекарного теста//Рациональное питание, пищевые добавки и биостимуляторы. —2004. —№2. —С. 24-26.
3. E. Vittadini and Y. Vodovotz Changes in the Physicochemical Properties of Wheat-and Soy- containing Breads During Storage as Studied by Thermal Analyses//Journal of food science. — 2003. — № 6. Vol. 68. p. 2022 — 2027.

## Formula development of bread with high nutritional quality

Andreev A.N., Smirnov S. V. smirnovcool@gmail.com

Saint-Petersburg State University of Refrigeration  
and Food Engineering

*To make bread with sufficient amount of complete protein and vitamins one has to make use of raw material that contains these substances in adequate quantities. Cardinal problem is that non-conventional raw material is likely to unfavorably influence bread quality. The paper analyzes the quantitative optimization of additives to improve nutritional value of wheat bread, quantities being optimized by Box's method. The results obtained allow recommending 20% of soybean flour, 10% of bran, 14% of dry milk and 7% of lecithin to be used in the formula of functional bread.*

Keywords: complete protein, enriched bread, optimization.