

С увеличением времени  $\tau$  члены ряда (11) будут быстро убывать, ряд становится быстросходящимся. Температурное поле описывается первым членом ряда:

$$\Theta = A_1 U_1 \exp(-\mu_1 F_0), \quad (12)$$

Логарифмируя последнее уравнение и опуская индексы:

$$\ln \Theta = \ln(AU) - \mu F_0 \quad (13)$$

Натуральный логарифм  $\Theta$  соответственно изменяется во времени по линейному закону.

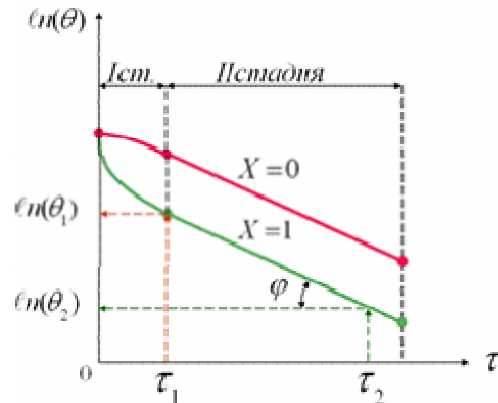


Рисунок 1. Зависимость  $\ln(\Theta)$  от времени при нагревании

Темп нагревания в первой и второй стадии будет отличен и постоянен на заданном участке. Период разогрева равен длительности первой стадии, период основной термообработки – второй стадии.

#### Список использованной литературы

1. Теплотехнические аспекты эффективной выпечки ржано-пшеничного формового хлеба: монография / В.А. Брызун [и др.]; под общ. ред. В.А. Брызуна. – М.: Пищепромиздат, 2005. – 132 с.
2. Пелеев, А.И. Тепловое оборудование колбасного производства / А.И. Пелеев, А.М. Бражников, В.А. Гаврилова. – М.: «Пищевая промышленность», 1970. – 383 с.
3. Тышкевич, А.С. Исследование физических свойств мяса. / А.С. Тышкевич. – М.: Пищевая промышленность, 1972. – 96 с.
4. Исаченко, В.П. Теплопередача. Учебник для вузов. / В.П. Исаченко, В.А. Осипова, А.С. Сукомел. – 3-е изд. – М.: «Энергия», 1975. – 488 с.
5. Бражников, А.М. Теория термической обработки мясopодуKтов / А.М. Бражников. – М.: Агрoпрoмиздат, 1987. – 271 с.

УДК 664.61

**Халгаева К.Э., кандидат сельскохозяйственных наук, Капарова Н.А.,  
Карманов В.Е.**

Калмыцкий государственный университет имени Б.Б. Городовикова, г. Элиста,  
Российская Федерация

### БИОТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ЦЕЛЬНОЗЕРНОВОГО ХЛЕБА

Важнейшей особенностью биотехнологических процессов является то, что реакции образования и разрушения протекают с помощью живых микроорганизмов, которые потребляют из окружающей среды вещества, растут, размножаются, выделяют продукты метаболизма. В основе биотехнологии хлебопекарного производства лежат реакции обмена веществ, происходящие при жизнедеятельности дрожжевых клеток, молочнокислых бактерий и других микроорганизмов в анаэробных условиях [4].

Сегодняшние изменения в наборе и качестве продовольственного сырья, продуктов питания, технологических приемах переработки и хранения пищи не могут не влиять на ее состав, качество и биологическую ценность. В последние годы приобрела особую остроту проблема населения всеми

необходимыми пищевыми веществами. Современные представления о потребности человека в отдельных пищевых веществах отражены в формуле сбалансированного питания А.А. Покровского [2].

Как известно, содержание белков, витаминов и других важнейших веществ в пшеничной муке недостаточно для удовлетворения в них потребности организма. Белок пшеничной муки имеет лимитирующие аминокислоты: изолейцин, лизин, триптофан, метионин. Восполнить недостающее количество незаменимых аминокислот, витаминов, минеральных веществ можно путем использования при выпечке хлеба сырья, богатого этими важнейшими пищевыми веществами [3].

Решением сложных технологических задач, связанных с необходимостью корректировки нестабильного качества основного сырья, созданием технологий приготовления хлебобулочных изделий с увеличенным сроком хранения, является целенаправленное использование хлебопекарных улучшителей различных функций и принципа действия.

Была разработана рецептура оптимизированного по всем незаменимым нутриентам цельнозернового хлеба с хорошими физико-химическими и органолептическими показателями качества. С целью повышения содержания белка в пшеничном хлебе использовали целое зерно пшеницы, муку гречневую, толокно овсяное, отруби пшеничные, молоко сухое цельное, яичный порошок. Для обогащения хлеба витаминами и незаменимыми минеральными веществами использовали витаминно-минеральную смесь Валетек [4].

Приготовление пшеничного хлеба на основе целого зерна пшеницы с использованием указанных видов сырья позволяет значительно увеличить общее содержание белка, понизить содержание углеводов (крахмала и сахаров), сбалансировать жирнокислотный состав. В сбалансированном хлебе выдержана закономерность соотношения белки: жиры: углеводы 1:1:4, что отвечает требованиям сбалансированного питания в соответствии с формулой А.А. Покровского [2]. Анализ данных показывает, что хлеб, оптимизированный по пищевой ценности, по содержанию основных пищевых компонентов значительно превосходит хлеб, приготовленный из целого зерна пшеницы. Отмечено пониженное содержание общих углеводов – на 11,2 % – при увеличении на 14,9 % по сравнению с контрольным образцом (зерновой хлеб) содержания белка. Суточная потребность человека в белке удовлетворяется в среднем на 44 %, в углеводах на 40,15 %. Хлеб, оптимизированный по пищевой ценности, богат витаминами и минеральными веществами – жизненно необходимыми компонентами питания, обеспечивающими развитие и нормальное функционирование организма человека. Отмечено повышенное содержание минеральных веществ: кальция, железа и йода в 5,16; 1,25 и 2,26 раза по сравнению с контролем. Благодаря увеличению содержания кальция соотношение кальция: фосфор составляет 1:1,26, а кальций: магний 1:0,43, что немаловажно для более полного усвоения минеральных веществ организмом. Высокое содержание минеральных веществ в хлебе обусловлено не только использованием дополнительного сырья, имеющего богатый минеральный состав, но и введением в рецептуру витаминизированной смеси Валетек, включающей витамины группы В, РР, кальций и железо. Витаминам принадлежит важная роль в биохимических реакциях, происходящих в клетках организма, и усвоении других пищевых веществ. При употреблении 500г. хлеба Биоптим суточная потребность организма в витаминах В1, В2, А, Е удовлетворяется на 75,1; 94,7; 71,1; 74,4 % соответственно.

Таблица 1. представлена пищевая ценность хлеба «Биоптим» и степень удовлетворения суточной потребности человека в незаменимых нутриентах при его употреблении в количестве 500г.

В настоящее время все больше внимания уделяется обеспечению организма человека пищевыми волокнами. Пищевые волокна – клетчатка, гемицеллюлоза, пектин – относятся к неусвояемым углеводам, которые положительно влияют на работу желудочно-кишечного тракта и жизнедеятельность в нем полезной микрофлоры, снижают уровень холестерина в крови, способствует выведению из организма тяжелых металлов и токсичных веществ. Содержание пищевых волокон в разработанном хлебе составляет 5,69 г/100г. продукта, что позволяет удовлетворить суточную потребность организма на 91 %.

Новый вид хлеба обладает хорошими органолептическими и физико-химическими показателями. Схема производства хлеба Биоптим, массой 0,5 г. следующая: Замес: целое зерно пшеницы (предварительно замоченное, W 44–46 %, измельченное), мука гречневая, толокно овсяное, отруби пшеничные, молоко сухое цельное, яичный порошок, витаминно-минеральная смесь Валетек, вода.

Анализ свидетельствует, что показатели удельного объема Вуд, пористости и сжимаемости мякиша хлеба у опытных образцов выше, чем у контрольного. Так, удельный объем хлеба увеличился на 12,6 %, пористость на 5,7 %, сжимаемость мякиша возросла на 26,5 %.

Таблица 1. Суточная потребность человека в незаменимых нутриентах

Нутриенты, г, мг/100г	Суточная по- требность, кДж	Содержание в 100г. хлеба		Удовлетворение су- точной потребности, %
		зернового	биооптим	
Белок, г.	90	8,61	9,89	44
Незаменимые аминокислоты, мг:				
ванилин	3500	420,0	418,19	47,8
изолейцин	3500	314,0	382,4	43,7
лейцин	5000	631,0	671,3	53,7
лизин	4000	280,0	323,48	32,35
метионин	3000	142,0	164,6	21,95
треонин	2500	281,0	294,45	47,1
триптофан	1000	103,0	115,54	46,2
фенилаланин	3000	425,0	473,14	63,1
Витамины, мг.:				
А	0,9	0,01	0,241	71,1
Е	9,0	3,80	2,35	74,4
РР	20	4,20	3,109	62,18
В <sub>1</sub>	1,55	0,27	0,291	75,1
В <sub>2</sub>	1,85	0,13	0,438	94,7
В <sub>6</sub>	1,9	0,32	0,47	98,9
Кальций, мг.	900	31,0	160,0	71,1
Магний, мг	425	89,0	68,7	64,7
Фосфор, мг.	1350	222,0	201,46	59,7
Железо, мг.	14	3,07	3,454	98,7
Йод, мкг.	150	3,2	7,233	19,3
Жиры, г.	80	1,38	9,44	47,2
Углеводы, г.	400	35,9	40,15	40,15
Пищевые волокна, г.	25	1,7	5,69	91,04

Введение в рецептуру нетрадиционных видов сырья и витаминизированной смеси заметно улучшает показатели качества хлеба. Это объясняется тем, что рецептурные компоненты, содержат в своем составе комплексный набор витаминов, макро- и микроэлементов, которые являются дополнительным питанием для дрожжевых клеток. В результате увеличивается интенсивность процесса брожения и газообразования в тесте, что приводит к повышению удельного объема хлеба и способствует лучшему формированию пористости мякиша.

Общая хлебопекарная дегустационная оценка хлеба цельнозернового хлеба показала, что он превосходит контрольный образец по объему, геометрической форме и окраске корки, пористости и структуре мякиша, вкусу и аромату.

Таким образом, внесение в тесто хлебобулочных изделий, приготовленных на основе целого зерна пшеницы, различных белоксодержащих продуктов не только повышает содержание белка, витаминов, минеральных веществ и пищевых волокон, но и способствует значительному улучшению качества готового хлеба.

#### Список использованной литературы

1. Гришина, Е.С. Совершенствование биотехнологии производства хлебобулочных изделий / Е.С. Гришина, Н.Б. Гаврилова, С.А. Коновалов // Вестник алтайской науки. – 2015. – № 1(23). – С. 359–363.
2. Покровский, Г.А. Политика здорового питания. Федеральный и региональный уровни/ В.И. Покровский, Г.А. Романенко, В.А. Княжев и др. – Новосибирск.: Сибирское университетское издательство, 2002. – 342 с.
3. Казаков, Е.Д., Карпиленко, Г.П. Биохимия зерна и хлебопродуктов К 14 (3-е переработанное и дополненное издание). – СПб.: ГИОРД, 2005. — 512с.
4. Нечаев А.П., Шуб И.С., Аношина О.А. и др. Технология пищевых производств – М.: КолосС, 2005. – 768 с.