

УДК 576.8:663.12

ВЛИЯНИЕ МОЛОЧНОЙ КИСЛОТЫ НА КАЧЕСТВО ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ И ПОТЕРИ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ ПРИ ВЫПЕКАНИИ И ХРАНЕНИИ

Т.А. Овсянникова, старший преподаватель, *E-mail*: TatianaOvsannikova@gmail.com
Л. В. Кричковская, доктор биологических наук, профессор, *E-mail*: krichkovska@kpi.kharkov.ua
кафедра органического синтеза и нанотехнологий
Национальный технический университет «ХПИ», ул. Фрунзе, 21, г. Харьков, Украина, 61002

Аннотация. В статье представлен обзор литературы и собственные экспериментальные данные, касающиеся влияния молочной кислоты на качество выпечки и содержание микроэлементов в хлебобулочных изделиях после введения в рецептуру хлебопекарных дрожжей, обогащенных йодом и селеном с молочной кислотой. Главной целью работы явилось определение влияния этой органической кислоты в составе обогащенных хлебопекарных дрожжей на показатели качества выпечки, на сохранность микроэлементов в хлебобулочных изделиях после выпечки и при дальнейшем хранении. Экспериментально определено содержание йода и селена в хлебе и батоне после выпечки, результаты сравнены с расчетными и литературными данными. Исследовано влияние молочной кислоты на сохранность микроэлементов при длительном хранении хлебобулочных изделий.

Ключевые слова: хлебопекарные дрожжи, йод, селен, микроэлементы, молочная кислота, хлебобулочные изделия, термическая обработка, хранение.

ВПЛИВ МОЛОЧНОЇ КИСЛОТИ НА ЯКІСТЬ ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ І ВТРАТИ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ ПРИ ВИПІКАННІ ТА ЗБЕРІГАННІ

Т.О. Овсянікова, старший викладач, *E-mail*: TatianaOvsannikova@gmail.com
Л.В. Кричківська, доктор біологічних наук, професор, *E-mail*: krichkovska@kpi.kharkov.ua
кафедра органічного синтезу і нанотехнологій
Національний технічний університет «ХПІ», вул. Фрунзе, 21, м. Харків, Україна, 61002

Анотація. У статті представлено огляд літератури й власні експериментальні дані, щодо впливу молочної кислоти на якість випічки та вміст мікроелементів в хлібобулочних виробках після введення в рецептуру хлібопекарських дріжджів, збагачених йодом і селеном з молочною кислотою. Головною метою роботи було визначення впливу цієї органічної кислоти у складі збагачених хлібопекарських дріжджів на показники якості випічки, на схоронність мікроелементів у хлібобулочних виробках після випікання та при їх подальшому збереженні. Експериментально визначено вміст йоду та селену у хлібі та батоні після випічки, результати порівняно з розрахунковими та літературними даними. Досліджено вплив молочної кислоти на збереження мікроелементів при тривалому зберіганні хлібобулочних виробів.

Ключові слова: хлібопекарські дріжджі, йод, селен, мікроелементи, молочна кислота, хлібобулочні вироби, термічна обробка, зберігання.



Copyright © 2015 by author and the journal "Food Science and Technology".
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

Введение. Постановка проблемы

Дефицит микроэлементов в организме усугубляется экологическим положением, отсутствием в рационе продуктов питания с высоким содержанием микроэлементов, в частности, йода и селена. Эти микроэлементы привлекают особое внимание, поскольку в настоящее время они признаны необходимыми для нормального функционирования организма человека [1-6].

Обогащение пищевых продуктов – один из наиболее эффективных механизмов коррекции питания населения, который широко используется во многих экономически развитых странах [7-9]. Экспериментально доказано, что внесение йодида калия и селенита натрия в определенном диапазоне концентраций, не изменило органолептических и физико-химических свойств хлебопекарных дрожжей [10] и позволило обогатить их микроэлементами, что в свою очередь позволяет обогатить хлебобулочные изделия. Нами обнаружено, что

молочная кислота усиливает способность дрожжевых клеток накапливать микроэлементы из культуральной среды [11].

Хлебопекарные дрожжи, как самостоятельный продукт, в питании не используют, их применяют в рецептуре хлебобулочных изделий, что в свою очередь позволяет обогащать микроэлементами разные виды выпечки.

Литературные данные показывают, что молочная кислота в хлебопечении используется для профилактики карбофельной болезни и для улучшения вкуса изделий из пшеничной муки. Подкисление среды молочной кислотой ускоряет созревание теста перед разделкой, не допуская развития в нем посторонних микроорганизмов. Органические кислоты (молочная кислота) могут являться средством регулирования кислотности теста, особенно ржаного, при дозировке до 3 % к массе муки. Эту кислоту рекомендуют использовать в количестве не более 0,1 – 0,3 % к массе муки при переработке муки со слабой клейковиной, что приводит

к улучшению реологических свойств теста, цвета мякиша и вкуса хлеба [12]. В современных технологиях производства хлебобулочных изделий молочная кислота вводится в муку, однако влияние этой кислоты в составе дрожжей на качество выпечки не исследовалось.

Поскольку хлебобулочные изделия проходят термическую обработку, то представляется интересным определить, как влияет наличие молочной кислоты в дрожжах на показатели качества выпечки, а также на потери микроэлементов под действием высоких температур и при дальнейшем хранении продукта.

Целью исследования было изучение влияния молочной кислоты, введенной в составе дрожжей, обогащенных йодом и селеном на качество выпечки и содержание микроэлементов в хлебобулочных изделиях после выпекания и при хранении.

Основная часть

Материалы и методы. В исследовании использовались дрожжи вида *Sacharomyces cerevisiae*, штамм LK 14 из музея культур Харьковского

дрожжевого завода в виде дрожжевого молока. В дрожжевое молоко вводили йодид калий (ГОСТ 4232-74), селенит натрия (ТУ 6-09-1338-76) и молочная кислота (ГОСТ 490-2006) в количестве 2 – 6 % к сухому веществу дрожжей (проба 1). В качестве контроля использовали дрожжевое молоко с йодидом калия и селенитом натрия в тех же количествах, но без молочной кислоты (проба 2).

При расчетах закладки микроэлементов для обогащения дрожжей руководствовались регламентированным количеством микроэлементов в конечном продукте – хлебобулочном изделии, периодичностью его употребления в рационе питания, а также учитывались потери при выпечке на основе литературных данных – 60 % [13].

Экспериментальные данные и их обработка. Из ассортимента хлебобулочных изделий были выбраны хлеб белый (ГОСТ 26987-86) и батон нарезной (ГОСТ 27844-88) из пшеничной муки высшего сорта, рецептура и технологические параметры представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Рецептура и технологические параметры выпечки из муки высшего сорта (кг/100 кг муки)

Сырье и показатели процесса	Затраты сырья и параметры производства	
	Хлеб	Батон
Мука пшеничная, кг	100	100
Дрожжи прессованные, кг	2,0	1,0
Соль поваренная, кг	1,3	1,5
Масло растительное, кг	0,15	0,15
Маргарин, кг	-	3,5
Сахар-песок, кг	-	6,0
Температура начальная, °С	30-32	28-32
Время брожения, ч	2,5-3,	2,5-3
Время расстойки, мин	40-50	35-70
Кислотность конечная, град., не более	3	2,5

Готовность теста устанавливали по органолептическим показателям и по накоплению определенной кислотности. После обработки, заготовки из теста помещали на расстойку, время которой для заготовок из хлеба белого составило 50 мин, для батона нарезного – 40 мин. Заготовки из теста хлеба белого помещали в формы. Готовые заготовки

из теста выпекали при температуре 230 – 240 °С до золотистого цвета корки.

Органолептические показатели хлебобулочных изделий, приготовленных с использованием обогащенных дрожжей с молочной кислотой, представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Органолептические показатели белого хлеба и батона нарезного

Показатель	Характеристика			
	Хлеб белый		Батон нарезной	
	Проба	Контроль	Проба	Контроль
Форма	Правильная, отвечает форме, в которой выпекался		Продолговато-овальная, без притисков	
Поверхность	Глянцевая, без пузырьков, трещин и подрывов		Глянцевая, с косыми надрезами	
Цвет	Поверхность светло-коричневая, мякиш – светло-желтый		Поверхность светло-желтая, мякиш светлый	
Состояние мякиша: - пропеченность - пористость - промес	Пропеченный, эластичный Равномерная, без пустот и уплотнений Без комочков и следов непромеса		Пропеченный, эластичный Равномерная, без пустот и уплотнений Без комочков и следов непромеса	
Цвет и запах	Без постороннего запаха и привкуса		Без постороннего запаха и привкуса	

Анализ таблицы показал, что, по всем органолептическим показателям обогащенные хлебо-булочные изделия не уступают по качеству контрольным пробам.

Физико-химические показатели качества хлебобулочных изделий (пористость, влажность, кислотность) оценивали согласно ГОСТ 21094-75, ГОСТ 5669-96, ГОСТ 5670-96. Результаты представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Физико-химические показатели качества хлебобулочных изделий

Показатели качества	Название хлебобулочных изделий			
	Хлеб		Батон	
	Проба			
	1	2	1	2
Пористость, % не меньше				
- ГОСТ	74	74	73	73
- практич.	77,4±0,1	74,5±0,1	78,1±0,1	73,2±0,1
Кислотность, град., не больше				
- ГОСТ	3	3	2,5	2,5
- практич.	1,84±0,1	1,8±0,1	2,15±0,1	2,1±0,1
Влажность, % не больше				
- ГОСТ	44	44	42	42
- практич.	38,5±0,1	39,4±0,1	38,1±0,1	39,0±0,1

Анализ данных таблицы показал, что использование в рецептуре приготовления хлебобулочных изделий обогащенных дрожжей с молочной кислотой вместо обычных, практически не повлияло на физико-химические показатели качества хлеба. Все показатели находятся в пределах нормированных величин. По некоторым показателям обогащенные хлебобулочные изделия показали лучшие результаты, в частности, пористость и влаж-

ность. Это связано с действием молочной кислоты, которая улучшает газообразующие свойства теста, интенсифицирует брожение и сокращает технологический период изготовления хлеба.

Исследование микроэлементного состава образцов выпечки было выполнено на спектрометре Elvax компании «Элватех». Содержание микроэлементов представлено в таблице 4.

Таблица 4 – Влияние молочной кислоты на потери микроэлементов при выпечке

Проба	Содержание микроэлемента мкг/100 г				% потерь	
	расчетное		практическое		I	Se
	I	Se	I	Se		
Проба 1	180,0±0,1	25,0±0,1	78,66±0,5	11,65±0,1	56,3	53,4
Проба 2	50,0±0,1	15,0±0,1	15,6±0,1	5,03±0,1	58,8	56,5

Данные исследований показали, что молочная кислота практически не влияет на потери микроэлементов при выпечке хлебобулочных изделий (разница между количеством микроэлементов в модельных образцах и контроле составляет 2 – 3 %). Общие потери микроэлементов составляют около 60 %, что совпадает с литературными данными.

Большое значение имеет определение сохранности йода и селена при хранении хлебобу-

лочных изделий, потому что движение товаров (от производителя к потребителю) предполагает определенный период времени. Для этого в двух образцах хлеба с дрожжами, разными по составу (проба 1 – дрожжи, обогащенные йодом и селеном с молочной кислотой, проба 2 – обогащенные дрожжи без молочной кислоты), в течение 2 недель с периодичностью в 4 дня исследовалось количество микроэлементов. Полученные данные представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Сохранность микроэлементов при хранении

Сутки	Содержание микроэлементов при хранении, мкг/100 г			
	Проба 1		Проба 2	
	I	Se	I	Se
0	5,98±0,01	8,96±0,01	2,13±0,01	2,48±0,01
4	5,91±0,01	8,73±0,01	2,07±0,01	2,42±0,01
8	5,82±0,01	8,53±0,01	2,04±0,01	2,38±0,01
14	5,69±0,01	8,55±0,01	2,02±0,01	2,35±0,01

Анализ данных таблицы показал, что при хранении обогащенных хлебобулочных изделий в течение 2 недель потери составили для 1 пробы: йода 0,29 мкг/кг (4,8 %), селена –0,39 мкг/кг (4,35 %) и для 2 пробы: йода – 0,11 мкг/кг (5,16 %), селена – 0,13 мкг/кг (5,24 %). Учитывая то, что срок реализации хлеба и хлебобулочных изделий составляет от 16 до 72 часов, а срок употребления в среднем – до 120 часов, видно, что потери микроэлементов при хранении хлебобулочных изделий незначительные.

Введение в рецептуру хлебобулочных изделий микроэлементов позволит не только обогатить продукты питания, но и поддержать гомеостаз организма и профилактику развития некоторых заболеваний.

Выводы

1. Определено, что введение молочной кислоты в составе хлебопекарных дрожжей в рецептуру

хлебобулочных изделий не изменяет их органолептические свойства.

2. Показано, что наличие молочной кислоты в обогащенных дрожжах улучшает показатели пористости и влажности хлеба, на кислотность – практически не влияет.
3. Установлено, что молочная кислота практически не влияет на потери микроэлементов при термической обработке (разница между количеством микроэлементов в модельных образцах и контроле составляет 2 – 3 %). Общие потери микроэлементов составляют около 60 %.
4. Определено, что при хранении в течение 2 недель хлебобулочных изделий, в рецептуру которых введены дрожжи с молочной кислотой, потери микроэлементов составят: йода 0,29 мкг/кг (4,8 %), селена – 0,39 мкг/кг (4,3 %).

Список літератури:

1. Банковська, Н.В. Гігієнічна оцінка стану фактичного харчування дорослого населення України та наукове обґрунтування шляхів його оптимізації: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра мед. наук : спец. 14.02.01 / Н. В. Банковська; Нац. мед. ун-т ім. О. О. Богомольця. – К., 2008. – 26 с.
2. Авцын, А.П. Микроэлементозы человека: этиология, классификация, органопатология / А.П. Авцын, А.А. Жаворонков, А.С. Строчкова. – М.: Медицина, 1991. – 495 с.
3. Moncayo, R. The role of selenium, vitamin C, and zinc in benign thyroid diseases and of selenium in malignant thyroid diseases: Low selenium levels are found in subacute and silent thyroiditis and in papillary and follicular carcinoma / R Moncayo, A Kroiss, M Oberwinkler, F Karakolcu, et al. // BMC Endocrine Disorders, 2008, v. 8, p. 2.
4. Neve, J. Historical perspective on the identification of type 1 iodothyronine deiodinase as the second mammalian selenoenzyme / J. Neve // Trace Elem. Electrolites Health Dis, 1992. – V. 6. – №2. – P. 57-61.
5. Forceville, X. Seleno-enzymes and seleno-compounds: the two faces of selenium / X. Forceville // Critical Care, 2006. – V. 10. – P. 180.
6. Kohrle, J. Selenium in Biology: Facts and Medical Perspectives / J. Kohrle, R. Brigelius-Flohe, A. Bock, R. Gartner et al. // Biological Chemistry, 2000. – V. 381. – P. 849-864.
7. Lund, D.B., Bauemfeind J.C, Lachance P.A. Engineering aspects of nutrifying foods. In Nutrient Additions to Food / D.B. Lund, J.C. Bauemfeind, P.A. Lachance // Food and Nutrition Press, 1991. – V.2. – P. 17-20.
8. Lachance, P. A., Bauemfeind, J.C. Concepts and practices of nutrifying foods. In Nutrient Additions to Food / J.C. Bauemfeind, P.A. Lachance // Food and Nutrition Press, 1991. – V.3. – P. 9-12.
9. Bauernfeind, J.C. Foods considered for nutrient addition: condiments. In Nutrient Addition to Food / J.C. Bauernfeind and P.A. Lachance // Food and Nutrition Press, 1991. – V.10. – P. 11-14.
10. Овсянникова, Т.А. Исследование влияния молочной кислоты на качество хлебопекарных дрожжей, обогащенных микроэлементами / Т.А. Овсянникова, Л.В. Кричковская // Харчова наука і технологія. Одеса, 2015. – №1(30). – С. 137-142.
11. Овсянникова, Т.О. Вивчення впливу молочної кислоти на процес йодування дріжджів / Т.О. Овсянникова, Л.В. Кричківська // Науковий вісник Національного Університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.З. Гжицького. Технічні науки, серія «Харчові технології». Львів, 2014. – Т. 16, №2 (59), ч. 4. – С. 137-142.
12. Пашенко, Л.П. Технологія хлебобулочних изделий. / Л.П.Пашенко, И.М. Жаркова. – М.: КолосС, 2008, 389 с.
13. Мищенко, В.М. Содержание йода в пищевых продуктах Закарпатской области и его потери при хранении и кулинарной обработке / В.М. Мищенко, Г.Л. Гуревич, Э.А. Межвинская // Врачебное дело, 1956. – № 6. – С. 634.

THE INFLUENCE OF LACTIC ACID ON QUALITY OF BAKERY PRODUCTS AND LOSS OF MICRONUTRIENTS IN BAKING AND STORAGE

T. Ovsyannikova, Senior Lecturer, *E-mail*: TatianaOvsannikova@gmail.com
L. Krichkovskaya, Doctor of Biological Sciences, Professor, *E-mail*: krichkovska@kpi.kharkov.ua
 Dept. of organic synthesis and nanotechnology
 National Technical University "KPI", st. Frunze, 21, Kharkov, Ukraine, 61002

Summary. The article presents a review of the literature and own experimental data concerning the effect of lactic acid introduced as a part of yeast enriched with iodine and selenium on the quality of the bakery products and the content of their micronutrients after baking and during storage.

The yeasts *Saccharomyces cerevisiae* were used in the study, strain LK 14 in the form of yeast milk, in which potassium iodide (GOST 4232-74), sodium selenite (TU 6-09-17-209-88) and lactic acid (GOST 490-2006) in an amount of 2 – 6 % to yeast dry matter were added.

While calculating the initiation of micronutrients for yeasts enrichment, we were guided by regulated amount of micronutrients in the final product - bakery products, with frequency of its use in the dietary, the losses during the baking process based on published data – 60% [1] was also taken into account.

As an object for enrichment white bread and sliced loaf of white flour were selected. Organoleptic characteristics of bakery products were evaluated according to GOST 26987-86, GOST 27844-88. Physical and chemical parameters (porosity, moisture content, acidity) were evaluated in accordance with GOST 21094-75, GOST 5669-96, GOST 5670-96. The study of micronutrients content of baking samples was performed on a spectrometer Elvax of the company "Elvatech".

It is determined that the presence of lactic acid in the enriched yeasts improves the porosity and moisture content of bread. The acid does not affect the loss of micronutrients while baking bread (the difference between the amount of micronutrients in the model samples and control is 2-3%), the total losses of micronutrients are about 60 %. Micronutrient losses during storage of bakery products, in which formula the enriched yeasts with lactic acid were added, for two weeks are as follows: 0,29 mg/kg of iodine/kg (4.8 %), 0.39 mg/kg (4,35 %) of selenium.

Keywords: baker's yeast, lactic acid, bakery products, porosity, acidity, humidity, loss of micronutrients.

References:

1. Bankovska NV. Gigijenična ocinka stanu faktychnogo harchuvannja doroslogo naselennja Ukrainy ta naukove obgruntuvannja shljahiv jogo optymizacii: avtoref. dys. na zdobuttja nauk. stupenja d-ra med. nauk : spec. 14.02.01. Nac. med. un-t im. O. O. Bogomolca. 2008; 26.
2. Avcyn AP. Mikrojelementozy cheloveka: jetiologija, klassifikacija, organopatologija. Medicina. 1991; 495.
3. Moncayo R. The role of selenium, vitamin C, and zinc in benign thyroid diseases and of selenium in malignant thyroid diseases: Low selenium levels are found in subacute and silent thyroiditis and in papillary and follicular carcinoma. BMC Endocrine Disorders. 2008; 8(10): 2.
4. Neve J. Historical perspective on the identification of type I iodothyronine deiodinase as the second mammalian selenoenzyme. Trace Elem. Electrolytes Health Dis. 1992; 6(2): 57-61.
5. Forceville X. Seleno-enzymes and seleno-compounds: the two faces of selenium. Critical Care. 2006; 10(8): 180.
6. Kohrle J. Selenium in Biology: Facts and Medical Perspectives. Biological Chemistry. 2000; 381(12): 849-864.
7. Lund DB, Bauemfeind JC, Lachance PA. Engineering aspects of nutrifying foods. In Nutrient Additions to Food. Food and Nutrition Press. 1991; 2(1): 17-20.
8. Lachance PA, Bauemfeind JC. Concepts and practices of nutrifying foods. In Nutrient Additions to Food. Food and Nutrition Press. 1991. 3(1): 9-12.
9. Bauemfeind JC. Foods considered for nutrient addition: condiments. In Nutrient Addition to Food. Food and Nutrition Press. 1991; 10(8): 11-14.
10. Ovsjannikova TA. Issledovanie vlijanija molochnoj kisloty na kachestvo hlebopekarnyh drozhdzhej, obogashennyh mikrojelementami. Harchova nauka i tehnologija. Odesa. 2015; 1(30): 137-142.
11. Ovsjannikova TO. Vyvchennja vplyvu molochnoi kisloty na proces joduvannja drizhdzhiv. Naukovyj visnyk Nacionalnogo Universytetu veterynarnoi medycyny ta biotehnologij im. S.Z. Gzhyckogo. Tehnichni nauky, serija «Harchovi tehnologii». L'viv. 2014; 2(59): 137-142.
12. Pashhenko LP. Tehnologija hlebobulochnyh izdelij. KolosS. 2008; 389.
13. Mishhenko VM. Soderzhanie joda v pishhevyyh produktah Zakarpatskoj oblasti i ego poteri pri hranenii i kulinarnoj obrabotke. Vrachebnoe delo. 1956; 6(1): 634.

Отримано в редакцію 26.01.2016

Прийнято до друку 18.05.2016