

УДК 636.087.73:546.23

*К. И. ЖАКОВА, С. Л. РОМАНОВ, И. Н. СТИГАЙЛО, А. Г. МОЙСЕЕНОК**

СЕЛЕНСОДЕРЖАЩИЕ ДРОЖЖИ – ПРОДУКТ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

*БелНИИ пищевых продуктов, *Институт биохимии НАН Беларуси*

(Поступила в редакцию 10.03.2005)

Введение. В настоящее время известно, что дефицит микронутриентов в питании населения является массовым и постоянно действующим фактором, оказывающим отрицательное влияние на здоровье и жизнеспособность людей. Особое место среди микроэлементов, ввиду ограниченности естественных путей поступления в организм, принадлежит селену. Если ранее основной проблемой являлось выявление локальных эндемических зон дефицита микронутриента (геохимические провинции с его недостатком значительно расширились, включая обширные районы Восточной Европы, в том числе Беларусь) [1], то в последние годы существенные изменения претерпели взгляды на роль этого микроэлемента для жизненно важных процессов, протекающих в организме млекопитающих, что в первую очередь относится к антиоксидантной системе высших животных и человека.

Биохимические функции, которые выполняет этот микроэлемент, исключительно широки – это каталитическая, структурная, регуляторная, в процессе осуществления которых селен взаимодействует с витаминами, ферментами, белками и биологическими мембранами [2], участвует в окислительно-восстановительных процессах, причастных к иммуногенезу и гормонопоэзу [3, 4]. Известна способность селена снижать токсичность тяжелых металлов [3, 5]. Подтверждено ингибирующее действие соединений селена на процесс канцерогенеза, его способность понижать риск сердечно-сосудистых заболеваний [6–8].

Важной темой для обсуждения является количество необходимого потребления селена человеком, а также используемая форма микроэлемента. Считается, что большинство людей нуждается в 0,85 мкг селена в день на 1 кг массы тела для поддержания максимальной биодоступности тканей организма. Таким образом, для многих людей суточная норма селена составляет 55–70 мкг [9], а предельная безопасная суточная доза его потребления не превышает 400 мкг [10].

Сегодня разработаны и применяются различные селеносодержащие соединения. Наиболее токсичным является селенит натрия, для которого величина DL_{50} составляет 6–10 мг/кг массы тела, в то время как для органических соединений, в том числе и для дрожжевого биоселена (селенометионин+селеноцистеин), этот показатель равняется 1000 мг/кг [11].

Республика Беларусь по обеспеченности населения селеном является биогеохимической провинцией, ситуация усугубляется также наличием зон радиационного загрязнения, общим ухудшением экологической обстановки.

При исследовании продуктов питания и рационов населения Республики Беларусь [12] выяснилось, что содержание селена в основных продуктах питания недостаточно для поддержания селенового статуса организма даже на уровне минимальной обеспеченности микронутриентом.

Одним из методов коррекции селенового статуса является применение биологически активных веществ, содержащих селен, в том числе биоселена, т. е. селена, модифицированного биообъектами. Перспективными организмами для биотехнологического встраивания селена с целью его дальнейшего использования в пищевых цепях являются простейшие грибы – дрожжи.

Применение биоселеновых дрожжей при производстве хлебобулочных изделий позволит обогатить хлеб недостающим в рационе жизненно важным нутрицевтиком и создаст предпосылки для уменьшения недостатка селена в организме путем его насыщения в пищевой цепи в форме хорошо усвояемого метаболита – селено-метионина [13]. Использование хлеба для снижения дефицита селена в организме является одним из оптимальных и естественных путей поступления селена в организм, поскольку именно хлеб является продуктом всеобщего и повседневного спроса, он хорошо усваивается, его потребление практически не зависит от вкусов, покупательской способности и других факторов. Известно также, что хлеб удовлетворяет 50% суточной потребности человека в энергии, до 75% – в растительном белке, 20–45% – в аминокислотах и до 65% – в микроэлементах.

Цель работы – создание практических основ для получения хлебопекарных дрожжей, обогащенных селеном, с целью использования их для коррекции селенового статуса населения, а также получение дрожжей, обладающих высокой биологической активностью.

Объекты и методы исследований. Опыты проводили в БелНИИ пищевых продуктов в 2002–2004 гг. Объектом исследований являлись хлебопекарные дрожжи *Saccharomyces cerevisiae* (раса 1 ЛВ/3). В качестве питательной среды была использована стандартная производственная меласная среда, источника селена – селенит натрия в различных концентрациях. Выпечку образцов проводили в лаборатории НПО «Белтехнохлеб».

Содержание селена определяли методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой в соответствии с МВИ. МН.1792-02 и МУК 4.1.033-95.

Подъемную силу дрожжей определяли по ГОСТ 171-81; зимазную и мальтазную активности – в соответствии с методиками, приведенными в ведомственной инструкции [14].

Результаты и их обсуждение. Были проведены исследования по оптимизации питательной среды для установления оптимального соотношения селена в дрожжах и изготовленных с их использованием хлебобулочных изделиях.

Исследуемые дрожжи культивировали на среде, содержащей селен в следующих концентрациях: 100, 300, 500, 700 и 1000 мкг/л.

В результате были получены пять образцов селеносодержащих дрожжей, концентрация селена в которых составила 5,7; 7,2; 16,4; 38,4 и 80,35 мг/кг абс. сухой биомассы соответственно.

Для объективной оценки по пригодности к использованию в хлебопекарной промышленности селеносодержащие дрожжи были оценены по таким показателям, как подъемная сила, зимазная и мальтазная активности.

Хлебопекарные свойства исследуемых образцов селеносодержащих дрожжей, мин.

Показатель	Образец дрожжей				
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5
Подъемная сила	36	36	37	37	68
Активность:					
зимазная	32	32	40	46	58
мальтазная	72	74	96	99	120

Как видно из таблицы, все образцы дрожжей обладают хорошей подъемной силой, дрожжи образцов № 1 и № 2 имеют хорошую зимазную и мальтазную активности, образец №3 – хорошую зимазную и удовлетворительную мальтазную активности, остальные образцы характеризуются удовлетворительной зимазной и неудовлетворительной мальтазной активностями.

Для изучения влияния селена на физико-химические и органолептические свойства хлеба с использованием селеносодержащих дрожжей были проведены пробные лабораторные выпечки.

Готовые хлебобулочные изделия характеризовались высокими органолептическими показателями: адекватный объем, гладкая, блестящая поверхность, золотисто-желтый цвет, развитая, равномерная пористость, вкус и запах – приятные, свойственные данному изделию, без посторонних привкусов и запахов; однако, образец № 5 при выпечке имел крупные подрывы, поэтому охарактеризован не был (рис. 1).

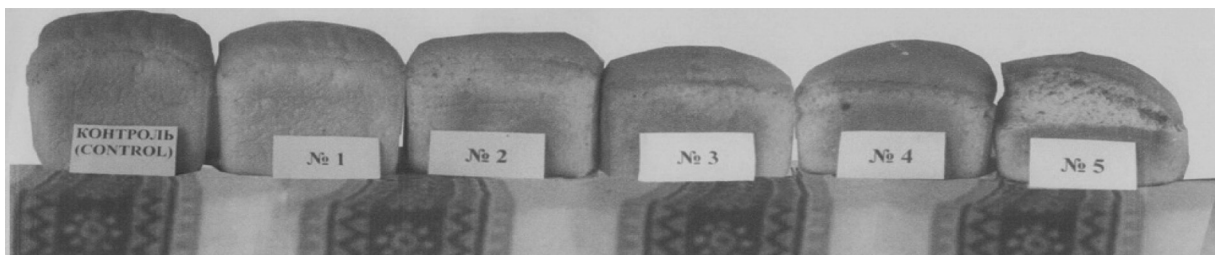


Рис. 1. Образцы хлеба лабораторной выпечки с использованием селеносодержащих дрожжей

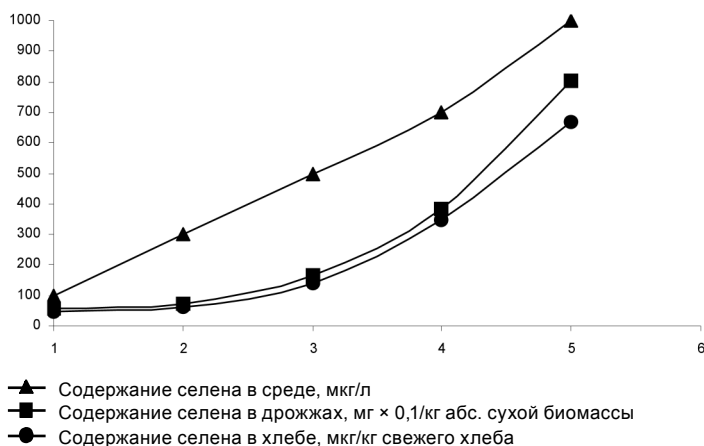


Рис. 2. Зависимость содержания селена в дрожжах и хлебе от его концентрации в питательной среде

В целом наиболее приемлемым образцом хлебопекарных дрожжей, позволяющим получить хлеб высокого качества, а также характеризующимся оптимальным содержанием селена, явился образец дрожжей № 3 с концентрацией селена 16,4 мг/кг абс. сухой биомассы (4,5 мг/кг прессованных дрожжей), который был использован для дальнейших исследований.

Таким образом, на основании проведенного комплекса исследований по изучению влияния минерального селена на метаболизм хлебопекарных дрожжей, их биохимические, физико-химические, хлебопекарные свойства разработана технология выращивания селеносодержащих дрожжей.

Проведена санитарно-гигиеническая оценка хлебопекарных биоселеновых дрожжей. Установлено, что по показателям безопасности дрожжи соответствуют требованиям нормативных документов СанПиН 11 63 РБ 98 и ГН 10-117-99. Определен срок годности дрожжей хлебопекарных биоселеновых прессованных – 12 суток.

Разработана и утверждена нормативная и технологическая документация: технические условия, технологическая инструкция, нормы расхода сырья. Выработана опытная партия биоселеновых дрожжей, содержание селена в которых составило 3,1 мг/кг прессованных дрожжей.



Рис. 3. Образцы хлеба, изготовленные с контролируемым уровнем селена в хлебопекарных дрожжах

Таким образом, установлено, что наличие селена в хлебопекарных дрожжах не оказывает отрицательного влияния на качество хлеба.

Содержание селена в анализируемых образцах дрожжей составило, мкг/кг свежего хлеба: образец № 1 – 47,7; образец № 2 – 60,8; образец № 3 – 138,2; образец № 4 – 347,1; образец № 5 – 669,3.

На рис. 2 представлена обобщенная зависимость, позволяющая на основании концентрации селена в питательной среде определить содержание его в хлебопекарных дрожжах, а на основании этого и содержание селена в хлебобулочных изделиях.

Для контроля были изготовлены хлебобулочные изделия с использованием выработанных биоселеновых дрожжей, исследовано качество полученного хлеба. Установлено, что применение биоселеновых дрожжей при производстве хлебобулочных изделий не оказывает отрицательного влияния на ход технологического процесса. Про-

должительность брожения теста соответствует показателю контрольного образца, несколько активируется процесс кислотонакопления. Процессы разделки и формования не затруднены. Готовая продукция адекватного объема, с хорошо развитой, равномерной, тонкостенной пористостью (рис. 3).

Заключение. В результате проведенных исследований установлено, что внесение источника селена в виде селенообогащенных хлебопекарных дрожжей при получении хлебобулочных изделий не снижает органолептические и физико-химические показатели готовых изделий. Незначительное ухудшение внешнего вида изделий, пористости связано с низкими хлебопекарными свойствами и ферментативной активностью исходных биоселеновых дрожжей, что является следствием высокого содержания этого микроэлемента в самих дрожжах. Следовательно, биоселеновые дрожжи обеспечивают выработку качественных хлебобулочных изделий и могут быть рекомендованы для их производства для создания широкой гаммы хлебобулочных изделий функционального назначения.

Литература

1. М у р о х В. И., К о л о м и е ц Н. Д., П е т р о в а В. С. и др. // Весці НАН Беларусі. Сер. біял. навук. 2002. № 3. С. 99–105.
2. А в ц ы н А. П., Ж а в о р о н к о в А. А., Р и ш М. А., С т р о ч к о в а Л. С. // Микроэлементозы человека. М., 1991. С. 196–202.
3. М о с к а л е в Ю. И. Минеральный обмен. М., 1985.
4. М о р о з к и н а Т. С., М о й с е е н о к А. Г. Витамины. Мн., 2002.
5. Б о н д а р е в Л. Г. Микроэлементы: благо и зло. М., 1984.
6. К н и ж н и к о в В. А., К о м л е в а В. А., Ш а н д а л а В. К. // Медицинская радиология. 1993. Т. 38, № 2. С. 42–45.
7. B i e n v e n u P., H e r o d i n F., F a t o m e M., K e r g n o u J. F. P. Selenium in Medicine and Biology. Berlin, 1988.
8. Т у т е л ь я н В. А., К н я ж е в В. А., Х о т и м ч е н к о С. А. и др. // Селен в организме человека: метаболизм, антиоксидантные свойства, роль в карциногенезе. М., 2002.
9. S o m b s G. F. J. Essentiality and toxicity of selenium: a critique of the recommended Dietary Allowance and the reference dose. In: Risk assessment of essential elements (W. Mertz, C. O. Abernathy, S. S. Olin). Washington, 1984. P. 167–183.
10. The Safety of Vitamins and Minerals. An overview of the US Institute of Medicines risk assessment. Brussels, 2002. P. 21 (selenium).
11. С а н о ц к и й И. В., Г о л у б к и н а Н. А. // Соединения селена и здоровье. М., 2004. С. 43–59.
12. З а й ц е в В. А., К о л о м и е ц Н. Д., М у р о х В. И. Содержание селена в основных пищевых продуктах, потребляемых населением Беларуси // Питание и обмен веществ: Сб. ст. / Под ред. А. Г. Мойсеенка. Гродно, 2002. С. 34–45.
13. S u n g i e R. A. // Present Knowledge in Nutrition. Elghth Ed. Washington, 2001. P. 352–365.
14. Инструкция по микробиологическому и теххимическому контролю дрожжевого производства. М., 1984.

K.I. ZHAKOVA, S.L. ROMANOV, I.N. STIGAILO, A.G. MOISEENOK

SELENIUM-CONTAINING YEAST – PRODUCT OF THE FUNCTIONAL PURPOSE

Summary

In Belarus one of microelements, the deficiency of which has been shown most obviously for the last years, is selenium. By the present moment, the basic ways of the metabolism of selenium compounds in organism have been deciphered and the selenium functions have been defined.

In the article the results of research on preparing baking yeast enriched with selenium and the possibility of their application for creation of products of functional diet, in particular, bakery products are presented. The influence of selenium on the baking properties of yeast is investigated. The physical, chemical and organoleptical properties of bread made using selenium-containing yeast are studied.