

**ВЛИЯНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ ОБОГАЩАЮЩИХ КОМПОНЕНТОВ ДЛЯ БУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ
НА БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДРОЖЖЕЙ SACCHAROMYCES CEREVISIAE**

**THE EFFECT OF CERTAIN ENRICHING COMPONENTS FOR BAKERY PRODUCTS
ON THE BIOTECHNOLOGICAL INDICES OF THE SACCHAROMYCES CEREVISIAE YEAST**

Ключевые слова: хлебопекарные прессованные дрожжи, биотехнологические показатели, селексен, витамин Е, витаминный премикс, качество.

Сложные взаимосвязи антиоксидантов, их влияние на процессы окисления и физиолого-биохимические регуляции клеточного метаболизма дрожжей обусловили цель наших исследований, которая заключается в детальном изучении влияния антиоксидантов, вносимых в составе обогащающих добавок в булочные изделия, на биотехнологические характеристики хлебопекарных прессованных дрожжей. Объектами исследований послужили: модельные образцы дрожжей хлебопекарных прессованных производства Курганского дрожжевого завода (ООО «Саф-Нева», г. Курган); обогащающие добавки: «Селексен» производства ООО НПП «Медбиофарм» (г. Обнинск, Калужская область); витамин Е производства SIGMA-ALDRICH (США); витаминный премикс 986 производства «DSM Nutritional Products Europe Ltd» (Швейцария). В результате исследований установлено, что «Селексен» проявил больший стимулирующий эффект при меньшей концентрации (0,0002% к массе дрожжей), чем витамин Е (0,0003%). Так, увеличилась относительно контроля подъемная сила дрожжей на 13,0 и 10,9% соответственно, зимазная активность – на 9,0 и 6,0%, мальтазная активность – на 6,0 и 4,3%, снизилась осмочувствительность на 20,0 и 13,3%. В присутствии витаминного премикса 986 (0,005%) активность ферментов зимазно-мальтазного комплекса увеличилась на 7,5 и 6,0% соответственно, подъемная сила дрожжей увеличилась на 13,0%, осмочувствительность снизилась на 13,3%. По морфологическому состоянию дрожжевые клетки опытных образцов не отличались от контрольного образца. Количество мертвых дрожжевых клеток, не способных к биохими-

ческим процессам, т.е. не участвующих в брожении, в контрольном и опытных образцах было практически равным и не превысило 2,0%.

Keywords: baking pressed yeast, biotechnological indices, Selexen food additive, vitamin E, vitamin premix, quality.

The present study deals with the issue of complex antioxidant interconnections, their effect on the oxidation processes and physiological and biochemical regulation of yeast cell metabolism. The research goal was to study an effect of antioxidants as a part of enriching additives on the biotechnological characteristics of pressed baker's yeast. The research targets were the following: model samples of baker's yeast of the ООО "Saf-Neva" (Kurgan, Russia) and enriching additives as Selexen of the ООО NPP "Medbiofarm" (Obninsk, Russia); vitamin E of Sigma-Aldrich (USA); vitamin premix 986 of DSM Nutritional Products Europe Ltd. (Switzerland). It was found that Selexen had greater stimulating effect at lower concentration (0.0002% by yeast weight) than vitamin E (0.0003% by yeast weight). The dough-rising power increased by 13.0% and 10.9% respectively as compared to that of the control sample; zymase activity increased by 9.0% and 6.0%, and maltase activity increased by 6.0% and 4.3% respectively. The osmosensitivity decreased by 20.0% and 13.3%. The addition of the vitamin premix 986 (0.005% by yeast weight) increased the activity of the zymase and maltase enzyme complex by 7.5% and 6.0% respectively; the dough-rising power increased by 13.0% and the osmosensitivity decreased by 13.3%. The morphological structure of the yeast cells remained the same for the test and control samples. The quantity of dead yeast cells that were unable to participate in biochemical processes was almost the same in both samples and did not exceed 2.0%.

Наумова Наталья Леонидовна, к.т.н., доцент, каф. технологии и организации питания, Национальный исследовательский Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск. E-mail: n.naumova@inbox.ru.

Берестовая Наталья Сергеевна, магистрант, каф. технологии и организации питания, Национальный исследовательский Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск. E-mail: fpt_09@mail.ru.

Кривенко Александра Юрьевна, магистрант, каф. технологии и организации питания, Национальный исследовательский Южно-Уральский государ-

ственный университет, г. Челябинск. E-mail: fpt_09@mail.ru.

Naumova Natalya Leonidovna, Cand. Tech. Sci., Assoc. Prof., Chair of Public Catering Technologies and Organization, Natl. Research South Ural State University, Chelyabinsk. E-mail: n.naumova@inbox.ru.

Berestovaya Natalya Sergeevna, master's degree student, Chair of Public Catering Technologies and Organization, Natl. Research South Ural State University, Chelyabinsk. E-mail: fpt_09@mail.ru.

Krivenko Aleksandra Yuryevna, master's degree student, Chair of Public Catering Technologies and Organization, Natl. Research South Ural State University, Chelyabinsk. E-mail: fpt_09@mail.ru.

Введение

В присутствии оптимальных концентраций антиоксидантов: натриевой и калиевой солей фенозан-кислоты и янтарной кислоты (10^{-6} - 10^{-5} и 10^{-3} г/л) наблюдается увеличение удельной скорости роста дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* (штаммов ВКМ-У-823, ЛК-14, ЛВ-7) на 7-14%, биомассы прессованных дрожжей – на 27% относительно контроля [1]. Как стимулятор роста *Saccharomyces cerevisiae* используют физиологически активные концентрации (10^{-10} - 10^{-6} %об) синтетических антиоксидантов из класса арил(тио)сульфонилуксусных кислот (АТУК), что увеличивает выход биомассы дрожжей на 5-10% [2].

Сложные взаимосвязи антиоксидантов, их влияние на процессы окисления и физиолого-биохимические регуляции клеточного метаболизма дрожжей обусловили цель наших исследований, которая заключается в детальном изучении влияния антиоксидантов, вносимых в составе обогащающих добавок в булочные изделия, на биотехнологические характеристики хлебопекарных прессованных дрожжей.

Объекты и методы исследований

На момент проведения исследований действовал ГОСТ 171-81 «Дрожжи хлебопекарные прессованные. Технические условия». В настоящее время действует ГОСТ Р 54731-11 «Дрожжи хлебопекарные прессованные. Технические условия», который введен в действие с 01.01.2013 г.

Объектами исследований послужили:

– модельные образцы дрожжей хлебопекарных прессованных (ГОСТ 171-81) производства Курганского дрожжевого завода, ООО «Саф-Нева» (г. Курган);

– обогащающие добавки (ОД): «Селексен» производства ООО НПП «Медбиофарм», г. Обнинск, Калужская обл.; витамин Е ($\geq 97\%$) производства SIGMA-ALDRICH, США; витаминный премикс (ВП) 986 производства «DSM Nutritional Products Europe Ltd», Швейцария.

Подъемную силу хлебопекарных прессованных дрожжей определяли согласно ГОСТ 171-81 по методу всплывания шарика теста.

Зимазную и мальтазную активности дрожжей определяли с помощью прибора Елецкого. Осмочувствительность дрожжей выражали разницей во времени между подъемной силой дрожжей в тесте без соли и в тесте с повышенной концентрацией соли до 3,35%. Процентное содержание мертвых клеток в прессованных дрожжах определяли путем окраски препарата дрожжей раствором метиленовой сини (1:5000). Через 2 мин. подсчитывали количество всех дрожжевых клеток, затем количество синих (мертвых). Счет повторяли в 5 полях зрения. Морфологическое строение дрожжей определяли путем микроскопирования препарата типа «раздавленная капля» в затемненном поле зрения с объективом х40.

Экспериментальная часть

Используемые концентрации «Селексена», витамина Е, ВП 986 и их сочетаний, вносимых по рецептуре в булку «Городская», пересчитаны на 100 г прессованных дрожжей (табл. 1).

Бродильная активность дрожжей оценивается как потенциальная активность гликолитических ферментов зимазного (сбраживают глюкозу, фруктозу, сахарозу муки) и мальтазного (расщепляют мальтозу, образующуюся при гидролизе крахмала муки) комплексов. Однако не всегда высокая бродильная активность дрожжей коррелирует с высокими показателями подъемной силы [3, 4]. Кроме того, осмочувствительность дрожжей (способность сохранять ферментную активность в среде с повышенным осмотическим давлением) играет немаловажную роль, поскольку при производстве ряда изделий в тесто добавляют осмолиты (высокие концентрации сахаров, поваренной соли, жиров), повышающие давление на мембрану дрожжей [1, 3]. Дрожжи с хорошими хлебопекарными свойствами должны иметь зимазную активность не более 60 мин., мальтазную активность – не более 100 мин., осмочувствительность – не более 20 мин. [1, 4, 5]. Согласно ГОСТ 171-81 подъемная сила хлебопекарных прессованных дрожжей не должна превышать 70 мин.

Таблица 1

Концентрации обогащающих добавок (на 100 г дрожжей)

Показатель	Наименование образца				
	опыт 1 (селексен)	опыт 2 (витамин Е)	опыт 3 (ВП 986)	опыт 4 (селексен + витамин Е)	опыт 5 (селексен + ВП 986)
Количество ОД, % к массе	0,0002	0,0003	0,005	0,0005	0,0055

Результаты и их обсуждение

Влияние обогащающих компонентов на биотехнологические показатели модельных образцов прессованных дрожжей представлено в таблице 2.

Дрожжи, используемые в хлебопекарной промышленности, не всегда удовлетворяют качественным показателям по продуктивности и метаболической активности [1], что подтверждено результатами наших исследований по изучению бродильной активности контрольных проб дрожжей, которые имели пониженную зимазную и мальтазную активность на 11,7 и 17,0% соответственно. Использование ОД в определенных концентрациях установило их разной степени стимулирующее влияние на биотехнологические показатели хлебопекарных дрожжей (рис.). Так, применение низких концентраций «Селексена» (0,0002%), витамина Е (0,0003%) и их комбинации (0,0005%) оказало положительное действие на ферментативную активность, подъемную силу и осмочувствительность дрожжевых клеток *Saccharomyces cerevisiae*. При этом «Селексен» проявил больший стимулирующий эффект при меньшей концентрации, чем витамин Е: наиболее значительно увеличилась относительно

контроля подъемная сила дрожжей – на 13,0 и 10,9% соответственно, зимазная активность – на 9,0 и 6,0%, мальтазная активность – на 6,0 и 4,3%, снизилась осмочувствительность – на 20,0 и 13,3%. Известно, что антиоксиданты действуют как неспецифические стимуляторы, оказывая влияние на перекисное окисление липидов в клеточных мембранах [6, 7], могут регулировать экспрессию генов ферментов разных метаболических путей в клетке и влиять на активность мембраносвязанных ферментов, в том числе на активность мальтопермеазы, сбраживающей мальтозу [6, 8]. Низкая активность мальтопермеазы замедляет транспорт мальтозы в клетку, что является причиной ее медленного сбраживания дрожжами. Следовательно, выявленное стимулирующее действие «Селексена» и витамина Е в указанных концентрациях можно объяснить изменением состояния клеточных мембран клеток *S. cerevisiae*, скорости мембранного транспорта и активности связанных с ними ферментов.

Комплексное применение «Селексена» и витамина Е улучшило биотехнологические показатели качества дрожжевых клеток в сравнительном аспекте применения химически чистого α-токоферола.

Таблица 2

Биотехнологические показатели прессованных дрожжей (n=5)

Наименование образца	Результаты исследований, мин.			
	зимазная активность	мальтазная активность	подъемная сила	осмочувствительность
Контроль	67	117	46	15
Опыт 1 (селексен)	61	110	40	12
Опыт 2 (витамин Е)	63	112	41	13
Опыт 3 (ВП 986)	62	110	40	13
Опыт 4 (селексен + витамин Е)	61	108	38	12
Опыт 5 (селексен + ВП 986)	59	106	37	11

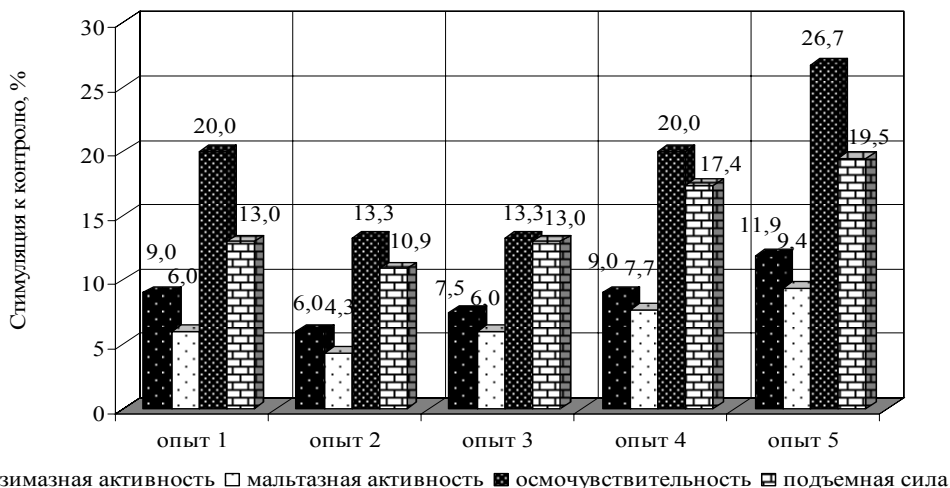


Рис. Влияние обогащающих добавок на активность хлебопекарных дрожжей

Известно, что отдельные витамины играют важную роль в метаболизме дрожжей. Так, тиамин входит в состав пируваткарбоксилазного комплекса, контролирующего синтез ацетил-S-КоА – исходного компонента дыхательного метаболизма дрожжей. Рибофлавин и никотиновая кислота выполняют функции переносчиков H^{+1} и e^{-1} в ФМН, ФАД, НАД (Ф), пиридоксин – переносчика аминокрупп. Биотин входит в состав шести карбоксилаз, играет роль переносчика карбоксильных групп во многих реакциях ферментативного карбоксилирования [2]. Поэтому представляло интерес изучение влияния ВП 986 на биотехнологические показатели дрожжей. В результате установлено, что в присутствии относительно высокого количества витаминного препарата (0,005%) активность ферментов зимазно-мальтазного комплекса на фоне более выраженного стимулирующего эффекта низких концентраций «Селексена» (0,0002%) и витамина Е (0,0003%) увеличилась только на 7,5 и 6,0% соответственно, подъемная сила дрожжей – на 13,0%, осмоточувствительность снизилась на 13,3%, что, по-видимому, связано с увеличением осмотического давления среды на цитоплазматическую мембрану клеток дрожжей [1].

Жизнеспособность клеток определяли через 1 ч при микроскопировании дрожжевой суспензии с добавками обогащающих компонентов в сравнении с обычными дрожжами (контролем). Установлено, что по морфологическому состоянию дрожжевые клетки опытных образцов не отличались от контрольного образца. Форма бесцветных клеток была округлая, правильная, с незначительными вкраплениями волютинина – запасного вещества. Вакуоль имела малые размеры, с небольшим количеством гликогена, что характерно для молодых клеток. В поле зрения всех образцов были видны почкующиеся клетки. Количество мертвых дрожжевых клеток, не способных к биохимическим процессам, т.е. не участвующих в брожении, в контрольном и опытных образцах было практически равным и не превысило 2,0%.

Выводы

Сочетанное использование «Селексена» и ВП 986 (в концентрации 0,0055%) позволило максимально увеличить эффективность применения этой комбинации по отношению к

контролю. Наличие обогащающих добавок в исследуемых концентрациях не оказало отрицательного влияния на жизнедеятельность дрожжевых клеток. В связи с чем использование стимуляторов биотехнологической активности хлебопекарных дрожжей на примере комплексного применения пищевой добавки «Селексен» и ВП 986 имеет практическую значимость.

Библиографический список

1. Старовойтова О.В. Влияние антиоксидантов на биотехнологические показатели дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* в технологии хлеба и мучного кондитерского изделия: дис. ... канд. техн. наук. – Казань, 2008. – 249 с.
2. Меледина Т.В. Научное обоснование и разработка высокоэффективных технологий дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* в технологии хлеба и мучного кондитерского изделия: дис. ... докт. техн. наук. – СПб., 2002. – 431 с.
3. Квасников Е.И., Щелокова И.Ф. Дрожжи. Биология. Пути использования // АН УССР. Институт микробиологии и вирусологии. – Киев: Наукова думка, 1991. – 328 с.
4. Семихатова Н.М., Лозенко М.Ф., Белова Л.Д. Производство хлебопекарных дрожжей. – М.: Агропромиздат, 1987. – 272 с.
5. Практикум по технологии хлеба, кондитерских и макаронных изделий: технология хлебобулочных изделий: учеб. пособие для вузов / Л.П. Пащенко, Т.В. Санина, Л.И. Столярова и др.; под ред. Л. П. Пащенко. – М.: КолосС, 2007. – 215 с.
6. Бурлакова Е.Б., Архипова Г.В., Голощапова А.Н. и др. Мембранные липиды как переносчики информации // Биоантиоксиданты в регуляции метаболизма в норме и патологии. – М.: Наука, 1992. – С. 74-83.
7. Храпов Н.Г. О взаимозаменяемости природных и синтетических антиоксидантов // Биоантиоксиданты в регуляции метаболизма в норме и патологии. – М., 1982. – С. 59-73.
8. Шугаев А.Г., Жигачева И.В., Фаткуллина Л.Д., Евсеенко Л.С. Изменение структурно-функциональных характеристик биомембран в присутствии антиоксиданта *ambiol* // Биоантиоксиданты: матер VII Междунар. науч.-практ. конф. – М., 2006. – С. 283-285.

References

1. Starovoitova O.V. Vliyaniye antioksidantov na biotekhnologicheskie pokazateli drozhzhei *Saccharomyces cerevisiae* v tekhnologii khleba i muchnogo konditerskogo izdelii: dis. ... kand. tekhn. nauk. – Kazan', 2008. – 249 s.
2. Meledina T.V. Nauchnoe obosnovaniye i razrabotka vysokoeffektivnykh tekhnologii drozhzhei *Saccharomyces cerevisiae* v tekhnologii khleba i muchnogo konditerskogo izdelii: dis. ... d-ra. tekhn. nauk. – SPb., 2002. – 431 s.
3. Kvasnikov E.I., Shchelokova I.F. Drozhzhi. *Biologiya. Puti ispol'zovaniya* // AN USSR. Institut mikrobiologii i virusologii. – Kiev: Naukova dumka, 1991. – 328 s.
4. Semikhatova N.M., Lozenko M.F., Belova L.D. Proizvodstvo khlebopekarnykh drozhzhei. – M.: Agropromizdat, 1987. – 272 s.
5. Praktikum po tekhnologii khleba, konditerskikh i makaronnykh izdelii: tekhnologiya khlebobulochnykh izdelii: ucheb. posobie dlya vuzov / L.P. Pashchenko, T.V. Sanina, L.I. Stolyarova i dr.; pod red. L. P. Pashchenko. – M.: KolosS, 2007. – 215 s.
6. Burlakova E.B., Arkhipova G.V., Goloshchapova A.N. i dr. Membrannyye lipidy kak perenoschiki informatsii // *Bioantioksidanty v regulyatsii metabolizma v norme i patologii.* – M.: Nauka, 1992. – S. 74-83.
7. Khrapov N.G. O vzaimozamenaemosti prirodnykh i sinteticheskikh antioksidantov // *Bioantiokisliteli v regulyatsii metabolizma v norme i patologii.* – M., 1982. – S. 59-73.
8. Shugaev A.G., Zhigacheva I.V., Fatkullina L.D., Evseenko L.S. Izmeneniye strukturno-funktsional'nykh kharakteristik biomembran v prisutstvii antioksidanta ambiol // *Bioantioksidanty: Mater. VII Mezhdunar. nauchn.-prakt. konf.* – M., 2006. – S. 283-285.

