ISSN 2074-9414 (Print)
ISSN 2313-1748 (Online)

https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-4-59-65
УДК 664.6:663.123

Оригинальная статья
http://fptt.ru/

Использование нового штамма дрожжей в хлебопечении

Т. В. Меледина[1], С. Г. Давыденко[2], О. В. Головинская[1,*], И. А. Шестопалова[1], А. А. Морозов[1]

[1] *ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий механики и оптики», 197101, Россия, г. Санкт-Петербург, Кронверкский проспект, 49*

[2] *ООО «Пивоваренная компания Балтика», 194292, Россия, г. Санкт-Петербург, 6-й Верхний пер., 3*

**e-mail: oksana2187@mail.ru*

Дата поступления в редакцию: 12.11.2018
Дата принятия в печать: 28.12.2018

© Т. В. Меледина, С. Г. Давыденко, О. В. Головинская, И. А. Шестопалова, А. А. Морозов, 2018

Аннотация. Традиционная технология хлебопечения характеризуется применением одноименных дрожжевых штаммов, разработанных для наилучшего сбраживания субстрата с целью получения качественного готового продукта, отвечающего всем требованиям технической документации. Применение пивоваренных штаммов дрожжей позволяет повысить биологическую ценность готового продукта благодаря содержащимся в них различных витаминов и микро-, макроэлементов. Целью исследования было изучение влияния нового штамма дрожжей на физико-химические и органолептические показатели качества тестовых полуфабрикатов и пшеничного хлеба с целью разработки технологии использования нового штамма дрожжей в хлебопечении. В качестве объекта исследования использовали пивоваренный штамм дрожжей Y 3194. Для приготовления контрольных и опытных образцов использовали опарный, безопарный, ускоренный способы тестоведения, а также способ с применением концентрированной молочной закваски (КМКЗ). В ходе работы изучены хлебопекарные свойства опытного образца дрожжей, подобрана дозировка данных дрожжей, при которой готовые изделия имеют хорошие физико-химические и органолептические показатели. Изучая интенсивность газообразования и газоудержания в процессе брожения теста, было выявлено, что брожение у контрольного образца происходит интенсивнее, но коэффициент газоудержания отличается незначительно (98,4 % у контрольного и 99,4 % у опытного). Установлено, что результаты исследований физико-химических показателей хлеба с новым штаммом дрожжей при безопарном и ускоренном способах тестоведения не превышают допустимых значений: влажность мякиша не более 44 %; кислотность мякиша не более 3 %; пористость мякиша не менее 72 %. Исследования показали, что новый штамм дрожжей Y 3194 можно применять в хлебопечении.

Ключевые слова. Хлебопечение, пивоваренные дрожжи, тестоведение, физико-химические показатели хлеба

Для цитирования: Использование нового штамма дрожжей в хлебопечении / Т. В. Меледина, С. Г. Давыденко, О. В. Головинская [и др.] // Техника и технология пищевых производств. – 2018. – Т. 48, № 4. – С. 59–65. DOI: https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-4-59-65.

Original article

Available online at http://fptt.ru/

New Yeast Strain in Baking Industry

T.V. Meledina[1], S.G. Davydenko[2], O.V. Golovinskaia[1,*], I.A. Shestopalova[1], A.A. Morozov[1]

[1] *Saint Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics, 49, Kronverksky Ave., St. Petersburg, 197101, Russia*

[2] *"Baltika Breweries" Part of Carlsberg Group, 3, 6 Verkhnij Ave., St. Petersburg, 194292, Russia*

**e-mail: oksana2187@mail.ru*

Received: November 12, 2018
Accepted: December 28, 2018

© T.V. Meledina, S.G. Davydenko, O.V. Golovinskaia, I.A. Shestopalova, A.A. Morozov, 2018

Abstract. Yeast strains used in traditional breadmaking are designed to produce the best substrate fermentation and a high-quality product that meets all the requirements. However, the use of brewing yeast strains makes it possible to increase the biological value of the finished product rich in various vitamins and micro- and macroelements. Thus, the research objective was to investigate the effect of a new yeast strain on the physicochemical and organoleptic quality indicators of test semi-finished products and wheat bread in order to develop a technology for using yeast strain Y 3194 in baking industry. The control and experimental samples were made

with the use of sponge, straight, and quick dough methods, as well as the concentrated milk ferment method. The authors studied the baking properties of the brewery yeasts and selected the dosage with the best physico-chemical and organoleptic characteristics of the finished product. By measuring the intensity of gas-producing and gas-retaining power during the dough fermentation, the fermentation in the control sample was found more intense, but there was a slight difference in the gas-retaining ratio (98.4% for the control sample and 99.4% for the experimental sample). The physicochemical parameters of bread made with the help of the new yeast strain and straight and quick dough methods did not exceed the permissible values: the crumb humidity was ≤ 44%; crumb acidity was ≤ 3%; crumb porosity was ≥ 72%. The research proved that yeast strain Y 3194 can be used in baking.

Keywords. Breadmaking, brewery yeasts, dough process, bread physicochemical parameters

For citation: Meledina T.V., Davydenko S.G., Golovinskaia O.V., Shestopalova I.A., and Morozov A.A. New Yeast Strain in Baking Industry. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2018, vol. 48, no. 4, pp. 59–65. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-4-59-65.

Введение

Особый интерес в современной биотехнологии вызывают дрожжи-сахаромицеты (*Saccharomyces cerevisiae*). Связано это с их спецификой метаболизма. Аэробный и анаэробный энергетические обмены, реализуемые как в отдельности, так и одновременно, являются основой для получения продуктов брожения, а именно пива и биомассы хлебопекарных дрожжей [1, 7].

Согласно ГОСТ 32677-2014 «Изделия хлебобулочные. Термины и определения» один из основных ингредиентов изготовления хлеба – дрожжи. Все без исключения дрожжи, используемые в хлебопечении, относятся к виду *S. cerevisiae* и исторически происходят от штаммов пивных дрожжей. Раньше дрожжи для хлебопечения получали с пивоварен. Благодаря этому хлебопекарная и пивоваренная промышленности тесно связаны между собой [2, 13, 15].

В связи с тем, что получен новый штамм дрожжей *S. cerevisiae* Y 3194, обладающий высокой бродильной активностью и используемый в пивоварении, появилась теоретическая возможность использования пивных дрожжей в хлебопечении. Имеет смысл исследовать возможность расширения спектра промышленного применения нового штамма дрожжей. Можно сделать вывод о том, что открылась перспективная возможность применения данных дрожжей в хлебопечении [3, 4, 17, 18].

Также следует отметить, что одним из основных современных направлений является здоровое питание. При мониторинге социальных сетей и известных сайтов для заказов биологически активных добавок можно заметить тенденцию покупки пивных дрожжей в качестве источника витаминов и микроэлементов.

Целью исследования являлось обоснование возможности использование нового штамма дрожжей Y 3194 в хлебопечении и разработка технологии хлеба пшеничного из муки высшего сорта с использованием нового штамма дрожжей, соответствующего физико-химическим и органолептическим показателям качества.

Объекты и методы исследования

Объектами исследования являлись дрожжи нового штамма Y 3194 (далее опытный образец), применяемые в настоящее время в пивоварении. Контрольным образцом служили дрожжи хлебопекарные прессованные ОАО «Комбинат пищевых продуктов», Санкт-Петербург.

Физико-химические и органолептические показатели дрожжей определяли по ГОСТ Р 54731-2011 «Дрожжи хлебопекарные прессованные. Технические условия». Также дрожжи были визуально изучены на микроскопе AXIO ZEISS Lab. A1 x 40 [10].

Физико-химические показатели готовых изделий (влажность, кислотность, пористость) определяли по общепринятым методикам [5, 11].

Реологические свойства теста определяли на реоферментометре RHEO F3 фирмы Chopin (Франция). Результаты выражали в см^3 диоксида углерода, выделившегося за 5 ч брожения теста. Удельный объем хлеба рассчитывали по отношению объема хлеба к его массе. Структурно-механические свойства готовых изделий изучали на структурометре СТ-2 [5, 11].

Результаты и их обсуждение

Микроскопирование опытного образца выявило, что образец имеет крупные клетки правильной овальной формы. Клетки не почкуются. Клетки в среднем крупнее, чем у подобных штаммов пивоваренных дрожжей. Это отвечает одному из требований, предъявляемых к хлебопекарным дрожжам. Органолептические показатели соответствуют требованиям. В результате проведенных исследований были получены показатели качества исследуемого штамма, которые приведены в таблице 1.

Согласно таблице 1 опытный образец дрожжей незначительно отличается от контрольного по влажности, практически не уступает в подъемной силе и обладает более высоким показателем

Таблица 1 – Показатели качества дрожжей

Table 1 – Yeast quality indicators

Наименование показателя	Значение показателей качества	
	Образец	
	Контрольный	Опытный
Влажность, %	70,0 ± 0,5	71,0 ± 0,5
Кислотность, мг уксусной кислоты/100 г	150 ± 1	162 ± 1
Подъемная сила, мин	59 ± 1	70 ± 1

Таблица 2 – Нормативная рецептура

Table 2 – Standard formula

Наименование сырья	Способ тестоведения			
	Опарный	Безопарный	Ускоренный	Ускоренный на КМКЗ
Мука пшеничная хлебопекарная высший сорт, кг	100	100	100	100
Закваска, кг	–	–	–	9,9
Дрожжи прессованные, кг	1,0	2,5	4,0	2,0
Соль пищевая, кг	1,3	1,3	1,3	1,3
Вода, кг	По расчёту			

Таблица 3 – Реоферментометрические показатели теста

Table 3 – Reo-enzyme parameters of the dough

Наименование показателя	Значение реоферментометрических показателей теста:	
	Контрольный образец	Опытный образец
Максимальное значение газовыделения, мм	82,1	66,8
Общий объем выделяемого диоксида углерода, см^3	2959	1898
Объем потерянного диоксида углерода, см^3	32	11
Удержанный объем диоксида углерода, см^3	2927	1887
Коэффициент газоудержания, %	98,9	99,4

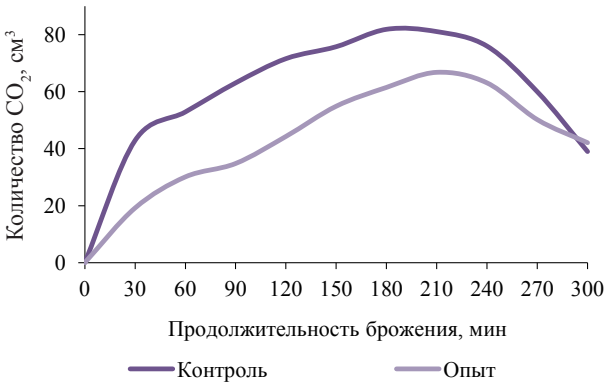

Рисунок 1 – Выделение диоксида углерода в процессе брожения теста

Figure 1 – The release of carbon dioxide during the fermentation

кислотности (выше на 8 %). Показатели используемых дрожжей соответствуют нормативной документации.

Пшеничный хлеб изготавливали опарным, безопарным, ускоренным способами, а также с помощью концентрированной молочной закваски (далее КМКЗ) [14, 16, 19]. Рецептура представлена в таблице 2.

Замес теста производили в тестомесильной машине марки URAN-20. Брожение теста вне зависимости от способа приготовления осуществлялось при t = 35 °С. Окончание брожения определяли по органолептическим показателям и накоплению титруемой кислотности. Выброженное тесто делили на куски, формовали, расстойка производилась в расстойном шкафу SVEBA DAHLEN AB DCJ – 1 при температуре 35 °С и влажности 80 %. Выпекали в ротационной хлебопекарной печи марки SVEBA DAHLEN с режимом пароувлажнения при температуре 210 °С в течение 18 минут [8, 20]. КМКЗ выводили по схеме [6, 9], используя термостаты электрические суховоздушные марки ТС-1/80 СПУ.

Одним из показателей, характеризующих качество готового изделия, является интенсивность газообразования и газоудержания в процессе брожения теста [11]. Реоферментометрические показатели теста представлены в таблице 3.

Исходя из данных таблицы, делаем вывод о том, что брожение у контрольного образца происходит интенсивнее, но коэффициент газоудержания отличается незначительно.

График выделения диоксида углерода во время брожения представлен на рисунке 1 и является подтверждением данных таблицы 3.

Хлеб анализировали по физико-химическим показателям, результаты представлены в таблице 4.

Данные таблицы 4 показали, что опытный образец дрожжей не оказал существенного влияния

Таблица 4 – Физико-химические показатели качества готовых изделий

Table 4 – Physico-chemical indicators of the quality of finished products

Наименование показателя	Значение показателей качества							
	Опарный		Безопарный		Ускоренный		Ускоренный на КМКЗ	
	Контроль	Опыт	Контроль	Опыт	Контроль	Опыт	Контроль	Опыт
Кислотность, град.	1,6	1,6	1,4	1,6	1,4	1,6	2,0	2,4
Влажность, %	40,0	40,0	40,5	40,5	40,0	41,0	40,5	41,0
Пористость, %	82,0	–	80,0	80,0	78,0	77,0	76,0	76,0
Удельный объем, см^3/г	3,10	1,72	3,07	2,91	2,75	2,69	3,03	2,91
Формоустойчивость (H:D)	0,53	0,31	0,42	0,50	0,53	0,48	0,53	0,44

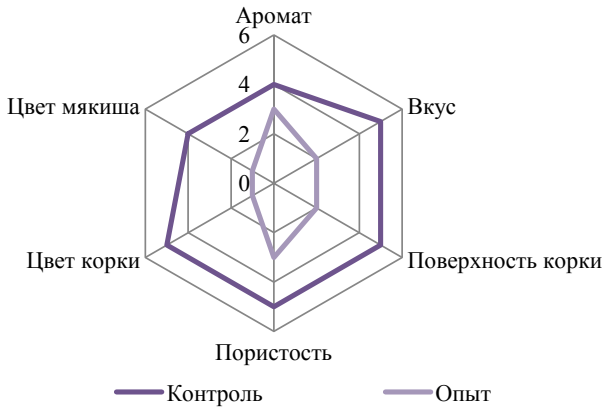

Рисунок 2 – Органолептическая оценка качества хлеба, приготовленного опарным способом

Figure 2 – Organoleptic quality assessment of the bread prepared by the sponge dough method

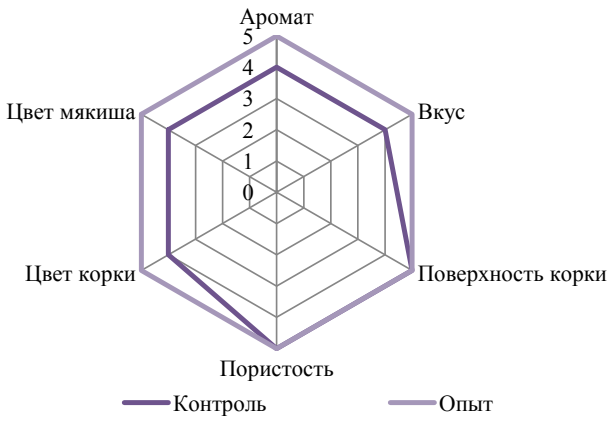

Рисунок 3 – Органолептическая оценка качества хлеба, приготовленного безопарным способом

Figure 3 – Organoleptic quality assessment of the bread prepared by the straight dough method

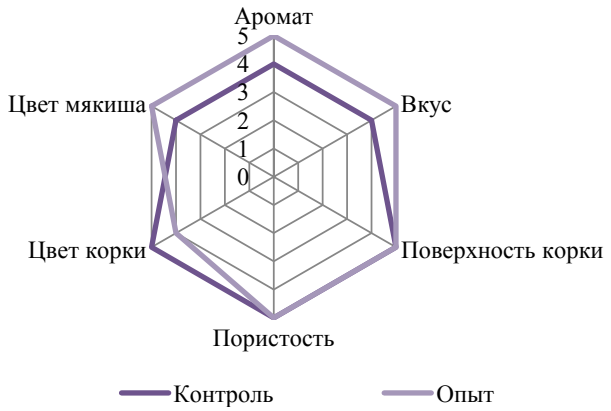

Рисунок 4 – Органолептическая оценка качества хлеба, приготовленного ускоренным способом

Figure 4 – Organoleptic quality assessment of the bread prepared by the quick dough method

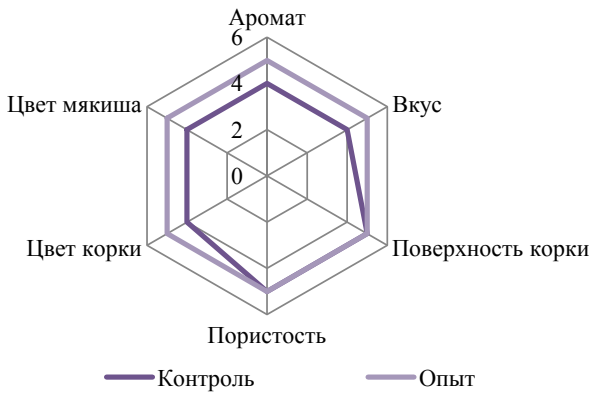

Рисунок 5 – Органолептическая оценка качества хлеба, приготовленного ускоренным способом на КМКЗ

Figure 5 – Organoleptic quality assessment of bread prepared by the concentrated milk ferment method

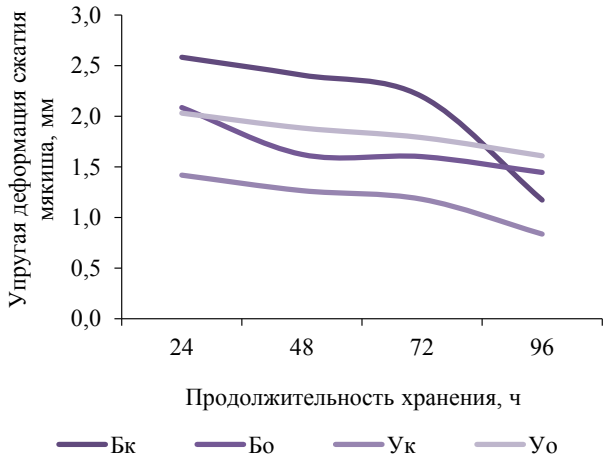

Рисунок 6 – Изменение упругой деформации сжатия мякиша в процессе хранения хлеба

Figure 6 – Changes in the elastic deformation of the crumb compression during storage

на влажность, кислотность и пористость готовых изделий, но и не ухудшил эти показатели. Опытный образец дрожжей наравне с контрольным позволяет получать готовые изделия хорошего качества.

На рисунках 2, 3, 4, 5 представлены органолептические показатели качества готовых изделий.

При оценке показателей качества готовых изделий было получено, что опарный способ приготовления теста с опытными дрожжами нецелесообразен, изделия не соответствуют требованиям органолептических показателей: изделия неправильной формы, имеют очень темную корку и заминающийся мякиш. Дегустационная оценка показала [12], что хлеба, приготовленные на опытных образцах дрожжей безопарным, ускоренным и ускоренным на КМКЗ способами, превосходят по органолептическим показателям контрольные образцы: более выраженный аромат хлеба, цвет мякиша светлее, окраска корки интенсивнее. Особенно это отмечается у безопарного способа приготовления теста.

Изучили влияние нового штамма дрожжей на сохранение свежести хлеба при безопарном и ускоренном способах тестоведения. Изучение структурно-механических характеристик мякиша хлеба осуществляли с помощью структурометра СТ-2 после выпечки через 24, 48, 72, 96 часов. График зависимости упругой деформации сжатия мякиша от продолжительности хранения представлен на рисунке 6.

Упругая деформация сжатия на последний день выше у опытных образцов у безопарного на 23 %, у ускоренного на 60 %, чем у контроля. Это свидетельствует о том, что хлеб, приготовленный с использованием дрожжей нового штамма, дольше сохраняет свежесть. На 4 день у контрольных образцов появились признаки плесневения, а у опытных образцов не появились.

Выводы

В качестве способа тестоведения рекомендован безопарный способ тестоведения.

Сравнив полученные данные физико-химических показателей опытных образцов с требованиями ГОСТ 27842-88 «Хлеб из пшеничной муки. Технические условия (с Изменениями N1,2)», установлено, что результаты исследований физико-химических показателей хлеба с новым штаммом дрожжей при безопаном и ускоренном способах тестоведения не превышают допустимых значений: влажность мякиша не более 44 %; кислотность мякиша не более 3 %; пористость мякиша не менее 72 %.

Полученные образцы хлеба (с новым штаммом дрожжей) обладают характерной развитой структурой, светлым мякишем, ярко выраженным вкусом и ароматом.

Исследования показали, что новый штамм дрожжей Y 3194 можно применять в хлебопечении. Изучены хлебопекарные свойства опытного образца дрожжей, подобрана дозировка данных дрожжей, при которой готовые изделия имеют хорошие физико-химические и органолептические показатели.

Внедрение нового штамма дрожжей, используемого в пивоваренной промышленности, является нововведением в данной отрасли.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Давыденко, С. Г. Влияние штамма дрожжей Y-3194 на полноту вкуса и сладость пива / С. Г. Давыденко, Т. В. Меледина // RealBrew. – 2014. – № 1. – С. 18–20.

2. Soboleva, E. V. Use of a probiotic yeast strain in technology of bread from wheat flour / E. V. Soboleva, E. S. Sergacheva, G. V. Ternovskoy // International Academy of Refrigeration. – 2016. – Vol. 61, № 4. – P. 11–15. DOI: https://doi.org/10.21047/1606-4313-2016-15-4-11-15.

3. Новый штамм дрожжей для пивоварения: свойства и преимущества / С. Г. Давыденко, Б. Ф. Яровой, В. П. Степанова [и др.] // Генетика. – 2010. – Т. 46, № 11. – С. 1473–1484.

4. Пат. 2340666 Российская Федерация, МПК C12N 1/18. Штамм дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* для применения в пивоваренной промышленности / Афонин Д. В., Баташов Б. Э., Богданова Е. В. [и др.]; заявитель и патентообладатель ООО «Пивоваренная компания Балтика»; заявл. 12.04.2007; опубл. 10.12.2008.

5. «Методика определения реоферментометрических характеристик теста на приборе RHEO – 3» – указания к использованию прибора; «Методика определения деформационных характеристик мякиша на приборе СТ-2» – указания к использованию прибора.

6. Шлеленко, Л. А. Особенности разработки технологий специализированных хлебобулочных изделий / Л. А. Шлеленко, О. Е. Тюрина, Е. В. Невская // Хлебопродукты. – 2014. – № 8. – С. 50–52.

7. Влияние повышения биотехнологических свойств хлебопекарных прессованных дрожжей на качество хлебобулочных изделий / Р. Еркинбаева, О. Козюкина, Н. Горюнова [и др.] // Хлебопродукты. – 2009. – № 9. – С. 52–53.

8. Аникеева, Н. В. Научное обоснование и разработка технологий хлебобулочных изделий функционального значения / Н. В. Аникеева // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2012. – Т. 87, № 1. – С. 77–81.

9. Современные подходы к выбору способа приготовления пшеничного теста / Т. Е. Лебеденко, А. Я. Каминский, Г. П. Щелакова [и др.] // Пищевая наука и технология. – 2010. – № 1. – С. 46–52.

10. Левашов, Р. Р. Исследование влияния добавки растительного происхождения на биотехнологические свойства дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* / Р. Р. Левашов, З. Ш. Мингалеева // Вестник Казанского технологического университета. – 2015. – Т. 18, № 18. – С. 268–269.

11. Разработка технологии ржано-пшеничного хлеба функционального назначения для предприятий общественного питания / Л. П. Пащенко, Я. П. Коломникова, В. Л. Пащенко [и др.] // Хлебопродукты. – 2012. – № 12. – С. 59–61.

12. ТР ТС 021/2011. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции». – 2011.

13. Non-Conventional Yeast Strains Increase the Aroma Complexity of Bread / E. Aslankoohi, B. Herrera-Malaver, M. N. Rezaei [et al.] // PLoS ONE. – 2016. – Vol. 11, № 10. DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0165126.

14. Bread Dough and Baker's Yeast: An Uplifting Synergy / N. Struyf, E. Van der Maelen, S. Hemdane [et al.] // Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. – 2017. – Vol. 16, № 5. – P. 850–867. DOI: https://doi.org/10.1111/1541-4337.12282.

15. Dangi, A. K. Indian Strategies to Improve *Saccharomyces cerevisiae*: Technological Advancements and Evolutionary Engineering / A. K. Dangi, K. K. Dubey, P. Shukla // Indian Journal of Microbiology. – 2017. – Vol. 57, № 4. – P. 378–386. DOI: https://doi.org/10.1007/s12088-017-0679-8.

16. Functional genomic analysis of commercial baker's yeast during initial stages of model dough-fermentation / F. Tanaka, A. Ando, T. Nakamura [et al.] // Food Microbiology. – 2006. – Vol. 23, № 8. – P. 717–728. DOI: https://doi.org/10.1016/j.fm.2006.02.003.

17. Heitmann, M. Impact of *Saccharomyces cerevisiae* metabolites produced during fermentation on bread quality parameters: A review / M. Heitmann, E. Zannini, E. K. Arendt // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. – 2018. – Vol. 58, № 7. – P. 1152–1164. DOI: https://doi.org/10.1080/10408398.2016.1244153.

18. Salari, R. Investigation of the Best *Saccharomyces cerevisiae* Growth Condition / R. Salari, R. Salari // Electronic Physician. – 2017. – Vol. 9, № 1. – P. 3592–3597. DOI: https://doi.org/10.19082/3592.

19. Saranraj, P. Baker's Yeast: Historical Development, Genetic Characteristics, Biochemistry, Fermentation and Downstream Processing / P. Saranraj, P. Sivasakthivelan, K. Suganthi // Journal of Academia and Industrial Research. – 2017. – Vol. 6. – P. 111–119.

20. Takagi, H. Stress Tolerance of Baker's Yeast During Bread-Making Processes / H. Takashi, J. Shima // Stress Biology of Yeasts and Fungi / H. Takagi, H. Kitagaki. – Tokyo : Springer, 2015. – P. 23–42. DOI: https://doi.org/10.1007/978-4-431-55248-2_2.

References

1. Davydenko S.G. and Meledina T.V. Vliyanie shtamma drozhzhey Y-3194 na polnotu vkusa i sladost′ piva [The effect of yeast strain Y-3194 on the palate fullness and sweetness of beer]. *RealBrew*, 2014, no. 1, pp. 18–20. (In Russ.).

2. Soboleva E.V., Sergacheva E.S., and Ternovskoy G.V. Use of a probiotic yeast strain in technology of bread from wheat flour. *International Academy of Refrigeration*, 2016, vol. 61, no. 4, pp. 11–15. DOI: https://doi.org/10.21047/1606-4313-2016-15-4-11-15.

3. Davydenko S.G., Afonin D.V., Batashov B.E., et al. A new yeast strain for brewery: Properties and advantages. *Russian Journal of Genetics*, 2010, vol. 46, no. 11, pp. 1473–1484. (In Russ.).

4. Afonin D.V., Batashov B.Eh., Bogdanova E.V., Davydenko S.G., and Dedegkaev A.T. *Shtamm drozhzhey Saccharomyces cerevisiae dlya primeneniya v pivovarennoy promyshlennosti* [Yeast strain *Saccharomyces cerevisiae* in brewing industry]. Patent FR, no. 2340666, 2008.

5. «Metodika opredeleniya reofermentometricheskikh kharakteristik testa na pribore RHEO – 3» – ukazaniya k ispol′zovaniyu pribora; «Metodika opredeleniya deformatsionnykh kharakteristik myakisha na pribore ST-2» – ukazaniya k ispol′zovaniyu pribora ["Methods for determining the re-enzyme characteristics of dough with the help of RHEO – 3 equipment" - Manual; "Method for determining the deformation characteristics of the crumb with the help of ST-2 equipment" – Manual].

6. Shlelenko L.A., Tyurina O.E., and Nevskaya E.V. Features of technologies development of specialized bakery products. *Bread products*, 2014, no. 8, pp. 50–52. (In Russ.).

7. Erkinbaeva R., Kozyukina O., Goryunova N., and Movsarova Z. Vliyanie povysheniya biotekhnologicheskikh svoystv khlebopekarnykh pressovannykh drozhzhey na kachestvo khlebobulochnykh izdeliy [The effect of improving the biotechnological properties of pressed bakery yeast on the quality of bakery products]. *Bread products*, 2009, no. 9, pp. 52–53. (In Russ.).

8. Anikeeva N.V. Nauchnoe obosnovanie i razrabotka tekhnologiy khlebobulochnykh izdeliy funktsional′nogo znacheniya [Scientific substantiation and development of functional bakery products]. *Bulletin of Altai State Agricultural University*, 2012, vol. 87, no. 1, pp. 77–81. (In Russ.).

9. Lebedenko T.E., Kaminskiy A.Ya., Shchelakova G.P., and Sokolova N.Yu. Sovremennye podkhody k vyboru sposoba prigotovleniya pshenichnogo testa [Modern approaches to the choice of the wheat dough preparation method]. *Food Science and Technology*, 2010, no. 1, pp. 46–52. (In Russ.).

10. Levashov R.R. and Mingaleeva Z.Sh. Issledovanie vliyaniya dobavki rastitel′nogo proiskhozhdeniya na biotekhnologicheskie svoystva drozhzhey Saccharomyces cerevisiae [The effect of herbal supplements on the biotechnological properties of *Saccharomyces cerevisiae* yeast]. *Herald of Kazan Technological University*, 2015, vol. 18, no. 18, pp. 268–269. (In Russ.).

11. Pashchenko L.P., Kolomnikova Ya.P., Pashchenko V.L., and Nikitin I.A. Development of rye white bread technology of a functional purpose for catering establishments. *Bread products*, 2012, no. 12, pp. 59–61. (In Russ.).

12. TR TS 021/2011. *Tekhnicheskiy reglament Tamozhennogo soyuza "O bezopasnosti pishchevoy produktsii"* [RP of the Customs Union 021/2011. Technical regulations of the Customs Union "On food safety"], 2011.

13. Aslankoohi E., Herrera-Malaver B., Rezaei M.N., et al. Non-Conventional Yeast Strains Increase the Aroma Complexity of Bread. *PLoS ONE*, 2016, vol. 11, no. 10. DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0165126.

14. Struyf N., Van der Maelen E., Hemdane S., et al. Bread Dough and Baker's Yeast: An Uplifting Synergy. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 2017, vol. 16, no. 5, pp. 850–867. DOI: https://doi.org/10.1111/1541-4337.12282.

15. Dangi A.K., Dubey K.K., and Shukla P. Indian Strategies to Improve *Saccharomyces cerevisiae*: Technological Advancements and Evolutionary Engineering. *Indian Journal of Microbiology*, 2017, vol. 57, no. 4, pp. 378–386. DOI: https://doi.org/10.1007/s12088-017-0679-8.

16. Tanaka F., Ando A., Nakamura T., Takagi H., and Shima J. Functional genomic analysis of commercial baker's yeast during initial stages of model dough-fermentation. *Food Microbiology*, 2006, vol. 23, no. 8, pp. 717–728. DOI: https://doi.org/10.1016/j.fm.2006.02.003

17. Heitmann M., Zannini E., and Arendt E.K. Impact of *Saccharomyces cerevisiae* metabolites produced during fermentation on bread quality parameters: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 2018, vol. 58, no. 7, pp. 1152–1164. DOI: https://doi.org/10.1080/10408398.2016.1244153.

18. Salari R. and Salari R. Investigation of the Best *Saccharomyces cerevisiae* Growth Condition. *Electronic Physician*, 2017, vol. 9, no. 1, pp. 3592–3597. DOI: https://doi.org/10.19082/3592.

19. Saranraj P., Sivasakthivelan P., and Suganthi K. Baker's Yeast: Historical Development, Genetic Characteristics, Biochemistry, Fermentation and Downstream Processing. *Journal of Academia and Industrial Research*, 2017, vol. 6, pp. 111–119.

20. Takagi H. and Shima J. Stress Tolerance of Baker's Yeast During Bread-Making Processes. *In: Takagi H. and Kitagaki H. (eds) Stress Biology of Yeasts and Fungi*. Tokyo: Springer Publ., 2015, pp. 23–42. DOI: https://doi.org/10.1007/978-4-431-55248-2_2.

Меледина Татьяна Викторовна
д-р техн. наук, профессор факультета пищевых биотехнологий и инженерии, ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики», 197101, Россия, г. Санкт-Петербург, Кронверкский проспект, 49, тел.: +7 (812) 315-30-15, e-mail: tatiana.meledina@yandex.ru
https://orcid.org/0000-0001-7485-2802

Tatiana V. Meledina
Dr.Sci.(Eng.), Professor of the Faculty of Food Biotechnology and Engineering, Saint Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics, 49, Kronverksky Ave., St. Petersburg, 197101, Russia, phone: +7 (812) 315-30-15, e-mail: tatiana.meledina@yandex.ru
https://orcid.org/0000-0001-7485-2802

Давыденко Светлана Геннадьевна
канд. биол. наук, руководитель направления развития биотехнологических процессов, ООО «Пивоваренная компания Балтика», 194292, Россия, г. Санкт-Петербург, 6-й Верхний пер., 3, тел.: + 7 (812) 323-97-62, e-mail: Davydenko@baltika.com
https://orcid.org/0000-0001-8005-4743

Svetlana G. Davydenko
Cand.Sci.(Biol.), Biotech Development and Research Manager, «Baltika Breweries» Part of Carlsberg Group, 3, 6 Verkhnij Ave., St. Petersburg, 194292, Russia, phone: + 7 (812) 323-97-62, e-mail: Davydenko@baltika.com
https://orcid.org/0000-0001-8005-4743

Головинская Оксана Владимировна
канд. техн. наук, доцент факультета пищевых биотехнологий и инженерии, ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики», 197101, Россия, г. Санкт-Петербург, Кронверкский проспект, 49, тел.: +7 (812) 315-30-15, e-mail: oksana2187@mail.ru
https://orcid.org/0000-0001-8246-8990

Oksana V. Golovinskaia
Cand.Sci.(Eng.), Associate Professor of the Faculty of Food Biotechnology and Engineering, Saint Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics, 49, Kronverksky Ave., St. Petersburg, 197101, Russia, phone: +7 (812) 315-30-15, e-mail: oksana2187@mail.ru
https://orcid.org/0000-0001-8246-8990

Шестопалова Ирина Анатольевна
канд. техн. наук, доцент факультета пищевых биотехнологий и инженерии, ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики», 197101, Россия, г. Санкт-Петербург, Кронверкский проспект, 49, тел.: +7 (812) 315-30-15, e-mail: irina_1_83@mail.ru
https://orcid.org/0000-0002-2027-205X

Irina A. Shestopalova
Cand.Sci.(Eng.), Associate Professor of the Faculty of Food Biotechnology and Engineering, Saint Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics, 49, Kronverksky Ave., St. Petersburg, 197101, Russia, phone: +7 (812) 315-30-15, e-mail: irina_1_83@mail.ru
https://orcid.org/0000-0002-2027-205X

Морозов Артём Александрович
Аспирант факультета пищевых биотехнологий и инженерии, ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики», 197101, Россия, г. Санкт-Петербург, Кронверкский проспект, 49, тел.: +7 (812) 315-30-15, e-mail: artemamor@mail.ru
https://orcid.org/0000-0002-5970-4606

Artyom A. Morozov
Postgraduate Student of the Faculty of Food Biotechnology and Engineering, Saint Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics, 49, Kronverksky Ave., St. Petersburg, 197101, Russia, phone: +7 (812) 315-30-15, e-mail: artemamor@mail.ru
https://orcid.org/0000-0002-5970-4606