

20.10.2002 / С. А. Ратников, Д. М. Бородулин, Г. Е. Иванец [и др.] ; заявитель Кемеровский технологический институт пищевой промышленности.

## OVERVIEW OF NATIONAL STANDARDS SETTING REQUIREMENTS FOR HALAL FOOD PRODUCTS

*Mikhailova Kermen Vladimirovna, Ph.D. tech. Sciences, Associate Professor of the Department of Quality Management and Product Marketing, Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K. A. Timiryazev, e-mail: [mikhaylovakv@rgau-msha.ru](mailto:mikhaylovakv@rgau-msha.ru)*

*Shakirova Elina Timurovna, student of the Technological Institute, Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K. A. Timiryazev, e-mail: [lic-2-11B-Shakirova-Elina@yandex.ru](mailto:lic-2-11B-Shakirova-Elina@yandex.ru)*

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Russia, Moscow, e-mail: [rector@rgau-msha.ru](mailto:rector@rgau-msha.ru)

*Abstract: the article contains an overview of national standards: GOST R 70401-2022 «Processes of production of halal food products. General requirements for halal food products» and GOST R 70405-2022 «Halal products and services. General terms and definitions», explores the feasibility of introduction and impact on the Russian market.*

*Key words: national standard, halal, food products*

---

УДК 663.15

## СКРИНИНГ ДРОЖЖЕЙ РОДА *KLUYVEROMYCES* ПО $\beta$ -ГАЛАКТОЗИДАЗНОЙ АКТИВНОСТИ

*Моисеева Анастасия Игоревна, лаборант-исследователь БРЦ ВКПМ ОРЦ КК НБИКС-ПТ НИЦ «Курчатовский институт», студентка Института биотехнологии и глобального здоровья, ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет», e-mail: [nastia.mois77@yandex.ru](mailto:nastia.mois77@yandex.ru)*

*Подплетнев Дмитрий Александрович, лаборант-исследователь БРЦ ВКПМ ОРЦ КК НБИКС-ПТ НИЦ «Курчатовский институт», e-mail: [podpletnevdim@gmail.com](mailto:podpletnevdim@gmail.com)*

*Вустин Михаил Михайлович, канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник БРЦ ВКПМ ОРЦ КК НБИКС-ПТ НИЦ «Курчатовский институт», e-mail: [vustinmm@genetika.ru](mailto:vustinmm@genetika.ru)*

ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет», Россия, Москва, e-mail: [mgupp@mgupp.ru](mailto:mgupp@mgupp.ru)

НИЦ «Курчатовский институт», Россия, Москва, e-mail: [nrcki@nrcki.ru](mailto:nrcki@nrcki.ru)

**Аннотация:** на примере большого количества штаммов (170 шт.) дрожжей рода *Kluyveromyces* осуществлён поиск штаммов с наибольшей активностью фермента  $\beta$ -галактозидазы. Проведено сравнение различных методов разрушения клеточной стенки для определения внутриклеточной  $\beta$ -галактозидазы.

**Ключевые слова:** дрожжи, *Kluyveromyces*,  $\beta$ -галактозидаза, лактаза, методы разрушения клеточной стенки, ферментативная активность.

$\beta$ -галактозидаза или лактаза является ферментом, который широко применяется в пищевой промышленности. Его используют для гидролиза лактозы на глюкозу и галактозу, что помогает людям с гиполактозией употреблять молочные продукты. Лактаза используется не только для получения безлактозных продуктов, но и для синтеза пребиотических олигосахаридов в производстве функциональных пищевых продуктов [1].

Многонациональное генетическое исследование показывает, что распространённость генотипа лактазной недостаточности в России составляет 42,8% [2], следовательно, проблема разработки методов получения  $\beta$ -галактозидазы актуальна и требует большого внимания.

Существуют различные источники фермента  $\beta$ -галактозидазы. Микробные источники (мицелиальные грибы, дрожжи, бактерии) являются основными и как правило их производство является менее дорогостоящим и доступным [3].

Лактаза, полученная из *Escherichia coli*, не имеет статуса GRAS. В то же время молочные дрожжи *Kluyveromyces* безопасны и способны производить высокую биомассу за короткий промежуток времени с максимальной удельной активностью [4, 5]. Оптимумом pH этого фермента находится в нейтральной области, что подходит для обработки молочного сырья. Поскольку  $\beta$ -галактозидаза у дрожжей находится внутри клетки, фермент необходимо предварительно выделять из биомассы для дальнейшего использования [4].

Методы разрушения клеточной стенки дрожжей делятся на механические и немеханические. К механическим методам относят разрушение стеклянными шариками и гомогенизацию под высоким давлением (лабораторным клеточным дезинтегратором типа пресса Френча). К немеханическим методам – замораживание-оттаивание, обработку различными химическими веществами (щелочами, детергентами, органическими растворителями) или ферментами [6].

Нами был проведен скрининг 170 штаммов дрожжей рода *Kluyveromyces* из Всероссийской коллекции промышленных микроорганизмов НИЦ «Курчатовский институт» для поиска продуцентов  $\beta$ -галактозидазы.

Скорость роста дрожжей *Kluyveromyces* на среде с лактозой и интенсивность брожения лактозы тесно связаны с ферментативной активностью  $\beta$ -галактозидазы. Скорость роста проверяли на среде YPLac (дрожжевой экстракт 5 г/литр, мясной пептон 10 г/литр, лактоза 30 г/литр). У 56 лучших штаммов по результатам первого этапа скрининга была определена интенсивность сбраживания лактозы при помощи трубок Дунбара.

По результатам второго этапа были отобраны 5 штаммов. Далее была

определена динамика биосинтеза  $\beta$ -галактозидазы на одном из отобранных штаммов, которая продемонстрировала, что активность фермента достигает своих максимальных значений через 24 часа культивирования и в дальнейшем изменяется незначительно.

Для выявления одного лучшего штамма определяли удельную активность фермента  $\beta$ -галактозидазы на грамм сухой биомассы. Штаммы культивировали в 50 мл среды YPLac в течение 24 часов при температуре 30 °С, после чего биомассу осаждали центрифугированием и разрушали стеклянными шариками на шейкере в течение 5 минут. Активность  $\beta$ -галактозидазы измеряли при помощи метода Миллера с о-нитрофенил- $\beta$ -d-галактопиранозидом (ONPG). Данные по удельной активности отобранных штаммов приведены в таблице 1. Наибольшую удельную активность показал штамм ВКПМ Y-4552.

Таблица 1

Удельная активность  $\beta$ -галактозидазы  
5 лучших штаммов по результатам скрининга

Штамм	ВКПМ Y-209	ВКПМ Y-3969	ВКПМ Y-4116	<b>ВКПМ Y-4552</b>	ВКПМ Y-4111
Удельная активность, Ед/грамм сухой биомассы	20,4	26,2	21,3	<b>28,2</b>	25,5

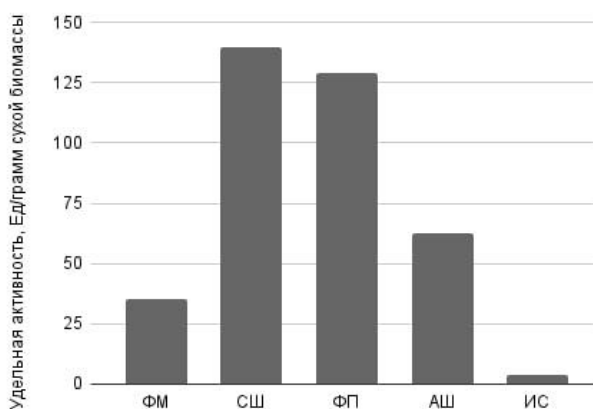


Рисунок 1 – Удельная активность  $\beta$ -галактозидазы штамма ВКПМ Y-4552 в зависимости от способа разрушения клеточной стенки: ФМ – обработка комплексом литических ферментов *Cellulomonas cellulans*, СШ – стеклянными шариками, ФП – лабораторным клеточным дезинтегратором типа пресса Френча, АШ – предварительная заморозка клеток жидким азотом с последующим разрушением стеклянными шариками, ИС – экстракция изоамиловым спиртом

Важным этапом процесса получения внутриклеточного фермента является

выбор наиболее эффективного метода разрушения клеток, который позволит достигнуть максимального выхода фермента. Для оптимизации извлечения  $\beta$ -галактозидазы из биомассы штамма ВКПМ Y-4552 нами были протестированы следующие способы разрушения клеток:

- 1) обработка биомассы комплексом литических ферментов *Cellulomonas cellulans*;
- 2) разрушение клеток стеклянными шариками в течение 30 минут;
- 3) разрушение клеток лабораторным клеточным дезинтегратором типа пресса Френча;
- 4) заморозка клеток в жидком азоте и последующее разрушение стеклянными шариками 30 минут;
- 5) экстракция фермента изоамиловым спиртом.

Результаты представлены на рисунке 1. Наибольшая активность фермента и, следовательно, наибольшее количество было получено при использовании механических методов разрушения клеток – механических шариков и лабораторного клеточного дезинтегратора типа пресса Френча. Преимуществом механических методов разрушения клеток является их относительная доступность и низкая стоимость в промышленных процессах.

Выбранный штамм ВКПМ Y-4552 обладает потенциалом для промышленного производства препаратов  $\beta$ -галактозидазы. Его высокая скорость роста и высокая удельная активность являются несомненными преимуществами этого штамма.

Работа выполнена при финансовой поддержке Государственного задания НИЦ «Курчатовский институт».

### Библиографический список

1. Kalathinathan P. et al. A review on the various sources of  $\beta$ -galactosidase and its lactose hydrolysis property //Current Microbiology. – 2023. – Т. 80. – №. 4. – С. 122.
2. Коваленко Е. и др. Лактазная недостаточность в России: многонациональное генетическое исследование // Европейский журнал клинического питания. – 2023. – Т. 77. – №. 8. – С. 803-810.
3. Saqib S. et al. Sources of  $\beta$ -galactosidase and its applications in food industry //3 Biotech. – 2017. – Т. 7. – С. 1-7.
4. Kokkiligadda A. et al. Utilization of cheese whey using synergistic immobilization of  $\beta$ -galactosidase and *Saccharomyces cerevisiae* cells in dual matrices //Applied biochemistry and biotechnology. – 2016. – Т. 179. – С. 1-469-1484.
5. Ren Z. Y. et al. Overexpression of both the lactase gene and its transcriptional activator gene greatly enhances lactase production by *Kluyveromyces marxianus* //Process Biochemistry. – 2017. – Т. 61. – С. 38-46.
6. Gautério G. V. et al. Cell disruption and permeabilization methods for obtaining yeast bioproducts //Cleaner Chemical Engineering. – 2023. – С. 100-112.
7. Saqib S. et al. Sources of  $\beta$ -galactosidase and its applications in food industry //3 Biotech. – 2017. – Т. 7. – С. 1-7.

## SCREENING OF YEAST OF THE GENUS *KLUYVEROMYCES* BY $\beta$ -GALACTOSIDASE ACTIVITY

*Moiseeva Anastasia Igorevna*, research assistant at the BRC VKPM ORC KK NBICS-PT National Research Center "Kurchatov Institute", student at the Institute of Biotechnology and Global Health, Russian Biotechnological University,

e-mail: [nastia.mois77@yandex.ru](mailto:nastia.mois77@yandex.ru)

*Podpletnev Dmitry Aleksandrovich*, research assistant at the BRC VKPM ORC KK NBICS-PT National Research Center "Kurchatov Institute",

e-mail: [podpletnevdima@gmail.com](mailto:podpletnevdima@gmail.com)

*Vustin Mikhail Mikhailovich*, Ph.D. biologist. Sciences, leading researcher of the BRC VKPM ORC KK NBICS-PT National Research Center "Kurchatov Institute",

e-mail: [vustinmm@genetika.ru](mailto:vustinmm@genetika.ru)

Russian Biotechnological University, Russia, Moscow, e-mail: [mgupp@mgupp.ru](mailto:mgupp@mgupp.ru)

Kurchatov Institute, Russia, Moscow, e-mail: [nrcki@nrcki.ru](mailto:nrcki@nrcki.ru)

**Abstract:** using the example of a large number of strains (170 pcs.) of yeast of the genus *Kluyveromyces*, a search was carried out for strains with the highest activity of the enzyme  $\beta$ -galactosidase. A comparison of various methods of cell wall destruction for the determination of intracellular  $\beta$ -galactosidase has been carried out.

**Key words:** yeast, *Kluyveromyces*,  $\beta$ -galactosidase, lactase, methods of cell wall destruction, enzymatic activity.

---

УДК 664.74

## КРИТИЧЕСКИЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ТОЧКИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ФОРТИФИЦИРОВАННОЙ ПШЕНИЧНОЙ МУКИ СОРТОВОГО ПОМОЛА

*Огазова Айдана Гадильбековна*, магистрант Казахского национального аграрного исследовательского университета, e-mail: [aogazova@inbox.ru](mailto:aogazova@inbox.ru)

*Мамаева Лаура Асильбековна*, заведующий кафедрой «Технология и безопасность пищевых продуктов» Казахского национального аграрного исследовательского университета, канд. биол. наук, ассоциированный профессор, e-mail: [laura.mamayeva@kaznaru.edu.kz](mailto:laura.mamayeva@kaznaru.edu.kz)

*Исмагуллаев Саттар Лесханович*, старший преподаватель кафедры «Технология и безопасность пищевых продуктов» Казахского национального аграрного исследовательского университета, e-mail: [sattar.sattar-1980@mail.ru](mailto:sattar.sattar-1980@mail.ru)

*Есмаганбетова Айгерим Байлиевна*, старший преподаватель кафедры «Технология и безопасность пищевых продуктов» Казахского национального аграрного исследовательского университета, e-mail: [eaigera@mail.ru](mailto:eaigera@mail.ru)