

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

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

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Russia, Moscow, e-mail: 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 β -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

Подплетнев Дмитрий Александрович, лаборант-исследователь БРЦ ВКПМ ОРЦ КК НБИКС-ПТ НИЦ «Курчатовский институт», e-mail: 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

ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет», Россия, Москва, e-mail: mgupp@mgupp.ru

НИЦ «Курчатовский институт», Россия, Москва, e-mail: nrcki@nrcki.ru

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

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

β -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 β -галактозидазы актуальна и требует большого внимания.

Существуют различные источники фермента β -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 β -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 β -галактозидазы.

Скорость роста дрожжей *Kluyveromyces* на среде с лактозой и интенсивность брожения лактозы тесно связаны с ферментативной активностью β -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 β -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 β -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 β -галактозидазы измеряли при помощи метода Миллера с о-нитрофенил- β -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 β -галактозидазы
5 лучших штаммов по результатам скрининга

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

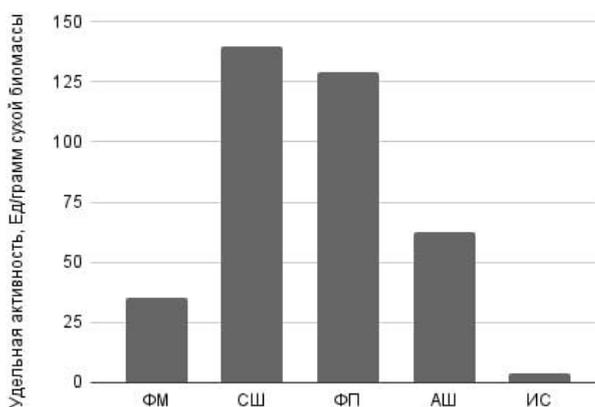


Рисунок 1 – Удельная активность β -галактозидазы штамма ВКПМ Y-4552 в зависимости от способа разрушения клеточной стенки: ФМ – обработка комплексом литических ферментов *Cellulomonas cellulans*, СШ – стеклянными шариками, ФП – лабораторным клеточным дезинтегратором типа пресса Френча, АШ – предварительная 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 β -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 β -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 β -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 β -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 β -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 β -galactosidase and its applications in food industry //3 Biotech. – 2017. – Т. 7. – С. 1-7.

SCREENING OF YEAST OF THE GENUS *KLUYVEROMYCES* BY β -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

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

e-mail: 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

Russian Biotechnological University, Russia, Moscow, e-mail: mgupp@mgupp.ru

Kurchatov Institute, Russia, Moscow, e-mail: 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 β -galactosidase. A comparison of various methods of cell wall destruction for the determination of intracellular β -galactosidase has been carried out.

Key words: yeast, *Kluyveromyces*, β -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

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

Исмамуллаев Саттар Лесханович, старший преподаватель кафедры «Технология и безопасность пищевых продуктов» Казахского национального аграрного исследовательского университета, e-mail: 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