

## ОГЛЯД ДЖЕРЕЛ ТА МЕТОДІВ ОДЕРЖАННЯ БЕТА-ГЛЮКАНІВ З ІМУНОМОДУЛЮЮЧОЮ АКТИВНІСТЮ

Д.М. Міщенко<sup>1</sup>, О.В. Звягінцева<sup>2</sup>

<sup>1</sup> магістрантка кафедри біотехнології, біофізики та аналітичної хімії, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

<sup>2</sup> доцент кафедри біотехнології, біофізики та аналітичної хімії, канд. біол. наук, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

[Oksana.Zviahinseva@khpі.edu.ua](mailto:Oksana.Zviahinseva@khpі.edu.ua)

β-глюкани – це природні полімери D-глюкози, сполучені β-глікозидними зв'язками (переважно β-(1→3), β-(1→4) або β-(1→6)) і відрізняються між собою молекулярною масою та тривимірною структурою. Вони є компонентами клітинних стінок злаків, грибів, водоростей і дріжджів.

β-глюкани володіють біологічною активністю, а тому їх використовують в харчовій, косметичній, а також фармацевтичній промисловостях [1]. Багато досліджень показали імуномодулюючий ефект β-глюканів, тож очікується збільшення використання продукту у фармацевтичній та нутрицевтичній промисловості [2–7]. Але огляд виробництва і промислового використання β-глюканів із різних перспективних джерел дотепер не одержав належної уваги і потребує подальшого вивчення [8].

Структура та біологічна активність β-глюканів значною мірою залежать від джерела походження. І хоча, наразі злаки (ячмінь та овес) вважаються найпоширенішим джерелом β-глюканів, вони містять β-1,3-глюкани (без бічних ланцюгів) або 1,4-глюкани, а тому, як відомо, не активують імунну систему, оскільки бічні ланцюги вкрай важливі для зв'язування зі спеціальними рецепторами макрофагів [9]. β-глюкани злаків зазвичай використовуються в якості технологічних добавок, які змінюють структуру і хімічні властивості харчових продуктів, а також в якості функціональних інгредієнтів.

Найбільш активною в біологічному відношенні формою бета-глюканів є бета-1,3/1,6-глюкан, в молекулі якого глюкоза прив'язана до позицій 1 і 3, а також молекула має відгалуження в позиціях 1 і 6 [10]. Під дією β-1,3/1,6-глюканів, з одного боку, активується фагоцитарна активність макрофагів, з іншого – починають посилено синтезуватися і вивільнятися цитокіни (інтерлейкіни, інтерферон), що є сигналом для інших клітин імунної системи, наприклад Т-лімфоцитів тощо.

β-1,3/1,6-глюкани можна виділити з дріжджів і грибів. Існують різні типи β-1,3/1,6-глюканів, що відрізняються довгим боковим ланцюгом і інтервалом між ланцюгами. Залежно від структури молекули варіюється і її ефективність, тому одержані β-1,3/1,6-глюкани різними методами і з різних джерел мають не однакову ефективність з точки зору впливу на імунну систему [2–7].

Вважається, що найвищу імуномодулюючу активність мають β-1,3/1,6-глюкани дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* завдяки оптимальному ступеню розгалуження та високій біодоступності [11]. Дріжджові β-глюкани є найперспективнішими для біотехнологічного виробництва завдяки стабільній сировинній базі, безпечності та можливості масштабування процесу. Використання селекційних дріжджів (наприклад, *S. cerevisiae* НІІ31) дозволяє підвищити вихід і чистоту продукту.

Суттєвий вплив на одержання β-глюканів мають умови зростання та навколишнього середовища. Поживне середовище Yeast Vasto Glycerol (YVG) вважається модельним середовищем для росту дріжджових клітин [12]. Глюкоза є важливим

інгредієнтом, необхідним для розвитку та виробництва  $\beta$ -глюканів, оскільки дріжджові клітини використовують глюкозу в якості компонента клітинних стінок.

Метод екстракції  $\beta$ -глюкану з дріжджів також впливає на його біологічну активність. Наприклад, в дослідженні [8] клітини *S. cerevisiae* III31 піддавалися чотирьом різним кислотно-лужним екстракціям і було встановлено, що поєднання екстракції сильною основою (NaOH) і слабкою кислотою (CHCOOH) дозволяє отримати  $\beta$ -глюкан високої якості і з імуномодулюючою активністю.

А можлива подальша ферментативна біотрансформація дріжджового  $\beta$ -глюкану у водорозчинну форму ще швидше запускає активацію імунної відповіді [13].

Таким чином,  $\beta$ -глюкани відносяться до сполук, які все більше вивчатимуться на предмет їх потенційного застосування в різних галузях промисловості. Це підтверджується науковими дослідженнями, які виявляють їх різноманітні функціональні характеристики. В даний час  $\beta$ -глюкани вже знаходять широке застосування у виробництві харчових продуктів на напоїв, косметики, засобів особистої гігієни та фармацевтичних препаратів. Проте їхній потенціал ще не повністю розкритий. Необхідні подальші дослідження для оптимізації процесів вилучення, очищення, сушіння та використання  $\beta$ -глюканів із дріжджів у різних галузях.

#### Список літератури:

1. Beta Glucan Market (2023 – 2030). Market analysis report. [Electron. resource] URL: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/beta-glucan-market> – Name for the title screen
2. Pengkumsri N. Extraction of  $\beta$ -glucan from *Saccharomyces cerevisiae*: Comparison of different extraction methods and in vivo assessment of immunomodulatory effect in mice. / N. Pengkumsri, B. S. Sivamaruthi, S. Sirilun // Food Sci. Technol, Campinas. – 2017. – V. 37 (1). – P. 124–130.
3. van Steenwijk H. P. Immunomodulating Effects of Fungal Beta-Glucans: From Traditional Use to Medicine / H. P. van Steenwijk, A. Bast, A. de Boer // Nutrients. – 2021. – V. 13. – Article No. 1333;
4. Assessment of Antioxidant Effect of Beta-Glucan on the Whole Blood Oxidative DNA Damage with the Comet Assay in Colorectal Cancer / N. Benlier, N. Ucar, E. Ogüt, [et al] // CMP. – 2022. – V. 15. – P. 446–453.
5. Cerletti C. Edible Mushrooms and Beta-Glucans: Impact on Human Health / C. Cerletti, S. Esposito, L. Iacoviello // Nutrients. – 2021. – V. 13. – Article No. 2195.
6. Anticancer Properties of Low Molecular Weight Oat Beta-Glucan – An in Vitro Study / A. Choromanska, J. Kulbacka, N. Rembialkowska, [et al] // International Journal of Biological Macromolecules. – 2015. – V. 80. – P. 23–28.
7. Sinangil Z. Beta-Glucan as a Novel Functional Fiber: Functional Properties, Health Benefits and Food Applications / Z. Sinangil, O. Tastan, T. Baysal // Turkish Journal of Agriculture – Food Science and Technology. – 2022. – V. 10. – P. 1957–1965.
8. Chioru A.  $\beta$ -Glucans: Characterization, Extraction Methods, and Valorization / A. Chioru, A. Chirsanova // Food and Nutrition Sciences. – 2023. – V.14, No.10. – P. 963–983.
9. Biotechnological Addition of  $\beta$ -Glucans from Cereals, Mushrooms and Yeasts in Foods and Animal Feed / V. Chiozzi, C. Eliopoulos, G. Markou [et al] // Processes. – 2021. – V. 9. – Article No. 1889.
10. Bohn J. A. (1 $\rightarrow$ 3)- $\beta$ -d-Glucans as biological response modifiers: a review of structure-functional activity relationships / J. A. Bohn, J. N. BeMille // Carbohydrate Polymers. – 1995. – V. 28 (1). P. 3–14.
11. Preparation, Characterization, and Biological Properties of  $\beta$ -Glucans / S. Rahar, G. Swami, N. Nagpal, [et al] // Journal of Advanced Pharmaceutical Technology & Research. – 2011. – V. 2. – Article No. 94.
12. Modification of the cell wall structure of *Saccharomyces cerevisiae* strains during cultivation on waste potato juice water and glycerol towards biosynthesis of functional polysaccharides / A. Bzducha-Wróbel, S. Błażejczak, M. Kieliszek, [et al] // J. Biotechnology. – 2018. – V. 281. – P. 1–10.
13. Immune-enhancing effect of water-soluble beta-glucan derived from enzymatic hydrolysis of yeast glucan / Y. Xin, H. Ji, E. Cho, [et al] // Biochem. Biophys. Rep. – 2022. – V. 30. – Article 101256.