

ПЕКТИНАЗОПРОДУКУЮЧІ АКТИНОМІЦЕТИ: СУЧАСНИЙ СТАН ДОСЛІДЖЕНЬ

Коваленко Я.П.

КПІ ім. Ігоря Сікорського, kovalenkojacob@gmail.com

Abstract

Pectinases are one of the most popular enzymes in the world. They are used in various industries. Given the growing demand for these enzymes, we are looking at the most efficient producers. For this review, I have chosen actinomycetes as the main group of producers. In addition, this review also looks at culture media and cultivation conditions.

Keywords: *pectinases, actinomycete, bacteria, efficiency.*

Вступ. Пектинолітичні ферменти (пектинази) каталізують розщеплення глікозидних зв'язків пектину з утворенням галактуранових моно-, олігосахаридів, пектатів, та / або низькомолекулярних спиртів. Пектинази знайшли застосування у харчовій, легкій, текстильній та інших галузях промисловості [1], тому й займають близько чверті світового ринку ферментних препаратів [2].

Мікроміцети є основними промисловими продуцентами пектиназ, в першу чергу завдяки високій активності ферментів. Попри це ведуться пошуки ефективніших та безпечніших продуцентів. До синтезу пектиназ також здатні макроміцети (наприклад, *Schizophyllum commune*, *Pleurotus ostreatus*, представники роду *Trametes*), дріжджі (*Yarrowia lipolytica*, *Kluyveromyces marxianus* та інші). Іншими активними продуцентами пектиназ є бактерії. Серед їх представників особливою ефективністю вирізняються *Erwinia carotovora*, представники родів *Bacillus* та *Streptomyces*. Серед цих продуцентів особливої популярності набирають саме останні [3]. Тому огляд останніх досліджень нових продуцентів пектиназ з ряду актиноміцетів є актуальним.

Метою роботи був аналіз даних літератури за 2020–2025 роки щодо найпродуктивніших продуцентів пектиназ серед актиноміцетів та оптимальних умов їх культивування.

Матеріали та методи. Для вибору активних штамів-продуцентів пектиназ було використано метод порівняльного аналізу характеристик штамів актиноміцетів з джерел літератури. Літературний пошук здійснювали у Google Scholar за ключовими словами «pectinases», «actinomycete», «*Streptomyces*» та обмежувався 2020–2025 роками.

Результати та обговорення. Результати пошуку літератури показали, що представники роду *Streptomyces* часто виступають в ролі об'єктів дослідження як потенційні чи задепоновані штами-продуценти пектиназ. Аналіз літератури дозволив виділити найважливіші дослідження, які представлені далі.

Штам *Streptomyces fumigatiscleroticus* VIT-SP4 інокулювали у виробниче середовище, що містило як джерело вуглецю один з видів пектину виділений зі шкірок лімети, манго, гранату й апельсину, серед яких найкращим для отримання пектиназ були останні. *S. fumigatiscleroticus* VIT-SP4 культивували упродовж 3 діб за температури 28 ± 2 °C на шейкерах з частотою обертання 100

об/хв, рН – 7,4. Найбільше отримане значення активності пектинази склало 170,05 од/см³ [4].

Streptomyces tendae BLH 5-14 вирощували у дріжджово-солодовому середовищі, що додатково містило морську воду та пектин зі шкірки цитрусових. *Streptomyces tendae* BLH 5-14 культивували впродовж 3 діб за температури 28 ± 2 °C на шейкерах зі швидкістю перемішування 190 об/хв. За таких умов найвища активність пектинази складала 1,52 од/см³ за оптимуму рН 8,0 та температури 50 °C [5].

Streptomyces chartreusis культивували на середовищі, що містило пектин зі шкірки бананів протягом 4 діб за температури 37 ± 2 °C та рівні кислотності 6,2. За таких умов найвище значення активності пектинази складало 192,16 од/см³ [6].

Streptomyces sp. інокулювали у середовищі, що містило екстракт дріжджового пектину. *Streptomyces* sp. культивували за температури 35 ± 2 °C протягом 2 діб у середовищі з рН 7,0. За цих умов найвищий фіксований рівень активності пектинази становив 2,9 од/см³ [7].

Висновки. Проведений аналіз літературних джерел підтвердив значний потенціал актиноміцетів як продуцентів пектиназ. Виявлено кілька штамів роду *Streptomyces*, що демонструють високу ферментативну активність за різних умов культивування.

Застосування пектиновмісних відходів у ролі субстратів є перспективним підходом для зниження витрат на виробництво пектиназ і підвищення екологічної ефективності процесу. Подальші дослідження мають бути спрямовані на оптимізацію умов культивування, масштабування біотехнологічного виробництва та пошук нових високопродуктивних штамів.

Список використаної літератури:

1. Rodrigues A. G. Secondary metabolism and antimicrobial metabolites of *Aspergillus*. *New and Future Developments in Microbial Biotechnology and Bioengineering*. 2016. P. 81–93. URL: <https://doi.org/10.1016/b978-0-444-63505-1.00006-3>.
2. Pectinases Global Market Report 2025 – Market Size, Trends, And Global Forecast 2025-2034. URL: <https://www.thebusinessresearchcompany.com/report/pectinases-global-market-report>.
3. Haile S., Ayele A. Pectinase from Microorganisms and its industrial applications. *The Scientific World Journal*. 2022. Vol. 2022. P. 1–15. URL: <https://doi.org/10.1155/2022/1881305>.
4. Govindaraji P. K., Vuppu S. Characterisation of pectin and optimization of pectinase enzyme from novel *Streptomyces fumigatiscleroticus* VIT-SP4 for drug delivery and concrete crack-healing applications: An eco-friendly approach. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 2020. Vol. 27, no. 12. P. 3529–3540. URL: <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2020.07.024>.
5. Xylanopectinolytic enzymes by marine actinomycetes from sediments of Sarena Kecil, North Sulawesi: high potential to produce galacturonic acid and xylooligosaccharides from raw biomass / H. Nadhifah et al. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*. 2023. Vol. 21, no. 1. URL: <https://doi.org/10.1186/s43141-023-00488-8>.
6. Production and partial purification of pectinase from *Streptomyces chartreusis*. *Crop Research*. 2021. Vol. 56, no. 1&2. URL: <https://doi.org/10.31830/2454-1761.2021.012>.
7. Optimization of cultural conditions for pectinase production by *Streptomyces* sp. and characterization of partially purified enzymes / S. Shrestha et al. *Microbial Physiology*. 2022. URL: <https://doi.org/10.1159/000528257>.