

Видове багатство, численність і біомаса макрозообентоса зменшились від 2010 г. до 2012 г.; в озері – внаслідок росту мінералізації води; в протоці – в залежності від гідрологічного режиму Кислицького рукава Дунаю.

По численності в макрозообентосі домінували олигохети і личинки комах, по біомасі – личинки комах і, в 2010 г., молюски.

Список использованных источников:

1. Джуртубаев М. М. Брюхоногие моллюски придунайских озёр и водотоков Одесской области / М. М. Джуртубаев, Ю. М. Джуртубаев, В. В. Заморев. – Одесса: Печатный дом, 2012. – 128 с.
2. Гопченко Є. Д. Особливості водного і сольового режимів оз. Китай у 2007 р. / Є. Д. Гопченко, Ю. С. Медведєва // Вісн. Одеськ. держ. екол. ун-ту. – 2008. – Вип. 6. – С. 129-134.
3. Джуртубаев Ю. М. Некоторые лимнологические характеристики придунайских озёр Одесской области в современных условиях / Ю. М. Джуртубаев, М. М. Джуртубаев // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. – 2011. – № 4(49). – С. 26-31.
4. Джуртубаев М. М. Современное состояние макрозообентоса придунайских озёр Одесской области. Сообщение 1 / М. М. Джуртубаев, В. В. Заморев, Ю. М. Джуртубаев // Гидробиол. журн. – 2012. – Т. 48, № 6. – С. 36-42.
5. Джуртубаев М. М. Многолетняя динамика гидрологических и гидрохимических показателей озера Китай (Одесская область, Украина) / М. М. Джуртубаев, Т. В. Урбанская, Ю. М. Джуртубаев // Вісн. Дніпропетр. ун-ту. – Серія Біологія. Екологія. – 2016. – 24(2). – С. 384-391.

Душенківський Д.В.

студент,

*Одеський національний університет
імені І.І. Мечникова*

ВАЖИВІСТЬ СИНТЕЗУ БІОСУРФАКТАТІВ ЗА ДОПОМОГИ МІКОРОГАНІЗМАМУ *PSEUDOMONAS AERUGINOSA*

Одними з найбільш корисних біотехнологічних продуктів, які можна отримати з мікроорганізмів є численні біосурфактанти. Ці сполуки відіграють значну роль в забезпеченні життєдіяльності мікроорганізмів і їх спільнот, беручи участь в регуляції чисельності популяцій мікроорганізмів, забезпечуючи доступ мікроорганізмів до нерозчинним у воді джерел живлення і т.д. З точки зору біотехнології біосурфактанти мікроорганізмів можуть використовуватися для очищення води і ґрунту від забруднення нафтою, компонентами палива, а також важкими металами. На відміну від хімічно синтезованих сурфактантів, біосурфактанти мікроорганізмів мають низьку токсичність, часто більш високою активністю, а також стабільністю своєї структури і активністю при екстремальних показниках температури, рН і т.д. [1].

Як було зазначено вище, рамноліпіди є гліколіпідні біосурфактанти основним продуцентом яких є *Pseudomonas aeruginosa*, а також деякі інші представники роду *Pseudomonas*. Інтерес до цих сполук ґрунтується на двох основних факторах. По-перше, рамноліпіди виявляють значну поверхневу активність і продукуються добре вивченим продуцентом, який дуже легко і швидко культивується, що дозволяє отримувати значну кількість вихідного продукту за досить короткий термін інкубації [2]. По-друге, рамноліпіди є одним з основних факторів патогенності, дія яких лежить в основі захворювань, які викликає їх основний продуцент. Тому розуміння особливостей біосинтезу рамноліпідів і механізмів його контролю відіграють значну роль в боротьбі з інфекціями, викликаними *P. aeruginosa* [1].

Рамноліпіди були вперше описані в 1946 році, коли Bergström et al. виділили з культури *P. aeruginosa*, які росли на глюкозі маслянисті гліколіпіди. Ці компоненти отримали назву «піоліпоеві кислоти» і було встановлено, що вони складаються з L-рамнози і β -гідроксидеканової кислоти [3, 4, 5]. Подальші дослідження дозволили встановити точну структуру цих сполук, а також вивчити їх властивості, перш за все поверхневу активність. Рамноліпіди представляють собою сполуки, що складаються з гліконової і агліконової частини, які з'єднані між собою O-глікозидними зв'язками.

Гліконова частина цих з'єднань складається з одного або двох залишків L-рамнози. Виходячи з цього, виділяють дві групи рамноліпідів – монорамноліпіди і дірамноліпіди. У дірамноліпідах залишки рамнози з'єднані між собою α -1,2-глікозидними зв'язками [6]. 2-гідрокси група у залишків рамнози зазвичай вільна, але в деяких гомологах вона може піддаватися ацетилюванню [7].

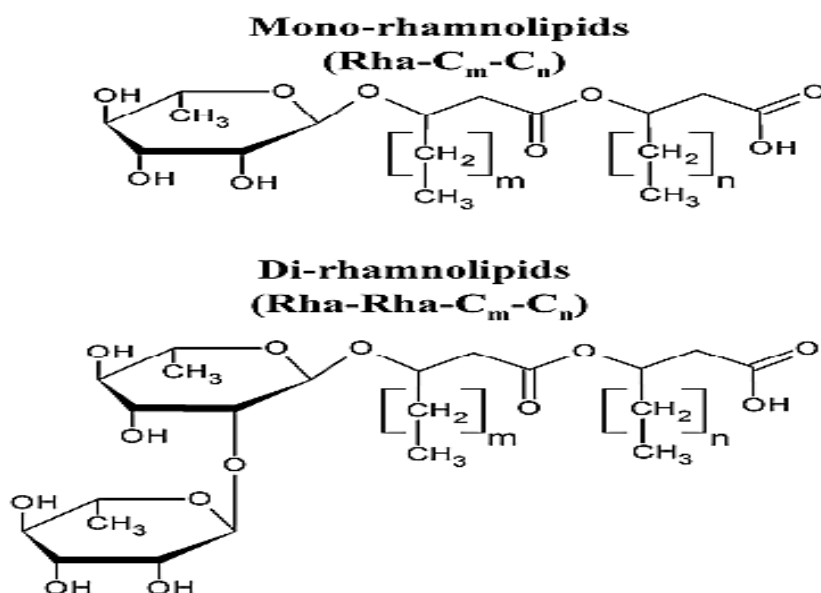


Рис. 1. Принципова структура молекул ді монорамноліпідів

Джерело: [2]

На сьогодні відомо кілька груп біосурфактантів, які синтезуються мікроорганізмами. Більшість цих сполук відноситься до гліколіпідами і

ліпопептидам. Найбільш вивченими серед усіх біосурфактантів на сьогодні є представники першої групи – рамноліпіди [2].

Рамноліпіди синтезуються багатьма мікроорганізмами, особливо в стані біоплівки, але найкращий потенціал поки що має *Pseudomonas aeruginosa*. Рамноліпіди, синтезовані *Pseudomonas aeruginosa*, мають широкий спектр біологічної активності, зокрема, мають антимікробну і протипухлинну дію [8, 9]. Завдяки високій емульгуючій здатності [10] вони ефективно можуть використовуватися для біоремедіації забруднених ґрунтів [11], підвищення нафтовіддачі [12]. Біосурфактанти *Pseudomonas aeruginosa* є сумішшю рамноліпідів різної будови, серед яких основну частину складають ди-і монорамноліпіди, що містять по два залишки жирної кислоти і, перш за все β -гідроксидеканоїл- β -гідроксидеканоата (C10-C10). Дірамноліпіди краще розчиняються у воді, володіють вищою емульгуючою і протипухлинною активністю [13]. Рамноліпіди служать джерелом отримання L-рамнози, що входить до складу ароматичних і смакових добавок.

Важливими перевагами рамноліпідів, як і інших біосурфактантів, в порівнянні з синтетичним поверхнево-активними речовинами є низька токсичність і біодеградабельність [14]. Однак ці переваги нівелюються високою собівартістю, яка в 10 разів вище, ніж у синтетичних сурфактантів. Тому актуальним завданням є розробка підходів, що сприяють зниженню собівартості цих продуктів мікробного біосинтезу. Рамноліпіди, що синтезуються *Pseudomonas aeruginosa*, володіють широким спектром біологічної активності, зокрема, мають антимікробну та протипухлинну дію.

Досягнення цієї мети неможливо без глибокого розуміння механізмів біосинтезу і регуляції процесів його забезпечують. Оскільки *P. aeruginosa* служить модельним мікроорганізмом для цих досліджень, біосинтез рамноліпідів на сьогодні охарактеризований досить глибоко на генетичному, фізіологічному і біохімічному рівнях. Отримані дані дозволили розробити такі підходи підвищення ефективності біосинтезу рамноліпідів, як: оптимізація складу поживних середовищ і технологій культивування, використання жиросодержащих субстратів і перенесення генів (*rhlAB*) в клітини гетерологічних продуцентів [1, 15]. Вважається, що перший підхід на сьогодні вичерпано. Другий виявився ефективним лише у окремих штамів, третій дозволяє отримувати тільки монорамноліпіди.

Біосинтез рамноліпідів включає в себе три процесу: біосинтез рамнозного залишку, біосинтез ацильної ланцюга, а також об'єднання синтезованих компонентів в одну молекулу. Реакція рамнолізирования жирнокислотного ланцюга, що відбувається при біосинтезі рамноліпідів, була вперше описана Burger et al. в 1963 році на прикладі дірамноліпіда формули Rha-Rha-C10-C10.

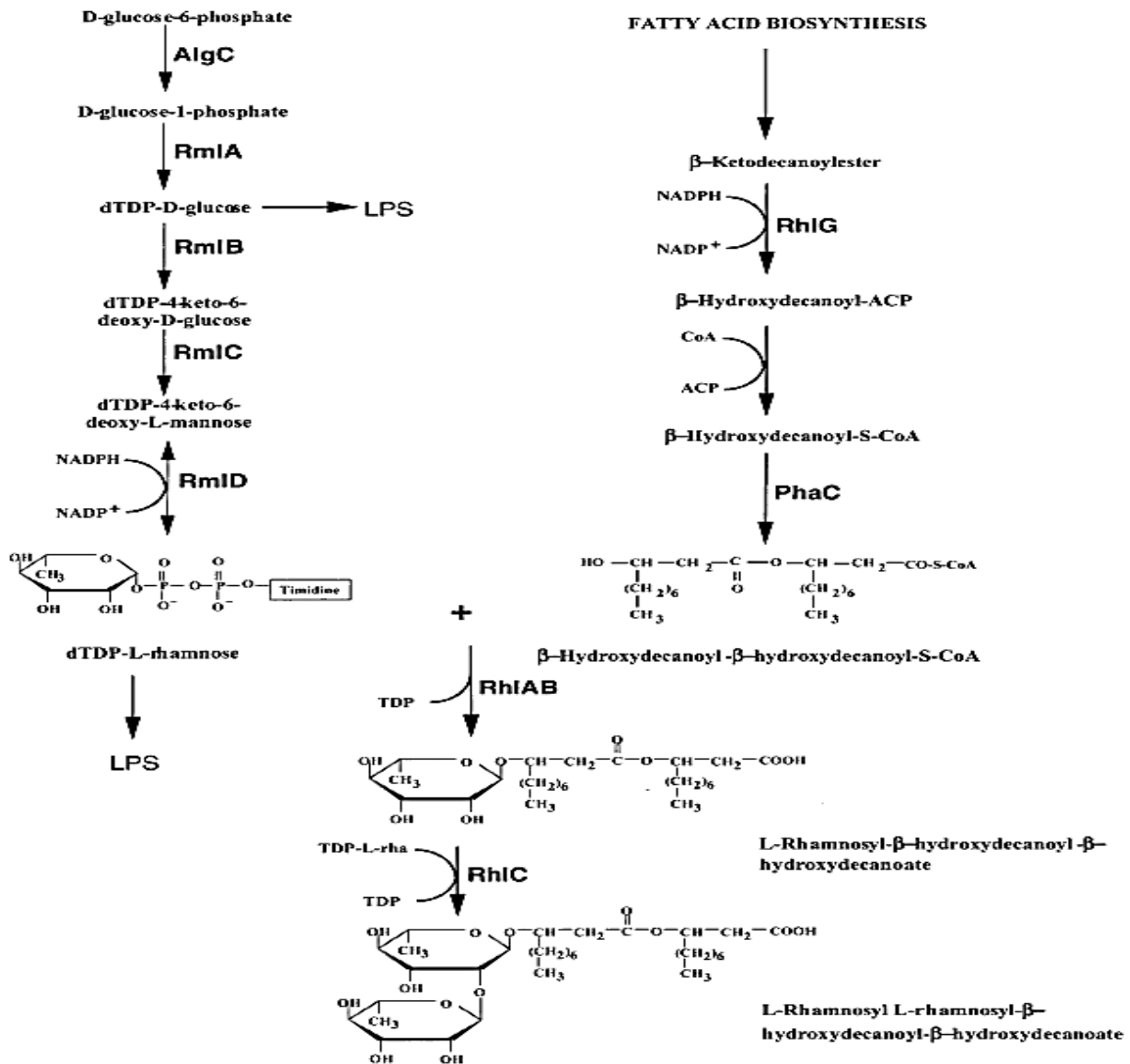


Рис. 2. Схема біосинтезу рамноліпідів *P. aeruginosa*

Джерело: [16, 1]

Перша стадія реакції включає в себе димеризації двох ланцюгів β -гідроксидодеканової кислоти. Далі відбувається послідовне рамнолізірованіє отриманого димера двома молекулами рамнози. Цей процес за участю двох різних ферментів – рамнозилтрансферази 1 (RhIAB) і рамнозилтрансферази 2 (RhIC) [15]. Залежно від того який саме рамноліпід синтезується, зазначена вище реакція може мати ті чи інші особливості.

Рамноліпіди, які синтезуються в великій кількості бактеріями роду *Pseudomonas* мешкають в ґрунтах, забруднених нафтопродуктами, завдяки своїй здатності солубілізувати дані продукти, відкривають доступ бактерій до цього субстрату і тим самим сприяють їх біодеградації [17].

Описанні вище властивості рамноліпідів викликає сьогодні великий практичний інтерес з точки зору біоочищення забруднених розливами нафтопродуктів ґрунтів. У порівнянні з іншими біосурфактантами, переваги рамноліпідів в справі біоочищення полягає в їх більш високій активності, а

також у відносній невибагливості їх продуцентів до умов культивування, що може дозволити швидко розгортати промислове виробництво рамноліпідів.

Іншою важливою властивістю рамноліпідів є їх здатність підтримувати існування бактерій в формі біоплівки. Сьогодні під терміном біоплівка розуміють особливу форму існування мікроорганізмів і їх спільнот, що утворюється як було зазначено вище на межі поділу фаз і характеризується набором властивостей, відмінних від сукупності автономних клітин мікроорганізмів в чистій культурі. До утворення біоплівок здатне переважна більшість мікроорганізмів. Як субстрат для них можуть виступати різні структури, такі як частки ґрунту, металоконструкції, водопровідні труби, скелі і камені, і навіть тіла інших організмів.

Таким чином, вивчення властивостей рамноліпідів (і інших біосурфактантів) є важливим для вивчення різних процесів здійснюваних бактеріальними клітинами. Також перспективним є пошук шляхів збільшення біосинтезу цих продуктів за допомогою різних підходів – як використання генетичного конструювання штамів-суперпродуцентів, так і пошук речовин-регуляторів, здатних при їх застосуванні підвищувати вихід продукту у звичайних штамів.

Список використаних джерел:

1. Hauser G. Studies on the production of glycolipide by *Pseudomonas aeruginosa* / G. Hauser, M. L. Karnovsky // J. Bacteriol. – 1954. – V. 68. – P. 645–654.
2. Müller M. M. Regulatory and metabolic network of rhamnolipid biosynthesis: Traditional and advanced engineering towards biotechnological production / M. M. Müller, R. Hausmann // Applied. Microbiology and Biotechnology. – 2011. – V. 91, № 2. – P. 251–264.
3. Jarvis F. G. A Glyco-lipide produced by *Pseudomonas aeruginosa* / Jarvis F. G., Johnson M. J. // J Am Chem Soc. – 1949. – V. 71. – P. 4124–4126.
4. Edwards J. R. Structure of a rhamnolipid from *Pseudomonas aeruginosa* / J. R. Edwards, J. A. Hayashi // Arch Biochem Biophys. – 1965. – V. 111. – P. 415–421.
5. Yamaguchi M. Microbial production of sugar lipids / Yamaguchi M., Sato M., Yamada K. // Chem Ind. – 1976. – V. 17. – P. 741–742.
6. Andrä J. Endotoxin-like properties of a rhamnolipid exotoxin from *Burkholderia (Pseudomonas) plantarii*: immune cell stimulation and biophysical characterization / J. Andrä, J. Rademann, J. Howe, M. H. J. Koch, H. Heine, U. Zähringer, K. Brandenburg // Biol Chem. – 2006. – V. 387. – P. 301–310.
7. Abalos A. Physicochemical and antimicrobial properties of new rhamnolipids produced by *Pseudomonas aeruginosa* AT10 from soybean oil refinery wastes / A. Abalos, A. Pinazo, M. R. Infante, M. Casals, F. Garcia, A. Manresa. // Langmuir. – 2001. – V. 17. – P. 1367–1371.
8. Piljac G., Piljac V. Pharmaceutical preparation based on rhamnolipid // USA Patent № 5455232, 3 Oct. 1995.
9. Vatsa P. Rhamnolipid biosurfactants as new players in animal and plant defense against microbes / P. Vatsa, L. Sanchez, C. Clement, F. Baillieul, S. Dorey // Int. J. Molecular Sci. – 2010. – V. 11. – P. 5095–5108.
10. Singh A. Surfactants in microbiology and biotechnology: Part 2. Application aspects / A. Singh, J. D. Van Hamme, O. P. Ward // Biotechnol Adv. – 2007. – V. 25. – P. 99–121.
11. Ascı Y. Removal of zinc ions from a soil component Na-feldspar by a rhamnolipid biosurfactant / Y. Ascı, M. Nurbas, Y. S. Acikel // Desalination. – 2008. – V. 223. – P. 361–365.

12. Nguyen T. T. Rhamnolipid biosurfactant mixtures for environmental remediation / T. T. Nguyen, N. H. Youssef, M. J. McInerney, D. A. Sabatini // *Water Research*. – 2008. – V. 42. – P. 1735–1743.
13. Rahim R. Cloning and functional characterization of the *Pseudomonas aeruginosa* *rhlC* gene that encodes rhamnosyltransferase 2, an enzyme responsible for di-rhamnolipid biosynthesis / R. Rahim, U. A. Ochsner, C. Olvera, M. Graninger, P. Messner, S. Joseph, J. S. Lam, G. Soberon-Chavez // *Molecular Microbiology*. – 2001. – V. 40(3). – P. 708–718.
14. Chrzanowski L. Why do microorganisms produce rhamnolipids? / L. Chrzanowski, L. Ławniczak, K. Czaczyk // *World J. Microbiol. Biotechnol.* – 2012. – V. 28. – P. 401–419.
15. Abdel-Mawgoud A. M. Rhamnolipids: diversity of structures, microbial origins and roles / A. M. Abdel-Mawgoud, F. Lerpine, E. Derziel // *Appl Microbiol Biotechnol.* – 2010. – V. 86. – P. 1323–1336.
16. Zhu K. RhlA converts beta-hydroxyacyl-acyl carrier protein intermediates in fatty acid synthesis to the beta-hydroxydecanoyl-beta-hydroxydecanoate component of rhamnolipids in *Pseudomonas aeruginosa* / K. Zhu, C. O. Rock // *J. Bacteriol.* – 2008. – V. 190. – P. 3147–3154.
17. Kaczorek E. Yeast and bacteria cell hydrophobicity and hydrocarbon biodegradation in the presence of natural surfactants Rhamnolipides and saponins / E. Kaczorek, Ł. Chrzanowski, A. Pijanowska, A. Olszanowski // *Biores Technol.* – 2008. – V. 99. – P. 4285–4291.

Жила Я.І., Іванова Д.Д.

студентки;

Надригайло Т.О.

спеціаліст,

Кам'янський державний енергетичний технікум

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СВІТЛА НА РОСЛИНИ

Мета: дослідити вплив світла на вирощування вівса та цибулі в домашніх умовах.

Овес (*Avena*) відноситься до сімейства Тонконогі (*Poaceae*), становить рід у сімействі злакових (*Gramineae*).

Овес – однорічна, рідше багаторічна переважно самозапилювана рослина, перехресне запилення може досягати 2%. Рослина вівса складається з кореня, стебла, волоті і листя.

Ставлення вівса до світла. Овес – культура довгого дня. Для успішного розвитку рослин вівса в перший період життя необхідно переважання в сонячному спектрі довгохвильової радіації і порівняно мала кількість короткохвильової, що властиво низькому сонцестоянню в ранкові та вечірні години. Для нормального росту і розвитку вівса в більш пізні фази потрібна більш висока інтенсивність світла з перевагою в ній короткохвильових променів. Поглинання сонячної енергії рослинами вівса пов'язано з їх асиміляційної поверхнею.

Цибуля (*Allium*) – рід багаторічних рослин родини Цибулевих (*APG II*), що налічує понад 1250 видів.

Вимоги до світла. Ріпчаста цибуля – рослина довгого дня.