

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ AZOTOBACTER VINELANDII

Фалендиш П. О., Горго Ю.П.

КІІ ім. Ігоря Сікорського, falendysh.polina@iik.kpi.ua

Після відкриття у 1903 році бактерія *Azotobacter vinelandii* була прийнята у якості модельного організму для дослідження процесів фіксації азоту, аеробного дихання, фізіології мікроорганізмів, продукції та асиміляції водню, кінетики ферментів, зокрема вивчення структури і механізмів нітрогеназ. Цьому сприяли основні характеристики роду *Azotobacter*: облігатно аеробний спосіб життя, діазотрофність, утворення стійких до висихання цист, продукування полігідроксиалканоатів у якості запасних полімерів, природна компетентність[1].

У роботі було проведено інформаційне дослідження щодо перспектив застосування *A. vinelandii* у різних сферах діяльності людини. *A. vinelandii* має потенціал для використання у різних галузях та комерційного застосування завдяки здатності продукувати велику кількість цінних полімерів, зокрема біопластик та альгінати; здатності до азотфіксації, що може зменшити потребу у використанні синтетичних добрив у сільському господарстві; підвищення врожайності за рахунок сумісного вирощування бактерії з рослинами [1].

Бактеріальні альгінати та полігідроксиалканоати перспективні у галузях тканинної інженерії та біофармакології, у регенеративній медицині. Вони є біосумісними та підлягають біологічному розкладанню, здатні імітувати природний матрикс; мають великий потенціал для розробки гідрогелів, 3D-конструкцій у тканинній інженерії, пов'язок для ран з біологічно активними інкапсульованими сполуками [2]. Альгінат *A. vinelandii* може бути синтезований у промислових масштабах і надалі використовуватись як стабілізатор, загусник, гелеутворювач або плівкоутворюючий агент у харчовій та медичній промисловості. Витримування стерилізації, цитотоксичність та виживаність клітин – важливі характеристики матеріалу для медичних застосувань, які було перевірено для полі- β -гідроксибутирату з молекулярною масою 230 кДа (PHB230), одержаного за допомогою бактеріального синтезу з використанням мутантного штаму *A. vinelandii*. Результати показали, що людські клітини проліферували на плівках та волокнистих скаффолдах з PHB230 і життєздатність клітин була висока, а бактеріальний полімер не проявляв токсичності по відношенню до культури клітин HEK293 [3].

Для мікробного альгінату, отриманого при культивуванні штаму *A. vinelandii* АТСС 9046, виявлено здатність зв'язувати більшу кількість поліморфноядерної еластази і матричних металопротеїназ-2, а також протизапальних цитокінів (TNF- α (фактор некрозу пухлин) та ІЛ-8 (інтерлейкін-8)), порівнюючи з пов'язками з морських альгінатів. Мікробні альгінатні пов'язки мають покращенні гелеутворюючі характеристики завдяки О-ацетилюванню мануронової кислоти – якості, яка може сприяти подальшому неспецифічному зв'язуванню патофізіологічних протеаз [4].

Ліофілізований продукт на основі сидерофорів з культури *A. vinelandii* є можливою альтернативою синтетичним хелатним залізним добривам для

екологічного запобігання хлорозу, спричиненого дефіцитом заліза, у рослин сої, вирощених на вапнякових ґрунтах [5].

В Інституті мікробіології НАН України розроблено і комерціалізовано бактеріальний препарат «Азогран» на основі високоефективних азотфіксуючих бактерій *A. vinelandii* В-7076 і фосфатмобілізувальних бактерій *B. subtilis* ІМВ В-7023, який покращує продуктивність культур рослин, сприяє їх забезпеченню основними елементами живлення і тривалішій роботі асиміляційного апарату [6].

Моделльний організм *A. vinelandii* АТТС 12837 виявився високотолерантним та ефективним у розкладанні хлорпірифосу (за концентрацій 500 мг/л) без накопичення токсичних вторинних метаболітів і має потенціал для покращення продуктивності сільськогосподарських рослин, які вирощуються на ґрунтах, забруднених пестицидами [7].

Для детальнішого вивчення *A. vinelandii* створюють метаболічні моделі в масштабі геному (М-моделі), які є математичними представленнями і містять інформацію про гени, реакції, метаболіти та їх з'єднання; можуть симулювати оптимальне проходження реакцій за різних умов, використовуючи експериментально визначені обмеження. М-модель *A. vinelandii* DJ (iDT1278) складається з 2003 метаболітів, 2469 реакцій та 1278 генів (близько 26% всіх анотованих кодуєчих генів у геномі), містить всі реакції та гени, задіяні у фіксації азоту, біосинтезі РНВ та альгінату [8].

Здобуті знання будуть використані для подальшого напрацювання ідей щодо застосування *A. vinelandii* у сферах біотехнології та біомедицини.

Список використаної літератури:

1. Noar, J. D., Bruno-Bárcena, J. M. *Azotobacter vinelandii*: the source of 100 years of discoveries and many more to come. *Microbiology*. 2018. Vol. 164, No. 4. p. 421–436.
2. Lee, K. Y., Mooney, D. J. Alginate: properties and biomedical applications. *Progress in polymer science*. 2012. Vol. 37, No. 1. p. 106–126.
3. Romo-Uribe, A., Meneses-Acosta, A., Domínguez-Díaz, M. Viability of HEK 293 cells on poly- β -hydroxybutyrate (PHB) biosynthesized from a mutant *Azotobacter vinelandii* strain. *Cast film and electrospun scaffolds*. *Mat. Sci and Engineering: C*. 2017. Vol. 81. p. 236–246.
4. Fischer, M., Gebhard, F., Hammer, T., та ін. Microbial alginate dressings show improved binding capacity for pathophysiological factors in chronic wounds compared to commercial alginate dressings of marine origin. *J. of Biomat. Appl*. 2017. Vol. 31, No. 9. p. 1267–1276.
5. Ferreira, C. M. H., López-Rayó, S., Lucena, J. J., та ін. Evaluation of the Efficacy of Two New Biotechnological-Based Freeze-Dried Fertilizers for Sustainable Fe Deficiency Correction of Soybean Plants Grown in Calcareous Soils. *Frontiers in Plant Science*. 2019. Vol. 10, p. 173-181.
6. E.Ulzijjargal, I.O. Skorochod, I.K. Kurdish, A.A. Roy, Yu.P. Gorgo. Antioxidant action of a nanocomposite biological product Azogran on seeds development of different varieties of barley // *International Journal of Scientific and Research Publications-IJSRP*.2020; Vol.10(4), p.154-158
7. Conde-Avila, V., Peña, C., Pérez-Armendáriz, B., та ін. Growth, respiratory activity and chlorpyrifos biodegradation in cultures of *Azotobacter vinelandii* ATCC 12837. *AMB Express*. 2021. Vol. 11, No. 1. C. 177.
8. Tec-Campos, D., Zuñiga, C., Passi, A., та ін. Modeling of nitrogen fixation and polymer production in the heterotrophic diazotroph *Azotobacter vinelandii* DJ. *Metabolic Engineering Communications*. 2020. Vol. 11. C. e00132.