

**Результати та їх обговорення.** При майже однаковому діаметрі кульок та поперечника шпательів загальна площа контакту кульок з поверхнею середовища перевищувала площу контакту робочої поверхні шпателя у приблизно 7,7 разів. Для шпателя вона становила 112,6 мм<sup>2</sup>, для кульок – 866,8 мм<sup>2</sup>. Така різниця могла б призвести до того, що частина інокуляту залишалась би на поверхні кульок і не потрапляла на поверхню середовища. Проте результати підрахунку колонієутворюючих одиниць не показали статистично достовірної різниці ( $p = 0,48$ ) при інокуляції суспензії *S. aureus* ATCC 6538 (~8 log КУО/мл) на МПА. При інокуляції шпателем середнє значення концентрації бактеріальної суспензії становило  $8,07 \pm 0,09$  log КУО/мл, при інокуляції за допомогою кульок –  $8,08 \pm 0,18$  log КУО/мл. Worthington та ін. (2001) повідомляли про використання методу Копакабана для інокуляції *E. coli* та *Saccharomyces cerevisiae* скляними кульками діаметром 4 мм. Вони при цьому використовували меншу кількість кульок (8-12 шт.). Sanders (2012) використовував 10-12 кульок такого ж діаметру проте замість потрушування використовував інокуляцію круговими рухами.

**Висновки.** Метод Копакабана може використовуватися при мікробіологічних дослідженнях із застосуванням серійних розведень.

## БІОЛОГІЧНІ АГЕНТИ У МІКРОБІОЛОГІЧНІЙ ГАЛУЗІ

Сенюк І.В., Галузінська Л.В., Толбі Ель Мехді, Ель-Асрі

Абделладім

Національний фармацевтичний університет, м. Харків, Україна

[citochrom@gmail.com](mailto:citochrom@gmail.com)

**Вступ.** У більшості випадків біоагентами у мікробіологічній промисловості є мікроорганізми, ферменти яких забезпечують біоконверсію певних органічних речовин сировини на цільовий продукт. Оскільки цей процес є біохімічною реакцією, то сировину у мікробіологічних технологіях прийнято називати субстратом:  $S + E \rightarrow SE \rightarrow E + P$ , де  $S$  – органічний субстрат,  $E$  – ензим,  $SE$  – активний комплекс і  $P$  – продукт ферментації. Біоагентами більшості технологій, заснованих на тонкому (біохімічному) синтезі, є різноманітні штами одно- або багатоклітинних мікроскопічних організмів: зазвичай, бактерій або грибів. До них також відносять мікроорганізми, що використовують задля векторної рекомбінації і трансфекції, – бактеріофаги та інші віруси. Крім цього, як біоагенти застосовують клітинні органели, окремі клітини і тканини багатоклітинних організмів, їх метаболіти тощо.

З точки зору систематики, штамом є культивар (культурний різновид від лат. *Cultae varieties*) – внутрішньовидовий таксон, штучно

створений людиною. Для створення нових культиварів біотехнологи застосовують методи молекулярної або генетичної, клітинної і тканинної інженерії. Такі організми називають трансгенними або генетично модифікованими.

**Матеріали та методи.** Проведено літературний пошук з залученням таких баз даних, як PubMed та Google Scholar. До аналізу літератури включені наукові статті, клінічні дослідження, мета-аналізи, систематичні огляди та описові огляди.

**Результати та їх обговорення.** Номенклатура біотехнологічних агентів включає неклітинні організми – віруси, клітини прокариот (бактерій і актиноміцетів) й еукаріот (рослин, грибів і тварин), їх органели, позаклітинні метаболіти: первинні (амінокислоти, органічні кислоти, нуклеотиди, вітаміни та ін.) і вторинні (антибіотики, імуномодулятори, алкалоїди та ін.) метаболіти, а також іммобілізовані клітини.

Віруси (*Virabiota*). За допомогою генетичних, хімічних і молекулярно-біологічних методів модифікації віруси і вірусоподібні частинки використовуються для розробки нових генетичних векторів, адресної доставки лікарських препаратів у клітини-мішені, створення кандидатних вакцин, нових засобів лікування інфекційних і соматичних захворювань, принципово нових методів діагностики тощо. Віруси різних родин з будь-яким типом будови віріона і різним типом симетрії нуклеокапсиду розглядаються як нанобіочастинки, побудовані з нуклеїнових кислот і декількох видів багаторазово повторюваних білкових молекул, що формуються шляхом самозбірки у правильно впорядковані структури і навіть кристали. Особливо привабливими є морфологічна однорідність структурних компонентів віріонів, біодоступність, біодеградація та багатофункціональні характеристики протеїнів.

Серед сучасних векторів вірусної природи найкращими є віруси бактерій, рослин і комах: бактеріофаги з ікосаедрічним типом будови капсиду; бактеріофаги зі спіральним типом симетрії; віруси рослин з ікосаедрічним типом капсиду - *Brome mosaic virus*, *Cowpea chlorotic mottle virus*, *Cowpea mosaic virus*, *Hibiscus chlorotic ringspot virus*, *Red clover necrotic mottle virus*, *Turnip yellow mosaic virus*; віруси рослин зі спіральним типом симетрії нуклеокапсиду - *Potato virus X*, *Tobacco mosaic virus*; бакуловірус *Flock House virus*, що розмножується в клітинах комах. Як вектори на основі вірусів хребетних тварин використовують генетично модифіковані ослаблені варіанти вірусу, які не здатні викликати патологію у людини, але зберігають свої імуногенні властивості або адресний білок. У даний час на основі простих і гібридних вірусних векторів (лентивіруси, віруси родини *Herpesviridae*,  $\alpha$ -віруси, рекомбінантні аденоасоційовані віруси, мавпячий вірус, ретровіруси

розробляються моделі для доставки генів у ЦНС з метою регенерації пошкоджених клітин.

Бактерії (*Bacteriobiota*). Залежно від наявності кисню в середовищі бактерії поділяють на аероби і анаероби, а за типом живлення – на автотрофи і гетеротрофи. Автотрофи здатні синтезувати всі компоненти клітини з CO<sub>2</sub>: хемотрофи або фототрофи. Гетеротрофи для асиміляції отримують енергію у результаті окислення або зброджування органічних речовин (спиртів, органічних кислот, вуглеводів, вуглеводнів тощо). До фототрофних бактерій (*Oxyphotobacteriobionta*) належать синьо-зелені водорості (*Cyanobacteria*), представники яких використовуються у різних біотехнологіях: *Spirulina (Arthrospira) platensis* характеризується високим вмістом якісного протеїну, *Nostoc sp.* і *Synechococcus sp.* застосовують для очистки стічних вод та утилізації CO<sub>2</sub>, а біомаса *Microcystis aeruginosa*, зібрана під час цвітіння евтрофованих водойм, конвертується метанобактеріями на біометан. До еубактерій належать види з родів *Micrococcus*, *Bacillus*, *Nocardia*, *Brevibacterium*, *Pseudomonas*, *Mycobacterium*, *Corinebacterium*, *Acetobacter*, *Aerobacter*, *Achromobacter* та ін.). Усі вони відносяться до справжніх бактерій (*Eubacteriobionta*) – одноклітинних прокариот кулястої (коки) або циліндричної форми. Групою еубактерій є метанобактерії, які застосовують в енергетиці (створення біогазу – суміші CH<sub>4</sub> і CO<sub>2</sub>). У процесі біометаногенеза беруть участь три групи бактерій. Перші перетворюють складні органічні субстрати на масляну, пропіонову і молочну кислоти. Інші трансформують ці органічні кислоти на ацетат, H<sub>2</sub> і CO<sub>2</sub>. Треті відновлюють CO<sub>2</sub> до CH<sub>4</sub> із поглинанням H<sub>2</sub>. Останні відносяться до 17 родів відомих метанобактерій (*Methanobrevibacter*, *Methanobacter*, *Methanospirillum*, *Methanococcus*, *Methanosarcina*, *Methanotherix* тощо).

Гриби (*Mycobiota*). Талом грибів складається з компактного і повітряного міцелію, утвореного розгалуженими гіфами. Більшість грибів – це сапрофіти або паразити рослин і тварин. До числа продуцентів сирого протеїну відносяться макроміцети, культивовані на різних субстратах: *Agaricus bisporus*, *Pleurotus ostreatus*, *Lentinula edodes et al.* Усі вони належать до класу базидіальних грибів (*Basidiomycetes*).

Мікроміцети є продуцентами багатьох БАР: антибіотиків, ферментів, амінокислот, вітамінів, органічних кислот, біогербіцидів, бактеріальних добрив тощо. Найбільш часто в біотехнологіях використовують мікроміцети з родів *Aspergillus*, *Rhizopus*, *Trichoderma*, *Cladosporium*, *Penicillium*, *Endomycopsis*, *Endomyces*, *Nadsonia*, *Saccharomyces*, *Schizosaccharomyces*, *Candida*, *Torulopsis*, *Rhodotorula*, *Hansenula*, *Pichia* та ін.

**Висновки.** Таким чином, відповідно до сучасної системи органічного світу біоагенти належать до п'яти царств (*Virabiota, Bacteriobiota, Phytobiota, Mycobiota* і *Zoobiota*) живої природи серед яких мікроорганізми мають ключове місце.

## **РОЛЬ МІКРООРГАНІЗМІВ У БІОТРАНСФОРМАЦІЇ ПОЛЮТАНТІВ**

**Сенюк І.В., Кравченко В.М., Беррі Закарія**

*Національний фармацевтичний університет, м. Харків, Україна*

[citochrom@gmail.com](mailto:citochrom@gmail.com)

**Вступ.** Сучасний розвиток природоохоронних біотехнологій з використанням безпечних для навколишнього середовища біологічних методів, спрямованих на розв'язання прикладних завдань системи захисту довкілля, свідчить про безальтернативність застосування й необхідність подальшого удосконалення екологічних мікробіологічних досліджень в умовах потужного антропогенного впливу на біосферу та вказує на потребу збереження генетичного, видового й екосистемного біорізноманіття і безпечних умов для здоров'я людини та її еволюції.

Хімічною основою реалізації біопроектів екологічних біотехнологій є біохімічні реакції, що здійснюють живі організми у середовищах, знешкоджуючи забруднюючі речовини або перетворюючи їх на менш агресивні для довкілля компоненти. Природна або генетично модифікована метаболічна і катаболічна активність асоціацій біоагентів та явище кометаболізму забезпечують реалізацію екологічних біотехнологій і безпечного входження в екосистему біотрансформованих речовин внаслідок процесів біодетоксикації, біодеградації та біоконверсії. Перетворення хімічних сполук за участю біоагентів відбувається у різних напрямках і призводить до мінералізації, біосинтезу, полімеризації сполук, накопичення їх у компонентах довкілля. Біотрансформація полютантів відбувається завдяки наявності в екосистемах мікробоценозів певного складу, розвиток і розмноження яких індукує підвищена концентрація забруднювачів (біогенів – сполук карбону, нітрогену, фосфору тощо), при зниженні якої чисельність і структура мікробних асоціацій повертається до вихідного природного стану. Біотрансформація речовин реалізується шляхом реакцій окиснення, відновлення, дезамінування, декарбоксілювання, дегалогенування, метилювання, гідроксилювання, гідратації, гідролізу тощо.

**Матеріали та методи.** Використані наукові літературні дані щодо мікробіологічних принципів у реалізації біопроектів екологічних біотехнологій.