

БІОГЕННИЙ СИНТЕЗ НАНОСРІБЛА МОЛОЧНОКИСЛИМИ БАКТЕРІЯМИ

О.М. Савчук, І.М. Волошина

Київський національний університет технологій та дизайну
oleksandra.sav2002@gmail.com

Наночастинки срібла широко застосовують у багатьох галузях, однак, важливе значення мають при отриманні лікарських та косметичних засобів, побутової хімії, тощо. Наночастки срібла мають розмір менше 100 нм та відомі своєю антисептичною дією на патогенні мікроорганізми, що обумовлює високий попит на дослідження дії наночасток срібла у середині людського організму та використання їх як доставки ліків. Актуальність дослідження наночасток срібла підтверджується тим фактом, щоб патогенні мікроорганізми можуть набувати резистентність до антибіотикотерапії, тому застосування наносрібла як ліків проти грамполозитивних і грамнегативних збудників має велику перспективу. Проте не можна стверджувати, що використання наносрібла є панацеєю для лікування певних хвороб та знищення патогенної мікрофлори, адже воно може згубно впливати на живий організм повністю. Тому актуально досліджувати цитотоксичність наносрібла на цілий організм [1].

Спершу для синтезу наночасток срібла використовували хімічні та фізичні методи, але використання у них токсичних речовин та розчинників потребує змін на більш екологічні методи синтезу. Серед них, розділ зеленої хімії, який базується на синтезі наночасток срібла за допомогою рослин та мікроорганізмів. Для цього використовують живі, або зруйновані клітини, або їх метаболіти, не використовуючи при цьому ніяких токсичних речовин [2]. Біогенний синтез має ряд переваг, окрім його екологічності це також економічна ефективність та біосумісність синтезованих наночасток [3].

Для отримання наночасток срібла використовують сіль срібла, найчастіше це AgNO_3 , відновник, який окислює аргентум (I) до вільного срібла, стабілізатор чи блокуючий агент, який дозволяє контролювати ріст наночасток і не дає їм з'єднуватись між собою. У разі біогенного синтезу відновником і блокуючим агентом (білок) стають молекули, які виділяють мікроорганізми. Також срібло здатне відновлюватись не лише у клітині мікроорганізма та на її поверхні, а й у надосадовій рідині, у цьому випадку відновником є ферменти виділені клітинами [2].

Молочнокислі бактерії є досить перспективними та ефективними для виробництва наночастинок срібла. В літературі описано синтез наносрібла у надосадовій рідині культури *L. lactis* LCLB56. Для відновлення срібла використовували сіль AgNO_3 , а супернатант доводили до концентрації 1 мМ AgNO_3 , який потім відправляли на 7 днів у темряву на шейкер при 26°C [4]. Було доведено, що LAB-срібло проявляє антимікробні властивості проти грамполозитивних (*S. epidermidis* ATCC49461, *S. aureus* ATCC6338) та грамнегативних (*P. aeruginosa* ATCC10145, *P. mirabilis* ATCC25933) патогенів [4]. Здатність до синтезу наночасток срібла за допомогою молочнокислих бактерій була продемонстрована за допомогою *L. bulgaricus* на середовищі МРС. Отримані наночастки срібла також показали антибактеріальну дію проти *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* та *Salmonella typhi* [5].

Також вивчали бактерицидний вплив наночасток срібла на самі молочнокислі бактерії, а саме *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* і *L. casei*. Було досліджено, що наночастинки срібла розчиняються у кислому середовищі молочнокислих бактерій, що призводить до збільшення гідроксильних іонів у середовищі, що призводить до загибелі клітини, негативно впливаючи на ДНК. Це дослідження показало, який має вплив кислотність середовища на наявні у ньому наночастинки срібла [6]. Також здатність до синтезу наночастинок срібла виявлено у *Lactobacillus* spp., *Pediococcus pentosaceus*, *Enterococcus faecium* і *Lactococcus garvieae* [7]. Дослідження залежності кислотності середовища на швидкість відновлення срібла, розглянуто на середовищах з *L. fermentum* LMG 8900 з рН 2, 4, 6, 7, 8, 9 та 11,5. Чим

вищою була кислотність – тим вищі показники відновлення срібла та швидкість процесу, окрім кислотності, що відповідає рН 6-8. Серед видів, які здатні відновлювати срібло при високо лужному середовищі є *Lactobacillus* spp., *P. pentosaceus*, *E. faecium*, *L. garvieae* [7].

Варто зазначити, що залежно від виду та штаму мікроорганізму, середовища, умов культивування та внесеної солі і її концентрації залежить розмір та форма отриманих наночасток. Крім того, наночастки срібла різних розмірів та форм мають різну антибактеріальну дію на різні види патогенів, тому цей процес потрібно досліджувати далі та опиратись на вже готові дослідження по цій темі [1, 2].

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Siddiqi K.S., Husen A., Rao R.A.K. // J Nanobiotechnology. 2018. 16; 16(1):14. doi: 10.1186/s12951-018-0334-5.
2. Sintubin L., Verstraete W., Boon N. // Biotechnol Bioeng. 2012. 109(10):2422-2436. doi: 10.1002/bit.24570.
3. Gahlawat G., Choudhury A.R.. // RSC Adv. 2019. 26; 9(23):12944-12967. doi: 10.1039/c8ra10483b.
4. Viorica R.P., Pawel P., Kinga M., Michal Z., Katarzyna R., Boguslaw B. // Appl Microbiol Biotechnol. 2017. 101(19):7141-7153. doi: 10.1007/s00253-017-8443-x.
5. Naseer Q.A., Xue X., Wang X., Dang S., Din S.U., Kalsoom, J.J. // Braz J Biol. 2021. 5; 82:e232434. doi: 10.1590/1519-6984.232434.
6. Tian X., Jiang X., Welch C., Croley T.R., Wong T.Y., Chen C., Fan S., Chong Y., Li R., Ge C., Chen C., Yin J.J. // ACS Appl Mater Interfaces. 2018. 14; 10(10):8443-8450. doi: 10.1021/acsami.7b17274.
7. Sintubin L., De Windt W., Dick J., Mast J., van der Ha D., Verstraete W., Boon N. // Appl Microbiol Biotechnol. 2009. 84(4):741-9. doi: 10.1007/s00253-009-2032-6.

КУЛЬТУРА «БОРОДАТИХ» КОРЕНІВ РОСЛИН ПОЛИНУ ЯК ЕКОЛОГІЧНИЙ ТА ПРОДУКТИВНИЙ СПОСІБ ОТРИМАННЯ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ СПОЛУК

Т.А. Богданович, В.П. Дуплій, А.М. Шаховський, Я.І. Ратушняк, Н.А. Матвєєва

Інститут клітинної біології та генетичної інженерії НАН України
bogdanovych_tais@ukr.net

Генетична інженерія нині є широко відомим методом зміни геному рослин. Започаткований у 70-х роках 20 століття, цей метод застосовується для отримання трансгенних рослин різних видів, у тому числі лікарських. Крім того, використання для трансформації бактерій *Agrobacterium rhizogenes* дозволяє отримати культури «бородатих» коренів. Останні характеризуються швидким гормонезалежним ростом, є невибагливими до складу живильного середовища, що робить такі корені перспективним джерелом біологічно активних сполук як альтернативу рослинам, зібраним у їх природних місцях росту. Оскільки «бородаті» корені можна вирощувати цілорічно в умовах *in vitro* на стандартизованому живильному середовищі, а ріогі не забрудненому токсичними сполуками, їх використання як біофабрик цінних сполук є екологічно доцільним та дозволяє зберігати природні популяції лікарських рослин.

Рід *Artemisia* включає багато видів рослин, які ростуть на території України у природних умовах. Наприклад, розповсюдженими є такі рослини як *A. vulgaris* L., *A. absinthium* L. та *A. annua* L., використовувані у народній медицині. Рослини *A. dracuncululus* L. спеціально вирощуються та використовуються у кулінарії. Ще один вид, *A. tilesii* Ledeb., не зустрічається на території України та має дуже обмежений ареал, зокрема, росте на Алясці