

ПЕРСПЕКТИВА ВИКОРИСТАННЯ БІОГЕННИХ НАНОЧАСТОК СРІБЛА ЯК ПРОТИМІКРОБНИХ АГЕНТІВ

Потапенко В.В., Скроцька О.І.

Національний університет харчових технологій, potapenko.lera@ukr.net

В сучасному світі наночастинки проявляють абсолютно нові властивості, засновані на певних характеристиках, таких як дуже малий розмір (до 100 нм), особливості форми, розподіл частинок і їх морфологія, у порівнянні з більшими частинками матеріалу, з якого вони виготовлені. Таким чином наночастинки мають більш високе співвідношення поверхні до об'єму через зменшення їхнього розміру. По мірі збільшення питомої поверхні наночастинок їхня біологічна активність може збільшуватись за рахунок виникаючого збільшення поверхневої енергії. Такі особливості допомагають їм легко взаємодіяти з різними біологічними об'єктами.

Існує кілька методів синтезу наночастинок, але оскільки класичні фізико-хімічні методи мають такі істотні недоліки, як полідисперсність, невелика кількість отриманого продукту та використання токсичних реагентів – виникла необхідність розробки екологічно чистих підходів біосинтезу наноматеріалів. Для того, щоб реалізувати такий підхід вченими практикується використання різних мікроорганізмів (бактерії, актиноміцети, дріжджі, міцеліальні гриби) або рослин. Їх застосовують завдяки здатності відновлювати метали як внутрішньоклітинно, так і позаклітинно. Отримані таким шляхом наночастинки в результаті мають унікальні фізичні, хімічні, оптичні та біологічні властивості, що робить їх придатними для застосування в різних цілях.

Однією з таких цілей є використання наночастинок у медицині. На сьогоднішній день в цьому напрямку використовуються наночастинки таких металів, як срібла та золота; наночастинки таких оксидів металів, як оксиду цинку та оксиду титану. Велика кількість мікробних інфекцій, швидкий розвиток стійкості до сучасних антибіотиків та інших лікарських препаратів, еволюція патогенів за рахунок мутацій підштовхують вчених до розробки або модифікації протимікробних сполук та альтернативних методів лікування. Так, дослідження в галузі нанотехнологій останнім часом супроводжуються розробкою нанорозмірних об'єктів з вираженою антимікробною дією проти патогенів.

Давно відомо, що срібло проявляє інгібуючу дію проти безлічі патогенних мікроорганізмів, які зазвичай «загрожують» біобезпеці у такому напрямку, як медицина. Так, найбільш відомою галуззю застосування срібла є саме медична промисловість. Срібло може входити до складу мазей та кремів місцевого застосування для запобігання інфікуванню опіків та відкритих ран, а також до складу гелів та тканин, які використовують у спортивній медицині. Крім того, завдяки своїм антимікробним властивостям воно широко використовується для виготовлення різних імплантів.

Наночастинки срібла (AgNPs) добре відомі як ефективні інгібітори росту широкого спектру грампозитивних та грамнегативних бактерій, міцеліальних грибів, а також деяких вірусів. Антимікробна дія AgNPs може включати такі

процеси: вивільнення іонів срібла (Ag^+), які в основному зв'язуються зі сполуками тіолу, тим самим порушуючи важливі клітинні функції, включаючи реплікацію ДНК; прикріплення до клітинних мембран, що порушує мембранний потенціал клітин; генерація активних форм кисню всередині клітин, які пошкоджують мембрану, призводячи до загибелі клітини.

У дослідженнях Ammar зі співатор. використовували дві культури дріжджів *Pichia kudriavzevii* HA-NY2 та *Saccharomyces uvarum* HA-NY3 для біосинтезу наночастинок срібла. Отримані AgNPs показали високу інгібуючу активність проти таких грампозитивних бактерій, як *Bacillus subtilis* ATCC6633, *Staphylococcus aureus* ATCC29213; грамнегативних *Pseudomonas aeruginosa* ATCC27953; а також таких дріжджів *Candida tropicalis* ATCC750 та міцеліальних грибів *Fusarium oxysporium* NRC21 [1].

При використанні дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* синтезовано AgNPs і досліджено їх антибактеріальну активність проти *Escherichia coli*. За отриманими результатами було підтверджено, що отримані AgNPs концентрацією вище 20 мкг/мл викликають повне зниження росту зазначеного патогену [2]. Sowbarnika та ін. також використовували дріжджі *S. cerevisiae* для біосинтезу наночастинок срібла. В даній роботі було виявлено, що мінімальна інгібуюча концентрація AgNPs проти *E. coli* становить 40 мкг/мл [3].

В іншому дослідженні [4] використовували дріжджі *Rhodotorula* sp. ATL72 для одержання AgNPs. Біосинтезовані наночастинок срібла проявили інгібуючу дію проти грампозитивних бактерій (*Streptococcus* sp., *Bacillus* sp., *Staphylococcus* sp.), грамнегативних бактерій (*Shigella* sp., *E. coli*, *P. aeruginosa*, *Klebsiella* sp.), а також дріжджів роду *Candida*. Також виявлено, що концентрація AgNPs 1 мкг/мл повністю пригнічує ріст таких патогенів, як *Bacillus* sp., *E. coli* та *Candida* sp.

Наночастинок металів, синтезовані з використанням мікроорганізмів або рослин, є альтернативою іншим способам отримання таких цінних наноматеріалів. Використання наночастинок срібла у медицині є актуальним та багатообіцяючим. А сам біосинтез наночастинок срібла є напрямком майбутнього у розробці нових протимікробних агентів, які так необхідні зараз.

Список використаної літератури:

1. Ammar H.A., El Aty A.A.A., El Awdan S.A. Extracellular myco-synthesis of nano-silver using the fermentable yeasts *Pichia kudriavzevii* HA-NY2 and *Saccharomyces uvarum* HA-NY3, and their effective biomedical applications. *Bioprocess and biosystems engineering*. 2021. Vol. 44, No 4. P. 841 – 854.
2. Shu M, He F., Li Z., Zhu X., Ma Y., Zhou Z., Yang Z., Gao F., Zeng M. Biosynthesis and antibacterial activity of silver nanoparticles using yeast extract as reducing and capping agents. *Nanoscale research letters*. 2020. Vol. 15, No 1. P. 1 – 9.
3. Sowbarnika R., Anhuradha S., Preetha B. Enhanced antimicrobial effect of yeast mediated silver nanoparticles synthesized from baker's yeast. *International Journal of nanoscience and nanotechnology*. 2018. Vol. 14, No 1. P. 33 – 42.
4. Soliman H., Elsayed A., Dyaа A. Antimicrobial activity of silver nanoparticles biosynthesised by *Rhodotorula* sp. strain ATL72. *Egyptian Journal of Basic and Applied Sciences*. 2018. Vol. 5, No 3. P. 228 – 233.