

– Встановлено, що гідролізати крохмалевмісної сировини, які запропоновані в даному дослідженні, можуть бути використані для приготування поживних середовищ в якості джерела вуглецю та енергії при вирощуванні біомаси гриба *Pleurotus ostreatus* НК-35. Найбільша кількість біомаси гриба визначена на гідролізаті гречаного борошна – 2,924 г/100 мл в присутності глютену та на гідролізаті пшеничної мучки – 2,040 г/100 мл в присутності соєвого молока.

– Виявлено, що оптимальним для накопичення біомаси і протеїну було поєднання глютену з гідролізатом гречаного борошна. А також найбільший вихід грибної біомаси *Pleurotus ostreatus* НК-35 та вміст в ній протеїну, спостерігався на середовищі з гідролізату пшеничної мучки.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Кащевська О. В. Вирощування їстівних грибів: рек. покажч. літ. / укл. О. В. Кащевська, А. А. Ястремська / ред. О. Г. Пустова. – Миколаїв: МНАУ, 2016. – 32 с.
2. Методы экспериментальной микологии: Справочник. – К.: Книга по Требованию, 2014. – 552 с.

ВИКОРИСТАННЯ НАНОЧАСТИНОК МЕТАЛІВ ДЛЯ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

Ю.М. Нетяга, Т.Є. Давидюк, І.М. Волошина

Київський національний університет технологій та дизайну
juliahapyy@gmail.com

В останні десятиріччя стрімко розвиваються технології отримання нових матеріалів, що складаються з наночасток (НЧ). Відповідно до загальноприйнятої термінології до наночасток відносять частинки розмірами від 1 до 100 нм (10^{-9} м). Наноматеріали (НМ) – це матеріали хоча б з одним зовнішнім розміром у наношкалі, або які мають внутрішню чи поверхневу нанорозмірну структуру [1]. Частинки розміром від 1 до 100 нм здатні проходити мембранні бар'єри живих клітин, що дозволяє використовувати їх у біології [1]. Наноматеріали використовуються в таких сферах, як косметика, сільське господарство, медицина, авіація, військова промисловість та електроніка. Вважається, що описано понад 800 продуктів на основі наноматеріалів і нанотехнологій [2].

Для розвитку нанотехнології непростим завданням є отримання нанобіоматеріалів, які б максимально засвоювались живими організмами та були екологічно безпечними. Та лише за таких умов наноматеріали можна кваліфікувати як функціональні нанобіоматеріали. У випадку їх практичного застосування у сільському господарстві (рослинництві, тваринництві) завдання ще більше ускладнюється, оскільки ці матеріали повинні отримуватись у відповідних масштабах при доступній вартості. У сільському господарстві наноматеріали використовуються як нанодобрива для посилення росту та розвитку рослин. Передпосівна обробка насіння буряка, картоплі та пшениці суспензіями порошку нанокристалічного металу підвищувала врожайність на 20–35 % [3]. За таких умов підвищується адаптивність рослин до стресових умов, покращується якість сільськогосподарської продукції. Нанотехнології застосовували для обробки рослин соняшнику, тютюну та картоплі після збору врожаю, зберігання яблук у певних умовах, озонування повітряного середовища [3].

Відомо, що мікроелементи в рослинах беруть участь у окисно-відновних процесах, каталізі та синтезі на атомарному рівні. Наночастинки, беручи участь у процесах переносу електронів, посилюють дію ферментів, перетворюють нітрати в амонійний азот, інтенсифікують дихання клітин, фотосинтез, синтез ферментів та амінокислот вуглеводний і

азотний обмін, і як наслідок безпосередньо впливають на мінеральне живлення рослин [4]. Маючи високу рухливість, вони взаємодіють один з одним і можуть конгломерувати на поверхні рослин, регулюючи цільові ефекти. Так, наночастки міді, заліза, цинку характеризуються бактерицидними властивостями й можуть доповнювати і підсилювати дію традиційних засобів захисту рослин. Їх дія заснована на тому, що в умовах ґрунту вони поступово окиснюються, створюють на поверхні насіння умови, несприятливі для проживання патогенної мікрофлори. При цьому ушкоджуються (на відміну від рослин і живих істот) енергоємні оболонки клітин бактерій, що позбавляє бактеріальні клітини захисних функцій і доступу кисню (в результаті інгібування ферментів дихальної ланцюга). Активним знешкоджувачем патогенної мікрофлори є наночастинки срібла, що знайшли в цьому напрямку широке комерційне застосування. Діючі дози срібла не замінюють, а доповнюють існуючий агрофон [3, 4].

Таким чином, питання захисту рослин доцільно розглядати в контексті сумісного застосування в сумішах наночасток біогенних елементів і зменшених доз отрутохімікатів. Розширюючи асортимент хімічних елементів, з яких формуються наночастки, можна уповільнювати процеси адаптації шкідників до отрутохімікатів, а також вибірково впливати на популяції, стійкі до традиційних схем захисту рослин.

Дослідження важливих аспектів наноматеріалів йдуть рука об руку з оцінкою їх негативного впливу та запобіганням ризикам їх використання [5]. У нанорозмірі велика кількість речовин набуває нових властивостей і може стати біологічно активним. Це призводить до потенційної токсичної дії таких матеріалів при контакті з живими організмами [6, 7]. Інколи достатньо дії лише мікромольних концентрацій іонів металів для нормального функціонування рослини. В свою чергу незначний надлишок даного металу може викликати токсичне отруєння рослинного організму. Тому при вивченні особливостей дії наноматеріалів, необхідно, перш за все, відпрацювати методи аналізу їх вмісту в природних об'єктах. На другому етапі, слід отримати такі форми мікродобрив, що можуть повністю поглинатися рослиною, не забруднюючи навколишнє середовище і не завдаючи шкоди живим організмам і людині.

Існуючі дані досліджень про вплив наноматеріалів на живі організми з різними структурними тканинами досить суперечливі. Тому існує потреба продовжувати дослідження наслідків можливого впливу наночасток на живі організми та активізувати розробку нових методів виявлення їх впливу в навколишньому середовищі.

Іншим перспективним напрямом є збагачення через рослинну сировину продуктів харчування, комбікормів, медичних та ветеринарних препаратів селеном, йодом, германієм, кремнієм, кальцієм та іншими елементами в біологічно активних наноформах [8]. У рослинництві застосування нанопрепаратів, суміщених з бактеріоропсином, забезпечує зростання врожайності в 1,5–2,0 рази та підвищення стійкості до несприятливих погодних умов майже всіх продовольчих (картопля, зернові, овочеві, плодово-ягідних) та технічних (бавовна, льон) культур.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Makarov V.V., Love A.J., Sinitsyna O.V., Makarova S.S., Yaminsky I.V., Taliansky M.E., Kalinina N.O. // *Acta Naturae*. 2014. 6(1):35-44.
2. Whitesides G.M. // *Nat Biotechnol*. 2003. 21(10):1161-5. doi: 10.1038/nbt872.
3. Meng H., Xia T., George S., Nel A.E. // *ACS Nano*. 2009. 3(7):1620-7. doi: 10.1021/nn9005973.
4. Shah R.A., Frazar E.M., Hilt J.Z. // *Curr Opin Chem Eng*. 2020. 30:103-111. doi: 10.1016/j.coche.2020.08.007.
5. Sozer N., Kokini J.L. // *Trends Biotechnol*. 2009. 27(2):82-9. doi: 10.1016/j.tibtech.2008.10.010.

6. Egbuna C., Parmar V.K., Jeevanandam J., Ezzat S.M., Patrick-Iwuanyanwu K.C., et. al. // J Toxicol. 2021. 2021:9954443. doi: 10.1155/2021/9954443.
7. Yah C.S., Simate G.S., Iyuke S.E. // Pak J Pharm Sci. 2012. 25(2):477-91.
8. Singh N., Manshian B., Jenkins G.J., Griffiths S.M., Williams P.M., Maffei T.G., Wright C.J., Doak S.H. // Biomaterials. 2009. 30(23-24):3891-914. doi: 10.1016/j.biomaterials.2009.04.009.

АНТИМІКРОБНА АКТИВНІСТЬ НАНОЧАСТИНОК МЕТАЛІВ, СТАБІЛІЗОВАНИХ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИМИ РЕЧОВИНАМИ МІКРОБНОГО ПОХОДЖЕННЯ

Ю.М. Іванченко, Т.П. Пирог

Національний університет харчових технологій
guliaivanchenko@gmail.com

Неконтрольоване застосування синтетичних антимікробних препаратів призвело до розвитку резистентності патогенних мікроорганізмів до антибіотиків. Саме тому нині велику зацікавленість у дослідників викликають препарати на основі наночастинок (НЧ) металів, яким притаманна антибактеріальна, антифунгальна й антивірусна активність. Наночастинок металів одержують хімічними, фізичними, фізико-хімічними та біологічними методами. Останні користуються все більшим попитом завдяки своїй безпечності, екологічності та невеликій собівартості одержаних препаратів НЧ металів. Суть методів «зеленого» синтезу наночастинок металів полягає у використанні біологічно-активних речовин, які завдяки своїй поліфункціональній природі одночасно слугують відновниками та стабілізаторами НЧ. Використання унікальних властивостей мікробних поверхнево-активних речовин (ПАР) дає можливість виключити з технологічної ланки синтезу наночастинок металів використання відновлювальних агентів, які часто є токсичними (наприклад, гідразин) і можуть забруднювати цільовий продукт (зокрема, боргідриди металів). Синтезовані за участю мікробних ПАР наночастинок металів є нетоксичними для людини та довкілля і характеризуються високою антимікробною активністю як щодо грам-позитивних, так і грам-негативних збудників [1–3].

Аналіз антимікробної активності щодо фітопатогенних мікроорганізмів наночастинок металів, синтезованих із використанням мікробних поверхнево-активних речовин як стабілізаторів, проводили шляхом пошуку й аналізу наукових праць за допомогою міжнародних баз даних Google Scholar та PubMed.

Із літературних джерел відомо про утворення біогенних наночастинок металів за участю мікробних поверхнево-активних речовин гліколіпідної (рамноліпідів, софороліпідів, манозилеритритолліпідів) та ліпопептидної (сурфактину) природи. Так, із використанням рамноліпідів одержують наночастинок срібла, заліза, сульфід цинку, оксидів цинку та нікелю. За допомогою софороліпідів синтезують НЧ срібла, золота та заліза. За участю манозилеритритолліпідів проходить синтез наночастинок золота. Ліпопептид сурфактин використовується для одержання наночастинок срібла, золота, заліза та сульфід кадмію.

Аналіз сучасних літературних даних щодо біологічної активності одержаних за допомогою мікробних ПАР наночастинок металів показав, що гліколіпіди є ефективнішими порівняно з ліпопептидами. Наприклад, при дії НЧ срібла, стабілізованих рамноліпідом і сурфактином, зони затримки росту *Escherichia coli* становили 14 і 8 мм, *Staphylococcus aureus* – 19 і 16 мм відповідно. Мінімальні інгібувальні концентрації щодо *Pseudomonas aeruginosa* наночастинок срібла, стабілізованих гліколіпідом і ліпопептидом, становили 1 і 15 мкг/мл відповідно. Порівняння антимікробної активності наночастинок різних металів, синтезованих за участю гліколіпідів, показало, що найвища антибактеріальна активність (як щодо грам-позитивних, так і грам-негативних збудників) притаманна наночастинкам срібла.