

УДК 546.56:544:77:504.05

Марійчук Руслан, к.х.н., доц.

## ЗЕЛЕНИЙ СИНТЕЗ НАНОЧАСТИНОК МІДІ З ВИКОРИСТАННЯМ ЕКСТРАКТІВ М'ЯТИ ТА МЕЛІСИ

Кафедра екології, Факультет гуманітарних та природничих наук, Пряшівський університет у Пряшеві, 08116, Пряшів, вул. 17 листопада, 1; Словаччина;  
e-mail: ruslan.mariychuk@unipo.sk

### Вступ

Протягом кількох останніх десятиліть спостерігається стрімке зростання кількості досліджень у галузі нанотехнологій. Нанотехнології – це міждисциплінарна наука, пов'язана з синтетично виготовленими матеріалами, з принаймні, одним розміром меншим за 100 нм [1]. Нові властивості, тобто електричні, оптичні, каталітичні, механічні та електромагнітні, сприяли виробництву нанопродуктів, які знайшли застосування у кількох секторах, таких як електроніка, медична діагностика, терапія, сільське господарство та одяг [2].

Серед різних наночастинок оксидів металів, наночастинок оксиду міді CuO знайшли широке застосування в електроніці, фільтруванні повітря та рідини, виробництві кераміки, консервування деревини, тканини, біологічно активні покриття, шкіряні вироби, плівки, мастильні масла та чорнила [3]. Крім того, відомо, що нанопорошки успішно використовуються як мінеральні добрива та пестициди [4, 5].

Існують різні хімічні та фізичні методи, що використовуються для синтезу наночастинок. Біосинтетичні або зелені методи відіграють дуже важливу роль у нанотехнології, оскільки вони прості, експресні, економічно ефективні та екологічні [6]. Синтез наночастинок оксиду міді CuO не був настільки широко дослідженим, як багато інших металів, завдяки легко окиснюваному характеру міді, що підсилюється в наномасштабних структурах [7]. Однак, відомо про ряд наукових праць, в яких повідомляється про синтез наночастинок за допомогою екстрактів листя *Morus alba* [8], *Cissus quadrangularis* [9], *Ormoscarpum cochinese*

*chinense* [10], *Olea europaea* [11], *Azadirachta indica*, *Hibiscus rosa-sinensis*, *Murraya koenigii*, *Moringa oleifera*, *Tamarindus indica* [12], *Fortunella japonica* [13], квітів *Camellia sinensis* (L.) [14], *Eichhornia crassipes* [15], *Chamomile* [16] та листя *Aloe vera* [17].

Таким чином, це дослідження є актуальним, оскільки стосується зеленого синтезу CuO NP з використанням *Morus alba*.

Метою даного дослідження було встановлення можливості зеленого синтезу наночастинок CuO за допомогою екстрактів м'яти перцевої (*Mentha piperita*) та меліси лікарської (*Melissa officinalis* L.).

### Експериментальна частина

Як рослинна сировина використані суше листя м'яти перцевої (*Mentha piperita*) та меліси лікарської (*Melissa officinalis* L.) від ПрАТ «Ліктрави» (м. Житомир, Україна). Рослинні екстракти готували шляхом екстракції етанолом з листя в екстракторі Сокслета (C. Gerhardt GmbH & Co. KG, Німеччина). Екстракт відділяли від рослинного матеріалу фільтруванням через фільтрувальний папір Whatman №1. Фільтрат зберігали при -18°C до використання у подальших дослідах.

Мідні наночастинок синтезували за допомогою реакції відновлення сульфату міді у присутності екстракту перцевої м'яти або меліси лікарської, який відіграв роль, як відновника, так і стабілізатора наночастинок.

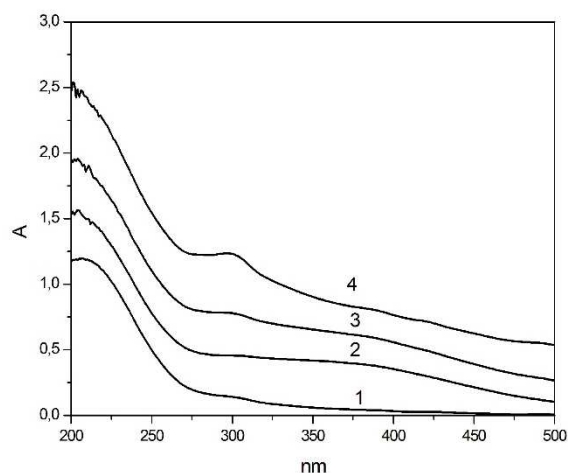
У типовому синтезі, до 20 мл 1%-го розчину сульфату міді нагрітого до 60°C по краплях додавали 20 мл рослинного екстракту при неперервному перемішуванні протягом 2 годин. Колір розчину змінився з зеленого на коричневий. Через 2 години перемішування, по краплях додали другу

порцію (20 мл) рослинного екстракту та суміш нагрівали ще протягом 2 годин. Коли колір суміші перетворювався у темно-коричневий, розчин охолоджували до кімнатної температури.

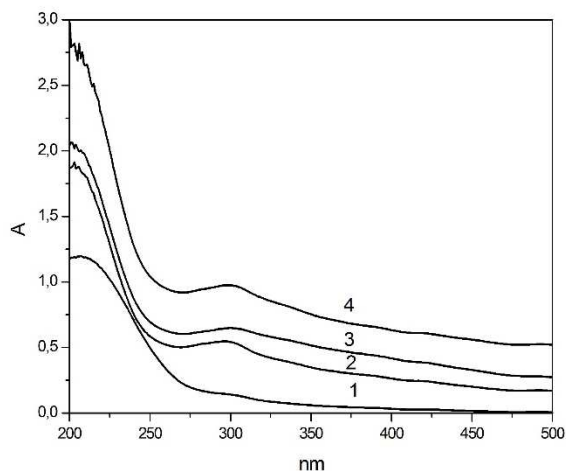
Процес утворення наночастинок міді досліджували методом УФ-спектроскопії за допомогою спектрофотометра Shimadzu UV-1800.

### Результати та їх обговорення

На рис. 1 та 2, показано спектри поглинання наночастинок оксиду міді, одержаних за допомогою етанольних екстрактів м'яти перцевої (*Mentha piperita*) та меліси лікарської (*Melissa officinalis* L.), відповідно.



**Рис. 1.** UV-Vis спектри екстракту м'яти перцевої (1) та розчинів наночастинок CuO: 2 – 30 хв, 2 – 60 хв, 3 – 120 хв, 4 – 240 хв.



**Рис. 2.** UV-Vis спектри екстракту меліси лікарської (1) та розчинів наночастинок CuO: 2 – 30 хв, 2 – 60 хв, 3 – 120 хв, 4 – 240 хв.

При порівнянні спектрів екстрактів (1) з спектрами реакційної суміші (2-4), виявлено появу широкого піку в діапазоні 285-320 нм, як прояв явища поверхневого плазмонного резонансу. Очевидно, через відносно високу полідисперсність (різноманітність форм і розмірів), пік розмитий з максимумами при практично однакових довжинах хвиль (296 нм – м'ята перцева, 297 нм – меліса лікарська). Ці довжини хвиль, узгоджуються з величинами, одержаними в дослідках з екстрактами інших рослин – 285 нм [8], 262 нм [13], 310 нм [15], 300 нм [16] та 270 нм [17]. Однак, суттєво відрізняються від довжин хвиль, характерних для наночастинок  $\text{Cu}^0$  – 536 нм [18], 550 нм [19]. Цей факт дає підстави вважати, що використанням рослинних екстрактів прямою взаємодією екстрактів з розчином солей міді утворюються наночастинок  $\text{CuO}$ .

Екстракти рослин, отримані з м'яти перцевої (*Mentha piperita*) та меліси лікарської (*Melissa officinalis* L.), успішно виконували роль як відновника, так і стабілізатора агенту наночастинок  $\text{CuO}$ . Екстракти рослини забезпечили простий, менш трудомісткий і дешевий метод синтезу наночастинок.

### Висновки

У даному дослідженні було показано, що наночастинок оксиду міді можуть бути синтезовані за допомогою простого та екологічного методу з використанням екстрактів листя м'яти перцевої (*Mentha piperita*) та меліси лікарської (*Melissa officinalis* L.).

*Подяка.* Ця публікація є результатом впровадження проекту: University Science Park TECHNICAL for Innovation Applications Supported by Knowledge Technology - II. phase, ITMS: 313011D232, supported by the Research and Innovation Operational Programme funded by the ERDF.

### Список використаних джерел

1. Raliya R., Nair R., Chavalmane S., Wang W.N., Biswas P. Mechanistic evaluation of translocation and physiological impact of titanium dioxide and zinc oxide nanoparticles on the tomato (*Solanum lycopersicum* L.) plant. *Metallomics*. 2015, 7(12), 1584–1594.
2. Singh A., Singh N.B., Hussain I., Singh H., Singh S.C. Plant nanoparticle interaction: an approach to

- improve agricultural practices and plant productivity. *Int. J. Pharm. Sci. Invent.* 2015, 4(8), 25–40.
3. White B., Yin M., Hall A., Le D., Stolbov S., Rahman T., Turro N., O'Brien S. Complete CO oxidation over Cu<sub>2</sub>O nanoparticles supported on silica gel. *Nano Lett.* 2006, 6(9), 2095–2098.
  4. Selivanov V.N., Zorin E.V. Sustained action of ultrafine metal powders on seeds of grain crops. *Perspekt. Mater.* 2001, 4, 66–69.
  5. Kasana R.C., Panwar N.R., Kaul R.K., Kumar P. Biosynthesis and effects of copper nanoparticles on plants. *Env. Chem. Lett.* 2017, 15(2), 233–240.
  6. Hussain I., Singh N.B., Singh A., Singh H., Singh S.C. Green synthesis of nanoparticles and its potential application. *Biotechnol. Lett.* 2016, 34(4), 545–560.
  7. Sampath M., Vijayan R., Tamilarasu E., Tamilselvan A., Sengottuvelan B. Green synthesis of novel jasmine bud-shaped copper nanoparticles. *J. Nanotechnol.* 2014, 1, AR. 626523.
  8. Singh A., Singh N.B., Hussain I., Singh H. Effect of biologically synthesized copper oxide nanoparticles on metabolism and antioxidant activity to the crop plants *Solanum lycopersicum* and *Brassica oleracea* var. *Botrytis*. *J. Biotech.* 2017, 262, 11–27.
  9. Devipriya D., Roopan S.M. *Cissus quadrangularis* mediated ecofriendly synthesis of copper oxide nanoparticles and its antifungal studies against *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus*. *Mat. Sci. & Eng. C - Mat. Bio. App.* 2017, 80, 38–44.
  10. Gnanavel V., Palanichamy V., Roopan S.M. Biosynthesis and characterization of copper oxide nanoparticles and its anticancer activity on human colon cancer cell lines (HCT-116). *J. Photochem. and Photobiol. B – Biology.* 2017, 71, 133–138.
  11. Maqbool Q., Iftikhar S., Nazar M., Abbas F., Saleem A., Hussain T., Kausar R., Anwaar S., Jabeen N. Green fabricated CuO nanobullets via *Olea europaea* leaf extract shows auspicious antimicrobial potential. *IET Nanobiotech.* 2017, 11(4), 463–468.
  12. Rehana D., Mahendiran D., Kumar R.S., Rahiman A.K. Evaluation of antioxidant and anticancer activity of copper oxide nanoparticles synthesized using medicinally important plant extracts. *Biomed. & Pharmacotherapy.* 2017, 89, 1067–1077.
  13. Singh S., Kumar N., Kumar M., Jyotia Agarwal A., Mizaikoff, B. Electrochemical sensing and remediation of 4-nitrophenol using bio-synthesized copper oxide nanoparticles. *Chem. Eng. J.* 2017, 313, 283–292.
  14. Baldemir A., Kose N.B., Ildiz N., Ilgun S., Yusufbeyoglu S., Yilmazd V. and Ocoy I. Synthesis and characterization of green tea (*Camellia sinensis* (L.) Kuntze) extract and its major components-based nanoflowers: a new strategy to enhance antimicrobial activity. *RSC Advances.* 2017, 7(70), 44303–44308.
  15. Vanathi P., Rajiv P., Sivaraj R. Synthesis and characterization of *Eichhornia*-mediated copper oxide nanoparticles and assessing their antifungal activity against plant pathogens. *Bull. Mat. Sci.* 2016, 39(5), 1165–1170.
  16. Duman F., Ocoy I., Kup F. Ozturk. Chamomile flower extract-directed CuO nanoparticle formation for its antioxidant and DNA cleavage properties. *Mat. Sci. & Eng. C - Mat. Bio. App.* 2016, 60, 333–338.
  17. Kumar P.P.N.V., Shameem U., Kollu P., Kalyani R.L., Pammi S.V.N. Green synthesis of copper oxide nanoparticles using *Aloe vera* leaf extract and its antibacterial activity against fish bacterial pathogens. *Boinanoscience.* 2015, 5(3), 135–139.
  18. Suganya S., Kumar P.S., Saravanan A. Construction of active bio-nanocomposite by inseminated metal nanoparticles onto activated carbon: probing to antimicrobial activity. *IET Nanobiotech.* 2017, 11(6), 746–753.
  19. Roy K., Ghosh C.K., Sarkar C.K. Degradation of toxic textile dyes and detection of hazardous Hg<sup>2+</sup> by low-cost bioengineered copper nanoparticles synthesized using *Impatiens balsamina* leaf extract. *Mat. Res. Bull.* 2017, 94, 257–262.

Стаття надійшла до редакції: 09.11.2017.

## GREEN SYNTHESIS OF COOPER NANOPARTICLES BY USING EXTRACTS OF MENTHA AND LEMON BALM

Ruslan Mariychuk

In this paper, we report the biosynthesis of copper oxide nanoparticles by using leaves of peppermint (*Mentha piperita*) and lemon balm (*Melissa officinalis* L.). The synthesized copper oxide nanoparticles were characterized by UV–visible spectroscopy. The formation of CuO nanoparticles confirmed by the surface plasmon resonance peak at 296–297 nm. The proposed protocol is simple, cost-effective and ecofriendly method as an alternative to other available techniques.