

УДК 546.05

DOI: [10.62717/2221-4550-2025-1-114](https://doi.org/10.62717/2221-4550-2025-1-114)

Лагута О.В.

Луганський науково-дослідний експертно-криміналістичний центр МВС України

ORCID [0009-0009-5120-8243](https://orcid.org/0009-0009-5120-8243)

E-mail: alexandr.banshee@gmail.com

Варгальюк В.Ф.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

ORCID [0000-0001-8160-3222](https://orcid.org/0000-0001-8160-3222)

E-mail: varvif@gmail.com

Полонський В.А.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

ORCID [0000-0002-4810-2626](https://orcid.org/0000-0002-4810-2626)

E-mail: polva57@gmail.com

ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ СИНТЕЗУ КОМПЗИТУ НА ОСНОВІ КИСЛОГО МАЛЕЇНАТУ Cu^+

Анотація. Для поліпшення якості цільового продукту в існуючій методиці синтезу мідьвмісного композиту на основі кислого малеїнату Cu^+ замінено металевий цинк на аскорбінову кислоту. Встановлені допустимі кількісні співвідношення реагентів. Визначено оптимальний алгоритм проведення синтезу, який забезпечує стабільну однорідність компонентного складу композиту.

Ключові слова: методика синтезу, мідьвмісний композит, кислий малеїнат Cu^+ , аскорбінова кислота, бактеріцидний препарат.

O. Lahuta

Luhansk Scientific Reserch Forensic Center MIA of Ukraine

ORCID [0009-0009-5120-8243](https://orcid.org/0009-0009-5120-8243)

E-mail: alexandr.banshee@gmail.com

V. Vargalyuk

Oles Honchar Dnipro National University

ORCID [0000-0001-8160-3222](https://orcid.org/0000-0001-8160-3222)

E-mail: varvif@gmail.com

V. Polonsky

Oles Honchar Dnipro National University

ORCID [0000-0002-4810-2626](https://orcid.org/0000-0002-4810-2626)

E-mail: polva57@gmail.com

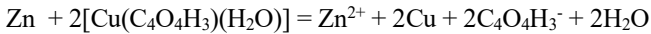
IMPROVEMENT OF THE METHOD FOR SYNTHESIS OF A COMPOSITE BASED ON ACIDIC MALEINATE Cu^+

Abstract. To improve the quality of the target product in the existing method of synthesis of a copper-containing composite based on acidic maleate Cu^+ , metallic zinc was replaced with ascorbic acid. Permissible quantitative ratios of reagents were established. The

optimal synthesis algorithm was determined, which ensures stable homogeneity of the component composition of the composite.

Keywords: synthesis methodology, copper-containing composite, Cu^+ acid maleate, ascorbic acid, bactericidal drug.

В [1] повідомлялось про значний бактерицидний потенціал мідьвмісних композитів на основі кислого малеїнату Cu^+ загального складу $\{[\text{Cu}(\text{C}_4\text{O}_4\text{H}_3)(\text{H}_2\text{O})]_x\text{Cu}\}$. Виходячи з встановленої залежності між інгібуючою дією препарату на мікроорганізми і вмістом у ньому атомарної міді, розглядалась можливість програмованого управління біоактивністю цього класу речовин. Однак, як виявилось, застосована методика синтезу $\{[\text{Cu}(\text{C}_4\text{O}_4\text{H}_3)(\text{H}_2\text{O})]_x\text{Cu}\}$ не давала однорідної за хімічним складом речовини. Вміст міді в межах одного зразка коливається в межах від 47 ваг.% до 74 ваг.% [2]. Причиною такого широкого діапазону було використання у якості відновника металевого цинку. Адже тут реакція відновлення йонів Cu^+



є гетерогенною і відбувається лише на поверхні цинкових кристалів, створюючи саме в цій зоні пересичення атомами купруму. Відведення продуктів реакції вглиб розчину потребує часу і тому чим далі від поверхні цинку, тим меншою стає концентрація міді. Оскільки кінцевий продукт у вигляді композиту є нерозчинною у воді речовиною, усереднення його складу по завершенню процесу не відбувалось.

Аналіз літературних джерел показав, що доволі успішним є використання для синтезу нанодисперсної міді добре розчинної у воді аскорбінової кислоти [3]. Однак спроба синтезувати композит $\{[\text{Cu}(\text{C}_4\text{O}_4\text{H}_3)(\text{H}_2\text{O})]_x\text{Cu}\}$ дією аскорбінової кислоти на комплекс $[\text{Cu}(\text{C}_4\text{O}_4\text{H}_3)(\text{H}_2\text{O})]$ виявилась невдалою. Вочевидь, за рахунок заміщення молекули води в аквакомплексах Cu^+ на кислий малеїнат-йон суттєво змінився редокс-потенціал системи $[\text{Cu}(\text{C}_4\text{O}_4\text{H}_3)(\text{H}_2\text{O})]/\text{Cu}$ відносно редокс-потенціалу системи $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_2]^+/\text{Cu}$. Тому, для комплексів $[\text{Cu}(\text{C}_4\text{O}_4\text{H}_3)(\text{H}_2\text{O})]$ аскорбінова кислота вже не є відновником.

Ми дослідили можливість реалізації двоступінчатої схеми синтезу мідьвмісного композиту, в рамках якої йони купруму відновлювались аскорбіновою кислотою.

На першому етапі до розчину 0,1М CuSO_4 , 0,1М малеїнової кислоти додавали еквімолярний розчин аскорбінової кислоти. Виділявся жовтий осад комплексу $[\text{Cu}(\text{C}_4\text{O}_4\text{H}_3)(\text{H}_2\text{O})]$.

У принципі, для відновлення йонів Cu^{2+} до Cu^+ на перший погляд достатньо використати вдвічі менше аскорбінової кислоти, враховуючи те, що вона є двоелектронним відновником для аквакомплексів Cu^{2+} [3].

Однак, нами було встановлено, що при взаємодії з монозаміщеними кислим малеїнат-йоном аквакомплексами Cu^{2+} аскорбінова кислота веде себе виключно як одноелектронний відновник. Тому, для повноти переходу Cu^{2+} в Cu^+ необхідно використовувати еквімолярне співвідношення окисник-відновник.

На другому етапі у отриману суспензію вносили сіль $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ у молярному співвідношенні до кількості отриманого комплексу 0,51. Потім поступово при інтенсивному перемішуванні додавали аскорбінову кислоту у вигляді розчину, витримуючи кінцеве молярне співвідношення CuSO_4 аскорбінова кислота = 1 1. Зміна кольору дисперсної фази з жовтого на світло коричневий свідчила про утворення композиту. За кількісним складом компонентів він відповідав формулі $\{[\text{Cu}(\text{C}_4\text{O}_4\text{H}_3)(\text{H}_2\text{O})]0.5\text{Cu}\}$ і був абсолютно однорідним.

Розроблена методика синтезу мідьвмісних композитів на основі кислого малеїнату Cu^+ дозволяє отримувати високоякісний продукт контрольованого складу, готовий до використання у якості бактерицидного препарату.

Список використаних джерел

1. Фізико-хімічні та бактерицидні властивості мідьвмісних композитів на основі малеїнатних комплексів Cu^+ / В.Ф. Варгалюк, В.А. Полонський, Т.В. Скляр, Н.В. Стець, О.В. Лагута // *Journal of Chemistry and Technologies*. — 2023. — Vol. 31, №. 2. — P. 208-215.
2. Synthesis of copper composites containing maleic acid / V.F. Vargalyuk, V.A. Polonskyu, Y.S. Osokin, O.V. Lahuta // *Journal of Chemistry and Technologies*. — 2021. — Vol. 29, №. 3. — P. 400-409.
3. Synthesis and Characterization of Water Soluble Fluorescent Copper Nanoparticles / Ji Soo Yu, Sung Hun Kim, Minh Tan Man, Hong Seok Lee // *Applied Science Convergence Technology* — 2018. — Vol. 27, №. 4. — P. 75-77.