Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.

Серія: Ветеринарні науки

Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.

Series: Veterinary sciences

ISSN 2518-7554 print
ISSN 2518-1327 online

doi: 10.32718/nvlvet10009
<https://nvlvet.com.ua/index.php/journal>

UDC 619:616.006

Study of the properties of nanoparticles of Ag and Zn citrates

Zh. E. Klishchova

Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Article info

Received 01.10.2020
Received in revised form
02.11.2020
Accepted 03.11.2020

Sumy National Agrarian University,
G. Kondratieva Str., 160, Sumy,
40021, Ukraine.
Tel.: +38-095-572-24-98
E-mail: kgejp1990@gmail.com

Klishchova, Zh. E. (2020). Study of the properties of nanoparticles of Ag and Zn citrates. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 22(100), 50–53. doi: 10.32718/nvlvet10009

The use of nanomaterials has become especially relevant as components of new drugs, adjuvants and new ingredients in feed additives. The very combination of inorganic components (metals) with natural minerals (zeolites, clenoptolites) made it possible to create fundamentally new chemical compounds that differ significantly in the mechanism of action and their physicochemical characteristics from traditionally used drugs for the treatment of bacterial diseases of poultry. The practical application of the composition involves the use of small sizes of nanoparticles that are in the “nanoscale” from 1 to 100 nm. Our article contains the results of studies of Ag and Zn nanomaterials in combination with citrate in the form of powder and dispersed solutions. As a result of scanning electron microscopy, it was found that the studied sample of Ag and Zn nanoparticles is a gray powder of monocrystalline particles of irregular shape, the size of which varies from 160 to 350 nm. Particles of three sizes were most often found among Ag and Zn citrates, namely: 160 nm – 45 %, 210 nm – 35 %, 350 nm – 20 %. Studying the bactericidal properties of dispersed solutions of Ag and Zn citrates on microbial suspensions of test cultures of *Escherichia coli* (ser.O2), *Salmonella typhimurium*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus epidermidis*, we found that Ag citrate showed better bactericidal properties in relation to all experimental test cultures of *Escherichia coli* (ser.O2), *Salmonella typhimurium*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus epidermidis*, in contrast to the citrate solution Zn, which was only effective against *Escherichia coli* (ser.O2), and *Staphylococcus epidermidis*.

Key words: nanoparticles, dispersed solutions, Ag and Zn citrates, size, bactericidal properties, efficiency.

Вивчення властивостей наночастинок цитратів Ag та Zn

Ж. Є. Клішова

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

Використання наноматеріалів як компонентів нових препаратів, ад'ювантів та нових інгредієнтів кормових добавок набуло особливої актуальності. Саме поєднання неорганічних складових (металів) з природними мінералами (цеоліти, кленоптоліти) дало змогу створити принципово нові хімічні сполуки, які за механізмом дії та за своїми фізико-хімічними характеристиками значно відрізняються від традиційно застосовуваних препаратів для лікування бактеріальних захворювань птиці. Практичне застосування композиції передбачає використання невеликих розмірів наночастинок, які перебувають в “нанодіапазоні” від 1 до 100 нм. У нашій статті наведено результати досліджень наноматеріалів Ag та Zn в поєднанні з цитратом у вигляді порошку та дисперсних розчинів. У результаті проведеної скануючої електронної мікроскопії встановлено, що досліджуваний зразок наночастинок Ag та Zn являє собою сірий порошок з монокристалічних частинок неправильної форми, розмір яких коливається від 160 до 350 нм. Найчастіше серед цитратів Ag та Zn траплялися часточки таких розмірів: 160 нм – 45 %, 210 нм – 35 %, 350 нм – 20 %. Вивчаючи бактерицидні властивості дисперсних розчинів цитратів Ag та Zn на мікробні суспензії тест-культур *Escherichia coli* (сер.О2), *Salmonella typhimurium*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus epidermidis*, ми встановили, що цитрат Ag показав кращі бактерицидні властивості щодо всіх дослідних тест-культур *Escherichia coli* (сер.О2), *Salmonella typhimurium*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus epidermidis*, на відміну від розчину цитрату Zn, який був ефективним тільки для *Escherichia coli* (сер.О2) та *Staphylococcus epidermidis*.

Ключові слова: наночастинки, дисперсні розчини, цитрати Ag та Zn, розмір, бактерицидні властивості, ефективність.

Вступ

На сьогодні використання металів з обробкою нанотехнологій набуло широкого застосування в усіх сферах науки (Mal'ceva, 2006; Mihajlov & Vasil'eva, 2008).

Властивості наночастинок і наноматеріалів значною мірою залежать від технології їх отримання. Наночастинки металів отримують фізичними (термічне випаровування і конденсація, механосинтез, електричний вибух, ерозійно-вибухові, лазерна електроімпульсна, плазмова, електродугова, ультразвукова амбіяція) та хімічними (відновлення з розчинів та в мікроемульсіях) методами (Milos et al., 2000; Orishchuk et al., 2019). До наноматеріалів належать матеріали, що містять структурні елементи, розміри яких в одному з вимірів не перевищують 100 нм, тобто наночастинки, які володіють якісними властивостями порівняно з матеріалами того ж якісного складу в масивному стані (Warheit et al., 2007; Hallock et al., 2009; Fuentes-Duculan et al., 2010; Borisevich et al., 2012; Trakhtenberh & Dmytrukha, 2013; Salmon & Hrytsyna, 2019). Наночастки поділяють на органічні (наприклад, фулерени та дендримери) і неорганічні (металеві та кварцові наночастинки). Але незалежно від їхнього походження та унікальних властивостей звертають увагу саме на їх бактерицидні властивості, які залежать від розмірів часток та застосовуваної дози наноматеріалу. Нещодавне дослідження Shahid Ullahkhan Tawfik A Saleh про вплив AgNP на *E. coli* та *S. aureus* в розмірі 13,4 нм показує дію зменшення розміру не тільки кількості бактеріальних клітин, а й самих часток (6,6 нм) при застосуванні в дозі 33 мкг/мл відповідно. За розміру часток 16 нм на дію *E. coli* спостерігали характерну здатність пригнічувати обмінні процеси структурних одиниць бактеріальних клітин, що перешкоджає їм розмножуватися, внаслідок чого клітина гине і доза концентрації препарату при цьому становить 60 мкг/мл (Milos et al., 2000; Orishchuk et al., 2019). Тому ефективність нано-

матеріалів залежить від способу їх отримання, цілі застосування, розміру та застосовуваної лікувальної чи профілактичної дози (Salmon & Hrytsyna, 2019).

Мета і завдання дослідження: Вивчення розміру та ефективності наночастинок Ag та Zn за експериментального впливу на тест-культури *Escherichia coli* (сер. O2), *Salmonella typhimurium*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus epidermidis*.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження проводилися на базі Сумського НАУ в умовах лабораторій Електронної мікроскопії та Інноваційних технологій і безпеки та якості продуктів тваринництва. З метою вивчення розмірів наночастинок використовували дослідний зразок цитратів Ag та Zn у вигляді порошку. Для вивчення бактерицидних властивостей цитратів використовували дисперсні розчини фірми ТОВ “ДОКТОР ОСКО” м. Суми та мікробні суспензії тест-культур *Escherichia coli* (сер. O2), *Salmonella typhimurium*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus epidermidis* (ДНКІБШМ м. Київ). Досліджувані тест-культури вносили в дозі 0,2 см³ у пробірки з розчинами цитратів (0,5 см³). Для цього нами було сформовано 9 пробірок, які містили дослідні зразки розчинів, а саме: 1) Ag; 2) шумерське срібло; 3) Zn; 4) Se; 5) Se + Zn; 6) Ag + Au + Bi; 7) Ag + Zn; 8) Ag + Au; 9) контроль МПБ з подальшим їх інкубуванням у термостаті протягом 24 год.

Результати та їх обговорення

При проведенні скануючої електронної мікроскопії встановлено, що досліджуваний зразок наночастинок Ag та Zn являє собою сірий порошок, що складається з монокристалічних частинок неправильної форми, розмір яких коливається від 160 до 350 нм. Нами встановлено, що найчастіше серед іонів Ag та Zn траплялися часточки трьох розмірів, а саме: 160 нм – 45 %, 210 нм – 35 %, 350 нм – 20 % (рис. 1, 2).

Рис. 1. Загальний вигляд часточок цитратів Ag. Скануюча електронна мікроскопія (збільшення×2000)

Рис. 2. Загальний вигляд часточок цитратів Zn. Скануюча електронна мікроскопія (збільшення×2000)

Як видно на рисунку 1, 2, досліджуваний монокристалічний порошок має різну форму та розмір наночасток. Але це ніяк не впливає на його ефективність. Порошкову форму цитратів застосовують у птахівництві у вигляді добавок та мішанок до корму або разом з водою, оскільки вони володіють високими сорбційними властивостями. Наступним етапом наших досліджень було вивчення бактерицидних властивостей цитратів Ag та Zn порівняно з давно відомими дисперсними розчинами. Бактерицидність досліджуваних препаратів визначали за відсутності наявної каламутності в пробірках. В досліджуваних зразках нами було встановлено каламутність розчинів в пробірках № 3, 4, 5, 6, 7, 8 окрім пробірок № 1, 2, 3, які містили цитрати срібла, “Шумерське срібло” та Цинк. Результати визначення бактерицидних властивостей розчинів Ag та Zn наведені на рис. 3.

Рис. 3. Ріст *Escherichia coli* O2 в розчинах з цитратами

Як видно на рисунку 3, розчин № 1 зі сріблом (Ag) був ефективним щодо культур *Escherichia coli* (сер. O2), *Salmonella typhimurium*, *Pseudomonas aeruginosa*. Розчин № 2 “Шумерське срібло” аналогічно проявляв абсолютну антимікробну дію. Розчин № 3 із вмістом Zn був ефективним тільки до *E. coli* та *S. epidermidis*, що свідчить про відсутність бактеріального росту на середовищах після повторного пересівання. Таким чином, всі інші препарати в наступних дослідках не можна застосовувати як лікувальні та профілактичні засоби через їхню неефективність.

Висновки

Встановлено, що досліджуваний монокристалічний порошок має різну форму та розмір наночасток. Найбільше було виявлено часточок таких розмірів як: 160 нм – 45 %, 210 нм – 35 %, 350 нм – 20 %. Доведено бактерицидні властивості розчину цитрату Ag, який був ефективним щодо дослідних тест-культур

E. coli O2, *S. typhimurium*, *P. aeruginosa*, розчин цитрату Zn – ефективним тільки до *E. coli* та *S. epidermidis*.

Перспективи подальших досліджень. У подальшому планується випробування цитратів Ag та Zn в птахогосподарствах з метою профілактики бактеріальних хвороб птиці.

References

- Borisevich, V. B., Kaplunenko, V. G., & Kosinov, N. V. (2012). Nanomaterialy i nanotehnologii v veterinarnej praktike. Kyiv: Avitsena (in Russian).
- Fuentes-Duculan, J., Suárez-Fariñas, M., Zaba, L. A. et al. (2010). A subpopulation of CD163-positive macrophages is classically activated in psoriasis. *J. Investigative Dermatology*, 130(10), 2412–2422. doi: 10.1038/jid.2010.165.
- Hallock, M. F., Greenley, P., DiBerardinis, L., & Kallin, D. (2009). Potential risks of nanomaterials and how to

- safely handle materials of uncertain toxicity. *Journal of Chemical Health and Safety*, 16(1), 16–23. doi: 10.1016/j.jchas.2008.04.001.
- Mal'ceva, P. P (2006). *Mir materialov i tehnologij. Nanomaterialy. Nanotehnologii. Nanosistemnaja tehnika*. M.: Tehnosfera (in Russian).
- Mihajlov, G. A., & Vasil'eva, O. S (2008). *Tehnologija budushhego: ispol'zovanie magnitnyh nanochastic v onkologii. Sibirskij nauchnyj medicinskij zhurnal. Bjulleten'*, 3, 18–22 (in Russian).
- Milos, M., Mastelic, J., & Jerkovic, I. (2000). Chemical composition and antioxidant effect of glycosidically bound volatile compounds from oregano. *Food Chemistry*, 71(1), 79–83. doi: 10.1016/S0308-8146(00)00144-8.
- Orishchuk, O. S., Tsap, S. V., Chernenko, O. M., Darmograi, L. M., Chernenko, O. I., & Mykytiuk, V. V. (2019). Environmental justification for using of active yeast in laying hens diet. *Ukrainian Journal of Ecology*, 9(2), 189–194. URL: <https://www.ujecology.com/articles/environmental-justification-for-using-of-active-yeast-in-laying-hens-diet.pdf>.
- Salmon, I., & Hrytsyna, M. (2019). *Veterynarna medytsyna i vykorystannia likarskykh roslyn. Naukovyi visnyk LNU veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii imeni S. Z. Gzhytskoho. Seriya: Veterynarni nauky*, 21(94), 121–126. doi: 10.32718/nvlvet9422 (in Ukrainian).
- Trakhtenberh, I. M., & Dmytrukha, N. M. (2013). *Nanochastyvky metaliv, fizyko-khimichni ta toksychni vlastyvoli. Ukrainskyi zhurnal z problem medytsyny pratsi*, 4(37), 62–74. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ujppmp_2013_4_8 (in Ukrainian).
- Warheit, D., Webb, T., Colvin, V., Reed, K., & Sayes, C. (2007). Pulmonary bioassay studies with nanoscale and fine-quartz particles in rats: toxicity is not dependent upon particle size but on surface characteristics. *Toxicol. Sci.*, 95(1), 270–280. doi: 10.1093/toxsci/kfl128.