

УДК 576.895.132.8

ПОРІВНЯННЯ ОВОЦИДНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ НАНОЧАСТОК ДЕЯКИХ МЕТАЛІВ ЯК ДЕЗІНВАЗІЙНИХ ЗАСОБІВ

Н. О. Волошина

Київський національний університет ім. Тараса Шевченка,
вул. Володимирська, 64, Київ, 01601 Україна
E-mail: VoloshynaN@rambler.ru

Отримано 3 листопада 2009
Прийнято 25 березня 2010

Сравнение эффективности наночастиц некоторых металлов как дезинвазионных средств. Волошина Н. О. — В статье изложены результаты сравнения овоцидной эффективности наночастиц Ag, Cu, Mg, Zn, Sn и «шумерского серебра» (Ag + Cu) на яйца *Ascaris suum* (Goeze, 1782). Установлена обратная связь между степенью селективной седиментации наночастиц и периодом обеззараживания зародышей нематод.

Ключевые слова: *Ascaris suum*, наночастицы Ag, Cu, Mg, Zn, Sn, Cu + Ag, овоцидное действие.

Comparative Efficiency of Nanoparticles of Some Metals as Desinvasion Means. Voloshyna N. O. — In article results of comparison desinvasion efficiency nanopasts Ag, Cu, Mg, Zn, Suthat Sumer silver (Ag + Cu) on eggs *Ascaris suum* (Goeze, 1782) are stated. The interrelation between degree selective sedimintetion nnopasts and the period of disinfecting of eggs nematodes is established.

Key words: *Ascaris suum*, nanoparticles Ag, Cu, Mg, Zn, Sn, Cu + Ag, desinvasion efficiency.

Вступ

Увагу науковців усього світу все більше привертають наноречовини. Сьогодні зареєстровано та промислово виготовляють близько 1800 найменувань наноматеріалів практично з усіх хімічних елементів (Использование..., 2006).

Серед них перспективними є гідратовані та цитратовані наночастинки металів (Mg, Zn, Mn, Fe, Cu, Co, Mo) які отримані за допомогою ерозійно-вибухової нанотехнології.

Наночастки отримують шляхом диспергування металевих гранул імпульсами електричного струму у воді. При цьому формуються поверхні, здатні випускати потік електронів. Під час руйнування гранул, відбувається розділення різнойменних зарядів, що призводить до утворення в областях розривів електричного поля з напруженістю близько 10^7 В/см. За рахунок водневих зв'язків молекули води утворюють стійкі комплекси, подібні хелатним з електрично зарядженою поверхнею наночастинок (Борисевич, 2009).

Дослідним шляхом встановлено бактерицидну, віроцидну та фунгіцидну дію наноматеріалів, а також здатність наночастинок олова, «шумерського срібла» та міді вбивати ембріони нематод (Волошина, 2008). Механізм овоцидної дії наночастинок металів на яйця нематод полягає в ефекті «селективної седиментації», що доведено у дослідях із нанооловом (Волошина, 2009).

Метою наших досліджень було порівняти овоцидну ефективність наночастинок Mg, Zn, Cu, Ag, Sn та Cu + Ag.

Матеріал та методи

Матеріалом досліджень слугувала культура яєць *Ascaris suum* (Goetze, 1782) та наночастинок Mg, Zn, Cu, Ag, Sn та Cu + Ag із вмістом металів 100 мг/дм³ та слабо кислою реакцією (рН 6,7–6,9) (ТУ У 24.6–35291116–003 : 2008) (Патент..., 2008).

Яйця *A. suum* отримали шляхом розтину статевозрілих самок аскарид. Вилучені яйця вміщували у чашки Петрі, додавали 2%-вий розчин формаліну та культивували у термостаті при температурі +28°C до стадії інвазійної личинки.

Життєздатність яєць перевіряли, проглядаючи нативні препарати під малим (15 x 10) та великим (15 x 25) збільшеннями мікроскопу, підігрівуючи препарати над полум'ям спиртівки до температури +37°C або фарбуючи їх метиленовим синім (живі тканини редукують фарбу у безколірну лейкобазу).

В експерименті було задіяно 6 дослідних та одну контрольну групи. Перша дослідна група була призначена для вивчення дії наночасток олова, друга — магнію, третя — цинку, четверта — срібла та міді («шумерське срібло»), п'ята — міді, шоста — срібла.

У чашки Петрі кожної дослідної групи вносили по 1 см³ суспензії яєць (100—130 штук), додавали по 5 см³ дистильованої води та по 2 см³ одного з досліджуваних колоїдів наночасток. Контролем слугували яйця аскариди, вміщені у дистильовану воду.

Протягом 5 діб яйця нематод контактували з наноаквахелатами металів. Щоденно здійснювали мікроскопію дослідних та контрольної груп. Після закінчення дії дослідних речовин яйця *A. suum* двічі промивали у дистильованій воді шляхом центрифугування при швидкості 800 об./хв протягом 5 хв та визначали їхню життєздатність загальноприйнятими методами.

Дослідження проводили на базі акредитованої лабораторії військової частини А 3466 (центр ветеринарного забезпечення Збройних Сил України) та науково-дослідної лабораторії фізіології, патофізіології та імунології тварин Національного університету біоресурсів і природокористування України.

Результати та обговорення

У контрольній групі протягом експерименту життєздатність зберегли 98,4% яєць аскарид. Візуально жодних негативних змін не спостерігали.

Результати дослідження овоцидної ефективності наночасток металів на чистій інвазійній культурі яєць *A. suum* показали, що найбільш овоцидний ефект проявили наночастки магнію та олова (рис. 1).

Наноаквахелати Cu, Ag та «шумерське срібло» також можна віднести до високоефективних речовин, оскільки їхня дія перевищує 90%-вий бар'єр.

Під час експерименту було відзначено різну інтенсивність седиментації наночасток металів на поверхню яєць аскариди. Зокрема, седиментація наночасток міді та срібла була нерівномірною та менш інтенсивною (рис. 2). При застосуванні наноаквахелатів магнію, цинку та олова наночастки утворювали потужний шар товщиною 0,02—0,04 мм (рис. 3).

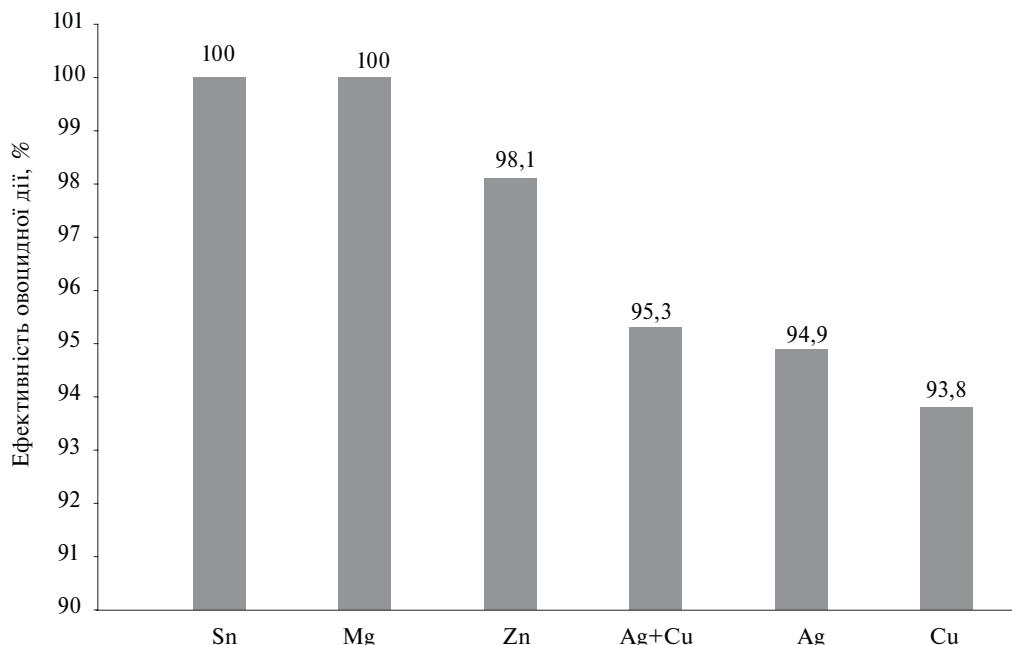
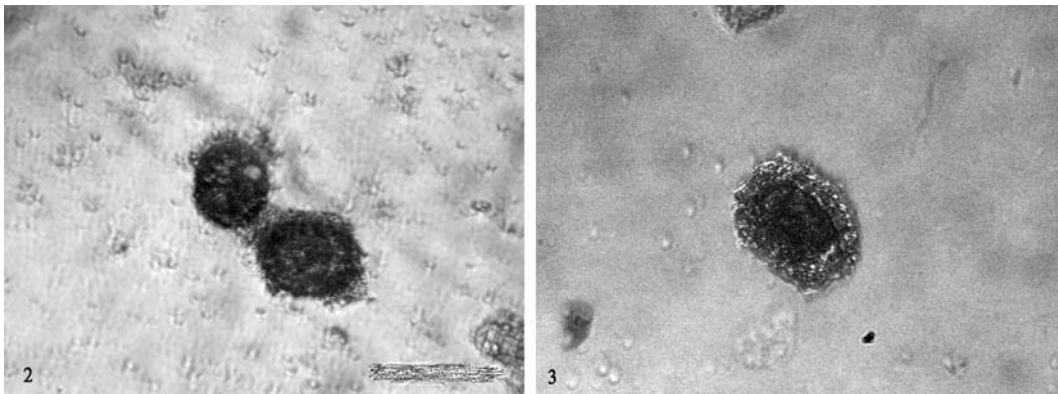


Рис. 1 Порівняння овоцидної ефективності наночасток Sn, Mg, Zn, Cu+Ag, Cu, Ag на яйця *Ascaris suum*.

Fig. 1 Comparison of nanoparticles Sn, Mg, Zn, Cu+Ag, Cu, Ag ovocidal efficiency on the eggs of *Ascaris suum*.

Рис. 2. Яйця *Ascaris suum*, вкриті наночастиками міді.Fig. 2. Eggs *Ascaris suum*, covered by copper nanoparticles.Рис. 3. Яйце *Ascaris suum*, вкриті наночастиками олова.Fig. 3. Egg *Ascaris suum*, covered tin nanoparticles.

У попередніх дослідях з наночастиками олова нами було встановлено, що через 80–90 год. від початку експерименту яйця аскариди втрачають життєздатність, що супроводжується процесом самоочищення їхньої поверхні від наночастинок (Волюшина, 2009).

Овоцидний вплив наночастинок різних металів на яйця аскариди залежить від тривалості контакту. Для наночастинок магнію час знезаражуючої дії складав 75–85 год., для олова та цинку — 80–90, для шумерського срібла — 90–100, срібла та міді — 100–110. Таким чином, інтенсивність селективної седиментації наночастинок металів на поверхню яєць свинної аскариди обернено пропорційно пов'язана з термінами і прямо пропорційно — зі ступенем прояву гельмінтоцидної дії.

Хімічні властивості досліджуваних металів, а саме величина потенціалу, положення у ряді напруги металів та електровід'ємність хімічних елементів також значною мірою впливають на властивості наночастинок. У ряді стандартних електродних потенціалів метали розміщуються наступним чином: $Mg^{2+} (-2,36) < Zn^{2+} (-0,76) < Sn^{2+} (-0,142) < H^+ (0) < Cu^{2+} (+0,34) < Ag^+ (+0,80)$. Чим лівіше розміщений метал у ряді напруги відносно гідрогену (водню), тим сильніша його відновна властивість (Вапиров, 2006). Поверхневий електричний заряд у металевих наночастинок зі знаком «мінус» у елементів розміщених ліворуч від водню, є більшим порівняно із сріблом та міддю. Отже, ступінь вираженості «седиментації» наночастинок магнію, цинку та олова на поверхню яйця аскариди пояснюється величиною їх негативного заряду.

Деструкція яєць аскарид (розрив оболонки, її прогинання), що характерно для дії більшості овоцидних речовин, мало місце і в нашому експерименті, але кількість деформованих зародків була незначною — у межах 5,2–17,2%. Даний факт пов'язаний із принципово іншим механізмом дії наночастинок металів на живі об'єкти, який здійснюється за рахунок електричної деструктуризації оболонки та зародка в цілому.

Отримані нами результати свідчать про принципово різну ефективність наночастинок металів по відношенню до збудників інфекцій та інвазій. У порівнянні з бактерицидними властивостями нанометалів, де найкращий знезаражуючий ефект було досягнуто при застосуванні наносрібла та наноміді (Борисевич, 2009), у дослідях із яйцями нематод своєрідним відкриттям стало встановлення овоцидної дії таких металів як магній, цинк та олово. У літературі до цього часу були відсутні

дані щодо дезінвазійних властивостей цих елементів. Відома лише антгельмінтна дія хлориду олова (Олово..., 1984).

Таким чином, отримані результати свідчать про перспективність використання наночасток металів для діагностики стану життєздатності яєць нематод та застосування їх у якості дезінвазійних речовин.

Висновки

Порівняння овоцидної дії наночасток олова, магнію, цинку, міді, срібла, срібла + міді («шумерське срібло») показало, що найвища інтенсивність седиментації наночасток на поверхню яєць *A. suum* та найбільш виражений овоцидний ефект притаманні наноаквахелатам магнію та олова.

Інтенсивність селективної седиментації наночасток металів на поверхню яєць свиної аскариди обернено пропорційно пов'язана з термінами та прямо пропорційно — зі ступенем прояву гельмінтоцидної дії.

Использование биологически активных препаратов на основе наночастиц металлов в медицине и сельском хозяйстве : Сб. докл. совещ.: «Индустрия наносистем и материалы: оценка нынешнего состояния и перспективы развития» (23–25 марта 2006 г.). — М. : Центр «Открытая экономика», 2006. — 146 с.

Борисевич В. Б., Борисевич Б. В., Хомин Н. М. та ін. Здобутки нанотехнології в лікуванні та профілактиці хвороб тварин (впровадження інноваційних технологій): навч. і практ. посіб / За ред. В. Б. Борисевича. — К., 2009. — 185 с.

Волошина Н. О., Петренко О. Ф., Каплуненко В. Г., Косинов М. В. Перспективи застосування колоїдів наночасток металів у ветеринарній медицині // Ветеринарна медицина України. — 2008. — № 9. — С. 32–34.

Волошина Н. О. Вивчення дезінвазійної дії колоїдних розчинів наночастинок срібла // Науковий вісник НАУ. — 2008. — Вип. 127. — С. 72–74.

Волошина Н. О., Гоголь А. В., Сиченко Т. В. Дослідження дії наноматеріалу «шумерське срібло» на збудник аскарозу свиней // Ветеринарна біотехнологія. — 2008. — № 13 (2). — С. 67–70.

Волошина Н. О. Особливості впливу наночасток олова на яйця *Ascaris suum* // Наук. записки НаУКМА. — 2009. — 93. — С. 81–84.

Вапиров В. В., Ханина Е. Я., Волкова Т. Я. Основы электрохимии : Уч. пособие для студ. инж.-техн. спец. ун-тов. — Петрозаводск : Изд-во Петрозавод. ГУ, 2000. — 38 с. — http://petsu.karelia.ru/Chairs/Inorg_chem/elektro.rtf.

Олово и оловоорганические соединения: предварительный обзор / ЮНЕП ; ВОЗ. — Женева : ВОЗ, 1984. — 126 с. — (Гигиенические критерии состояния окружающей среды).

Патент 29854 Україна, МПК А61N 1/40, ВОІJ 13/00, НОІJ 19/00 Спосіб отримання негативно заряджених наночасток «Ерозійно-вибухова технологія отримання негативно заряджених наночасток» / *Каплуненко В. Г., Косинов М. В.*; заявник та патентоволодар Каплуненко В. Г., Косинов М. В.; Заявл. 13.06.2007; опубл. 25.01.08, Бюл. № 2.