

1. Экологический энциклопедический словарь. Дедю И. И. – К. – 408 с.
2. Экология (теории, законы, правила, принципы и гипотезы). Реймерс Н. Ф. – М.: Россия молодая, 1994. – 367 с.
3. Природопользование. Словарь-справочник. Реймерс Н. Ф. – М.: Мысль, 1990. – 638 с.
4. Экология и охрана природы: Словарь-справочник. Снакин В. В. – М.: Academia, 2000. – 384 с.
5. Система экотоксикологических исследований окружающей среды – основа обеспечения внутреннего динамического равновесия экосистем. Кавецкий В. Н., Багацкая Е. Н., Рыженко Н.А. // Современные проблемы токсикологии. – 2006. – № 2. – С. 59–65.
6. Фітотоксикологія: виникнення, методологія, основи. Рыженко Н. О. // Вісник ДАУ.– Житомир, 2006. – Вип. № 2 (17). – С. 60–68.
7. Екотоксичний моніторинг агрогеоценологічного покриття (концепція та критерії оцінки стану агроценозів). Кавецкий В.М., Козьякова Н.О. // Науковий вісник НАУ. – К., 2002. – Вип. 50. – С.290–293.
8. Методичні вказівки по визначенню Hg, Zn, Co, Cd, Cu, Ni в ґрунті, рослинах, у воді методом тонкошарової хроматографії. Кавецкий В. М., Кавецкий С. В. та ін. Методичні вказівки з визначення мікрокількостей пестицидів в харчових продуктах, кормах та навколишньому середовищі, збірник. – 1997. – Вип. 50–97. – С. 63–78.

N. O. Ryzhenko, V. M. Kavetsky

ECOTOXICAL ASSESSMENT OF CD, CU, ZN, PB PHYTOTOXICITY AT THE CONDITION OF SINGLE AND COMBINE HEAVY METALS POLLUTION

The article deals with the illustration of four possible types of synergism including exponentiation, nihilism, divergence and with the additively concludes all spectrum of pollutants joint action. It was established the descending raw of the heavy metals toxicity concerning to the spring barley: Cd>Cu>Zn>Pb. The synergism of Cd, Pb, Zn, Cu mix had been revealed. The least toxically metals Pb and Zn in the mix had more phytotoxicity that demonstrates their exponentiation in heavy metals mix. It had been determined decreasing of influence of most toxically metals Cd and Cu on plant evidenced of nihilism as a synergism demonstration.

УДК 612-092.4: 57.084

Волошина Н. О.

ОСОБЛИВОСТІ ВПЛИВУ НАНОЧАСТОК ОЛОВА НА ЯЙЦЯ ASCARIS SUUM (GOEZE, 1782).

Наведено результати експериментальних досліджень щодо впливу аніоноподібних висококоординатних аквахелатів наночастинок олова на чисту культуру яєць Ascaris suum. Доведено, що наночастки олова мають виражений овоцидний ефект, характеризуються селективністю впливу на живі яйця нематоди та придатністю до багаторазового використання.

Вступ

Протягом тривалого часу вітчизняні та зарубіжні дослідники приділяли багато уваги вивченню питання стійкості збудників паразитарних хвороб (яйця та личинки гельмінтів, цисти та ооцисти кишкових найпростіших) до дії різних хімічних речовин [1]. Було встановлено значну стійкість яєць гельмінтів до дії концентрованих розчинів солей важких металів, кислот та лугів [2].

Проте результати численних досліджень з розробки ефективних хімічних методів дегель-

мінтизації виробничих та побутових об'єктів не набули широкого застосування в практиці боротьби та профілактики гельмінтозів [1].

Олово (Sn – Stanum) – потенційно токсичний мікроелемент. Неорганічні сполуки олова малотоксичні, органічні – токсичніші. Антагоністами олова є цинк та мідь.

Вперше інтерес до оловоорганіки виник в роки першої світової війни. Органічні сполуки олова використовували як фунгіциди та інсектициди для боротьби із шкідливими мікроорганізмами та комахами. В медицині хлорид олова застосову-

вали внутрішньо при епілепсії та гельмінтозах. Дилауринат дибутилола $(C_4H_9)_2Sn(OCOC_{11}H_{23})_2$ використовують у ветеринарній практиці як антгельмінтний засіб.

В організм людини потрапляє до 50 мг олова за добу, переважно з їжею. Як забруднювач харчових продуктів, цей хімічний елемент може бути наявним у консервах та пакувальній фользі. Йони олова беруть участь у синтезі білка, входять до складу ферментів, беруть участь у фосфорному обміні та, без сумніву, відіграють важливу роль в біохімічних процесах організму [3].

Однією із переваг застосування олова є високий поріг гранично допустимої концентрації (ГДК) іонів металу в харчовій продукції, що складає 250 мкг/кг. Даний показник значно перевищує граничні концентрації біогенних важких металів у сировині та продуктах рослинного і тваринного походження (наприклад, ГДК для цинку в різних продуктах становить від 15 до 100 мкг/кг, міді – 3–50, магнію – 75 мкг/кг) [4].

Співробітниками ТОВ «Наноматеріали і нанотехнології» створено та надано для досліджень аніоноподібні висококоординаційні аквахелати нанолова. Як ліганди були використані молекули води, частково заміщені молекулами лимонної кислоти, кількість яких відповідає кількості пар електронів на поверхні наночастки. Поверхневий заряд таких наночасток дорівнює щонайменше 4–10 Кл, а їх сферична форма дозволяє рівномірно розподіляти електричний заряд на поверхні.

Мета досліджень – встановити особливості овоцидної дії наночасток олова на яйця нематоди *Ascaris suum* (Goeze, 1782).

Матеріали і методи

Матеріалом досліджень слугувала культура яєць *A. suum* та гідратовані й карботовані наночастки олова із вмістом металу 100 мг/дм³, слабкокислою реакцією (рН 6,7–6,9) (ТУ У 24.6–35291:116–003:2008) [5].

Дослідження проводили на базі акредитованої лабораторії військової частини А 3466 (центр ветеринарного забезпечення Збройних Сил України).

Яйця *A. suum* отримали шляхом розтину статевозрілих самок аскарид, яких відбирали під час забою свиней на Дарницькому м'ясокомбінаті м. Київ.

Вилучені яйця *A. suum* вміщували у чашки Петрі, додавали 2 %-ний розчин формаліну та культивували у термостаті при температурі +28 °С. Щоденно здійснювали аерацію середовища та контролювали рівень вологості.

Життєздатність яєць перевіряли, проглядаючи нативні препарати під малим (15×10) та великим (15×25) збільшеннями мікроскопу, або ж

підігрівуючи препарати над полум'ям спиртівки до температури +37 °С та фарбуючи їх метиленовим синім (живі тканини редукують фарбу у безколірну лейкобазу).

Вплив наночасток олова досліджували на різних стадіях ембріонального розвитку яєць: 2–4 бластомерів, морули, бластули, гаструли та інвазійної личинки.

У першому досліді було закладено 6 дослідних та 6 контрольних варіантів. Після культивування яєць аскариди до необхідної стадії розвитку їх двічі промивали у дистильованій воді шляхом центрифугування при швидкості 800 об./хв протягом 5 хв. Відмиті яйця вміщували у чашки Петрі по 1 см³ суспензії (100–130 штук), додавали по 5 см³ дистильованої води та по 2 см³ досліджуваного колоїду наночасток олова. Контролем слугували яйця аскариди, вміщені у дистильовану воду.

За змінами спостерігали протягом 5 діб: через кожну годину – перші шість годин та двічі на добу – наступні 4 доби.

У другому, третьому та четвертому досліді закладали по одному контрольному та дослідному варіантам.

Для моделювання нежиттєздатних яєць живі яйця піддавали дії температури +90 °С (у водяній бані) протягом 30 хв, після чого контролювали їх життєздатність методом фарбування метиленовим синім.

Результати та обговорення

Дослід № 1. У контрольних варіантах протягом експерименту було відмічено розвиток ембріонів до фази личинки. Візуально жодних негативних змін не спостерігали (рис. 1).

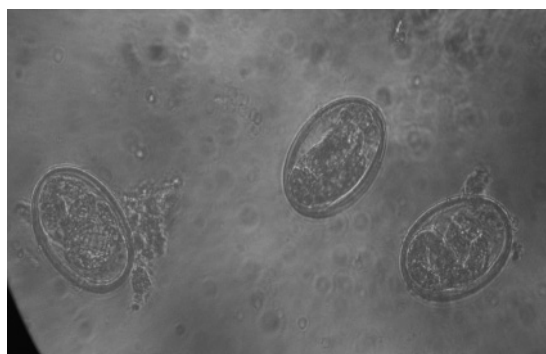


Рис. 1. Яйця *A. suum* з живими личинками всередині

У дослідних групах спостерігали чітко виражені візуальні зміни, перш за все – було відмічено процес «налипання» наночасток та їх агломерацій на поверхні оболонки яєць, що містили живих личинок. «Налипання» спостерігали вже з першої години початку експерименту (рис. 2). Пік налипання відмічали через 25–46 год.

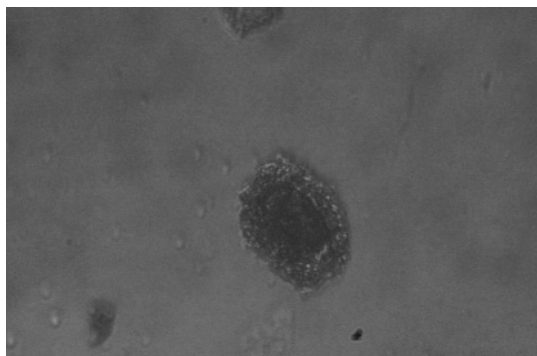


Рис. 2. «Налипання» наночасток олова на поверхні яйця *A. suum* з живою личинкою всередині

Аналогічний ефект «налипання» наночасток олова спостерігали на всіх стадіях ембріонального розвитку яєць аскариди свиней.

Повне очищення яєць нематоди від наноаквахелатів відмічали через 90 год. від початку експерименту (закінчення дії наночасток олова та їх «відпадання»). Частину яєць фарбували вітальними фарбами з метою з'ясування їхньої життєздатності. Крім того, після закінчення експерименту яйця нематод з дослідних та контрольних варіантів культивували при оптимальних температурах протягом 30 діб. У дослідних варіантах не було виявлено життєздатних яєць. У контрольних варіантах розвиток до інвазійної стадії відмічали у 99,2 %.

Хоча ефект «налипання» було зафіксовано в експериментах з вивчення дії наночасток біоцидних металів на бактерії і дріжджові клітини [6–8], відносно впливу їх на яйця гельмінтів інформація відсутня. Отримані попередні результати спонукали нас до проведення додаткових досліджень.

Дослід № 2. Були використані дослідний та контрольний варіанти з культурою яєць аскариди на фазі інвазійної личинки. На дослідну культуру впливали температурою +90 °С (у водяній бані) протягом 30 хв, що призвело до загибелі личинок нематоди. Додатково життєздатність яєць перевіряли методом фарбування. Яйця нематод дослідного та контрольного варіантів обробляли препаратом наноолова в тих самих дозах та концентраціях, як і в попередньому досліді.

За результатом досліді встановлено, що наноаквахелати взаємодіють лише із яйцями нематод, в яких протікають метаболічні процеси, тобто – з живими. У дослідній групі жодних ознак «налипання» не спостерігали.

Дослід № 3. Вивчали дію аніоноподібних висококоординаційних аквахелатів на суміш життєздатних та нежиттєздатних яєць *A. suum*, що перебували на різних етапах ембріогенезу. На яйця із плазматичною масою та розвиненою личинкою всередині впливали температурою +90 °С (на водяній бані) протягом 30 хв. Після

цього нерозвинені зародки нематод культивували у термостаті при температурі +28 °С протягом 15 діб. Розвитку яєць не спостерігали. Їх життєздатність, додатково, була перевірена методом фарбування.

В одну чашку Петрі помістили нежиттєздатні яйця аскарусів з плазматичною масою і личинкою всередині та життєздатні зародки із живою личинкою. До них додавали 5 см³ дистильованої води та 2 см³ досліджуваного колоїду наночасток олова. Наноаквахелати олова оточували життєздатні яйця *A. suum*, починаючи з першої години досліді.

У результаті експерименту вдалося підтвердити вибіркову взаємодію наноолова лише з життєздатними інвазійними елементами, тобто з яйцями, які містили живу личинку (рис. 3).

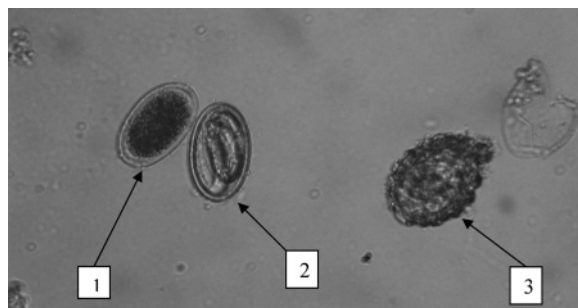


Рис. 3. 1 – нежиттєздатне яйце з плазматичною масою всередині; 2 – нежиттєздатне яйце із розвиненою личинкою; 3 – життєздатне яйце з личинкою, піддане дії наночасток олова

Дослід № 4. Використали об'єкт з попереднього досліді – чашку Петрі з яйцями нематод після закінчення дії наноаквахелатів олова, тобто «очищенні» яєць аскарид. У чашку Петрі, що містила вже знезаражені яйця, повторно вносили яйця з живими личинками *A. suum*.

Встановлено, що наночастки олова, що залишалися в чашці Петрі, повторно вступали в реакцію з живими яйцями нематод, «налипаючи» на них та спричиняючи загибель личинок.

Наукове обґрунтування механізму овоцидної дії наночасток олова описані нами раніше у працях [9, 10].

Висновки

1. Наночастки олова проявляють чітко виражену овоцидну дію на яйця *A. suum* незалежно від стадії ембріонального розвитку зародка.
2. Наноаквахелати взаємодіють лише з живими яйцями нематод, вибірково «налипаючи» лише на них, що зумовлює ефективну овоцидну дію препарату у відносно малих концентраціях.
3. Наночастки повністю зберігають овоцидні властивості при їх повторному використанні.

1. Романенко Н. А. Санитарная паразитология : (Руководство для врачей) / Н. А. Романенко, И. К. Падченко, Н. В. Чебышев. – М. : Медицина, 2000. – 342 с.
2. Березовський А. В. Екологічні проблеми сучасної паразитології (аналітичний огляд) / А. В. Березовський // Науковий вісник НАУ. – 2006. – Т. 98. – С. 19–28.
3. Биологическое действие макро- и микроэлементов : пособие [для студ.] / Н. М. Сторожок. – 2006. – С. 24.
4. Законодавство України про ветеринарну медицину. – К. : Урожай, 1999. – 590 с.
5. Патент України на корисну модель № 29854. Висококоординатний аніоноподібний аквананокомплекс. / Каплуненко В. Г., Косинов М. В. – опубл. 25.01.08, Бюл. №2.
6. Коликов В. А. Пролонгированная микробная устойчивость воды, обработанной импульсными электрическими разрядами / В. А. Коликов, В. Е. Курочкин, Л. К. Панина и др. // Журнал технической физики. – 2007. – Т. 77. – Вып. 2. – С. 118–125.
7. Наночастицы в природе. Нанотехнологии и их создания в приложении к биологическим системам: материалы 1-го Российского научно-методологического семинара (4 июня 2003 г.) – М., 2003. – С. 53–60.
8. Ревина А. А. Некоторые особенности воздействия кластерного серебра на дрожжевые клетки *Candida utilis* [электронный ресурс] / А. А. Ревина, Е. К. Баранова, А. Л. Мулюкин, В. В. Сорокин // Электронный научный журнал «Исследовано в России». – 2005. – С. 1403–1409. – Режим доступа: <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2005/139.pdf>.
9. Волошина Н. О. Наукове обґрунтування механізму овоцидної дії наночастинок олова / Н. О. Волошина, П. Я. Кіличицький, В. Г. Каплуненко, М. В. Косинов // Ветеринарна біотехнологія. – 2009 (у друці).
10. Волошина Н. О. Особливості овоцидної дії наночастинок олова на яйця *Ascaris suum* (Goeze, 1782) in vivo / Н. О. Волошина, П. Я. Кіличицький // Науковий вісник НАУ. – 2009 (у друці).

Voloshyna N. O.

FEATURES OF INFLUENCE OF NANOCHASTOK OF TIN ARE ON EGGS ASCARIS SUUM (GOEZE, 1782).

Resulted results of experimental researches in relation to influence of nanopast of tin on the clean culture of eggs Ascaris suum. It is proved that nanochastki of tin have the expressed ovocidny effect, characterized by selectivity of influence on the living eggs of eelworm and fitness to multiple-use.