

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ НАНОАКВАХЕЛАТІВ МАГНІЮ ДЛЯ ДЕЗІНВАЗІЇ ОСЕРЕДКІВ ПАРАЗИТАРНОГО ЗАБРУДНЕННЯ

Н. О. Волошина

Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова

*Наведено дані власних досліджень щодо активності наночастинок магнію проти яєць та личинок гельмінтів собак у виробничих умовах. Встановлено виражену дезінвазійну ефективність наноаквахелатів магнію у концентрації 200 мг/дм³ при обробленні ґрунту, інвентарю і обладнання в місцях утримання інвазованих собак. На п'яту добу після контакту з наночастинками металу пропагативні стадії паразитів *Toxocara canis*, *Toxascaris leonina*, *Ancylostoma caninum* та *Echinococcus granulosus* втрачали свою життєздатність у 100 % випадків. У присутності інвазованих тварин частка виявлених збудників паразитозів зростала від 6,7 % у ґрунті до 77,8 % у змивах з посуду, що пов'язано з повторною контамінацією об'єктів довкілля.*

Серед переваг притаманних дезінвазійному засобу на основі магнію у нанорозмірному стані, його екологічна сумісність, пролонгованість дії та рентабельність порівняно з існуючими аналогами, а також зручність і простота у застосуванні.

Ключові слова: ПАРАЗИТАРНЕ ЗАБРУДНЕННЯ, НАНОАКВАХЕЛАТИ МАГНІЮ, ДЕЗІНВАЗІЯ, ЯЙЦЯ, ЛИЧИНКИ, ГЕЛЬМІНТИ, СОБАКИ

З позиції патоморфологічної концепції основним критерієм паразитизму є патогенний вплив паразита на популяцію хазяїв, що супроводжується значними економічними збитками і має важливе соціальне значення для суспільства [1].

На урбанізованих територіях все більшої актуальності набуває екологічна проблема пов'язана із загостренням паразитарної ситуації, зокрема поширенням зоонозів. У формуванні осередків паразитарного забруднення в містах та населених пунктах України основну роль відіграють тварини-компаньйони (собаки і коти), чисельність яких постійно зростає. У екскрементах домашніх хижаків містяться паразити на різних стадіях онтогенезу, що веде до виникнення і посилення напруженості епізоотичних та епідемічних процесів, а самі паразити є індикаторами загального забруднення навколишнього середовища [2].

Наслідками цих процесів є інвазування хазяїв-паразитів, яким є людина та усіх рангів, збільшення патогенності гельмінтів і контамінація довкілля їх пропагативними стадіями (яйця, личинки, ооцисти) у межах, що значно перевищують природний фон, тобто формування ефекту паразитарного забруднення [1].

Сьогодні пріоритетним вважається біоекологічний напрямок профілактики паразитарного забруднення. Він базується на виявленні закономірностей формування та функціонування системи «паразит-хазяїн», поглибленому вивченні шляхів інвазування в умовах антропогенно зміненого середовища і розірванні життєвого циклу гельмінта, зокрема, шляхом знищення його пропагативних стадій у довкіллі.

Найчастіше місцем накопичення, збереження та фореції яєць і личинок паразитів є ґрунт. Для його дезінвазії були запропоновані різні методи, найефективнішими серед яких виявилися хімічні. Концентрація, за якої вони проявляють дезінвазійну активність, часто є небезпечною для довкілля та токсичною для людини і тварин. Наприклад, концентрація знезаражуючих засобів на основі хлору, за якої проявляється бактерицидна та віроцидна дія знаходиться в діапазоні 3–9 мг/дм³, критичною для людини і тварин є доза від 50 до 70 мг/дм³, а згубною для яєць нематод з ряду *Ascaridida* — 120 мг/дм³ [1, 3].

Вивчення впливу наночастинок деяких металів (олова, цинку, магнію, срібла та міді) на пропагативні стадії нематод і кокцидій дозволяють рекомендувати ці речовини в якості ефективного дезінвазійного засобу, якому притаманні властивості, що вигідно його вирізняють

від інших знезаражуючих засобів хімічної природи. Експериментально встановлено, що дезінвазійна активність наноаквахелатів магнію відносно яєць і личинок гельмінтів собак з рядів Ascaridida (*Toxocara canis* (Werner, 1782) і *Toxascaris leonina* (von Linstow, 1902)) та Strongylida (*Ancylostoma caninum* (Ercolani, 1859)) перевищує 90%-ий бар'єр [4]. Наночастинки металів здатні знезаражувати інвазійні елементи в товщі ґрунту до 5 см, а вплив сторонніх органічних речовин на ефективність взаємодії комплексу «наночастинка-яйце» можна вважати не суттєвим [5–7].

Перспективними для подальших досліджень дезінвазійної активності є новий клас енергонасичених функціональних матеріалів — аніоноподібні висококоординаційні наноаквахелати магнію, отримані з використання ерозійно-вибухової нанотехнології. Вони володіють високою біологічною і хімічною активністю, що пов'язано зі збільшенням поверхневої енергії наночастинок, їх електризацією та аморфізацією. На особливу увагу заслуговує магній, який належить до класу малонебезпечних елементів з високими показниками гранично допустимої концентрації (ГДК) у ґрунті. Так, концентрація магнію 200 мг/дм³ є значно меншою допустимої норми, яка знаходиться в межах від 1000 до 1600 мг/кг [8].

Мета наших досліджень полягала у визначенні дезінвазійної ефективності наноаквахелатів магнію при дезінвазії осередків паразитарного забруднення.

Матеріали і методи

Для визначення дезінвазійної ефективності продуктів нанотехнології у виробничих умовах обрали притулок для бездомних тварин Київського товариства захисту тварин (м. Гостомель), неблагополучний щодо паразитарних хвороб собак.

У експерименті були задіяні 30 спонтанно інвазованих безпородних собак різного віку. Їх утримували у вольєрах розміром 5х10 м по 15 тварин у кожному. Екскременти від собак відбирали індивідуально і досліджували загальноприйнятими гельмінтоскопічними методами [8].

Об'єктами еколого-паразитологічного обстеження були визначені: ґрунт, зішкребки з металічних сіток, решіток та інвентарю для прибирання вольєрів, змиви з мисок для їх годівлі і напування. Проби ґрунту (наважка масою 100 г) відбирали з усієї площі вольєру методом конверту. Глибина забору становила 1–3 см. З кожного було відібрано по п'ять проб, які вивчали за методом А. І. Корчагіна (1986).

Життєздатність яєць та личинок паразитів перевіряли проглядаючи нативні препарати або після їх культивування до інвазійної стадії під малим (ок. 10 х об. 8) і великим (ок. 10 х об. 20) збільшеннями мікроскопа, попередньо підігріваючи препарати до температури +37 °С.

Експериментальна речовина — колоїд з вмістом аніоноподібних наноаквахелатів магнію, отриманий з використанням ерозійно-вибухової технології. Вміст металу в колоїді — 200 мг у 1 дм³, рН 6,7–6,9 [9].

Перший вольєр (дослідний), після механічного очищення, зрошували колоїдом з розрахунку 1 дм³ робочого розчину на 1 м² площі вольєру, другий (контроль) — водою. Обробку проводили у безвітряну, суху погоду методом зрошення.

Після п'ятиденної експозиції до вольєрів переміщували собак.

Еколого-паразитологічну оцінку досліджуваної території проводили перед та на 5-й і 10-й день після проведення дезінвазії.

Результати й обговорення

Відомо, що хімічні речовини, ефективні проти паразитів в лабораторних умовах, нерідко значно знижують свою активність при дослідженні їхньої дії на виробництві. У кожному конкретному випадку можуть проявлятися непередбачувані фактори, які негативно впливають на прояв знезаражуючої дії засобу. До них відносять мікроклімат у тваринницькому

приміщенні, технологію утримання тварин, режим проведення профілактичних заходів тощо [3].

Попередньо було з'ясовано, що тварин утримують у притулку тимчасово. Один раз на рік проводять дегельмінтизацію. Знезараження вольєрів зводиться лише до їх механічного очищення від залишків їжі та екскрементів собак. Дезінвазія у притулку не проводилася взагалі.

Перед постановкою досліду тварин було оглянуто. При цьому звертали увагу на їх зовнішній вигляд, вгодованість, апетит. У тварин реєстрували виснаження, анемічність слизових оболонок, тьмяну і скуйовджену шерсть.

Екстенсивність (EI) та інтенсивність (II) інвазії тварин наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Інвазованість собак ($M \pm m$, $n=30$)

Вид збудника	Копроскопічні дослідження	
	EI, %	II, екз./1 г
<i>Toxocara canis</i> (Werner, 1782)	73,3	4,2 $\pm$ 0,2
<i>Toxascaris leonina</i> (von Linstow, 1902)	16,7	3,6 $\pm$ 0,1
<i>Ancylostoma caninum</i> (Ercolani, 1859)	6,7	1,3 $\pm$ 0,1
<i>Echinococcus granulosus</i> (Batsch, 1786)	10,0	2,5 $\pm$ 0,5

За результатами гельмінтокопроскопічного обстеження встановлено, що паразитофауна собак представлена трьома видами нематод і одним видом цестод. Переважна більшість тварин інвазовані нематодою *T. canis* (у 73,3 %), яка має найбільше епідемічне та соціальне значення в сучасних умовах, а її яйця стійкі до впливу абіотичних екологічних чинників і здатні до тривалого збереження у довкіллі. Дещо рідше реєстрували види *T. leonina* (16,7 %), *A. caninum* (10 %) та *E. granulosus* (6,7 %).

Оскільки тварини постійно знаходяться у одному вольєрі, харчуються зі спільного посуду, існує можливість активної циркуляції збудників паразитозів і реінвазії хазяїв.

На територіях де утримують собак, встановлено контамінацію об'єктів довкілля видоспецифічними гельмінтами домашніх хижаків. У ґрунті (дослідного та контрольного вольєрів) життєздатними інвазійними елементами контаміновані від 66,7 до 73,3 % досліджених проб, у зішкребках з сіток і решіток, а також з інвентарю, який використовували для догляду за тваринами — від 8,3 до 16,7 %, у змивах з посуду — 100 % в обох вольєрах.

У поверхневому шарі ґрунту щільність яєць токсокар в середньому складала 2,4 яйця в 100 г, токскарсів — 0,6, яєць та личинок анкілостом — 0,3, яєць ехінококів — 0,2. Змиви з мисок для годування і напування собак містили яйця токсокар у кількості в середньому 3 яйця на 1 см³ осаду, токскарсів — 1,5 яєць, 1 личинка анкілостом. Яєць ехінококів не виявлено.

Перед проведенням дезінвазії вольєри були звільнені від тварин. Проведено механічну очистку території дослідного і контрольного вольєрів. Посуд, совки, віники відмочували у мильній воді та очищували.

Для контролю дезінвазії відбір проб проводили двічі. Перший раз після закінчення терміну експозиції — через 5 діб. Другий — через 10 діб від початку експерименту, тобто після п'ятиденного перебування собак у вольєрах, які були піддані очищенню і дезінвазії.

Реєстрували достовірну різницю показників контамінації вольєрів яйцями та личинками гельмінтів собак до дезінвазії, через 5 і 10 діб після обробки наноаквахелатами магнію (табл. 2).

Таблиця 2

Гельмінтологічне забруднення у вольєрах до та після дезінвазії ($M \pm m$, $n=5$)

Час проведення дослід	Виявлено життєздатних паразитичних елементів у об'єктах довкілля, %					
	ґрунт	зішкребки	змиви	ґрунт	зішкребки	змиви
	дослід			контроль		
До дезінвазії	73,3 $\pm$ 2,6	8,3 $\pm$ 0,3	100	66,7 $\pm$ 1,7	16,7 $\pm$ 0,2	100

		●●●				
Через 5 діб після дезінвазії	0	0	0	53,3±0,8 **	0	0
Через 10 діб після дезінвазії	6,7±0,4 ***●●●	0	77,8±1,5 ***●●●	73,3±0,4 **	0	88,9±1,3 ***

Примітка: 1. Вірогідність різниці ** — $p < 0,01$, *** — $p < 0,001$ порівняно з періодом до дезінвазії; 2. ●●● — $p < 0,001$ порівняно з контролем

У досліді (вольєр, де проводили дезінвазію) на п'яту добу експерименту мало місце повне знищення пропативних стадій паразитів, а наступне п'ятиденне перебування інвазованих тварин підвищило показники контамінації ґрунту до 6,7 % і змивів з посуду — до 88,9 %. Після п'ятиденної експозиції у пробах ґрунту були виявлені нежиттєздатні яйця токсокар та токскарисів в середньому 0,3 і 0,1 відповідно.

Водночас у пробах відібраних із контрольного вольєру на п'ятий день досліду, інвазійні елементи реєстрували лише у ґрунті (53,3 %). Серед яких виявляли токсокар у середньому 1,8 яйця в 100 г, токскарисів — 0,4 яйця, анкілостом — 0,2 личинок і ехінококів — 0,2 яйця. Отримані результати можна пояснити екологічною залежністю пропативних стадій геогельмінтів домашніх хижаків від ґрунту.

На десятий день експерименту, тобто після п'ятиденного перебування собак у вольєрах, у пробах ґрунту контрольної групи виявлено яйця токсокар, токскарисів, анкілостом і онкосфер ехінококів в середньому 1,8, 0,6, 0,2 та 0,2 в 100 г, відповідно. У дослідних групах виявлено 0,2 життєздатних яєць токсокар і 0,6 яєць токскарисів.

Інтенсивність контамінації посуду пропативними стадіями паразитів до дезінвазії було однаковим (100 %). Після п'ятиденного перебування у вольєрах спонтанно інвазованих тварин встановлено достовірне зниження показника життєздатних яєць гельмінтів у змивах, порівняно з контролем та періодом до дезінвазії.

У зішкребках із сіток та решіток контрольного і дослідного вольєрів після їх очищення та знезараження, відповідно, яєць чи личинок паразитів виявлено не було.

Отримані результати ми пояснюємо властивістю колоїду з вмістом наноаквахелатів магнію утворювати на поверхні підданих обробці предметів (сітки, решітки, інвентар) біоцидну плівку, яка забезпечує знезаражуючий ефект протягом тривалого періоду. Подібний ефект пролонгованої знезаражуючої дії було описано В. Б. Борисевичем і колегами, які застосували композицію «Шумерське срібло» при дезінфекції свинарників [4]. Водночас, досягнення дезінвазійного ефекту потребує дотримання експозиції (25–46 годин), що є необхідною умовою для забезпечення селективної седиментації наночастинок на поверхню живого інвазійного елементу [11].

Наші спостереження показали, що посуд, який використовували для годівлі тварин, є одним із найбільш важливих факторів передачі інвазії, оскільки інвазування переважною більшістю геогельмінтів відбувається аліментарним шляхом. Зниження ризику зараження тварин паразитами через посуд не представляє труднощів. Єдиною умовою є його регулярне миття.

Економічна ефективність від проведення дезінвазії колоїдом з вмістом наноаквахелатів магнію у вольєрі, де утримували спонтанно інвазованих собак, склала 0,92 грн на гривню витрат, що у 2,6 рази вище аналогічного показника, отриманого від застосування рекомендованого для цієї мети 5 % розчину їдкого натру. Водночас, властивість повторної взаємодії з життєздатними інвазійними елементами, притаманна лише високоординаційним наноаквахелатам металів дозволяє заощаджувати на кратності обробок і за рахунок цього їх собівартість, відповідно, зменшується.

Перевагами запропонованого засобу дезінвазії на основі наночастинок магнію, порівняно з представленими на ринку України аналогами хімічної природи, є їх екологічна безпечність, пролонгованість дії, здатність взаємодіяти лише з життєздатними зародками паразитів та рентабельність [4, 6, 7, 11]. Електрично-заряджені наночастинки металів

створюють умови для постійного знезараження пропагативних стадій гельмінтів, які виділяють інвазовані тварини, тим самим забезпечуючи розрив життєвого циклу паразита і обмежуючи виникнення нових заражень.

Отже, досягнення сприятливого стану біологічної безпеки середовища існування можливе шляхом застосування комплексу протипаразитарних заходів, невід'ємною складовою якого є виявлення осередків паразитарного забруднення довкілля, їх дезінвазія та дегельмінтизація інвазованих тварин. Для досягнення цієї мети необхідна розробка та впровадження новітніх ефективних засобів і методів профілактики, в тому числі із застосуванням сучасних технологій. Одним із них може бути пропонований нами ефективний та екологічно рентабельний засіб на основі наноаквахелатів магнію. Простота і універсальність його застосування дозволить зменшити ризик інвазування домашніх хижих тварин та їх власників збудниками зоонозних хвороб при утриманні у квартирах або на присадибних ділянках.

Висновки

1. Наноаквахелати магнію у концентрації 200 мг/дм³ володіють вираженим дезінвазійним ефектом проти життєздатних яєць *Toxocara canis*, *Toxascaris leonina*, *Ancylostoma caninum* та онкосфер *Echinococcus granulosus* при їх застосуванні у виробничих умовах.

2. Найвищу ефективність наноаквахелатів магнію реєстрували при дезінвазії об'єктів довкілля контамінованих яйцями гельмінтів собак (100 %) на п'яту добу експерименту. В результаті повторної контамінації дослідної території після п'ятиденного перебування у вольєрах спонтанно інвазованих тварин рівень забруднення інвазійними елементами сягав від 6,7 до 88,9 %.

3. Перевагами застосування наноаквахелатів магнію для знезараження осередків паразитарного забруднення є їх екологічна безпека, рентабельність та простота у використанні, що дозволяє рекомендувати його в якості ефективного дезінвазійного засобу для застосування у виробничих умовах.

Перспективи подальших досліджень. Представлені нами результати дозволяють принципово по-новому оцінити потенціал речовин у нанорозмірному стані і визначити перспективні напрями для подальшого вивчення властивостей наночастинок металів, способів їх застосування та доцільності впровадження у лабораторну і виробничу практику боротьби з паразитозами. Подальші наші дослідження будуть пов'язані із вивченням знезаражуючої активності наноаквахелатів металів відносно збудників паразитарних хвороб різних видів тварин, зокрема зоонозних. Також важливими аспектом з практичної точки зору є пошук можливості промислового виробництва дезінвазійних засобів із широким спектром біоцидних властивостей на основі наночастинок металів і вивчення доцільності їх використання у сільськогосподарському виробництві та при догляді за домашніми тваринами.

N. A. Voloshyna

EFFECT NANOQUACHELATES OF MAGNESIUM FOR DIAGNOSTICS OF PARASITIC CONTAMINATION

S u m m a r y

In article results of researches of action of nanopastes of magnesium concerning eggs and larvae helminths dogs under production conditions are stated. The expressed desinvasion efficiency nanoquachelates of magnesium in concentration of 200 mg/dm³ is established when processing the soil, stock and the equipment in places of the maintenance of dogs in the presence of an invasion source. For the fifth days after contact to metal nanopastes the eggs and larvae of parasitic of *Toxocara canis*, *Toxascaris leonina*, *Ancylostoma caninum* and *Echinococcus granulosus* lost viability in 100%

of cases. In the presence of invasion animals the percent of the found activators of parasitic increased from 6,7 % in the soil to 77,8 % in washouts from ware that is connected with a secondary contamination of objects of environment.

Among advantages of desinvasion means on the basis of magnesium in a nanodimensional condition allocate ecologi compatibility, profitability compared with existing analogs, and also convenience and simplicity in application.

Н. А. Волошина

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ НАНОАКВАХЕЛАТОВ МАГНИЯ ДЛЯ ДЕЗИНВАЗИИ В ОЧАГАХ ПАРАЗИТАРНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

А н н о т а ц и я

В статье изложены результаты исследований действия наночастиц магния относительно яиц и личинок гельминтов собак в производственных условиях. Установлена выраженная дезинвазионная эффективность наноаквахелатов магния в концентрации 200 мг/дм³ при обработке почвы, инвентаря и оборудования в местах содержания собак в присутствии источника инвазии. На пятые сутки после контакта с наночастицами металла пропативные стадии паразитов *Toxocara canis*, *Toxascaris leonina*, *Ancylostoma caninum* и *Echinococcus granulosus* теряли жизнеспособность в 100 % случаев. В присутствии инвазионных животных процент обнаруженных возбудителей паразитозов возрастал от 6,7 % в почве до 77,8 % в смывах с посуды, что связано с вторичной контаминацией объектов окружающей среды.

Среди преимуществ дезинвазионного средства на основе магния в наноразмерном состоянии выделяют экологическую совместимость, пролонгированность действия, рентабельность сравнительно с существующими аналогами, а также удобство и простота в применении.

1. Ройтман В. А. Паразитизм как форма симбиотических отношений / В. А. Ройтман, С. А. Безр. — М. : РАН, 2008. — 310 с.

2. Пашкина Ю. В. Экологические аспекты многофакторного воздействия на формирование нозологического профиля заразной патологии собак и кошек на урбанизированной территории / Ю. В. Пашкина, Э. Н. Скосырева, Е. А. Шакурова, Е. А. Грачева // Ветеринарная патология. — 2006. — № 3. — С. 63–66.

3. Черепанов А. А. Профилактика паразитозов в системе подготовки и утилизации отходов животноводства / А. А. Черепанов // Тр. Всерос. ин-та гельминтологии. — 2001. — Т. 37. — С. 174–187.

4. Борисевич В. Б. Наноматеріали в біології. Основи нановетеринарії : посіб. для студ. аграрн. закл. освіти III–IV рівнів акредитації / В. Б. Борисевич, В. Г. Каплуненко, М. В. Косінов, та ін. ; за ред. В. Б. Борисевича, В. Г. Каплуненко. — К. : ВД «Авіцена», 2010. — 416 с.

5. Волошина Н. О. Дезінвазійна дія наночасток металів на ооцисти еймерій кролів [Електронний ресурс] / Н. О. Волошина // Актуальні питання біології, екології та хімії. — 2009. — Т. 1, № 3. — С. 42–47 : Режим доступу до журналу: http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Apbeh/2009_3/09vnooek.pdf.

6. Волошина Н. О. Дезінвазія ґрунту наночастками магнію / Н. О. Волошина // Вісник Харківського національного університету ім. В. Н. Каразіна. — 2009. — Вип. 10, № 878. — С. 65–69. — (Серія «Біологія»).

7. Волошина Н. О. Визначення ефективності наночасток магнію на яйця *Ascaris suum* (Goeze, 1782) на тест-об'єктах / Н. О. Волошина // Вісник Львівського університету. — 2010. — № 52. — С. 163–166. — (Серія біологічна).

8. Дахно І. С. Екологічна гельмінтологія / І. С. Дахно, Ю. І. Дахно. — Суми : Козацький вал, 2010. — 220 с.

9. Пат. 29280 Україна, МПК (2006) С 07F 19/00, С12N 1/20. Аквахелат нанометалу / М. В. Косінов, В. Г. Каплуненко. — № u 2007 09613 ; заявл. 27.08.07 ; опубл. 10.01.08. — Бюл. № 1.

10. Методичні вказівки з визначення економічних збитків та економічної ефективності ветеринарних заходів : для студентів та аспірантів / В. О. Бусол, А. Ф. Євтушенко, В. А. Ситнік, В. М. Шевчук та ін. // Національний ун-т біоресурсів і природокористування України. — 2009. — 23 с.

11. *Волошина Н. О.* Наукове обґрунтування механізму овоцидної дії наночасток олова / Н. О. Волошина, П. Я. Кіличицький, В. Г. Каплуненко, М. В. Косінов // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. — 2009. — Вип. 54. — С. 50–52.. — (Серія «Біологія»).

Рецензент: доктор біологічних наук, професор, зав. кафедри зоології НПУ ім. Драгоманова Бровдій В.М.

Рецензент: завідувач лабораторії живлення та біосинтезу продукції жуйних, доктор сільськогосподарських наук, с. н. с. Стапай П. В.