

УДК 638.224.24

ТРОКОЗ В.О., д-р с.-г. наук,

АРЕТИНСЬКА Т.Б., канд. біол. наук,

КРИВУРУЧКО Д.І., канд. вет. наук,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

КАПЛУНЕНКО В.Г., д-р техн. наук

ТОВ «Нанотехнології інаноматеріали»

СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ НАНОПРЕПАРАТІВ БІОГЕННИХ ЕЛЕМЕНТІВ У ЛІСОВОМУ ШОВКІВНИЦТВІ

Показано, що під впливом наноаквацитратів біогенних металів значно підвищується продуктивність і життєздатність дубового шовкопряда, скорочуються терміни вигодівлі гусені. Описані методи застосування сполук мікроелементів, отриманих з використанням нанотехнологій, для підвищення продуктивності та життєздатності дубового шовкопряда.

Вступ. На початку ХХІ століття світове виробництво і споживання шовку має тенденцію до різкого збільшення [1, 2]. Подальший ріст виробництва продукції шовківництва напряду залежить від останніх досягнень сучасної науки, зокрема нанотехнологій. Інноваційні розробки щодо одержання та використання нанопрепаратів в Україні для потреб ветеринарії і медицини [3–8] спонукали вчених дослідити їх вплив на корисних шовкопрядів, котрі особливо потребують нових антисептичних і лікувально-профілактичних засобів боротьби з хворобами, а також ефективних біодобавок, які поліпшують господарсько-цінні показники корисних комах.

З метою підвищення продуктивності і резистентності корисних комах у шовківництві використовують біостимулятори та добавки, які збагачують корм або покращують його властивості, препарати, що стимулюють активність травного тракту, швидкість росту та споживання корму, а також позитивно впливають на енергетичний обмін у організмі комах [9].

Відомо, що вирішальну роль у підвищенні життєздатності організму, нормалізації метаболічних процесів та імунобіологічних реакцій виконують макро- і мікроелементи. Саме тому важливим напрямком досліджень є використання новітніх мінеральних сполук у різних формах і дозах застосування для збільшення життєздатності, урожайності та якості коконів, їх засвоєння та впливу на фізіолого-біохімічні показники дубового шовкопряда.

На підставі сучасної нанотехнології українським вченим вдалося синтезувати надчисті нанокарбоксилати (на основі харчових кислот) біогенних металів (цинку, магнію, мангану, феруму, купруму, кобальту, молібдену тощо) [3–6]. Встановлено, що біогенні метали як життєво необхідні мікроелементи з

таких комплексів швидко і ефективно засвоюються живими організмами [10–14].

Мета роботи – дослідити сучасний стан використання наноаквацитратів біогенних металів у лісовому шовківництві та встановити ефективність впливу цих речовин на фізіолого-біохімічні процеси в організмі дубового шовкопряда та його продуктивність.

Порівняльна характеристика впливу наноаквацитратів біогенних металів в процесі греновиробництва та вигодівель гусениць дубового шовкопряда. Проведена оцінка біологічної активності наноаквацитратів аргентуму, цинку, магнію, мангану, феруму, купруму, кобальту й молібдену в якості антимікробних і стимулюючих речовин при знезаражуванні грени, а також кормової добавки в раціонах дубового шовкопряда. Дослідження показали, що найбільший антисептичний і біостимулюючий ефект за обробки грени дає водний комплекс розчинів сполук аргентуму, купруму, цинку і магнію при співвідношенні з водою відповідно 1:1:1:1:2.

Оживлення грени в першу добу виходу гусениць збільшилося на 15% порівняно з контролем і 25% – за весь період інкубації. Високі показники оживлення грени спостерігали за використанням водного розчину наноаквацитрату аргентуму в розведенні водою 1:10 і 1:20, а також суміші сполук аргентуму і магнію (1:1:9 та 1:1:19). Обробка яєць шовкопряда в період їх інкубації досліджуваними розчинами сприяла підвищенню виживання гусениць на 20–30% порівно з контролем. Це пов'язано з тим, що висока активність проникнення наноаквацитратів металів, а також їхні антисептичні і лікувальні властивості забезпечують посилення реакцій імунної системи організму, що підвищує життєздатність дубового шовкопряда. Найвищі показники виживання гусениць відзначено при використанні суміші розчинів наноаквацитратів Ag, Cu, Zn, Mg (1:1:1:1:7), Ag, Mg (1:1:19), Ag, Cu (1:1:19), а також цинку (1:5). Обробка грени цими розчинами сприяла значному підвищенню продуктивності дубового шовкопряда. Встановлено максимальне зростання маси кокона на 22,7–29,7% у варіантах з використанням розчинів Ag, Cu, Zn, Mg, а шовконосності коконів –1–1,3% порівняно з контролем. Високі показники маси кокона і вмісту в ньому шовку відзначені у варіанті із застосуванням суміші розчинів наноаквацитратів Ag і Mg у воді (1:1:19).

Щодо високої ефективності засвоєння живими організмами біогенних металів свідчать результати збагачення корму дубового шовкопряда розчинами наноаквацитратів на основі купруму, цинку, магнію, мангану, феруму, кобальту і молібдену. Так, життєздатність гусениць I–III віку зростала більше, ніж на 20%, а у старшому віці –10–30%. Найвищі показники виживання гусениць спостерігали у варіанті з використанням наноаквацитрату цинку. Разом із цим підвищувалися темпи росту комах, що є важливим показником стану їх організму. Використання вказаних сполук металів як кормових добавок сприяє інтенсивному збільшенню маси гусениць, яка достовірно перевищує контрольні

показники на 5–17% у II віці, більше ніж удвічі –IV віці й 53,7–77,0% –V. Максимальні показники маси гусениць зареєстровано у IV за умов обробки корму сумішшю наноаквацитратів, а V– наноаквацитратомцинку.

Аналіз господарсько-цінних показників дубового шовкопряда свідчить, що середня маса коконів-самок і самців найвища за використання сполук Zn(1:300), Co (1:500) і перевищувала контроль відповідно на 16,3–23,8 і 19,0–26,4 %. Дещо нижчою була маса коконів у варіантах з використанням наноаквацитрату Mg (1:100), Mn (1:300), Fe (1:150) та суміші наноаквацитратів і перевищувала контроль на 10,0–19,6%. Максимальне зростання маси оболонки кокона (на 35,6–52,7%) встановлено за використання наноаквацитратів цинку (1:300), кобальту (1:300), мангану (1:50), магнію (1:100) та феруму (1:50). Збільшення маси лялечок-самок при використанні наноаквацитратів цинку, магнію, мангану, кобальту та феруму, а також суміші досліджених розчинів порівняно з контролем становило 10,9–22,6%. Шовконосність коконів у всіх варіантах перевищувала контроль в середньому на 1,0–2,0% і залежно від використаної речовини суттєво не відрізнялася.

При застосуванні розчинів наноаквацитратів металів характерним є те, що розведення препаратів не вплинуло на показники маси коконної сировини дубового шовкопряда. Вони вірогідно не відрізнялися у всіх досліджених варіантах.

Використання розчинів вказаних препаратів скоротило середню тривалість гусеничного періоду на 2–4 доби порівняно з контролем [15, 16]. Упродовж вигодівлі не спостерігали зміни біологічних показників комах при використанні методу щодобового або з інтервалом в 1 добу згодовування гусеницям розчинів наноаквацитратів.

Отже, використання надчистих цитратів біогенних металів цинку, магнію, мангану, феруму, купруму, кобальту, молібдену, одержаних методами нанотехнологій, абсолютно нетоксичне для корисних комах при різних методах обробки як грени (яець), так і корму. Життєво необхідні мікроелементи одержаних сполук швидко і ефективно засвоюються організмом дубового шовкопряда і підвищують біологічну цінність листової маси корму [17, 18]. Одержані нами дані стосовно підвищення фізіологічних та продуктивних показників дубового шовкопряда підтверджують результати оцінки токсичності цитратів біогенних металів, отримані в ДУ «Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М.Марзеєва НАМН України [19].

Антисептичний вплив наноаквацитратів металів на збудників захворювань дубового шовкопряда. У процесі зимівлі й інкубації коконів дубового шовкопряда, а також у період папільонажу метеликів проводили відбір і облік загиблих від збудників бактеріальної, грибної та інших форм інфекції особин.

Бактеріологічний контроль відбракованого матеріалу дозволив виділити грампозитивні спорові палички з роду *Bacillus*, а також грамнегативні неспорові *Pseudomonas* і *Proteus* та кокові форми. Найпоширенішими збудниками мікологічного ураження комах були гриби родів *Beauveria*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Scopulariopsis*, *Paecilomyces*.

Представники цих родів є як первинними, так і вторинними паразитами, що поселяються на здорових і ослаблених комах.

Нами вперше досліджена бактерицидна та фунгіцидна активність наноаквацитратів металів по відношенню до ентомопатогенних штамів, що викликають загибель дубового шовкопряда в процесі вирощування. Так, найвищу бактерицидну і фунгіцидну активність має суміш наноаквацитратів Ag і Cu. Зона затримки росту бактерій була у межах 10–12 мм, а грибів – 6–10 мм при використанні розведення 1:1:4. У випадку більшого розведення препарату вказана зона поступово звужувалася і мала діаметр відповідно 5–8 та 3–7 мм [9,20]. Наноаквацитрат аргентуму мав дещо нижчу дезінфікуючу активність порівняно з сумішшю наноаквацитратів Ag і Cu, але зона затримки росту мікроорганізмів при використанні мінімального розведення препарату (1:5) мала розміри відповідно 6–10 та 6–8 мм. Значно пригнічував ріст грибів наноаквацитрат купруму, зона затримки росту мала діаметр 4–6 мм. Також помічена достовірна бактерицидна активність наноаквацитрату магнію. Зони інгібування росту бактерій були в межах 4–6, 3–4 та 2–3 мм залежно від ступеня розведення препарату [21, 22].

За умов обробки греди досліджуваними наноаквацитратами встановлено значне підвищення біологічних показників і зниження рівня смертності гусениць. Перш за все, це стосується комплексу аргентуму та купруму: хворі гусениці були відсутні при використанні розведень $\text{Ag}:\text{Cu}:\text{H}_2\text{O} = 1:1:4$ та $1:1:9$. У цьому випадку зареєстрований і максимальний вихід здорових коконів – 94,9–95,1%, а шовконосність коконів досягала 10,0–10,5%. Смертність гусениць незначною виявилась також при обробці греди наноаквацитратом аргентуму, кількість сортових коконів у даному варіанті була в межах 80,0–82,2% при шовконосності 8,9–9,2% [23].

Високу фунгіцидну активність проявив наноаквацитрат купруму, обробка яким греди у наших дослідженнях сприяла повному збереженню гусениць (смертність від грибної інфекції не спостерігали) при використанні розведень водою 1:5 та 1:10. Кількість сортових коконів у цьому разі досягала 79,2%.

Наноаквацитрат магнію мав значно нижчу від Аргентуму з Купрумом бактерицидну і фунгіцидну дію, але стимулював вихід здорових коконів у порівнянні з контролем, а також зумовлював високі показники шовкопродуктивності – 9,9–10,2%. Внесення в корм комплексу наноаквацитратів Ag, Cu, Mg при розведенні водою у співвідношенні 1:50 та 1:100 сприяло зниженню смертності гусениць і лялечок за період вигодівлі відповідно до 18,1 і 25,0% проти контролю. Зауважимо, що наноаквацитрат аргентуму, володіючи терапевтичним ефектом, зокрема і в комплексі з наноаквацитратами купруму та магнію, значно оздоровлює популяцію ослаблених бактеріозами та мікозами корисних комах, стимулюючи ріст гусениць: вони швидше набирали масу тіла. Це вплинуло на господарсько-цінні показники дубового шовкопряда: середня маса кокона зросла на 7,7%, маса оболонки – на 1,8% порівняно з контрольним варіантом [24, 25].

Отже, досліджені нами розчини наноаквацитратів аргентуму та купруму окремо і в комплексі, а також магнію проявили значну бактерицидну й фунгіцидну активність по відношенню до збудників захворювань дубового шовкопряда. Маючи антисептичні і лікувальні властивості, наноаквацитрати металів при обробці греди дубового шовкопряда сприяли зниженню рівня захворюваності комах, збільшенню виходу здорових коконів і покращенню їх шовкопродуктивності [26, 27].

Вивчення показників живлення дубового шовкопряда під впливом наноаквацитратів в якості кормової добавки. Хід процесів споживання, засвоєння і використання корму та їх вплив на ріст комах відображають індекси живлення: коефіцієнт утилізації корму (КУ), ефективність використання спожитого корму на зростання (ЕВС), ефективність використання засвоєного корму на ріст (ЕВЗ). Обробка корму наноаквацитратами цинку, магнію, мангану та сумішшю (цинк, магній, манган, ферум і молібден) підвищувала його поживну цінність за рахунок зростання вмісту елементів мінерального живлення, що стимулює процеси засвоєння і використання корму на приріст маси. Про це свідчать значення індексів живлення ЕВС і ЕВЗ. При незначному збільшенні кількості з'їденого корму гусеницями дослідних партій, кількість засвоєного корму перевищувала контроль. Коефіцієнт утилізації корму (КУ) був максимальним у гусениць варіантів з використанням наноаквацитратів магнію та цинку. Приріст біомаси тіла гусениць IV віку за добу зростає на 70,3% при використанні сполуки магнію, 51,8 – сполуки цинку і 25,9 – сполуки мангану в порівнянні з контролем. Значення індексів живлення ЕВС і ЕВЗ показують, що ефективність перетворення корму у власну масу тіла гусениць зростає під впливом наноаквацитратів цинку і магнію відповідно на 10,6–15,4% і 18,9–21,0%, ці показники були дещо нижчими при використанні розчинів сполук мангану та суміші розчинів, але також перевищували контроль [13, 28].

Обробка корму гусениць V віку наноаквацитратами засвідчила, що приріст їх біомаси за добу на початку віку спостерігається тільки у варіантах з використанням суміші наноаквацитратів і наноаквацитратом цинку та перевищує удвічі контрольний показник. Індекси ЕВС і ЕВЗ під впливом наноаквацитратів також значно перевищували контрольні на 36,8–9,3 та 108,6–26,6%. Зокрема, рівень використання засвоєного корму на приріст біомаси гусениць у IV–V віці у варіантах з використанням розчинів аквацитратів був вищим, ніж у контролі (варіанті, де гусінь не отримувала елементів живлення).

Отже, використання наноаквацитратів сприяє посиленню споживання та засвоєння корму організмом комах [9, 13, 17, 28].

Вплив розчинів наноаквацитратів металів на динаміку вмісту білка та кислотність гемолімфи дубового шовкопряда. Провідне значення у фізіологічному розвитку дубового шовкопряда належить білковому обміну. Кількісний вміст, якісний склад, біологічна активність білків гемолімфи є показниками фізіологічного стану організму і свідчать про плідність і продуктивність комах, а зміна кислотно-лужної рівноваги гемолімфи впливає на активність ферментів і процеси травлення корисних комах [10].

У результаті досліджень нами встановлено, що динаміка вмісту загального білка гемолімфи гусениць V віку у дослідному і контрольному варіантах має однаковий характер незалежно від режиму годівлі: концентрація його постійно зростає і досягає максимуму наприкінці віку. Але кількісні показники вмісту білка в гемолімфі гусениць V віку при використанні в корм наноаквацитратів металів Mn, Mg, Zn та їх суміші були близькими до контролю або дещо меншими. Це стосується і вмісту альбумінів в гемолімфі комах V віку. Максимальний вміст загального білка й альбуміну в гемолімфі спостерігали у гусениць, які поїдали корм, оброблений наноаквацитратом мангану і сумішшю наноаквацитратів. Водночас після закоконювання у лялечок рівень загального білка гемолімфи і альбумінів зростає майже вдвічі у варіантах, де кормовою добавкою був розчин наноаквацитрату Mg та суміш наноаквацитратів Mg, Mn, Zn, Fe, Cu, Mo. Можна передбачити, що ці розчини стимулюють білоксинтетичні процеси в організмі лялечок дубового шовкопряда, що зумовлює репродуктивну функцію комах і новоутворення запасних білків, необхідних для наступного здійснення ембріогенезу і продукування нової генерації гусениць.

На початку і наприкінці V віку показник рН гемолімфи гусениць був у межах 6,39–6,26; у лялечок він становив 6,62. У дослідних варіантах показник рН перевищував контроль і наприкінці віку знаходився в межах 6,39–6,48, у лялечок максимальний показник рН становив 6,99 – при використанні розчинунаноаквацитратуMn і 6,70 – суміші наноаквацитратів.

Отже, в дослідних варіантах зниження кислотності гемолімфи відбувається інтенсивніше, ніж у контролі, та свідчить про посилення процесів травлення в організмі комах [9, 13, 29].

Вплив наноаквацитратівна показники рН, окисно-відновний і біопотенціал грени дубового шовкопряда. Для оцінки впливу наноаквацитратів (1%-й і 0,5%-й розчин «Шумерського срібла» та суміш наноаквацитратів магнію, мангану, цинку, феруму, купруму та молібдену) на фізіологічний стан комах проводили вимірювання рН, окисно-відновного (ОВП) і біопотенціалів (БП) під час весняної інкубації грени, тобто в період найінтенсивнішого розвитку зародка – аж до виходу гусениць з яєць. Встановлено, що в усіх варіантах досліді протягом 11-ти діб розвитку грени характер зміни рН був однаковим. На початку інкубації величина рН в контрольному і дослідних варіантах була рівною.

У процесі розвитку зародка в яйці активна концентрація іонів гідроксонію H_3O^+ зменшується приблизно на 2×10^{-7} г×іон/л і до моменту виходу гусениць з грени величина рН досягає 7,35. На 8–11-ту доби розвитку відмічено різке зростання величини рН, яка досягала максимального значення в день виходу гусениць з яйця. За абсолютною величиною водневий показник був максимальним у варіанті з обробкою грени шумерським сріблом. Проте статистично недостовірна різниця показника рН між варіантами відображає тільки тенденцію до зміни цих величин.

Упродовж інкубації грени були установлені чітко виражені відмінності величин ОВП і БП. У перші три доби весняного розвитку грени встановлено різке збільшення величини ОВП, наприклад, в контролі – від 222 мВ до 348 мВ. В наступні дні ОВП знижувався в усіх варіантах досліду і досягав мінімального значення на 5–6-ту доби інкубації. В подальшому величина окисно-відновного потенціалу зростала аж до виходу гусениць з яйця на 11-ту добу. Відмінності в показниках ОВП спостерігали як у контрольному, так і в дослідних варіантах. Починаючи з третьої доби весняного розвитку, величина ОВП в контролі перевищувала відповідний показник дослідних варіантів, хоча динаміка зміни показників однакова.

Аналіз зміни величини біопотенціалів показує, що починаючи з четвертої доби інкубації аж до моменту виходу гусениць із яйця, найбільше значення БП спостерігали за обробки грени сумішшю наноаквацитратів у концентрації 1:100 та 1:1000 (520–536 мВ), а найменше – у контролі (484–500 мВ). Така суттєва (до 36 мВ) різниця величини БП свідчить, що досліджувані препарати впливають на інтенсивність обміну речовин в яйці під час ембріогенезу. В обробленій препаратами грені збільшується кількість відновлювача (більше рухливих електронів) порівняно з контролем [13, 17, 28, 29].

ВИСНОВКИ

В циклі наукових експериментів, проведених авторами, встановлено, що наноаквацитрати біогенних металів цинку, магнію, мангану, феруму, купруму, кобальту, молібдену, аргентуму та їх сумішей при використанні для обробки грени і корму дубового шовкопряда дають можливість підвищити продуктивність корисних комах шляхом збільшення інтенсивності процесів живлення та обміну речовин, зокрема білка, окисно-відновних реакцій, а також стимуляції імунологічних процесів у організмі:

1. Вперше встановлено, що наноаквацитрати біогенних металів цинку, магнію, мангану, заліза, міді, кобальту, молібдену, срібла є нетоксичними при використанні на різних стадіях розвитку дубового шовкопряда (яйця, гусениці) та не викликають його загибелі.

2. Досліджена бактерицидна і фунгіцидна активність наноаквацитратів металів по відношенню до ентомопатогенних штамів, які спричиняють загибель шовкопряда в процесі його вирощування. Найвищі антисептичні властивості притаманні суміші наноаквацитратів Ag і Cu («Шумерське срібло») та комплексу наноаквацитратів Ag, Cu, Mg. При обробці вибракуваної грени препаратами рівень смертності гусениць знизився вдвічі, значно зросла кількість сортових коконів.

3. Наноаквацитрати металів захищають гусениць шовкопряда на вигодівлях від поширення інфекції, яка передається контактним шляхом або через екскременти заражених комах, як прямою біоцидною дією, так і шляхом підвищення рівня імунітету. Експериментально встановлено, що комплекс наноаквацитратів Ag, Cu, Mg значно оздоровлює популяцію ослаблених бактеріозами і мікозами корисних комах, зменшує загибель гусениць шовкопряда і підвищує його господарсько-цінні показники.

4. Найсуттєвішими антисептичними і біостимулюючими властивостями при профілактичній обробці грени (яєць) дубового шовкопряда володіє комплекс наноаквацитратів срібла, міді, цинку і магнію. Рекомендоване співвідношення компонентів з водою – 1:1:1:1:2. Це дає можливість збільшити на 25% загальне оживлення грени та 20,0–31,2% виживання гусені.

5. Після обробки грени розчинами наноаквацитратів біогенних металів показники рН, окисно-відновного потенціалу та біопотенціалу яєць дубового шовкопряда суттєво змінюються. За абсолютною величиною кисневий показник максимальний при обробці корму шумерським сріблом, а найбільше значення біопотенціалу – сумішшю наноаквацитратів.

6. Завдяки антисептичним і лікувальним властивостям наноаквацитратів забезпечується високий імунний статус організму комах, які одержували збагачений нанорозчинами металів корм. Життєздатність гусениць молодших віків збільшується на 10–20%, а старших – 10–30%.

7. Досліджені наноаквацитрати швидко проникають в організм комах і ефективно впливають на продуктивні показники дубового шовкопряда – посилюють його ріст, збільшують масу гусениць, підвищують якість коконної сировини. Рекомендовано для вигодовування гусениць дубового шовкопряда використовувати листя дуба, оброблене наноаквацитратами біогенних металів Mg, Mn, Zn та їх суміші. Це збільшує біомасу гусениць на 53,7–77,0%, скорочує тривалість гусеничної фази на 3–5 діб.

8. Під впливом обробки корму наноаквацитратами ефективність перетворення корму у власну масу тіла гусениць IV віку зростає на 18,9–21,0% і у V віці – 8,5–23,6%. Індeksi ефективності споживання і використання корму у V віці максимальні при використанні в корм суміші наноаквацитратів Mg, Mn, Zn, Fe, Cu, Mo.

9. Максимальний вміст загального білка і альбумінів спостерігається у гемолімфі гусениць V віку, які живляться кормом, обробленим наноаквацитратом мангану і сумішшю наноаквацитратів. Після закоконювання у лялечок рівень загального білка і альбумінів зростає вдвічі у варіантах, де кормовими добавками є наноаквацитрат Mg та суміш наноаквацитратів Mg, Mn, Zn, Fe, Cu, Mo.

10. Після обробки корму гусениць V віку розчинами наноаквацитратів інтенсифікується зниження кислотності гемолімфи, що свідчить про збільшення активності травних процесів у гусениць, завдяки надходженню необхідної кількості важливих мінеральних елементів з дослідженими наноаквацитратами.

11. Наноаквацитрати біогенних металів суттєво впливають на шовкопродуктивність комах. Шовконосність коконів у всіх варіантах досліджу перевищує контроль. Водночас зростає маса лялечок, що супроводжує посилення репродуктивної здатності комах.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Dewey Y., M. M. Mahmoud. Effective nessand safety of some essential oils of aromatic plants on the grow than dsilk production of the silk worm *Bombyxmori*L. *J. Entomol. Zool. St.* 2014. Vol. 2, Iss. 2. Pp. 81–86.
2. Bhat T. A., Choure T. Study of Growth and Instability in Raw Silk Production and Marketing in India. *European Journal of Business and Management.* 2014. Vol. 6, No. 14. Pp. 108–111.
3. Металовмісний препарат з біоцидними властивостями «Шумерське срібло»: патент на корисну модель 26843 Україна: С02F 1/50, В22F 9/16. / № u200705501; заявл. 21.05.2007; опубл. 10.10.2007, Бюл. № 16.
4. Аквахелат нанометалу: патент на корисну модель 29280 Україна: С07F 19/00, С12N 1/20. № u200709613; заявл. 27.08.2007; опубл. 10.01.2008, Бюл. № 1.
5. Поліметалевий халатний аквананокмплекс: патент на корисну модель 29448 Україна: В01J13/00, F61L2/16. № u200710941; заявл. 03.10.2007; опубл. 10.01.2008, Бюл. № 1.
6. Спосіб отримання аквахелатів нанометалів «Ерозійно-вибухова нанотехнологія отримання аквахелатів нанометалів»: патент на корисну модель 29856 Україна: В01J 13/00, В82В 3/00. № u200711783; заявл. 25.10.2007; опубл. 25.01.2008, Бюл. № 2.
7. Анализ модифицирующего влияния цитратов золота, серебра и железа на эмбриотоксичность ацетата свинца в эксперименте / В. Ф.Шаторная и др. *Морфология.* 2014. Т. 8, № 1. С. 99–103.
8. Біологічний вплив цитратів наночастинок хрому і селену у самок щурів/ Р. С. Федорук та ін. *Вісника аграрної науки Причорномор'я.* 2013. Вип. 4 (75), Т. 2, Ч. 1. С. 168–176.
9. Трокоз В. О. Стимуляція фізіологічних процесів у організмі тварин біологічно активними речовинами різного походження: дис. ... д-ра с.-г. наук: 03.00.13 /Національний університет біоресурсів і природокористування України. К., 2012. 435 с.
10. Нанотехнологія у ветеринарній медицині / В. Б. Борисевич, та ін.; за ред. В. Б. Борисевича, В. Г. Каплуненка. Київ – Ужгород: Поліграфцентр «Ліра», 2009. 231 с.
11. Дезінфікуючий засіб «Шумерське срібло»: патент на корисну модель 46624. Україна: С02F1/50, В22F9/16. № u200908031; заявл. 30.07.2009; опубл. 25.12.2009; Бюл. № 24.
12. ТУ У 15.7-35291116-009:2011. Добавка мікроелементна кормова «Мікростимулін» Технічні умови Київ: Затв. ТОВ «Наноматеріали і нанотехнології 04 травня 2011 р., погоджені ДНДКІ ветпрепаратів і кормових добавок 29 березня 2011 р., Держкомветмедицини України 28 квітня 2011 р., зареєстр. Укрметртестстандартом України 16 травня 2011 р., № 0256812/036562. 21 с. (Інформація та документація).
13. Використання наноаквахелатів біогенних металів у лісовому шовківництві / Т. Б. Аретинська та ін. : науково-методичні рекомендації: схвалені, рекомендовані до друку і впровадження у виробництво секцією тваринництва НТР Міністерства аграрної політики України 20 грудня 2011 р., протокол № 4. К.: Видавничий центр НУБіП України, 2011. 32 с.
14. Корекція вуглеводно-ліпідного метаболізму у лактуючих корів комплексом наноаквахелатів біогенних металів / В. І. Карповський, та ін.: *Міжнародний семінар «Етика нанотехнологій та нанобезпека 13.10.2011»: тези доповідей.* Київ: НАНУ, 2011. С. 41–42.
15. Спосіб підвищення продуктивності дубового шовкопряда: патент України на корисну модель 44680 Україна: А01К67/04. № u200904591; заявл. 08.05.2009; опубл. 12.10.2009, Бюл. №19.
16. Використання наноаквахелатів цинку і кобальту на вигодовлях дубового шовкопряда / М. Д. Мельничук та ін. *Науковий вісник НУБіП України.* К., 2009. Вип. 137. С. 60–64.
17. Порівняльна характеристика впливу наноаквахелатів біогенних металів при розведенні дубового шовкопряда Т. Б. Аретинська та ін. *Науково-технічний бюлетень*

Інституту біології тварин і ДНДКІ ветпрепаратів та кормових добавок. 2011. Вип. 12, № 3, 4. С. 15–19.

18. Ефективність використання наноаквахелатів мікроелементів при вирощуванні дубового шовкопряда / Т. Б. Аретинська та ін. *Біологія тварин.* 2009. Т. 11, №1, 2. С. 312–315.

19. Оцінка токсичності цитратів біметалів, отриманих за нанотехнологією: Інформаційний лист № 89-2013 /М. П. Гуліч, Л. А. Томашевська, Н. Л. Емченко, О. О. Харченко. К.: Укрмедпатентінформ МОЗ України, 2013. 4с.

20. Спосіб бактерицидної обробки грени дубового шовкопряда: патент на корисну модель 53698 Україна: А01 К 67/00 (2009). № u201005747; заявл. 12.05.2010, опубл. 11.10.2010, Бюл. №19.

21. Спосіб захисту дубового шовкопряда від інфекційних захворювань: патент на корисну модель 53699 Україна: А01 К 67/00. № u201005748; заявл. 12.05.2010, опубл. 11.10.2010, Бюл. № 19.

22. Роль наноаквахелатів металів у захисті дубового шовкопряда від інфекційних захворювань / Т.Б. Аретинська та ін. *Науковий вісник НУБіП України: Серія «Біологія, біотехнологія, екологія».* К., 2011. Вип. 158. С. 150–155.

23. Спосіб захисту дубового шовкопряда від інфекційних та інвазійних захворювань: патент на корисну модель № 53697 Україна: А01 К 67/00. № u201005746; заявл. 12.05.2010, опубл. 11.10.2010, Бюл. № 19.

24. Спосіб фунгіцидної і бактерицидної обробки грени дубового шовкопряда: патент на корисну модель № 54159 Україна. А01 К 67/00. № u201005750; заявл. 12.05.2010, опубл. 25.10.2010, Бюл. № 20.

25. Спосіб фунгіцидної обробки грени дубового шовкопряда: патент на корисну модель 54158 Україна. А01 К 67/00. № u201005749; Заявл. 12.05.2010, опубл. 25.10.2010, Бюл. № 20.

26. Metals nanoaquaahelat sinfluen ceon diseases originators by *Antheraea pernyi* G.-M. / V.G. Kaplunenko, T.B. Aretinska, V.A. Trokoz, M.V. Kosinov, V.I. Maksin. *Scientific Conference «Biologically actives ubstances: Fundamental and Applied Problems», NovySvet, AR Crimea, Ukraine, May 23–28, 2011: Abstracts.* К.: Издатель В.С. Мартынюк, 2011. С. 366.

27. Використання нанокарбоксилатів металів для оздоровлення популяції дубового шовкопряда / Т. Б. Аретинська та ін. *Біоресурси і природокористування.* 2012. Т. 4, № 1–2. С. 5–9.

28. Показники живлення дубового шовкопряда під впливом наноаквахелатів мікроелементів / О. А. Черниш та ін. *Біологія тварин.* 2012. Т. 14, № 1–2. С. 289–294.

29. Вплив нанорозчинів металів на вміст білка і кислотність гемолімфи дубового шовкопряда / В.О. Трокоз, Т.Б. Аретинська, В.І. Максін, О. А. Черниш. *Науковий вісник Луганського НАУ: Ветеринарні науки.* 2012. № 37. С. 115–118.

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАНОПРЕПАРАТОВ БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ЛЕСНОМ ШЕЛКОВОДСТВЕ / Трокоз В. А., Аретинская Т. Б., Криворучко Д. И., Каплуненко В.Г.

По результатам анализа литературных данных и собственных исследований доказано, что под влиянием наноаквацитратов биогенных металлов значительно повышается продуктивность и жизнеспособность дубового шелкопряда, сокращаются сроки выкармли гусеницы. Предлагаются методы применения соединений микроэлементов,

полученных с использованием нанотехнологий, для повышения продуктивности и жизнеспособности дубового шелкопряда.

**STATE AND PERSPECTIVES OF THE BIOGENIC ELEMENTS
NANOPREPARATES USE IN FOREST SERICULTURE / V. Trokoz, T.
Aretynska, D. Kryvoruchko, V. Kaplunenko.**

The analysis of literature data and own research demonstrated that exposure nanoaquacitrates of biogenic metals significantly increases the productivity and sustainability of oak silkworm, terms of caterpillars cultivation declining. The methods of using the compounds of trace elements derived from the use of nanotechnology to enhance the productivity and viability of the oak silkworm offered.