

УДК 638.224.24

## НАНОАКВАЦИТРАТИ БІОГЕННИХ МЕТАЛІВ У ЛІСОВОМУ ШОВКІВНИЦТВІ (стан питання)

Трокоз В. О., доктор сільськогосподарських наук,

Максін В. І., доктор хімічних наук,

Аретинська Т. Б., кандидат біологічних наук,

Черниш О. А., аспірант\*

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Каплуненко В. Г., доктор технічних наук

УкрНДІ нанобіотехнологій і ресурсозбереження

**Проведено аналіз літературних даних та результатів власних досліджень щодо впливу наноаквацитратів біогенних металів на продуктивність і життєздатність дубового шовкопряда.**

**Вступ.** На початку XXI століття світове виробництво і споживання шовку має тенденцію до різкого збільшення [1, 2]. Подальше зростання об'ємів продукції шовківництва залежить від останніх досягнень сучасної науки, зокрема нанотехнологій. Інноваційні розробки щодо одержання та використання нанопрепаратів [3–8] спонукали вчених дослідити їх вплив на корисних шовкопрядів.

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

Відомо, що вирішальну роль у підвищенні життєздатності організму, нормалізації метаболічних процесів та імунобіологічних реакцій виконують макро- і мікро-

елементи. Саме тому важливим напрямком досліджень є використання новітніх мінеральних сполук у різних формах і дозах застосування для збільшення життєздатності, врожайності 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 з таких комплексів швидко і ефективно засвоюються живими організмами [10–14].

Мета цієї 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.

\*Науковий керівник – доктор хімічних наук В.І. Максін.

*Порівняльна характеристика впливу наноаквацитратів біогенних металів в процесі зривовиробництва та виходів гусениць дубового шовкопряда [15–18].* Дослідження біологічної активності наноаквацитратів аргентуму, цинку, магнію, мангану, феруму, купруму, кобальту й молібдену в якості антимікробних і стимулюючих речовин при знезараженні греди та кормової добавки в раціонах дубового шовкопряда, показали, що найбільший антисептичний і біостимулюючий ефект за обробки греди дає водний комплекс розчинів сполук аргентуму, купруму, цинку і магнію при співвідношенні з водою відповідно 1:1:1:2.

Оживлення греди в першу добу виходу гусениць збільшилося на 15 % порівняно з контролем і 25% – за весь період інкубації. Високі показники оживлення греди 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%, оскільки висока активність проникнення наноаквацитратів металів та їх антисептичні і лікувальні властивості забезпечують посилення реакцій імунної системи організму, що підвищує життєздатність дубового шовкопряда. Найвищі показники виживання гусениць відзначено за використанням суміші розчинів наноаквацитратів Ag, Cu, Zn, Mg (1:1:1:1:7), Ag, Mg (1:1:19), Ag, Cu (1:1:19) та цинку (1:5). Обробка греди 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 %. Високі показники маси кокона і вмісту в ньому шовку відзначено при

застосуванням суміші розчинів наноаквацитратів Ag і Mg у воді (1:1:19).

Про високу ефективність засвоєння живими організмами біогенних металів свідчать результати збагачення корму дубового шовкопряда розчинами наноаквацитратів на основі Cu, Zn, Mg, Mn, Fe, Co і Mo. Так, життєздатність гусениць I–III віку зростала більш ніж на 20 %, а у старшому віці – на 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, більш ніж вдвічі – IV віці й 53,7–77,0 % – у V віці. Максимальні показники маси гусениць зареєстровано у IV віці за умов обробки корму сумішшю наноаквацитратів, а у V – наноаквацитратом цинку.

Аналіз господарсько-цінних показників дубового шовкопряда свідчить, що середня маса коконів-самок і самців найвища за використанням 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 використанням 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 по усіх варіантах перевищувала контроль



в середньому на 1,0–2,0 % незалежно від використаної речовини.

При застосуванні розчинів наноаквацитратів металів розведення препаратів не вплинуло на показники маси коконної сировини дубового шовкопряда

Використання розчинів вказаних препаратів скоротило середню тривалість гусеничного періоду на 2–4 доби порівняно з контролем.

Отже, використання надчистих цитратів біогенних металів Zn, Mg, Mn, Fe, Cu, Co і Mo, одержаних методами нанотехнологій, абсолютно нетоксичне для корисних комах за різних методів обробки як грени (яєць), так і корму. Життєво необхідні мікроелементи з одержаних сполук швидко й ефективно засвоюються організмом дубового шовкопряда і підвищують біологічну цінність листової маси корму. Одержані нами дані щодо 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. Марзєєва НАМН України [19].

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

Бактеріологічний контроль відбракованого матеріалу дозволив виділити грампозитивні спорові палички з роду *Bacillus* та грамнегативні неспорові *Pseudomonas*, *Proteus* і 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 досліджено бактерицидну та фунгіцидну активність наноаквацитратів металів по відношенню до ентомопатогенних штаблів, що викликають загибель дубового шовкопряда в процесі вирощування. Так, найвищу бактерицидну і фунгіцидну активність має суміш наноаквацитратів Ag і Cu: зона затримки росту бактерій знаходилась у межах 10–12 мм, а грибів – 6–10 мм за розведення 1:1:4. У випадку більшого розведення препарату вказана зона поступово звужувалась і мала діаметр відповідно 5–8 та 3–7 мм [9, 20]. Наноаквацитрат Ag 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 Cu – зона затримки росту мала діаметр 4–6 мм. Також спостерігалась 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 грени досліджуваними наноаквацитратами нами встановлено значне підвищення біологічних показників і зниження рівня смертності гусениць. Перш за все, це стосується комплексу Ag і Cu: хворі гусениці відсутні при використанні розведень Ag:Cu:H<sub>2</sub>O = 1:1:4 та 1:1:9. У цьому випадку зареєстровано і максимальний вихід здорових коконів (94,9–95,1%), а шовконосність становила 10,0–10,5%. Смертність гусениць виявилась незначною і при обробці грени наноаквацитратом Ag кількість сортових коконів знаходилась у межах 80,0–82,2 % при шовконосності 8,9–9,2 % [23].

Високу фунгіцидну активність виявив наноаквацитрат Cu – обробка ним грени сприяла повному збереженню гусениць за розведень водою 1:5 та 1:10, а кількість сортових коконів досягала 79,2%.

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

Отже, розчини наноаквацитратів Ag, Cu і Mg окремо та в комплексі виявили значну бактерицидну й фунгіцидну активність щодо збудників захворювань дубового шовкопряда. Маючи антисептичні і лікувальні властивості, наноаквацитрати металів за обробки гусениць дубового шовкопряда сприяли зниженню рівня захворюваності комах, збільшенню виходу здорових коконів і покращенню їх шовкопродуктивності [26, 27].

**Живлення дубового шовкопряда з використанням наноаквацитратів у 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 Zn, Mg та Mn та сумішшю (Zn, Mg, Mn, Fe і Mo) 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. КУ корму був максимальним у гусениць, де використовувались наноаквацитрати Zn і Mg. Приріст біомаси тіла гусениць IV віку за добу зростав на 70,3% при згодовуванні сполуки Mg, на 51,8 – Zn і на 25,9% – Mn. Значення індексів живлення ЕВС і ЕВЗ показують, що ефективність перетворення корму в масу тіла гусениць зростає під впливом наноаквацитратів Zn і Mg відповідно на 10,6–15,4% і 18,9–21,0% [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 Zn і перевищує вдвічі 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 за контроль.

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. Такі показники, як кількісний вміст, якісний склад та біологічна активність білків гемолімфи свідчать про плідність і продуктивність комах, а зміна кислотно-лужної рівноваги гемолімфи впливає на активність ферментів і процеси травлення корисних комах [10].



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. Однак вміст білка в гемолімфі гусениць V віку при використанні в корм наноаквацитратів металів Mn, Mg, Zn та їх суміші був близьким до контролю або дещо меншим. Максимальний вміст загального білка у гемолімфі спостерігали у гусениць, які поїдали корм, оброблений наноаквацитратом Mn і сумішшю наноаквацитратів. Водночас після закономірності рівень загального білка гемолімфи у лялечок зростає майже вдвічі у варіантах, де кормовою добавкою був розчин наноаквацитрату Mg та суміш наноаквацитратів Mg, Mn, Zn, Fe, Cu, Mo. Очевидно ці розчини стимулюють процеси синтезу білка в організмі лялечок, що зумовлює новотворення запасних білків, необхідних для наступного здійснення ембріогенезу і продукування нової генерації гусениць.

Щодо показників рН гемолімфи, то в дослідних варіантах зниження кислотності відбувається інтенсивніше ніж у контролі, що свідчить про посилення процесів травлення в організмі комах [9, 13, 29].

**Вплив наноаквацитратів на показники рН, окисно-відновний і біопотенціал грени дубового шовкопряда.** Для оцінки впливу наноаквацитратів (1% і 0,5% розчин «Шумерського срібла» та суміш наноаквацитратів Zn, Mg, Mn, Fe, Cu, Co і Mo) на фізіологічний стан комах проводили вимірювання рН, окисно-відновного потенціалу (ОВП) і біопотенціалу (БП) під час весняної інкубації грени, тобто в період найінтенсивнішого розвитку зародка і до виходу гусениць з яєць. Встановлено, що в усіх варіантах досліді протягом 11 діб розвитку грени характер зміни рН був однаковим. На початку інкубації величина рН у контрольному і дослідних варіантах була однаковою.

У процесі розвитку зародка в яйці активна концентрація йонів гідроксонію  $H_3O^+$  зменшується приблизно на  $2 \cdot 10^{-7}$  г·йон/л і до моменту виходу гусениць з грени рН досягає найбільшої величини у варіанті з обробкою грени шумерським сріблом – 7,35. Проте статистично недовірлива різниця показника рН між варіантами відображає тільки тенденцію до зміни цих величин.

Упродовж інкубації грени було встановлено чіткі відмінності величин ОВП і БП. У перші три доби весняного розвитку грени ОВП істотно збільшувався, наприклад, від 222 мВ до 348 мВ у контролі. У наступні дні ОВП знижувався в усіх варіантах досліді і досягав мінімуму на 5–6 добу інкубації. В подальшому ОВП зростав аж до виходу гусениць з яєць на 11 добу. Відмінності спостерігались як у контрольному, так і в дослідних варіантах. Починаючи з 3 доби весняного розвитку, величина ОВП в контролі перевищувала відповідний показник дослідних варіантів.

Аналіз зміни величини БП показує, що з 4 доби інкубації і до моменту виходу гусениць із яйця, найвищою вона була за обробки грени сумішшю наноаквацитратів у концентрації 1:100 та 1:1000 (520–536 мВ), а найнижчою – у контролі (484–500 мВ). Така суттєва (до 36 мВ) різниця свідчить, що досліджувані препарати впливають на інтенсивність обміну речовин в яйці під час ембріогенезу [13, 17, 28, 29].

### Висновки

1. Наноаквацитрати біогенних металів Zn, Mg, Mn, Fe, Cu, Co, Mo і Ag є нетоксичними за використання на різних стадіях розвитку дубового шовкопряда.
2. Найкращі антисептичні властивості мають суміші наноаквацитратів Ag і Cu («Шумерське срібло») та комплекс наноаквацитратів Ag, Cu і Mg. При обробці вибракунуваної грени досліджуваними препаратами рівень смертності

- гусениць знижується у два рази і значно зростає кількість сортових коконів.
3. Наноаквацитрати металів можуть захистити гусениць шовкопряда на вигодівлях від поширення інфекції, що передається контактним шляхом або через екскременти заражених комах. Комплекс наноаквацитратів Ag, Cu і Mg оздоровлює популяцію ослаблених бактеріозами і мікозами комах, зменшує загинь гусениць шовкопряда і покращує його господарсько-цінні показники.
  4. Найсуттєвішими антисептичними і біостимулюючими властивостями, за профілактичної обробки грени дубового шовкопряда, володіє комплекс наноаквацитратів Ag, Cu, Zn і Mg у співвідношенні компонентів з водою 1:1:1:2– загальне оживлення грени збільшується на 25% і виживання гусениць– на 20,0–31,2%.
  5. Показники рН, окисно-відновного потенціалу та біопотенціалу яєць дубового шовкопряда кількісно змінюються після обробки грени розчинами наноаквацитратів. Максимальний кисневий показник спостерігається у варіанті з шумерським сріблом, а біопотенціалу– з сумішшю наноаквацитратів.
  6. Завдяки антисептичним і лікувальним властивостям наноаквацитратів забезпечується високий імунний статус організму комах– життєздатність гусениць молодших віків збільшується на 10–20%, а старших – на 10–30%.
  7. Наноаквацитрати швидко проникають в організм комах і ефективно впливають на продуктивні показники дубового шовкопряда – пришвидшують ріст, збільшують масу гусениць, покращують якість коконної сировини. Рекомендується для вигодовування гусениць дубового шовкопряда використовувати листя дуба, оброблене наноаквацитратами біогенних металів Mg, Mn, Zn та їх суміші.
  8. Під впливом обробки корму наноаквацитратами ефективність перетворення корму в масу тіла гусениць IV віку зростає на 18,9–21,0% і V віку – на 8,5–23,6%. Індекси ефективності споживання і використання корму в V віці є максимальними за використання суміші усіх досліджуваних наноаквацитратів.
  9. Найбільший вміст білка у гемолімфі гусениць V віку спостерігається за обробки корму наноаквацитратом Mn і сумішшю наноаквацитратів, а після закономірності– з наноаквацитратом Mg та сумішшю наноаквацитратів Mg, Mn, Zn, Fe, Cu і Mo.
  10. Після обробки корму гусениць V віку розчинами наноаквацитратів знижується кислотність гемолімфи, що свідчить про збільшення активності травних процесів у гусениць завдяки надходженню з наноаквацитратами необхідної кількості важливих мінеральних елементів.
  11. Наноаквацитрати металів суттєво впливають на шовкопродуктивність комах– шовконосність коконів у всіх варіантах досліду перевищує контроль. Водночас зростає маса лялечок, що супроводжується збільшенням репродуктивної здатності дубового шовкопряда.

## Література

1. Dewar Y., Mahmoud M. M. Effectiveness and safety of some essential oils of aromatic plants on the growth and silk production of the silkworm *Bombyx mori* L. // J. Entomol. Zool. St. – 2014. – 2, Iss. 2. – P. 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. – 6, № 14. – P. 108–111.
3. Патент на корисну модель № 26843 Україна. C02F 1/50, B22F 9/16. Металовмісний препарат з біоцидними властивостями «Шумерське срібло» / Автори, заявники і патентовласники М.В. Косінов, В.Г. Каплуненко. – № u200705501; заявл. 21.05.2007; опубл. 10.10.2007; Бюл. № 16.



4. Патент на корисну модель № 29280 Україна. С07F 19/00, С12N 1/20. Аквахелат нанометалу / Автори, заявники і патентовласники М.В. Косінов, В.Г. Каплуненко. – № u200709613; заявл. 27.08.2007; опубл. 10.01.2008; Бюл. № 1.
5. Патент на корисну модель № 29448 Україна. В01J13/00, F61L2/16. Поліметалевий хелатний аквананокомплекс / Автори, заявники і патентовласники М.В. Косінов, В.Г. Каплуненко. – № u200710941; заявл. 03.10.2007; опубл. 10.01.2008, Бюл. № 1.
6. Патент на корисну модель № 29856 Україна. В01J 13/00, В82В 3/00. Спосіб отримання аквахелатів нанометалів «Ерозійно-вибухова нанотехнологія отримання аквахелатів нанометалів» / Автори, заявники і патентовласники М.В. Косінов, В.Г. Каплуненко. – № 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, В.Г. Каплуненко, И.С. Чекман и др. // Морфология. – 2014. – 8, № 1. – С. 99–103.
8. Біологічний вплив цитратів наночастинок хрому і селену у самок шурів / Р. С. Федорук, В. Г. Каплуненко, М. Хомин та ін. // Вісник аграрної науки Причорномор'я. – 2013. – 2 (Ч. 1), Вип. 4 (75). – 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. – К., 2012. – 435 с.
10. Нанотехнологія у ветеринарній медицині / В.Б. Борисевич, Б.В. Борисевич, В.Г. Каплуненко та ін. / За ред. В.Б. Борисевича, В.Г. Каплуненка. – К.–Ужгород: Поліграфцентр «Ліра», 2009. – 231 с.
11. Патент на корисну модель № 46624. Україна. С02F1/50, В22F9/16. Дезінфікуючий засіб «Шумерське срібло» / Автори, заявники і патентовласники М.В. Косінов, В.Г. Каплуненко. – № 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 / В.Г. Каплуненко, В.І. Карповський, В.О. Трокоз та ін. – 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. Укрметрестандартом України 16 травня 2011 р., № 0256812/036562. – 21 с.
13. Використання наноаквахелатів біогенних металів у лісовому шовківництві / Т.Б. Аретинська, В.О. Трокоз, В.Г. Каплуненко 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, В.Г. Каплуненко, В.О. Трокоз та ін. // Тези доповідей Міжнар. семінар «Етика нанотехнологій та нанобезпека, Київ, 13.10.2011. – К.: НАНУ, 2011. – С. 41–42.
15. Патент України на корисну модель № 44680 Україна. А01К67/04. Спосіб підвищення продуктивності дубового шовкопряда / Т.Б. Аретинська, В.О. Трокоз, В.І. Максін та ін. – Заявник і патентовласник НУБіП України. – № u200904591, заявл. 08.05.2009, опубл. 12.10.2009, Бюл. №19, 2009.
16. Використання наноаквахелатів цинку і кобальту на вигодовлях дубового шовкопряда / М. Д. Мельничук, Т. Б. Аретинська, В. О. Трокоз 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, В.О. Трокоз, В.І. Максін, В.Г. Каплуненко, В.М. Косінов // 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, В. О. Трокоз, В. І. Максін та ін. // Біологія тварин. – 2009. – 11, №1, 2. – С. 312–315.
19. Оцінка токсичності цитратів біметалів, отриманих за нанотехнологією / Гуліч М.П., Томашевська Л.А., Емченко Н.Л., Харченко О.О. // Інф. лист №89-2013, Урмедпатентінформ МОЗ України. – К., 2013. – 4 с.

20. Патент на корисну модель № 53698 Україна. А01 К 67/00 (2009). Спосіб бактерицидної обробки греди дубового шовкопряда / В.Г. Каплуненко, В.І. Максін, В.А. Копілевич та ін. – Заявник і патентовласник НУБіП України. – № u201005747.– Заявл. 12.05.2010, опубл. 11.10.2010. – Бюл. №19.
21. Патент на корисну модель № 53699 Україна. А01 К 67/00. Спосіб захисту дубового шовкопряда від інфекційних захворювань / В.І. Максін, Т.Б. Аретинська, В.О. Трокоз та ін. – Заявник і патентовласник НУБіП України. – № 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, В.О. Трокоз, В.І. Максін, В.А. Копілевич, В.Г. Каплуненко, М.В. Косінов // Науковий вісник НУБіП України: Серія «Біологія, біотехнологія, екологія». – К., 2011. – Вип. 158. – С. 150–155.
23. Патент на корисну модель № 53697 Україна. А01 К 67/00. Спосіб захисту дубового шовкопряда від інфекційних та інвазійних захворювань / В.А. Копілевич, Т.Б. Аретинська, В.О. Трокоз та ін. – Заявник і патентовласник НУБіП України. – № u201005746, заявл. 12.05.2010, опубл. 11.10.2010, Бюл. № 19.
24. Патент на корисну модель № 54159 Україна. А01 К 67/00. Спосіб фунгіцидної і бактерицидної обробки греди дубового шовкопряда / Т.Б. Аретинська, В.О. Трокоз, В.Г. Каплуненко та ін. – Заявник і Патентовласник НУБіП України. – № u201005750, заявл. 12.05.2010, опубл. 25.10.2010, Бюл. № 20.
25. Патент на корисну модель № 54158 Україна. А01 К 67/00. Спосіб фунгіцидної обробки греди дубового шовкопряда / В.О. Трокоз, Т.Б. Аретинська, В.А. Копілевич та ін. – Заявник і патентовласник НУБіП України. – № u201005749, заявл. 12.05.2010, опубл. 25.10.2010, Бюл. № 20.
26. Metals nanoaquaehelats influence on 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 active substances: Fundamental and Applied Problems», Novy Svet, AR Crimea, Ukraine, May 23–28, 2011: Abstracts. – К.: Издатель В.С. Мартынюк, 2011. – ISBN 978-966-96879-6-8. – С. 366.
27. Використання нанокарбоксилатів металів для оздоровлення популяції дубового шовкопряда / Т.Б. Аретинська, В.О. Трокоз, В.І. Максін та ін. // Біоресурси і природокористування. – 2012. – 4, № 1–2. – С. 5–9.
28. Показники живлення дубового шовкопряда під впливом наноаквахелатів мікроелементів / О.А. Черниш, Т.Б. Аретинська, В.І. Максін та ін. // Біологія тварин. – 2012. –14, № 1–2. – С. 289–294.
29. Вплив нанорозчинів металів на вміст білка і кислотність гемолимфи дубового шовкопряда / В.О. Трокоз, Т.Б. Аретинська, В.І. Максін, О. А. Черниш // Науковий вісник Луг. НАУ: Ветеринарні науки. – 2012. – № 37. – С. 115–118.

## АННОТАЦІЯ

*Трокоз В. А., Максін В.І., Аретинская Т. Б., Черныш О. А., Каплуненко В.Г. Наноаквахелаты биогенных металлов в лесном шелководстве // Биоресурсы и природопользование. – 2014. – 6, №5–6. – С. 57–64.*

*Проведен аналіз літературних даних і результатів власних досліджень щодо впливу наноаквацитратів біогенних металів на продуктивність і життєспроможність дубового шовкопряда.*

## SUMMARY

*V. Trokoz, V. Maksin, T. Aretynska, O. Chernysh, V. Kaplunenko. The nanoaquaehelates of biogenic metals in forest sericulture // Biological Resources and Nature Management. – 2014. – 6, №5–6. – P. 57–64.*

*The analysis of the literature data and the results of our studies on the influence of biogenic metals nanoakvatsitratov on the productivity and viability of oak silkworm is given.*