

## ПОКАЗНИКИ ЖИВЛЕННЯ ДУБОВОГО ШОВКОПРЯДА ПІД ВПЛИВОМ НАНОАКВАХЕЛАТІВ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ

О. А. Черниш, Т. Б. Аретинська, В. І. Максін, В. О. Трокоз, В. Г. Каплуненко

Національний університет біоресурсів і природокористування України

*Експериментально встановлено, що наноаквахелати металів при обробці корму зменшують загибель гусениць, сприяють покращенню господарсько-цінних показників комах: гусениці швидше набирають масу тіла, зростає середня маса кокона і шовкової оболонки. Наноаквахелати мікроелементів стимулюють фізіологічні процеси в організмі комах, скорочують тривалість гусеничної фази, покращують процеси споживання, засвоєння і використання корму, що відображають індекси живлення: коефіцієнт утилізації корму, ефективність використання спожитого корму на ріст, ефективність використання засвоєного корму на ріст). Обробка листя наноаквахелатами Mg, Mn, Zn та їх сумішшю покращує поживну цінність такого корму за рахунок його збагачення елементами мінерального живлення, що стимулює процеси використання і засвоєння корму на приріст маси.*

**Ключові слова:** ДУБОВИЙ ШОВКОПРЯД, НАНОАКВАХЕЛАТИ МЕТАЛІВ, ГЕМОЛІМФА, ІНДЕКСИ ЖИВЛЕННЯ, ФІЗІОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ

Відомо важливе значення мінеральних компонентів корму для нормальної життєдіяльності корисних комах. Зміни хімічного складу рослин за цими параметрами чи перехід на нову кормову рослину будуть супроводжуватися зсувом ферментативної діяльності кишечника, і таким чином, впливом на ріст і розвиток комах. Тому для оптимального функціонування різних органів потрібен баланс між різними елементами.

Так, нестача магнію призводить до порушення фосфорного, білкового і вуглецевого обмінів [1, 2]. Цей елемент у тілі тварин складає приблизно 0,04 % від сухої маси. Найважливішим біогенним елементом, що входить до складу ферментів є манган, він впливає на хід окисно-відновних процесів, мінеральний і вуглеводний обмін у рослин і тварин, бере участь у процесі кровотворення [2, 3]. Цинк входить до складу ферментів, активує процеси дихання, росту, добре накопичується в покровах тіла тварин і знайдений у всіх тканинах організму. Цинквмісні ферменти активують відновні процеси і тим самим створюють умови для інтенсивного біосинтезу білків і нуклеїнових кислот [1, 4, 5].

Аналіз вмісту елементів мінерального живлення у різних кормових рослин дубового шовкопряда засвідчив, що листя дуба багатше на кальцій, калій, фосфор, манган і кобальт в порівнянні з листям берези та верби, що разом з підвищеним вмістом первинних метаболітів (розчинних вуглеводів і вільних амінокислот та їх оптимальному співвідношенні) робить листя дуба найбільш повноцінним кормом [6]. Максимальне накопичення мінеральних компонентів корму відбувається у тілі гусениць і коконах дубової кормової лінії, що обумовлює її високі господарсько-цінні показники. В той же час, нестача в кормі макро- і мікроелементів, призводить до погіршення біологічних показників корисних комах. Відомо, що мінеральний склад листя дуба, берези, граба, бука та верби може змінюватись в залежності від умов і ґрунтів, на яких вирощена кормова рослина. Для забезпечення біологічної повноцінності в раціоні корисних комах, необхідне застосування мінеральних кормових добавок, склад яких значною мірою обумовлює продуктивність шовкопряда.

Відомо, що для компенсації нестачі мінеральних елементів у раціонах корисних комах і прискорення їх росту і розвитку використовували в процесі вигодівлі гусениць: йодистий калій, марганцевокислий калій, вуглекислу мідь, окис магнію [7, 8], а також нові синтезовані сполуки: дво- і однозаміщені фосфати мікроелементів [9, 10]. Незважаючи на позитивні

результати використання для гусениць, відмічена негативна токсична дія препаратів при передозуванні надлишку одного з мікроелементів. У цьому контексті одержані українськими вченими нові наноматеріали в екологічно чистому, біосумісному з організмом комах вигляді представляють практичний і теоретичний інтерес і потребують подальшого вивчення [11].

Метою роботи було вивчення процесів споживання, засвоєння і використання корму гусеницями, які одержували корм, збагачений наноаквахелатами різних біогенних металів і їх впливу на фізіологічні показники дубового шовкопряда.

## Матеріали і методи

Дослідження проводили в лабораторії кафедри аналітичної і біонеорганічної хімії та якості води Національного університету біоресурсів і природокористування України. Як об'єкт досліджень використовували дубовий шовкопряд породи Поліський тасар. Досліди з обробки листя дуба нанорозчинами металів Mg, Mn, Zn та сумішшю мікроелементів Mg, Mn, Zn, Fe, Cu, Mo закладали в 3-кратній повторності з гусеницями дубового шовкопряда породи Поліський тасар першого-п'ятого віку одного дня виходу з грени. Контроль — обробка листя дистильованою водою. Витрата препарату — 2 мл на 20 г корму. Проводили обприскування листя при кожній зміні корму, який мінявся 1 раз на добу впродовж активного живлення гусениць. Зрізані гілки для годівлі гусениць в досліді і контролі брали з одних і тих же дерев. Гусінь утримували в скляних посудинах ємністю 3000 см<sup>3</sup> по 30 особин в кожній повторності при температурі 20–22 °С і відносній вологості повітря 60–80 %, а також за однакових умов освітленості.

Виживаність гусениць визначали за формулою:

$$Ж = \frac{Л \times 100}{Г} \%, \quad [1],$$

де: Ж — життєздатність гусениць, %;

Л, Г — кількість гусениць відповідно на початку і кінці віку або на початку і кінці гусеничної фази.

Показники живлення визначали балансовим методом. Всі величини виражали в живій та абсолютно сухій масі. Суху масу тіла визначали на контрольній групі особин в режимі досліду. Отримані дані використовували для розрахунку показників живлення і росту:

— коефіцієнт утилізації корму:

$$КУ = A \times C^{-1} \times 100 \%, \quad [2],$$

де: А — кількість спожитого корму,

С — кількість засвоєного корму;

— кількість засвоєного корму:

$$C = A - F \quad [3],$$

де: А — кількість спожитого корму,

F — кількість екскрементів;

— ефективність використання спожитого корму:

$$ЕВС = P \times C^{-1} \times 100 \%, \quad [4],$$

де: Р — величина приросту біомаси комах за період живлення, мг

— ефективність використання засвоєного корму:

$$ЕВЗ = P \times A^{-1} \times 100 \%. \quad [5]$$

Упродовж кожного віку фіксували показники виживання гусениць, тривалість розвитку, масу коконів і оболонок самок і самців, шовконосність коконів, плодючість самок. Біологічні показники досліджували відповідно до загальноприйнятих у шовківництві методик.

## Результати й обговорення

Важливими показниками стану популяції дубового шовкопряда, що свідчать про сприятливі або несприятливі умови існування, слугують життєздатність гусениць, приріст їх біомаси та тривалість розвитку, що напряму впливає на господарчо-цінні показники корисних комах. Проведені дослідження з дубовим шовкопрядом показали, що при живленні гусениць листям, обробленим нанорозчинами Mn, Mg, Zn та їх сумішшю, життєздатність гусениць зростає у I–III віці більше ніж на 20,0 %, а у старшому віці — на 10,0–30,0 %. Найкращий показник життєздатності спостерігався у варіанті з використанням наноаквахелату цинку (табл. 1). Паралельно зростанню життєздатності гусениць підвищується темп росту комах, що є важливим показником стану організму, а також показником умов живлення гусениць. Абсолютна маса дослідних гусениць достовірно перевищує контрольні показники більш ніж удвічі в IV віці і на 53,7–77,0 % у V віці. Максимальні показники маси гусениць у IV віці спостерігались при обробці корму наносумішшю аквахелатів, а в V віці — наноаквахелатом цинку.

Таблиця 1

**Біологічні показники дубового шовкопряда після обробки листя наноаквахелатами металів**

Варіант	Життєздатність гусени, %		Маса гусени, г/% до контролю		Середня маса оболонки, г/% до контролю	% оболонки	Тривалість гусеничного періоду (діб)
	I–III вік	IV–V вік	IV вік	V вік			
1. Mn	100	80,0	$\frac{3,36}{260,4}$	$\frac{6,09}{153,7}$	$\frac{0,340}{106,2}$	8,6	46
2. Mg	93,3	76,6	$\frac{3,06}{237,2}$	$\frac{6,68}{168,6}$	$\frac{0,340}{106,2}$	8,0	46
3. Zn	100	90,0	$\frac{3,36}{260,4}$	$\frac{7,01}{177,0}$	$\frac{0,390}{121,8}$	7,8	44
4. Наносуміш Mg, Mn, Zn, Fe, Cu, Mo	100	70,0	$\frac{3,56}{275,9}$	$\frac{6,69}{168,9}$	$\frac{0,310}{96,8}$	8,1	45
5. Контроль	76,6	60,0	$\frac{1,29}{100}$	$\frac{3,96}{100}$	$\frac{0,320}{100}$	6,9	49

Вивчення питомої швидкості росту гусениць, як найбільш об'єктивного показника приросту біомаси, підтверджує виявлену закономірність. Так, при живленні гусениць листям, обробленим нанопрепаратами, тривалість гусеничної фази скорочується на 3–6 діб в порівнянні з контролем. Використання листя, обробленого наноаквахелатами, не тільки підвищує життєздатність гусениць і приводить до зростання біомаси та скорочує термін їх розвитку, але і сприяє покращенню якості коконів. Максимальне зростання маси оболонки кокона було при використанні наноаквахелату цинку і становило 21,8 %. У варіантах з добавкою нанорозчинів Mn та Mg цей показник перевищував контроль на 6,2 %. Відмічено вагоме зростання маси кокона та лялечки на 7,3–8,2 % у порівнянні з контролем при згодовуванні гусеницям листя, обробленого наноцинком. Максимальний показник шовконосності коконів спостерігали при використанні розчину наномангану.

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). Утилізація корму (КУ) і ефективність використання його на ріст мають прямо пропорційну залежність: чим більше засвоєння корму, тим краще він використовується на приріст маси. Обробка листя наноаквахелатами Mg, Mn, Zn та їх суміш покращує поживну цінність такого корму за рахунок зростання в ньому елементів

мінерального живлення, що стимулює процеси засвоєння і використання корму на приріст маси. Про це свідчать значення індексів живлення ЕВС і ЕВЗ (табл. 2). При незначному збільшенні кількості з'їденого корму гусеницями дослідних партій, що свідчить про привабливість оброблених наноаквахелатами кормів, кількість засвоєного корму перевищує контроль. Коефіцієнт утилізації корму (КУ) був максимальним у гусениць дослідних партій з використанням розчинів наномагнію, наномангану та наноцинку. Приріст біомаси тіла гусениць IV віку за добу зростає на 70,3 % при використанні наномагнію, 51,8 % — наноцинку і 25,9 % — наномангану, в порівнянні з контролем. Значення індексів живлення ЕВС і ЕВЗ свідчать, що ефективність перетворення корму у власну масу тіла гусениць зростає під впливом нанопрепаратів цинку і магнію відповідно на 10,6–15,4 і 18,9–21,0 %, ці показники були дещо нижчими при використанні наномангану та наносуміші розчинів, але також перевищували контроль.

Таблиця 2

Індекси живлення гусениць IV віку під впливом наноаквахелатів металів

Варіант	Спожито корму, г/екз.		Засвоєно корму, г/екз.		Коефіцієнт утилізації, %	Приріст біомаси гусениць за добу, г/% до контролю	Ефективність використання корму на приріст маси, %	
	сира маса	суха маса	сира маса	суха маса			Спожитого корму (ЕВС)	Засвоєного корму (ЕВЗ)
Нано-манган	1,08± 0,025	0,54± 0,012	0,88± 0,0017	0,44± 0,0084	81,4	$\frac{0,34}{125,9}$	31,4	38,6
Нано-магній	1,05± 0,022	0,53± 0,012	0,82± 0,016	0,44± 0,008	78,0	$\frac{0,46}{170,3}$	43,8	56,0
Нано-цинк	1,05± 0,02	0,53± 0,0125	0,76± 0,015	0,38± 0,0075	75,3	$\frac{0,40}{151,8}$	39,0	53,9
Наносуміш Mg, Mn, Zn, Fe, Cu, Mo	1,04± 0,02	0,52± 0,011	0,76± 0,015	0,38± 0,0075	73,0	$\frac{0,32}{118,5}$	30,7	42,1
Контроль	0,95± 0,02	0,47± 0,01	0,70± 0,014	0,35± 0,007	73,6	$\frac{0,27}{100}$	28,4	35,0

Обробка корму гусениць V віку наноаквахелатами засвідчила, що приріст їх біомаси за добу на початку віку спостерігається тільки у варіантах з використанням суміші аквахелатів і перевищує удвічі контрольний показник. ЕВС та ЕВЗ також значно перевищували контроль на 36,8–9,3 % під впливом згаданих речовин. При використанні наномангану та наномагнію збільшення ефективності споживання корму не спостерігали, тоді як використання засвоєного корму на приріст маси (ЕВЗ) у варіанті з наномагнієм зростав на 8,5 %.

Таким чином встановлено, що рівень використання засвоєного корму на приріст біомаси гусениць у IV–V віці у варіантах з використанням досліджених нанорозчинів аквахелатів був вищим ніж у контролі (варіанті, де гусінь не отримувала елементів живлення). Таким чином, використання наноаквахелатів сприяє кращому споживанню і засвоєнню корму комахою.

## Висновки

Досліджені нанорідини стрімко проникають в організм комах і ефективно впливають на продуктивні показники дубового шовкопряда — покращують його ріст, збільшують масу гусениць, покращують якість коконної сировини. Для вигодовування гусениць дубового

шовкопряда рекомендовано використовувати листя дуба, оброблене наноаквахелатами біогенних металів Mg, Mn, Zn та їх сумішами. Це сприяє зростанню маси гусениць на 53,7–77,0 %, скорочує тривалість гусеничної фази на 3–5 діб. Під впливом обробки корму нанопрепаратами ефективність перетворення корму у власну масу тіла гусениць IV віку зростає на 18,9–21,0 % і у V віці — 8,5–23,6 %. Індекси ефективності споживання і використання корму у V віці були максимальними при використанні в корм наносуміші усіх досліджених аквахелатів. У цілому, наведені матеріали свідчать про ефективність збагачення корму дубового шовкопряда застосованими препаратами, які позитивно впливають на господарсько-цінні показники корисних комах.

**Перспективи подальших досліджень.** Дослідження використання наноаквахелатів біогенних металів в головних галузях сільського господарства – рослинництві і тваринництві.

*O. A. Chernysh, T. B. Aretynska, V. I. Maksin, V. O. Trokoz, V. G. Kaplunenko*

## INDICATORS OF NUTRITION OF OAK SILKWORM UNDER NANOQUACHELATES INFLUENCE

### Summary

It is experimentally established that metals when processing forage reduce death of caterpillars, promote improvement of economic and useful indicators of insects: caterpillars gain mass of a body quicker, the average mass of a cocoon and a silk cover increases. Nanoaquachelates of microcells physiological processes in an insect's organism stimulate, caterpillar phase duration reduce, processes of consumption improve, assimilation and forage use that food indexes reflect: factor of utilization a stern, efficiency of use of the consumed forage on a gain, efficiency of use of the acquired forage on growth. Processing of leaves Mg, Mn, Zn and their mix nanoaquachelates improves nutritional value of a forage at the expense of its enrichment by elements of a mineral food that processes of use and forage assimilation on a weight gain stimulate.

*O. A. Черныш, Т. Б. Аретинская, В. И. Максин, В. А. Трокоз, В. Г. Каплуненко*

## ПОКАЗАТЕЛИ ПИТАНИЯ ДУБОВОГО ШЕЛКОПРЯДА ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ НАНОАКВАХЕЛАТОВ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ

### Аннотация

Экспериментально установлено, что наноаквахелаты металлов при обработке корма снижают гибель гусениц, способствуют улучшению хозяйственно-полезных показателей насекомых: гусеницы быстрее набирают массу тела, возрастает средняя масса кокона и шелковой оболочки. Наноаквахелаты микроэлементов стимулируют физиологические процессы в организме насекомых, сокращают продолжительность гусеничной фазы, улучшают процессы потребления, усвоения и использования корма, что отражают индексы питания: коэффициент утилизации корма, эффективность использования потребленного корма на прирост, эффективность использования усвоенного корма на рост. Обработка листьев наноаквахелатами Mg, Mn, Zn и их смесью улучшает питательную ценность корма за счет его обогащения элементами минерального питания, что стимулируют процессы использования и усвоения корма на прирост массы.

1. Мак Дональд П. Питание животных / П. Мак Дональд, Р. Эдвардс, Дж. Гринхаедж. — М. : Колос, 1970. — 325 с.

2. *Ленинджер А.* Основы биохимии : в 3 т. / А. Ленинджер. — М. : Мир, 1985. — Т. 1. — 450 с.
3. *Вадковская И. К.* Химические элементы и жизнь в биосфере / И. К. Вадковская, К. И. Лукашев. — Минск : Высшая школа, 1981. — 175 с.
4. *Чернавина И. А.* Физиология и биохимия микроэлементов / И. А. Чернавина. — М. : Высшая школа, 1970. — 240 с.
5. *Школьник М. Я.* Микроэлементы в жизни растений / М. Я. Школьник. — Л. : Изд-во АН СССР, 1974. — 324 с.
6. *Денисова С. И.* Трофическая специализация дендрофильных чешуекрылых / С. И. Денисова. — Витебск : Из. УО «ВГУ им. П. М. Машерова», 2006. — 203 с.
7. *Логвинюк Е. И.* Влияние белковых и минеральных веществ на жизнеспособность и продуктивность дубового шелкопряда. : автореф. диссертаци. на соискат. уч. ст. канд. биол. наук / Е. И. Логвинюк. — Одесса, 1956. — 6 с.
8. *Злотин А. З.* Техническая энтомология : справочное пособие / А. З. Злотин. — Киев, 1989. — 183 с.
9. *Аретинська Б. Т.* Про роль нових складних фосфатів мікроелементів у вигодівлі дубового шовкопряда. / Б. Т. Аретинська, І. Г. Пономарьова, Н. М. Антрапцева, В. О. Трокоз // Наук. Вісник Національного аграрного університету. — 2008. — Вип. 121. — С. 74–77.
10. *Антрапцева Н. М.* Новые двойные фосфаты: экологические приоритеты в шелководстве : Тезисы докладов XV Международной конференции по химии соединения фосфора / Н. М. Антрапцева, И. Г. Пономарёва, Т. Б. Аретинская, В. А. Трокоз. — Санкт-Петербург, 2008. — 418 с.
11. *Борисевич В. Б.* Нанотехнології у ветеринарній медицині / В. Б. Борисевич, Б. В. Борисевич, В. Г. Каплуненко та ін. — К. : Ліра, 2009. — 231 с.

**Рецензент:** старший науковий співробітник лабораторії інтелектуальної власності та маркетингу інновацій, кандидат сільськогосподарських наук Пилипець А. З.