

УДК 632.937.1/.3:631.234

Мороз М.С.

к.біол.н., доцент

кафедра ентомології

Національний університет біоресурсів і природокористування України

м. Київ, Україна

E-mail: mykolamoroz@i.ua**Максін В.І.**

д. хім. н., професор

кафедра аналітичної і біонеорганічної хімії та якості води,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

м. Київ, Україна

E-mail: vimaksin@i.ua

ВИКОРИСТАННЯ НАНОАКВАЦИТРАТІВ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ЕНДОПАРАЗИТА *CHOUIOIA CUNEA* JANG. (HYMENOPTERA: EULOPHIDAE)

Анотація

Представлено результати досліджень впливу наноаквацитрат германію, магнію, селену на технологічні параметри культивування та збереження поживних якостей лялечок фітофага-хазяїна за умови їх використання для безперервного розведення *Chouioia cunea* Jang. За використання наноаквацитратів забезпечується цілеспрямована дія на культуру *Chouioia cunea* Jang. оптимальних умов утримання, динамічна рівновага з навколишнім середовищем, коригування біологічної ефективності ендopаразита. Відповідно до результатів досліджень, спостерігали у дослідних варіантах максимальні показники фенолоксидазної активності захисних клітинах гемолімфи фітофага-хазяїна, біологічної ефективності, репродуктивного потенціалу і толерантності ендopаразита до змін чинників середовища в процесі онтогенезу. За додаткового живлення наноаквацитрат магнію 0,0001– 0,0005 %% концентрації фенолоксидазна активність у захисних клітинах гемолімфи *Antheraea pernyi* G.-М. становила 13,02-14,51%. Максимальна ступінь зараження лялечок *Huphantria cunea* Drury. – 94%, репродуктивний потенціал ендopаразита *Chouioia cunea* Jang. при вирощуванні на лялечках фітофага-хазяїна *Antheraea pernyi* G.-М. – 19465 особин, що на 50,89% більше порівняно з контрольним варіантом. За використання як біологічно активних компонентів наноаквацитрат германію, магнію та селену під час постембріонального розвитку фітофага-хазяїна встановлені найліпші показники щодо збереження поживних якостей лялечок жителів після довготривалого зберігання.

Ключові слова: *Chouioia cunea* Jang., ендopаразит, оптимізація, наноаквацитрат германію, магнію, селену, фенолоксидазна активність гемолімфи, репродуктивний потенціал.

Вступ. Лялечковий ендopаразит *Chouioia cunea* Jang. (Hymenoptera: Eulophidae) успішно використовується для регулювання чисельності інвазійного фітофага *Huphantria cunea* Drury [8, 16]. Лабораторні та виробничі розведення *Chouioia cunea* Jang. в Українській науково-дослідній станції карантину рослин та Національному університеті біоресурсів і природокористування України показали, що оптимальними температурами для життєдіяльності імаго є +19 – 28⁰С, а нижній поріг рухомості становить +16⁰С. Впродовж року кількість поколінь ендopаразита лімітується екологічними чинниками і коливається в межах 10 – 15. Доведено, що в антропогенних ценозах Лісостепу та Степу України самиці *Chouioia cunea* Jang. спроможні максимально реалізувати статеву

продукцію без живлення. Статевий індекс здорової популяції *Chouioia cunea* Jang. по відношенню самиця – самець складає 10:1 [3, 4, 5].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Експериментально встановлено, що окрім американського білого метелика хойойя на теренах України розвивається в лялечках лускокрилих фітофагів-хазяїнів – павиноочки малої (*Eudia pavonia* L.), спеціалізованих кормових лінійх моновольтинної породи Поліський тасар китайської дубової прядки (*Antheraea pernyi* G.-M.), непаристої прядки (*Lymantria dispar* L.) і прядки перстенівки (*Malacosoma neustria* L.) [5, 7]. А основою для оптимізації було підвищення показників життєздатності, продуктивності, скорочення тривалості постембріонального розвитку, пошукових здібностей до шкідника, ефективної конкуренції у період онтогенезу [4, 5, 7]. Разом з білками, ліпідами, вуглеводами, вітамінами наноаквацитрати сприяють оптимізації живлення корисних комах – поліпшується їх толерантність до змін чинників середовища, збільшується кількість особин та зростання репродуктивного потенціалу (R_p) [4, 5, 9, 13]. Для прикладу слід відмітити, що поліпшення поживних якостей лялечок фітофагів-хазяїнів забезпечує динамічну рівновагу популяції *Chouioia cunea* Jang. з навколишнім середовищем, позитивно впливає на статевий індекс [5, 7]. Важливу роль в оптимізації живлення *Chouioia cunea* Jang. відіграють і мікроелементи органічного походження [9, 11]. Проникнувши до структурних утворень клітин тіла комах мікроелементи у вигляді наноаквацитратів вірогідно активуватимуть ферментативні процеси, сприятимуть відносній сталості біологічних властивостей організму в певному інтервалі змін факторів довкілля [6]. Адже відомо, що хімічна конфігурація селену та германію, як і кількість, є важливими детермінантами їх біологічної активності. Так, органічні комплекси селену та германію у вигляді природних інгредієнтів, порівняно з неорганічними, мають найліпшу біологічну доступність і найменшу негативну дію на організм [6, 9]. В свою чергу, магній бере участь у синтезі білків, сприяє підвищенню захисних і адаптаційних реакцій і пристосувань організму до несприятливих чинників. Попередніми дослідженнями щодо цілеспрямованої дії наноаквацитратів на ендопаразита *Chouioia cunea* Jang. з'ясовано, що індукована в критичні періоди розвитку активність біохімічних захисних реакцій відтворюється як на етапах онтогенезу, так і в наступних поколіннях [10, 11]. Інакше кажучи, критичні періоди розвитку комах характеризуються не лише перебудовою функціональних систем організму, а також реактивністю біохімічних реакцій і підвищеною чутливістю захисних систем до зовнішніх стресових чинників [9, 12, 14, 15, 17].

Мета. Дослідження спрямовані на вивченні впливу наноаквацитрат германію, магнію, селену на організм *Chouioia cunea* Jang. Програмою досліджень передбачено вивчення механізмів дії наноаквацитратів на піддослідних особин за умов їх внесення в дієту та формулювання науково-обґрунтованого способу практичного використання ендопаразита як перспективного біологічного агента в захисті рослин.

Поставлені завдання вирішувались шляхом проведення досліджень щодо вивчення ефективності наноаквацитрат германію, магнію, селену під час вигодовівлі фітофагів-хазяїнів та забезпечення цілеспрямованої їх дії на популяцію ендопаразита за оптимальних умов утримання, динамічної рівноваги з навколишнім середовищем в процесі відбору та використанні *Chouioia cunea* Jang..

Методологія досліджень. З метою найліпшого вирішення завдання розведення проводили вигодовівлі фітофагів-хазяїнів *Hyphantria cunea* Drury., *Antheraea pernyi* G.-M., *Lymantria dispar* L. та *Malacosoma neustria* L. на традиційному кормовому субстраті – контрольні варіанти і додатково личинок фітофага-хазяїна починаючи з другого до кінця третього віку підгодовували наноаквацитрат германію 0,00004– 0,005 %-ної концентрації, четвертого – наноаквацитрат магнію 0,0001– 0,0125% – ної концентрації і

п'ятого – наноаквацитрат селену 0,0001–0,0016 %-ної концентрації – дослідні варіанти. Для відкладання яєць ендopаразита в тіла живителя використовували опромінені бактерицидною лампою впродовж 8-12 хвилин лялечки фітофага-хазяїна 144-168 години постембріонального розвитку. При розведенні *Chouioia cunea* Jang., підтримували рекомендовані оптимальні параметри чинників абіотичного і біотичного походження [3, 4, 5]. Зараження ендopаразитом лялечок фітофагів-хазяїнів – *Hyphantria cunea* Drury, *Antheraea pernyi* G.-M., *Lymantria dispar* L. та *Malacosoma neustria* L. проводили згідно технологічних умов [3, 7]. В дослідному і контрольному варіантах використовували лабораторно-польову культуру *Chouioia cunea* Jang. Фенолоксидазну активність гемолімфи лабораторної культури *Chouioia cunea* Jang. визначали згідно відомих біохімічних методів [1, 2].

Результати. Наслідки впливу технологічних параметрів вигодівлі личинок фітофагів-хазяїнів, на процес оптимізації утримання ендopаразита за умов безперервного його розведення представлені у таблиці 1.

Таблиця 1

Вплив технологічних параметрів вигодівлі, на процес збереження поживних якостей лялечок фітофага-хазяїна за умови їх використання для безперервного розведення *Chouioia cunea* Jang.

Показники	Кількість лялечок фітофага-хазяїна після довго-тривалого зберігання, що зберегли поживні якості для культивування ендopаразита, екз. / %			
	<i>Hyphantria cunea</i> Drury.		<i>Antheraea pernyi</i> G.-M.	
	екз. /% до контр.	%	екз. /% до контр.	%
Концентрація наноаквацитрат германію для підгодовування личинок 2-3 віку фітофага-хазяїна, %				
0,00004	42 / 150,0	84	46 / 117,95	92
0,0002	44 / 157,14	88	48 / 123,08	96
0,001	46 / 164,29	92	49 / 125,64	98
0,005	43 / 153,57	86	46 / 117,95	92
Концентрація наноаквацитрат магнію для підгодовування личинок четвертого віку фітофага-хазяїна, %				
0,00001	40/142,86	80	44 / 112,82	88
0,0001	45/160,71	90	47 / 120,51	94
0,0005	46 / 164,29	92	49 / 125,64	98
0,0125	41 / 146,43	82	46 / 117,95	92
Концентрація наноаквацитрат селену для підгодовування личинок п'ятого віку фітофага-хазяїна, %				
0,0001	38 / 135,71	76	44 / 112,82	88
0,0004	42 / 150,0	84	47 / 120,51	94
0,0008	43 / 153,57	86	48 / 123,08	96
0,0016	40 / 142,86	80	45 / 115,38	90
Кількість розчину наноаквацитрату на 100 г листя кормової рослини, мл				
2	40/142,86	80	44 / 112,82	88
5-10	44 / 157,14	88	48 / 123,08	96
15	42 / 150,0	84	46 / 117,95	92
Контроль	28 / 100,0	56	39 / 100,0	78

Примітка. Термін зберігання лялечок фітофага-хазяїна 720 годин.

Відповідно до отриманих результатів досліджень, позитивний ефект від підгодовування личинок фітофагів-хазяїнів в розрахунку на 100 г листя кормової рослини 5-10 мл водяного розчину наноаквацитрату з другого до кінця третього віку – цитрат германію, четвертого – цитрат магнію і п'ятого – цитрат селену в оптимальних концентраціях, призводить до значного терміну збереження поживних якостей лялечок фітофагів-хазяїнів за умови їх використання для безперервного розведення ендопаразита. З'ясовано, що в результаті внесення в дієту в розрахунку на 100 г листя кормової рослини 5-10 мл водяного розчину наноаквацитрату: починаючи з другого до кінця третього віку – германію 0,0002– 0,001 % – ної концентрації, четвертого – магнію 0,0001– 0,0005 % – ної концентрації і п'ятого – селену 0,0004–0,0008 % – ної концентрації забезпечуються найліпші показники щодо збереження поживних якостей лялечок фітофага-хазяїна після довготривалого зберігання. Так, наприклад, підгодовування личинок фітофага-хазяїна з другого до кінця третього віку наноаквацитрат германію 0,0002– 0,001 % – ної концентрації забезпечило найкращу якість їх лялечок як кормового субстрату впродовж 720 годин зберігання, відповідно, американського білого метелика – 44 – 46 екз., китайської дубової прядки – 48 – 49 екз., що у відсотковому співвідношенні більше на: *Huphantia cunea* Druy. – 57,14 – 64,29 %, *Antheraea pernyi* G.-M. – 23,08 – 25,64 % порівняно з контролем. Суттєве збільшення терміну зберігання лялечок фітофага-хазяїна без втрати поживних якостей для культивування ендопаразита у експериментальних варіантах зумовлене, передусім, оптимізацією технологічних параметрів підгодовування личинок фітофага-хазяїна наноаквацитратами. Під час довготривалого зберігання лялечок під дією наноаквацитрат магнію спостерігалось підвищення фенолоксидазної активності у захисних клітинах гемолімфи *Antheraea pernyi* G.-M. (рис. 1), що сприяло позитивному функціонуванню клітинних і гуморальних систем індивідуального імунітету особин комах.

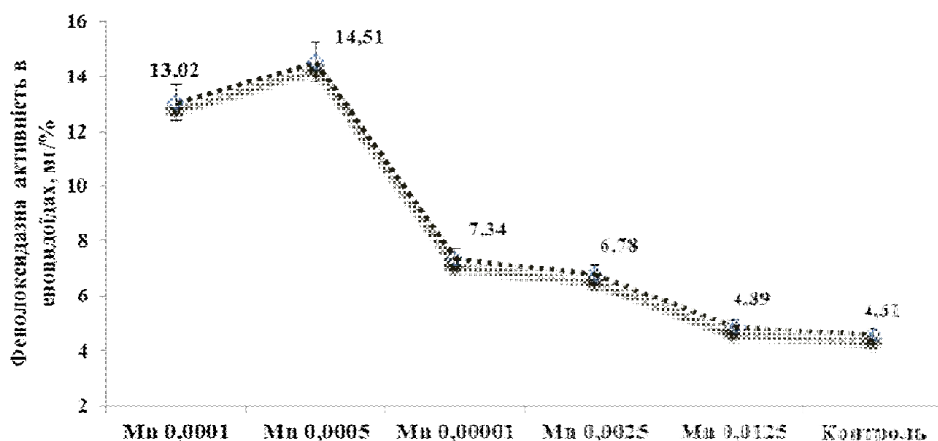


Рис. 1. Вплив наноаквацитрат магнію на фенолоксидазну активність еноцидоїдів гемолімфи лялечок *Antheraea pernyi* G.-M. (середнє за п'ять поколінь)

На рис. 2 наведені дані щодо впливу технологічних параметрів вигодовлі личинок фітофага-хазяїна, на толерантність *Chouioia cunea* Jang. до змін чинників середовища в процесі онтогенезу. Відповідно до експериментально отриманих результатів, найбільшу кількість особин *Chouioia cunea* Jang. в тілі лялечок фітофага-хазяїна за оптимальних і песимальних умов виявлено у дослідних варіантах. Так, зокрема, кількість личинок ендопаразита в тілі лялечки китайської дубової прядки дослідних варіантів за

оптимальних і песимальних умов утримання становила, відповідно, 687 і 672 екземпляри, що на 20,74% і 66,34% більше порівняно з контрольним варіантом.

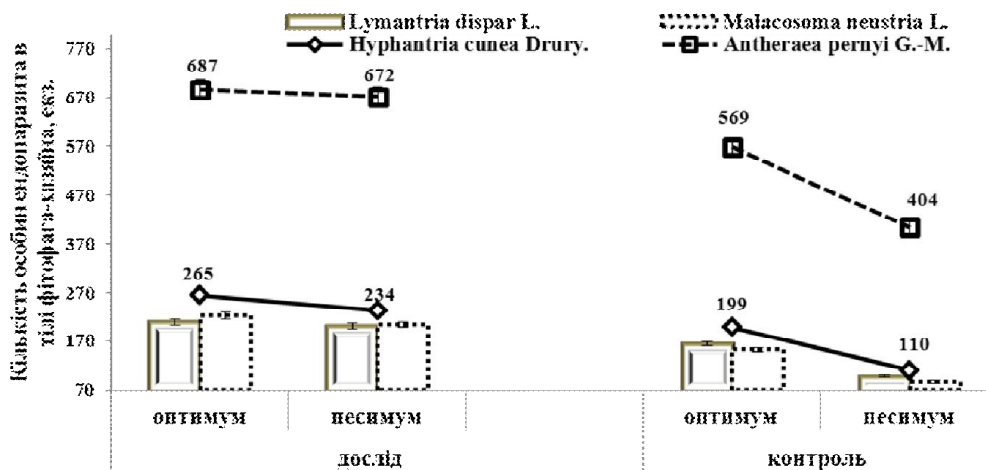


Рис. 2. Вплив технологічних параметрів вигодовлі личинок фітофага-хазяїна, на толерантність *Chouioia cunea* Jang. до змін чинників середовища в процесі онтогенезу(середнє за п'ять поколінь)

Дані щодо впливу технологічних параметрів вигодовлі личинок фітофага-хазяїна, на біологічну ефективність ендопаразита *Chouioia cunea* Jang. представлені на рис. 3. Згідно з результатами досліджень, використання наноаквацитрат германію, магнію і селену в оптимальних концентраціях за вищеописаною технологією внесло позитивні зміни щодо корекції життєвого циклу корисних комах. У дослідних варіантах спостерігали зростання рівня зараження лялечок фітофага-хазяїна ендопаразитом *Chouioia cunea* Jang.: на 26% – (американського білого метелика), 14% – (китайської дубової прядки), 28% – (непаристої прядки) і 13% – (прядки перстенівки). Слід відмітити, що оптимальні концентрації наноаквацитрату формують захисні реакції, спрямовані на ліквідацію наслідків негативного чинника, на тлі активації загального метаболізму ендопаразита.

На прикладі п'яти поколінь дослідним шляхом встановлено, що під оптимізацією ведення культури *Chouioia cunea* Jang. є сукупність заходів цілеспрямованої дії на культуру ендопаразита шляхом створення найкращих умов утримання і коректування генетичної структури популяції з метою оптимального вирішення завдання розведення. Результати досліджень впливу технологічних параметрів вигодовлі личинок фітофага-хазяїна, на репродуктивний потенціал ендопаразита *Chouioia cunea* Jang. відображено на рис. 4. Репродуктивний потенціал $R_p = (S_r \times d)^n$, це швидкість з якою особина *Chouioia cunea* Jang. може розмножуватись. Репродуктивний потенціал залежить від S_r – співвідношення статей, d – чисельності потомства, n – числа поколінь. Відповідно до отриманих результатів, максимальні показники репродуктивного потенціалу спостерігали у дослідних варіантах, де годівля личинок *Chouioia cunea* Jang. відбувалася на лялечках фітофага-хазяїна *Antheraea pernyi* G.-M. – 19465 особин, що на 50,89% більше порівняно з контрольним варіантом. На прикладі *Chouioia cunea* Jang. підтверджено встановлену онтогенетичну відмінність щодо реалізації захисних реакцій у комах на дію наноаквацитрату: на стадії личинки переважає розвиток неспецифічних

механізмів захисту, збільшується доля еноцитойдних гемоцитів; у імаго зростає доля гемоцитів, що фагоцитують, і формуються механізми спеціалізованого захисту.

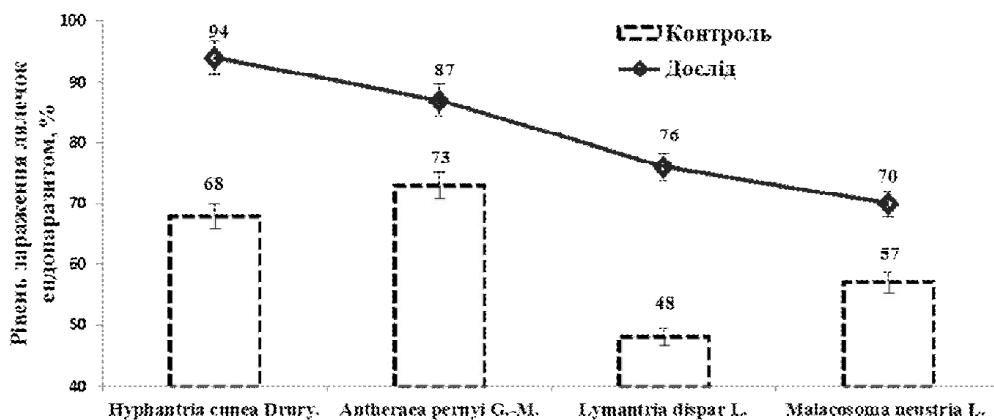


Рис. 3. Вплив технологічних параметрів виходів личинок фітофага-хазяїна, на біологічну ефективність ендопаразита *Chouioia cunea* Jang. (середнє за п'ять поколінь)

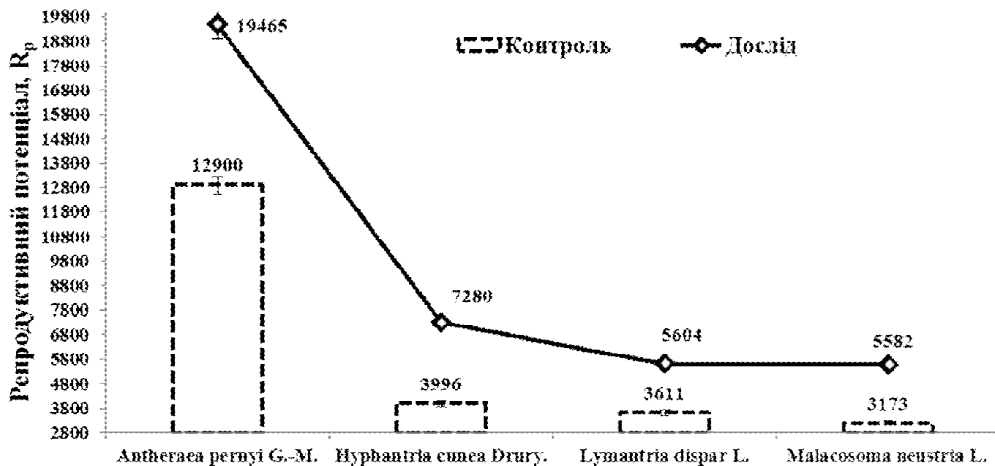


Рис. 4. Вплив технологічних параметрів виходів личинок фітофага-хазяїна, на репродуктивний потенціал ендопаразита *Chouioia cunea* Jang. (середнє за п'ять поколінь)

Висновки і перспективи. Одержані результати досліджень свідчать про позитивний вплив наноаквацитрат германію, магнію та селену на фітофага-хазяїна і ефективність їх використання як живителів для вирощування лялечкового ендопаразита *Chouioia cunea* Jang.

За використання біологічно активних компонентів наноаквацитрат германію,

магнію та селену під час постембріонального розвитку фітофага-хазяїна встановлені найліпші показники щодо збереження поживних якостей лялечок живителів після довготривалого зберігання.

В результаті використання наноаквацитрат германію, магнію та селену на час вирощування фітофага-хазяїна забезпечується цілеспрямована дія на культуру *Chouioia cunea* Jang. оптимальних умов утримання, динамічна рівновага з навколишнім середовищем, оптимізація біологічної ефективності ендопаразита.

Подальші дослідження передбачають вивчення наноаквацитратів в комплексі з «органічними» біологічно активними компонентами для оптимізації умов утримання, коригування фізіологічних процесів, відбору всередині популяції *Chouioia cunea* Jang. за максимальним значенням бажаних для біологічного захисту ознак.

Список використаних джерел

1. Беньковская Г.В., Салтыкова Е.С., Сухорукова О.С., Николенко А.Г. Метаболическая регуляция двух типов феноксидазной активности в онтогенезе комнатной мухи. Онтогенез. 2006. Т.37, № 2. С. 142–148.
2. Глухов В.В., Хвощевская М.Ф., Щепеткин И.А., Крюкова Н.А. Морфофункциональная структура популяции гемоцитов *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera: Pyralida) при инфекционном процессе. Известия АН. сер. биол. 1997. № 6. С. 645–653.
3. Іванська А.О., Мельник П.О., Острик І.М., Соломійчук М.П., Прунцев С.Е. Біологічний метод боротьби. Лабораторне розведення ентомопаразита американського білого метелика *Hyphantria cunea* Drury. *Chouioia cunea* Jang. Колонізація ентомофага у вогнищах шкідника. Методичні рекомендації. Чернівці. Зелена Буковина. 2005. 20 с.
4. Іванська А.О., Мороз М.С., Кордулян Р.О. Деякі особливості біології ентомофага хойойї (*Chouioia cunea* Jang.) та обґрунтування його сезонної колонізації проти американського білого метелика (*Hyphantria cunea* Drury.) Захист і карантин рослин. Міжвідомчий тематичний науковий збірник. 2013. Вип. 59. С. 120–127.
5. Мороз, М.С. Оптимізація розведення ентомопаразита *Chouioia cunea* Jang. – шлях до раціонального природокористування та збереження біоресурсів. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2009. Вип. 132. С. 146–156.
6. Мороз, М.С. Корекція індивідуального імунітету *Aphidoletes aphidimyza* Rond. (Diptera: Cecidomyiidae) за використання наноаквацитрат селену. Вісник Харківського національного аграрного університету ім. В. В. Докучаєва: серія «Фітопатологія та ентомологія». 2015. Вип. № 1–2. С. 112–117.
7. Пат. 82450 UA, МПК А 01 К 67/00(2006) Спосіб розведення ентомофага хойойї (*Chouioia cunea* Jang.) [Текст] / Мороз М.С.; заявник Національний університет біоресурсів і природокористування України. – № а200702715; заявл.14.03.2007; опубл.10.04.2008, Бюл. №7, 2008р.
8. Сергеева Ю. А., Долмонего С.О. Массовое разведение интродуцированного энтомофага *Chouioia cunea* Yang. Оценка возможности его применения для защиты леса. Охрана и защита леса. 2013. Вип. № 1. С. 30–37.
9. Moroz, M.S., Maksin V.I. Nanoaquachaelats as biogenic chemical elements during optimization of feeding of zoophags in the artificial biotechnical system. International Scientific Electronic Journal "Earth Bioresources and Life Quality" № 4(2013). URL : <http://gchera-journal.nubip.edu.ua>.
10. Moroz, M.S. Internal parasite of *Chouioia cunea* Jang., wait limits distribution and harmfulness of *Hyphantria cunea* Drury. Scientific journal. Materials of IX of international research and practice conference are "Issues of the day of ecology - 2013». (г. Гродно, 23-25 октября 2013 г.). Гродно: ГрГУ им. Я. Купалы, 2013. Часть 1. Р. 71–73.
11. Moroz, M.S. Entomology technologies; mechanisms of quantity adjusting and principles of management of useful insects vital system. Scientific journal. Issues of the day of ecology – 2014 : X of international research and practice conference are , Grodno, Octobers, 1-3, 2014– Grodno: ГрГУ им. Я. Купалы, 2014. – Часть 1. – Р. 64–65.
12. Moroz Mykola S., Starodub Mykola F., Maksin Viktor I. Nano aqua citrates as Biogenic

Chemical Elements: Optimization of the *Macrolophus nubilus* H.-S. Trophicity in the Artificial Biotechnical System. International Journal of Engineering and Applied Sciences. 2015. Vol. 2, Issue 7. P. 89–92.

13. Tian, Xiu-Ling, Wang Hong-Kui, Jiang Feng-Ying. Reproduction and Biological Characteristic of *Chouioia cunea*. Journal of Forestry Research, 2002. V.13, # 4. P. 331–333.

14. Tojo S., Naganuma F., Arakawa K., Yokoo S. Involvement of both granular cells and plasmatocytes in phagocytic reactions in the greater wax moth, *Galleria mellonella*. II Journal of Insect Physiology. 2000. V.46. P. 1129–1135.

15. Van Lenteren, J. C., Tommasini M.G. Mass production, storage, shipment and quality control of natural enemies. Integrated Pest and Disease Management in Greenhouse Crops Developments in Plant Pathology, 2002. V. 14. P. 276–294.

16. Yang Jian-rong Wei, Wang Xiao-yi. Mass rearing and augmentative releases of the native parasitoid *Chouioia cunea* for biological control of the introduced fall webworm *Hyphantria cunea* in China. BioControl: Journal of the International Organization for Biological Control, 2006. V. 51. # 4. P. 401–418.

17. Zawisza-Raszka A., Dolezych B. Acetylcholinesterase, catalase and glutathione S-transferase activity in beet armyworm (*Spodoptera exigua*) exposed to nickel and/or diazinon. Acta Biol. Hung., 2008. 59(1). P. 31–45.

Дата надходження статті до редакції: 10.10.2016.
1 рецензування 04.11.2016 Прийняття в друк: 16.11.2016

Moroz M.C.

Ph.D. (in Biology), Associate Professor

Department of entomologist

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

Kyiv, Ukraine

E-mail: mykolamoroz@i.ua

Maksin V.I.

Dr. (in Chemicals), Professor

Department of analytical and bioinorganic chemistry and quality of water

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine,

Kyiv, Ukraine

E-mail: vimaksin@i.ua

**USE OF NANO AQUA CITRATES FOR OPTIMIZATION
OF ENDOPARASITE OF *CHOUIOIA CUNEA* JANG.
(HYMENOPTERA: EULOPHIDAE)**

Abstract

We presented the results of researches of influence of nano aqua citrate germanium, magnesium, selenium on the technological parameters of cultivation and maintenance of nourishing internals of pupas of phytophage-ownere on condition of their use for the continuous breeding of Chouioia cunea Jang. At the use of nano aqua citrates we provide a special purpose operating on the culture of Chouioia cunea Jang. optimal terms of maintenance, dynamic equilibrium with an environment, adjustment of biological efficiency of endoparasite. According to research results, we observed in experimental ways the maximum performance of phenol oxidize activity of protective cells of hemolymph of phytophage-ownere, biological effectiveness, reproductive capacity and endoparasites tolerance to changes in environmental factors during ontogenesis. For additional nutrition nano aqua citrate magnesium 0,0001- 0.0005 %% phenol oxidize concentration of activity in protecting cells hemolymph Antheraea pernyi G.-M. was 13,02-14,51%. Maximum degree of contamination of pupae Hyphantria cunea Drury. - 94%, reproductive potential of endoparasites Chouioia cunea Jang . when grown on phytophage-ownere Antheraea pernyi G.-M. - 19465 individuals, that is 50.89% more compared with control option. For use as bioactive

components nano aqua citrate germanium, magnesium and selenium in the postembryonic growth of phytophage-ownere we set the best performance to preserve the nutritional quality of pupae for nutrition after long-term storage.

Keywords: *Chouioia cunea* Jang., endoparasite, optimization, the nano aqua citrate germanium, magnesium, selenium, phenol oxidase hemolymph activity, reproductive capacity.

References

1. Ben'kovskaja, G. V., Saltykova, E. S., Suhorukova, O.S., & Nikolenko, A. G. (2006). Metabolicheskaia regul'iacija dvuh tipov fenoloksidaznoj aktivnosti v ontogeneze komnatnoj muhi [The metabolic adjusting of two types of phenol oxidases activity in ontogenesis of house-fly]. *Ontogenez*, V.37, № 2, 142–148. [in Russian].
2. Glupov, V.V., Hvoshhevskaja, M.F., Shhepetkin, I.A., & Krjukova, N.A. (1997) Morfofunkcional'naja struktura populjacii gemocitov *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera: Pyralida) pri infekcionnom procese [Morphofunctional structure of population of hemocytes *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera: Pyralida) at an infectious process]. *Izvestija AN, ser. boil.*, 6, 645–653[in Russian].
3. Ivans'ka, A.O., Mel'nyk, P.O., Ostryk, I.M., Solomijchuk, M.P., & Pruncev, S.E. (2005) *Biologichnyj metod borot'by. Laboratorne rozvedennja entomoparazyta amerykans'koho biloho metelyka Hyphantria cunea* Druri. – *Chouioia cunea* Jang. Kolonizacija entomofaha u vohnyshhakh shkidnyka. Metodychni rekomendacii [Biological method of fight. Laboratory breeding of entomophage of the American white butterfly *Hyphantria cunea* Druri. - *Chouioia cunea* Jang. Colonization of entomophage in the hearths of pest. Methodical recommendations]. Chernivci: Zelena Bukovyna [In Ukrainian].
4. Ivans'ka, A.O., Moroz, M.S., & Korduljan, R.O. (2013). Deiaki osoblyvosti biologii entomofaha khoioii (*Chouioia cunea* Jang.) ta obruntuvannia yoho sezonnoi kolonizatsii proty amerykanskooho biloho metelyka (*Hyphantria cunea* Drury.) [Some features of biology of entomophage of chouioia (*Chouioia cunea* Jang.) and ground of him seasonal colonization against the American white butterfly (*Hyphantria cunea* Drury.)] *Zakhyst i karantyn roslyn, Vyp. 59*, S. 120–127. [In Ukrainian].
5. Moroz, M.S. (2009). Optymizatsiya rozvedennja entomoparazyta *Chouioia cunea* Jang. – shlyakh do ratsional'noho pryrodokorystuvannja ta zberezhennja bioresursiv [Optimization of breeding of entomoparasite of *Chouioia cunea* Jang. is a way to rational use of nature and maintenance of bioresources]. *Naukovyy visnyk Natsional'noho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannja Ukrainy*, Vyp. 132, S. 146–156. [In Ukrainian].
6. Moroz, M.S. (2015). Korektsiya indyvidual'noho imunitetu *Aphidoletes aphidimyza* Rond. (Diptera: Cecidomyiidae) za vykorystannja nanoakvatsytrat selenu [Correction of individual immunity of *Aphidoletes aphidimyza* Rond. (Diptera: Cecidomyiidae) for the use of nano aqua citrate selenium]. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu im. V.V. Dokuchaieva: serii «Fitopatohiia ta entomohiia»* [The Bulletin Kharkiv National Agrarian University. Series "Phytopatology and entomology"], Vol. 1–2, 112–117. [In Ukrainian].
7. Moroz, M.S. (2008). *Ukraine Patent № 82450 UA, MPK A 01 K 67/00. Sposib rozvedennja entomofaha khoyoyyi (Chouioia cunea Jang.)* [Method of breeding of entomophage of chouioia (*Chouioia cunea* Jang.)]. Kyiv, Natsionalnyi universytet bioresursiv i pryrodokorystuvannja Ukrainy.
8. Sergeeva, Ju. A., & Dolmonego, S.O. (2013). Massovoe razvedenie introducirovannogo jentomofaga *Shouioia cunea* Yang. Ocenka vozmozhnosti ego primenenija dlja zashhity lesa [Mass breeding of introduction parasite of *Chouioia cunea* Yang. Estimation of possibility of his application for defence of the forest]. *Ohrana i zashhita lesa, Vol. № 1*, S. 30–37 [in Russian].
9. Moroz, M.S., & Maksin, V.I. (2013). Nanoaquachaelats as biogenic chemical elements during optimization of feeding of zoophags in the artificial biotechnical system. *International Scientific Electronic Journal "Earth Bioresources and Life Quality"*, № 4. Retrived from <http://gchera-journal.nubip.edu.ua>.
10. Moroz, M.S. (2013). Internalparasite of *Chouioia cunea* Jang., wait limits distribution and harmfulness of *Hyphantria cunea* Drury. *Scientific journal. Materials of IX of international research and practice conference are "Issues of the day of ecology - 2013"*. Grodno University the name of Ja. Kupaly, Part 1. P. 71–73.
11. Moroz, M.S. (2014). Entomology technologies; mechanisms of quantity adjusting and principles of management of useful insects vital system. *Scientific journal. Issues of the day of ecology – 2014 : X of international research and practice conference are. Grodno University the name of Ja.*

Kupaly, Part 1. – P. 64–65.

12. Moroz, Mykola, S., Starodub, Mykola F., & Maksin, Viktor I. (2014). Nano aqua citrates as Biogenic Chemical Elements: Optimization of the *Macrolophus nubilus* H.-S. Tropicity in the Artificial Biotechnical System. *International Journal of Engineering and Applied Sciences, Vol. 2, Issue 7*, 89–92.

13. Tian Xiu-Ling, Wang Hong-Kui, & Jiang Feng-Ying (2002). Reproduction and Biological Characteristic of *Chouioia cunea*. *Journal of Forestry Research, V.13, # 4*, 331–333.

14. Tojo, S., Naganuma, F., Arakawa, K., & Yokoo, S. (2002). Involvement of both granular cells and plasmacytes in phagocytic reactions in the greater wax moth, *Galleria mellonella*. *II Journal of Insect Physiology, V.46*, 1129–1135.

15. Van Lenteren, J. C., & Tommasini M.G. (2002). Mass production, storage, shipment and quality control of natural enemies. *Integrated Pest and Disease Management in Greenhouse Crops Developments in Plant Pathology, V. 14*, 276–294.

16. Yang Jian-rong Wei, & Wang Xiao-yi (2006). Mass rearing and augmentative releases of the native parasitoid *Chouioia cunea* for biological control of the introduced fall webworm *Hyphantria cunea* in China. *BioControl: Journal of the International Organization for Biological Control, V. 51, # 4*, 401–418.

17. Zawisza-Raszka, A., & Dolezych, B. (2008). Acetylcholinesterase, catalase and glutathione S-transferase activity in beet armyworm (*Spodoptera exigua*) exposed to nickel and/or diazinon. *Acta Biol. Hung., 59(1)*, 31–45.

Received: 10/10/2016.

1 revision 11/04/2016 Accepted 11/16/2016