

УДК 631.81.095.337

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ АДАПТАЦИИ *APHIDOLETES APHIDIMYZA* ROND. (DIPTERA: CECIDOMYIDAE) В УСЛОВИЯХ БИОДИНАМИЧЕСКОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Николай МОРОЗ

Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины

Abstract. The paper presents the results of studies of the effect of nano aqua citrate of microelements (Se + Ge) with biologically active components on the combined changes in the body of *Aphidoletes aphidimyza* Rond. When supplemental nutrition is used, the optimum concentration of nano aqua citrate of microelements (Se–0.0005 + Ge–0.0003) – 0.0008 mg/dm³ with the biologically active components – 65 mg /dm³, the survival increases to 89%, the fertility to 98%, the reproductive capacity (R_p) of females to 64.5%. It has been established that during the modification of trophism, positive changes occur in the biology of the aphidophage, and the competitive capabilities of *Aphidoletes aphidimyza* Rond. are improved as a biological agent of limiting the harm of the members of the Aphidoidea superfamily. The proposed elements of the technology of reproduction and practical application of *Aphidoletes aphidimyza* Rond. are characterized by high economic efficiency (25%) in the conditions of the protected soil. The aim of the research was to study the possibility of using nano aqua citrate of microelements (Se + Ge) with biologically active components for the correction of the life cycle of *Aphidoletes aphidimyza* Rond. To achieve this goal, the following tasks were solved: on the basis of trophic relationships in the phytophage – host – aphidophagus system, to carry out the analysis of the functioning of resistant adaptive systems *Aphidoletes aphidimyza* Rond. in the conditions of agrobiocenosis.

Key words: *Aphidoletes aphidimyza* Rond.; Survival; Nano aqua citrate of microelements (Se + Ge); Reproductive capacity; Fertility.

Реферат. Приведены результаты исследований влияния наноаквацитрат микроэлементов (Se + Ge) с биологически активными компонентами на совокупные изменения в организме *Aphidoletes aphidimyza* Rond. При использовании дополнительного питания в оптимальной концентрации из наноаквацитрат микроэлементов (Se – 0,0005 + Ge – 0,0003) – 0,0008 мг/дм³ с биологически активными компонентами – 65 мг/дм³, выявлены увеличения выживаемости до 89%, фертильности до 98%, репродуктивного потенциала (R_p) самок на 64,5%. Установлено, что при модификации трофики происходят положительные изменения в биологии афидофага, улучшаются конкурентные возможности *Aphidoletes aphidimyza* Rond. как биологического агента ограничения вредности представителей надсемейства Aphidoidea. Предлагаемые элементы технологии размножения и практического применения *Aphidoletes aphidimyza* Rond. отличаются высокой экономической эффективностью (25%) в условиях защищённого грунта. Целью исследования было изучение возможности использования наноаквацитрат микроэлементов (Se + Ge) с биологически активными компонентами для коррекции жизненного цикла *Aphidoletes aphidimyza* Rond. Для достижения поставленной цели решались следующие задачи: на основе трофических связей в системе фитофаг – хозяин – афидофаг, осуществить анализ функционирования устойчивых адаптивных систем *Aphidoletes aphidimyza* Rond. в условиях агробиоценоза.

Ключевые слова: *Aphidoletes aphidimyza* Rond.; Выживаемость; Наноаквацитрат микроэлементов (Se+Ge); Репродуктивный потенциал; Фертильность.

ВВЕДЕНИЕ

В управлении агробиоценозами биодинамического земледелия возможно использование локально-специфических полезных насекомых. Примером такого использования является эффективный автохтонный афидофаг *Aphidoletes aphidimyza* Rond., который в условиях защищённого грунта отличается высокой поисковой способностью. (Gilkeson, L.A. et. al. 1987; Мороз, М.С. 2015а). Важно отметить, что личинка *Aphidoletes aphidimyza* Rond. в агробиоценозах, питается исключительно представителями надсемейства Aphidoidea – более 65 видами. *Aphidoletes aphidimyza* Rond. способна в агробиоценозах контролировать численность тлей на очень низком уровне и быстро увеличивать количество своей популяции (Мороз, М.С. и др. 2014). Установлено, что взаимоотношение со средой обитания и выполнения общих популяционных функций *Aphidoletes aphidimyza* Rond. опосредованное через физиологические реакции отдельных особей. Практическое использование галлицы афидимизы сопровождается ограничением генетической изменчивости популяции и сужением гарантии ее выживания (Мороз, М.С. 2015б). От степени сбалансированности взаимоотношений совокупности особей со средой, зависит её стабильность

в агробиоценозе (Košťál, V. et. al. 2000). Экспериментально доказано, что компоненты минеральных смесей усваиваются не хуже, а в некоторых случаях лучше, чем элементы, содержащиеся в искусственных питательных средах для выращивания полезных насекомых (Moroz, M.S. et. al. 2015; Moroz, M. et. al. 2013; Moroz, M.S. 2016). Приоритетность использования наноаквацитратов обусловлено их уникальными химическими характеристиками и широким спектром действия (Moroz, H.C. 2014; Мороз, М.С. и др. 2015; Moroz, M.S. 2016; Moroz, M. 2018).

Технология получения наноаквацитратов позволяет достичь их высокой чистоты без каких-либо вторичных примесей, поскольку не используются традиционные химические реакции. Использование деионизированной воды и особо чистых металлов является гарантией их экологической и биологической безопасности (Moroz, M. et. al. 2013; Moroz, M.S. et. al. 2015; Мороз, М.С. и др. 2018).

Целью данного исследования было изучение возможности использования наноаквацитрат микроэлементов (Se + Ge) с биологически активными компонентами для коррекции жизненного цикла *Aphidoletes aphidimyza* Rond.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Aphidoletes aphidimyza Rond. вскармливали в энтомологических садках. Для массового размножения *Aphidoletes aphidimyza* Rond. использовали бобовую тлю, которую выращивали на кормовых бобах. Каждые три дня в энтомологические садки размещали по 1500±200 коконов в бумажных стаканах с увлажненным песком и ежедневно ставили два-три вазона с кормовыми бобами, заселенными тлей. На кормовых бобах выращивали личинок *Aphidoletes aphidimyza* Rond. первого возраста. Через 72±6 часов после линьки личинок, их со срезанными растениями переносили в энтомологические садки, на дне которых насыпали 2-х – сантиметровой слой песка. После окукливания *Aphidoletes aphidimyza* Rond., песок просеивали и отбирали куколки. *Aphidoletes aphidimyza* Rond. заблаговременно накапливали на заселенных бобовой тлей кормовых растениях. Для оценки адаптации афидофага к наноаквацитрат микроэлементов (Se + Ge) с биологически активными компонентами предложены элементы технологии. Они предусматривают разведение галлицы афидимизы по общепринятой методике на насекомых-хозяевах (Мороз, М.С. и др. 2014). Содержание имаго *Aphidoletes aphidimyza* Rond. в первые 12 часов жизни происходило на углеводно-белковой диете с добавлением в опытных вариантах водного раствора наноаквацитрат микроэлементов (Se + Ge) с биологически активными компонентами. Концентрация внесенного в диету наноаквацитрат микроэлементов с биологически активными компонентами опытных вариантов: А – наноаквацитрат микроэлементов (Se – 0,0003 + Ge – 0,0001) – 0,0004 мг/дм³ с биологически активными компонентами – 45 мг/дм³; В – наноаквацитрат микроэлементов (Se – 0,0004 + Ge – 0,0002) – 0,0006 мг/дм³ с биологически активными компонентами – 55 мг/дм³; С – наноаквацитрат микроэлементов (Se – 0,0005 + Ge – 0,0003) – 0,0008 мг/дм³ с биологически активными компонентами – 65 мг/дм³; D – наноаквацитрат микроэлементов (Se – 0,0006 + Ge – 0,0004) – 0,001 мг/дм³ с биологически активными компонентами – 70 мг/дм³; E – наноаквацитрат микроэлементов (Se – 0,0007 + Ge – 0,0005) – 0,0011 мг/дм³ с биологически активными компонентами – 80 мг/дм³. В контрольных вариантах в качестве дополнительного питания галлицы афидимизы использовали 5%-ный водный раствор сахара. Эксперименты проводили в шести вариантах и шестикратной повторности.

Репродуктивный потенциал (R_p) определяли по формуле:

$$R_p = (\sum_p * \delta) v,$$

где \sum_p – соотношение полов, δ – численность потомства, v – число поколений.

Во время исследований среднесуточная температура находилась в пределах 24±1 °С, относительная влажность воздуха – 80–85 % и фотопериод – 18 часов. В теплице опытных *Aphidoletes aphidimyza* Rond. выпускали на стадии личинок 1–2-го возраста непосредственно в обнаруженные очаги тлей, а затем по всей площади в соотношении афидофаг – фитофаг 1:5. На остальной площади опытного участка раскладывали ложные коконы хищника из расчета одна особь на м². Повторные выпуски проводили с интервалом 5–7 дней в том же количестве.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Установлено, что при использовании наноаквацитрат микроэлементов (Se + Ge) с биологически активными компонентами в имаго *Aphidoletes aphidimyza* Rond. вероятно присутствие двух стратегий реализации защитных систем. На начальном этапе действия биогенных химических элементов, при активации общего метаболизма, оптимальные концентрации наноаквацитрат микроэлементов (Se + Ge) с биологически активными компонентами формируют защитные реакции, направленные на уменьшение последствий негативного влияния факторов среды.

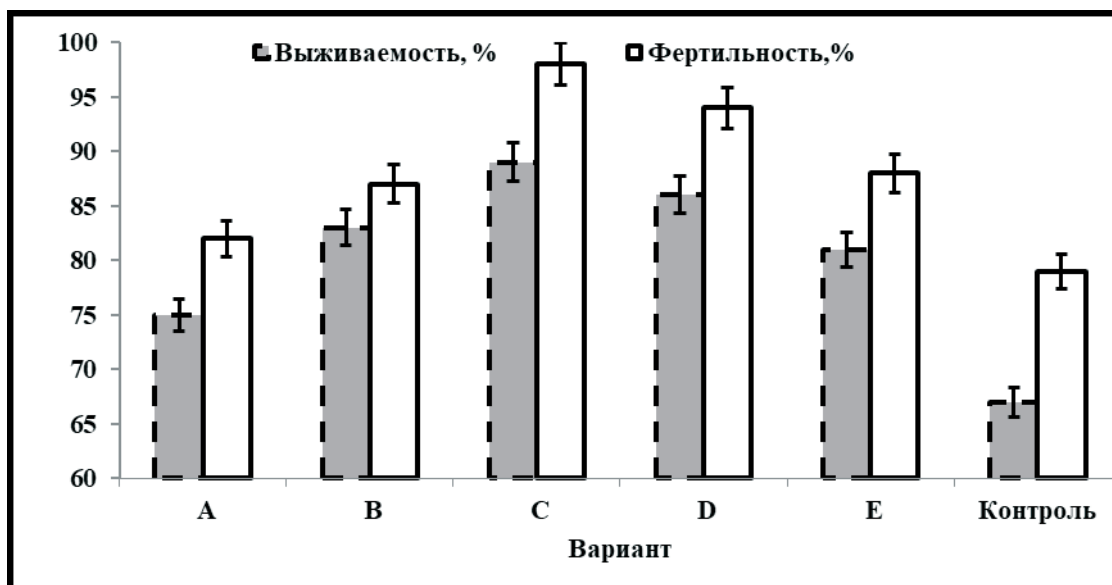


Рисунок 1. Влияние наноаквацитрат микроэлементов (Se+Ge) с биологически активными компонентами на выживаемость и фертильность *Aphidoletes aphidimyza* Rond. (среднее, 2012–2017 гг.)

Результаты исследования воздействия биогенных химических элементов с биологически активными компонентами на степень сохранения автохтонной лабораторной популяции *Aphidoletes aphidimyza* Rond. в условиях экспериментальной среды представлено на рисунке 1. Согласно полученным результатам, углеводно-белковая диета с добавлением в опытных вариантах водного раствора наноаквацитрат микроэлементов (Se + Ge) с биологически активными компонентами способствует повышению выживаемости и фертильности *Aphidoletes aphidimyza* Rond. Наилучшие показатели выживаемости обеспечиваются в опытных вариантах при культивировании имаго на углеводно-белковой диете с добавлением наноаквацитрат микроэлементов (Se – 0,0005 + Ge – 0,0003) – 0,0008 мг/дм³ с биологически активными компонентами – 65 мг/дм³. В ходе эксперимента обнаружено, что прикормка имаго *Aphidoletes aphidimyza* Rond. исследовательского варианта С, обеспечила наилучшие показатели выживаемости – 89%, что в процентном соотношении больше на 22% по сравнению с контрольным вариантом.

В соответствии с полученными результатами исследований, положительный эффект от прикормки имаго хищных *Aphidoletes aphidimyza* Rond. водным раствором наноаквацитрат микроэлементов (Se – 0,0005 + Ge – 0,0003) – 0,0008 мг/дм³ с биологически активными компонентами – 65 мг/дм³, приводит к максимальному увеличению доли оплодотворенных яиц. Так, лучшие показатели фертильности самок *Aphidoletes aphidimyza* Rond. обеспечиваются в опытных вариантах. Доля оплодотворенных яиц развивающихся в живые личинки в опытном варианте С составила 98%, что на 19% больше по сравнению с контрольным вариантом.

На примере исследований можно предположить, что наличие в подкормке водного раствора наноаквацитрат микроэлементов (Se + Ge) с биологически активными компонентами способствует оптимизации процессов оогенеза и вителлогенеза в организме самок *Aphidoletes aphidimyza* Rond. Вероятно, в растущий ооцит самки поступает достаточное количество органических компонентов (нуклеиновых кислот, аминокислот, углеводов), которые используются им для синтеза и накопления желтка.

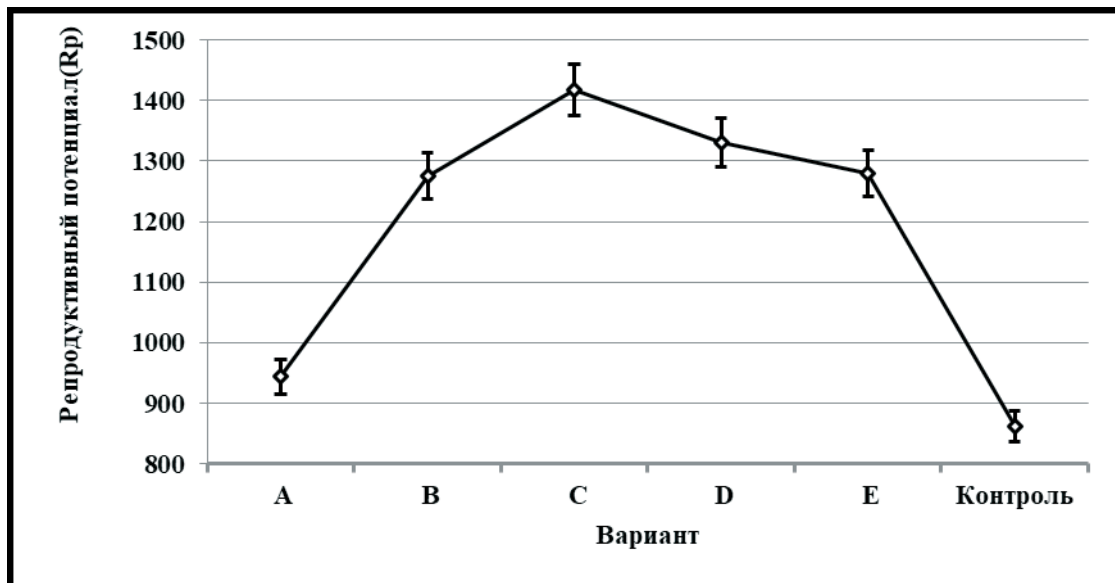


Рисунок 2. Влияние наноаквацитрат микроэлементов (Se + Ge) с биологически активными компонентами на репродуктивный потенциал *Aphidoletes aphidimyza* Rond. (среднее, 2012–2017 гг.)

Одним из важнейших показателей, определяющих качество популяции *Aphidoletes aphidimyza* Rond., является репродуктивный потенциал (Rp), который характеризует быстроту размножения особей афидофага. Подкормка имаго *Aphidoletes aphidimyza* Rond. в первые 12 часов жизни в оптимальной концентрации (вариант C) водным раствором наноаквацитрат микроэлементов (Se – 0,0005 + Ge – 0,0003) – 0,0008 мг/дм³ с биологически активными компонентами – 65 мг/дм³, так же способствовало максимальному увеличению репродуктивного потенциала самок (Rp = 1418), что в процентном соотношении больше на 64,5 % по сравнению с контрольным вариантом (рисунок 2). Оптимизация трофики обеспечивает адаптивную пластичность искусственной популяции в период онтогенеза, в результате отмечается увеличения репродуктивного потенциала (Rp) самок от 9,5% (вариант A) до 64,5% (вариант C). Согласно полученным экспериментальным данным допустимо, что на фоне активации общего метаболизма биологически активные компоненты опытных вариантов генерируют желаемые физиологические процессы, направленные на уменьшение последствий негативного воздействия факторов среды. И наоборот, без дополнительной прикормки имаго *Aphidoletes aphidimyza* Rond. контрольной группы биологически активными компонентами, происходит недостаточная активация процессов метаболизма в организме афидофага. Визуальные наблюдения показали, что особи *Aphidoletes aphidimyza* Rond. опытного и контрольного вариантов наиболее эффективны в периоды с влажностью воздуха 80-85% и продолжительностью светового дня 18 часов. Так, например, довольно эффективным был афидофаг в весенний период. На огурце раскладка ложных коконов *Aphidoletes aphidimyza* Rond. в соотношении афидофаг : жертва 1 : 5 обеспечила полное уничтожение тлей в течение десяти суток, что на двое суток быстрее по сравнению с контрольным вариантом. При температуре 24±1 0C самки опытного и контрольного вариантов начали откладывать яйца на вторые сутки. Самки афидофага разыскивали колонии тлей и откладывали яйца на поверхность листа или непосредственно на спинку фитофага. Интенсивное отложение происходило в сумрачное время. В течение вторых суток жизни самки опытного варианта откладывали 23±2 яйца, контрольного варианта – 19±3. На четвертые сутки количество яиц уменьшилась до 5±1. На шестые сутки количество отложенных яиц в опытном варианте увеличилось до 16, что на 23,08% больше в сравнении с контрольным вариантом. При использовании хищной *Aphidoletes aphidimyza* Rond. процент заселенных растений тлями в опытном варианте за трое суток снизился с 62 % до 4 %, в контрольном – до 11%. В результате исследований установлено, что предлагаемые элементы технологии размножения и практического применения *Aphidoletes aphidimyza* Rond. экономически выгодны. Показатель экономической эффективности использования хищной галлицы афидимизы в условиях защищенного грунта составил 25%.

ВЫВОДЫ

Как ингредиент дополнительного питания в оптимальной концентрации, наноаквацитрат микроэлементов (Se – 0,0005 + Ge – 0,0003) – 0,0008 мг/дм³ с биологически активными компонентами – 65 мг/дм³ максимально влияет на жизненный цикл *Aphidoletes aphidimyza* Rond., увеличивается выживаемость до 89%, фертильность до 98%.

Оптимизация трофики обеспечивает адаптивную пластичность искусственной популяции в период онтогенеза, увеличивается репродуктивный потенциал (R_p) самок от 9,5% (вариант А), до 64,5 % (вариант С).

В результате модификации трофики происходят положительные изменения в биологии афидофага, улучшаются конкурентные возможности галлицы афидимизы как биологического агента ограничения вредности представителей надсемейства Aphidoidea.

Предлагаемые элементы технологии размножения и практического применения *Aphidoletes aphidimyza* Rond. отличаются высокой экономической эффективностью (25%) в условиях защищённого грунта.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- GILKESON, L.A., HILL, S.B. (1987). Release rates for control of green peach aphid (Homoptera: Aphidae) by the predatory midge *Aphidoletes aphidimyza* (Diptera: Cecidomyiidae) under winter greenhouse conditions. In: Journal of economic entomology, vol. 80, pp. 147-150. ISSN 0022-0493.
- KOŠTÁL, V., HAVELKA, J. (2000). Diapausing larvae of the midge *Aphidoletes aphidimyza* (Diptera: Cecidomyiidae) survive at subzero temperatures in a supercooled state but tolerate freezing if inoculated by external ice. In: European Journal of Entomology, vol. 97(3), pp. 433-436. ISSN 1210-5759.
- MARKKULA, M., TIITTANEN, M.K., HAMALAINEN, M., FORSBERG, A. (1979). The aphid midge *Aphidoletes aphidimyza* (Diptera, Cecidomyiidae) and its use in biological control of aphids. In: Annales Entomologicae Fennicae, vol.45, pp. 89-98.
- MOROZ, M. (2018). Optimization of Artificial Nutrient for Growing Coccinellidae. In: Știința agricolă, nr. 1, pp. 38-44. ISSN 1857-0003.
- MOROZ, M.S., STARODUB, M.F., MAK SIN, V.I. (2015). Nano aqua citrates as Biogenic Chemical Elements: Optimization of the *Macrolophus nubilus* H.-S. Trophicity in the Artificial Biotechnical System. In: International Journal of Engineering and Applied Sciences, vol. 2(7), pp. 89-92. ISSN 2305-8269.
- MOROZ, M., MAK SIN, V. (2013). Nanoaquachaelats as biogenic chemical elements during optimization of feeding of zoophags in the artificial biotechnical system. In: International Scientific Electronic Journal, nr. 4. ISSN 2221-1713. Available: <http://gchera-ejournal.nubip.edu.ua>.
- MOROZ, M.S. (2016). Optimization of breeding of predatory stinkbugs from family of Pentatomidae. In: **The scientific heritage**, vol. 4(4), pp. 4-9. ISSN 9215-0365.
- МОРОЗ, М.С., МАКСИН, В.І., КАПЛУНЕНКО, В.Г., ЛИННИК, В.О. (2015). Застосування йодовмісних сполук та їх сумішей з деякими наноаквацитратами в біологічному захисті рослин: наук.-метод. рек. Київ: Експо-Друк. 50 с.
- МОРОЗ, М.С., ДМИТРЕНКО, Ю.В. (2014). *Aphidoletes aphidimyza* Rond. - ефективний афідофаг, що контролює чисельність попелиць. В: Ентомологічні читання пам'яті видатного вченого-ентомолога проф. М.П. Дядечка: всеукраїнська наук.-практ. конф., Київ, 10-12 грудня 2014: матеріали, с. 96-97.
- МОРОЗ, М.С. (2015а). Біологічні основи оптимізації продуктивності корисних комах: монографія. Київ: Компринт. 480 с. ISBN 978-966-929-054-0.
- МОРОЗ, М.С. (2015б). Корекція індивідуального імунітету *Aphidoletes aphidimyza* Rond. (Diptera: Cecidomyiidae) за використання наноаквацитрат селену. В: Вісник Харківського нац. аграрного ун-ту. Серія Фітопатологія та ентомологія, вип. № 1-2, с. 112-117.
- МОРОЗ, Н.С. (2014). Наноаквацитрати як біогенні хімічні елементи; оптимізація трофики *Macrolophus nubilus* H.S. в искусственной биотехнической системе. В: Етика нанотехнологій та нанобезпека: третій міжнародний семінар, Київ, 10 жовтня 2014: тези доп. Київ: НАНУ, с. 40-42.
- МОРОЗ, М.С., МАКСИН, В.І. (2018). Наноматеріали як біогенні хімічні елементи в ентомологічних технологіях: монографія. Київ: Компринт. 370 с.

Data prezentării articolului: 31.03.2019

Data acceptării articolului: 13.05.2019