

УДК 632.937.1.03:632.937.11

© 2020

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗБЕРІГАННЯ ХИЖОГО КЛІЩА *AMBLYSEIUS SWIRSKII* ЗА УМОВИ ЗНИЖЕНОЇ ТЕМПЕРАТУРИ

В.І. Крутякова¹, І.В. Лімарь²

¹кандидат економічних наук

²кандидат технічних наук

Інженерно-технологічний інститут «Біотехніка» НААН

вул. Маяцька дорога, 26, смт Хлібодарське Біляївського р-ну Одеської обл., 67667, Україна

e-mail: ¹valentyna.krutyakova@gmail.com, ²quantum.biology@outlook.com

ORCID: ¹0000-0002-6578-952X, ²0000-0002-8972-9935

Надійшла 29.10.2019

Мета. Визначити вплив термінів зберігання кліща амблісейуса Свірського за температури від 0 до 10°C на біологічні та технологічні показники культури. **Методи.** Загальноприйняті в технічній ентомології та акарології методи утримання та відтворення штучних популяцій кліщів. Методи планування експерименту та обробки експериментальних даних: центральний композиційний рототабельний план, регресійний аналіз. **Результати.** Проведені експерименти продемонстрували зниження життєздатності хижого кліща амблісейуса Свірського при збільшенні терміну зберігання в умовах зниженої температури. Мінімізації втрат хижака вдається досягти за температури зберігання близько 6°C. Життєздатність кліща за таких умов залишається на оптимальному (близькому до контролю) рівні за умов зберігання не більше 8-ми діб. Двофакторний експеримент дав можливість отримати відповідний аналітичний вираз — виживаність залежно від терміну зберігання і температури. Показники плодючості самок амблісейуса Свірського після попереднього зберігання за цієї температури протягом 8-ми діб залишаються на оптимальному рівні. Показано вплив низьких температур зберігання на міграційну активність кліщів — вона зменшується, починаючи з 8-ї доби зберігання. При утриманні в умовах зниженої температури до 8-ми діб хижаки зберігають міграційну активність на прийнятному для практичного застосування рівні. **Висновки.** Оптимальною температурою зберігання, за якої будуть найменші втрати амблісейуса Свірського, є 6°C. Максимальний термін зберігання кліща за цієї температури — 8 діб. За таких умов зберігання життєздатність біоматеріалу наближається до контрольних показників. Міграційна активність лишається на рівні, припустимому для використання хижака у закритому ґрунті. Це забезпечує ефективне застосування амблісейуса Свірського як агента біологічного методу боротьби.

Ключові слова: біометод, самка кліща, амблісейус Свірського, виживаність, плодючість, міграційна активність.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202002-11>

Хижий кліщ амблісейус Свірського використовується як агент біологічного
Amblyseius swirskii (Athias-Henriot, 1962) методу в захисті овочевих і декоративних

культур від шкідників в умовах закритого ґрунту (теплиці, парники тощо). Цей хижак запропонований на ринку відомими світовими виробниками біологічних засобів захисту рослин. Згідно з опублікованими у науковій періодиці даними, амблісейус Свірського належить до тих комерційно доступних агентів біометоду, на які спостерігається найбільший попит у більшості країн світу, де застосовується біологічний метод боротьби зі шкідниками [1]. Хижий кліщ амблісейус Свірського за кольором — бежевий, розміром менше 1 мм. Самка кліща відкладає кілька яєць (від 2-х до 4-х) щодня на листову пластинку рослин. За температури 25°C увесь цикл розвитку від яйця до дорослої особини займає близько 6-ти діб. На всіх етапах розвитку хижак дуже рухливий і активний. Основним джерелом їжі є яйця і личинки білокрилок. Альтернативні джерела їжі — молоді личинки різних видів трипсів, деякі інші дрібні комахи, а також квітковий пилок. Особина *Amblyseius swirskii* за добу здатна споживати 15–20 яєць чи 10–15 молодих личинок білокрилки або до 5-ти личинок трипсів. Тривалість життя дорослих особин може досягати 1,5 міс.

В економічно розвинутих країнах підвищується увага сільгоспвиробників до збільшення частки біологічних засобів у загальному обсязі заходів із захисту рослин. Це зумовлено як підвищенням попиту населення на продукцію органічного землеробства, так і законодавчими ініціативами, спрямованими на зменшення хімічного навантаження, особливо в умовах тепличних господарств. Водночас виробники та споживачі корисних комах і кліщів стикаються з низкою проблем. Зокрема, під час виробництва та застосування хижих кліщів у певні періоди виникає невідповідність темпів постачання готової продукції запитам кінцевого споживача (фермерських господарств). Тобто існує проблема зберігання живих кліщів, що повністю стосується амблісейуса Свірського.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У профільних світових наукових центрах проводять дослідження нових технологічних прийомів, що дають можливість збільшити терміни зберігання хижих кліщів. Одним із основних методів для зберігання та транспортування хижих кліщів протягом

більш як 2-х діб при відносно низьких втратах є охолодження споживчої тари із субстратом і біоматеріалом до температур у діапазоні від 0 до 15°C. Але без вживання спеціальних заходів втрати продукції за таких умов є значними. Тому дослідники запропонували низку способів, спрямованих на зменшення втрат.

Зокрема, під час зберігання кліщів за знижених температур рекомендовано штучно створювати та підтримувати у споживчій тарі максимально можливу відносну вологість повітря — до 100%. Експерименти продемонстрували, що таке локальне створення гігротермічних умов дає можливість істотно підвищити виживаність хижих кліщів [2–5].

Також добре зарекомендував себе такий прийом, як надання хижим кліщам для корму звичайного павутинного кліща *Tetranychus urticae* (C.L. Koch, 1836), попередньо введеного у діапаузу [2, 6, 7]. Таке годування здійснюється протягом певного часу перед зберіганням хижаків при знижених температурах. Згідно з існуючими уявленнями, підвищення здатності хижаків витримувати холод завдяки такому заходу зумовлене синтезом в організмі павутинного кліща при введенні його у діапаузу речовин, що мають властивості криопротектантів [7, 8].

Здатність організму підвищувати спроможність витримувати низькі температури при раптовому різкому похолоданні у навколишньому середовищі відома як «швидкодійне твердіння на холоді» (англ. — rapid cold hardening (RCH)). Для хижих кліщів RCH було досліджене щодо *Neoseiulus californicus* (McGregor, 1954) [9]. У дослідженні зберігання цього хижака протягом 2-х год за температури –10°C призвело до втрати 98% дорослих самок. Водночас, якщо перед таким охолодженням протягом 1-ї год було здійснено попередню акліматизацію за температури 5°C, втрати кліща становили лише 25%. Найбільшу здатність до RCH у цьому експерименті продемонстрували особини *Neoseiulus californicus* у стадії личинки і особливо — у стадії яйця. Аналогічну індукцію RCH у *Neoseiulus californicus* вдавалося викликати через його акліматизацію протягом 2-х год за температури 30°C або утримання в атмосфері азоту протягом 1–2 год.

Зниження температури не є єдиною та обов'язковою умовою для зберігання хижих кліщів. Наприклад, у дослідженні [10] чинником, що сприяє кращому зберіганню *Neoseiulus californicus*, визначено підтримання в зоні мешкання кліщів підвищеної відносної вологості повітря — 96%. Але, на відміну від робіт [2–5], у публікації [10] зазначено, що кліщі зберігаються за температури 25°C. Вельми повний огляд різних аспектів формування певних фізіологічних реакцій кліщів фітосеїд на зовнішні впливи, зокрема зниження температури навколишнього середовища, наданий у роботі [11].

У роботі [12] викладено результати дослідження зберігання цього хижака за температури 15°C упродовж тижня. Як зазначено в роботі [12], щільність («density») хижих кліщів у споживчій тарі з часом продовжувала істотно знижуватися. Інші дослідження зберігання амблісейуса Свірського за знижених температур, крім як у роботі [12], нам невідомі.

Отже, проведений аналіз наукових публікацій вказує на відсутність науково обґрунтованих рекомендацій щодо режимів тривалого утримання кліщів, що й зумовило актуальність проведення наших досліджень.

Мета досліджень — визначити вплив термінів зберігання кліща амблісейуса Свірського за температури від 0 до 10°C на біологічні та технологічні показники культури. Визначення оптимального режиму утримання кліщів проводили за показниками життєздатності хижака, плодючості самок, а також міграційної активності.

Методика досліджень. На першому етапі дослідження було визначено кількість кліщів, що вижили залежно від температури та терміну зберігання, тобто проведено двофакторний експеримент. Це передбачало побудування відповідної поверхні відгуку. Для такої ситуації обрано центральний композиційний план з умовою, що дисперсія прогнозованого значення відгуку в певній точці залежить тільки від відстані від цієї точки до центру плану, а не від напрямку на неї. Тобто план був рототабельний.

За попередніми грубими експериментами дійшли висновку, що зберігання хижого кліща за температур нижче 2 та вище 10°C

призводить до неприйнятно великої втрати продукції. Крім того, визначено: якщо хижак зберігалися при температурах у діапазоні від 2 до 10°C протягом більш ніж 10 діб, обсяги втрат також зумовлювали економічну недоцільність застосування такої методики. Тому для проведення експерименту первісно обрано такі діапазони: температурний — від 2 до 10°C, термін зберігання — від 2-х до 10-ти діб. З урахуванням застосування рототабельного плану ці діапазони були незначно розширені й становили від 0,3 °C до 11,7 °C та від 0,3 до 11,7 доби відповідно. Кількість повних реплік обрана рівною 3. По 70 особин кліщів розмістили у пластикових ємностях, що герметично закривалися. Ємності були розташовані у термостатах (рис. 1, а). Хижак утримувалися протягом 0,3, 2, 6, 10 та 11,7 доби за температур 0,3, 2, 6, 10, 11,7 °C, усього — 11 варіантів зберігання із 3-разовою повторністю (табл. 1). По завершенні терміну зберігання кожної ємності (усього досліджено 33 ємності по 70 особин у кожній) фіксувалася кількість кліщів, що вижили.

Після визначення оптимальної температури зберігання (див. «Результати досліджень») на наступному, другому, етапі досліджено плодючість самок, що зберігалися саме за цих умов. Для цього дорослих запліднених самок розмістили у чашках Петрі на вирізаних круглих пластинах перцю. Як корм у чашки Петрі внесли пилок перцю. Чашки Петрі були щільно закриті харчовою плівкою. Кожну добу здійснювалось пересаджування кліщів у нові чашки Петрі та підраховувалась кількість відкладених яєць. Для порівняння підраховувалась кількість яєць, відкладених самками, що не зберігалися попередньо за зниженої температури (контроль).

На останньому, 3-му, етапі досліджено міграційну активність кліщів, що попередньо зберігалися при зниженій температурі. Для цього у поліетиленові ємності об'ємом 200 мл розміщували по 100 особин хижака амблісейуса Свірського. Ємності розташовували у термостаті при визначеній раніше оптимальній температурі зберігання (див. «Результати досліджень»). Термін зберігання кліщів становив від 1-ї до 8-ми діб. Після зберігання протягом кожного окремого терміну кліщів розміщували у градуйованому

стакані мірного скляного посуду (рис. 1, б) із дном діаметром 120 мм. Висота стакану — 150 мм. Температура повітря у приміщенні при проведенні цього досліді підтримувалась у діапазоні від 23 до 25°C. Це інтервал температур, рекомендований у теплицях при вирощуванні томатів та огірків. Час досягнення хижаків краю був зафіксований у лабораторному журналі. Спостереження проводили протягом 2-х год, повторність експерименту — 3-разова. Визначено такі показники: відсоток хижаків, що протягом 2-х год не були здатні досягти краю стакану, та час, за який 50% кліщів досягали краю. Для обробки результатів застосовано регресійний аналіз.

Результати досліджень. Дані, отримані під час серії експериментів з визначення оптимальної температури зберігання, наведено у табл. 1.

Обробка експериментальних даних надала таку поверхню відгуку:

$s = 0,17 + 0,34 \times \tau - 0,09 \times \tau^2 + 23,02 \times t - 1,91 \times t^2$, (1)
де s — цільова функція — кількість особин, що вижили, особин; τ — термін зберігання, дб; t — температура зберігання, °C.

Поверхня відгуку зображена на рис. 2.

Порівняння розрахункового коефіцієнту Кохрена G_p із критичним значенням коефіцієнта Кохрена G_m з таблиці, а також розрахункового коефіцієнта Фішера F_p з критичним значенням коефіцієнта Фішера F_m з таблиці ($p=0,05$) продемонструвало, що отримана модель — поліном другого порядку — погоджується із результатами експериментальних досліджень.

Поверхня наглядно демонструє, що за певної температури (6°C) спостерігається явно виражене зменшення втрат продукції. Але слід відзначити, що про таке зменшення втрат можна говорити лише в контексті обставини зберігання кліщів за зниженої температури. Справді, якщо кліщі перебувають при температурі, оптимальній для їх життєдіяльності, то виживаність буде вище, ніж за визначеної оптимальної температури зберігання. Щодо залежності втрат продукції при зберіганні від часу, то як свідчить поверхня відгуку, за умов зниженої температури виживаність хоча і зменшується у разі збільшення терміну зберігання, але вплив цього фактора є вельми слабким.

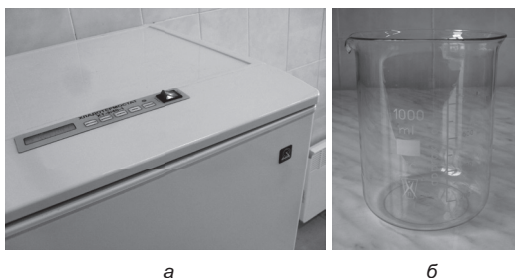


Рис. 1. Лабораторне обладнання, на якому проводили дослідження: а — термостат; б — градуйований стакан мірного скляного посуду

При цьому якихось коливань і екстремумів не спостерігається.

Показники плодючості самок амблісейуса Свірського після попереднього зберігання за вказаної вище температури протягом 8-ми дб залишаються на рівні, що є прийнятним для практичного застосування хижаків.

Результати експерименту із визначення збереження хижими кліщами міграційної активності після утримання за вказаної оптимальної температури наведено у табл. 2.

Під час регресійного аналізу була отримана залежність відсотка хижаків, що не досягали краю лабораторної ємності протягом 2-х год — лінійне рівняння із від-

1. Показники виживання *Amblyseius swirskii* залежно від температури та терміну зберігання

Термін зберігання, дб	Температура зберігання, °C	Середня кількість кліщів, що вижили, особин \pm SE (стандартна похибка)
0,3	6,0	69,7 \pm 0,6
2,0	2,0	38,7 \pm 0,6
2,0	10,0	39,3 \pm 0,6
6,0	0,3	7,0 \pm 1,0
6,0	11,7	7,0 \pm 1,0
6,0	6,0	68,3 \pm 0,6
6,0	6,0	67,7 \pm 0,6
6,0	6,0	68,3 \pm 0,6
10,0	2,0	33,0 \pm 1,0
10,0	10,0	33,3 \pm 0,6
11,7	6,0	61,0 \pm 1,0

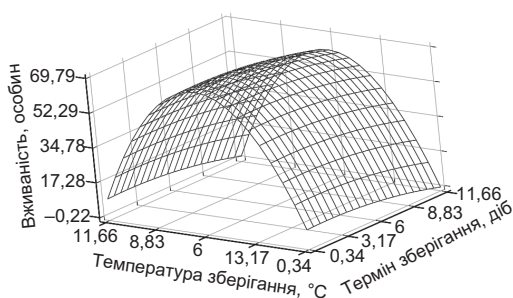


Рис. 2. Залежність виживання особин *Amblyseius swirskii* від температури та терміну зберігання

повідними коефіцієнтами. Відсоток кліщів Y_1 (%), які не досягали краю, визначається за формулою:

$$Y_1 = 2,286 + 3,500 \cdot X, \quad (2)$$

де X — тривалість попереднього зберігання, дів.

Залежність часу, за який 50% хижаків досягало краю ємності, від кількості дів зберігання кліщів за зниженої температури надана рівнянням квадратичної параболи з коефіцієнтами, отриманими при здійсненні

2. Результати, отримані в експерименті з визначення збереження *Amblyseius swirskii* міграційної активності

Термін зберігання, дів	Особини, що не досягли краю протягом 2 год, %	Час, за який 50% особин досягли краю, хв.
1	6	11
2	9	12
3	13	12
4	16	13
5	20	15
6	23	17
7	27	19
8	30	22

регресійного аналізу. Час Y_2 (хв), протягом яких 50% кліщів досягало краю, визначається за формулою:

$$Y_2 = 11,540 - 0,420 \cdot X + 0,210 \cdot X^2, \quad (3)$$

де X — тривалість попереднього зберігання, дів.

Результати дослідження викладено у доповіді на профільній науково-практичній конференції [13].

Висновки

Проведені експерименти продемонстрували зростання втрат хижого кліща амблісейуса Свірського при збільшенні терміну зберігання в умовах зниженої температури. Мінімізації втрат хижака вдається досягти за температури зберігання близько 6°C. Виживаність кліща за таких умов залишається на рівні 95%, якщо термін зберігання не перевищує 8-ми дів. Тобто за таких умов виживаність знаходиться на рівні, що наближається до контрольного.

Показники плодючості самок амблісейуса Свірського після попереднього зберігання при вказаній температурі протягом 8-ми дів лишаються на рівні, що

є прийнятним для практичного застосування хижаків. Дослідження міграційної активності хижаків показало, що цей показник значно погіршується, починаючи з 8-ї доби зберігання. До цього терміну використання амблісейуса Свірського за таким критерієм можливо.

Отже, оптимальною температурою зберігання, за якої будуть найменші втрати продукції, є +6°C, максимальний термін зберігання кліща за цієї температури — 8 дів. Зберігання кліщів в умовах зниженої температури терміном більш ніж 8 дів при масовому розведенні для застосування на рослинах за нашими оцінками не є обґрунтованим.

Krutyakova V.¹, Limar I.²

Engineering and Technological Institute «Biotechnica» of NAAS, 26 Maiatska doroha Str., Khlibodarske, Biliaivka region, Odesa oblast, 67667, Ukraine; e-mail: ¹valentyna.krutyakova@gmail.com, ²quantum.biology@outlook.com; ORCID: ¹0000-0002-6578-952X, ²0000-0002-8972-9935

Investigation in the storage of the predatory mite *Amblyseius Swirskii* under the condition of low temperature

Goal. To determine the influence of storage of the mite *Amblyseius Swirskii* at the temperature range from 0 to 10°C on the biological and technological indicators of culture. **Methods.** Common

in technical entomology and acarology methods of keeping and artificial reproduction of populations of mites. Methods of planning of experiment and experimental data processing: central composite rotatable plan, regression analysis. **Results.** The experiments showed a reduction of viability of predatory mites *Amblyseius Swirskii* with the increase of storage period in low temperatures. Minimization of the loss of predator can be achieved with storage temperature of about 6°C. The viability of the mite under these conditions remains at the optimum (close to the control) level for the storage conditions of not more than 8 days. The two-factor experiment gave the opportunity to obtain appropriate analytical expression — survival is dependent on storage time and temperature. Indicators of female fertility of *Amblyseius Swirskii* after pre-storage at that temperature during 8 days remain at the optimal level.

The effect is shown of low storage temperature on the migration activity of mites — it decreases after 8 days of storage. Keeping in the low-temperature conditions up to 8 days retain the migration activity of predators acceptable for practical use level. **Conclusions.** The optimal storage temperature, which secures the smallest loss of *Amblyseius Swirskii*, is 6°C. The maximum storage time of mite at this temperature — 8 days. Under these storage conditions the viability of the biological material approaching the control indices. Migration activity remains at the level acceptable to use predators in greenhouses. That ensures efficient use of *Amblyseius Swirskii* as an agent of the biological control method.

Key words: bio method, female mite, *Amblyseius Swirskii*, survival, fertility, migration activity.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agroviznyk202002-11>

Бібліографія

1. Van Lenteren J.C. The state of commercial augmentative biological control: plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. *BioControl*. 2012. V. 57, Iss. 1. P. 1–20. doi: 10.1007/s10526-011-9395-1
2. Ghazy N.A., Suzuki T., Shah M. et al. Using high relative humidity and low air temperature as a long-term storage strategy for the predatory mite *Neoseiulus californicus* (Gamasida: Phytoseiidae). *Biological Control*. 2012. V. 60, Iss. 3. P. 241–246. doi: 10.1016/j.biocontrol.2011.12.006
3. Ghazy N.A., Suzuki T., Shah M. et al. Effect of long-term cold storage of the predatory mite *Neoseiulus californicus* at high relative humidity on post-storage biological traits. *BioControl*. 2012. V. 57, Iss. 5. P. 635–641. doi: 10.1007/s10526-012-9441-7
4. Ghazy N.A., Suzuki T., Amano H., Ohyama K. Effects of air temperature and water vapor pressure deficit on storage of the predatory mite *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae). *Experimental and Applied Acarology*. 2012. V. 58, Iss. 2. P. 111–120. doi: 10.1007/s10493-012-9556-7
5. Ghazy N.A., Suzuki T., Amano H., Ohyama K. Air temperature optimisation for humidity-controlled cold storage of the predatory mites *Neoseiulus californicus* and *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae). *Pest Management Science*. 2014. V. 70, Iss. 3. P. 483–487. doi: 10.1002/ps.3599
6. Ghazy N.A., Suzuki T., Amano H., Ohyama K. Humidity-controlled cold storage of *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae): effects on male survival and reproductive ability. *J. of Applied Entomology*. 2013. V. 137, Iss. 5. P. 376–382. doi: 10.1111/j.1439-0418.2012.01752.x
7. Ghazy N.A., Ohyama K., Amano H., Suzuki T. Cold storage of the predatory mite *Neoseiulus californicus* is improved by pre-storage feeding on the diapausing spider mite *Tetranychus urticae*. *Biocontrol*. 2014. V. 59, Iss. 2. P. 185–194. doi: 10.1007/s10526-013-9555-6
8. Ghazy N.A., Osakabe M., Aboshi T. et al. The effects of prestarvation diet on starvation tolerance of the predatory mite *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae). *Physiological Entomology*. 2015. V. 40, Iss. 4. P. 296–303. doi: 10.1111/phen.12114
9. Ghazy N.A., Amano H. Rapid cold hardening response in the predatory mite *Neoseiulus californicus*. *Experimental and Applied Acarology*. 2014. V. 63, Iss. 4. P. 535–544. doi: 10.1007/s10493-014-9803-1
10. Ghazy N.A., Amano H. The use of the cannibalistic habit and elevated relative humidity to improve the storage and shipment of the predatory mite *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae). *Experimental and Applied Acarology*. 2016. V. 69, Iss. 3. P. 277–287. doi: 10.1007/s10493-016-0041-6
11. Ghazy N.A., Osakabe M., Negm M.W. et al. Phytoseiid mites under environmental stress. *Biological Control*. 2016. V. 96. P. 120–134. doi: 10.1016/j.biocontrol.2016.02.017
12. Lopez L., Smith H.A. Quality Assessment of the Commercially Available Predator *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae). *Plant Health Progress*. 2016. V. 17, Iss. 3. P. 206–210. doi: 10.1094/PHP-RS-16-0040
13. Крутякова В.І., Молчанова О.Д., Лимарь І.В. Дослідження можливості зберігання кліща *Amblyseius Swirskii* при зниженій температурі: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. з нагоди 100-річчя Національної академії аграрних наук України. Біологічний метод захисту рослин: досягнення і перспективи (м. Одеса, Україна, 1–5 жовтня 2018 р.). Одеса, 2018. С. 172–178.