

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ КЛОПА ЕНТОМОФАГА МАКРОЛОФУС КАЛІГІНОЗУС (*MACROLOPHUS CALIGINOSUS*) ДЛЯ КОНТРОЛЮ ШКІДНИКІВ ТОМАТІВ В УМОВАХ ЗАХИЩЕНОГО ҐРУНТУ ЗА РЕЖИМУ КРАПЕЛЬНОГО ЗРОШЕННЯ

ВЕРГЕЛЕС П.М. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент,

orcid.org/0000-0002-4101-1465

Вінницький національний аграрний університет

ГУМЕНЮК О.В. – аспірант

orcid.org/0009-0000-5187-2739

Вінницький національний аграрний університет

Постановка проблеми. При вирощуванні томатів в умовах закритого ґрунту завжди виникає питання контролю за шкідниками. Особливо актуальним залишається контроль фітофагів томатів з огляду на стабільність мікроклімату теплиць, більш короткого періоду плодозміни та специфіки у можливості застосування лінійки інсектицидів без загрози забруднення вирощеної продукції [4, 26].

Застосування ентомофагів є ключовим елементом інтегрованих систем захисту рослин (ІСЗР) при вирощуванні томатів у теплицях, забезпечуючи ефективну та екологічно безпечну альтернативу хімічному захисту. Численні дослідження показали, що біологічні агенти здатні підтримувати чисельність шкідників нижче економічного порогу шкодочинності, одночасно зменшуючи використання пестицидів і пов'язані з цим ризики [8, 11, 21, 27]. У добре керованих тепличних системах біологічний захист дозволяє знизити використання пестицидів на 60–100%, що сприяє підвищенню безпечності продукції, зменшенню забруднення довкілля та зниженню ризику розвитку резистентності у шкідників [10, 13, 25, 28].

Незважаючи на ці переваги, існують певні обмеження, зокрема вищі початкові витрати, потреба в регулярному моніторингу та спеціалізованих знаннях, а також потенційна чутливість ентомофагів до несприятливих умов середовища. Водночас сучасні стратегії ІСЗР, що поєднують різні види ентомофагів, дозволяють формувати стійкі агроecosистеми з високим рівнем біологічної регуляції чисельності шкідників [5–8, 24].

Слід відмітити, що серед найбільш поширених паразитоїдів *Encarsia formosa* демонструє високу ефективність у контролі тепличної білокрилки (*Trialetrodes vaporariorum*), забезпечуючи зниження її чисельності на 80–95% за профілактичного внесення або на ранніх стадіях заселення [9, 11, 22]. Аналогічно, хижий кліщ *Phytoseiulus persimilis* є високоефективним проти павутинного кліща (*Tetranychus urticae*), забезпечуючи швидке зниження чисельності завдяки високій інтенсивності живлення та репродуктивній здатності [10, 12, 14, 15].

Поліфаги, такі як *Macrolophus pygmaeus* та *Nesidiocoris tenuis*, відіграють важливу роль у контролі широкого спектра шкідників, включаючи білокрилок, трипсів, попелиць і яйця лускокрилих [8, 11, 13, 14]. Крім того, хижий кліщ *Amblyseius swirskii* широко

застосовується для контролю трипсів і білокрилки, особливо в умовах підвищених температур у теплицях [10, 17–18].

Серед вказаних ентомофагів чільне місце в системах біологічного захисту омматів відіграє *Macrolophus caliginosus* – поліфагичний ентомофаг, який широко застосовується у тепличних агроценозах для контролю комплексу шкідників томата, зокрема білокрилки, попелиць, трипсів і кліщів [8, 13, 19–20].

У тепличних умовах встановлено, що цей хижак ефективно знижує чисельність білокрилки (*Bemisia tabaci*, *Trialetrodes vaporariorum*), досягаючи до 80% редукції популяції за достатньої щільності внесення [17, 20, 23]. Біологічна ефективність при використанні макролофуса в співвідношенні «ентомофаг : шкідник» близько 1:20 може становити 64,7–71,5% вже на 14–21 добу [21]. Завдяки високій хижій активності (до ~6 особин здобичі на добу) та швидкому розмноженню, він забезпечує стабільний контроль популяції [22].

Разом із тим, слід зауважити, що ефективність даного ентомофага значною мірою залежить від факторів середовища, таких як температура, вологість і наявність кормової бази, а також від термінів, кратності та чисельності його застосування [29].

Виходячи з окреслених вище тверджень, актуальним залишаються питання вивчення впливу чисельності та строків застосування у фенологічному розвитку томата в умовах тепличного його вирощування в основні критичні фази шкодо чинності основних представників фітофагового ентомокомплексу. Саме ці завдання і стали ціллю нашого дослідження за вирощування томата в умовах захищеного ґрунту за режиму крапельного зрошення.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводились впродовж 2024–2025 рр. в умовах ТОВ «ОВОЧЕВИЙ КОМБІНАТ СТАНИШІВКА» (Житомирська обл. Житомирський р-н с. Станишівка). Загальна площа теплиці 6 га. Томат вирощують в другому культуробороті на мінеральній ваті, застосовуючи крапельне зрошення. Посадку розсади томату проведено 24 червня. Схема посадки 2,5 рослини на м². У дослідженнях використано гібрид Лілос.

Досліджувалась ефективність застосування ентомофага Макролофус калігінозус (*Macrolophus caliginosus*) проти комплексу шкідників томатів в умовах закритого ґрунту. Схема досліду представлена у таблиці 1.



Таблиця 1

Дослідження ефективності застосування Макролофус калігінозус (*Macrolophus caliginosus*) за різних варіантів чисельності на фенофазу 6–8 листків на головному пагоні (ВВСН 38–40), 2024–2025 рр.

Варіант чисельності (чинник А)
без застосування (контроль) (A_1)
до 2-х особин на 1 м ² (A_2)
2–4 особин на 1 м ² (A_3)
4–6 особин на 1 м ² (A_4)

Для досліджень було використано підготовлені біологічні партії ентомофага від компанії ТОВ Біозахист. Застосована фасовка формувалась розрахунковим методом відповідно до визначеної чисельності у варіанті для розселення в об'ємі 100 мл пляшка на субстраті деревної стружки (рис. 1).

Для застосування різних варіантів чисельності застосування ентомофага було використано систему ізольованих блоків у межах тепличної площі де культивувались томати в умовах господарства відповідно до загальноприйнятих рекомендацій дослідів з вивчення чисельних параметрів біологічних популяцій в овочівництві [1].

Для оптимального заселення шкідника випуск здійснювався у вечірні часи при закритих фрамугах вентиляції за дотримання температури в діапазоні 25–27°C за відносної вологості повітря 70–75%. Відразу ж з Макролофусом розсипався корм MAC FOOD + в кількості 1–2 г на рослину в місцях внесення Макролофуса і на верхніх ярусах листя, щоб Макролофус відкладав яйця поблизу джерела їжі (вогнище шкідника або підживлення).

Коротко про біологію та етіологію ентомофага [5, 7, 19, 20]. *Macrolophus caliginosus* (рис. 2) – поліфагічний хижий клоп родини Miridae, що широко використовується як ентомофаг у тепличних агроценозах. Розвиток неповний (яйце → 5 віків німф → імаго) і триває в середньому 20–30 діб залежно від температури. Оптимальні умови розвитку становлять 20–25 °C і відносна вологість 60–70%. Самки відкладають яйця в тканини рослин, що забезпечує їх захист від зовнішніх факторів. Вид характеризується поліфагією: живиться білокрилками, трипсами, попелицями, яйцями лускокрилих і кліщами.

Найвищу хижу активність проявляють німфи IV–V віків, тоді як дорослі особини характеризуються дещо нижчим рівнем споживання корму. За добу один індивід здатний знищити до 40 дорослих особин попелиць, а щодо білокрилки ефективність є ще вищою. Протягом життєвого циклу одна особина *Macrolophus caliginosus*



Рис. 1. Клоп *Macrolophus caliginosus* на дерев'яній стружці та тара фасування ентомофага



Рис. 2. Клоп-поліфаз *Macrolophus caliginosus* на листках томата в умовах теплиці, 2024

може спожити близько 3200 яєць або до 2500 личинок білокрилки. Розвиток німф починається вже за температури близько +15 °С і мало залежить від рівня вологості повітря. Ембріональна стадія триває 14–21 добу, тоді як німфальний розвиток (п'ять віків) – приблизно 18–25 діб залежно від температурного режиму. Тривалість життя самок може досягати 54 діб (у середньому близько 30), тоді як самці живуть приблизно 27 діб. Повний цикл розвитку покоління займає 37–43 дні. Репродуктивний потенціал варіює в широких межах – від 24 до 117 яєць, зазвичай становлячи 50–80. В одній кладці відкладається, як правило, до 7–8 яєць. За оптимального живлення (білокрилка, яйця *Ephestia kuehniella*) вихід із яєць становить близько 79%, а виживання німф – до 85%.

За дефіциту тваринної їжі здатний переходити до факультативної фітофагії, споживаючи соки рослин, що сприяє виживанню популяції в умовах низької чисельності шкідників. Екологічно вид добре адаптований до тепличних умов, формує стабільні популяції та здатний до тривалого існування в агроценозі. Висока рухливість, репродуктивна здатність і широкий спектр живлення зумовлюють його ефективність у біологічному контролі шкідників томата.

Основні спостереження та обліки передбачені завданнями та програмою досліджу, а також базовий моніторинг чисельності шкідників – бази живлення *Macrolophus caliginosus* з врахуванням їх специфіки для умов закритого ґрунту проводили відповідно до стандартизованих методик в овочівництві [1–3]. При цьому чисельність шкідливого ентомокомплексу томатів проводили в період до розподілу варіантів досліджу на окремі блоки з різною чисельністю застосування клопа-поліфага *Macrolophus caliginosus* відповідно до варіанту досліджу.

Для розрахунку біологічної ефективності пестицидів, використовували формулу Аббота [1]. Ця формула інтегрує вплив факторів, що визначають природну смертність у контролі:

$$E = 100 (K - O) / K,$$

де E – ефективність, виражена відсотком зниження чисельності шкідника з поправкою на контроль;

K – кількість живих особин у контролі у даний термін обліку;

O – кількість живих особин у досліді в даний термін.

Для статистичної обробки результатів застосовано стандартну схему дисперсійного аналізу з калькуляцією показника найменшої істотної різниці для рівня значимості $p < 0,05$ [3].

Результати досліджень. По результатах моніторингу чисельності потенційних об'єктів контролю ентомофага клопа *Macrolophus caliginosus* (відповідно до [6]) за період досліджень виявили загальний видовий перелік шкідників представлений у табл. 2. За два роки оцінок в умовах тепличного господарства загальний рівень коливання чисельності оранжерейної попелиці (*Myzus persicae* Sulz.) у виразі коефіцієнту варіації становив 25,2%, баштанної попелиці (*Aphis gossypii* Glov.) 18,5%, тепличної білокрилки (*Inaleurodes vaporariorum* Westw.) 31,1%, тютюнового трипса (*Thrips tabaci* Lmd.) 35,6% та звичайного павутинного кліща (*Tetranychus urticae* Koch.) 22,4%. З огляду на міжрічну варіативність, визначені умови загрози поширеності окремих шкідників томатів в умовах закритого ґрунту за показником перевищення рівнів ЕПШ [8, 10, 14, 17, 20, 24] та враховуючи відносну стабільність кліматичних параметрів виробничих секцій теплиць в господарстві зростання потенційної шкочинності потенційних об'єктів контролю ентомофага клопа *Macrolophus caliginosus* було розміщено у такому порядку зростання: баштанна попелиця (*Aphis gossypii* Glov.) – тютюновий трипс (*Thrips tabaci* Lmd.) – звичайний павутинний кліщ (*Tetranychus urticae* Koch.) – оранжерейна попелиця (*Myzus persicae* Sulz.) – теплична білокрилка (*Inaleurodes vaporariorum* Westw.).

Оцінка застосованих варіантів чисельності клопа ентомофага *Macrolophus caliginosus* засвідчила істотно

Таблиця 2

Видова структура шкідників томатів потенційних об'єктів контролю ентомофага клопа *Macrolophus caliginosus* в умовах ТОВ «ОВОЧЕВИЙ КОМБІНАТ СТАНИШІВКА», 2023–2025 рр.

Шкідник	ЕПШ [2]	Середня чисельність ($\pm SD$)
Ряд Рівнокриллі Homoptera Родина афіди Aphididae		
Оранжерейна попелиця (<i>Myzus persicae</i> Sulz.)	10 особин на лист	16,3 \pm 4,1
Баштанна попелиця (<i>Aphis gossypii</i> Glov.)	10 особин на лист	2,7 \pm 0,5
Ряд Рівнокриллі Homoptera Родина Білокрилки Aleurodidae		
Теплична білокрилка (<i>Inaleurodes vaporariorum</i> Westw.)	10 особин різних стадій розвитку на лист	23,8 \pm 7,4
Ряд Трипси Thripidae Родина Війчастокриллі Thysanoptera		
Тютюновий трипс (<i>Thrips tabaci</i> Lmd.)	5 особин на лист	5,9 \pm 2,1
Ряд акариформні Acarioformes Родина павутинні кліщі Tetranychidae		
Звичайний павутинний кліщ (<i>Tetranychus urticae</i> Koch.)	10 особин на лист	14,3 \pm 3,2

* – показник міжрічного стандартного відхилення.

відмінну ефективність на різних ентомологічних об'єктах контролю з обліком їх чисельності на фенологічну фазу повного формування плодів (ВВСН 77–80), що позитивно співвідносилось з періодом активної фази життєдіяльності шкідника в.

Так, з позиції чисельності оранжерейної попелиці (*Myzus persicae* Sulz.) (Табл. 3) застосування клопа ентомофага *Macrolophus caliginosus* було у всіх варіантах чисельності ефективним порівняно з контролем.

При цьому, відмічено поступове зростання біологічної ефективності такого заходу в міру зростання експозиційної чисельності ентомофага. У підсумку в середньому за період досліджень за чисельності ентомофага до 2-х особин на 1 м² біологічна ефективність становила 29,76%, за чисельності 2–4 особин на 1 м² 47,10%, а за чисельності 4–6 особин на 1 м² – 61,56%. Вказані значення рівнів ефективності позитивно співвідносяться з аналогічними оцінками за тепличного вирощування томатів де біологічна ефективність застосування *Macrolophus caliginosus* в інтервалі чисельності від 2 до 10 особин/м² у випадку обліку різних видів попелиць становила інтервал від 27 до 63% залежно від типу теплиці та особливостей регіону досліджень [6, 12, 16, 17].

Подібні закономірності було встановлено і з позиції контролю чисельності павутинного кліща (*Tetranychus urticae* Koch.) (табл. 4).

При цьому, для даного шкідника ефективність застосування клопа *Macrolophus caliginosus* була мінімальною проте динамічно зростаючою за послідовного

збільшення експозиційної чисельності ентомофага. У середньому за період досліджень за чисельності ентомофага до 2-х особин на 1 м² біологічна ефективність становила 11,97%, за чисельності 2–4 особин на 1 м² 22,39%, а за чисельності 4–6 особин на 1 м² – 30,52%. Слід зауважити, що з позиції ряду узагальнень [5, 8, 16, 24] павутинний кліщ у системі циклу живлення клопа *Macrolophus caliginosus* є специфічним об'єктом контролю біологічна ефективність якого за тривалим періодом оцінок вкладалась в інтервал 21–40% за чисельності ентомофага в інтервалі 2–5 особин/м². Результати наших досліджень засвідчили, що досягнення максимального порогу визначеного інтервалу можна досягти лише за експозиційної чисельності ентомофага на рівні 4–6 особин/м². Такі результати можна також пояснити певними вимогами у структурі видового живлення клопа *Macrolophus caliginosus* за наявності полівидової структури шкідливого ентомокомплексу томатів. Так, відмічено [4, 6, 10, 14, 30], що за наявності білокрилки, трипсів та попелиць ентомофаг перевагу надає яйцям білокрилки а вже потім послідовно трипсам, попелицям та павутинному кліщу. Подібна закономірність була виявлена в нашому випадку, що узгоджується з результатами ефективності біологічного контролю тепличної білокрилки (*Inaleurodes vaporariorum* Westw.) за використання клопа ентомофага *Macrolophus caliginosus* (табл. 5).

Знову ж таки, в середньому виразі за період досліджень за чисельності ентомофага до 2-х особин на

Таблиця 3

Ефективність контролю чисельності оранжерейної попелиці (*Myzus persicae* Sulz.) за використання клопа ентомофага *Macrolophus caliginosus* при вирощуванні томатів гібриду Лілос на крапельному зрошенні в умовах закритого ґрунту, 2024–2025 рр.

Варіант системи захисту		Облікова чисельність шкідника, особин різних стадій розвитку шт./лист*		Біологічна ефективність варіанту застосування, %*	
		2024 р.	2025 р.	2024 р.	2025 р.
1	Без застосування (контроль) (A ₁)	17,2 ± 5,7	15,4 ± 3,8	–	–
2	до 2-х особин на 1 м ² (A ₂)	12,1 ± 1,7	10,8 ± 1,4	26,65 ± 7,08	29,87 ± 5,79
3	2–4 особин на 1 м ² (A ₃)	9,6 ± 1,5	7,7 ± 1,8	44,19 ± 9,18	50,00 ± 7,25
4	4–6 особин на 1 м ² (A ₄)	7,3 ± 0,9	6,2 ± 1,5	63,37 ± 5,22	59,74 ± 3,18
<i>HIP</i> ₀₅ , шт. (%)		0,9	0,7	1,17	1,53

* – за результатами обліку на фазу формування плодів томата (ВВСН 77–80).

Таблиця 4

Ефективність контролю чисельності павутинного кліща (*Tetranychus urticae* Koch.) за використання клопа ентомофага *Macrolophus caliginosus* при вирощуванні томатів гібриду Лілос на крапельному зрошенні в умовах закритого ґрунту, 2024–2025 рр.

Варіант системи захисту		Облікова чисельність шкідника, особин різних стадій розвитку шт./лист*		Біологічна ефективність варіанту застосування, %*	
		2024 р.	2025 р.	2024 р.	2025 р.
1	Без застосування (контроль) (A ₁)	15,5 ± 2,1	13,1 ± 2,7	–	–
2	до 2-х особин на 1 м ² (A ₂)	13,8 ± 1,4	11,4 ± 2,1	11,00 ± 5,13	12,98 ± 4,71
3	2–4 особин на 1 м ² (A ₃)	11,4 ± 1,2	10,7 ± 1,9	26,45 ± 7,09	18,32 ± 3,85
4	4–6 особин на 1 м ² (A ₄)	10,3 ± 0,9	9,9 ± 1,7	33,55 ± 4,28	24,43 ± 3,02
<i>HIP</i> ₀₅ , шт. (%)		1,1	1,3	1,41	1,37

Таблиця 5

Ефективність контролю чисельності тепличної білокрилки (*Inaleurodes vaporariorum* Westw.) за використання клопа ентомофага *Macrolophus caliginosus* при вирощуванні томатів гібриду Лілос на крапельному зрошенні в умовах закритого ґрунту, 2024–2025 рр.

Варіант системи захисту		Облікова чисельність шкідника, особин різних стадій розвитку шт./лист*		Біологічна ефективність варіанту застосування, %	
		2024 р.	2025 р.	2024 р.	2025 р.
1	Без застосування (контроль) (A ₁)	18,7 ± 3,5	28,9 ± 2,2	–	–
2	до 2-х особин на 1 м ² (A ₂)	9,1 ± 1,9	14,3 ± 1,7	51,34 ± 3,22	50,52 ± 3,07
3	2–4 особин на 1 м ² (A ₃)	3,8 ± 1,5	4,6 ± 1,4	79,70 ± 5,11	84,10 ± 2,89
4	4–6 особин на 1 м ² (A ₄)	2,4 ± 1,1	3,5 ± 1,3	85,56 ± 3,19	87,89 ± 1,98
HIP _{ос} , шт.(%)		1,1	1,3	1,19	1,25

1 м² біологічна ефективність щодо контролю тепличної білокрилки становила 41,05%, за чисельності 2–4 особин на 1 м² 68,67%, а за чисельності 4–6 особин на 1 м² – 78,74%. Тобто з позиції контролю саме даного виду шкідника за вирощування томатів в умовах закритого ґрунту ефективність ентомофага була максимальною.

При цьому слід зауважити, що з огляду на загальний ефективний вплив на всі визначені видові об'єкти оцінки фітофагів томатів в умовах дослідження загальна біологічна ефективність застосування клопа ентомофага *Macrolophus caliginosus* становила у середньому по варіантах дослідження та об'єктах контролю чисельності істотні відмінності у розрізі застосованої експозиційної чисельності ентомофага.

Так, за чисельності ентомофага до 2-х особин на 1 м² біологічна ефективність щодо контролю означеного в оцінці дослідження комплексу фітофагів становила 30,90%, за чисельності 2–4 особин на 1 м² 50,45%, а за чисельності 4–6 особин на 1 м² – 60,0%.

Висновок. Таким чином, застосування клопа ентомофага *Macrolophus caliginosus* за вирощування томатів в умовах закритого ґрунту при застосуванні режиму краплинного зрошення дозволяє забезпечити достатньо високий рівень біологічної ефективності контролю чисельності таких шкідників як звичайний павутинний кліщ (*Tetranychus urticae* Koch.), оранжерейна попелиця (*Myzus persicae* Sulz.) та теплична білокрилка (*Inaleurodes vaporariorum* Westw.) з максимальним досяжною сукупною біологічною ефективністю на рівні 60,0% за експозиційної чисельності даного ентомофага на рівні 4–6 особин/м² при заселенні агрофітоценозу на фенофазу 6–8 листків на головному пагоні томату (ВВСН 38–40).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

- Бондаренко Г.Л. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві / За редакцією Г.Л. Бондаренка, К.І. Яковенка. Х.: Основа, 2001. 369 с.
- Мельничук Ф. С. Контроль чисельності шкідників томатів за умов краплинного зрошення. *Меліорація і водне господарство*. 2018. № 2. С. 53–58.
- Покозій Й.Т., Писаренко В.М., Довгань С.В. Моніторинг шкідників сільськогосподарських культур: підручник; за ред. Й. Т. Покозія. К.: Аграрна освіта, 2010. 223 с.
- Agusti N. Forty years of biological control in Mediterranean tomato greenhouses: The story of success. *Israel Journal of entomology*. 2018. Vol. 48. № 2. P. 209–226. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.1486574>
- Alomar O., Riudavets J., Castañe C. *Macrolophus caliginosus* in the biological control of *Bemisia tabaci* on greenhouse melons. *Biological Control*. 2006. Vol. 36. P. 154–162. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2005.08.010>
- Ardanuy A., Figueras M., Matas M., Arnó J., Agustí N. Banker plants and landscape composition influence colonisation precocity of tomato greenhouses by mirid predators. *Journal of Pest Science*. 2021. Vol. 95. № 1. P. 447–459. <https://doi.org/10.1007/s10340-021-01387-y>
- Arnó J., Ariño J., Español R., Martí M., Alomar O., Albajes R., Sekeroglu E. Conservation of *Macrolophus caliginosus* Wagner (Het. Miridae) in commercial greenhouses during tomato crop-free periods. *Agricultural and Food Sciences, Environmental Science*. 2000. Vol. 7. P. 12–19. <https://doi.org/10.1007/s10526-014-9579-6>
- Barlow N. D. Models in biological control: A field guide. In Hawkins, B. A. and Cornell, H. V. (eds.): *Theoretical approaches to biological control*. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 2004, 43–68. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511542077>
- Basit A., Ullah F., Akhtar M.R., Humza M., Ghafar M.A., Hyder M., Haq I.U., Hou Y. Transforming Tuta absoluta Management: A Synergistic Approach Integrating Sustainability, Biological Control, and Biotechnological Innovations. *Insects*. 2025. Vol. 16. № 11. 1173. <https://doi.org/10.3390/insects16111173>
- Calvo F. J., Bolckmans K., Belda J. E. Biological control of *Tuta absoluta* in tomato greenhouses by *Macrolophus pygmaeus*. *Crop Protection*. 2012. Vol. 31. № 1. P. 1–7. <https://doi.org/10.57065/shilap.437>
- Calvo F. J., Knapp M., van Houten Y. M., Hoogerbrugge H., Belda J. E. *Amblyseius swirskii*: what made this predatory mite such a successful biocontrol agent?. *Experimental and Applied Acarology*. 2015. Vol. 65. P. 419–433. <https://doi.org/10.1007/s10493-014-9873-0>
- Cáceres R.I., Luna M.G. *Campyloneuropsis cincticornis* as a potential biological control agent of the South American tomato pinworm *Phthorimaea absoluta*: predation activity, oviposition and relationship with

- solanaceous host plants. *Frontiers in Agronomy*. 2017. Vol. 7. 1635654. <https://doi.org/10.3389/fagro.2025.1635654>
13. Cherif A., Mansour R., Grissa-Lebdi K. Biological control of *Tuta absoluta* through releases of *Trichogramma cacoeciae* parasitoids and *Macrolophus pygmaeus* predators in northeastern *Tunisian greenhouses*. *Biocontrol Science and Technology*. 2023. Vol. 33. № 11. P. 999–1010. <https://doi.org/10.1080/09583157.2023.2269486>
 14. Figueiredo E., Prieto R., Mexia A., Rodrigues S., Costa C.A., Godinho M.C. Mirid bugs as biological control agents in protected tomato crops in the Oeste region. *Acta Horticulturae*. 2012. Vol. 927. P. 253–259. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2012.927.28>
 15. Gigon V., Camps C., Camps C., Le Corff J. Biological control of *Tetranychus urticae* by *Phytoseiulus macropilis* and *Macrolophus pygmaeus* in tomato greenhouses. *Centre for Human Genetics*. 2016. Vol. 68. P. 55–70. <http://doi.org/10.1007/s10493-015-9976-2>
 16. Hoddle M. S., van Driesche R. G., Sanderson J. P. Biology and use of *Encarsia Formosa*. *Annual Review of Entomology*. 1998. Vol. 43. P. 645–669. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.43.1.645>
 17. Ivezić A., Popović T., Trudić B., Krndija J., Barošević T., Sarajlić A., Stojčić I., Kuzmanović B. Biological Control Agents in Greenhouse Tomato Production (*Solanum lycopersicum* L.): Possibilities, Challenges and Policy Insights for Western Balkan Region. *Horticulturae*. 2025. Vol. 11. № 2. 155. <https://doi.org/10.3390/horticulturae11020155>
 18. Konan K.A.J., Monticelli L.S., Ouali-N'goran S.-W.M., Ramirez-Romero R., Martin T., Desneux N. Combination of generalist predators, *Nesidiocoris tenuis* and *Macrolophus pygmaeus*, with a companion plant, *Sesamum indicum*: What benefit for biological control of *Tuta absoluta*? *PLoS ONE*. 2021. Vol. 16. № 9. e0257925. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0257925>
 19. Kenawy A.H.E., Qaseem R.M., Soliman M.M.M., Harairy A.El., El-Sheikh W.E.A. Predation Response of *Macrolophus caliginosus* Wagner (Hemiptera: Heteroptera: Miridae) Across Multiple Prey Density Levels of *Aphis craccivora* Under Fixed Temperature Conditions. *Journal of Crop Health*. 2025. Vol. 77. 195. <https://doi.org/10.1007/s10343-025-01260-3>
 20. Lucas E, Alomar O. Impact of *Macrolophus caliginosus* presence on damage production by *Dicyphus tamaninii* (Heteroptera: Miridae) on tomato fruits. *Journal of Economic Entomology*. 2002. Vol. 95. № 6. P. 1123–1129. <https://doi.org/10.1603/0022-0493-95.6.1123>
 21. Lykouressis D.P., Perdakis D.C., Gaspari M.D. Prey preference and biomass consumption of *Macrolophus pygmaeus* (Hemiptera: Miridae) fed *Myzus persicae* and *Macrosiphum euphorbiae* (Hemiptera: Aphididae). *EJE*. 2007. Vol. 104. № 2. P. 199–204. <https://doi.org/10.14411/eje.2007.031>
 22. Matioli T.F., da Silva M. R., de Bastos Pazini J., Barroso G., Vieira J.G.A., Yamamoto P.T. Risk Assessment of Insecticides Used in Tomato to Control Whitefly on the Predator *Macrolophus basicornis* (Hemiptera: Miridae). *Insects*. 2021. Vol. 12. № 12. 1092. <https://doi.org/10.3390/insects12121092>
 23. McMurtry J. A., De Moraes G. J., Sourassou N. F. Revision of the lifestyles of phytoseiid mites, including *Phytoseiulus persimilis*. *Systematic and Applied Acarology*. 2013. Vol. 18, № 4. P. 297–320. <https://doi.org/10.11158/saa.18.4.1>
 24. Moerkens R., Berckmoes E., Van Damme V., Wittermans L., Tirry L., Casteels H., De Vis R. Inoculative release strategies of *Macrolophus pygmaeus* Rambur (Hemiptera: Miridae) in tomato crops: population dynamics and dispersal. *Journal of plant diseases and protection*. 2017. Vol. 124. № 3. P. 295–303. <https://doi.org/10.1007/s41348-017-0077-9>
 25. Nannini M., Foddi F., Murgia G., Pesci R., Sanna F. Natural enemies for tomato pest control in sardinian greenhouses. *Acta Horticulturae*. 2007. Vol. 747. P. 415–423. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2007.747.52>
 26. Pazyuk I.M., Dolgovskaya M.Y., Reznik S.Y., Musolin D. L. Storing up Treasures: Storage Potential of *Macrolophus pygmaeus* (Hemiptera: Heteroptera: Miridae) Nymphs for Application in Biological Control. *Insects*. 2024. Vol. 15. № 6. 414. <https://doi.org/10.3390/insects15060414>
 27. Sylla S., Brevault T., Diarra K., Bearez P., Desneux N. Life-History Traits of *Macrolophus pygmaeus* with Different Prey Foods. *PLoS ONE*. 2016. Vol. 11. № 11. hal-01606674. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0166610>
 28. Urbaneja A., González-Cabrera J., Arnó J., Gabarra R. Prospects for the biological control of *Tuta absoluta* in tomatoes. *Pest Management Science*. 2012. Vol. 68. № 9. P. 1215–1222. <https://doi.org/10.1002/ps.3344>
 29. van Lenteren J. C. The state of commercial augmentative biological control: plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. *BioControl*. 2012. Vol. 57. P. 1–20. <https://doi.org/10.1007/s10526-011-9395-1>
 30. Wheeler A.G., Krimmel B.A. Mirid (Hemiptera: Heteroptera) specialists of sticky plants: adaptations, interactions, and ecological implications. *Annual Review of Entomology*. 2015. Vol. 60. P. 393–414. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-010814-020932>

REFERENCES:

1. Bondarenko, H.L. (2001). *Metodyka doslidnoi spravy v ovochivnytstvi i bashtannytstvi* [Methodology of experimental business in vegetable and melon growing] / Za redaktsiieu H.L. Bondarenka, K.I. Yakovenka. Kh.: Osnova, 369 s. [in Ukrainian].
2. Melnychuk, F. S. (2018). Kontrol chyselnosti shkidnykiv tomativ za umov kraplynnoho zroshennia [Control of tomato pests under drip irrigation]. *Melioratsiia i vodne hospodarstvo* № 2. S. 53–58. [in Ukrainian].
3. Pokozii, I.T., Pysarenko, V.M., Dovhan, S.V. (2010). *Monitorynh shkidnykiv silskohospodarskykh kultur: pidruchnyk* [Monitoring of crop pests: a textbook] / [ta in.]; za red. Y. T. Pokozii. K.: Aharna osvita, 223 s. [in Ukrainian].
4. Agusti, N. (2018). Forty years of biological control in Mediterranean tomato greenhouses: The story of success. *Israel Journal of entomology*, 48(2), 209–226. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.1486574>
5. Alomar, O., Riudavets, J., Castañe, C. (2006). *Macrolophus caliginosus* in the biological control of *Bemisia tabaci* on greenhouse melons. *Biological Control*, 36, 154–162. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2005.08.010>

6. Ardanuy, A., Figueras, M., Matas, M., Arnó, J., Agustí, N. (2021). Banker plants and landscape composition influence colonisation precocity of tomato greenhouses by mirid predators. *Journal of Pest Science*, 95(1), 447–459. <https://doi.org/10.1007/s10340-021-01387-y>
7. Arnó, J., Ariño, J., Español, R., Martí, M., Alomar, Ó., Albajes, R., Sekeroglu, E. (2000). Conservation of *Macrolophus caliginosus* Wagner (Het. Miridae) in commercial greenhouses during tomato crop-free periods. *Agricultural and Food Sciences, Environmental Science*, 7, 12–19. <https://doi.org/10.1007/s10526-014-9579-6>
8. Barlow, N. D. (2004). Models in biological control: A field guide. In Hawkins, B. A. and Cornell, H. V. (eds.): Theoretical approaches to biological control. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 43–68. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511542077>
9. Basit, A., Ullah, F., Akhtar, M.R., Humza, M., Ghafar, M.A., Hyder, M., Haq, I.U., Hou, Y. (2025). Transforming Tuta absoluta Management: A Synergistic Approach Integrating Sustainability, Biological Control, and Biotechnological Innovations. *Insects*, 16(11), 1173. <https://doi.org/10.3390/insects16111173>
10. Calvo, F. J., Bolckmans, K., Belda, J. E. (2012). Biological control of *Tuta absoluta* in tomato greenhouses by *Macrolophus pygmaeus*. *Crop Protection*, 31(1), 1–7. <https://doi.org/10.57065/shilap.437>
11. Calvo, F. J., Knapp, M., van Houten, Y. M., Hoogerbrugge, H., Belda, J. E. (2015). *Amblyseius swirskii*: what made this predatory mite such a successful biocontrol agent?. *Experimental and Applied Acarology*, 65, 419–433. <https://doi.org/10.1007/s10493-014-9873-0>
12. Cáceres, R.I., Luna, M.G. (2017). Campyloneuropsis cincticornis as a potential biological control agent of the South American tomato pinworm *Phthorimaea absoluta*: predation activity, oviposition and relationship with solanaceous host plants. *Frontiers in Agronomy*, 7, 1635654. <https://doi.org/10.3389/fagro.2025.1635654>
13. Cherif, A., Mansour, R., Grissa-Lebdi, K. (2023). Biological control of *Tuta absoluta* through releases of *Trichogramma cacoeciae* parasitoids and *Macrolophus pygmaeus* predators in northeastern Tunisian greenhouses. *Biocontrol Science and Technology*, 33(11), 999–1010. <https://doi.org/10.1080/09583157.2023.2269486>
14. Figueiredo, E., Prieto, R., Mexia, A., Rodrigues, S., Costa, C.A., Godinho, M.C. (2012). Mirid bugs as biological control agents in protected tomato crops in the Oeste region. *Acta Horticulturae*, 927, 253–259. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2012.927.28>
15. Gigon, V., Camps, C., Camps, C., Le Corff, J. (2016). Biological control of *Tetranychus urticae* by *Phytoseiulus macropilis* and *Macrolophus pygmaeus* in tomato greenhouses. *Centre for Human Genetics*, 68, 55–70. <http://doi.org/10.1007/s10493-015-9976-2>
16. Hoddle, M. S., van Driesche, R. G., Sanderson, J. P. (1998). Biology and use of Encarsia Formosa. *Annual Review of Entomology*, 43, 645–669. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.43.1.645>
17. Ivezić, A., Popović, T., Trudić, B., Krndija, J., Barošević, T., Sarajlić, A., Stojčić, I., Kuzmanović, B. (2025). Biological Control Agents in Greenhouse Tomato Production (*Solanum lycopersicum* L.): Possibilities, Challenges and Policy Insights for Western Balkan Region. *Horticulturae*, 11(2), 155. <https://doi.org/10.3390/horticulturae11020155>
18. Konan, K.A.J., Monticelli, L.S., Ouali-N'goran, S.-W.M., Ramirez-Romero, R., Martin, T., Desneux, N. (2021). Combination of generalist predators, *Nesidiocoris tenuis* and *Macrolophus pygmaeus*, with a companion plant, *Sesamum indicum*: What benefit for biological control of *Tuta absoluta*? *PLoS ONE*, 16(9), e0257925. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0257925>
19. Kenawy, A.H.E., Qaseem, R.M., Soliman, M.M.M., Harairy, A.El., El-Sheikh, W.E.A. (2025). Predation Response of *Macrolophus caliginosus* Wagner (Hemiptera: Heteroptera: Miridae) Across Multiple Prey Density Levels of *Aphis craccivora* Under Fixed Temperature Conditions. *Journal of Crop Health*, 77, 195. <https://doi.org/10.1007/s10343-025-01260-3>
20. Lucas, E., Alomar, O. (2002). Impact of *Macrolophus caliginosus* presence on damage production by *Dicyphus tamaninii* (Heteroptera: Miridae) on tomato fruits. *Journal of Economic Entomology*, 95(6), 1123–1129. <https://doi.org/10.1603/0022-0493-95.6.1123>
21. Lykouressis, D.P., Perdakis, D.C., Gaspari, M.D. (2007). Prey preference and biomass consumption of *Macrolophus pygmaeus* (Hemiptera: Miridae) fed *Myzus persicae* and *Macrosiphum euphorbiae* (Hemiptera: Aphididae). *EJE*, 104(2), 199–204. <https://doi.org/10.14411/eje.2007.031>
22. Matioli, T.F., da Silva, M. R., de Bastos Pazini, J., Barroso, G., Vieira, J.G.A., Yamamoto, P.T. (2021). Risk Assessment of Insecticides Used in Tomato to Control Whitefly on the Predator *Macrolophus basicornis* (Hemiptera: Miridae). *Insects*, 12(12), 1092. <https://doi.org/10.3390/insects12121092>
23. McMurtry, J. A., De Moraes, G. J., Sourassou, N. F. (2013). Revision of the lifestyles of phytoseiid mites, including *Phytoseiulus persimilis*. *Systematic and Applied Acarology*, 18(4), 297–320. <https://doi.org/10.11158/saa.18.4.1>
24. Moerkens, R., Berckmoes, E., Van Damme, V., Wittemans, L., Tirry, L., Casteels, H., De Vis, R. (2017). Inoculative release strategies of *Macrolophus pygmaeus* Rambur (Hemiptera: Miridae) in tomato crops: population dynamics and dispersal. *Journal of plant diseases and protection*, 124(3), 295–303. <https://doi.org/10.1007/s41348-017-0077-9>
25. Nannini, M., Foddi, F., Murgia, G., Pesci, R., Sanna, F. (2007). Natural enemies for tomato pest control in sardinian greenhouses. *Acta Horticulturae*, 747, 415–423. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2007.747.52>
26. Pazyuk, I.M., Dolgovskaya, M.Y., Reznik, S.Y., Musolin, D. L. (2024). Storing up Treasures: Storage Potential of *Macrolophus pygmaeus* (Hemiptera: Heteroptera: Miridae) Nymphs for Application in Biological Control. *Insects*, 15(6), 414. <https://doi.org/10.3390/insects15060414>
27. Sylla, S., Brevault, T., Diarra, K., Bearez, P., Desneux, N. (2016). Life-History Traits of *Macrolophus pygmaeus* with Different Prey Foods. *PLoS ONE*, 11(11), hal-01606674. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0166610>
28. Urbaneja, A., González-Cabrera, J., Arnó, J., Gabarra, R. (2012). Prospects for the biological control of

- Tuta absoluta* in tomatoes. *Pest Management Science*, 68(9), 1215–1222. <https://doi.org/10.1002/ps.3344>
29. van Lenteren, J. C. (2012). The state of commercial augmentative biological control: plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. *BioControl*, 57, 1–20. <https://doi.org/10.1007/s10526-011-9395-1>
30. Wheeler, A.G., Krimmel, B.A. (2015). Mirid (Hemiptera: Heteroptera) specialists of sticky plants: adaptations, interactions, and ecological implications. *Annual Review of Entomology*, 60, 393–414. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-010814-020932>

Вергелес П.М., Гуменюк О.В. Оцінка ефективності застосування клопа ентомофага макролофус калігінозус (*Macrolophus caliginosus*) для контролю шкідників томатів в умовах захищеного ґрунту за режиму крапельного зрошення

Метою досліджень було встановити ефективність та доцільність застосування клопа ентомофага макролофус калігінозус (*Macrolophus caliginosus*) для контролю основного фітофагового ентомокомплексу томатів за їх тепличного вирощування.

Методи. Дослідження було проведено впродовж 2024–2025 років на базі ТОВ «ОВОЧЕВИЙ КОМБІНАТ СТАНИШІВКА» (Житомирська обл. Житомирський р-н с. Станишівка). Схема даного дослідження передбачала вивчення трьох варіантів чисельності заселення клопом ентомофагом томатів: до 2-х особин на 1 м², 2–4 особин на 1 м² та 4–6 особин на 1 м². Для досліджень було використано підготовлені біологічні партії ентомофага від компанії ТОВ Біозахист. Дослідження передбачали використання стандартних методів обліку та моніторингу шкідників томатів в умовах закритого ґрунту.

Результати. Усереднено що застосування клопа ентомофага є ефективним за всіх варіантів чисельності. за чисельності ентомофага до 2-х особин на 1 м² біологічна ефективність щодо контролю означеного в оцінці дослідження комплексу фітофагів становила 30,90%, за чисельності 2–4 особин на 1 м² 50,45%, а за чисельності 4–6 особин на 1 м² – 60,0%.

Висновок. Застосування клопа ентомофага *Macrolophus caliginosus* за вирощування томатів в умовах закритого ґрунту при застосуванні режиму краплинного зрошення дозволяє забезпечити достатньо високий рівень біологічної ефективності контролю чисельності таких шкідників як звичайний павутинний кліщ (*Tetranychus urticae* Koch.), оранжерейна попелиця (*Myzus persicae* Sulz.) та теплична білокрилка

(*Inaleurodes vaporariorum* Westw.) з максимальним досяжною сукупною біологічною ефективністю на рівні 60,0% за експозиційної чисельності даного ентомофага на рівні 4–6 особин/м² при заселенні агрофітоценозу на фенофазу 6–8 листків на головному пагоні томату (ВВСН 38–40).

Ключові слова: томати, ентомокомплекс, ентомофаг, біологічна ефективність, біологічний контроль чисельності.

Verheles P.M., Humenyuk O.V. Assessment of the effectiveness of the entomophagous bug *Macrolophus caliginosus* for controlling tomato pests under protected cultivation conditions with drip irrigation

Objective. The aim of the study was to determine the effectiveness and feasibility of using the predatory bug *Macrolophus caliginosus* as an entomophagous agent for controlling the main phytophagous insect complex of tomatoes under greenhouse cultivation.

Methods. The research was conducted during 2024–2025 at the facilities of “Vegetable Complex Stanyslivka LLC” (Zhytomyr region, Zhytomyr district, village of Stanyslivka). The experimental design included three stocking densities of the entomophagous bug on tomato plants: up to 2 individuals per m², 2–4 individuals per m², and 4–6 individuals per m². Prepared biological batches of the entomophagous insect provided by “Biozakhyt LLC” were used. The study employed standard methods for pest monitoring and assessment in greenhouse tomato production.

Results. On average, the application of the entomophagous bug proved effective across all tested densities. At a density of up to 2 individuals per m², the biological control efficiency against the target phytophagous complex was 30.90%; at 2–4 individuals per m², it reached 50.45%; and at 4–6 individuals per m², it increased to 60.0%.

Conclusion. The use of the entomophagous bug *Macrolophus caliginosus* in greenhouse tomato cultivation under drip irrigation conditions ensures a sufficiently high level of biological control efficiency against pests such as the two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae* Koch), the green peach aphid (*Myzus persicae* Sulz.), and the greenhouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum* Westw.). The maximum achievable overall biological efficiency reached 60.0% at a predator density of 4–6 individuals per m² when introduced into the agro-phytocenosis at the 6–8 leaf stage of the main tomato shoot (ВВСН 38–40).

Key words: tomatoes, insect complex, entomophagous insect, biological efficiency, biological pest control.

Дата першого надходження статті до видання: 28.04.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 22.05.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 30.05.2026