

## Peculiarities of using acaricides against common red spider mite (*Tetranychus urticae* Koch) for cucumber protection on protected ground

T. Chaika<sup>1</sup> | M. Pischalenko<sup>2</sup>✉ | Ye. Ruban<sup>2</sup> | A. Saienko<sup>2</sup> | S. Skliar<sup>2</sup> | A. Kripak<sup>2</sup> | T. Holtvianytsia<sup>2</sup>

### Article info

#### Correspondence Author

M. Pischalenko

E-mail:

[marina\\_pischalenko@ukr.net](mailto:marina_pischalenko@ukr.net)

<sup>1</sup>Academy of Sciences of Technological Cybernetics of Ukraine, Poltava Department, 3, Kovalia str., 36014, Ukraine

<sup>2</sup>Poltava State Agrarian University, 1/3, Skovorody str., Poltava, 36003, Ukraine

**Citation:** Chaika, T., Pischalenko, M., Ruban, Ye., Saienko, A., Skliar, S., Kripak, A., & Holtvianytsia, T. (2023). Peculiarities of using acaricides against common red spider mite (*Tetranychus urticae* Koch) for cucumber protection on protected ground. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (3), 58–62. doi: 10.31210/spi2023.26.03.11

Common red spider mite (*Tetranychus urticae* Koch) is one of the most harmful pests causing harvest losses of many orchard, decorative, and agro-technical crops. The pest is especially harmful on protected ground, which makes it impossible to grow glasshouse crops without constant intensive fighting it. The purpose of the research is to study the efficacy of using acaricides against common red spider mite on protected ground. The cucumber plants of Carmen F1 hybrid resistant to diseases and used for growing in greenhouses, was taken as a plant-host for *T. urticae*. Cucumbers were grown in a greenhouse in plastic containers in a soilless mixed medium under mercury lamps of high light intensity. The plants were fertilized with Osmocote complex fertilizer containing the main elements N<sub>18</sub>P<sub>18</sub>K<sub>18</sub>. Pesticides were not used on background plants. The effectiveness of different concentrations of Vertimec, Talstar, and Alert acaricides was studied for all-aged population of *T. urticae* on the 3, 7<sup>th</sup> and 14<sup>th</sup> day after the treatment of eggs, larvae/nymphs, and adult mite specimens. The chemical method of fighting *T. urticae* proved its high efficacy against the pest population. Vertimec (18 g/l of abamectin) in the concentration of 0.7 ml/l and Alert (240 g/l of chlorfenapyr) in the concentration of 0.50 ml/l had the most considerable effect among the tested acaricides at all the stages of *T. urticae* development. The least effect was caused by Talstar standard acaricide (100 g/l of bifenthrin) in the concentration of 1.00 ml/l. The largest decrease of *T. urticae* population was observed after the treatment of adult specimens with the tested acaricides. Moreover, all the tested acaricides were marked with a high biological effectiveness in fighting *T. urticae*. Vertimec and Alert demonstrated the highest efficacy (nearly 100 %) at 0.70 and 0.50 ml/l concentrations – 99.58 and 99.75 %, respectively. Talstar acaricide in the concentrations of 1.00 and 1.25 ml/l was the least effective against *T. urticae* – 77.80–82.97 %, respectively.

**Keywords:** *Tetranychus urticae* Koch, pest, stages of development, acaricide, biological effectiveness.

## Особливості використання акарицидів від звичайного павутинного кліща (*Tetranychus urticae* Koch) для захисту огірка в умовах захищеного ґрунту

Т. О. Чайка<sup>1</sup> | М. А. Піщаленко<sup>2</sup> | Є. Р. Рубан<sup>2</sup> | А. О. Саєнко<sup>2</sup> | С. С. Скляр<sup>2</sup> | А. В. Кріпак<sup>2</sup> | Т. О. Голтвяниця<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Полтавське відділення Академії наук технологічної кібернетики України, м. Полтава, Україна

<sup>2</sup>Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

Звичайний павутинний кліщ *Tetranychus urticae* Koch є одним з найважливіших шкідників, відповідальних за втрати врожаю багатьох садових декоративних і агротехнічних культур. Особливо високу шкідливість він виявляє в умовах захищеного ґрунту, що не дозволяє вирощувати теплично-парникові культури без постійної інтенсивної боротьби з ним. Мета дослідження – вивчення ефективності використання акарицидів від звичайного павутинного кліща в умовах захищеного ґрунту. Дослідження проведено в тепличному підрозділі дослідного господарства. Рослиною-господаром для *T. urticae* використано рослини огірка гібрида F1 Кармен, стійкого до захворювань і призначеного для вирощування в теплиці. Досліджувалась ефективність різних концентрацій акарицидів Вертітек, Талстар і Алерт для різновікової популяції *T. urticae* на 3-й, 7-й та 14-й день після обробки чисельності яєць, личинок/німф і дорослих особин кліща. Хімічний метод боротьби з *T. urticae* довів свою високу ефективність проти популяції шкідника. Найбільш значний вплив на всі стадії розвитку *T. urticae* з дослідних акарицидів спричиняли Вертітек (18 г/л абамектину) у концентрації 0,7 мл/л і Алерт (240 г/л хлорфенапіру) у концентрації 0,50 мл/л. Найменший вплив спричинив акарицид-еталон – Талстар (100 г/л біфентрину) у концентрації 1,00 мл/л. Найбільше зниження чисельності *T. urticae* спостерігалось після обробки випробуваними акарицидами проти дорослих особин. При цьому, всі дослідні акарициди відзначалися високою біологічною ефективністю проти *T. urticae*. Найбільш високу (наближену до 100 %) ефективність показали Вертітек і Алерт за концентрацій 0,70 і 0,50 мл/л – 99,58 і 99,75 % відповідно. Найменш ефективним з акарицидів проти *T. urticae* був еталон – Талстар у концентраціях 1,00 і 1,25 мл/л – 77,80–82,97 % відповідно.

**Ключові слова:** *Tetranychus urticae* Koch, шкідник, стадії розвитку, акарицид, біологічна ефективність.

**Бібліографічний опис для цитування:** Чайка Т. О., Піщаленко М. А., Рубан Є. Р., Саєнко А. О., Скляр С. С., Кріпак А. В., Голтвяниця Т. О. Особливості використання акарицидів від звичайного павутинного кліща (*Tetranychus urticae* Koch) для захисту огірка в умовах захищеного ґрунту. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (3). С. 58–62.

## Вступ

Звичайний павутинний кліщ (*Tetranychus urticae* Koch) є одним із найважливіших шкідників у багатьох системах землеробства в усьому світі та найбільш багатодним видом у родині *Tetranychidae* [1–3]. Він належить до найважливіших видів шкідників серед *Tetranychidae* [4], і відомо, що він атакує близько 1200 видів рослин, з яких 150 є економічно важливими [5]. *T. urticae* є найвідомішим шкідником, відповідальним за значну втрату врожаю багатьох сільськогосподарських культур, овочів і фруктових дерев [6], а також декоративних і агрономічних культур у всьому світі [7].

Павутинний кліщ харчується листям, ушкоджуючи епідерміс і спричиняючи жовті та коричневі плями, що супроводжуються сухістю й опаданням листя [8]. В результаті живлення кліщ спричиняє як прямий, так і непрямий шкідливий вплив на рослину. Прикладами прямого впливу *T. urticae* є знебарвлення листя, дефоліація і навіть загибель рослини [9–11]. Непрямим впливом *T. urticae*, що призводить до інших негативних проблем у рослині, є зниження фотосинтезу та транспірації. Поєднання цих видів пошкоджень на рослині-господарі призводить до зниження якості та кількості врожаю [8, 12, 13].

Відомо, що в умовах захищеного ґрунту *T. urticae* виявляє особливо високу шкідливість. Отже, вирощування теплично-парникових культур практично неможливе без постійної інтенсивної боротьби з цим шкідником за допомогою різних методів [14].

Боротьба з *T. urticae* базується в основному на використанні синтетичних акарицидів, що не завжди ефективно, оскільки цей вид має високу здатність розвивати резистентні популяції [15–17], а багато акарицидів мають невибіркову дію на хижих кліщів [18]. Зловживання хімічними продуктами для боротьби з павутинним кліщем може призвести до забруднення природного середовища та харчових продуктів, особливо свіжозібраних фруктів і овочів [19, 20].

Акарициди належать до декількох основних груп хімічних сполук: органофосфати, піретроїди, карбазинати, хіноліни, карбамати, тетразини, дифеніл оксазоліни, хіназоліни, феноксипіазоли, тіазолідіни, макроциклічні лактони, піридазони та піразоли [21–23]. Останнім часом було проведено багато досліджень щодо заміни синтетичних акарицидів новими, безпечнішими агентами, через ризик розвитку толерантності, токсичності та шкідливості для природного середовища, пов'язаного з їх надмірним використанням [24–28].

## Мета дослідження

Мета дослідження полягає у вивченні ефективності використання акарицидів від звичайного павутинного кліща *T. urticae* для захисту огірка в умовах захищеного ґрунту.

**Завдання дослідження:** оцінити вплив дослідних акарицидів різної концентрації на різні стадії розвитку звичайного павутинного кліща на 3-й, 7-й і

14-й день після обробки; виявити найбільш біологічно ефективний акарицид проти цього шкідника.

## Матеріали і методи

Дослідження проводились у тепличному підрозділі дослідного господарства. Рослино-господарем для *T. urticae* використано рослини огірка (*Cucumis sativus* L.) гібрида F1 Кармен, стійкого до захворювань і призначеного для вирощування в теплиці. Огірки вирощувались в теплиці у чотирьох літрових пластикових контейнерах у безґрунтовому змішаному середовищі (70 % піску + 30 % торфу) під ртутними лампами високої інтенсивності світла (250 нм при 14 : 10 годинному (день : ніч)) фотоперіоді. Рослини удобрювали комплексним добривом Osmocote з вмістом основних елементів N<sub>18</sub>P<sub>18</sub>K<sub>18</sub>. Блоки рослин були відокремлені один від одного тканинними бар'єрами, щоб запобігти дотику рослин і уникнути переміщення кліщів між блоками. Пестициди на фонових рослинах не застосовувались.

У всіх дослідах використовувались живці рослин огірка з 8 листочками в скляних банках (об'ємом 475 мл і 3–6 см води), на які клали мідну решітку з невеликими отворами для живців, щоб запобігти їх падінню у воду. Банки з живцями поміщались у скляні батареї, що містили по 5 см води на дні. На верхню частину батареї наносили вазелін, щоб запобігти виходу кліщів назовні. Вся система батарей із банками поміщалась у великий пластиковий лоток. Зовнішній периметр лотка обклеювались двостороннім скотчем. Лотки з батареями поміщались під високоінтенсивне ртутне світло, запрограмоване на забезпечення 14 : 10 годинного (день : ніч) фотоперіоду.

На кожен черешок з листочками випускались по 10 дорослих самок *T. urticae*, які протягом 7 днів розвивали різновікові популяції кліща – яйця, личинки/німфи та дорослі особини кліща. Через тиждень проводився облік чисельності всіх яєць, личинок/німф і дорослих особин на 20 листках, обраних з кожного варіанту.

Після живці з листочками обприскувались одним з акарицидів (табл. 1) згідно норм, рекомендованих виробниками.

**Таблиця 1**

Характеристика дослідних акарицидів

Назва акарицида і його препаративна форма	Діюча речовина	Хімічна група	Дослідна концентрація, мл/л
Вертімек, к.е. (18 г/л)	абамектин	авермектини	0,50 0,70
Талстар, к.е. (100 г/л) – еталон	біфентрин	піретроїди	1,00 1,25
Алерт, к.с. (240 г/л)	хлорфенапір	піразоли	0,35 0,50

Джерело: дані [29, 30].

Акарицидні обробки здійснювались за допомогою аерозольного ручного обприскувача у витяжній шафі до стікання препаратів з рослин. Оброблені живці висихали під витяжкою протягом 30 хвилин.

Досліджувалась безпосередня токсичність акарицидів для різновікової популяції *T. urticae* шляхом підрахунку на 3-й, 7-й та 14-й день після обробки чисельності яєць, личинок/німф і дорослих особин кліща.

Температура протягом експерименту підтримувалась на середньому рівні 29 °С. Для кожного варіанту обробки використовувалось по 5 живців, і проводилось по 2 випробування.

### Результати та їх обговорення

Відомо, що вирощування огірка в теплично-парникових умовах практично неможливе без застосування заходів щодо його захисту від *T. urticae*. Проведені дослідження показали наявність суттєвих відмінностей середньої кількості яєць *T. urticae* на листі, оброблених дослідними акарицидами порівняно з контролем (без обробки) (табл. 2).

**Таблиця 2**

Дія акарицидів на стадію яйця *T. urticae* по дням після обробки

Акарицид, концентрація, мл/л	Середня кількість яєць після обробки, шт./лист			
	на 3-й день	на 7-й день	на 14-й день	середнє значення
Вертімек, 0,50	3,33	0,17	0,67	1,39
Вертімек, 0,70	1,78	0,00	0,17	0,65
Талстар, 1,00	19,83	34,67	18,17	24,22
Талстар, 1,25	12,83	0,67	1,83	5,11
Алерт, 0,35	4,5	0,67	1,00	2,05
Алерт, 0,50	1,17	0,67	0,67	0,83
Контроль	119,33	134,33	121,33	124,99

Згідно з даними табл. 2, всі вивчені акарициди мають овідидні властивості, суттєві на 5%-му рівні значущості, порівняно з контролем. При цьому, найменший овідидний вплив спричинив зразок Талстар у дозах 1,00 і 1,25 мл/л – у середньому 24,22 та 5,11 яєць/лист відповідно.

Інші дослідні акарициди суттєво не відрізнялися між собою на 5%-му рівні значимості за впливом на дану стадію *T. urticae*. Однак, найбільшу овідидну дію проявили Вертімек за концентрації 0,70 мл/л (0,65 яєць/лист) і Алерт за концентрації 0,50 мл/л (0,83 яєць/лист).

Результати вивчення дії акарицидів проти *T. urticae* у стадії розвитку личинки/німфи наведені в табл. 3.

**Таблиця 3**

Дія акарицидів на стадію личинка/німфа *T. urticae* по дням після обробки

Акарицид, концентрація, мл/л	Середня кількість німф після обробки, особин/лист			
	на 3-й день	на 7-й день	на 14-й день	середнє значення
Вертімек, 0,50	3,67	1,67	0,17	1,83
Вертімек, 0,70	1,17	0,33	0,00	0,50
Талстар, 1,00	7,07	13,83	0,33	7,08
Талстар, 1,25	11,83	4,33	3,67	6,61
Алерт, 0,35	2,50	1,17	0,67	1,44
Алерт, 0,50	0,33	0,50	0,83	0,44
Контроль	65,33	23,00	58,33	48,88

Як видно з даних табл. 3, суттєве зниження чисельності особин у стадії личинки/німфи *T. urticae* спостерігалось у всі дні після обробки за всіма варіантами використання акарицидів. Винятком є Талстар за концентрації 1,00 мл/л, різниця якого з контролем хоч і становить 6,9 рази у бік зменшення (7,08 проти 48,88 особин/лист), але її не вдалося довести статистично.

Результати проведених досліджень щодо впливу дослідних акарицидів проти *T. urticae* у дорослій стадії наведені у табл. 4.

**Таблиця 4**

Дія акарицидів на дорослу стадію *T. urticae* по дням після обробки

Акарицид, концентрація, мл/л	Середня кількість дорослих кліщів після обробки, особин/лист			
	на 3-й день	на 7-й день	на 14-й день	середнє значення
Вертімек, 0,50	0,17	0,00	0,11	0,09
Вертімек, 0,70	0,00	0,00	0,00	0,00
Талстар, 1,00	5,60	9,83	14,83	10,08
Талстар, 1,25	8,00	7,67	3,67	6,44
Алерт, 0,35	0,17	0,17	0,00	0,11
Алерт, 0,50	0,00	0,00	0,00	0,00
Контроль	27,33	39,67	22,67	29,89

Згідно з даними табл. 4, найбільш суттєве зниження чисельності дорослих особин *T. urticae* на листку огірка було майже після всіх варіантів обробки дослідними акарицидами порівняно з контролем – в середньому від 0,00 до 0,11 особин/лист. Лише акарицид Талстар за концентрацій 1,00 і 1,25 мл/л мав найменший статистично значимий вплив на імаго кліщів – в середньому 10,08 і 6,44 особин/лист відповідно.

Доцільно відзначити, що два варіанти акарицидних обробок – Вертімек і Алерт за концентрацій 0,70 мл/л і 0,50 мл/л відповідно – показали 100%-ву ефективність проти дорослої стадії звичайного павутинного кліща.

Обчислені за результатами всіх обліків показники середньої біологічної ефективності дослідних акарицидів проти *T. urticae* наведені в табл. 5.

**Таблиця 5**

Біологічна ефективність дії акарицидів на *T. urticae*

Акарицид, концентрація, мл/л	Середня біологічна ефективність обробки, %			
	на 3-й день	на 7-й день	на 14-й день	середнє значення
Вертімек, 0,50	91,88	91,54	90,88	91,43
Вертімек, 0,70	98,74	100,00	100,00	99,58
Талстар, 1,00	75,72	77,72	79,97	77,80
Талстар, 1,25	85,72	82,33	80,86	82,97
Алерт, 0,35	88,47	92,27	90,88	90,54
Алерт, 0,50	99,25	100,00	100,00	99,75

Отже, можна зробити висновок, що всі дослідні акарициди мали достовірно високу ефективність дії. Хоча найменш ефективним з них був еталон – Талстар у концентраціях 1,00 і 1,25 мл/л – 77,80–82,97 % відповідно, проте відмінність його показників від інших акарицидів була статистично не суттєва.

Доцільно відзначити, що на фоні показників середньої біологічної ефективності дії інших

акарицидів проти *T. urticae* істотно не відрізнялися між собою. При цьому, два варіанти акарицидних обробок – Вертімек і Алерт за концентрацій 0,70 і 0,50 мл/л відповідно – показали найбільш високу ефективність проти досліджуваного шкідника, що наближається до 100 % (99,58 і 99,75 % відповідно).

Зі статистичного аналізу результатів обліків щільності популяцій звичайного павутинного кліща різної вікової структури на початок обробки акарицидами будь-яких статистично істотних відмінностей щільності кліща між варіантами акарицидів, як і з-поміж них і контрольним варіантом, не було. Тому отримані результати вважатимуться коректними.

## Висновки

Таким чином, хімічний метод боротьби зі звичайним павутинним кліщем довів свою високу ефективність проти популяції шкідника. Найбільш значний вплив на всі стадії розвитку звичайного павутинного кліща з випробуваних акарицидів мали Вертімек (18 г/л абамектину) у концентрації 0,70 мл/л і Алерт (240 г/л хлорфенапіру) у концентрації 0,50 мл/л. Найменший вплив спричинив стандарт – Талстар (100 г/л біфентрину) у концентрації 1,00 мл/л. Найбільше зниження чисельності *T. urticae* спостерігалось після обробки випробуваними акарицидами проти дорослих особин.

При цьому, всі дослідні акарициди відзначалися високою біологічною ефективністю проти звичайного павутинного кліща. Найбільш високу (наближену до 100 %) ефективність показали Вертімек і Алерт за концентрацій 0,70 і 0,50 мл/л – 99,58 і 99,75 % відповідно. Найменш ефективним з акарицидів був еталон – Талстар у концентраціях 1,00 і 1,25 мл/л – 77,80–82,97 % відповідно.

Перспективи подальших досліджень полягають у встановленні можливості спільного використання сумісних акарицидів та хижого кліща в інтегрованому захисті огірка від *T. urticae*.

## Конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

## References

1. Migeon, A., Nougier, E., & Dorkeld, F. (2010). Spider Mites Web: A comprehensive database for the Tetranychidae. *Trends in Acarology*, 557–560. [https://doi.org/10.1007/978-90-481-9837-5\\_96](https://doi.org/10.1007/978-90-481-9837-5_96)
2. Naher, N., Islam, W., & Haque, M. M. (2006). Predation of three predators on two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Journal of Life and Earth Science*, 1 (1), 1–4.
3. Xie, L., Miao, H., & Hong, X.-Y. (2006). The two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch and the carmine spider mite *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval) in China mixed in their Wolbachia phylogenetic tree. *Zootaxa*, 1165 (1), 33. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.1165.1.2>
4. Meyer, M. K. P. S. (1996). *Mite pests and their predators on cultivated plants in southern Africa. Vegetables and berries*. ARC, South Africa.
5. Zhang ZhiQiang, Z. Z. (2003). Greenhouses, plants & mites. *Mites of Greenhouses: Identification, Biology and Control*, 3–10. <https://doi.org/10.1079/9780851995908.0003>
6. Salman, M. S. (2007). Comparative toxicological studies of certain acaricides on two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch and its predator *Stethorus gilvifrons* Mulsant. *Ph. D. Thesis*. Suez Canal University, Egypt.
7. James, D. G., & Price, T. S. (2002). Fecundity in twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae) is increased by direct and systemic exposure to imidacloprid. *Journal of Economic Entomology*, 95 (4), 729–732. <https://doi.org/10.1603/0022-0493-95.4.729>
8. Abou El-Ela, A. A. (2014). Efficacy of five acaricides against the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch and their side effects on some natural enemies. *The Journal of Basic & Applied Zoology*, 67 (1), 13–18. <https://doi.org/10.1016/j.jobaz.2014.03.001>
9. Bocianowski, J., Jakubowska, M., Zawada, D., & Dobosz, R. (2022). The effect of acaricide control of the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch on the cultivation of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) and on the size and quality of the yield. *Applied Sciences*, 12 (23), 12139. <https://doi.org/10.3390/app122312139>
10. Sivritepe, N., Kumral, N. A., Erturk, U., Yerlikaya, C., & Kumral, A. (2009). Responses of Grapevines to Two-Spotted Spider Mite Mediated Biotic Stress. *Journal of Biological Sciences*, 9 (4), 311–318. <https://doi.org/10.3923/jbs.2009.311.318>
11. Farouk, S., & Osman, M. (2012). Alleviation of oxidative stress induced by spider mite invasion through application of elicitors in bean plants. *Egyptian Journal of Biology*, 14 (1). <https://doi.org/10.4314/ejb.v14i1.1>
12. Tehri, K., Gulati, R., & Geroh, M. (2014). Damage potential of *Tetranychus urticae* Koch to cucumber fruit and foliage: Effect of initial infestation density. *Journal of Applied and Natural Science*, 6 (1), 170–176. <https://doi.org/10.31018/jans.v6i1.395>
13. Chaika, T., & Barabolia, O. (2022). Impact of damage of winter grain wheat by the corn bug (*Eurygaster integriceps* Put.) on the crop and grain quality. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 2, 135–141. <https://doi.org/10.31210/visnyk2022.02.16>
14. Van Leeuwen, T., Vontas, J., Tsagarakou, A., Dermauw, W., & Tirry, L. (2010). Acaricide resistance mechanisms in the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* and other important Acari: A review. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 40 (8), 563–572. <https://doi.org/10.1016/j.ibmb.2010.05.008>
15. El-Sayed, S. M., Ahmed, N., Selim, S., Al-Khalaf, A. A., El Nahhas, N., Abdel-Hafez, S. H., Sayed, S., Emam, H. M., & Ibrahim, M. A. R. (2022). Acaricidal and Antioxidant activities of anise oil (*Pimpinella anisum*) and the oil's effect on protease and acetylcholinesterase in the two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae* Koch). *Agriculture*, 12 (2), 224. <https://doi.org/10.3390/agriculture12020224>
16. Sato, M. E., Silva, M. Z. da, Raga, A., & Souza Filho, M. F. de. (2005). Abamectin resistance in *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae): selection, cross-resistance and stability of resistance. *Neotropical Entomology*, 34 (6), 991–998. <https://doi.org/10.1590/s1519-566x2005000600016>
17. Nicastró, R. L., Sato, M. E., & Da Silva, M. Z. (2009). Milbectin resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae): selection, stability and cross-resistance to abamectin. *Experimental and Applied Acarology*, 50 (3), 231–241. <https://doi.org/10.1007/s10493-009-9304-9>
18. Reis, P. R., Franco, R. A., Neto, M. P., & Teodoro, A. V. (2006). Selectivity of agrochemicals on predatory mites (Phytoseiidae) found on coffee plants. *Coffee Science*, 1 (1), 64–70.
19. Tabet, V. G., Vieira, M. R., Martins, G. L. M., & Sousa, C. G. N. M. de. (2018). Plant extracts with potential to control of two-spotted spider mite. *Arquivos Do Instituto Biológico*, 85, e0762015. <https://doi.org/10.1590/1808-1657000762015>
20. Woods, J. L., Dreves, A. J., Fisher, G. C., James, D. G., Wright, L. C., & Gent, D. H. (2012). Population density and phenology of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) in Hop is linked to the timing of sulfur applications. *Environmental Entomology*, 41 (3), 621–635. <https://doi.org/10.1603/en11279>
21. Hayes, W. J., & Laws, E. R. (1991). *Hand Book of Pesticide Toxicology*. Volume 1. San Diego, CA, USA: Academic Press.
22. Khajehali, J., Van Nieuwenhuysse, P., Demaeght, P., Tirry, L., & Van Leeuwen, T. (2011). Acaricide resistance and resistance mechanisms in *Tetranychus urticae* populations from rose greenhouses in the Netherlands. *Pest Management Science*, 67 (11), 1424–1433. <https://doi.org/10.1002/ps.2191>



23. Korbias, M., Węgorok, P., Paradowski, A., Jajor, E., Horoszkiewicz-Janka, J., Zamojska, J., Danielewicz, J., Czyczewski, M., & Dworzańska, D. (2017). *Vademecum of Plant Protection Products*. Poznan: Wydawnictwo Agronom.
24. Van Leeuwen, T., Tirry, L., Yamamoto, A., Nauen, R., & Dermauw, W. (2015). The economic importance of acaricides in the control of phytophagous mites and an update on recent acaricide mode of action research. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 121, 12–21. <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2014.12.009>
25. Ismail, M. S. M., Tag, H. M., & Rizk, M. A. (2023). Acaricidal, ovicidal, and repellent effects of *Tagetes patula* leaf extract against *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Journal of Plant Protection Research*, 59 (2), 151–159. <https://doi.org/10.24425/jppr.2019.129285>
26. Osakabe, M. (Mh. ), Uesugi, R., & Goka, K. (2009). Evolutionary aspects of acaricide-resistance development in spider mites. *Psyche: A Journal of Entomology*, 2009, 1–11. <https://doi.org/10.1155/2009/947439>
27. Letourneau, D. K., Ambrecht, I., Rivera, B. S., Lerma, J. M., Carmona, E. J., Daza, M. C., Escobar, S., Galindo, V., Gutiérrez, C., López, S. D., Mejía, J. L., Rangel, A. M. A., Rangel, J. H., Rivera, L., Saavedra, C. A., Torres, A. M., & Trujillo, A. R. (2011). Does plant diversity benefit agroecosystems? A synthetic review. *Ecological Applications*, 21 (1), 9–21. <https://doi.org/10.1890/09-2026.1>
28. Mossa, A. T. H., Afia, S. I., Mohafrahi, S. M. M., & Abou-Awad, B. A. (2019). Rosemary essential oil nanoemulsion, formulation, characterization and acaricidal activity against the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Journal of Plant Protection Research*, 59, 102–112. <https://doi.org/10.24425/jppr.2019.126039>
29. Vertimek 018 ES 10 ml. *Agrorancho*. Retrieved from: <https://agrorancho.com.ua/vertimek-018-es-10-ml/> [in Ukrainian]
30. Insektytsyd Talstar. *Bizon-Tekh*. Retrieved from: <https://bizon-tech.ua/shop/cpp/insecticides/talstar#container:5-1> [in Ukrainian]

#### ORCID

T. Chaika  <https://orcid.org/0000-0002-5980-7517>

M. Pishchalenko  <https://orcid.org/0000-0001-8954-8256>



2023 Chaika T. et al. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.