

ВИВЧЕННЯ ТА ОЦІНКА БІОЛОГІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ПРЕПАРАТУ ТАЕГРО WP, ЗП НА СУНИЦІ В УМОВАХ АГРОПРОМИСЛОВОГО СЕКТОРУ ТА ПРИСАДИБНИХ ДІЛЯНОК

О.О. СИКАЛО,

*кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри ентомології,
інтегрованого захисту та карантину рослин*

E-mail: movchanoksana22@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0403-2101>

Б.І. ШПАК,

*здобувач вищої освіти освітнього ступеня «Магістр» спеціальності
«Захист і карантин рослин»*

E-mail: shpak.nmu@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9273-8544>

*Національний університет біоресурсів та природокористування
України, м. Київ, Україна*

Анотація. Враховуючи гармонізацію медико-санітарних нормативів до європейських вимог, перегляд всієї бази засобів захисту рослин, розробка, вивчення та впровадження нових біопрепаратів є актуальним завданням. Використання засобів захисту рослин є основним методом боротьби з хворобами рослин до і після збору врожаю. Фунгіциди, які використовуються виключно для боротьби з *Botrytis cinerea*, займають 10% світового ринку фунгіцидів. На сьогоднішній день фунгіцидні препарати проти «сірої гнилі» мають складнощі щодо їх застосування на суниці, тривалий термін до збирання врожаю; неможливість обробки перед закладанням на зберігання; неможливість обробки стиглих ягід; застосування заборонених діючих речовин в ЄС; максимально допустимі рівні залишкових кількостей діючих речовин. Вирішенням означених проблем може бути застосування біопестицидів. Досліджуваний біопрепарат Таегро, ЗП містить бактерії *Bacillus amyloliquefaciens* штаму FZB24 з титром концентрації – 130 г/кг (5×10^{10} КУО/г).

Для досягнення та оцінки поставлених завдань було використано такі наукові методи досліджень: аналізу, синтезу, індукції, дедукції та систематизації, натурний експеримент, фізико-хімічні, органолептичні, санітарно-мікробіологічні, методи статистичного аналізу та математичного моделювання.

Технічна ефективність фунгіциду Таегро WP, ЗП в пригніченні ураження ягід суниці сірою гниллю в насадженнях, з нормою його свикористання 0,18 та 0,37 кг/га, становила 70,60 і 81,05 % відповідно. Застосування препарату Таегро WP, ЗП з нормою витрати 0,18 і 0,37 кг/га сприяло підвищенню урожайності суниці до 10,05, 10,34 т/га при урожайності в контрольному варіанті 8,65 т/га.

В ряді натурних експериментів встановлено, що фунгіцид Таегро WP, ЗП з нормами витрат 0,18 і 0,37 кг/га в умовах промислового виробництва та з нормою витрати 3,7 г/ 5 л води / 1 сотка в умовах приватних підсобних господарств має високу технічну ефективність проти ураження суниці. Обробка насаджень суниці садової в дрібноділянковому досліді дала змогу зберегти значну частину врожаю.

Ключові слова: біологічна ефективність, пестициди, суниця, сіра гниль.

Вступ.

В усьому світі використання хімічних препаратів є основним засобом боротьби з хворобами рослин як до, так і після збору врожаю. Фунгіциди, які використовуються виключно для боротьби з *Botrytis cinerea*, займають 10% світового ринку фунгіцидів (Abbey, J.A. та ін., 2019). Для боротьби з хворобами рослин, спричиненими *B. cinerea*, використовуються кілька груп синтетичних діючих речовин ботрицидів, зокрема, дихлофлуанід і тирам, які є більш старими та мають широкий спектр дії. Серед нових - більш специфічних діючих речовин, відзначають флуазинам, боскалід, карбендазим, діетофенкарб, діклоран, іпродіон, процимідон і вінклозолін (Перелік пестицидів і агрохімікатів, 2024).

Однак, навіть серед великого різноманіття ботрицидів різними способами дії, може мати місце наявність стійких штамів *B. cinerea*, оскільки цей гриб здатний генерувати та накопичувати мутації у своєму геномі, які дозволяють йому виживати в навколишньому середовищі, що призводить до значного ураження посівів у всьому світі (Harper, L.A.

та ін., 2022). Окрім цього, споживачі усе більше віддають перевагу органічним продуктам харчування, у виробництві яких не використовують хімічні засоби захисту рослин.

На сьогоднішній день усі зареєстровані фунгіцидні препарати проти «сірої гнилі» в Україні мають певні складнощі щодо можливості їх застосування на суниці (EU Pesticides Database, 2024, БайєрКропСайєнс, 2024, Сумі Агро, 2024, Сингента. Світч., 2024): тривалий термін до збирання врожаю; неможливість обробки перед закладанням на зберігання; неможливість обробки стиглих ягід, бо вони вживаються сирими; заборона діючих речовин в ЄС; значення максимально допустимих рівнів (МДР) залишкових кількостей діючих речовин, що значно перевищують встановлені у Європейському Союзі рівні (EU MRL).

Альтернативою хімічним засобам захисту, що дозволить вирішити більшість означених проблем, може стати застосування біопестицидів.

Біопестициди складають особливу групу діючих речовин для захисту рослин, які зустрічаються в природі або є ідентичними природним синтетичним речовинам. Також до них

відноситься ряд мікро- та макроорганізмів (організми біоконтролю).

Досліджуваний нами препарат Таєгро, ЗП складається виключно з бактерій *Bacillus amyloliquefaciens* штаму FZB24 та має ряд переваг: титр концентрації – 130 г/кг (5×10^{10} КУО/г), що дає можливість застосовувати вказаний препарат з меншими нормами витрат; планується до застосування на широкому спектрі культур: зернових, овочевих, ягідних; дає можливість проводити як обробки до закладання на зберігання у складі інтегрованої системи захисту (разом із обробкою синтетичними фунгіцидами у період вегетації), так і повного циклу обробки, починаючи з різноманітних фаз росту рослини і закінчуючи плодами на зберіганні (M. Zuffa, 2020).

Метою роботи було вивчити та оцінити біологічну ефективність застосування препарату Таєгро WP, ЗП на суниці для підтвердження переваг застосування запропонованої формуляції.

Матеріали та методика досліджень

Біологічні випробування препарату Таєгро, ЗП проведено на суниці в умовах промислового виробництва у Фастівському районі Київської області, смт. Новосілки, Інституті садівництва НААН України (дослід 1); в м. Київ, НУБіПУ, НЛ «Плодоовочевий сад» (дослід 2); в Деражнянському районі Хмельницької області, с. Голосків (дослід 3); в Макарівському районі Київської області, с. Фасова, ТОВ «БЕСТ БЕРІ» (дослід 4); в умовах присадибних ділянок – в Деражнянському районі Хмельницької області, с. Голосків (правобережна частина західного Лісостепу);

Метеорологічні показники в період проведення дослідів наведені в таблиці 1. Дослідження на полуниці у умовах промислового виробництва проводили з травня по червень 2023 р. на суниці садовій сорту Мальвіна. Схема висаджування рослин: 0,9×0,3 м. На 1 га висаджувалося до 55555 штук рослин. Обприскування рослин проводили у фазі вегетації суниці BBCH 55-59, BBCH 65-67, BBCH 71-72, BBCH 81-89.

Обробку проведено чотирикратно з червня по липень за допомогою мотообприскувача Stihl (SR 450) з витратою робочої рідини 600 л/га.

Дослідження на полуниці у умовах присадибних ділянок проводили з травня по серпень 2023 р. на суниці садовій сорту Аліна. Схема висаджування рослин: 0,9×0,4 м. На 1 га висаджувалося до 50 тис. рослин. Обприскування рослин проводили у фазі вегетації суниці: BBCH 67; BBCH 71; BBCH 73; BBCH 81.

Отримані дані піддавали статистичній обробці методами варіаційної статистики з розрахунком середнього арифметичного значення, дисперсії, середнього квадратичного відхилення та похибки. Достовірність розбіжностей (перевірку гіпотези про рівність середніх двох незалежних вибірок) оцінено за t-критерієм Ст'юдента (з поправкою Бонферроні) або не параметричних критеріїв у випадку відмінності законорозподілу від нормального (Kruskal–Wallis) (Антомонов М.Ю., 2018).

Результати дослідження та їх обговорення.

В умовах промислового виробництва фунгіцид Таєгро WP, ЗП випробовували з нормою витрати 0,18

1. Метеорологічні дані в період вегетації культури

(Інститут садівництва НААН України, смт. Новосілки, Фастівський район Київської області, 2023 р.)

Основні показники	Місяці		
	травень	червень	липень
Температура повітря, °C			
а) середня багаторічна	15,3	18,6	20,8
б) поточного року	16,7	20,1	21,6
в) відхилення від багаторічних	+1,4	+ 1,5	+ 0,8
Опади, мм			
а) середні багаторічні	55,0	83,1	69,5
б) поточного року	0,6	38,1	72,7
в) відхилення від багаторічних	- 54,4	- 45,0	+3,2

і 0,37 кг/га. Нами встановлена його висока ефективність на суниці проти сірої гнилі (*B. cinerea*). Так, ураження ягід хворобою в контрольному варіанті (без обприскування) було в межах від 0,5% на початку дозрівання плодів (ВВСН 71) та до 11,5% в кінці плодоношення (ВВСН 81-89). Водночас, у варіантах де фунгіцид Таегро WP, ЗП застосовувався з нормою витрати 0,18 і 0,37 кг/га ураження ягід було в межах від 0 до 5,3 % та від 0 до 4,8 % відповідно до часу проведення зазначених обліків на початку дослідів (ВВСН 55-59) та в кінці його проведення (ВВСН 81-89).

Невисокий рівень ураження ягід суниці сірою гниллю у контрольному варіанті на початку плодоношення (ВВСН 71) обумовлений дефіцитом опадів у травні 0,6 мм з відхиленням майже до 54,4 мм відповідно до багаторічних показників, у червні - 38,1 мм з відхиленням до 45,0 мм відповідно. Збільшення ураження ягід сірою гниллю в кінці плодоношення (ВВСН 81-89) суниці в контрольному варіанті до 11,5 % відбулось за рахунок більшої кількості опадів 72,7 мм і

перевищення середньо багаторічних показників на 3,2 мм.

Технічна ефективність фунгіциду Таегро WP, ЗП проти сірої гнилі в насадженнях суниці з нормою витрати 0,18 та 0,37 кг/га, становила 70,60 і 81,05% відповідно.

Застосування препарату Таегро WP, ЗП з нормою витрати 0,18 і 0,37 кг/га сприяло підвищенню урожайності суниці до 10,05, 10,34 т/га відповідно при урожайності 8,65 т/га в контрольному варіанті (табл. 2).

Препарат Таегро WP, ЗП з нормою витрати 0,18 і 0,37 кг/га не мав негативного впливу на ріст та розвиток суниці, не виявив фітотоксичної дії по відношенню до культурних рослин та має високу технічну ефективність проти ураження суниці сірою гниллю.

У дослідження, проведених в умовах присадибних ділянок на суниці садовій сорту Аліна у вегетаційний період 2023 року розвиток сірої гнилі в контролі був на рівні 2,5% (табл. 3). Технічна ефективність на 7-й день після першого обприскування фунгіциду Таегро WP, ЗП з нормою 3,7 г на

2. Ураження ягід сірою гниллю (*B. cinerea*) при випробуваннях фунгіциду Таєгро WP, ЗП в насадженнях суниці (сорт Мальвіна, Фастівський район Київської області, 2023 р.)

Варіант	Фіто-токсичність, %	Повторність	Обліки ураження плодів, %					Технічна ефективність, %	Урожайність т/га
			21.06.	29.06.	10.07.	22.07.	28.07.		
КОНТРОЛЬ без обприскування	0	1	1	4	4	4	12	-	8,55
		2	0	4	5	6	9	-	8,96
		3	1	5	4	8	15	-	7,88
		4	0	3	4	5	10	-	9,21
		С	0,5	4,0	4,3	5,8	11,5	-	8,65
ТАЕГРО WP, ЗП НВ – 0,180 кг/га	0	1	0	0	2	3	3	74,9	10,50
		2	0	2	2	2	5	64,9	9,33
		3	0	2	1	1	7	69,6	10,38
		4	0	1	1	2	6	72,9	9,99
		С	0,0	1,3	1,5	2,0	5,3	70,60	10,05
ТАЕГРО WP, ЗП НВ – 0,370 кг/га	0	1	0	1	1	1	4	79,9	9,85
		2	0	1	2	1	5	73,4	9,77
		3	0	0	0	1	4	89,6	11,12
		4	0	0	1	1	6	81,4	10,61
		С	0,0	0,5	1,0	1,0	4,8	81,05	10,34

Примітки: НВ – норма витрати, С – середнє значення.

5 л води на 1 сотку становила 64,8%.

Відмічено, що на 7-й день після другого обприскування, ураження рослин сягало – 4,9% для сірої гнилі, а технічна ефективність фунгіциду Таєгро WP, ЗП з нормою витрати 3,7 г на 5 л води на 1 сотку становила 66,6% (табл. 3-4).

На 7-й день після третього обприскування розвиток сірої гнилі плодів у контролі на суниці садовій становив 5,6%, а показник ефективності препарату Таєгро WP, ЗП з нормою витрати 3,7 г на 5л води на 1 сотку був на рівні 64,5%.

Відмічено, що на 7-й день після четвертого обприскування розвиток сірої гнилі суниці садової в контро-

лі був на рівні 8,3 %. За такого рівня розвитку хвороби технічна ефективність препарату Таєгро WP, ЗП з нормою 3,7 г на 5л води на 1 сотку становила 65,1%.

Обробка насаджень суниці садової в дрібноділянковому досліді дала змогу зберегти значну частину врожаю. Збережений врожай при застосуванні фунгіциду Таєгро WP, ЗП з нормою витрати 3,7 г на 5л води на 1 сотку становив 3,44 т/га.

Висновки та рекомендації.

1. Враховуючи процеси євроінтеграції України, до яких відноситься і гармонізація медико-санітарних

3. Ураження ягід сірою гниллю (*B. cinerea*) при випробуваннях фунгіциду Таєгро WP, ЗП в насадженнях суниць (сорт Аліна, Хмельницька обл., 2023 р.)

Варіант	Повтор-ність	Розвиток хвороб, %			
		<i>Botrytis cinerea</i>			
		після 1-ї обробки	після 2-ї обробки	після 3-ї обробки	після 4-ї обробки
		7 день	7 день	7 день	7 день
Контроль	1	2,0	3,0	5,5	8,0
	2	2,5	3,0	4,5	6,0
	3	3,0	4,5	6,5	10,0
	4	2,5	3,0	6,0	9,0
	C	2,5	3,4	5,6	8,3
ТАЕГРО WP, ЗП. НВ – 3,7 г/ 5л води / 1 сотка	1	1,0	1,0	1,5	3,0
	2	1,0	1,5	2,0	2,5
	3	0,5	1,0	2,0	3,0
	4	1,0	1,0	2,5	3,0
	C	0,9	1,1	2,0	2,9

Примітки: НВ – норма витрати, С – середнє значення.

4. Ефективність фунгіциду ТАЕГРО WP, ЗП проти сірої гнилі (*B. cinerea*) (сорт Аліна, Хмельницька обл., 2023 р.)

Варіант	Повтор-ність	Технічна ефективність після обробки, %				Урожай-ність, т/га
		Botrytis cinerea				
		1ї	2-ї	3-ї	4-ї	
		7 день	7 день	7 день	7 день	
Контроль	1	2,0	3,0	5,5	8,0	4,20
	2	2,5	3,0	4,5	6,0	5,10
	3	3,0	4,5	6,5	10,0	3,70
	4	2,5	3,0	6,0	9,0	3,85
	C	2,5	3,4	5,6	8,3	4,21
ТАЕГРО WP, ЗП. 3,7 г/ 5л води / 1 сотка	1	60,0	70,4	73,4	63,6	7,40
	2	60,0	55,6	64,5	69,7	7,10
	3	80,0	70,4	64,5	63,6	8,10
	4	60,0	70,4	55,6	63,6	8,00
	C	64,8	66,6	64,5	65,1	7,65
НІР ₀₅		-	-	-	-	0,97

Примітки: С – середнє значення.

нормативів та перегляд всієї бази засобів захисту рослин, розробка, вивчення та впровадження нових біопрепаратів є надзвичайно актуальним і перспективним завданням.

2. Усі фунгіцидні препарати проти сірої гнилі (*Botrytis cinerea*) в Україні мають значні недоліки: тривалий термін до збирання врожаю, який значно перевищує тривалість лікувальної та захисної дії; неможливість обробки перед закладанням на зберігання; не можливість обробки стиглих ягід; заборона діючих речовин в ЄС, що в призведе потенційно до їх заборони в Україні в найближчому майбутньому; значення МДР значно перевищують EU MRL, що суперечить вимогам гармонізації нормативної бази. Та спонукає до пошуку нових біологічних препаратів.

3. В ряді натурних експериментів встановлено, що фунгіцид Таєгро WP, ЗП з нормами витрат 0,18 і 0,37 кг/га в умовах промислового виробництва та з нормою витрати 3,7 г/ 5л води / 1 сотка в умовах присадибних ділянок має високу технічну ефективність проти ураження суниці сірою гниллю (*Botrytis cinerea*).

References

1. Abbey, J.A., Percival, D., Abbey, L., Asiedu, S.K., Prithiviraj, B., Schilder, A. (2019). Biofungicides as alternative to synthetic fungicide control of grey mould (*Botrytis cinerea*) – prospects and challenges. *Bio-control Sci. Technol*, 29, 241–262. DOI:10.1080/09583157.2018.1548574.
2. List of pesticides and agrochemicals approved for use in Ukraine (2024). Electronic resource [https://data.gov.ua/dataset/389ddb5a-ac73-44bb-9252-f899e4a97588].
3. Harper, L.A., Paton, S., Hall, B., McKay, S., Oliver, R.P., Lopez-Ruiz, F.J. (2022). Fungicide resistance characterized across seven modes of action in *Botrytis cinerea* isolated from Australian vineyards. *Pest Manag. Sci*, 78, 1326–1340. DOI:10.1002/ps.6749
4. EU Pesticides Database. Retrieved May 20, 2024, from https://food.ec.europa.eu/plants/pesticides/eu-pesticides-database_en.
5. BayerCropScience. May 20, 2024, from https://www.cropscience.bayer.ua.
6. Sumy Agro. Topsyn-M. May 20, 2024, from https://www.summit-agro.com.ua/product/zagalnij-katalog-produktiv/topsin-m-500-ks.
7. Syngenta. Switch May 20, 2024, from https://www.syngenta.ua/svitch-dlya-dach-ta-gorodiv.
8. Agrarians together. Biologic SINSMART, KC. May 20, 2024, from https://agrarii-ransom.com.ua/preparations/sinsmart-ks.
9. Antomonov M.Yu. Mathematical processing and analysis of medical and biological data. 2nd edition - Kyiv: MIT "Medinform", 2018 - 579 p.
10. M. Zuffa, A. Infantino, M. Galeazzi (2020). New biofungicide *Bacillus amyloliquefaciens* strain FZB24: control experiences of powdery mildew on tomato and botrytis on grape. May 28, 2024, from https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20193521145.

Sykalo O., Shpak B. (2024).

STUDY AND ASSESSMENT OF THE OF THE TAEGR WP APPLICATION ON STRAWBERRIES BIOLOGICAL EFFECTIVENESS IN THE CONDITIONS OF THE AGRICULTURAL SECTOR AND PRIVATE FARMS.

BIOLOGICAL SYSTEMS: THEORY AND INNOVATION, 15(2): 76-83.

<https://journals.nubip.edu.ua/index.php/Biologiya/article/view/49838>

[http://dx.doi.org/10.31548/biologiya15\(2\).2024.007](http://dx.doi.org/10.31548/biologiya15(2).2024.007)

Abstract. Today, throughout the world, the use of chemicals is the main method of combating plant diseases both before and after harvest. To date, there are certain problems with each fungicidal drug against "gray rot" in Ukraine. The solution to these problems can be the use of biopesticides, such as the researched drug Taegro, WP.

To achieve and evaluate the tasks, such scientific research methods were used as: the method of analysis, synthesis, induction, deduction and systematization, natural experiment, physico-chemical, organoleptic, sanitary-microbiological, methods of statistical analysis and mathematical modeling.

The technical efficiency of the fungicide Taegro WP in suppressing the damage of strawberry berries by gray rot in plantations, with the rate of its use of 0.18 and 0.37 kg/ha, was 70.60 and 81.05%, respectively. The use of the Taegro WP with a application rate of 0.18 and 0.37 kg/ha helped to increase the yield of strawberries to 10.05, 10.34 t/ha, while the yield in the control variant was 8.65 t/ha. It was noted that after the application of the fungicide Taegro WP with a rate of 3.7 g/ 5 l of water / 1 acre, an increase in the level of total chlorophyll in the leaves of strawberries of the garden variety Alina was observed, which was 457.5-667.5 units, which is 68.5 % higher compared to the control.

In a number of field experiments, it was established that the fungicide Taegro WP with application rates of 0.18 and 0.37 kg/ha in the conditions of industrial production and with a consumption rate of 3.7 g/ 5 l of water / 1 acre in the conditions of private auxiliary farms has a high technical efficiency against strawberry damage.

Key words: biological efficiency, pesticides, strawberry, gray rot.
