

Prediction of *Cecidoflopsis ribis* from implementation of modernized spraying systemA. Bakalova<sup>1</sup> | V. Tytarenko<sup>2</sup> | N. Hrytsiuk<sup>1</sup> | I. Ivaschenko<sup>1</sup>

## Article info

Correspondence Author

A. Bakalova

E-mail:

[bakalova1970@ukr.net](mailto:bakalova1970@ukr.net)<sup>1</sup> Polissya National University, Staryi Bulvar, 7, Zhytomyr, 10008, Ukraine<sup>2</sup> Zhytomyr Polytechnic state university, 103 Chudnivska str, Zhytomyr, 10005, Ukraine**Citation:** Bakalova, A., Tytarenko, V., Hrytsiuk, N., & Ivaschenko, I. (2023). Prediction of *Cecidoflopsis ribis* from implementation of modernized spraying system. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (1), 5–10. doi: 10.31210/spi2023.26.01.01

The article presents the results of a scientific work, where for the first time a long-term forecast of a "phytophagous plant" was carried out, which is a rather important measure in the protection of black currant. During the experiment, attention was paid to weather conditions, since this important factor was involved in the construction of a logistic forecasting model. An important task of our scientific work was to find a period of biological development of a migrating phytophagous larva, where the use of complex preparations would be economically beneficial. A bud damaged by a currant bud mite differs from a normal bud in that it resembles a cracked cabbage head. This happens due to the nutrition of the phytophagous with cell juice. The tick's salivary enzyme enhances the growth and development of cells, so the bud changes due to this phenomenon. The buds are damaged by the currant bud mite, do not bloom, gradually dry up, rot and fall off. According to our prediction, the model of the exit of the migrating larva was clearly calculated according to the regression equation, which coincides with the end of the fourth and the transition to the fifth phenophase of blackcurrant development, that is, before no less important in the protection system is the spraying process, if it is carried out with an ordinary mounted sprayer, then in fact the upper part of the leaf surface is treated, the larva of the currant bud mite is in the middle and lower tiers of the bush, which is practically unaffected by the drug. Therefore, we developed the modernization of the OP – 2000 boom sprayer, and created (SRS) a specialized rolling stock that ensures the flexibility of the system and maneuverability and primarily serves the optimality of zones, taking into account the lower, middle and upper tiers of the blackcurrant bush. It is important to note the arc brackets with the original design of the nozzles, which determine the geometry of the optimal dispersion spraying zones. Such brackets have an arc-shaped design and are installed on two sides of the sprayer. When the specialized unit moves, the upper nozzle provides optimal spraying of the upper zone, the middle nozzle - the middle part, and the lower nozzle - the lower tier of the blackcurrant bush, where the main population of the phytophagous is located. Thanks to the side nozzles, the sprayer creates a fog-like fine-dispersed environment, which directly ensures the treatment of the row spacing in one pass of the unit and reduces the use of chemicals four times.

**Keywords:** modernized sprayer, black currant, specialized rolling stock, forecasting, settlement, currant bud mite, phytophagous.Прогнозування *Cecidoflopsis ribis* від впровадження модернізованої системи обприскуванняA. В. Бакалова<sup>1</sup> | В. С. Титаренко<sup>2</sup> | Н. В. Грицюк<sup>1</sup> | І. В. Іващенко<sup>1</sup><sup>1</sup> Поліський національний університет, м. Житомир, Україна<sup>2</sup> Державний університет «Житомирська політехніка», м. Житомир, Україна

В статті приведені результати наукової роботи, де вперше проведений довгостроковий прогноз «рослина-фітофага», що є досить важливим заходом при захисті смородини чорної. В ході експерименту акцентувалась увага на погодні умови, оскільки цей важливий фактор був задіяний при побудові логістичної моделі прогнозування. Важливою задачею нашої наукової роботи, було знайти такий період біологічного розвитку мігруючої личинки фітофага, де застосування комплексних препаратів було б економічно вигідним. Пошкоджена брунька смородиновим бруньковим кліщем відрізняється від звичайної бруньки тим, що вона нагадує розтріснуту голівку капустини. Це відбувається за рахунок живлення фітофага клітинним соком. Слинний фермент кліща підсилює ріст і розвиток клітин, тому брунька від такого явища видозмінюється. Бруньки пошкоджені смородиновим бруньковим кліщем, не розпускаються, поступово засихають загніваються та опадають. За нашим прогнозуванням чітко розрахована модель виходу мігруючої личинки за регресійним рівнянням, що співпадає з кінцем четвертої та переходом до п'ятої фенофази розвитку смородини чорної, тобто перед цвітінням. Не менш важливим в системі захисту є процес обприскування, якщо проводити звичайним нависним обприскувачем то фактично верхня частина листової поверхні є обробленою, личинка смородинового брунькового кліща знаходиться в середніх та нижніх ярусах куща, препарат на яку практично не впливає. Тому нами було розроблена модернізація штангового обприскувача ОП – 2000, та створено (СРС) спеціалізований рухомий склад, що забезпечує гнучкість системи та маневреність і насамперед обслуговує оптимальність зон з урахуванням нижнього середнього та верхнього ярусів куща смородини чорної. Слід відмітити важливе, про дугові кронштейни з оригінальною конструкцією форсунок, які визначають геометрію оптимальних зон дисперсійного обприскування. Такі кронштейни мають дугоподібну конструкцію та встановлені з двох боків обприскувача. Коли рухається спеціалізований агрегат, верхня форсунка забезпечує оптимальне обприскування верхньої зони, середня форсунка - середню частину, а нижня форсунка - нижній ярус куща смородини чорної, де і знаходиться основна заселеність фітофага. Завдяки боковим форсункам обприскувач створює туманоподібне дрібнодисперсне середовище, що безпосередньо забезпечує обробку міжряддя за один прохід агрегату та зменшує застосування хімічних препаратів у чотири рази.

**Ключові слова:** модернізований обприскувач, смородина чорна, спеціалізований рухомий склад, прогнозування, заселеність, смородиновий бруньковий кліщ, фітофаг.**Бібліографічний опис для цитування:** Бакалова А. В., Титаренко В. С., Грицюк Н. В., Іващенко І. В. Прогнозування *Cecidoflopsis ribis* від впровадження модернізованої системи обприскування. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (1). С. 5–10.

## Вступ

Традиційною і важливою галуззю нині в Україні є ягідництво. Ягоди споживають як у свіжому вигляді для дитячого харчування (садовки, школи, дачні та аматорські господарювання), використовують як сировину для переробних підприємств, фармацевтичних, парфумерних закладах і насамперед із ягідної продукції виступає смородина чорна, яка окрім того виступає як лікувальна ягода, оскільки містить багато вітамінів, мікроелементів, дубильних властивостей, антиоксидантів, фокусує протизапальними діями, противірусними, проти інфарктними елементами, регулює вітамін С в організмі людини і виводить не тільки важкі метали але й радіонукліди [1–3].

Смородина чорна має не тільки «золоті» властивості але може давати потужні урожаї ягід, які в сучасних сортів сягають до 10–12 т/га, та на жаль ці результати отримати не дозволяють через низку шкідливих організмів і насамперед це шкідники [4].

В смородинових агроценозах нині зареєстровано близько 220 видів комах і кліщів, в тому числі найбільш небезпечними з них 20 видів [5].

До найпоширеніших на смородині чорній віднесені: смородинова склівка (*Synanthedon tipuliformis* Cl.), смородинова вузькотіла златка (*Agrilus viridis* L.), попелиці – велика смородинова (*Hyperomyzus lactucae* Kalt.), червоносмородинова галова (*Cryptomyzus ribis* L.), агрусова пагонова (*Aphis grossulariae* Kalt.), кліщі – звичайний павутинний (*Tetranychus urticae* Koch), смородиновий бруньковий (*Cecidophyopsis ribis* Westw.), листокрутка кривовуса смородинова (*Pandemis ribeana* Hb.), листокрутка розанова (*Archips rosana* L.), листокрутка кривовуса вербова (*Pandemis heparana* Den. u. Shiff.), каліфорнійська щитівка (*Quadraspidiotus perniciosus* Comst.), акацієва несправжньощитівка (*Parthenolecanium corni* Bouche.), комоподібна щитівка (*Lepidosaphes ulmi* L.), вербова щитівка (*Chionaspis salicis* L.), агрусова вогнівка (*Zophodia convolutella* Zell.), люцерновий довгоносик (*Otiorrhynchus ligustici* L.), смородинова брунькова міль (*Incyrvaria capitella* Cl.), чорносмородиновий жовтий пильщик (*Nematus ribesii* Scop.), чорнувата садова – гірчачова совка (*Melauchra persicoricae* L.) агрусовий блідоногий пильщик (*Pristiphora pallipes* Lepel.) [6–10].

Серед такої великої когорти шкідників, досить поширений та відомий понад сто років, що спричиняє велику шкоду насадженням смородини чорної – смородиновий бруньковий кліщ (*C. ribis* Westw.) [11].

Смородиновий кліщ вперше був відмічений в 40-х роках, а в 70-х роках смородинового брунькового кліща виявили в Голандії, незабаром у Німеччині, згодом в Скандінавії, Франції, Італії, в Канаді виявили у 1915 році [12].

Значної шкоди цей фітофаг почав завдавати Україні у 50-х роках [13].

Доросла самка кліща завдовжки 0,2–0,3 мм, та 0,04–0,5 мм завширшки, молочно-білого кольору, червоподібний, що властиво родині галових кліщів, має дві пари ніг та у більш вузькій головній частині розміщено колюче-сисний ротовий орган з голкоподібними щетинками [14, 15].

Самці менших розмірів та зустрічаються рідше. Досліджено, що самиці здатні розмножуватись партеногенетично і зимують в середині бруньок [15, 16].

Для проведення ефективного захисту смородини чорної від смородинового брунькового кліща необхідно надавати фіто санітарному моніторингу смородинових фітоценозів та розробці прогнозів [17–20].

## Мета дослідження

Мета роботи полягала у впровадженні технології обробки смородини чорної комплексним препаратом для боротьби з бруньковим смородиновим кліщем на основі застосуванням модернізованого обприскувача.

Для досягнення поставленої мети вирішувались наступні завдання:

модернізація стандартного обприскувача ОП-2000 для обробки малодосяжних зон габітуса куща;

дослідження ефективності застосування технології обробки смородини чорної інсектоакарицидами;

розробка моделей довгосторокового прогнозування фенологічного розвитку смородини та біології розвитку смородинового брунькового кліща.

## Матеріали і методи

Полеві дослідження проводили в 2011–2022 рр. в умовах навчально-дослідного поля Поліського національного університету.

Ефективність пестицидів вивчали за способу обприскування рослин смородини чорної проти смородинового брунькового кліща за такою схемою: 1) контроль (обробка водою);

2) Бі – 58 новий еталон (1,2 л / га);

3) Препарат 30 В (12,5 кг / га) + Конфідор, 20 % к.е. (0,3 л / га)+Мітак (0,8 л / га).

Окомірним методом обліковували брунькового смородинового кліща, за кількістю пошкоджених бруньок на кущ. Щоби визначити відсоток заселених бруньок, на п'яти гілках кожного куща підраховували їх загальну кількість, та кількість пошкоджених тобто заселених фітофагом бруньок, які визначали за формулою 1:

$$P = \frac{100 \times n}{N}, \quad (1)$$

де P – заселеність рослин;

n – кількість заселених рослин, шт.;

N – загальна кількість рослин в обліку, шт.

Личинок смородинового брунькового кліща обліковували на етапі цвітіння.

Ступінь заселеності рослин визначали за 9-ти бальною шкалою, наведеною в таблиці 1.

Таблиця 1

Шкала визначення ступені заселеності смородиновим бруньковим кліщем

Бал заселення	Ступінь заселеності	Заселено новоутворених бруньок, %
1	Дуже слабкий	< 5
2 – 3	Слабкий	5 – 10
4 – 5	Середній	11 – 20
6 – 7	Сильний	21 – 50
8 – 9	Дуже сильний	> 50

## Результати та їх обговорення

За 2011 – 2022 роки проведені польові дослідження, визначено етапи фенофаз розвитку сморо-

дини чорної (рис. 1). Встановлено, що основними предикторами прогнозу є: середньодобова температура повітря (максимальна, мінімальна), та тривалість світлового дня.

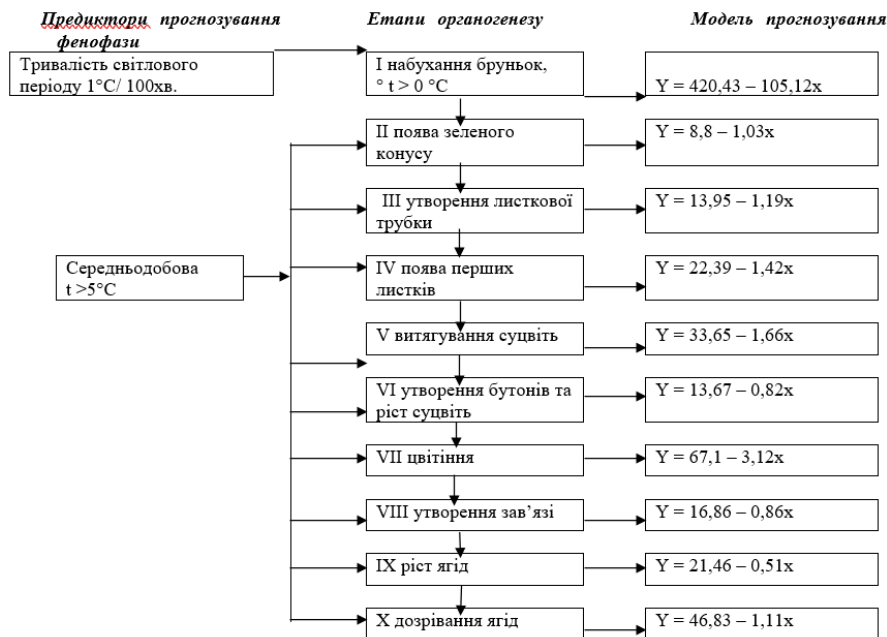


Рис. 1. Алгоритми фенологічного прогнозування тривалості розвитку смородини чорної

Примітки: Y- тривалість періоду, днів; x – середньодобова температура повітря,  $^\circ\text{C}$

Модель фенологічного прогнозу смородини чорної побудована за вихідною межею переходу температури через біологічний «нуль», від стану зимового спокою до початку вегетації. За проведенням довгостроковим прогнозом, фенофаза (набухання бруньок), розпочинається в середньому через 48 дні, від переходу температури через «біологічний нуль» за середньодобової температури за ці дні  $3,8^\circ\text{C}$ , та розраховується за рівнянням регресії (1):

$$Y = 420,43 - 105,12x, \quad (1)$$

де: Y – початок набухання бруньок смородини чорної, днів;

x – середньодобова температура повітря, що перевищує  $>5^\circ\text{C}$ .

Прогнозування наступних 9 фенофаз проводили від періоду набухання бруньок, за середньодобової температури вище  $+5^\circ\text{C}$ , які виражені рівняннями регресійної залежності, наведеними на розробленій моделі рис. 1.

Фенологічний прогноз біологічного розвитку смородинового брунькового кліща був проведений у відповідності з алгоритмами фенологічного прогнозування смородини чорної, який приведений на рис. 2.

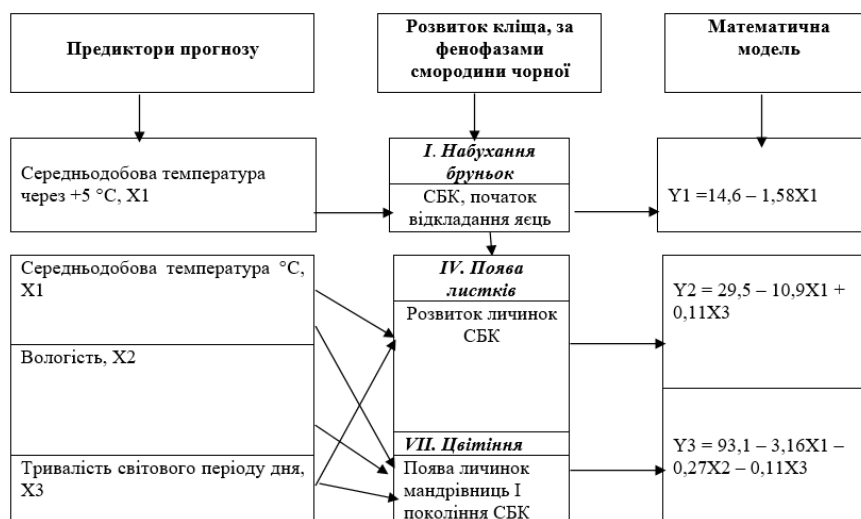


Рис. 2. Алгоритм побудови фенологічного прогнозу розвитку смородинового брунькового кліща на смородині чорній

Примітка: СБК – смородиновий бруньковий кліщ

Багаторічні дослідження біологічного розвитку кліща на смородині чорній дали можливість розрахувати кореляційну залежність, виражену низкою

однофакторних лінійних рівнянь регресії, за етапами органогенезу, які занесені до таблиці 2.

**Таблиця 2**

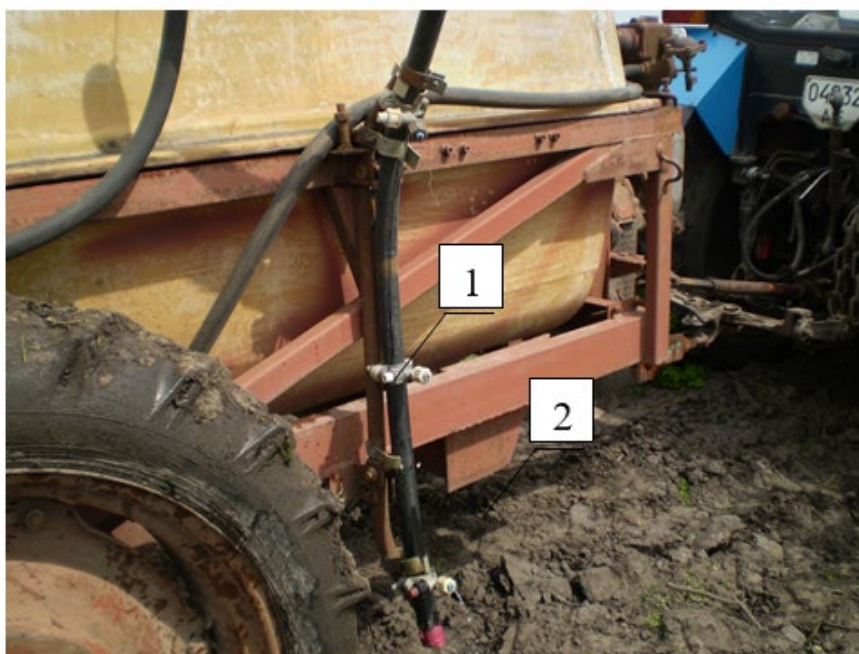
Прогнозування розвитку смородинового брунькового кліща на 2022 рік

Розвиток кліща	Рівняння регресії	Дати		Відхилення
		прогнозовані	фактичні	
Період відкладання яєць	$Y = 14,6 - 1,58X1$ $R^2 = 0,82$	23.03	22.03	1
Розвиток личинки	$Y = 29,5 - 10,9X1 + 0,11X3$ $R^2 = 0,92$	28.03	25.03	3
Міграція личинки	$Y = 93,1 - 3,16X1 - 0,27X2 - 0,11X3$ $R^2 = 1$	26.04	22.04	-4

Дані таблиці 2 свідчать про те, що довгостроковий прогноз основних етапів розвитку смородинового брунькового кліща в умовах проведених досліджень є достовірним з точністю від 1 до 4 днів.

Із вищевикладених результатів проведеного прогнозу, визначена тенденція стану багаторічної динаміки фенологічного розвитку смородинового брунькового кліща на смородині чорній, безпосередньо пов'язана з основними фенофазами рослин, що дає змогу вчасно вжити заходів з обмеження його чисельності. А тому, для системи захисту насаджень смородини чорної була проведена модернізація штангового обприскувача ОП – 2000, та створено спеціалізований рухомий склад, що забезпечує маневреність і гнучкість системи. Розроблена модель прогнозу біологічного розвитку смородинового брунькового кліща, яка безпосередньо накладена на етапи розвитку сморо-

дини відповідає взаємодії «рослина-фітофаг» це головним чином дає можливість визначити період шкідливості мігруючої личинки фітофага. За допомогою розробленої моделі спеціального рухомого складу модернізованого обприскувача, яка забезпечує обприскування кущів в насадженнях смородини верхнього, середнього та нижнього ярусу. Конструкція рухомого спеціалізованого складу дає можливість рівномірно нанести препарат по всіх ярусах куща туманоподібним ефектом. На (рис. 3) показано спеціальні конструктивні елементи, які геометрично визначають три яруси куща за допомогою яких наноситься робоча рідина препарату з нижньої сторони листка, тобто дугоподібні кронштейни встановлені по обидва боки обприскувача, що дає можливість одночасно обробити два суміжні ряди насаджень смородини чорної, або одного міжряддя.



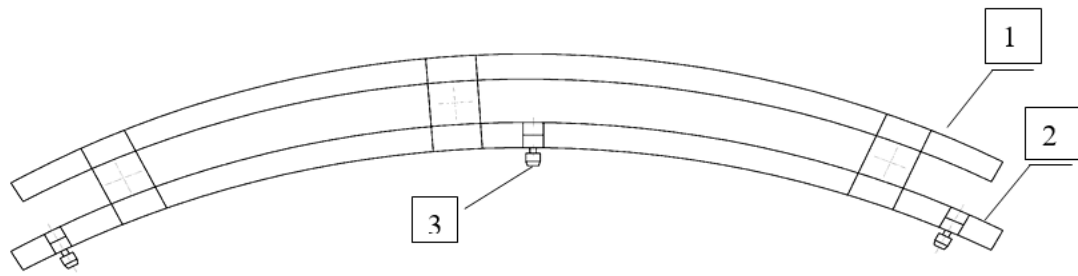
**Рис. 3.** Конструкція модернізованого обприскувача

Примітки: 1 – дуговий кронштейн зі спеціальними форсунками, 2 – шасі напівпричепа ОП – 2000

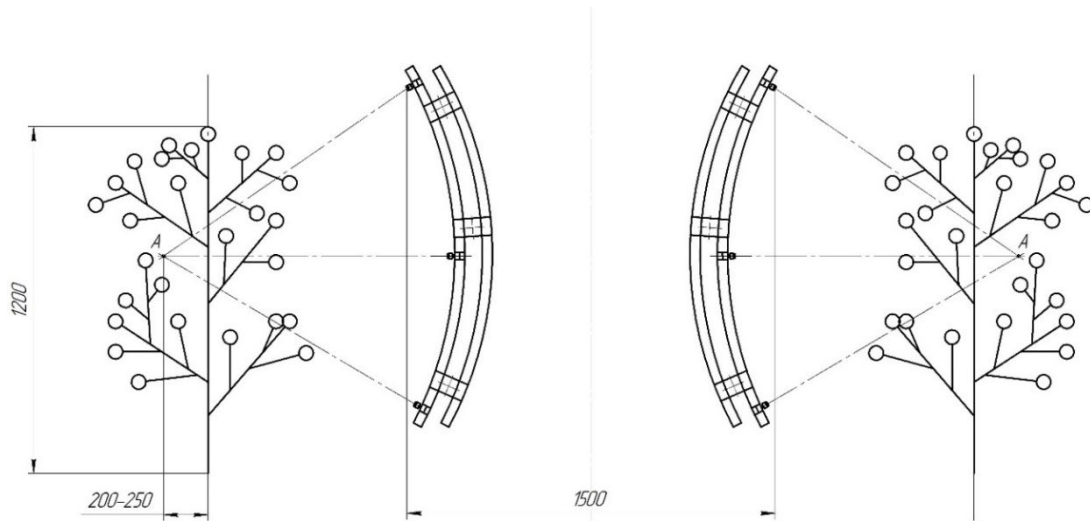
На [рисунок 4](#) продемонстровано три форсунки, які забезпечують оптимальне обприскування дисперсійного пилу інсектициду за різними ярусами (нижнього, середнього, верхнього), де знаходиться основна

заселеність на даному етапі органогенезу мігруючих личинок смородинового брунькового кліща, що чітко зображені на [рисунок 5](#).





**Рис. 4.** Дугоподібний кронштейн  
Примітки: 1 – кронштейн, 2 – трубопровід, 3 – спеціальна форсунка



**Рис. 5.** Модель обробки кущів смородини чорної по ярусах

Враховуючи довгостроковий прогноз біологічного розвитку смородинового брунькового кліща та за допомогою модернізованого обприскувача, нами

проводилося комплексне обприскування інсектоакарицидами перед фено фазою цвітіння смородини чорної, результати ефективності наведені в таблиці 3.

**Таблиця 2**

Ефективність застосування інсектоакарицидів для захисту смородини чорної від брунькового кліща

№ з/п	Варіант дослідження	Норма препарату, кг, л/га	Щільність до обробки, бруньок /кущ	Ефективність (в %) за днями обліку після обробки			
				3	7	14	21
1	Контроль	–	47,3	0	0	0	0
2	Бі –58 Новий, 40 % к.е – еталон (диметоат)	1,2	46,8	16,7	39,5	62,3	72,6
3	Препарат 30 В, 76 % к.е. (масло індустріальне) + Конфідор, 20 % к.е (імдаклоприд) + Мітак, 20% к.е. (амітраз)	25,0+	45,9	35,5	64,2	85,1	95,9
		0,3+					
		0,8					

Дані таблиці 3 свідчать про те, що проведення обприскування насаджень смородини чорної інсектоакарицидами проти смородинового брунькового кліща за допомогою модернізованого оприскувача та прогнозування, комплексна обробка проти сисного фітофага, вже на 3-й день після обробки суттєво зменшила чисельність шкідника від 16,7 – 35,5 %. На 7-й – 14-й та 21 день після обробки, показники технічної ефективності становили 72,6 та 95,9 % відповідно.

Застосування комплексної обробки інсектоакарицидів модернізованим обприскувачом забезпечує зниження чисельності смородинового брунькового кліща на 96% та тим самим підвищує продуктивність смородини чорної.

Нині сільське господарство України переживає важкий етап свого розвитку та всієї економіки країни.

А тому, час приймати такі екстремальні рішення, які безперечно б захищали інтереси господарювання різних форм власності, в цілому сприяли б підвищенню ефективності земельних ресурсів та землеробства. За рахунок таких рішень підвищити родючість ґрунту, збільшити урожайність сільськогосподарських культур та вирішити проблему екологічної чистоти навколишнього середовища. Впровадження у виробництво передової практики, техніки, досягнень наукових розробок для ефективного використання створеного в країні виробничого потенціалу. Та це питання здебільшого належить до виробництва ягідної продукції, де помітна увага приділяється нині смородині чорній, її валовому виробництву ягід. Сучасні сорти смородини чорної можуть давати до 10 т/га ягід, але шкідливі організми зменшують урожайність 3–4 рази,

насамперед це шкідники.

Найбільш поширений та шкідливий в смородиновому агроценозі це смородиновий бруньковий кліщ, який віднесений до світового масштабу. Надважливим у захисті смородини проти цього фітофага є те, що довготривалий період він знаходиться в бруньці, та застосування високотоксичних препаратів на смородині застосовувати не рекомендовано, оскільки ягода вживається в свіжому виді. Тому, проводити заходи захисту можливо та ефективно лише в той період коли прогресує мігруюча личинка. Щоби цей період визначити проведено довгострокове прогнозування смородинового брунькового кліща, що дало змогу визначити мігрантку та її шлюбний період, оскільки статеві запліднена самка потрапляє та заселяє новоутворену бруньку. За роки досліджень, не тільки визначено її міграцію, але розроблено модель спеціалізованого рухомого обприскувача, за допомогою якого наноситься препарат по трьох ярусах куша смородини чорної (нижній, середній, верхній).

Таким чином, проведення довгострокового прогнозу по вивченню біологічних особливостей розвитку смородинового брунькового кліща, що підтверджено достовірність регресійним значенням та модернізованого обприскувача, дало можливість підвищити показник технічної ефективності на 95,9 %.

## Висновок

Вперше в зоні Полісся України проведений довгостроковий прогноз смородини чорної та смородинового брунькового кліща, уточнені фенологічні особливості їх розвитку, динаміка прогнозування за фактичними показниками, відхилення яких складає від 1 до 4 днів. За рахунок модернізованого обприскувача комплексним препаратом до складу якого входять інсектоакарициди (Препарат 30 В, 76 % к.е + Конфідор, 20 % к.е + Мітак, 20 % к.е.) заселеність фітофага (СБК) відчутно зменшується, показник технічної ефективності сягає позначки 96 %. А тому, застосування даного комплексного прийому проти смородинового брунькового кліща дасть можливість підвищити продуктивність та якість ягід смородини чорної.

## Конфлікт інтересів

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

## References

1. Bakalova, A. V. (2011). Stikist smorodiny chornoj. Vplyv mikroelementiv na stikist proty sysnykh. *Quarantine and Plant Protection*, 7, 19–22. [in Ukrainian]
2. Blaszczyńska, B. (2007). Przyszłość plantacji porzeczki w Polsce. *Warzywa*, 6, 36–39.
3. Plyta, S. (2007). Nowe perspektywy dla czarnej porzeczki. *NASLO Ogródnicze*, 5, 90–91.
4. Brennan, R. M., Robertson, G. W., Menicol, J. W., Fyffe, L., & Hall, J. E. (1992). The use of metabolic profiling in the identification of gall mite (*Cecidophyopsis ribis* Westw.)-resistant blackcurrant (*Ribes nigrum* L.) genotypes. *Annals of Applied Biology*, 121 (3), 503–509. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.1992.tb03460.x>
5. Roberts, I. M., Jones, A. T., & Amrine, J. W. (1994). Ultrastructure of the black currant gall mite, *Cecidophyopsis ribis* (Acari: Eriophyidae), the vector of the agent of reversion disease. *Annals of Applied Biology*, 125 (3), 447–455. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.1994.tb04982.x>
6. Yanovskyi, Yu. P. (1994). Efektyvnist khimichnykh zakhodiv borotby iz sysnymy shkidnykamy yabluni v plodovomu rozsadnyku. *Zakhyst Roslyn*, 41, 85–87. [in Ukrainian]
7. Jones, A. T., Brennan, R. M., McGavin, W. J., & Lemmetty, A. (1998). Galling and reversion disease incidence in a range of blackcurrant genotypes, differing in resistance to the blackcurrant gall mite (*Cecidophyopsis ribis*) and blackcurrant reversion disease. *Annals of Applied Biology*, 133 (3), 375–384. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.1998.tb05837.x>
8. Chu, P. W. G., & Francki, R. I. B. (1982). Detection of lettuce necrotic yellows virus by an enzyme-linked immunosorbent assay in plant hosts and the insect vector. *Annals of Applied Biology*, 100 (1), 149–156. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.1982.tb07201.x>
9. Ribes and Rubus crops Ribes et Rubus. (2002). *EPPO Bulletin*, 32(2), 423–441. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2338.2002.00574.x>
10. Bakalova, A. V. (2012). Efektyvnist zastosuvannya insektoakarytsydiv pry zakhysti smorodyny chornoj vid akaryformnykh klishchiv v ahroekolohichnykh umovakh Tsentralnoho polissia Ukrainy. *Quarantine and Plant Protection*, 3, 126–131. [in Ukrainian]
11. Kovtun, I. M., Kopan, V. P., Markovskiy, V. S., & Olifer, A. S. (1986). *Yahidni kultury*. Kyiv: Urozhai [in Ukrainian]
12. Moreno, A., Nebreda, M., Diaz, B. M., Garcia, M., Salas, F., & Ferreres, A. (2007). Temporal and spatial spread of Lettuce mosaic virus in lettuce crops in central Spain: factors involved in Lettuce mosaic virus epidemics. *Annals of Applied Biology*, 150 (3), 351–360. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.2007.00135.x>
13. Markovskiy, V. S. (1989). *Spravochnyk po yahodnym kulturam*. Kyiv: Urozhai [in Russian]
14. Müller, C. B., Williams, I. S., & Hardie, J. (2001). The role of nutrition, crowding and interspecific interactions in the development of winged aphids. *Ecological Entomology*, 26 (3), 330–340. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2311.2001.00321.x>
15. Ruban, M. B., Hadzalo, Ya. M., Bobos, I. M., Honcharenko, O. I., & Likar, Ya. O. (2007). *Shkidnyky smorodyny i agrusu. Silskohospodarska entomolohia*. Kyiv: Aristei [in Ukrainian]
16. Pospelov, S. M., Arsenieva, M. V., & Hruzdiv, H. S. (1981) *Shkidnyky yahidnykiv. Zakhyst roslin*. Kyiv: Vyscha shkola [in Ukrainian]
17. Knapp, M. (2006). Population models for threshold-based control of *Tetranychus urticae* in small-scale Kenyan tomato fields and for evaluating weather and host plant species effects. *Experimental and Applied Acarology*, 11, 401–405.
18. Tertyshnyi, O. S. (1996). Ahrobiolohichne obgruntuvannya zakhystu yabluni, slyvy, ta chornoj smorodyny vid shkidnykiv v umovakh Skhidnoho Lisostepu. *Extended abstract of candidate's thesis*. Kyiv [in Ukrainian]
19. Fedorenko, V. P., Pokozyi, Y. T., & Krut, M. V. (2004). *Shkidnyky yahidnykh kultur. Shkidnyky silskohospodarskykh roslin*. Kyiv [in Ukrainian]
20. Klechkovskiy, Yu. E. (2006). Biolohichne obgruntuvannya kontroliu chyselnosti obmezheny poshyrenykh karantynnykh shkidnykiv plodovykh nasadzhen na pivdni Ukrainy. *Extended abstract of doctor's thesis*. Kyiv [in Ukrainian]

## ORCID

- A. Bakalova  <https://orcid.org/0000-0002-6803-6304>  
V. Tytarenko  <https://orcid.org/0000-0002-4518-1808>  
N. Hrytsiuk  <https://orcid.org/0000-0002-4185-7495>  
I. Ivaschenko  <https://orcid.org/0000-0003-1588-3718>



2023 Bakalova A. 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.