

УДК 632.951:631.347.3

DOI: 10.15587/1729-4061.2017.101080

Застосування інсектицидів для захисту насаджень смородини чорної проти фітофагів залежить від ефективних обробок модернізованим обприскувачем ОП-2000 (Україна), що дає можливість забезпечити зниження заселеності рослин сисними шкідниками у 5,8 рази. Показані конструктивні особливості розробленого спеціалізованого рухомого складу, з використанням модернізованого обприскувача, для досягнення бажаного ефекту

Ключові слова: смородина чорна, фітофаги, модернізований обприскувач, інсектициди, спеціалізований рухомий склад, сисні шкідники

Применение инсектицидов для защиты насаждений смородины черной против фитофагов зависит от эффективных обработок модернизированным опрыскивателем ОП-2000 (Украина), что дает возможность обеспечить снижение заселенности растений сосущими вредителями в 5,8 раз. Показаны конструктивные особенности разработанного специализированного подвижного состава, с использованием модернизированного опрыскивателя, для достижения желаемого эффекта

Ключевые слова: смородина черная, фитофаги, модернизированный опрыскиватель, инсектициды, специализированный подвижной состав, сосущие вредители

УДОСКОНАЛЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЙ ОПРИСКУВАЧІВ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ЗАХИСТУ СМОРОДИНИ ЧОРНОЇ ВІД ШКІДНИКІВ

А. В. Бакалова

Кандидат сільськогосподарських наук, доцент
Кафедра захисту рослин**

В. Є. Титаренко

Кандидат технічних наук, доцент
Кафедра автомобілів і автомобільного господарства
Житомирський державний технологічний університет
вул. Черняхівського, 103, м. Житомир, Україна, 10005
E-mail: Voldtit@gmail.com

В. Г. Радько

Кандидат сільськогосподарських наук, доцент*
E-mail: victor.radko@e-mail.ua

Т. В. Клименко

Кандидат сільськогосподарських наук, доцент*

О. І. Тримбіцька

Кандидат сільськогосподарських наук, доцент*
*Кафедра ґрунтознавства та землеробства**

**Житомирський національний агроєкологічний університет
бул. Старий, 7, м. Житомир, Україна, 10008

1. Вступ

Механізація, так як і в будь-якому технологічному процесі, в технологіях захисту рослин від шкідливих організмів є важливим важелем підвищення продуктивності праці та якості продукції смородини чорної.

Чорна смородина – одна з провідних ягідних культур. Ягоди цієї культури – цінна сировина для харчової та переробної промисловості, оскільки навіть після термічної обробки втрачають дуже малий відсоток аскорбінової кислоти.

Проблемою в технологіях вирощування ягід смородини чорної є значні втрати урожайності (30–40 %) від сисних шкідників. Тому, ефективні методи захисту рослин смородинових агроценозів від фітофагів – актуальна задача сьогодення.

2. Аналіз літературних даних і постановка проблеми

Ефективне застосування пестицидів при вирощуванні сільськогосподарських культур в Україні є важливою ланкою комплексної системи заходів захисту, що забезпечує збереження потенційного врожаю з високою якістю продукції [1].

Суттєві негативні чинники, що безпосередньо впливають на урожай сільськогосподарських культур – це шкідники [2]. Одним із найдієвіших способів боротьби з шкідливими організмами є хімічний метод, що полягає в обприскуванні масштабних промислових насаджень [3].

Застосування інсектицидів для захисту насаджень проти домінуючих груп сисних шкідників та отримання стабільних врожаїв залежить, насамперед, від вчасних якісних та ефективних обробок [4]. Хімічні засоби

боротьби проти шкідливих організмів вимагають наявності високоефективної техніки [5]. На початкових стадіях біологічного розвитку фітофагів проведення профілактичних заходів захисту дає можливість зменшити їх чисельність з меншими нормами витрати препаратів [6].

Сисні шкідники спричиняють велику шкоду сільськогосподарським культурам, в тому числі і насадженням смородини чорної [7].

Дослідження науковців показують, що у господарствах різних форм власності в технологіях захисту рослин в більшості використовуються стандартні обприскувачі типу ОП-2000 (Україна) та ін., які є порівняно малоефективними у системах захисту смородини від сисних фітофагів [8].

Аналіз літературних джерел свідчить про те, що для недопущення масових спалахів сисних фітофагів необхідно проводити моніторинг фітосанітарного стану насаджень [9].

За статистичними даними авторів [10], сисні комахи під час свого живлення знаходяться під листками.

При роботі стандартних обприскувачів середні та нижні яруси габітусу куща залишаються в зоні недосяжності хімікатів [11]. Для вирішення даної проблеми була поставлена задача модернізації штангового обприскувача ОП-2000, з подальшою розробкою спеціалізованого рухомого складу на його базі. При цьому була забезпечена можливість бокового розпилювання робочої рідини з регулюванням її дисперсності для забезпечення оптимальних зон обприскування. Бокове розпилювання малодисперсних фракцій забезпечує утворення «легкого туману», що стійко покриває верхні, середні та нижні зони куща з об'ємним ефектом епідермісу кожного листка.

3. Мета і завдання дослідження

Метою роботи є зменшення чисельності сисних фітофагів в агроценозі смородини чорної Полісся України.

Для досягнення поставленої мети вирішувались наступні завдання:

- визначення оптимальних зон розпилювання інсектицидів на кущах смородини чорної для подальшої модернізації обприскувача ОП-2000;
- удосконалення агрегатів для обприскування на базі модернізованого обприскувача ОП-2000 для використання в технологіях захисту смородини від шкідників;
- дослідження ефективності застосування розробленого рухомого складу з модернізованим обприскувачем.

4. Матеріали та методи досліджень ефективності застосування спеціалізованого рухомого складу в системі захисту смородини чорної від шкідників

Польові дослідження проводили в 2010–2016 рр. кафедрою захисту рослин Житомирського національного агроєкологічного університету в агроєкологічних умовах СФГ «Надія» Черняхівського району Житомирської області (Україна).

Ефективність пестицидів вивчали за способу обприскування рослин смородини чорної проти сисних фітофагів. Дослідження проводили на сорті Вернісаж, 6 року

використання, з нормою витрат робочої рідини із розрахунку 800 л/га. Маточний розчин при цьому готували безпосередньо перед внесенням.

Обстеження насаджень смородини чорної та облік заселеності її сисними фітофагами, проводили згідно загальноприйнятих у ентомології методик. Для визначення заселеності рослин сисними фітофагами використовували висічку (площею 3,14 см²) з облікових листків. В межах такої висічки за допомогою лупи підраховували кількість особин.

Ступінь заселеності рослин сисними фітофагами визначали за 9-ти бальною шкалою, наведеною в табл. 1.

Таблиця 1

Шкала визначення ступеня заселеності рослин смородини чорної сисними фітофагами

Бал	Ступінь заселеності	Заселеність	
		екз./листок, пагін	%
1	Дуже слабкий	<3	<5
2–3	Слабкий	3–5	5–25
4–5	Середній	16–40	26–50
6–7	Сильний	41–60	51–75
8–9	Дуже сильний	>60	>75

Обліки починають за появи перших листків і продовжують протягом всієї вегетації рослин.

Брунькового смородинового кліща обліковували окремим методом за кількістю пошкоджених бруньок на кущ. Для визначення відсотка заселених бруньок на п'яти гілках кожного куща підраховували загальну кількість та кількість заселених фітофагом бруньок.

Середню щільність фітофагів (екз./см²) визначали за формулою (1):

$$X = \frac{\sum xi}{S \times n}, \quad (1)$$

де $\sum xi$ – сумарна чисельність нарахованих особин фітофагів з усіх облікових листків, екз; S – площа облікової висічки, см²; n – кількість облікових листків, шт.

Площу висічки (S), зробленої за допомогою трубки, розраховували за формулою (2):

$$\pi R^2 = 3,14 \times R^2, \quad (2)$$

де R – внутрішній радіус трубки для висікання.

Обліки заселеності рослин смородини чорної звичайним павутинним кліщем починали проводити з IV етапу органогенезу (початок реактивації зимуючих самиць) та періодично продовжували впродовж літа. Оцінку заселеності рослин павутинним кліщем виконували за 9-ти бальною шкалою, наведеною в табл. 1.

Заселеність рослин шкідниками (%) визначали за формулою (3):

$$P = \frac{100 \times n}{N}, \quad (3)$$

де n – кількість заселених рослин, шт.; N – загальна кількість рослин в обліку, шт.

Технічну ефективність препаратів оцінювали за обліками чисельності шкідників та розраховували за формулою Гендерсона-Тілтона (4).

$$E = 1001 \times \left(\frac{B \times a}{A \times b} \right), \tag{4}$$

де a – щільність шкідника в контролі перед обробкою; b – щільність шкідника в контролі після обробки; A – щільність шкідника до обробки; B – щільність шкідника після обробки.

Проведення енергетичного аналізу в сільському господарстві необхідне для розроблення і оцінки ресурсо- і енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур. Такий підхід дає можливість вивчити доцільність використання добрив, біологічних та хімічних засобів захисту рослин, стимуляторів росту та інших заходів, що впливають на формування врожаю та його якість.

Енергетичний аналіз – це оцінка витрат непоновлюваної енергії на виробництво продукції, порівняно з кількістю отриманої енергії. При енергетичній оцінці розрахунки проводять у єдиних міжнародних одиницях – кілокалоріях (ккал) або джоулях (Дж).

Розрахунки витрат непоновлюваної енергії при вирощуванні різних сільськогосподарських культур виконуються на основі розроблених технологічних карт. Рівень витрат енергії, яка пов'язана із використанням добрив, палива, пестицидів, електроенергії, насіння, розраховують множенням кількості витраченого на гектар даного виду ресурсу на його енергетичний еквівалент.

Показником енергетичної оцінки технологій застосування пестицидів є коефіцієнт енергетичної ефективності (K_{ce}), який розраховують за формулою (5):

$$K_{ce} = \frac{E_y}{E_a} = \frac{A_{np} \times Y \times K_c}{E_a}, \tag{5}$$

де E_y – енергія, що міститься у вирощеній сільськогосподарській продукції, мДж/кг; E_a – непоновлювана енергія, витрачена на формування врожаю, мДж/кг; A_{np} – енергетичний еквівалент одержаної продукції, мДж/кг; Y – урожайність, кг/га; K_c – коефіцієнт вмісту сухої речовини; E_b – усі енерговитрати для виробництва продукції на 1 га, мДж.

Енерговитрати визначають за формулою (6):

$$E_b = E_{np} + E_p = \frac{E_j + E_m + E_z + E_{Tz}}{P_p} + E_p, \tag{6}$$

де E_{np} – прямі витрати енергії, мДж/кг; E_p – витрати енергії на виробництво добрив, пестицидів, насіння та інших речовин, мДж/га; E_j – енерговитрати живої праці, мДж/год.; E_m , E_z – енергоємність машин, зчіпок і енергетичних засобів за годину, мДж; E_{Tz} – енергоємність транспортного засобу (автомобіль + причіп, трактор + причіп), мДж/га; P_p – продуктивність агрегату за 1 годину, га/год.

Прямі витрати енергії визначаються за формулою (7):

$$E = H_n \times A_n + H_e \times K_e + H_T \times K_k, \tag{7}$$

де H_n , H_e , H_T – витрати палива (кг/га), електроенергії (кВт·год./га) і тепла (ккал/га); A_n – теплоємність

палива, мДж/кг; $K_e=3,6$ – коефіцієнт переходу від 1 кВт·год до 1 мДж; $K_k=0,00419$ – коефіцієнт переходу від 1 ккал до 1 мДж.

Витрати електроенергії H_e на одиницю площі (кВт·год./га) при урожайності Y (кг/га) цієї культури визначають за формулою (8):

$$H_e = P_e \times Y, \tag{8}$$

де P_e – витрати електроенергії на переробку продукції, підготовку насіння до висіву, кВт·год./кг.

Аналогічно визначаються витрати теплової енергії (H_T) на одиницю площі, мДж/га:

$$H_T = P_T \times Y, \tag{9}$$

де P_T – витрати теплової енергії на переробку продукції, підготовку насіння, добрив і пестицидів на одиницю маси, мДж/кг.

Матеріалізовані витрати енергії E_p (мДж/га) на добрива, пестициди, воду та інші речовини, що використовуються в технологіях виробництва і збирання сільськогосподарської продукції, визначаються через норми та термін дії речовини:

$$E_p = \frac{A_p \times H_p}{T_p}, \tag{10}$$

де A_p – енергетичний еквівалент (витрати енергії на виробництво одиниці речовини), мДж/кг; H_p – норма внесення речовини на одиницю площі, кг/га; T_p – термін дії речовини (мінеральних добрив, пестицидів – 1 рік, органічних добрив – 3 роки).

Енерговитрати живої праці E_j (мДж/год.) обслуговуючого персоналу, який бере участь у технологічному процесі, визначаються на основі норм, які передбачають градацію праці на дуже важку, середню, легку і дуже легку.

$$E_j = \Pi_o \times A_o \times \Pi_z \times A_z, \tag{11}$$

де Π_o , Π_z – кількість основних (трактористи, комбайнери тощо) і залучених (сівачі, вантажники тощо) працівників, чол.; A_o , A_z – відповідні енергетичні еквіваленти витрат живої праці основних і залучених працівників, мДж/год.

Енергоємність машин E_m , зчіпок E_z , тракторів (E_T), в мДж/год., що припадає на 1 годину праці, визначають за формулою (12):

$$E_m(E_z, E_T) = \frac{A_m \times M_m}{100} \left[\frac{\Phi_m}{T_{nm}} + \frac{\Phi_{mk} + \Phi_{ml}}{T_{zm}} \right], \tag{12}$$

де A_m – енергетичний еквівалент машини, мДж/кг; M_m – маса машини, кг; Φ_m , Φ_{mk} , Φ_{ml} – відрахування на реновацію, капітальний і поточний ремонт машини (зчіпки, трактора), %; T_{nm} і T_{zm} – нормативна і зональна зайнятість машини, год./рік. Потрібно мати на увазі, що складні машини і трактори підлягають капітальному ремонту, а зчіпки, прості машини та знаряддя мають тільки поточний ремонт і технічне обслуговування.

Енергоємність транспортного засобу (автомобіля + причепа) E_{Tz} (мДж/км) при перевезенні сільськогосподарської продукції визначають за формулою (13):

$$E_{T3} = \frac{A_a \times M_a \times V \times Y(\Phi_{ap} + \Phi_{ak} + \Phi_{aa})}{5 \times 10^4 \times \Gamma_a}, \quad (13)$$

де A_a – енергетичний коефіцієнт автомобіля, мДж/кг; M_a – маса автомобіля, кг; V – відстань перевезення вантажу, км; Y – урожайність, кг/га; Φ_{ap} , Φ_{ak} , Φ_{aa} – відрахування на реновацію, капітальний ремонт і амортизацію на 1000 км пробігу, %; Γ_a – вантажопідйомність автомобіля, кг.

Для автомобіля витрата палива Π_a (кг/т) на одиницю маси перевезеної продукції визначають за формулою (14):

$$\Pi_a = \left(N_a + \frac{N_a \times K_a}{100} \right) \frac{2V \times \Pi_n}{100 \times \Gamma_a}, \quad (14)$$

де N_a – лінійна норма витрат палива на 100 км пробігу, л; K_a – збільшення норми залежно від категорії дороги чи інших факторів, %; V – відстань перевезення продукції, км; Π_n – густина палива (бензину $\Pi_n = 0,72$ кг/л, дизельного палива $\Pi_n = 0,82$ кг/л); Γ_a – вантажопідйомність автомобіля, т.

Економічна ефективність перебуває у прямій залежності від розміру збереженого врожаю (приросту) та витрат на захисні заходи.

Основними показниками, що характеризують економічну ефективність застосування пестицидів, є чистий прибуток, собівартість одиниці продукції і рівень рентабельності.

Економічну ефективність визначають, порівнюючи вартість додатково отриманої продукції, одержаної від застосування заходу захисту, з витратами, пов'язаними з одержанням їх приросту.

Чистий прибуток ($D_{чп}$, в грн./га) становить різницю між вартістю збереженої продукції та додатковими витратами на її отримання:

$$D_{чп} = V_y \times \Pi_z - (V_x + V_z + V_T), \quad (15)$$

де Y – кількість збереженого врожаю, кг/га; Π – ціна продукції, грн./кг; V_x – витрати на придбання і застосування пестициду, грн./га; V_z – витрати на збирання збереженого врожаю, грн./га; V_T – витрати на транспортування збереженого врожаю, грн./га.

Рівень рентабельності – відношення чистого прибутку до витрат:

$$P = \frac{D_{чп} \times 100}{V_{zx}}, \quad (16)$$

де P – рівень рентабельності, %; $D_{чп}$ – додатково чистий прибуток, грн./га; V_{zx} – сумарні витрати для збереження врожаю, грн./га.

Економічну ефективність підраховували методом співставлення вартості отриманої додаткової продукції та всіх витрат на проведення захисних заходів і збирання ягід.

5. Розробка спеціалізованого рухомого складу в системі захисту смородини чорної від сисних фітофагів

Сільськогосподарська техніка для обробки насаджень ягідних культур відноситься до механічних відновлювальних систем. Відновлення нормального функціонування агрегатів для обприскування залежить не лише від рівня ремонтпридатності техніки, але й від можливості її технічного переоснащення, використання передових методів новітніх технологій.

Для розробки ефективної системи захисту насаджень смородини чорної була проведена модернізація штангового обприскувача ОП-2000 (табл. 2) та створено спеціалізований рухомий склад (СРС) з його використанням. Спеціалізований рухомий склад (рис. 1) включає силову тягову установку марки МТЗ-82 (Білорусь), з'єднувальний пристрій, що забезпечує маневреність і гнучкість системи, та модернізований оприскувач ОП-2000.

Така модель СРС забезпечує досягнення оптимальності зон обприскування кущів смородини, з урахуванням нижнього, середнього та верхнього ярусів, надійно захищаючи рослини. Модернізована конструкція оприскувача дає можливість отримати рівномірне покриття препарату на всіх ярусах куща смородини чорної та ефективно розпилювати робочу рідину з туманоподібним ефектом.

Таблица 2

Режими роботи модернізованого оприскувача ОП-2000 в насадженнях смородини чорної

Висота куща, м	Норма обприскування, л/га	Ширина міжрядь, м	Швидкість руху, км/год	Тиск в комунікації, кгс/см ²	Діаметр отвору щільового розпилювача, мм	Схема розміщення бокових розпилювачів на обприскувачі	Схема руху агрегату
1,0–1,2	800	3,0	1,2–1,4	0,3–0,4	3,0		

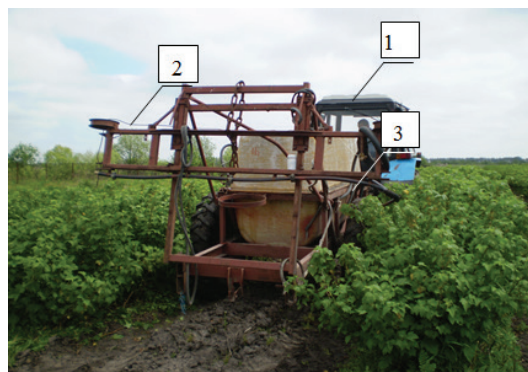


Рис. 1. Загальний вигляд спеціалізованого рухомого складу для обприскування смородини чорної пестицидами: 1 – силова тягова установка; 2 – модернізований оприскувач; 3 – з'єднувальний пристрій

До конструктивних особливостей модернізованого обприскувача слід віднести:

1. Симетричне встановлення з двох боків обприскувача ОП-2000 спеціальних дугових кронштейнів для кріплення трубопроводів з оригінальною конструкцією форсунок (рис. 2).

2. Розраховану геометрію дугоподібних кронштейнів і кути нахилу форсунок (рис. 3) із умови досягнення оптимальних зон розпилювання робочої рідини при обприскуванні насаджень смородини.

Дугоподібні кронштейни встановлені з двох боків обприскувача, що забезпечує можливість одночасної односторонньої обробки двох суміжних рядів насаджень або, іншими словами, одного міжряддя.

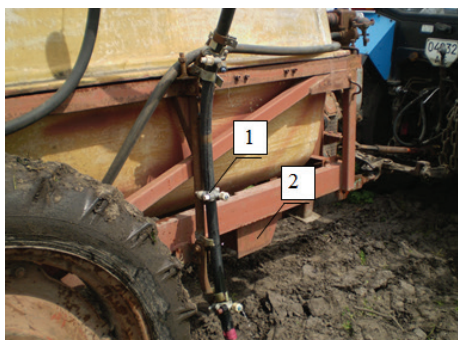


Рис. 2. Загальний вигляд модернізованого обприскувача: 1 – дугові кронштейни з спец. форсунками; 2 – шасі напівпричепи обприскувача ОП-2000

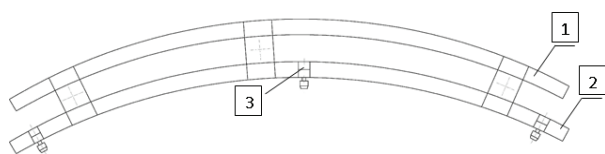


Рис. 3. Дугоподібний кронштейн: 1 – кронштейн; 2 – трубопровід; 3 – спеціальна форсунка

Для розрахунку геометричних розмірів агрегату були визначені наступні вихідні параметри: ширина міжрядь – 3000 мм, ширина спеціалізованого агрегата – 1500 мм, висота куща смородини – 1200 мм та його розлогість (габітус) – 1200 мм.

Довжина дуги кронштейнів (1250 мм) визначена конструктивно, виходячи з середніх розмірів куща смородини чорної.

При русі спеціалізованого агрегату в процесі обприскування насаджень смородини чорної забезпечується:

- верхньою форсункою модернізованого обприскувача оптимальне обприскування верхньої зони кущів з одного боку ряду;
- середньою форсункою – середньої частини габітуса куща;
- нижньою форсункою – нижньої зони листової крони, з найбільшою заселеністю шкідників, за схемою (рис. 4).

Точка А (рис. 4) сходження потоків дисперсного пилу пестицидів повинна знаходитись наближено на відстані 200–250 мм за середину куща для досягнення ефекту перекриття зон обприскування. Виходячи з таких міркувань, були визначені геометричні параметри розміщення форсунок за розрахунковою схемою (рис. 5).

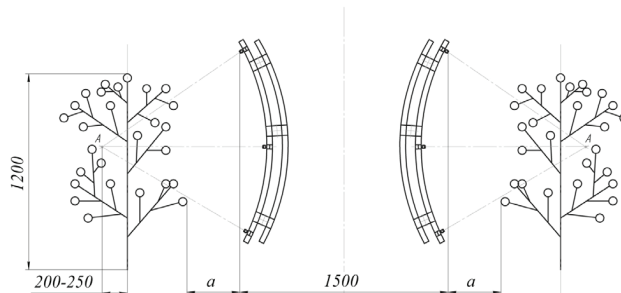


Рис. 4. Схема обробки міжряддя смородини чорної

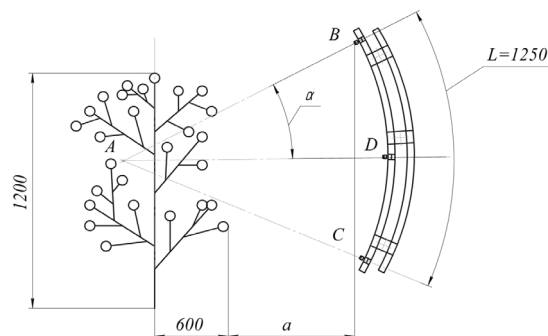


Рис. 5. Схема розрахунку геометричних параметрів положення форсунок на кронштейні відносно куща смородини

На рис. 5 відстань від крайніх форсунок до краю куща (а) визначається різницею ширини міжряддя по осі кущів та шириною агрегату. Дана різниця ділиться на два і від отриманого значення віднімається число 600 мм (половина ширини куща). В даному випадку розрахункове значення $a = 150$ мм.

В трикутнику ABC AD є висотою, яку розраховуємо як суму чисел перекриття (200 мм), половини ширини куща (600 мм) та відстані від форсунок до краю куща ($a = 150$ мм). Розрахункове значення $AD = 950$ мм. Розглядаючи один із трикутників (ABD чи ADC) визначаємо кут α нахилу осі форсунки відносно горизонтальної лінії, що перпендикулярна до осі симетрії спеціалізованого агрегату.

$$\alpha = \arctg \frac{BD}{AD} \tag{17}$$

Прийнявши припущення, що BD наближено дорівнює половині дуги L, отримуємо кут $\alpha = 33,3^\circ$.

Радіус дуги R кронштейнів для кріплення труб і форсунок розпилювача визначається розмірами сторін $AB = AC = R = 1137$ мм з трикутника ABC.

Завдяки використанню бокових розпилювачів з регулюючими форсунками (схема розміщення наведена в табл. 2), обприскувач створює дрібнодисперсне туманоподібне середовище, що забезпечує обробку одного міжряддя насаджень за один прохід агрегату.

Важливим моментом технології обробки є забезпечення розробленим СРС узгодженості інтенсивності розпилювання та швидкості руху агрегату. Практично встановлено, що оптимальність обробки інсектицидами насаджень смородини чорної забезпечується в інтервалі швидкості руху 1,2–1,4 км/год. (4–4,6 м/сек) використанням в складі спеціалізованого агрегату трактора МТЗ-82

в узгодженні з нормою витрати робочої рідини модернізованим обприскувачем 800 л/га.

6. Обговорення результатів зменшення чисельності сисних фітофагів в насадженнях смородини чорної в агроекологічних умовах Полісся України

Використані аналітичні та статистичні методи досліджень. Дослідження проводились на VI, VIII, X етапах органогенезу смородини чорної в агроекологічних умовах СФГ «Надія» Житомирської області (Україна). Порівняння ефективності обприскування виконувались для штангового та модернізованого обприскувача, результати яких занесені в табл. 3.

Із даних табл. 3 випливає, що в залежності від варіантів досліджень захисту рослин смородини чорної від сисних фітофагів, значення сумарного коефіцієнта заселеності ΣКз змінюється. Виконавши порівняння цього параметру за його середніми значеннями для приведених в табл. 3 варіантів захисту приходимо до наступних висновків:

1. Зменшення щільності шкідників за сумарним коефіцієнтом заселеності (ΣКз) складає 1,5 рази при використанні штангового обприскувача ОП-2000.

2. Використання модернізованого обприскувача зменшує чисельність шкідників у 5,8 раз за ΣКз, що у 3,9 рази краще ніж при застосуванні не модернізованого.

Зменшення чисельності сисних фітофагів та стимуляція росту і розвитку рослин позитивно впливає на структуру урожайності ягід смородини чорної, про що свідчать дані табл. 4.

Із даних табл. 4 видно, що для різних варіантів досліджень маса ягід грони смородини чорної змінюється:

1. Мінімальні величини маси ягід в інтервалі 1,3–2,1 г дає варіант без обприскування.

2. Розміри ягід в інтервалах 1,7–2,4 г та 1,9–3,0 г забезпечуються при використанні штангового та модернізованого обприскувачів відповідно.

3. При застосуванні модернізованого обприскувача ОП-2000 маса ягід з куща збільшується 1,418 до 1,598 кг.

Покращення елементів структури урожайності ягід смородини чорної забезпечує значне збільшення маси ягід, про що свідчать дані табл. 5.

Із даних табл. 5 випливає, що застосування модернізованого замість штангового обприскувача дає можливість забезпечити підвищення урожайності ягід з 1,6 до 2,4 т/га.

Аналітичні розрахунки прогнозування даних урожаю підтверджують достовірність результатів досліджень, оскільки найменша істотна різниця (НІР_{0,5}) значно менша приривки урожаю.

Розрахунки енергетичної та економічної ефективності, приведені в табл. 6.

Дані, приведені в табл. 6, свідчать про те, що при застосуванні модернізованого обприскувача замість штангового ОП-2000 підвищується коефіцієнт енергетичної ефективності від 1,19 до 1,27 одиниць. При обприскуванні смородини чорної модернізованим обприскувачем чистий прибуток збільшився з 1646 до 2584 \$/га при зміні окупності затрат від 3,2 до 3,9 раз.

Переваги використання спеціального рухомого складу з модернізованим обприскувачем випливають з висновків про економічну ефективність. Дослідження вирішують в певній мірі актуальну проблему зменшення втрат урожайності від сисних шкідників та можуть бути використані в умовах Полісся України. Дослідження можуть мати продовження при подальшому вдосконаленні конструкцій систем захисту від шкідників.

Таблиця 3

Технічна ефективність застосування модернізованого обприскувача ОП-2000 на смородині чорній (СФГ «Надія» Черняхівського району Житомирської обл., Україна, 2010–2016 рр.)

№ п/п	Варіанти	Ярус	Щільність шкідників по ярусах, колоній										ΣКз
			ВСП		ЧГП		АПП		СБК		ЗПК		
			колон./кущ	Кз	колон./кущ	Кз	колон./кущ	Кз	брун./кущ	Кз	екз./кущ	Кз	
1	Контроль – без обприскування	1	27,3	1,0	29,1	1,0	32	1,0	44	1,0	55	1,0	5,0
		2	17,5	0,64	18,0	0,62	16,9	0,53	28	0,64	36	0,65	3,08
		3	9,7	0,35	12,1	0,42	10,2	0,32	13	0,30	23	0,42	1,81
2	ОП-2000 (штанговий)	1	18,3	0,67	21,1	0,72	21	0,66	32	0,73	38	0,69	3,47
		2	10,5	0,38	13,5	0,46	13,4	0,42	16	0,36	22	0,40	2,02
		3	7,6	0,28	8,8	0,30	8,5	0,26	8	0,18	12	0,22	1,24
3	ОП-2000 (модернізований)	1	5,3	0,19	6,3	0,22	6,9	0,22	10	0,23	11	0,20	1,06
		2	2,2	0,08	3,3	0,11	2,0	0,06	5	0,11	4	0,07	0,43
		3	1,1	0,04	2,1	0,07	0,5	0,02	2	0,04	2	0,04	0,21

Примітки: 1 – верхній ярус; 2 – середній ярус; 3 – нижній ярус; ВСП – велика смородинова попелиця; ЧГП – червоносмородинова галова попелиця; АПП – агрусова пагонова попелиця; СБК – смородиновий бруньковий кліщ; ЗПК – звичайний павутинний кліщ; Кз – коефіцієнт заселення; ΣКз – сумарний коефіцієнт заселеності

Таблиця 4

Структура урожайності ягід при застосуванні різних обприскувачів на смородині чорній (СФГ «Надія» Черняхівського району Житомирської обл., 2010–2016 рр.)

Варіант досліджу	Маса ягід з грона, г			Маса 100 ягід, г	Маса ягід з куща, кг
	дрібні	середні	великі		
Контроль – без обприскування	1,3	1,8	2,1	172	1,058
ОП-2000 (штанговий)	1,7	2,1	2,4	228	1,418
ОП-2000 (модернізований)	1,9	2,7	3,0	253	1,598

Таблиця 5

Господарська ефективність при застосуванні різних оприскувачів на смородині чорній (СФГ «Надія» Черняхівського району Житомирської обл., 2010–2016 рр.)

№ п/п	Варіант досліджу	Урожайність по роках, т/га								
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	середнє	± до контролю
1	Контроль без обприскування	4,6	4,9	4,5	5,0	5,1	4,6	4,2	4,7	–
2	ОП-2000 (штанговий)	6,8	6,2	5,9	6,0	6,8	6,1	6,3	6,3	1,6
3	ОП-2000 (модернізований)	7,2	6,9	7,0	6,8	7,2	7,1	7,5	7,1	2,4
4	НІР ₀₅	0,11	0,15	0,09	0,13	0,14	1,10	0,12	–	–

Примітка: НІР₀₅ – найменша істотна різниця, що розрахована з точністю 0,5 т/га

Таблиця 6

Ефективність застосування модернізованого оприскувача при захисті смородини чорної (СФГ «Надія» Черняхівського району Житомирської обл., Україна, 2010–2016 рр.)

№ п/п	Варіант досліджу	Урожайність т/га	Енергетична ефективність, мДж/га				Економічна ефективність			
			енергія, акумульована в прирості урожаю	енерго витрати на одержання урожаю	отримано чистої енергії	КЕЕ	вартість урожаю, грн./га	собівартість урожаю, грн./га	чистий прибуток, грн./га	рентабельність врожаю, %
1	Контроль без обприскувача	4,7	12901	11280	1621	1,14	56400	13307	43093	324
2	ОП-2000 (штанговий)	6,3	17293	14534	2759	1,19	75600	16109	59491	369
3	ОП-2000 (модернізований)	7,1	19489	15336	4153	1,27	85200	17534	67666	386

6. Висновки

1. Для забезпечення оптимальних зон розпилювання робочої рідини розраховані геометричні параметри (довжини дуг кронштейнів L=1250 та кути нахилу α форсунок) спеціальних кронштейнів для модернізації штангового обприскувача ОП-2000).

2. На базі модернізованого обприскувача виконано компонування спеціалізованого рухомого складу для ефективного обприскування смородини чорної в системі захисту від сисних шкідників.

3. Дослідження ефективності застосування розробленого спеціалізованого рухомого складу показали наступні основні результати:

а) зменшення кількості сисних шкідників у 3,9 рази в порівнянні з варіантом застосування немодернізованого обприскувача за рахунок збільшення зон досяжності інсектицидів листяного покриву куща;

б) збільшення урожайності ягід смородини чорної з 1,6 до 2,4 т/га за рахунок зменшення втрат від сисних шкідників, що збільшує чистий прибуток від 1646 до 2584 \$.

Література

- Скрипник, О. Обираємо найкраще [Текст] / О. Скрипник // Агробізнес сьогодні. – 2010. – № 10. – С. 8.
- Smatas, R. Diversity and sex ratio of thrips (Thysanoptera species) in winter wheat in Lithuania [Text] / R. Smatas, K. Tamosiunas, V. Danyte // Zemdirbyste-Agriculture. – 2013. – Vol. 100, Issue 3. – P. 289–292. doi: 10.13080/z-a.2013.100.037
- Степанюк, О. «Роса» – новий погляд на виробництво [Текст] / О. Степанюк // Агробізнес сьогодні. – 2010. – № 10. – С. 12.
- Turcotte, R. M. Spatial and Temporal Distribution of Imidacloprid Within the Crown of Eastern Hemlock [Text] / R. M. Turcotte, A. Lagalante, J. Jones, F. Cook, T. Elliott, A. A. Billings, Y.-L. Park // Journal of Insect Science. – 2017. – Vol. 17, Issue 1. – P. 22. doi: 10.1093/jisesa/iew120
- Марченко, В. Пропозиції на ринку самохідних оприскувачів [Текст] / В. Марченко, В. Опалко // Пропозиція. – 2010. – № 5. – С. 6.
- Goldasteh, S. Effect of four wheat cultivars on life table parameters of Schizaphis graminum (Hemiptera: Aphididae) [Text] / S. Goldasteh, A. Talebi, E. Rakhshani, S. H. Goldasteh // J. Crop Prot. – 2012. – Vol. 1, Issue 2. – P. 121–129.
- Tofangsazi, N. Demography of greenbug, Schizaphis graminum (Rondani) (Hemiptera: Aphididae) on six barley cultivars [Text] / N. Tofangsazi, K. Kheradmand, S. Shahrokhi, A. A. Talebi // Archives Of Phytopathology And Plant Protection. – 2011. – Vol. 44, Issue 5. – P. 484–492. doi: 10.1080/03235400903145285
- Бардин, Я. Б. Українській машині немає конкурентів [Текст] / Я. Б. Бардин, С. В. Таран // Пропозиція. – 2010. – № 5. – С. 16.
- Strazynski, P. Aphids of the genus Diuraphis caught by Johnson suction trap in Poznań, Poland [Text] / P. Strazynski, M. Ruskowska, A. Krowczynska // Journal of Plant Protection Research. – 2016. – Vol. 56, Issue 4. – P. 328–330. doi: 10.1515/jppr-2016-0053
- Vasicek, A. Biological and demographical statistics of Diuraphis noxia (Mordv.), Metopolophium dirhodum (Wlk.), Rhopalosiphum padi (L.), Schizaphis graminum (Rond.) and Sipha maydis (Pass.) (Hemiptera: Aphididae) on different cultivars of Avena sativa L. under controlled conditions [Text] / A. Vasicek, F. Rossa, A. La-Paglioni, M. Lopez // Boletin de la Sociedad Entomologica Aragonesa. – 2010. – Issue 46. – P. 591–596.
- Лысов, А. К. Что нового на рынке технических средств защиты растений [Текст] / А. К. Лысов // Защита и карантин растений. – 2010. – № 2. – С. 81–82.