

В.О. РОМАНКО, кандидат сільськогосподарських наук

Т.М. ЖУРАВЧАК, науковий співробітник

О.Я. БОКШАН, кандидат біологічних наук

Закарпатський територіальний центр карантину рослин Інституту захисту рослин НААН

ОВЩИДНА ДІЯ ФТОРИСТОГО СУЛЬФУРИЛУ ПРОТИ ШКІДНИКІВ ЗАПАСІВ

Досліджено токсичну дію фтористого сульфурилу проти вогнівки млинової, довгоносіка комірного та зерноїда квасолевого на стадії яйця залежно від температури. Повну загибель шкідників запасів отримували при фумігації фтористим сульфурилом при ДКЧ в межах від 443,02 до 1919,76 та експозицій від 22 до 54 год, залежно від температури та шкідника. Ефективність фумігації фтористим сульфурилом можна підвищувати не лише збільшенням значень ДКЧ, але й підвищенням температури.

фтористий сульфурил, фумігація, шкідники запасів, стадія яйця, температура

Протягом останнього десятиліття в багатьох країнах проводяться дослідження з вивчення токсичної дії фтористого сульфурилу проти ряду регульованих шкідливих організмів, зокрема шкідників запасів, основною метою яких є отримання 100% ефективності даного фуміганту [6, 8, 11]. Це у свою чергу дасть можливість з'ясувати перспективи застосування фтористого сульфурилу у карантинному знезараженні, при якому ще донедавна використовували вже заборонений нині бромистий метил.

Складність пошуку альтернативи бромистого метилу полягає, перш за все, у високій ефективності забороненого бромистого метилу при знезараженні шкідників на будь-якій стадії розвитку. З літературних даних відомо, що шкідники на стадії яйця відзначаються високою стійкістю до фтористого сульфурилу, порівняно з постембріональними стадіями [7, 8, 11].

Проте, існують дані щодо можливості отримання 100% загибелі комах на стадії яйця за фумігації фтористим сульфурилом [7, 10, 11]. Тому перед нами була поставлена мета — дослідити токсичну дію фтористого сульфурилу на яйця шкідників запасів за різних температур.

Об'єкти та методика досліджень. Досліди з фумігації проводили у

лабораторії Закарпатського територіального центру карантину рослин Інституту захисту рослин НААН України.

Об'єкти досліджень: овідцідна дія фтористого сульфурилу, шкідники запасів (зерноїд kwasолевий *Acanthoscelides obtectus* Say, вогнівка млинова *Ephestia kchniella* Zell., довгоносик комірний *Sitophilus granarius* L.).

Фумігацію проводили в лабораторних умовах у спеціально виготовлених камерах об'ємом 3 л та обладнаних відповідно до потреб подібних досліджень. Концентрацію фтористого сульфурилу в камері вимірювали інтерферометром ШІ-11 [2].

Основним показником, який визначав ефективність фуміганту, було значення добутку концентрації на тривалість експозиції (далі ДКЧ), який виражається в годинаграмах [3]. Досліджували можливість встановлення 100% ефективності даного фуміганту на яйця шкідників за різних температур.

Для фумігації комірнього довгоносика на стадії яйця, наважки зараженого комахами субстрату (масою до 9,0—10,0 г зерна) поміщали у газопроникні садки. По закінченню експозиції та дегазації субстрат пересипали в пробірки, які закривали газопроникною тканиною і витримували в лабораторних умовах (кімнатна температура та вологість) до початку виходу імаго. Після початку виходу імаго підраховували кількість особин в дослідних варіантах та контролі, при цьому розтирали зерна пшениці і вираховували також кількість прихованих особин у живому стані. Далі підраховували загальну кількість особин комах у повторності і визначали кількість особин комах на 1 г. Загибель комах в досліді визначали за формулою:

$$E = 100 - \left(\frac{D}{K} \times 100 \right),$$

де E — загибель комах в досліді з урахуванням контролю, %; D — кількість живих особин комах у 1 г субстрату в досліді після фумігації, штук; K — кількість живих особин комах у 1 г субстрату в контролі, шт.

Для фумігації яйця kwasолевого зерноїда та млинової вогнівки поміщали в газопроникні садки, які в свою чергу — у фумігаційні камери. Після закінчення експозиції та дегазації яйця комах поміщали в чашки Петрі для подальших обліків загибелі (відродження личинок із яєць) та витримували в лабораторних умовах. Для фумігації використовували по 100 яєць в одній повторності. Кількість повторностей в одному варіанті — 3.

Ефективність фумігації визначали з врахуванням контролю за формулою Аббота. Статистичну обробку даних проводили на рівні значимості — 0,05 за методикою Б. Доспехова [1], а також за допомогою комп'ютерних математичних функцій, що вбудовані в програму Microsoft Excel 2003.

Лабораторні дослідження проводили за параметрами фумігації в межах: ДКЧ — від 443,02 до 1919,76 годинограмів, середньої концентрації — від 20,10 до 35,55 г/м³, експозиції — від 22 до 54 годин, залежно від температури (від 15 до 31°C та вище).

Результати досліджень та їх обговорення. Отримані результати досліджень свідчать, що температура істотно впливала на ефективність фтористого сульфурилу проти ембріональних стадій шкідників. Так, при температурі 31°C та вище комахи на стадії яйця виявились чутливішими до фтористого сульфурилу (летальні норми — 443,02—649,49 годинограмів, залежно від шкідника), ніж при температурах 27—30°C (летальні норми — 482,40—871,68 годинограмів), 23—26°C (летальні норми — 551,31—1115,76 годинограмів), 19—22°C (летальні норми — 754,78—1542,37 годинограмів) та 15—18°C (летальні норми — 976,29—1919,76 годинограмів) відповідно (таблиця).

Залежність ефективності овцидної дії фтористого сульфурилу від температури чітко прослідковується за порівняння чутливості певного виду шкідника до фтористого сульфурилу при різних температурах. Збільшення температури з 15 до 31°C підвищує чутливість яєць вогнівки млинової до фтористого сульфурилу у 3,0 рази, яєць зерноїда квасолевого — 2,2, а довгоносика комірного — у 2,3 рази. Отримані результати досліджень свідчать про те, що ефективність фумігації фтористим сульфурилом можна підвищувати не лише збільшенням токсичного навантаження на комах, тобто підвищенням значень ДКЧ, але й збільшенням температури, що є більш економічно обґрунтовано.

Вплив температури на токсичну дію фтористого сульфурилу проти комах описано в низці публікацій [5, 9, 12, 13]. Так, при фумігації фтористим сульфурилом (експозиція 24 години, концентрація 180 г/м³) проти яєць *Carpophilus hemipterus* за температури 15°C загибель становила 56,5%. Підвищення температури при тих же параметрах фумігації сприяло збільшенню загибелі шкідника: за температури 20°C загибель яєць *Carpophilus hemipterus* становила 91,1%, за температури 25°C — 100% [9]. За фумігації проти *Chlorophorus annularis* збільшення температури від 15 до 26°C сприяло зниженню концентрації в 1,5 рази, при цьому зберігалась 100% ефективність фуміганту [13]. За фумігації фтористим сульфурилом проти *Oryzaephilus mercator* підвищення температури на 3°C призводило до зниження значення летальних норм на 10% [3].

Слід зазначити, що досліджувані нами шкідники на стадії яйця виявились значно стійкішими до фтористого сульфурилу, порівняно з постембріональними стадіями. Для порівняння повну загибель шкідників запасів на постембріональних стадіях розвитку отримували при фумігації фтористим сульфурилом за ДКЧ в межах від 12,31 до 102,55 годинограмів та експозицій від 2 до 4 год залежно від температури [10].

*Летальні норми фтористого сульфуриту проти шкідників запасів
на ембріональній стадії розвитку*

Видова назва шкідника	Температура, °С	Концентрація, г/м ³	Експозиція, годин	ДКЧ, годиниграмів
Зерноїд квасолевий	15—18	34,87	28	976,29
	19—22	31,45	24	754,78
	23—26	22,97	24	551,31
	27—30	20,10	24	482,40
	31 та вище	20,10	22	443,02
Вогнівка млинова	15—18	35,55	54	1919,76
	19—22	32,13	48	1542,37
	23—26	23,25	48	1115,76
	27—30	34,87	25	871,68
	31 та вище	25,98	25	649,49
Довгоносик комірний	15—18	29,40	48	1411,10
	19—22	25,30	48	1214,20
	23—26	33,50	30	1005,00
	27—30	35,55	24	853,22
	31 та вище	25,30	24	607,10

В середньому на стадії яйця зерноїд квасолевий виявився у 7,2 раза більш стійким порівняно зі стадією лялечки, вогнівка млинова — у 16,0, а довгоносик комірний — у 16,5 раза відповідно.

Така суттєва різниця чутливості між ембріональними та постембріональними стадіями комах до фтористого сульфуриту зумовлена особливістю токсичної дії даного фуміганту.

Отримані нами результати досліджень подібні з даними літератури щодо стійкості яєць шкідників до фтористого сульфуриту. Зокрема К. Бел (2004) вказує на те, що стійкість яєць шкідників до фтористого сульфуриту може бути вищою від 3 до кількох десятків разів, порівняно з постембріональними стадіями [6]. Д. Балтаці та ін. (2008) зазначають, що стійкість яєць *Cryptolestes ferrugineus* Stephens до фтористого сульфуриту у 7 разів вища порівняно з їх імаго [5].

Таким чином, за результатами досліджень встановлено 100% ефективність овідичної дії фтористого сульфуриту проти шкідників запасів. Проте, на відміну від постембріональних стадій, повне знищення на стадії яйця було можливе при застосуванні значно вищих значень ДКЧ (в межах від 443,02 до 1919,76 годиниграмів) та експозицій (від 22 до 54 год), залежно від температури та шкідника (таблиця).

Вогнівка млинова на стадії яйця виявились найбільш стійкою до фтористого сульфурилу. Летальні норми були в межах 649,49—1919,76 годинограмів, залежно від температури. Найменш стійкими до фтористого сульфурилу виявились яйця зерноїда квасолевого, 100% загибель яких отримували за ДКЧ в межах 443,02—976,29 годинограмів, залежно від температури.

ВИСНОВКИ

1. За результатами лабораторних досліджень встановлено летальні норми ДКЧ фтористого сульфурилу проти шкідників запасів зернобобової продукції на ембріональних стадіях розвитку. Фумігація фтористим сульфурилом за ДКЧ 649,49 годинограмів при температурі 31°C, за ДКЧ 871,68 годинограмів при температурі 27°C, за ДКЧ 1115,76 годинограмів при температурі 23°C, за ДКЧ 1542,37 годинограмів при температурі 19°C та за ДКЧ 1919,76 годинограмів при 15°C забезпечує 100% загибель довгоносики комірного, зерноїда квасолевого та вогнівки млинової на стадії яйця — найбільш стійкої проти фуміганту. Такі параметри знезараження фтористим сульфурилом є цілком прийнятними для виробничої фумігації.
2. Температура виявилась основним параметром, який впливав на зміну летальних норм фтористого сульфурилу проти шкідників на стадії яйця.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. — М.: Колос, 1973. — 336 с.
2. *Мамонтов В.А.* Определение концентрации фтористого сульфурила / В.А. Мамонтов // Міжнародний симпозіум. Інтегрований захист плодових культур і винограду. Збірник наукових статей. — Ужгород, 2000. — С. 77.
3. *Мордкович Я.Б.* Карантинная фумигация / Я.Б. Мордкович, Г.Г. Вашакмадзе. — Ростов на Дону: Изд-во ун-та, 2001. — 230 с.
4. *Романко В.О.* Фумігація фтористим сульфурилом шкідників запасів / В.О. Романко, Т.М. Журавчак // Фитосанитарная безопасность и контроль сельскохозяйственной продукции. Информационный бюллетень №44. — Бояны, 2013. — С. 214—219.
5. *Baltaci Deniz.* Sulfuryl Fluoride Against All Life Stages Of Rust-Red Grain Beetle (*Cryptolestes Ferrugineus*) And Merchant Grain Beetle (*Oryzaephilus mercator*) / Deniz Baltaci, Dagmar Klementz, Vdrbel Gerowitz, Mike J. Drinkall, Christoph Reichmuth // Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions, 11—14 November — Orlando, 2008. — P. 87.

6. *Bell C.H.* The use of sulphuryl fluoride in Europe for structure and commodity disinfection / C. H. Bell // Proceedings of international conference on alternatives to methyl bromide, 27–30 September. — Lisbon, Portugal, 2004. — P. 237–240.

7. *Bond E.S.* Manual of fumigation for insect / E. S. Bond — Rome: The Chief Editor, FAO Plant Production and Protection Paper, 1984. — 341 p.

8. *Drinkall M.J.* Development of ProFume (sulfuryl fluoride) for use in flour mills in Europe / M.J.Drinkall // Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions, 6–8 November. — Orlando, 2002. — P. 47.

9. *Karakoyun N. Siray.* The efficacy of sulfuryl fluoride against egg stage of the dried fruit beetle / N. Siray Karakoyun, Mevlüt Emekci // pp. 55–1 — 55–4.

10. *Reichmuth C.* How to overcome the egg-weakness of sulfuryl fluoride — combinations of control methods / C. Reichmuth, D. Klementz // Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions, 11–14 November — Orlando, 2008. — P. 88.

11. *Training manual* / J. Boye, S. Ignatowicz, H. Lange, O. Muck, D. Mueller, S. Navarro, V. Sotiroudas. — Munich: Dow AgroScience, 2006. — 99 p.

12. *Yann Ciesla.* Influence of temperature and CTP on flour beetle eggs after sulfuryl fluoride fumigation / Ciesla Yann, Ducom Patrick // Annual Research Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions, 9–12 November. — San-Diego, 2009. — P. 62.

13. *Yu Daojian.* Sulfuryl fluoride as a quarantine treatment for *Chlorophorus annularis* (Coleoptera: Cerambycidae) in Chinese bamboo poles / Daojian Yu, Alan V Barak, Yi Jiao, Zhinan Chen, Guiming Zhang, Zhilin Chen, Lin Kang and Weidong Yang // J. Eco. Entomol. — 2010. — 103(2):277–83.

Романко В.А., Журавчак Т.Н., Бокшан О.Я. Овоцидное действие фтористого сульфуррила против вредителей запасов

Исследовано токсичное действие фтористого сульфуррила против огневки мельничной, долгоносика амбарного и зерновки фасоловой на стадии яйца в зависимости от температуры. Полную гибель вредителей запасов получали при фумигации фтористым сульфуррилом ПКВ (в пределах от 443,02 до 1919,76 часограмов) и экспозиций (от 22 до 54 часов), в зависимости от температуры и вредителя. Эффективность фумигации фтористым сульфуррилом можно повышать не только увеличением значений ПКВ, но и повышением температуры.

Romanko V.O., Zhuravchak T. N., Bokshan O. Y. Ovicidal action of sulfuranyl fluoride against pests of stocks

Toxic effects of sulfuranyl fluoride against Ephestia kchhiella Zell., Sitophilus granarius L. and Acanthoscelides obtectus Say on the egg stage depending on the temperature were studied. Total death of stocks' pests was obtained during sulfuranyl fluoride fumigation where PCT ranging from 443,02 to 1919,76 and exposure from 22 to 54 hours, depending on temperature and pest. The effectiveness of sulfuranyl fluoride fumigation can improve not only the increase in value PCT but increasing temperature.