

# ВПЛИВ КОМПОЗИЦІЙ ФУНГІЦИДІВ

## на ефективність контролювання видів *Fusarium* та продуктивність пшениці озимої

**Мета.** Визначити ефективність вибраних перспективних композицій фунгіцидів щодо контролю збудників фузаріозу та їх вплив на продуктивність пшениці озимої. **Методи.** Польові, на фоні штучного ураження *Fusarium spp.* Препарати використовували за передпосівної обробки насіння пшениці озимої сорту Смуглянка (ВВСН 00) а також у період цвітіння — ВВСН51. Статистичну обробку результатів досліджень здійснювали методом дисперсійного аналізу з використанням Excel. **Результати.** Для подовженого захисту зони кореневої системи сходів рослин дослідили ефективність композицій протруйників, які включають складові з низьким рівнем метаболізму та апікального транспорту, а також фунгіцидних протруйників — похідних класу триазолів, імідазолів, бензімідазолів, інгібіторів сукцинатдегідрогенази II покоління та фенілпіроліл з інсектицидними протруйниками. Встановлено, що для протруювання насіння ефективним є застосування препаратів на основі флудіоксонілу. Рівень контролювання збудників *Fusarium* підвищувався за внесення композиції флудіоксонілу із седаксаном та інсектицидними складовими. Для контролювання фузаріозу колосу ефективними є тебуконазол та суміші тебуконазолу з протіокназолом та дифенокназолом. **Висновки.** Найбільш надійним захистом зернових культур від фузаріозів є формування агрофітоценозу з низьким рівнем інфекційного фону за рахунок скорочення у сівозміні площ культур-донорів *Fusarium spp.* Мінімізація обробки ґрунту сприяє розповсюдженню збудників фузаріозів. Ключовими елементами одержання здорового посіву є впровадження резистентних до видів *Fusarium* сортів та гібридів культурних рослин і застосування високоефективних фунгіцидів та їх композицій, у т.ч. й інгібіторів сукцинатдегідрогенази з інсектицидами протягом вегетації.

**<sup>1</sup>В.В. ШВАРТАУ,**  
доктор біологічних наук, член-кореспондент НАН України, професор

**<sup>2</sup>Л.М. МИХАЛЬСЬКА,**  
кандидат біологічних наук,

**<sup>3</sup>О.Л. ЗОЗУЛЯ,**  
кандидат сільськогосподарських наук

**<sup>4</sup>О.Ю. САНІН**  
<sup>1, 2, 4</sup>Інститут фізіології рослин і генетики НАН України,  
вул. Васильківська, 31/17, Київ-22,  
03022, Україна

<sup>3</sup>ТОВ «Сингента», вул. Коцацька, 120/4,  
Київ, 02000, Україна

e-mail: <sup>1</sup>VictorSchwartau@gmail.com,

<sup>2</sup>Mykhalskaya\_L@ukr.net,

<sup>3</sup>Alexandr.Zozulya@syngenta.com

### ***Fusarium*, фунгіциди, інгібітори сукцинатдегідрогенази, ефективність**

Рівень забруднення агрофітоценозів інокูลюмом збудників *Fusarium* носить глобальний характер [1—4]. Відносно невисокі рівні контролювання хвороби існуючими засобами захисту — агротехнічними та хімічними — спрямовують зусилля генетиків і селекціонерів до створення резистентних до видів *Fusarium* сортів та гібридів культурних рослин. Проте, як свідчать результати виробничих дослідів в усіх ґрунтово-кліматичних регіонах України, за рахунок лише інноваційних генетичних та біотехнологічних досягнень і впровадження резистентних до фузаріозу сортів/гібридів зернових культур неможливо досягти належного рівня контролювання хвороби та отримувати високоякісне зерно. Проблема мікотоксинів, особливо фузаріотоксинів, загострилася у зв'язку з порушенням екологічної рівноваги в мікоценозах за інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських культур, а також

через зростання площ посівів кукурудзи. Особливо сильно зросли площі ураження посівів зернових культур фузаріозами. При всій широті присутності в агрофітоценозах збудників потенційних видів фузаріозних хвороб, основними у рослинництві України є фузаріозні кореневі гнилі та фузаріоз зерна [5]. Тому і заходи контролю збудників *Fusarium* традиційно спрямовані саме проти цих хвороб та часто обмежені у програмах контролювання збудників переважно цими двома ключовими фазами розвитку культури.

Важкі ураження кореневими гнилями рослин пшениці спостерігаються на полях України кожного року з періодичними епіфітотіями, які викликають *F. graminearum*, *F. culmorum*, *F. poae* та *F. sporotrichioides*, а фузаріозу колосу — комплексом видів *F. graminearum* і *F. pseudograminearum*. Кореневі гнилі кукурудзи спричинюють *F. meridionale* та *F. boothii*, ураження гнилями коренів і качанів — *Trichoderma* sp., *Penicillium* sp., *Pyrenochaeta indica*, *F. moniliforme*, *F. graminearum* та *F. oxysporum* [6—8]. Часто спостерігаються синергічні взаємодії збудників хвороб рослин, що призводять до комплексних уражень, які важко контролювати фунгіцидами, та які можуть виявитися більш поширеними, ніж раніше очікувалося.

На перших етапах розвитку рослин зернових колосових культур небезпечними є кореневі гнилі. Для захисту від них основним заходом є протруювання насіння. Оскільки джерелами накопичення інфекції є насіння та ґрунт, а ураження культури може відбуватися протягом пролонгованого часу, то важливою вимогою для діючої речовини проти кореневих гнилей визначається тривалість захисної дії.

Фунгіциди класу триазолів можуть ефективно знищити наявну інфекцію, але представники цього класу швидко переміщуються по

рослині та розкладаються до неактивних метаболітів. При цьому саме коренева та прикоренева частини рослини залишаються без належного захисту. Додаймо, що різні види *Fusarium* можуть бути більш агресивними в різні періоди залежно від температури та вологості або пошкодження рослин біотичними чи абіотичними чинниками. Наприклад, збудник *F. culmorum* добре розвивається у холодних і вологих умовах, а отже може представляти загрозу від початку проростання. У той же час, *F. graminearum* потребує для розвитку тепло та вологу, а *F. langsethiae*, *F. poae* добре почувують себе в теплих умовах і за помірного рівня вологи. Ці види більш агресивними будуть у період початку кушіння зернових культур. Також, з прогріванням ґрунту та перебігом вегетації активізуються шкідливі комахи, нематоди, які можуть переносити збудників хвороб і наносити механічні ушкодження рослинам, через які проникають гриби. Як відомо, різні види *Fusarium* відрізняються за вірулентністю і можуть інфікувати культурні рослини у різні періоди розвитку. Тому для захисту від корневих гнилей важливо використовувати препарати, діюча речовина яких не тільки активна проти грибка, але й дає змогу контролювати його протягом довготривалого часу саме в прикореневій зоні рослини.

**Мета.** Визначити ефективність вибраних перспективних композицій фунгіцидів щодо контролю збудників фузаріозу та їх вплив на продуктивність пшениці озимої.

**Методика.** Польові дослідження проводили у 2015–2017 рр. на R&D станції компанії «Syngenta» (м. Біла Церква Київської області).

Ґрунтова відміна дослідного поля — чорнозем типовий слабкосолонцюватий. Фізико-хімічна та агрохімічна характеристика орного шару ґрунту (0–30 см): вміст гумусу 4,1–4,3%; рН ґрунтового розчину 7,2–7,4; вміст рухомого фосфору — 20–24 і обмінного калію — 110–120 мг/кг ґрунту. Вміст нітратного азоту становить 17,4–19,2, амонійного — 59,5–63,2, лужногідролізованого азоту — 105–110 мг/кг ґрунту; ємкість поглинання обмінних катіонів — 26–31 мг-екв. на 100 г ґрунту.

Метеорологічні умови в роки досліджень (2015–2017 рр.) харак-

теризувалися підвищеним температурним режимом та нерівномірним розподілом опадів упродовж періоду вегетації, що негативно впливало на формування врожаю. Площа дослідної ділянки становила 20 м<sup>2</sup>, повторність 6-разова.

Препарати у досліді використовували за передпосівної обробки насіння пшениці озимої сорту Смуглянка (ВВСН 00), а також у період цвітіння — ВВСН51.

Усі досліді проводили на фоні штучного ураження *Fusarium spp.*

В умовах польових дослідів досліджували ефективність вибраних композицій протруйників за наведеними нижче схемами дослідів. У схемах вивчали ефективність композицій, які включають складові з низьким рівнем метаболізму та апікального транспорту з метою подовженого захисту зони корене-

вої системи сходів рослин, а також фунгіцидні протруйники — похідні класу триазолів, імідазолів, бензімідазолів, інгібіторів сукцинатдегідрогенази II покоління та фенілпіролів з інсектицидними протруйниками.

Статистично обробляли результати дослідів методом дисперсійного аналізу за Б.А. Доспеховим [9] з використанням Excel 2014.

**Результати досліджень.** У роки проведення досліджень рослини пшениці озимої вже від фази ВВСН12 активно уражувалися фузаріозними корневими гнилями (табл. 1, 2). Встановлено, що за присутності у досліджених композиціях протруйників флудіоксонілу спостерігаються найнижчі у досліді рівні ураження рослин пшениці озимої сорту Смуглянка фузаріозними корневими гниля-

**1. Ураженість рослин пшениці озимої фузаріозними корневими гнилями за дії різних композицій протруйників**

Варіант, г/л	Норма витрати, л/т	Ураженість фузаріозними корневими гнилями пшениці озимої у 2015—2016 рр. на стадіях розвитку, %		
		ВВСН 12-13	ВВСН 23-24	ВВСН 75
Контроль	—	16/22	33/42	75/85
Флудіоксоніл + тіаметоксам + седаксан + тебуконазол (25+175+25+10)	1,75	3/2	15/11	21/17
Флудіоксоніл + тіаметоксам + седаксан + тебуконазол (25+175+25+10)	2,0	3/2	23/7	35/21
Флудіоксоніл + тіаметоксам + тебуконазол (25+125+15)	2,0	10/11	29/28	37/35
Протіокназол + імідаклоприд + тебуконазол + клотіанідин (33,3+166,7+6,7+166,7)	1,6	2/7	22/27	27/34
HIP <sub>0,05</sub>	—	1/3	2/4	2/5

**Примітка.** У таблицях 1 та 2 наведено результати двох незалежних дослідів на одному полі

**2. Ураженість фузаріозними корневими гнилями на різних стадіях розвитку рослин пшениці озимої за дії різних композицій протруйників**

Варіант, г/л	Норма витрати, л/т	Ураженість фузаріозними корневими гнилями пшениці озимої на стадіях розвитку, %		
		ВВСН 12-13	ВВСН 23-24	ВВСН 75
Контроль	—	16/22	33/42	75/85
Флудіоксоніл + тіаметоксам + седаксан + тебуконазол (25+175+25+10)	1,5	3/8	22/21	39/27
Флудіоксоніл + тіаметоксам + седаксан + тебуконазол (25+175+25+10)	1,75	3/2	15/11	21/17
Флудіоксоніл + тіаметоксам + тебуконазол (25+125+15)	2,0	3/5	23/17	35/25
Флудіоксоніл + дифеноконазол + тіаметоксам (25+25+262,6)	1,5	2/7	24/19	27/22
Протіокназол + імідаклоприд + тебуконазол + клотіанідин (33,3+166,7+6,7+166,7)	1,6	10/8	29/21	37/31
HIP <sub>0,05</sub>	—	1/4	2/5	2/4

ми. Механізмом дії флудіоксонілу є інгібування транспорт-асоційованого фосфорилування глюкози, що блокує ріст міцелію у *Fusarium*, *Phizoctonia*, *Alternaria* [8]. Також, суттєво нижчий рівень метаболізму флудіоксонілу, у порівнянні з фунгіцидами інших класів, та невисока мобільність дозволяють контролювати зону внесення (кореневу систему рослин) від збудників хвороб, при застосуванні у дозі 50 г/т насіння, терміном до 3–5 місяців [10–11].

На початкових стадіях розвитку пшениці досліджені композиції протруйників суттєво не відрізнялися за ефективністю, яка зберігалася протягом усього осіннього періоду розвитку рослин до входу в зимівлю (табл. 1, 2). Проте, у період відновлення вегетації почали проявлятися відмінності за рівнем захворюваності рослин пшениці.

У порівнянні з контролем, на стадії молочної стиглості, на ділянках з використанням протруйників з флудіоксонілом, ураженість кореневими гнилями була втричі нижчою. Також можна помітити, що збільшення норми витрати флудіоксонілу суттєво посилює пролонговану дію препарату. Тому, слід зважити на те, що зменшення дози фунгіцидних протруйників при підготовці насіння до сівби є недоцільним щодо ефективності контролювання хвороб культури. Також слід враховувати небезпеку пізніх інфекцій або ранньовесняних, таких як ураження рослин сніговою пліснявою, збудником якої є *Microdochium nivale*. В таких випадках найвища ефективність досягається при застосуванні флудіоксонілу у дозі 50 г д.р./т насіння [12].

Протягом вегетації у рослин, насіння яких висіяли без обробки фунгіцидними протруйниками, спостерігався активний розвиток фузаріозних корневих гнилей і на час фази молочної стиглості вони були на 75–85% уражені фузаріозними кореневими гнилями. Якщо на варіанті контролю кількість уражених рослин помітно зростала протягом вегетації, то на варіантах із протруєнням насіння ситуація була помітно кращою. За використання протруйників рівень ураження фузаріозними кореневими гнилями не перевищував 40%. Також було визначено, що препарати, які мають дов-

готривалу активність і зберігалися у прикореневій зоні, забезпечили суттєво менший рівень ураженості рослин — 20–25%.

Відомо, що uszkodження комахами може сприяти розвитку фузаріозних корневих гнилей, оскільки окрім можливого перенесення збудників хвороб ці uszkodження відкривають шляхи потрапляння інфекції у рослину. Особливо це характерно для факультативних патогенів, до яких належать гриби роду *Fusarium*.

У дослідях за використання композицій протруйників без використання інсектицидних компонентів встановлено, що триазоли мали нижчу ефективність у порівнянні з композиціями з похідним фенілпіролів флудіоксонілом. За використання флудіоксонілу з інгібітором сукцинатдегідрогенази встановлено посилення фунгіцидної активності композиції щодо збудників видів *Fusarium*. На варіанті із застосуванням композиції флудіоксонілу з азоксистробіном аналогічного посилення фунгіцидної дії не встановлено.

У всіх проведених дослідях застосування інгібітору сукцинатдегідрогенази II покоління седаксану впливало на посилення фунгіцидної активності флудіоксонілу. При цьому також встановлено синергічну дію седаксану щодо подовження прояву фунгіцидної активності флудіоксонілу проти видів *Fusarium* протягом вегетації пшениці. Седаксан інгібує дихання грибів, зв'язуючись з сукцинатдегідрогеназою мітохондрій [5, 13]. Композиції флудіоксонілу з седаксаном можемо розглядати як ефективний метод запобігання утворенню резистентних до фе-

нілпіролів популяції збудників хвороб за систематичного використання флудіоксонілу [14].

Повертаючись до питання контролювання розвитку фузаріозних корневих гнилей, ми бачимо, що тенденції значно меншої ураженості фузаріозними гнилями при застосуванні суміші флудіоксонілу + седаксан збереглися до входження озимини у зимовий період.

Оскільки всі досліді проводили на одному полі з однаковим рівнем початкового штучного зараження, то можна побачити наступну закономірність. Якщо на початку вегетації на контролі в обох дослідях фузаріозними кореневими гнилями було уражено 16–18%, то наприкінці вегетації на варіантах з додаванням інсектицидів кількість хворих рослин на фузаріоз була практично вдвічі менша (табл. 3–4). Якщо на контрольних ділянках рослини уражувалися кореневими гнилями на рівні 70–75%, то на варіантах тільки з фунгіцидними компонентами — 52–63%, на варіантах з включенням до композиції інсектицидів — вже 24–39%. Це є свідченням вагомості ролі інсектицидних протруйників насіння у забезпеченні високого рівня контролювання фузаріозної кореневої гнилі. Ще раз підкреслимо роль шкідників у розповсюдженні *Fusarium* spp., а також те, що ці види є факультативними паразитами і краще проникають у рослину через численні мікроотвори, які можуть утворюватися за дії біотичних (нематоди, комахи тощо) чи абіотичних чинників.

Що стосується ефективності композицій протруйників, то до входження в зимівлю найбільш

### 3. Ураженість фузаріозними кореневими гнилями рослин пшениці озимої за використання фунгіцидних протруєвачів насіння

Варіант, г/л	Норма внесення, л/т	Ураженість фузаріозними кореневими гнилями пшениці озимої на стадіях розвитку, %		
		ВВСН 12-13	ВВСН 23-24	ВВСН 75
Контроль	—	18	32	71
Флудіоксоніл + седаксан (25+25)	1,0	3	6	63
Флудіоксоніл + седаксан (25+25)	1,25	1	7	57
Флудіоксоніл + седаксан (25+25)	1,5	1	8	50
Тебуконазол + металаксил-М (30+20)	1,0	11	27	54
Тритикоконазол + піраклостробін (80+40)	0,6	8	21	58
Флудіоксоніл + тебуконазол + азоксистробін (25+15+10)	1,75	8	24	52
НІР <sub>0,05</sub>	—	0,9	1,5	2,0

4. Вплив композицій протруйників на розвиток рослин пшениці озимої

Варіанти дослідю, г/л	Норма внесення, л/т	Кількість стебел		Маса коренів	
		шт./м <sup>2</sup>	% до контролю	з 50 рослин, г	% до контролю
Контроль	—	412	100,0	25	100
Флудіоксоніл + седаксан (25+25)	1,0	418	101,5	26	104
Флудіоксоніл + седаксан (25+25)	1,25	454	110,2	35	140
Флудіоксоніл + седаксан (25+25)	1,5	464	112,6	34	136
Тебуконазол + металаксил-М (30+20)	1,0	406	98,5	25	100
Тритіконазол + піраклостробін (80+40)	0,6	406	98,5	23	92
Флудіоксоніл + тебуконазол + азоксистробін (25+15+10)	1,75	394	95,6	26	104
HIP <sub>0,05</sub>	—	12	—	4	—

Примітка: обліки у фазу BBCH23-24

ефективними у дослідях були композиції флудіоксонілу та седаксану за різних норм витрат. При цьому, з підвищенням норми витрати фунгіциду збільшувалися терміни інгібування розвитку фузаріозних кореневих гнилей.

Окремо необхідно зупинитися на особливостях фізіологічної активності на рослинах пшениці за дії композиції флудіоксонілу та седаксану (табл. 5).

На варіантах із дослідження дії компонентів композиції флудіоксонілу + седаксан кількість стебел зростала на 12% порівняно з контролем. При цьому за обробки насіння на інших варіантах кількість стебел зменшувалася. Аналогічні дані отримано з визначення впливу фунгіцидів на розвиток кореневої системи. За максимальних у досліді норм витрат композиції флудіоксоніл + седаксан маса кореневої системи зросла на 40%.

Таким чином, флудіоксоніл у композиції з седаксаном показав у цілому кращий у дослідях ефект щодо термінів контролювання розповсюджених фузаріозних кореневих гнилей та щодо кращого розвитку самих рослин. Слід зазначити, що седаксан має посередню ефективність проти збудників фузаріозів. Інгібітор сукцинатдегідрогенази суттєво ефективніший проти ризоктоніозних кореневих гнилей. У той же час відомо, що збудники *Fusarium* добре розвиваються як сапрофітні гриби на уражених ділянках, у тому числі й іншими грибами. Тому, зменшення загального рівня інфікування грибами поряд зі стимулюванням розвитку рослин

за рахунок формування більш потужної кореневої системи зумовлюють більшу ефективність даної композиції, ніж окремо застосовані препарати або у композиціях з іншими складовими.

За порівняння ефективності композицій флудіоксоніл + тіаметоксам + тебуконазол, тіабендазол + тебуконазол + імідаклоприд, прохлораз + тритіконазол + імідаклоприд встановлено, що інсектицидні протруйники тіаметоксам та

імідаклоприд є важливими складовими для досягнення високих рівнів контролювання збудників *Fusarium* (табл. 6). З початку вегетації на варіанті флудіоксоніл + тіаметоксам + тебуконазол ми спостерігали ефективність на рівні 95%.

У подальшому кількість рослин з корневими гнилями зростала, а ефективність стримування хвороби до формування колосу впала до 24—35%. Як і очікувалося, найнижчою вона була при використанні триазолових фунгіцидів, а найвищою — при використанні похідного фенілпіролу — флудіоксонілу.

У той же час ми спостерігаємо, що ефективність на усіх варіантах у фазі BBCH 75 була вища, ніж у попередньому досліді. Тут також застосовували інсектицидні компоненти, на відміну від дослідю, де був тільки фунгіцидний комплекс.

Важливим етапом контролювання збудників видів *Fusarium* є зменшення ураження колосу хворобою. До останнього часу не відомо про фунгіциди, які повністю могли б контролювати фузаріоз колосу протягом вегетації зернових культур і, особливо, у генеративний період розвитку. Найбільш ефективні фунгіциди у

5. Ефективність вибраних протруйників та їх композицій у контролюванні розвитку фузаріозних кореневих гнилей

Варіант, г/л	Норма внесення, л/т	Ефективність протруйників на різних стадіях розвитку пшениці озимої, %		
		BBCH 12-13	BBCH 23-24	BBCH 75
Контроль	—	0	0	0
Флудіоксоніл + седаксан (25+25)	1,0	83	81	11
Флудіоксоніл + седаксан (25+25)	1,25	94	78	20
Флудіоксоніл + седаксан (25+25)	1,5	94	75	30
Тебуконазол + металаксил-М (30+20)	1,0	39	16	24
Тритіконазол + піраклостробін (80+40)	0,6	56	34	18
Флудіоксоніл + тебуконазол + азоксистробін (25+15+10)	1,75	56	25	27
HIP <sub>0,05</sub>	—	12	7	4

6. Ефективність протруйників у контролюванні фузаріозних кореневих гнилей на пшениці озимій

Варіант, г/л	Норма витрат, л/т	Біологічна ефективність, %		
		BBCH 12-13	BBCH 23-24	BBCH 75
Контроль	—	0	0	0
Флудіоксоніл + тіаметоксам + тебуконазол (25+125+15)	1,5	95	45	35
Тіабендазол + тебуконазол (80+60) + імідаклоприд (600)	0,5	74	33	30
Прохлораз + тритіконазол (250 +150) + імідаклоприд (600)	0,4	83	39	24
HIP <sub>0,05</sub>	—	5	4	3

композиціях дають змогу досягти рівнів контролювання фузаріозів до 70%. Оптимальним є внесення фунгіцидів у період цвітіння, щоб препарат міг потрапити під колосові лусочки.

Проти фузаріозу колосу, головним чином, застосовують триазолові фунгіциди, але їх ефективність не завжди достатня. До того ж далеко не усі фунгіциди (у тому числі й похідні триазолів) взагалі можуть стримувати розвиток фузаріозу колосу.

В наших дослідах було використано кілька діючих речовин, які відрізняються найвищими рівнями контролювання видів *Fusarium*, а також їх композицій на штучному фоні ураження *F. graminearum*.

Одержані результати підтвердили думку, що ефективність обробки колосу на період дозрівання зерна, навіть у найбільш оптимальний термін внесення, не перевищувала 40–60%. Суттєвої різниці між варіантами не виявлено, переважно вона була в межах похибки досліду (табл. 7). Найкращою у цьому досліді була композиція протіоконазолу та тебуконазолу з рівнем ефективності понад 60%. Трохи нижче 60% була ефективність суміші тебуконазолу та дифеноконазолу, тебуконазолу, а також метконазолу.

Можна також відзначити зв'язок між рівнем ураження фузаріозом та масою 1000 насінин. У той же час, суттєвого впливу на вміст білка у досліді не виявлено.

Якщо подивитися на зміни врожайності пшениці озимої за розвитку фузаріозу колосу, то можемо побачити встановлену практично пряму залежність (табл. 8). Хоча різниця між дослідженими варіантами знаходилася у межах статистичної похибки, однак зв'язок між рівнем розвитку хвороби та врожайністю достатньо виражений. Найбільша врожайність спостерігалася на варіантах із застосуванням композицій тебуконазол + протіоконазол, протіоконазол + тебуконазол, метконазол + епоксиконазол й досягала 75–84 ц/га.

У досліді для протруювання ефективним було застосування препаратів на основі флудіоксонілу. Рівень контролювання збудників *Fusarium* підвищувався за внесення композиції флудіоксонілу з седаксаном та інсектицидними

складовими (зокрема, тіаметоксам тощо).

Для контролювання фузаріозу колосу ефективними були тебуконазол та суміші тебуконазолу з протіоконазолом і дифеноконазолом. Однак навіть найбільш ефективні препарати не змогли досягти ефективності понад 60%. Тому, за високого інфекційного фону, який, на жаль, є «нормою»

для сучасного зерновиробництва України, слід дотримуватися максимально повного комплексу захисних заходів.

## ВИСНОВКИ

Встановлено, що найбільш надійним захистом зернових культур від фузаріозів є поєднання комплексу дій, спрямованих на зменшення інфекційного фону,

### 7. Вплив обробки пшениці озимої фунгіцидами проти фузаріозу колосу на розвиток хвороби та якісні показники зерна

Варіанти, г/л	Норма витрат, л/т	Показники				
		Рівень ураження фузаріозом, %		Маса 1000 зерен, г	Вміст білка, %	Врожайність, ц/га
		21-ша доба після обробки	28-ма доба після обробки			
Контроль	—	60,3	78,8	36,8	13,3	63,7
Тебуконазол + дифеноконазол (250+100)	0,5	18,5	33,6	38,8	13,2	75,3
Тебуконазол + дифеноконазол (250+100)	0,75	18,1	33,1	41,3	13,4	78,3
Тебуконазол + дифеноконазол (250+100)	1,0	28,5	43,3	40,0	13,4	74,4
Протіоконазол + тебуконазол + спіроксамін (53+148+224)	1,0	31,4	42,1	39,6	13,4	72,7
Протіоконазол + тебуконазол + спіроксамін (53+148+224)	1,0	21,6	37,4	41,7	13,4	74,6
Протіоконазол + тебуконазол (80+160)	1,0	15,1	26,3	42,4	13,5	82,5
Тебуконазол (250)	1,0	16,8	33,4	40,9	13,4	81,0
Метконазол (90) метконазол + епоксиконазол (27,5+37,5)	1,0 + 1,5	30,5	39,8	39,7	13,8	74,7
Метконазол + епоксиконазол (27,5+37,5)	1,5	19,8	34,5	41,1	13,6	83,4
Ципроконазол + пропіконазол (80+250)	0,5	42,8	46,1	37,5	13,4	68,4
HIP <sub>0,05</sub>	—	9,8	6,2	2,5	0,7	9,2

### 8. Залежність врожайності пшениці озимої від рівня ураження рослин фузаріозом колосу

Варіант, г/л	Норма витрат, л/т	Ефективність контролювання <i>Fusarium</i> , %	Врожайність, ц/га
Контроль	—	0	62,2
Тебуконазол + дифеноконазол (250+100)	0,5	57	75,5
Тебуконазол + дифеноконазол (250+100)	0,75	59	79,5
Тебуконазол + дифеноконазол (250+100)	1,0	46	75,1
Протіоконазол + тебуконазол + спіроксамін (53+148+224)	0,8	48	72,0
Протіоконазол + тебуконазол + спіроксамін (53+148+224)	1,0	52	74,9
Протіоконазол + тебуконазол (80+160)	1,0	66	82,9
Тебуконазол (250)	1,0	55	80,7
Метконазол (90)	1,0	49	76,7
Метконазол + епоксиконазол (27,5+37,5)	1,5	55	84,5
Ципроконазол + пропіконазол (80+250)	0,5	42	69,1
HIP <sub>0,05</sub>	—	7	5,1



підвищення рівня резистентності рослин культури до інфікування збудниками. Насамперед, це формування агрофітоценозу з низьким рівнем інфекційного фону за рахунок скорочення у сівозміні площ культур-донорів *Fusarium* spp. (кукурудза, зернові колосові). Слід не забувати, що фузаріози є сапрофітними грибами та можуть розвиватися також і на рослинних рештках, що розкладаються.

Система обробки ґрунту — важливий чинник у регулюванні інфекційного навантаження. Очевидно, що мінімізація обробки сприяє розповсюдженню збудників фузаріозів. Тому навіть при застосуванні мінімальної обробки ґрунту слід подбати про подрібнення решток стебел і стерні, проводити обробку стерні та заробляння рослинних решток у ґрунт негайно після жнив.

Ключовими елементами отримання здорового посіву є впровадження резистентних до видів *Fusarium* сортів та гібридів культурних рослин і застосування високоєфективних фунгіцидів з тривалими термінами фунгіцидної активності — від початку розвитку зерна до формування колосу.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Моргун В.В., Швартау В.В., Кирилий Д.А. Физиологические основы формирования высокой продуктивности зерновых злаков. Физиология и биохимия культурных растений. 2010. № 42(5). С. 371—392.
2. Ретьман С.В., Кислик Т.М. Фузаріоз колоса. Аналіз змін у патогенному комплексі збудників хвороби. Карантин і захист рослин. 2011. № 2. С. 1—3.
3. Ретьман С.В. Хвороби зернових колосових культур. Методики випробування і застосування пестицидів; за ред. С.О. Трибеля. Київ: Світ, 2001. С. 267—270.
4. Ретьман С.В., Шевчук О.В., Горбачева Н.П. Хвороби лисія і колоса зернових колосових культур: поширення, розвиток та заходи захисту. Карантин і захист рослин. 2011. № 4. С. 25—27.
5. Швартау В.В., Зозуля О.Л., Михальська Л.М., Санін О.Ю. Фузаріози культурних рослин. Київ: Логос, 2016. 164 с.
6. Trail F. For blighted waves of grain: *Fusarium graminearum* in the postgenomics era. *Plant Physiol.* 2009. No 149. P. 103—110.
7. Гагкаява Т.Ю., Дмитриев А.П., Павлюшин В.А. Микробиота зерна — показатель его качества и безопасности. *Защита и карантин растений.* 2012. № 9. С. 14—18.
8. Гагкаява Т.Ю., Гаврилова О.П., Левитин М.М., Новожилов К.В. Фузаріоз зернових культур. Приложение к журналу «Защита и карантин растений». 2011. № 5. 120 с.
9. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.
10. Yang C., Hamel C., Vujanovic V., Gan Y. Fungicide: modes of action and possible impact

on non-target microorganisms. *ISRN Ecology.* 2011. P. 8. doi:10.5402/2011/130289.

11. Kilani J., Fillinger S. Phenylpyrroles: 30 years, two molecules and (nearly) no resistance. *Front Microbiol.* 2016; 7: 2014. Published online 2016 Dec 16. doi:10.3389/fmicb.2016.02014.

12. Zaller J.G., König N., Tiefenbacher A., Muraoka Y., Querner P., Ratzenböck A., Bonkowski M., Koller R. Pesticide seed dressings can affect the activity of various soil organisms and reduce decomposition of plant material. *BMC Ecol.* 2016. 16(1): 37. doi: 10.1186/s12898-016-0092-x.

13. *The Pesticide Manual.* J.A. Turner (Editor). 2016. 1357 p.

14. Zeun R., Scalliet G. Oostendorp M. Biological activity of sedaxane — a novel broad-spectrum fungicide for seed treatment. *Pest. Manag. Sci.* 2013. 69: 527—534. doi:10.1002/ps.3405.

<sup>1</sup>Швартау В.В.,  
<sup>2</sup>Михальская Л.Н.,  
<sup>3</sup>Зозуля А.Л.,  
<sup>4</sup>Санін А.Ю.

<sup>1,2,4</sup>Институт физиологии растений и генетики НАН Украины, ул. Васильковская, 31/17, Киев, 03022, Украина  
<sup>3</sup>ООО «Сингента», ул. Козацкая, 120/4, Киев, 02000, Украина,  
e-mail: <sup>1</sup>VictorSchwartau@gmail.com,  
<sup>2</sup>Mykhalskaya\_L@ukr.net,  
<sup>3</sup>Alexandr.Zozulya@syngenta.com

### Влияние композиций фунгицидов на эффективность контроля видов *Fusarium* и продуктивность пшеницы озимой

**Цель.** Определить эффективность перспективных композиций фунгицидов для контроля возбудителей фузариоза при обработке семян и их влияние на продуктивность пшеницы озимой. **Методы.** Полевые, на фоне искусственного заражения *Fusarium* spp. Препараты использовали при обработке семян пшеницы озимой сорта Смуглянка (BBCH 00) перед севом, а также в период цветения — BBCH51. Статистическую обработку результатов исследований проводили методом дисперсионного анализа с использованием Excel. **Результаты.** Для пролонгированной защиты зоны корневой системы всходов растений исследовали эффективность композиций протравителей, которые включают составляющие с низким уровнем метаболизма и апикального транспорта, а также фунгицидных протравителей — производных класса триазолов, имидазолов, бензимидазолов, ингибиторов сукцинатдегидрогеназы II поколения и фенилпирролов с инсектицидными протравителями. Установлено, что для протравливания семян эффективным является применение препаратов на основе флудиоксонила. Уровень контроля возбудителей *Fusarium* повышался при внесении композиций флудиоксонила с седаксаном и инсектицидными составляющими. Для борьбы с фузариозом колоса эффективными являются тебуконазол и композиции тебуконазола с протиконазолом и дифеноконазолом. **Выводы.** Наиболее надежной защитой зерновых культур от фузариозов является формирование агрофитоценоза с низким уровнем инфекционного фона за счет сокращения в севообороте площадей культур-доноров *Fusarium* spp.

Минимизация обработки почвы способствует распространению возбудителей фузариозов. Ключевыми элементами получения здорового посева является внедрение резистентных к видам *Fusarium* сортов и гибридов культурных растений и применение высокоэффективных фунгицидов и их композиций, в т.ч. ингибиторов сукцинатдегидрогеназы, с инсектицидами на протяжении вегетации.

### *Fusarium*, фунгициды, ингибиторы сукцинатдегидрогеназы, эффективность

<sup>1</sup>Schwartau V.,  
<sup>2</sup>Mykhalska L.,  
<sup>3</sup>Zozulya O.,  
<sup>4</sup>Sanin O.  
<sup>1,2,4</sup>Institute of Plant Physiology and Genetics of NAAS, 31/17, Vasylykivska str., Kyiv, Ukraine, 03680,  
<sup>3</sup>LLC «Syngenta», 120/4, Kozatska str., Kyiv, Ukraine, 03680,  
e-mail: <sup>1</sup>VictorSchwartau@gmail.com,  
<sup>2</sup>Mykhalskaya\_L@ukr.net,  
<sup>3</sup>Alexandr.Zozulya@syngenta.com

### Influence of fungicide compositions on efficiency of *Fusarium* species control and winter wheat productivity

**Goal.** To determine the effectiveness of promising fungicide compositions for controlling the pathogens of fusariosis in seed treatment and their effect on the productivity of winter wheat. **Methods.** Field, against the background of artificial infection *Fusarium* spp. The preparations were used in the treatment of winter wheat seeds of the Smuglyanka variety (BBCH 00) before sowing, and also during the flowering period — VVSN51. Statistical processing of research results was performed by analysis of variance using Excel. **Results.** For prolonged protection of the zone of the root system of seedlings of plants, the effectiveness of treating compositions was studied, which include components with a low level of metabolism and apical transport, as well as fungicidal treating agents — derivatives of the class of triazoles, imidazoles, benzimidazoles, second-generation succinate dehydrogenase inhibitors and phenylpyrroles with insecticidal protectants. It has been established that for seed treatment, the use of fludioxonil-based preparations is effective. The level of control of *Fusarium* pathogens increased with the introduction of a composition of fludioxonil with sedaxan and insecticidal components. Tebuconazole and compositions of tebuconazole with prothioconazole and difenoconazole are effective for controlling spike fusarium. **Conclusions.** The most reliable protection of crops from *Fusarium* infections is the formation of agrophytocenosis with a low level of infectious background due to the reduction in the rotation of the areas of donor crops *Fusarium* spp. Minimization of soil cultivation contributes to the spread of pathogens of *Fusarium*. The key elements for obtaining healthy sowing are the introduction of cultivar-resistant varieties and hybrids resistant to *Fusarium* spp. And the use of highly effective fungicides and their compositions, including succinate dehydrogenase inhibitors, with insecticides during the growing season.

### *Fusarium*, fungicides, succinate dehydrogenase inhibitor (SDHI), effectivity

Надійшла 29.05.2019 р.