

KATARZYNA PIECZUL, AGNIESZKA PEREK, ILONA ŚWIERCZYŃSKA¹

*Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy
Zakład Mikologii*

LABORATORYJNA OCENA SKUTECZNOŚCI SUBSTANCJI CZYNNYCH FUNGICYDÓW W OGRANICZANIU WZROSTU PATOGENÓW RZEPAKU

Nadesłany: 02.09.2015 Zaakceptowany do druku: 28.04.2016

1. Wstęp

Polska należy do grona największych producentów rzepaku [Izdebski i wsp. 2014]. Dla wielu plantatorów rzepak jest zamiennikiem w uprawie pszenicy oraz pszenżyta, dla innych, rośliną wiodącą w strukturze zasiewów [Kurowski i wsp. 2008]. Niestety, zbyt częsta uprawa rzepaku w systemie uproszczonym prowadzi do nasilenia występowania jego chorób. Są one przyczyną strat plonu, które mogą wynosić od kilku do kilkudziesięciu procent [Jędrzycka 2006; Korbas i wsp. 2008]. Do chorób rzepaku wywoływanych przez grzyby chorobotwórcze o największym znaczeniu gospodarczym należą: czerń krzyżowych (wywoływana przez *Alternaria brassicae*, *A. brassicicola* i *A. alternata*) [Gwiazdowski i wsp. 2004; Jajor i wsp. 2008; Sadowski i wsp. 2002], sucha zgnilizna kapustnych (*Leptosphaeria maculans*, *L. biglobosa* st. konidialne *Phoma lingam*) [Jędrzycka 2006; Fitt i wsp. 2006], szara pleśń (*Botryotinia fuckeliana*, st. konidialne *Botrytis cinerea*) [Sadowski i wsp. 2002] oraz zgnilizna twardzikowa (*Sclerotinia sclerotiorum*) [Koch i wsp. 2007]. Chorobą o stale rosnącym znaczeniu jest kiła kapusty, wywoływana przez pierwotniaka *Plasmodiophora brassicae* [Jędrzycka i wsp. 2014; Korbas i wsp. 2009].

Prawidłowo prowadzona ochrona rzepaku przed grzybami patogenicznymi stanowi istotny element zapewniający uzyskanie wysokich plonów [Jajor i wsp. 2008; Gwiazdowski i wsp. 2004; Kaczmarek i wsp. 2011; Weber i Karolewski 1997; 2001].

¹ Wkład pracy: Katarzyna Pieczul – 60%, Agnieszka Perek – 30%, Ilona Świerczyńska – 10%.

W Polsce do ochrony rzepaku przed wymienionymi gatunkami grzybów zarejestrowanych jest kilkadziesiąt fungicydów. W ich składzie znajduje się jednak bardzo ograniczona liczba substancji czynnych, należących głównie do grup: triazoli, strobiluryn i benzimidazoli [Zalecenia Ochrony Roślin IOR-PIB 2014-2015].

W ostatnich latach producenci rolni coraz częściej spotykają się z niedostateczną skutecznością stosowanych fungicydów, spowodowane to może być spadkiem wrażliwości grzybów patogenicznych na stosowane substancje czynne. Podstawową przyczyną tego zjawiska są mutacje w genach białek docelowych dla fungicydów. Powodują one zmianę w konformacji białka, uniemożliwiając przyłączenie się do niego substancji czynnej [Deising i wsp. 2008; Ma i Michailides 2005]. Na rozwój odporności grzybów na stosowane fungicydy może wpływać m.in. zaniżanie stosowanych dawek preparatów oraz długotrwałe stosowanie substancji czynnych należących do tej samej grupy chemicznej [Deising i wsp. 2008; Ma i Michailides 2005]. Ze względu na ograniczony zakres substancji czynnych zarejestrowanych do ochrony rzepaku oraz istniejące ryzyko nabywania przez grzyby odporności konieczne wydaje się prowadzenie stałej oceny skuteczności stosowanych fungicydów.

Celem niniejszej pracy była laboratoryjna ocena skuteczności ograniczania przez substancje czynne fungicydów stosowanych w ochronie rzepaku, wzrostu liniowego izolatów grzybów wywołujących najważniejsze jego choroby: czerń krzyżowych, suchą zgniliznę kapustnych, szarą pleśń oraz zgniliznę twardzikową.

2. Materiały i metody

Izolaty

W badaniach wykorzystano izolaty: *A. brassicae* (2 izolaty), *A. brassicicola* (7), *A. alternata* (12), *L. maculans* (4), *B. cinerea* (4) oraz *S. sclerotiorum* (14). Izolaty zbierane były w latach 2010-2015, głównie na terenie województwa wielkopolskiego. Wszystkie użyte w badaniach kultury zostały oznaczone na podstawie cech morfologicznych grzybni oraz zarodników konidialnych.

Badania odporności na substancje czynne fungicydów

Badania wrażliwości patogenów wykonano w warunkach laboratoryjnych na pożywce PDA (Potato-Dextrose Agar, Difco) zawierającej dodatek czystych substancji czynnych fungicydów (Sigma) w stężeniu 1 i 6 ppm. W badaniach wykorzystano następujące substancje czynne: azoksystrobinę (strobiluryny); cyprokonazol, tebukonazol, tetrakonazol (triazole); prochloraz (imidazol) oraz karbendazym i tiofanat metylowy (benzimidazole). Substancje czynne zostały rozpuszczone w metanolu w stężeniu 5 mg/ml. Kontrolę stanowiły kolonie grzybów

rosnące na czystej pożywce PDA. Pożywki zaszczepiano fragmentami grzybni o powierzchni 0,2 cm², pobranymi z dwutygodniowych kultur rosnących na pożywce PDA. W zależności od tempa wzrostu poszczególnych gatunków po 7-14 dniach inkubacji w temperaturze pokojowej wyznaczano procent hamowania wzrostu grzybni przez badane substancje w stosunku do wzrostu kolonii kontrolnej. Doświadczenie wykonano w dwóch niezależnych powtórzeniach.

Analiza statystyczna

Do porównania średniej hamowania wzrostu izolatów badanych gatunków grzybów przez substancje czynne fungicydów zastosowano analizę wariancji trójczynnikowej przy użyciu testu Duncana, na poziomie istotności $\alpha=0,05$.

3. Wyniki

Przeprowadzone badania pozwoliły na ocenę wrażliwości patogenów rzepaku na wybrane substancje czynne fungicydów. Z przeprowadzonej analizy wariancji (test Duncana, na poziomie istotności $\alpha=0,05$) wynikło istotne zróżnicowanie średnich wartości hamowania wzrostu izolatów badanych gatunków grzybów przez wymieniane substancje czynne (tabela 1).

Azoksystrobina hamowała wzrost izolatów *Alternaria* spp. oraz *L. maculans* w zbliżonym zakresie. Przy stężeniu 1 ppm średnie wartości wynosiły dla *A. alternata* 36%, *A. brassicola* 35%, *A. brassicae* 60%, a dla *L. maculans* 58%, przy 6 ppm odpowiednio: 45, 35, 61 i 62%. Poszczególne izolaty *B. cinerea* charakteryzowały się dużą zmiennością wrażliwości na azoksystrobinę (zakres 0-56%). Średnia wartość hamowania wzrostu *B. cinerea* wynosiła przy stężeniu 1 ppm 31%, a 6 ppm 51%. Azoksystrobina słabo ograniczała wzrost większości badanych izolatów *S. sclerotiorum* – średnie hamowania wzrostu wynosiły 13% (1 ppm) i 19% (6 ppm). Wśród badanych izolatów *S. sclerotiorum* zidentyfikowane zostały szczepy zarówno wrażliwe (100% hamowania) oraz odporne (0% hamowania) na azoksystrobinę zastosowaną w stężeniach 1 i 6 ppm (tabela 1).

Substancje czynne z grupy triazoli: cyprokonazol, tebukonazol, tetrakonazol oraz prochloraz (imidazol) szczególnie w wyższych stężeniach charakteryzowały się wysoką efektywnością w ograniczaniu wzrostu kolonii większości badanych gatunków grzybów. Izolaty *A. alternata* cechowała podobna wrażliwość na wszystkie w/w substancje czynne. Średnie wartości hamowania wzrostu izolatów wynosiły przy stężeniu 1 ppm 45% (cyprokonazol), 35% (tebukonazol), 34% (tetrakonazol) oraz 66% (prochloraz), a przy 6 ppm odpowiednio: 76% (cyprokonazol), 68% (tebukonazol), 57% (tetrakonazol) i 72% (prochloraz).

Tabela 1

Średni procent i zakresy hamowania wzrostu izolatów badanych gatunków grzybów oraz wyniki analizy Duncana ($\alpha=0,05$)

	Azoksystrobina		Cyprokonazol		Tebukonazol		Tetrakonazol		Prochloraz		Karbendazym		Tiofanat metylowy	
	1 ppm	6 ppm	1 ppm	6 ppm	1 ppm	6 ppm	1 ppm	6 ppm	1 ppm	6 ppm	1 ppm	6 ppm	1 ppm	6 ppm
<i>A. alternata</i>	36 e	45 f	45 f	76 i	35 e	68 h	34 d	57 g	66 h	72 h	6 b	11 b	8 b	8 b
	26-55	31-71	6-61	59-100	6-55	60-76	17-47	32-71	41-79	41-85	0-47	0-21	0-29	0-29
<i>A. brassicicola</i>	35 e	35 e	76 i	100 k	61 g	100 k	57 g	96 k	96 k	100 k	6 b	15 c	14 b	10 b
	18-63	20-63	36-100	100	18-75	100	18-74	85-100	83-100	100	0-19	0-33	0-37	0-30
<i>A. brassicae</i>	60 g	61 g	51 f	67 h	48 f	54 f	51 f	100 k	61 g	100 k	0 a	3 a	0 a	3 a
	53-67	59-63	40-61	65-69	47-50	53-56	41-60	100	59-62	100	0	0-6	0	0-6
<i>B. cinerea</i>	31 d	51 f	34 d	58 g	39 e	81 i	34 d	56 g	82 i	88 j	9 b	42 e	12 b	45 f
	0-56	0-100	28-37	52-64	15-60	61-100	7-56	28-84	61-100	75-100	0-16	0-80	0-24	8-80
<i>L. maculans</i>	58 g	62 g	81 i	100 k	47 f	83 i	53 f	100 k	100 k	100 k	16 c	12 b	9 b	25 d
	43-76	57-71	57-100	100	41-62	64-100	48-59	100	100	100	9-14	10-23	5-18	0-90
<i>S. sclerotiorum</i>	13 b	19 c	12 b	100 k	24 c	98 k	16 c	66 h	95 k	100 k	14 b	91 j	62 g	100 k
	0-100	0-100	0-82	45-100	0-100	82-100	0-100	6-100	76-100	100	0-100	38-100	0-100	100

Średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się między sobą na poziomie istotności $\alpha=0,05$

Podobne wyniki uzyskano badając wpływ triazoli i prochlorazu na ograniczenie wzrostu grzybni *A. brassicae*. Średnie hamowania wzrostu izolatów tego gatunku przy stężeniu 1 ppm wynosiły 51% (cyprokonazol), 48% (tebukonazol), 51% (tetrakonazol) oraz 61% (prochloraz), a przy 6 ppm odpowiednio: 67% (cyprokonazol), 54% (tebukonazol), 100% (tetrakonazol i prochloraz). Wyższą skuteczność badanych substancji czynnych w ograniczaniu wzrostu odnotowano dla *A. brassicicola*. Średnie wartości hamowania przy stężeniu 1 ppm wynosiły 76% (cyprokonazol), 61% (tebukonazol), 57% (tetrakonazol) oraz 96% (prochloraz), a przy 6 ppm 96% dla tetrakonazolu i 100% dla pozostałych badanych substancji czynnych. Prochloraz w obydwu badanych stężeniach całkowicie ograniczał

wzrost izolatów *L. maculans*. Pozostałe substancje z grupy triazoli, szczególnie w stężeniu 6 ppm, bardzo silnie hamowały wzrost izolatów tego gatunku. Średnie hamowania wzrostu izolatów *L. maculans* wynosiły przy stężeniu 1 ppm 81% (cyprokonazol), 47% (tebukonazol), 53% (tetrakonazol), a przy 6 ppm odpowiednio: 100, 83 i 100%. Średnie hamowania wzrostu *B. cinerea* wynosiły: przy stężeniu 1 ppm 34%, a przy 6 ppm 58% dla cyprokonazolu, 39% (1 ppm) i 81% (6 ppm) dla tebukonazolu, 34% (1 ppm) i 56% (6 ppm) dla tetrakonazolu oraz 82% (1 ppm) i 88% (6 ppm) dla prochlorazu. Poszczególne izolaty *S. sclerotiorum* charakteryzowały się różną wrażliwością na triazole. Zidentyfikowane zostały szczepy charakteryzujące się obniżoną wrażliwością, szczególnie na tetrakonazol. Średnie hamowania wzrostu izolatów wynosiły przy stężeniu 1 ppm dla cyprokonazolu 12%, tebuconazolu 24%, tetrakonazolu 16% i 95% dla prochlorazu. Podwyższenie stężenia substancji czynnej do 6 ppm znacząco poprawiło efektywność ograniczania wzrostu badanych kolonii *S. sclerotiorum*. Średnie wartości wynosiły dla cyprokonazolu 100%, tebukonazolu 98%, tetrakonazolu 66% i prochlorazu 100%.

Benzimidazole – karbendazym i tiofanat metylowy charakteryzowały się słabym ograniczaniem wzrostu badanych izolatów *Alternaria* spp, *B. cinerea*, *L. maculans*. Średnie wartości hamowania wzrostu izolatów *A. alternata*, *A. brassicicola* i *A. brassicae* wynosiły dla karbendazymu w stężeniu 1 ppm 6%, 6% i 0%, a dla stężenia 6 ppm 11%, 15% i 3%. Podobne wyniki uzyskano dla tiofanatu metylowego. Wynosiły one kolejno dla w/w gatunków przy stężeniu 1 ppm 8%, 14% i 0%, a przy stężeniu 6 ppm 8%, 10% i 3%. Podobne wyniki uzyskano w przypadku *L. maculans* i *B. cinerea*. Średnie wartości hamowania wzrostu izolatów *L. maculans* przez karbendazym wynosiły 16% (1 ppm) i 12% (6 ppm), przez tiofanat metylowy 9% (1 ppm) i 25% (6 ppm), a *B. cinerea* 9% (1 ppm) i 42% (6 ppm) przez karbendazym oraz 12% (1 ppm) i 45% (6 ppm) przez tiofanat metylowy. Benzimidazole skutecznie ograniczały wzrost kolonii *S. sclerotiorum* jedynie w wyższych stężeniach. Zastosowanie karbendazymu w stężeniu 1 ppm pozwalało na średnie zahamowanie wzrostu izolatów o 14% (zakres 0-100%), a przy 6 ppm o 91%. Tiofanat metylowy w stężeniu 1 ppm oraz 6 ppm hamował wzrost badanych izolatów *S. sclerotiorum* odpowiednio o 62 i 100%.

4. Dyskusja

Do ochrony rzepaku przed najgroźniejszymi chorobami stosowane są te same fungicydy. Wśród nich stosunkowo niewiele jest preparatów złożonych z substancji czynnych należących do różnych grup chemicznych lub substancji, na które powstawanie odporności u grzybów jest obserwowane sporadycznie (chlorotalonil, boskalid). Do większości zabiegów opryskiwania w fazie BBCH 14-18 (faza

4-8 liści właściwych) i BBCH 31-39 (faza wydłużania pędu głównego) przeciwko suchej zgniliznie, czerni krzyżowych i szarej pleśni zalecane są fungicydy zawierające substancje czynne z grupy triazoli (głównie tebukonazol), prochloraz, benzimidazole i inne. Do zabezpieczania roślin w późniejszych fazach rozwojowych BBCH 61-69 (faza od początku do końca kwitnienia) przeciwko wcześniej wymienionym chorobom oraz dodatkowo zgniliznie twardzikowej oprócz wspomnianych substancji zalecane są także fungicydy zawierające w swoim składzie m.in. strobiluryny np. azoksystrobinę czy też ciprokonazol (triazol) [Zalecenia Ochrony Roślin IOR-PIB 2014-2015].

Opisane w niniejszej pracy badania wskazują na dużą zmienność w efektywności ograniczania wzrostu badanych gatunków grzybów, a nawet poszczególnych izolatów przez badane substancje czynne. Zjawisko to związane może być zarówno z naturalnymi różnicami wrażliwości na fungicydy pomiędzy gatunkami grzybów, ale także ze wzrostem ich odporności, warunkowanym przez mutacje w genach białek targetowych dla fungicydów lub inne mechanizmy. Testy laboratoryjne są sposobem na poznanie zmian zachodzących w populacjach grzybów patogenicznych, pozwalającym ocenić skalę i zmiany występowania odporności na fungicydy. Nie odzwierciedlają one całkowicie sytuacji polowej, gdzie rozwój i rozprzestrzenianie się patogenów podyktowane jest nie tylko ochroną chemiczną upraw.

Patogendem rzepaku o najwyższym ryzyku powstawania odporności jest wywołujący szarą pleśń *B. cinerea*. Wśród izolatów *B. cinerea* porażających inne gatunki roślin zidentyfikowane zostały szczepy odporne na substancje czynne fungicydów z grup: triazoli, strobiluryn, SDHI, anilinopiryimidyn, fenylopiroli czy benzimidazoli (część doniesień dotyczy odporności indukowanej w warunkach laboratoryjnych) [FRAC 2013]. Przeprowadzone badania wskazują na wysoką skuteczność triazoli oraz prochlorazu w ograniczaniu wzrostu izolatów *B. cinerea* (tabela 1). Wyniki badań polowych potwierdzające wysoką skuteczność triazoli w ograniczaniu szarej pleśni znajdziemy m.in. w pracy Mączyńskiej [Mączyńska i wsp. 2002]. Wśród badanych izolatów *B. cinerea* zidentyfikowane zostały szczepy charakteryzujące się obniżoną wrażliwością na strobilurynę (azoksystrobinę) oraz benzimidazole (karbendazym i tiofanat metylowy) dodane do pożywki w stężeniu 1 i 6 ppm (tabela 1). Zjawisko to może wpływać na efektywność ochrony rzepaku przed szarą pleśnią fungicydami z tych grup chemicznych. Karbendazym oraz tiofanat metylowy nie ograniczały skutecznie rozwoju sprawców czerni krzyżowych (*Alternaria* spp.) oraz suchej zgnilizny kapustnych (*L. maculans*). Inne badane substancje: azoksystrobina, prochloraz i triazole dobrze lub bardzo dobrze ograniczały wzrost *Alternaria* spp. i *L. maculans* (tabela 1). Wyniki te potwierdzają laboratoryjne badania wrażliwości na fungicydy *Leptosphaeria* spp. wykonane przez Gwiazdowskiego [2008] oraz badania polowe Mączyńskiej, wskazujące na

wysoką skuteczność triazoli w ograniczaniu występowania czerni krzyżowych [Mączyńska i wsp. 2002]. W przeprowadzonych badaniach prochloraz należał do substancji charakteryzujących się w testach laboratoryjnych bardzo wysoką skutecznością hamowania wzrostu patogenów rzepaku (tabela 1). Wyniki te znajdują potwierdzenie w badaniach polowych [Brazuskiene i Petraitiene 2004]. Pomędzy poszczególnymi gatunkami *Alternaria* stwierdzono różnice we wrażliwości na poszczególne z badanych substancji (tabela 1). Podobne zjawisko obserwowano u *Leptosphaeria* spp. Dane literaturowe wskazują, że izolaty *L. maculans* były bardziej wrażliwe na działanie flusilazolu i tebukonazolu (wzrost grzybni oraz kiełkowanie zarodników workowych) [Eckert i wsp. 2010]. *S. sclerotiorum* (zgnilizna twardzikowa) jest kolejnym gatunkiem zaliczanym do grona patogenów o wysokim ryzyku powstawania odporności. Znajduje to odzwierciedlenie w przeprowadzonych badaniach. Wśród badanej grupy izolatów zidentyfikowane zostały szczepy charakteryzujące się obniżoną wrażliwością na azoksystrobinę, triazole i benzimidazole stosowane w stężeniu 1 ppm (tabela 1). Wyniki te mogą wskazywać na stopniowe wykształcanie przez *S. sclerotiorum* odporności na strobiluryny, triazole i benzimidazole. W literaturze znajdują się już doniesienia świadczące o niskiej skuteczności benzimidazoli w ograniczaniu porażenia rzepaku przez *S. sclerotiorum*, obserwowanej w innych rejonach upraw rzepaku [Ma i wsp. 2009; Pan 1998; Shi i wsp. 2000]. Wskazują one jednocześnie na dużą efektywność boskalidu w ograniczaniu tej choroby [Ma i wsp. 2009].

5. Wnioski

1. Badane substancje czynne wykazywały istotne różnice w ograniczaniu wzrostu izolatów *Alternaria* spp, *L. maculans*, *B. cinerea* oraz *S. sclerotiorum*.
2. Do substancji najskuteczniej ograniczających wzrost izolatów wszystkich badanych patogenów należały prochloraz oraz triazole (cyprokonazol, tebukonazol, tetrakonazol).
3. Benzimidazole (karbendazym i tiofanat metylowy) nie ograniczały skutecznie wzrostu izolatów *Alternaria* spp, *L. maculans*, *B. cinerea*. Oznacza to, że stosowanie benzimidazoli w zwalczaniu wymienionych patogenów może być nieskuteczne.
4. Azoksystrobiną bardzo słabo ograniczała wzrost większości izolatów *S. sclerotiorum* oraz części izolatów *B. cinerea*.
5. Ze względu na sygnały świadczące o możliwości zmniejszania się wrażliwości w/w patogenów rzepaku na stosowane fungicydy ich skuteczność powinna być poddawana bieżącej ocenie.

LITERATURA

1. Brazauskienė I., Petraitiene E. (2004): Disease incidence and severity of phoma stem canker (*Phoma lingam*) on winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) in Lithuania as affected by different prochloraz and tebuconazole application times. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz - Journal of Plant Diseases and Protection*, 111 (5): 439-450.
2. Deising H.B., Reimann S., Pascholati S.F. (2008): Mechanisms and significance of fungicide resistance. *Braz. J. Microbiol.* 39 (2): 286-295.
3. Eckert M.R., Rossall S., Selley A., Fitt B.D.L. (2010): Effects of fungicides on in vitro spore germination and mycelial growth of the phytopathogens *Leptosphaeria maculans* and *L. biglobosa* (phoma stem canker of oilseed rape). *Pest Management Science*, 66: 396-405.
4. Fitt B.D.L., Brun H., Barbetti M.J., Rimmer S.R. (2006): World-wide importance of Phoma stem canker (*Leptosphaeria maculans* and *L. biglobosa*) on oilseed rape (*Brassica napus*). *European Journal of Plant Pathology*, 114: 3-15.
5. FRAC. 2013. www.frac.info.
6. Gwiazdowski R. (2008): Hamowanie wzrostu *Leptosphaeria maculans* i *Leptosphaeria biglobosa* przez wybrane fungicydy w testach płytkowych. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XXIX: 67-73.
7. Gwiazdowski R., Wójtowicz M., Wójtowicz A. (2004): Wpływ warunków meteorologicznych na porażenie rzepaku ozimego przez grzyby z rodzaju *Alternaria* i *Botrytis*. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin* 44 (2): 724-727.
8. Izdebski W., Jakubowski Z., Skudlarski J., Zając S., Maznev G., Zaika S. (2014): Stan i perspektywy produkcji rzepaku w Polsce i na Ukrainie w aspekcie produkcji biopaliw transportowych. *Zeszyty Naukowe Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie - Problemy Rolnictwa Światowego*, 14 (2): 80-89.
9. Jajor E., Wójtowicz M., Pieczul K. (2008): Wpływ warunków hydrotermicznych i terminu ochrony fungicydowej na występowanie grzybów z rodzaju *Alternaria* na rzepaku. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin* 48 (3): 1048-1054.
10. Jędrzycka M. (2006): Epidemiologia i szkodliwość suchej zgnilizny kapustnych na rzepaku ozimym w Polsce. *Rozprawy i Monografie. IGR PAN, Poznań*, 150 ss.
11. Jędrzycka M., Kasprzyk I., Korbas M., Jajor E., Kaczmarek J. (2014): Infestation of Polish agricultural soils by *Plasmodiophora brassicae* along the Polish-Ukrainian border. *J. Plant Prot. Res.* 54 (3): 238-241
12. Kaczmarek J., Brachaczek A., Jędrzycka M. (2011): Wpływ terminu stosowania fungicydu zawierającego flusilazol na skuteczność ochrony rzepaku ozimego przed suchą zgnilizną kapustnych. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops XXXII* (2): 153-166.
13. Koch S., Dunker S., Kleinhenz B., Rohrig M., von Tiedemann A. (2007): Crop loss-related forecasting model for Sclerotinia stem rot in winter oilseed rape. *Phytopathology*, 97: 1186-1194.
14. Korbas M., Horoszkiewicz-Janka J., Jajor E. (2008): Uproszczone systemy uprawy, a występowanie sprawców chorób. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin* 48 (4): 1431-1438.
15. Korbas M., Jajor E., Budka A. (2009): Clubroot (*Plasmodiophora brassicae*) – a threat for oilseed rape. *J. Plant Prot. Res.* 49 (4): 463-468.

16. Kurowski T.P., Majchrzak B., Jaźwińska E., Wysocka U. (2008): Skuteczność fungicydu zawierającego fluazynam w ochronie rzepaku ozimego przed kiłą kapusty (*Plasmodiophora brassicae* Woronin). Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 48 (1): 212–215.
17. Ma H., Chen Y., Wang J., Yu W., Tang Z., Chen C., Zhou M. (2009): Activity of carbendazim, dimethachlon, iprodione, procymidone and boscalid against *Sclerotinia stem rot* in Jiangsu Province of China. *Phytoparasitica*, 37: 421–429.
18. Ma Z., Michailides T.J. (2005): Advances in understanding molecular mechanisms of fungicide resistance and molecular diagnosis of resistant genotypes of phytopathogenic fungi. *Crop Prot.* 24: 853–863.
19. Mączyńska A., Krzyżińska B., Pietryga J. (2002): Efektywność zwalczania chorób łuszczyń rzepaku ozimego przy wczesnej i późnej infekcji. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops* 23 (1): 409–416.
20. Pan Y.L. (1998): The resistance of *Sclerotinia sclerotiorum* of rape to carbendazim and its management. *Jiangsu Journal of Agricultural Science.*, 14: 159–163.
21. Praca zbiorowa (2014): Zalecenia ochrony roślin na lata 2014/15 dotyczące zwalczania chorób, szkodników oraz chwastów roślin uprawnych. Część II. *Rośliny rolnicze*. Instytut Ochrony Roślin PIB Poznań. 327 ss. ISSN 1732-1816.
22. Sadowski G., Dakowska S., Łukanowski A., Jędrzycka M. (2002): Occurrence of fungal diseases on spring rape in Poland. *IOBC/wprs Bulletin*, 25 (2): 1–12, ISBN 92-9067-130-0.
23. Shi Z.Q., Zhou M.G., Ye Z.Y. (2000): Resistance of *Sclerotinia sclerotiorum* to carbendazim and dimethanol. *Chin. J. Oil Crop Sci.*, 22: 54–57.
24. Weber Z., Karolewski Z. (1997): Porażone fragmenty roślin rzepaku ozimego z poprzedniego sezonu wegetacyjnego, jako źródło suchej zgnilizny kapustnych (*Leptosphaeria maculans* Desm. Ces et de Not.). *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops* 17 (2): 321–324.
25. Weber Z., Karolewski Z. (2001): Wpływ wybranych fungicydów triazolowych na wzrost roślin rzepaku ozimego oraz na ich ochronę przed chorobotwórczymi grzybami. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin* 41 (1): 773–775.

KATARZYNA PIECZUL, AGNIESZKA PEREK, ILONA ŚWIERCZYŃSKA

LABORATORYJNA OCENA SKUTECZNOŚCI SUBSTANCJI CZYNNYCH FUNGICYDÓW W OGRANICZANIU WZROSTU PATOGENÓW RZEPAKU

Słowa kluczowe: rzepak, grzyby patogeniczne, skuteczność fungicydów

STRESZCZENIE

Celem pracy była ocena skuteczności ograniczania przez fungicydy stosowane w ochronie rzepaku, wzrostu liniowego grzybów wywołujących najważniejsze jego choroby. W badaniach wykorzystano izolaty: *A. brassicae*, *A. brassicicola* i *A. alternata* (czerni krzyżowych), *L. maculans* (sucha zgnilizna kapustnych), *B. cinerea* (szara pleśń) oraz *S. sclerotiorum* (zgnilizna twardzikowa). Badania wrażliwości izolatów w/w gatunków wy-

konano w warunkach laboratoryjnych na pożywce PDA zawierającej substancje czynne fungicydów w stężeniu 1 i 6 ppm. W badaniach wykorzystano: azoksystrobinę (strobiluryny); cyprokonazol, tebukonazol, tetrakonazol (triazole); prochloraz (imidazol) oraz karbendazym i tiofanat metylowy (benzimidazole). Badane fungicydy charakteryzowały się dużą zmiennością hamowania wzrostu izolatów badanych gatunków. Najskuteczniej wzrost patogenów ograniczały prochloraz i triazole. Słabo wzrost kolonii *L. maculans*, *B. cinerea* oraz *Alternarias* spp. ograniczały substancje z grupy benzimidazoli, natomiast azoksystrobina była nieskuteczna w ograniczaniu wzrostu większości izolatów *S. sclerotiorum* oraz części izolatów *B. cinerea*.

KATARZYNA PIECZUL, AGNIESZKA PEREK, ILONA ŚWIERCZYŃSKA

THE LABORATORY ASSESSMENT EFFICACY OF FUNGICIDE ACTIVE INGREDIENTS FOR GROWTH INHIBITION OF OILSEED RAPE PATHOGENS

Keywords: oil seed rape, pathogenic fungi, fungicide efficacy

SUMMARY

The aim of the study was to evaluate the efficacy of growth inhibition of the most important oilseed rape disease agents, by fungicides used for the crop protection. Isolates: *A. brassicae*, *A. brassicicola* and *A. alternata* (black spot disease), *L. maculans* (stem cancer), *B. cinerea* (gray mold) and *S. sclerotiorum* (*sclerotinia* stem rot) were used. The study was performed under laboratory conditions, on PDA medium containing: azoxystrobin (strobilurin), cyproconazole, tebuconazole, tetraconazole (triazoles), prochloraz (imidazole), carbendazim and thiophanate-methyl (benzimidazoles) in concentrations 1 and 6 ppm. The tested fungicides were characterized by high variability of growth inhibition level of the tested species. Prochloraz and triazoles limited the growth of tested species the most effectively. The weakest inhibition level for *L. maculans*, *B. cinerea* and *Alternaria* spp. was shown by benzimidazoles, while azoxystrobin was ineffective for grown reducing most of *S. sclerotiorum* and some of *B. cinerea* isolates.

e-mail: K.Pieczul@iorpib.poznan.pl