

JERZY OSOWSKIInstytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie
Zakład Nasiennictwa i Ochrony Ziemiaka w Boninie

Wpływ stężeń wybranych fungicydów na wzrost grzybni *Alternaria solani* i *A. alternata* w warunkach laboratoryjnych

The effectiveness of some fungicides in reducing the mycelial growth of *Alternaria solani* and *A. alternata* under laboratory conditions

W doświadczeniu laboratoryjnym oceniano skuteczność 7 wybranych fungicydów, zalecanych do zwalczania suchej i brunatnej plamistości liści ziemniaka, w ograniczaniu wzrostu grzybni grzybów z rodzaju *Alternaria*, na pożywce agarowo-ziemniaczanej. Fungicydy różniły się sposobem działania: zoksamid + mankozeb (Unikat 75 WG), fluazynam (Altima 500 SC), propineb (Antracol 70 WG) o działaniu powierzchniowym; cymoksanil + famoksat (Tanos 50 WG) i fenamidon + mankozeb (Pyton 60 WG) o działaniu wgłębnym i metalaksyl-M + mankozeb (Ridomil Gold MZ 68 WG) i iprowalikarb + mankozeb (Melody Med 69 WG) o działaniu systemicznym. Wszystkie oceniane fungicydy istotnie ograniczały wzrost grzybni grzybów z rodzaju *Alternaria* w porównaniu do kontroli. Najmniejszą efektywność stwierdzono dla mieszaniny cymoksanil + famoksat (Tanos 50 WG).

Słowa kluczowe: *Alternaria solani*, *Alternaria alternata*, alternarioza, grzybnia, substancja aktywna, stężenie

The efficiency of 7 different fungicides, recommended controlling early blight, in reducing the mycelial growth of *Alternaria* spp. was evaluated in laboratory experiments using potato-agar medium. Three contact fungicides: zoxamide + mancozeb (Unikat 75 WG), fluazynam (Altima 500 SC) and propineb (Antracol 70 WG), two translaminar fungicides: cymoxanil + famoxate (Tanos 50 WG) and fenamidon + mancozeb (Pyton 60 WG), and two systemic fungicides: metalaxyl-M + mancozeb (Ridomil Gold MZ 68 WG), and iprowalikarb + mancozeb (Melody Med 69 WG) were compared. The results showed that all the tested fungicides significantly reduced the mycelial growth. The lowest effectiveness was observed with the mixture cymoxanil + famoxate (Tanos 50 WG).

Key words: *Alternaria solani*, *Alternaria alternata*, active ingredient, concentration, early blight, dose, mycelium

WSTĘP

Grzyby z rodzaju *Alternaria* są na roślinach ziemniaka sprawcami dwóch chorób. Sprawcą suchej plamistości liści ziemniaka jest grzyb *Alternaria solani*, a brunatnej

plamistości liści *Alternaria alternata*. Choroby te, ze względu na podobne objawy wywoływane przez sprawców, określa się jednym mianem alternarioza ziemniaka.

Choroba na plantacji pojawia się najczęściej w ostatniej dekadzie czerwca i na początku lipca (Wnękowski, Błaszczak, 1997). Jest to bardzo ważny moment w rozwoju rośliny ziemniaka, gdyż wchodzi ona w fazę zawiązywania bulw i gromadzenia plonu. Niszczenie tkanki liści rośliny ziemniaka zmniejsza powierzchnię asymilacyjną, powodując ograniczenie możliwości gromadzenia plonu. Straty powodowane przez alternariozę są znaczne i mogą wynosić od 20–30% (Fry, 1994) do 50% (Denner, Theron, 1999).

Celem przeprowadzonych doświadczeń (warunki laboratoryjne) było sprawdzenie czy wybrane fungicydy, w zależności od zastosowanego stężenia roboczego, skutecznie ograniczają rozwój grzybni grzybów z rodzaju *Alternaria*.

MATERIAŁ I METODY

W Zakładzie Nasiennictwa i Ochrony Ziemniaka w Boninie przeprowadzono w warunkach laboratoryjnych doświadczenie sprawdzające skuteczność 7 różnych fungicydów zarejestrowanych do zwalczania alternariozy ziemniaka (tab. 1).

Tabela 1

Fungicydy oceniane w warunkach laboratoryjnych
Fungicides estimated in laboratory conditions

Substancja aktywna Active ingredient	Nazwa handlowa Commercial name	Sposób działania Mode of action	Dawka (kg/ha) Dose (kg/ha)
4% metalaksyl-M + 64% mankozeb	Ridomil Gold MZ 68 WG	systemiczne	2,5 kg/ha
9% iprowalikarb + 60% mankozeb	Melody Med 69 WG	systemic	2,0 kg/ha
10% fenamidon + 50% mankozeb	Pyton 60 WG	wgłębny	1,0 kg/ha
25% cymoksanil + 25% famoksat	Tanos 50 WG	translaminar	0,5 kg/ha
fluaazydam 500 g / l	Altima 500 SC	powierzchniowy contact	0,3–0,4 l/ha
70% propineb	Antracol 70 WG		1,8 kg/ha
6,15% zoksamid + 68,85% mankozeb	Unikat 75 WG		2,0 kg/ha

Doświadczenie założono na szalkach Petriego w układzie kompletnie zrandomizowanym w dwóch wariantach.

Wariant pierwszy — do pożywki agarowo-ziemniaczanej dodano testowane fungicydy w stężeniu odpowiadającym dawce zarejestrowanej do zwalczania alternariozy w warunkach polowych. Po zastygnięciu pożywki z dodanymi fungicydami na środek każdej z płytek nakładano krążek grzybni ocenianego grzyba.

W wariacie drugim — oceniano badane fungicydy w stężeniu 10-krotnie niższym.

Pierwszy pomiar przeprowadzono po 3 dniach od momentu założenia doświadczenia i prowadzono go w odstępach dwudniowych, do całkowitego zarosnięcia przez oceniany grzyb płytek w kombinacji kontrolnej. Otrzymane wyniki opracowano statystycznie za pomocą analizy wariancji.

WYNIKI

W przeprowadzonym doświadczeniu laboratoryjnym wszystkie oceniane fungicydy wykazały wysoką skuteczność w ograniczaniu rozwoju grzybni grzybów *Alternaria alternata* i *Alternaria solani* na płytkach Petriego (tab. 2).

Tabela 2

Skuteczność wybranych fungicydów w ograniczaniu rozwoju grzybni *Alternaria alternata* i *A. solani*
Effectiveness of some fungicides in reducing the mycelial growth of *Alternaria alternata* and *A. solani*

Fungicyd Fungicide	Sposób działania Mode of action	Grzyb Fungi	Średnica * (mm) Diameter *(mm)	Skuteczność (%) Effectiveness (%)
Kontrola Control		<i>A. alternata</i>	56,5 c	—
		<i>A. solani</i>	46,8 c	—
4% metalaksyl-M + 64% mankozeb	Systemiczne Systemic	<i>A. alternata</i>	0,0 a	100,0
		<i>A. solani</i>	5,5 a	88,3
9% iprowalikarb + 60% mankozeb		<i>A. alternata</i>	2,1 a	96,3
		<i>A. solani</i>	10,6 a	77,4
10% fenamidon + 50% mankozeb	Wgłębne Translaminar	<i>A. alternata</i>	8,2 a	85,5
		<i>A. solani</i>	7,9 a	83,2
25% cymoksanil + 25% famoksat		<i>A. alternata</i>	51,1 c	9,6
		<i>A. solani</i>	17,3 b	63,1
fluazynam 500 g / l		<i>A. alternata</i>	18,6 b	67,1
70% propineb	Powierzchniowe Contact	<i>A. solani</i>	6,8 a	85,5
		<i>A. alternata</i>	15,1 b	73,3
6,15% zoksamid + 68,85% mankozeb		<i>A. solani</i>	22,9 b	51,1
		<i>A. alternata</i>	0,0 a	100,0
		<i>A. solani</i>	8,8 a	81,2
NIR $\alpha = 0,05$ — LSD $\alpha = 0,05$			12,5	

* Wartości oznaczone w kolumnach takimi samymi literami nie różnią się istotnie statystycznie ($\alpha = 0,05$)

* Means followed by the same letters in a column do not differ significantly ($\alpha = 0,05$)

Alternaria alternata

Wszystkie oceniane pod względem skuteczności fungicydy istotnie zmniejszyły tempo przyrostu grzybni grzyba *Alternaria alternata* w porównaniu do wariantu kontrolnego (NIR = 12,5 mm). Najwyższą skuteczność wśród ocenianych fungicydów uzyskano dla mieszanin metalaksyl-M + mankozeb i zoksamid + mankozeb (100% w porównaniu do kontroli) oraz iprowalikarb + mankozeb (96,3). Nieznacznie niższą skuteczność stwierdzono dla mieszaniny fenamidon + mankozeb (85,5%) i propinebu (73,3%). Brak skuteczności w hamowaniu rozwoju grzybni stwierdzono dla mieszaniny cymoksanil + famoksat (9,6%).

Alternaria solani

Ocena skuteczności w hamowaniu wzrostu grzybni grzyba *Alternaria solani* wykazała, że wszystkie badane fungicydy istotnie ograniczyły jej rozwój w porównaniu do kontroli. Najmniejszą skuteczność w hamowaniu rozwoju grzybni stwierdzono dla propinebu (51,1%) i mieszaniny cymoksanil i famoksat (63,1%). Zakres skuteczności dla pozostałych ocenianych fungicydów wynosił od 77,4% (iprowalikarb + mankozeb) do 88,3% (metalaksyl-M + mankozeb).

Ocenę skuteczności badanych fungicydów w ograniczaniu rozwoju grzybni grzybów z rodzaju *Alternaria* przedstawiono w tabeli 3. Najwyższą efektywność działania w hamowaniu rozwoju grzybni grzybów z rodzaju *Alternaria* uzyskano dla mieszanin metalaksyl-M + mankozeb (94,8% skuteczności w porównaniu do kontroli), zoksamid + mankozeb (91,5%), iprowalikarb + mankozeb (87,6%) i fenamidon + mankozeb (84,5%). Najmniejszą skuteczność stwierdzono dla mieszaniny cymoksanil + famoksat (33,7).

Tabela 3

Ogólna skuteczność wybranych fungicydów w ograniczaniu rozwoju grzybni grzybów z rodzaju *Alternaria*
Total effectiveness of some fungicides in inhibition of *Alternaria* mycelial growth

Substancja aktywna Active ingredient	Sposób działania Mode of action	Średnica * (mm) Diameter *(mm)	Skuteczność (%) Effectiveness (%)
Kontrola — Control		51,6 d	—
4% metalaksyl-M + 64% mankozeb	systemiczne	2,7 a	94,8
9% iprowalikarb + 60% mankozeb	systemic	6,4 a	87,6
10% fenamidon + 50% mankozeb	wgłębne	8,0 a	84,5
25% cymoksanil + 25% famoksat	translaminar	34,2 c	33,7
Fluazynam 500 g / l	powierzchniowe contact	12,7 b	75,4
70% propineb		19,0 b	63,2
6,15% zoksamid + 68,85% mankozeb		4,4 a	91,5
NIR $\alpha = 0,05$ — LSD $\alpha = 0,05$		8,8	—

* Wartości oznaczone w kolumnach takimi samymi literami nie różnią się istotnie statystycznie ($\alpha = 0,05$)

* Means followed by the same letters in a column do not differ significantly ($\alpha = 0.05$)

Tabela 4

Skuteczność badanych fungicydów w zależności od zastosowanego stężenia roboczego
Effectiveness of some fungicides in relation to the concentration applied

Substancja aktywna Active ingredient	Stężenie Concentration	Średnica (mm) Diameter (mm)	Skuteczność (%) Effectiveness (%)
Kontrola Control	polowe * 10× niższe **	51,6 51,6	— —
4% metalaksyl-M + 64% mankozeb	polowe	0,6	98,8
	10× niższe	4,8	90,7
9% iprowalikarb + 60% mankozeb	polowe	0,3	99,4
	10× niższe	12,4	76,0
10% fenamidon + 50% mankozeb	polowe	0,3	99,4
	10× niższe	15,8	69,4
25% cymoksanil + 25% famoksat	polowe	29,6	42,6
	10× niższe	38,7	25,0
Fluazynam 500 g / l	polowe	9,0	82,6
	10× niższe	16,4	68,2
70% propineb	polowe	13,1	74,6
	10× niższe	24,9	51,7
6,15% zoksamid + 68,85% mankozeb	polowe	0,8	98,4
	10× niższe	7,9	84,7
NIR $\alpha = 0,05$ — LSD $\alpha = 0,05$		12,5	—

* Field concentration

** Concentration 10 × lower

Stężenie robocze

Skuteczność ocenianych fungicydów w hamowaniu rozwoju grzybni sprawców alternariozy w zależności od zastosowanego stężenia roboczego przedstawiono w tabeli 4. Wszystkie oceniane fungicydy niezależnie od zastosowanego stężenia roboczego istotnie ograniczyły rozwój sprawców alternariozy na płytkach Petriego. Najwyższą skuteczność stwierdzono dla mieszanin metalaksyl-M + mankozeb (98,8% stężenie polowe i 90,7% stężenie 10 x niższe) oraz zoksamid + mankozeb (odpowiednio 98,4% i 84,7%). Wśród pozostałych badanych preparatów mieszaniny iprowalikarb + mankozeb, fenamidon + mankozeb oraz fluazynam wykazały wysoką skuteczność po zastosowaniu ich tylko w stężeniu polowym.

DYSKUSJA

Alternarioza ziemniaka jest obok zarazy ziemniaka najgroźniejszą chorobą powodującą plamistość liści. Znaczenie tej choroby wynika z terminu jej wystąpienia na roślinach w okresie wegetacji (w Polsce średnio 50–70 dni po sadzeniu (Osowski, 2001). Wystąpienie pierwszych objawów i rozwój choroby rozpoczyna się w momencie, kiedy roślina zaczyna gromadzić plon pod krzakiem. Ograniczenie powierzchni asymilacyjnej wpływa na zmniejszenie plonu bulw i jego jakość.

Zabiegi chemiczne stanowią ważny element technologii ochrony plantacji ziemniaka przed alternariozą. Skuteczność prowadzonej ochrony chemicznej jest według Holma (2002) i Khana i wsp. (2003) uzależniona od terminu jej rozpoczęcia (wystąpienie pierwszych objawów choroby lub faza kwitnienia roślin) i doboru właściwych środków ochrony chemicznej.

Do zwalczania alternariozy w warunkach naszego kraju zarejestrowanych jest obecnie ponad 20 fungicydów i liczba ta jest stale uzupełniana o nowe preparaty. Prowadzenie badań polowych nad skutecznością nowych rejestrowanych środków ochrony roślin jest procesem długim i kosztownym, nie zawsze dającym szybko pozytywną odpowiedź. Czynnikiem wspomagającym prowadzenie badań w warunkach polowych, może być wstępna selekcja nowych fungicydów w warunkach laboratoryjnych.

Badania przeprowadzone w zakładzie Nasiennictwa i Ochrony Ziemniaka w Boninie, w zakresie możliwości wstępnej oceny skuteczności nowych fungicydów do zwalczania alternariozy potwierdziły, że testy laboratoryjne są jednym z ważnych elementów oceny skuteczności, dającym możliwość wstępnej ich selekcji.

Wyniki uzyskane w doświadczeniu wykazały wysoką skuteczność 6 ocenianych fungicydów w hamowaniu rozwoju grzybni grzybów z rodzaju *Alternaria*, niezależnie od zastosowanego stężenia roboczego i gatunku ocenianego grzyba. Najwyższą efektywność działania w warunkach laboratoryjnych, stwierdzono dla mieszanin metalaksyl-M + mankozeb; zoksamid + mankozeb; iprowalikarb + mankozeb oraz fenamidon + mankozeb. Zakres skuteczności tych środków wynosił od 84,5% (fenamidon + mankozeb) do 94,8% (metalaksyl-M + mankozeb).

Rozpatrując skuteczność badanych środków w zależności od ocenianego stężenia roboczego wyniki układają się następująco: najwyższą skuteczność wśród ocenianych fungicydów badanych w stężeniu połowym stwierdzono dla mieszanin zoksamid + mankozeb (98,4%), metalaksyl-M + mankozeb (98,8%) oraz iprowalikarb + mankozeb i fenamidon + mankozeb (99,4%), zaś najniższą skuteczność uzyskano dla mieszaniny cymoksanil + famoksat (42,6%).

Wśród fungicydów testowanych w stężeniu 10 x niższym, najwyższą skuteczność hamowania rozwoju grzybni stwierdzono dla mieszanin: iprowalikarb + mankozeb, zoksamid + mankozeb oraz metalaksyl-M + mankozeb. Zakres skuteczności tych środków wahał się od 76,0% (iprowalikarb + mankozeb) do 90,7% (metalaksyl-M + mankozeb). Najniższą skuteczność podobnie jak w przypadku stężenia połowego stwierdzono dla mieszaniny cymoksanil + famoksat (25,0%).

Wyniki uzyskane w doświadczeniu, wykazały wysoką skuteczność 3 spośród 7 testowanych fungicydów w ograniczaniu rozwoju grzybni grzybów z rodzaju *Alternaria* niezależnie od zastosowanego stężenia roboczego. Wpływ na wysoką skuteczność fungicydów: metalaksyl-M + mankozeb; zoksamid + mankozeb i iprowalikarb + mankozeb, mogła mieć zawartość mankozebu w ich składzie. Doświadczenia przeprowadzone w warunkach laboratoryjnych przez Choulwara i Datar (1993), Choulwara i Datar (1994) i Osowskiego (2004) potwierdzają wysoką skuteczność tej substancji aktywnej w hamowaniu tempa rozwoju grzybów z rodzaju *Alternaria*. Również wyniki doświadczeń przeprowadzonych w warunkach połowych przez Shtienberga i wsp. (1995), Platta, Reddina (1997) i Osowskiego (2003) potwierdzają wysoką skuteczność mankozebu w ograniczaniu rozwoju alternariozy.

Wysoka skuteczność mankozebu stosowanego jako substancja główna oraz jako składnik uzupełniający w mieszaninach może być związany ze skutecznością tej substancji nawet w dużym rozcieńczeniu. Uzyskane wyniki w naszym doświadczeniu wydają się potwierdzać tę tezę.

WNIOSKI

1. Wszystkie oceniane fungicydy istotnie ograniczały rozwój grzybów z rodzaju *Alternaria* w warunkach laboratoryjnych.
2. W ocenie fungicydów w stężeniu połowym najwyższą skuteczność stwierdzono dla 6 spośród ocenianych fungicydów.
3. Najwyższą skuteczność w hamowaniu rozwoju grzybni sprawców alternariozy badanych w stężeniu 10x niższym stwierdzono dla trzech fungicydów: metalaksyl-M + mankozeb; zoksamid + mankozeb i iprowalikarb + mankozeb.
4. Mieszanina cymoksanil + famoksat wykazała się niską efektywnością w hamowaniu rozwoju grzybni w warunkach laboratoryjnych w każdym z ocenianych stężeń.

LITERATURA

Choulwar A. B., Datar V. V. 1993. Efficacy of fungi toxicants on the mycelial growth of *Alternaria solani*. Journal of Maharashtra Agricultural Universities, 18/ 2: 319 — 320.

- Choulwar A. B., Datar V. V. 1994. Tolerance of *Alternaria solani* to fungicides. *Journal of Maharashtra Agricultural Universities*, 19: 1: 133 — 134.
- Denner F. D. N., Theron D. J. 1999. Voorkoms en beheer van swamsiektes by aartappels. In: Handleiding vir aartappelverbouing in South-Africa. Steyn P. J. (Ed.). Agricultural Research Council, Roodeplaat, Pretoria: 117 — 132.
- Fry W. E. 1994. Role of early blight suppression in potato pest management. In: Advances in potato pest biology and management. G. W. Zehnder, M. L. Powelson, R. K. Jansson, K. V. Raman (eds.) APS Press. The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, USA: 166 — 177.
- Holm A. L. 2002. Early blight. www.ndsu.nodak.edu/instruct/gudmesta/lateblight/blight1.html.
- Khan A. M., Rashid A., Jawed Iqbal M. 2003. Evaluation of foliar applied fungicides against early blight of potato under field conditions. *Intern. J. Agric. Biol.* Vol. 5, No. 4: 543 — 544.
- Osowski J. 2001. Potrzeba i możliwości zwalczania alternariozy. *Ziemniak Polski* 2: 19 — 22.
- Osowski J. 2003. Effectiveness of some chemical strategy protection of potato against an early blight (*Alternaria solani*). *Journal of Plant Protection Research* Vol. 43, No. 4: 361 — 367.
- Osowski J. 2004. Skuteczność różnych fungicydów zawierających mankozeb w ograniczaniu rozwoju alternariozy ziemniaka w badaniach polowych i laboratoryjnych. *Biul. IHAR* 233: 295 — 302.
- Platt H. W., Reddin R. 1997. Fungicide efficacies for control of early and late blight of potatoes 1995. *Tests of Agrochemicals and Cultivars*, No. 18: 18 — 19.
- Shtienberg D., Blachinsky D., Kremer Y., Ben-Hador G., Dinoor A. 1995. Integration of genotype and age-related resistances to reduce fungicide use in management of *Alternaria* diseases of cotton and potato. *Phytopathology* 85: 9: 995 — 1002.
- Wnękowski S., Błaszczak W. 1997. Choroby ziemniaka. W: *Ochrona Roślin*. Red. J. Kochman i W. Węgorek. Plantpress, Kraków: 505 — 535.