

JERZY OSOWSKIZakład Nasiennictwa i Ochrony Ziemiaka w Boninie
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie

Skuteczność różnych fungicydów zawierających mankozeb w ograniczaniu rozwoju alternariozy ziemniaka w badaniach polowych i laboratoryjnych

The effectiveness of different fungicides containing mancozeb in reducing development of early blight in field and laboratory investigations

W latach 1999 i 2001–2003 w doświadczeniach polowych i laboratoryjnych oceniano skuteczność wybranych fungicydów w zwalczaniu alternariozy ziemniaka. W doświadczeniu oceniano skuteczność różnych mieszanin substancji aktywnych fungicydów o działaniu powierzchniowym: mankozeb (Dithane NeoTec 75 WG), zoksamid + mankozeb (Unikat 75 WG); wgłębnym: fenamidon + mankozeb (Pyton 60 WG) i systemicznym: metalaksyl M + mankozeb (Ridomil Gold MZ 68 WG). Wszystkie oceniane w doświadczeniu polowym fungicydy istotnie ograniczyły rozwój choroby w porównaniu do kontroli (brak ochrony chemicznej). W wyniku zastosowania fungicydów uzyskano wzrost plonu od 4,8 t/ha (metalaksyl M + mankozeb) do 6,4 t/ha (zoksamid + mankozeb). W doświadczeniu laboratoryjnym efekt hamujący rozwój grzyba *Alternaria alternata* stwierdzono tylko dla substancji aktywnych: mankozeb i fenamidon.

Słowa kluczowe: *Alternaria solani*, *Alternaria alternata*, alternarioza, ochrona chemiczna, substancja aktywna

In the years 1999 and 2001–2003, the efficiency of different fungicides in controlling early blight was evaluated in field and laboratory experiments. Two contact fungicides: mancozeb (Dithane NeoTec 75 WG and zoxamide + mancozeb (Unikat 75 WG), a translaminar fungicide fenamidon + mancozeb (Pyton 60 WG) and a systemic fungicide metalaxyl M + mancozeb (Ridomil Gold MZ 68 WG) were compared. The results showed that all tested fungicides significantly reduced early blight development in the field trials. The control of early blight resulted in the increase of potato yield by 4.8 t/ha (metalaxyl M + mancozeb) to 6.2 t/ha (zoxamide + mancozeb). In the laboratory experiments only mancozeb and fenamidon reduced the development of *Alternaria alternata* fungus.

Key words: active ingredient, *Alternaria solani*, *Alternaria alternata*, early blight, chemical control

WSTĘP

Jednym z groźniejszych sprawców powodujących plamistości liści na roślinach ziemniaka są dwa gatunki saprofitycznych grzybów należących do rodzaju *Alternaria*: *Alternaria solani* i *Alternaria alternata*. Alternarioza jest chorobą powszechnie występującą na roślinach ziemniaka we wszystkich rejonach uprawy, a szczególnie w gorącym klimacie na plantacjach, które są nawadniane (Harrison, 1974; Rotem, 1981; Holm, 2002).

W warunkach Polski obserwuje się rosnące znaczenie tej choroby, chociaż jest uważana za chorobę ekstensywnej uprawy ziemniaka. Straty powodowane przez alternariozę są trudne do oszacowania. Jak podaje Fry (1994) wynoszą one 20–30% lub według Dennera i Theron (1999) mogą dochodzić do 50%.

Szkodliwy wpływ alternariozy można skutecznie ograniczać poprzez prawidłową agrotechnikę, używanie odmian odpornych oraz ochronę chemiczną. Wśród substancji aktywnych zarejestrowanych do zwalczania alternariozy, mankozeb należy do najczęściej stosowanych. Na 22 środki zarejestrowane do zwalczania alternariozy (zalecenia IOR 2002–2003) połowa z nich zawiera mankozeb jako składnik główny lub uzupełniający.

Celem tej pracy było sprawdzenie skuteczności działania wybranych fungicydów (różniących się zawartością mankozebu) w ograniczaniu rozwoju sprawcy choroby w doświadczeniach laboratoryjnych i polowych.

MATERIAŁ I METODY

W latach 1999 i 2001–2003 w dwóch miejscowościach na terenie Polski: Bonin (woj. zachodniopomorskie) i Stare Olesno (woj. opolskie) prowadzono doświadczenia, w których oceniano skuteczność zwalczania alternariozy za pomocą wybranych fungicydów zawierających w swoim składzie mankozeb (tab. 1).

Tabela 1

Fungicydy oceniane w latach 1999 i 2001–2003
Fungicides assessed in the years 1999 and 2001–2003

Fungicyd Fungicide	Substancja aktywna Active ingredient	Zawartość mankozebu (%) Contents of mancozeb (%)	Rok Year			
			1999	2001	2002	2003
Dithane Neo Tec 75 WG	mankozeb	75,00	x	x	x	x
Unikat 75 WG	zoksamid + mankozeb	68,85	x	x	x	x
Ridomil Gold MZ 68 WG	metalaksyl-M + mankozeb	64,00	x	x	x	x
Pyton 60 WG	fenamidon + mankozeb	50,00	x			x

Doświadczenia polowe prowadzono w układzie losowanych bloków. Ochronę chemiczną rozpoczynano w momencie wystąpienia pierwszych objawów choroby. Środki o działaniu powierzchniowym (kontaktowym) aplikowano co 7–10 dni, a o działaniu układowym i wgłębnym co 10–14 dni. Ocenę tempa rozwoju choroby wykonywano, co 10 dni według 9-stopniowej skali porażenia, gdzie 9 oznacza najmniejsze porażenie, a 1 — całkowicie zniszczoną roślinę. Obliczenia statystyczne przeprowadzono za pomocą

dwuczynnikowej analizy wariancji na wynikach transformowanych według wzoru Bliss (dla wartości procentowych).

W warunkach laboratoryjnych przeprowadzono doświadczenie na szalkach Petriego w dwóch wariantach.

— Wariant pierwszy — do pożywki agarowo-ziemniaczanej dodano testowane fungicydy w stężeniu odpowiadającym dawce zarejestrowanej do zwalczania alternariozy w warunkach polowych.

— W wariancie drugim zastosowano 10-krotnie niższe stężenie badanego środka.

Dodatkowo w każdym z testowanych wariantów doświadczenia laboratoryjnego przebadano skuteczność następujących substancji aktywnych: metalaksyl M, zoksamid i fenamidon w hamowaniu rozwoju grzyba *Alternaria alternata*. Pierwszy pomiar rozwoju grzyba przeprowadzono po 3 dniach od momentu założenia doświadczenia i prowadzono go w odstępach 2-dniowych, do całkowitego zarośnięcia przez grzyb płytek w kombinacji kontrolnej (bez dodatku fungicydu). Otrzymane wyniki opracowano statystycznie za pomocą analizy wariancji.

WYNIKI

W przeprowadzonych w latach 1999 i 2001–2003 doświadczeniach polowych testowane fungicydy wykazały wysoką skuteczność w ograniczaniu rozwoju alternariozy na liściach ziemniaka (tab. 2).

Tabela 2

Skuteczność fungicydów testowanych w ochronie ziemniaków przeciwko alternariozie w Boninie i Starym Oleśnie (lata 1999 i 2001–2003)
The efficiency of fungicides tested in potato protection against early blight at Bonin and Stare Olesno (years 1999 and 2001–2003)

Miejscowość Locality	Wariant ochrony Variant of protection	Procent zniszczenia Damage caused by the disease (%)
Bonin	kontrola control	78,3 c
	Mankozeb	40,4 b
	Metalaksyl M + mankozeb	36,8 b
	Zoksamid + mankozeb	43,8 b
Stare Olesno	kontrola control	73,2 c
	Mankozeb	22,7 a
	Metalaksyl M + mankozeb	21,6 a
	Zoksamid + mankozeb	15,1 a
NIR _{α = 0,05} — LSD _{α = 0,05}		14,5
Kontrola Control		75,7 b
Mankozeb — Mankozeb		31,5 a
Metalaksyl M + mankozeb — Metalaxyl-M + mankozeb		29,2 a
Zoksamid + mankozeb — Zoksamide + mankozeb		29,4 a
NIR _{α = 0,05} — LSD _{α = 0,05}		7,4
Bonin		49,8 b
Stare Olesno		33,1 a
NIR _{α = 0,05} — LSD _{α = 0,05}		3,8

Procent zniszczenia blaszki liściowej przez sprawcę choroby na kontroli w ocenianym okresie wynosił średnio 75,7% (73,2% — Stare Olesno; 78,3% — Bonin). Zniszczenie roślin przez alternariozę na poletkach chronionych wahało się w zakresie 36,8–43,8% w Boninie i 15,1–22,7% w starym Oleśnie. Nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic w porażeniu roślin na poletkach chronionych różnymi fungicydami.

Oceniane preparaty wykazały wyższą skuteczność zwalczania alternariozy (tab. 3) w miejscowości Stare Olesno (zakres od 62,4% do 75,5%) w porównaniu z Boninem (zakres od 48,6% do 55,3%).

Tabela 3

Skuteczność kilku fungicydów w zwalczaniu alternariozy w Boninie i Starym Oleśnie (lata 1999 i 2001–2003)
The effectiveness of some fungicides in early blight control at Bonin and Stare Olesno (years 1999 and 2001–2003)

Fungicyd Fungicide	Skuteczność (%) Effectiveness (%)		
	Bonin	Stare Olesno	średnio — mean
Mankozeb	51,6	62,4	57,0
Metalaksyl M + mankozeb	55,3	64,3	59,8
Zoksamid + mankozeb	48,6	75,5	62,0
Fenamidon + mankozeb*	72,3	76,0	74,1

* Średnia z dwóch lat; Mean for two years

W obu miejscowościach stwierdzono najwyższą średnią skuteczność (procentowa różnica między zniszczeniem powierzchni liści na poletkach niechronionych a traktowanych fungicydem) dla mieszaniny zoksamid + mankozeb (Unikat 75 WG) — 62,0%. Wyniki uzyskane dla pozostałych wariantów układały się następująco: 57,0% — mankozeb (Dithane Neo Tec 75 WG) i 59,8% — metalaksyl-M + mankozeb (Ridomil Gold MZ 68 WG). Średnia skuteczność mieszaniny fenamidon + mankozeb (Pyton 60 WG), którą oceniano w dwóch sezonach wynosiła 74,1%.

W doświadczeniu prowadzonym w warunkach polowych oceniano także wielkość plonów uzyskanych na różnie chronionych poletkach. Istotnie wyższe plony uzyskano w Boninie. Najwyższe plony 33,1 t/ha (średnia z dwóch miejscowości) otrzymano z poletek chronionych mankozebem (tab. 4). Plony uzyskane na poletkach chronionych przez pozostałe fungicydy były nieznacznie niższe (metalaksyl M + mankozeb — o 1,6 t; zoksamid + mankozeb — o 0,5 t) i nie różniły się statystycznie.

Istotną zwyżkę plonu zaobserwowano na wariantach, gdzie zastosowano chemiczną ochronę przeciwko alternariozie ziemniaka w porównaniu do kontroli. Wzrost plonu wynosił od 4,8 t/ha (mieszanina metalaksyl M + mankozeb) do 6,4 t/ha (mieszanina zoksamid + mankozeb).

W części laboratoryjnej doświadczenia oceniano wpływ testowanych fungicydów i ich substancji aktywnych na ograniczanie przyrostu grzyba na płytkach Petriego. W warunkach laboratoryjnych stwierdzono bardzo wysoką skuteczność wszystkich badanych fungicydów (98,3%–100%) w hamowaniu rozwoju grzybni zastosowanych w stężeniu polowym (tab. 5). Wśród ocenianych pojedynczych substancji aktywnych

jedynie fenamidon (składnik fungicydu Pyton 60 WG) wykazał się właściwościami ograniczającymi wzrost grzyba (27% skuteczności).

Tabela 4

Wpływ ochrony przeciwko alternariozie na plon bulw w Boninie i Starym Oleśnie (lata 1999 i 2001–2003)
The influence of protection against early blight on tuber yield at Bonin and Stare Olesno (years 1999 and 2001–2003)

Wariant ochrony Variant of protection	Plon t/ha Yield t/ha
Kontrola Control	26,7 a
Mankozeb	33,1 b
Metalaksyl M + mankozeb	31,5 b
Zoksamid + mankozeb	32,6 b
$NIR_{\alpha=0,05}$ — $LSD_{\alpha=0,05}$	3,6
Bonin	35,9 b
Stare Olesno	26,1 a
$NIR_{\alpha=0,05}$ — $LSD_{\alpha=0,05}$	2,5

Tabela 5

Wpływ fungicydów na ograniczanie rozwoju grzyba *Alternaria alternata* w warunkach laboratoryjnych
The influence of fungicides on inhibition of *Alternaria alternata* development in laboratory conditions

Wariant	Fungicyd Fungicide	Pomiar (mm) Measurement (mm)						Skuteczność Effectiveness (%)
		I	II	III	IV	V	średnio average	
Stężenie polowe Field concentration	kontrola control	24,8	42,4	59,8	78,8	81,0	57,4 c	—
	Dithane	0	0	0	0	0	0 a	100,0
	Ridomil	0,1	0,1	0,5	1,0	1,4	0,6 a	98,3
	Pyton	0	0	0	0	0	0 a	100,0
	Unikat	0	0	0	0	0	0 a	100,0
	Metalaksyl M	30,0	46,2	61,7	73,2	81,0	58,4 c	0,0
	Fenamidon	11,7	21,3	33,0	47,7	59,2	34,6 b	26,9
	Zoksamid	19,8	37,9	55,3	76,9	81,0	54,2 c	0,0
Stężenie 10 × niższe 10 × lower concentration	kontrola control	24,8	42,4	59,8	78,8	81,0	57,4 c	—
	Dithane	2,6	10,9	21,2	37,0	47,4	23,8 b	41,5
	Ridomil	3,4	13,0	23,9	39,2	48,7	25,6 b	39,9
	Pyton	5,2	12,6	22,4	34,6	44,3	23,8 b	45,3
	Unikat	1,0	3,6	9,2	18,9	25,6	11,7 b	68,4
	Metalaksyl M	37,2	56,0	73,5	80,2	81,0	65,6 c	0,0
	Fenamidon	12,7	22,2	33,6	47,6	58,4	34,9 b	27,9
	Zoksamid	20,3	38,9	57,0	77,0	81,0	54,8 c	0,0
$NIR_{\alpha=0,05}$ — $LSD_{\alpha=0,05}$							22,2	
$NIR_{\alpha=0,05}$ dla fungicydów $LSD_{\alpha=0,05}$ for fungicides							17,5	

Przy stężeniu 10-krotnie niższym skuteczność ocenianych fungicydów była znacznie niższa i wynosiła od 68,4% — zoksamid + mankozeb (Unikat 75 WG) do 45,3% — fenamidon + mankozeb (Pyton 60 WG). Tak jak w wariancie pierwszym metalaksyl M

i zoksamid nie wykazały się skutecznością w ograniczaniu przyrostu grzybni na płycie Petriego. Skuteczność fenamidonu wynosiła 27,9% i była na poziomie uzyskanym w wariancie pierwszym.

DYSKUSJA

Alternarioza ziemniaka powodowana przez grzyby z rodzaju *Alternaria* jest jedną z ważniejszych chorób liści ziemniaka, która powodując przedwczesne zniszczenie powierzchni asymilacyjnej ogranicza możliwość rozwoju roślin i gromadzenia plonu. W Polsce na niektórych odmianach ziemniaka alternarioza jest chorobą o dużym znaczeniu gospodarczym. Jednym z czynników wpływających na szkodliwość alternariozy jest wczesny termin wystąpienia choroby średnio 50–70 dni po sadzeniu (Osowski, 2001). Wczesny termin wystąpienia i sprzyjające warunki do rozwoju choroby występujące w Polsce powodują, że poszukiwane są metody skutecznego eliminowania jej z plantacji ziemniaczanych.

W strategii ochrony roślin ziemniaka przed alternariozą ważne miejsce zajmuje ochrona chemiczna prowadzona od momentu wystąpienia pierwszych objawów choroby na plantacjach ziemniaka (Holm, 2002). Wyniki uzyskane w doświadczeniach polowych wykazały, że ochrona chemiczna jest nie zawsze zabiegiem skutecznym (Stewart i Bradshaw, 1993; Johnson i Teng, 1990).

Testowane w latach 1999 i 2001–2003 fungicydy wykazały się wysoką skutecznością w ograniczaniu rozwoju choroby na liściach ziemniaka w okresie wegetacji. W porównaniu z wariantem kontrolnym uzyskano po zastosowaniu ocenianych fungicydów spadek zniszczenia blaszki liściowej (od 44,2% do 46,5%) i wzrost plonu od 18% do 22,1%. Wyniki uzyskane w przeprowadzonym doświadczeniu potwierdzają doniesienia innych autorów (Christ 1990; Sthienberg i in. 1994; Holm 2002; Khan i in. 2003; Kapsa, Osowski 2003; Osowski 2003) o przydatności ocenianych fungicydów do zwalczania alternariozy.

Na niższą skuteczność fungicydów ocenianych w Starym Oleśnie mogły mieć wpływ zmienne warunki meteorologiczne panujące w okresie wegetacji. Przebieg pogody jest według Broggio i Ranucciego (1991) oraz Wnękowskiego i Błaszczaka (1997) jednym z ważniejszych czynników sprzyjających występowaniu epifitozy i mających wpływ na jej rozwój.

Johnson i Teng (1990), Holm (2002), Khan i wsp. (2003) uważają, że na skuteczność prowadzonej ochrony chemicznej może również wpływać termin zastosowania pierwszych zabiegów ochronnych. Według nich ochronę chemiczną należy rozpocząć po wystąpieniu pierwszych objawów choroby na roślinach ziemniaka lub w okresie kwitnienia. Według Christa (1990), Sthienberga i wsp. (1994) oraz Sthienberga i wsp. (1995) efektywność stosowanej ochrony chemicznej wzrasta przy uprawie odmian odpornych lub o podwyższonej odporności.

Na wysoką skuteczność mankozebu w ocenianych fungicydach mógł mieć wpływ termin ich zastosowania, który przypadł przed kwitnieniem roślin ziemniaka. Według Christa i Maczugi (1989) po zastosowaniu mankozebu w tym terminie stwierdzono

najmniejszą liczbę porażen liści. W doświadczeniu laboratoryjnym wszystkie fungicydy w każdym z ocenianych wariantów doświadczenia istotnie hamowały rozwój grzybni w porównaniu z kontrolą, potwierdzając wysoką skuteczność mankozebu stosowanego zarówno w mieszaninach, jak i pojedynczo (Osowski, 2000).

W fungicydach obecnie stosowanych do zwalczania chorób grzybowych w coraz większym zakresie, stosuje się mieszaniny różnych substancji aktywnych, których wielokierunkowe działanie zwiększa ich skuteczność i obniża poziom ryzyka związany z uodpornieniem się zwalczanych patogenów na stosowane środki ochrony roślin. Wśród testowanych w doświadczeniu fungicydów zarejestrowanych do zwalczania alternariozy są trzy nowe substancje aktywne (metalaksyl M, fenamidon, zoksamid) o nieznanym działaniu na patogeny powodujące tę chorobę. Według Boreckiego (1987) grzyby z rodzaju *Alternaria* są odporne na wiele ze stosowanych do ich zwalczania środków chemicznych w tym także na fungicydy systemiczne.

Wyniki uzyskane w doświadczeniu laboratoryjnym potwierdziły brak skuteczności metalaksylu M i zoksamidu do zwalczania grzybów powodujących alternariozę. W przypadku fenamidonu trzeciej ocenianej substancji aktywnej uzyskano w warunkach laboratoryjnych efekt ograniczający rozwój grzybni na pożywce agarowej potwierdzający jej przydatność do zwalczania alternariozy.

WNIOSKI

1. Oceniane w doświadczeniu fungicydy istotnie ograniczyły wielkość zniszczenia blaszki liściowej w skutek porażenia przez alternariozę w porównaniu z kontrolą (bez chemicznej ochrony).
2. Mniejsze zniszczenie powierzchni asymilacyjnej chronionej przez testowane fungicydy wpłynęło na wzrost plonu o 4,8 t/ha do 6,4 t/ha.
3. W doświadczeniu przeprowadzonym na płytkach Petriego stwierdzono brak skuteczności metalaksylu M i zoksamidu w hamowaniu rozwoju grzyba *Alternaria alternata*.
4. Na wysoką skuteczność fungicydu Pyton 60 WG ocenianego w okresie dwóch lat mogło mieć wpływ współdziałanie substancji aktywnych znajdujących się w składzie tej mieszaniny.

LITERATURA

- Borecki Z. 1987. Nauka o chorobach roślin. PWRiL, Warszawa: 306 — 307.
- Broggio M., Ranucci A. 1991. A comparison of two infection methods for potato early blight (*Alternaria solani* Sorauer). Adv. Hort. Sci. 5: 18 — 22.
- Christ B. J. 1990. Influence of potato cultivars on the effectiveness of fungicide control of early blight. Am. Potato J. 67/ 7: 419 — 425.
- Christ B. J., Maczuga S. A. 1989 The effect of fungicide schedules and inoculum levels on early blight severity and yield of potato. Plant Disease 73/ 8: 695 — 698.
- 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 and late blight suppression in potato pest management. p. 166 — 177. 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 Phytopathology Society St. Paul, Minnesota, USA: 655 pp.
- Harrison M. D. 1974. Interactions between foliar sprays and soil fumigation in yield responses of potatoes. *Phytopathology* 64: 860-864
- Holm A. L. 2002. Early blight www.ndsu.nodak.edu/instruct/gudmesta/lateblight1/blight1.html.
- Johnson K. B., Teng P. S. 1990. Coupling a disease progress model for early blight to a model potato growth. *Phytopathology*, 80: 4, 416-425.
- Kapsa J., Osowski J. 2003. Efficacy of some selected fungicides against early blight (*Alternaria* spp.) on potato crops. *J. Plant Protection Research* 43, No. 2: 113 — 120.
- 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. 2000. Możliwości zwalczania alternariozy *Alternaria* spp. w badaniach laboratoryjnych i polowych. W: *Ochrona Ziemniaka. Konferencja Naukowa, Kołobrzeg 4–5 kwietnia 2000*: 37 — 41.
- Osowski J. 2001. Potrzeba i możliwości zwalczania alternariozy. *Ziemniak Pol.* 2: 19 — 22.
- Osowski J. 2003. Effectiveness of some chemical strategy protection of potato against early blight (*Alternaria solani*). *J. Plant Protection Research* 43, 4: 361 — 368.
- Rotem J. 1981. Fungal diseases of potato and tomato in the Negev. *Plant Disease* 65: 315 — 318.
- Stewart H. E., Bradshaw J. E. 1993. A glasshouse test for assessing resistance to early blight (*Alternaria solani*). *Potato Research* 36: 1: 35 — 42.
- Sthienberg 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.
- Sthienberg D., Raposo R., Bergeron S. N., Legard D. E., Dyer A. T., Fry W. E. 1994. Incorporation of cultivar resistance in a reduced-sprays strategy to suppress early and late blights on potato. *Plant Disease* 78, 1: 23 — 26.
- Wnękowski S., Błaszczak W. 1997. Choroby ziemniaka. W: *Ochrona Roślin*. Red. Kochman J., Węgorzek W. Plantpress, Kraków: 505 — 535.
- Zalecenia Ochrony Roślin na lata 2002/03. 2001. IOR Poznań, t. 2: 327.