

## Skuteczność biologicznej i chemicznej ochrony roślin ziemniaka przed zarazą (*Phytophthora infestans* /Mont./ de Bary) i alternariozą (*Alternaria* spp.)

Bożena Cwalina-Ambroziak

Katedra Fitopatologii i Entomologii – Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie  
ul. Prawocheńskiego 17, 10-720 Olsztyn, Polska

**Abstrakt.** Badania przeprowadzono w latach 2007–2009 na polkach doświadczalnych w Tomaszkanie (północno-wschodnia Polska). Celem badań była ocena skuteczności metod ochrony roślin ziemniaka przed *Phytophthora infestans* i *Alternaria* spp. oraz ich wpływu na plon bulw. Uprawiano cztery wczesne odmiany: Asterix, Red Lady, Irga i Satina. W ochronie stosowano: szczepionkę mikoryzową *Glomus* spp. (aplikowana pod korzenie), Polyversum (zaprawianie bulw i 3-krotne opryskiwanie roślin w okresie wegetacji), Infinito 687,5 SC + Tanos 50 WG, Valbon 72 WG + Tanos 50 WG (opryskiwanie roślin w dwutygodniowych odstępach). W obiekcie kontrolnym rośliny nie były chronione przed patogenami. W okresie wegetacji na roślinach szacowano nasilenie zarazy ziemniaka i alternariozy według skali 9-stopniowej. Wyniki przedstawiono w procentach jako indeks porażenia (Ip). Po zbiorze określono plon bulw z jednej rośliny (g).

Słabsze objawy zarazy ziemniaka stwierdzono na roślinach chronionych biologicznie i chemicznie, a alternariozy na roślinach chronionych tylko fungicydami. Odmiany różnicowały porażenie roślin przez *Phytophthora infestans*. Alternarioza występowała na badanych odmianach w jednakowym nasileniu. Odmiana Asterix okazała się najzdrowsza i jednocześnie wydała najwyższy plon bulw.

**słowa kluczowe:** ochrona biologiczna, fungicydy, choroby ziemniaka, plon bulw

### WSTĘP

Organizm grzybopodobny *Phytophthora infestans* oraz grzyby rodzaju *Alternaria*, ze względu na powszechność występowania i ich zmienność, stanowią duże zagrożenie w uprawie roślin z rodziny Solanaceae, w tym głównie ziemniaka i pomidora. Możliwości ich ograniczenia

stwarzają m.in. metody agrotechniczne (Bouws, Finckh, 2008) i hodowla odmian odpornych (Olanya i in., 2006). W ochronie ziemniaka przed patogenami coraz większe zastosowanie znajduje metoda biologiczna z użyciem antagonistycznych organizmów (Stephan i in., 2005), ekstraktów z roślin (Ghorbani i in., 2004) i kompostów (Al-Mughrabi, 2006). Na duże możliwości wykorzystania organizmu grzybopodobnego *Pythium oligandrum* w ograniczaniu rozwoju czynników chorobotwórczych, w tym sprawców chorób ziemniaka, wskazują badacze zagraniczeni (Benhamou i in., 1997; Brožová, 2002) i krajowi (Gajda, Kurzawińska, 2004). Kontrowersyjne są doniesienia Nurhatika i in. (2010) wskazujące na ochronne działanie efektywnych mikroorganizmów (EM) stosowanych w uprawie ziemniaka przed *P. infestans*. W innych badaniach wykazano skuteczność działania preparatu biotechnicznego Biochikolu 020 PC – ograniczenie rozwoju patogenów, m.in. poprzez stymulację odporności roślin (Kurzawińska, Mazur, 2007a; Pięta i in., 2006). Opryskiwanie roślin fungicydami opóźnia pierwsze infekcje groźnym patogenem – organizmem grzybopodobnym *Phytophthora infestans*, oraz grzybami rodzaju *Alternaria*, ogranicza również ich rozprzestrzenianie i dalszy rozwój (Kapsa, 2004; Shailbala, Pundhir, 2008). Połączenie ochrony chemicznej i biologicznej pozwala ograniczyć zużycie fungicydów. Satisfakcjonujące rezultaty w warunkach polowych dało zastosowanie antagonistów *P. infestans* (*Trichoderma viride*, rodzaju *Penicillium*, *Acremonium strictum* i in.) i metalaksylu (Arora i in., 2006).

W badaniach podjęto próbę zweryfikowania przydatności niektórych elementów chemicznej i biologicznej ochrony plantacji ziemniaka przed zarazą i alternariozą oraz określenia ich wpływu na wielkość plonu bulw.

### MATERIAŁ I METODY

Trzyletnie ściśle doświadczenie mikropoletkowe założono w Tomaszkanie (północno-wschodnia Polska) w

---

Autor do kontaktu:

Bożena Cwalina-Ambroziak  
e-mail: bambr@uwm.edu.pl  
tel. +48 89 523 41 47

Praca wpłynęła do redakcji 9 lipca 2012 r.

2007 roku, na glebie piaszczystej, klasy IVb, w układzie losowanych bloków, w czterech powtórzeniach. Uprawiano wczesne odmiany ziemniaka jadalnego: Asterix, Red Lady, Irga i Satina, po 8 roślin na mikropoletku. Uwzględniono następujące warianty z ochroną przed patogenami:

– szczepionka mikoryzowa *Glomus* spp. (Vaxi-Root, Mycoflor®), aplikowana zgodnie z zaleceniami producenta pod korzenie 5-tygodniowych roślin;

– Polyversum (oospory *Pythium oligandrum*), zaprawianie bulw w dawce 10 g·kg<sup>-1</sup> i 3-krotne opryskiwanie roślin w tygodniowych odstępach w okresie wegetacji w stężeniu 0,05%, pierwsze opryskiwanie po zauważeniu pierwszych objawów chorobowych na nadziemnej części roślin;

– Infinito 687,5 SC (chlorowodorek propamokarbu – związek z grupy pochodnych kwasu karbaminowego – 625 g, oraz fluopikolid – związek z grupy acylpikolidów – 62,5 g w 1 litrze środka), Tanos 50 WG (cymoksanil – związek z grupy iminoacetylmoczników – 250 g, oraz famoksat – związek z grupy oksazolidyn – 250 g w 1 kg środka), opryskiwanie roślin w odstępie 2 tygodni, według zaleceń Instytutu Ochrony Roślin – Państwowego Instytutu Badawczego w Poznaniu;

– Valbon 72 WG (bentiowalikarb – fungicyd z grupy karbaminianów – 17,5 g, oraz mankozeb – fungicyd z grupy polimerycznych ditiokarbaminianów – 700 g w 1 kg środka), Tanos 50 WG, opryskiwanie roślin jak w warincie 3.

W kombinacji kontrolnej roślin nie chroniono przed patogenami.

Podczas sezonu wegetacyjnego, po dwóch tygodniach od ostatniego zabiegu ochronnego, na wszystkich roślinach na poletku dwukrotnie (w odstępie dwóch tygodni)

szacowano nasilenie zarazy ziemniaka i alternariozy według 9-stopniowej skali (Roztropowicz, 1985), gdzie 1° oznacza brak objawów choroby, 9° – najsilniejsze objawy. Wyniki przedstawiono w procentach jako indeks porażenia (Ip), wyliczony ze wzoru:

$$I_p = \frac{\sum (a \cdot b) \cdot 100\%}{n \cdot i}$$

gdzie:

Σ (a · b) – suma iloczynów stopnia skali i liczby roślin porażonych w tym stopniu,

n – ogólna liczba analizowanych roślin,

i – najwyższy stopień skali.

Skuteczność stosowanej ochrony w % wyliczono według wzoru Abbotta:

$$S = \frac{A - B}{A} \cdot 100\%$$

gdzie:

S – skuteczność,

A – porażenie w kombinacji kontrolnej,

B – porażenie w kombinacji chronionej.

Po zbiorze określono plon bulw w gramach z jednej rośliny. Przeprowadzono analizę statystyczną otrzymanych wyników z wykorzystaniem pakietu STATISTICA® 9.0 2009, a średnie porównano stosując test Duncana z uwzględnieniem poziomu istotności p = 0,05.

Sezony wegetacyjne podczas trwania doświadczenia należały do ciepłych, z temperaturami od maja do sierpnia równymi lub przewyższającymi średnie wieloletnie, z wyjątkiem czerwca 2009 r. (tab. 1). Duże opady, przekracza-

Tabela 1. Warunki meteorologiczne (Stacja Meteorologiczna w Tomaszkanie)

Table 1. Meteorological conditions (Meteorological Station in Tomaszkanie).

Month Miesiąc	Średnia Mean		Temperatura; Temperature [°C]				Opady; Rainfall [mm]			
			2007	2008	2009	$\bar{x}$ dla; for 1961–1995	2007	2008	2009	$\Sigma$ dla; for 1961–1995
Maj May	dekadowa	I	8,3	11,9	12,0		34,5	18,6	1,3	
	for 10 days	II	13,2	11,8	11,1		29,3	2,4	6,8	
	miesięczna; monthly	III	19,2	13,2	14,0		29,7	6,0	44,8	
			13,8	12,3	12,4	12,4	93,5	27,0	52,9	56,7
Czerwiec June	dekadowa	I	18,3	18,4	12,2		0,8	0	73,8	
	for 10 days	II	18,8	15,4	13,8		39,9	10,0	32,8	
	miesięczna; monthly	III	15,9	16,9	18,8		47,4	22,7	30,3	
			17,7	16,9	14,9	15,7	88,1	32,7	136,9	68,3
Lipiec July	dekadowa	I	15,8	17,4	18,8		50,9	11,7	28,3	
	for 10 days	II	19,6	18,3	23,1		26,5	30,8	9,8	
	miesięczna; monthly	III	17,6	19,5	19,3		96,3	15,2	10,2	
			17,7	18,5	20,4	15,3	173,7	57,7	48,3	81,3
Sierpień August	dekadowa	I	18,5	18,9	18,9		10,9	38,1	3,9	
	for 10 days	II	19,4	18,4	17,1		23,2	26,5	12,8	
	miesięczna; monthly	III	17,0	18,0	16,8		33,9	37,5	2,6	
			18,3	18,4	17,6	17,9	68,0	102,1	19,3	78,1
Średnia/suma dla okresu wegetacji Mean/sum for growing season			16,9	16,5	16,3	15,3	423,3	219,5	257,4	284,4

jące średnie miesięczne z okresu wielu lat (nawet 2-krotnie w lipcu), wystąpiły w pierwszym roku badań, z wyjątkiem sierpnia. W kolejnych dwóch latach sumy opadów wynosiły 220 i 260 mm, a ich rozkład był nierównomierny – połowę zanotowano odpowiednio w sierpniu i czerwcu.

## WYNIKI I DYSKUSJA

Najsilniejsze objawy zarazy stwierdzono na ziemniaku w sezonie wegetacyjnym 2007 r. (tab. 2). Wpływ na to miały wysokie opady (prawie dwukrotnie przewyższające opady w analogicznym okresie w drugim sezonie wegetacyjnym, w którym objawy choroby były najslabsze). Matkowski i in. (2004) stwierdzają, że wysoka wilgotność, wskutek m.in. zabiegu deszczowania, może stymulować rozwój zarazy, zwłaszcza na podatnych odmianach ziemniaka. Najwyższy indeks porażenia (63,4%) zanotowano w pierwszym roku badań na niechronionych roślinach odmiany Irga – był on istotnie wyższy od indeksów

w analogicznej kombinacji na roślinach badanych odmian w kolejnych dwóch latach trwania doświadczenia, z wyjątkiem porażenia roślin odmiany Irga w 2009 r. W kolejnych sezonach wegetacyjnych na roślinach odmiany Asterix stwierdzono istotnie niższe nasilenie objawów porażenia przez *P. infestans* w porównaniu do pozostałych odmian. W poszczególnych latach prowadzonych badań istotnie najniższe indeksy porażenia w porównaniu do roślin niechronionych zanotowano na roślinach badanych odmian ziemniaka opryskiwanych fungicydami. Skuteczność zastosowanej ochrony chemicznej na badanych odmianach w pierwszych dwóch latach trwania doświadczenia, z wyjątkiem odmiany Satina w 2008 r., wynosiła od 26 do 40%. Bernat (2008) wykazał dużą skuteczność fungicydów Infinito 687,5 SC, Ridomil Gold MZ 68 WG (metalaksyl-M – 4%, mankozeb – 64%), Tattoo C 750 SC (chlorowodorek propamokarbu – 31%, chlorotalonil – 31%), Melody Med 69 WG (mankozeb – 60%, iprowalikalb – 9%), Pyton Con-sento 450 SC (chlorowodorek propamokarbu – 375 g w 1 l

Tabela 2. Porażenie roślin ziemniaka przez *Phytophthora infestans*  
Table 2. Infestation of potato crop by *Phytophthora infestans*.

Lata Years	Obiekty Treatments	Odmiany; Cultivars								Średnia Mean
		Asterix sk [%]		Red Lady sk [%]		Irga sk [%]		Satina sk [%]		
2007	K	61,7 ab		60,8 abc		63,4 a		60,2 a-d		61,5 a
	Polyversum	53,7 c-k	12,9	54,8 b-j	9,8	55,3 b-i	12,7	54,5 c-j	9,4	54,6 b
	M	54,5 c-j	11,6	55,2 b-i	9,2	58,3 a-e	8,0	56,4 b-h	6,3	56,1 b
	Infinito+Tanos	40,5 s-z	34,3	42,5 p-x	30,0	43,4 n-w	31,5	43,1 r-y	28,4	41,9 f
	Valbon+Tanos	42,4 p-x	31,2	44,2 n-t	27,3	45,0 m-s	29,0	44,8 o-x	25,5	43,6 ef
Średnia; Mean		50,6 ab		51,5 ab		53,1 a		51,8 ab		51,5 a
2008	K	49,8 g-p		52,4 e-m		50,6 f-n		48,1 i-r		50,2 c
	Polyversum	43,7 n-u	12,2	45,6 l-s	12,9	42,6 p-x	15,8	43,5 n-w	9,5	43,9 def
	M	46,8 k-s	6,0	48,4 i-r	7,6	45,0 m-s	11,0	47,5 j-s	1,2	46,9 d
	Infinito+Tanos	30,3 z	39,1	34,7 yzż	33,7	34,1 zż	32,6	37,8 x-ż	21,4	33,7 g
	Valbon+Tanos	30,5 z	38,7	36,8 u-ż	29,7	36,4 w-ż	28,0	39,5 t-z	17,8	35,3 g
Średnia; Mean		40,2 h		41,6 g		41,7 g		43,3 fg		42,0 c
2009	K	52,8 b-l		54,7 b-j		56,8 a-g		53,4 d-k		54,4 b
	Polyversum	47,5 j-s	10,0	50,3 f-o	8,0	53,5 c-k	5,8	50,7 f-n	5,0	50,5 c
	M	47,3 j-s	10,4	53,3 c-k	2,5	53,5 c-k	5,8	50,2 f-n	5,9	51,1 c
	Infinito+Tanos	40,8 r-y	22,7	45,3 l-s	17,1	46,3 k-s	18,4	45,3 n-w	15,1	43,9 def
	Valbon+Tanos	41,5 q-y	21,4	47,3 j-s	13,5	48,7 i-q	14,2	44,8 o-x	16,1	45,1 def
Średnia; Mean		46,0 de		50,2 ab		51,8 ab		48,9 bc		49,0 b
Średnia dla obiekty Mean for treat- ment	K	54,8 abc		56,0 ab		56,9 a		53,9 a-d		55,4 a
	Polyversum	48,2 f		50,2 def		50,5 def		49,6 ef		49,6 b
	M	49,5 ef		52,3 b-e		52,3 ab		51,4 cf		51,4 b
	Infinito+Tanos	37,2 i		40,8 ghi		41,3 gh		40,1 ghi		39,8 c
	Valbon+Tanos	38,1 hi		42,8 g		43,4 g		41,0 gh		41,3 c
Średnia dla odmiany Mean for cultivar		45,6 b		48,4 a		48,9 a		47,2 ab		

Objaśnienia: Explanations:

a, b, c ... grupy jednorodne wg testu Duncana, poziom istotności  $p = 0,05$ ; homogeneous groups according to Duncan's test, significance level  $p = 0,05$   
K – kontrola; control, M – szczepionka mikoryzowa; mycorrhizal inoculum, Infinito+Tanos – Infinito 687,5 SC+Tanos 50 WG, Valbon+Tanos – Valbon 72WG+Tanos 50 WG  
sk – skuteczność ochrony w %; efficiency of protection in %

środka, fenamidon – 75 g w 1 l), Altima 500 SC (fluazinam – 500 g w 1 l środka) w hamowaniu rozwoju zarazy ziemniaka. W literaturze zagranicznej znajdujemy informacje o skutecznej ochronie liści ziemniaka przed *P. infestans* takimi fungicydami jak: Ridomil Gold MZ 68 WG, Dithane M-45 WP (mankozeb – 80%), Kocide 101 WP (wodorotlenek miedziowy – 50%), Tazoline WP (mankozeb, metalaktyl) (Evenhuis i in., 2006; Rahman i in., 2008; Ghazanfar i in., 2010).

Zastosowana w niniejszych badaniach ochrona biologiczna w postaci szczepionki mikoryzowej i preparatu Polyversum w istotnym stopniu ograniczała nasilenie objawów zarazy na ziemniaku odmiany Asterix w pierwszym roku badań, a Polyversum – na odmianie Irga w pierwszych dwóch latach badań. Istotne różnice w indeksach porażenia roślin między obiektami z ochroną chemiczną a biologiczną stwierdzono na wszystkich odmianach w pierwszym roku badań oraz na odmianie Asterix i Red Lady w drugim roku badań. Preparat Polyversum, który według Patkowskiej (2006) ogranicza rozwój wielu takich patogenów roślin jak: *Alternaria alternata*, *Botrytis cinerea*, rodzaju *Fusarium*, *Rhizoctonia solani*, *Sclerotinia sclerotiorum*,

w badaniach Kurzawińskiej i Mazura (2007b, 2009) zastosowany do zaprawiania bulw i opryskiwania roślin ziemniaka, ograniczał nasilenie zarazy na części nadziemnej oraz na bulwach, jak również nasilenie alternariozy. Średnie indeksy porażenia z całego okresu niniejszych badań dla kombinacji z ochroną dla poszczególnych odmian wskazują na istotnie mniejsze niż w obiekcie kontrolnym porażenie roślin analizowanych odmian ziemniaka chronionych chemicznie i preparatem Polyversum oraz roślin odmiany Asterix, pod które aplikowano szczepionkę mikoryzową. Doniesienia w literaturze zagranicznej wskazują, że mikoryzacja roślin, w tym również ziemniaka, może być wykorzystana jako jedna z metod ich ochrony przed czynnikami chorobotwórczymi (Matsubara i in., 1995; Duffy, Cassells, 2000). Niemira i in. (1996) dowiedli, że zastosowanie arbuskularnej szczepionki mikoryzowej hamowało kolonizację bulw przez *Fusarium sambucinum*.

Najmniejsze porażenie przez sprawców alternariozy stwierdzono w pierwszym roku badań na roślinach odmiany Satina na obydwu obiektach z ochroną chemiczną oraz na roślinach odmiany Irga z zastosowanym opryskiwaniem Infinito 687,5 SC i Tanos 50 WG (ponad 40% skuteczność

Tabela 3. Porażenie roślin ziemniaka przez *Alternaria alternata*, *A. solani*  
Table 3. Infestation of potato crop by *Alternaria alternata*, *A. solani*.

Lata Years	Obiekty Treatments	Odmiany; Cultivars								Średnia Mean					
		Asterix		Red Lady		Irga		Satina							
		sk [%]		sk [%]		sk [%]		sk [%]							
2007	K	23,7	b-j	25,4	a-i	23,5	b-j	24,2	a-j	24,2	b-f				
	Polyversum	20,5	b-l	13,5	21,3	b-l	4,1	19,4	b-l	17,4	20,4	b-l	15,7	20,4	fg
	M	22,8	b-k	3,7	23,8	a-j	1,6	21,8	b-l	7,2	20,9	b-l	13,6	22,3	c-g
	Infinito+Tanos	15,5	j-m	34,5	16,4	h-m	35,4	13,8	klm	41,2	12,5	lm	48,3	14,6	h
	Valbon+Tanos	16,7	g-m	29,5	16,7	g-m	34,2	15,7	i-m	33,1	10,8	m	55,3	15,0	h
Średnia; Mean		19,8	def	20,7	c-f	18,8	ef	17,8	f	19,3	c				
2008	K	26,7	a-f	28,9	abc	33,3	a	31,1	ab	30,0	a				
	Polyversum	25,7	a-h	3,7	26,7	a-f	7,6	23,7	b-j	28,8	25,9	a-h	16,7	25,5	bcd
	M	25,7	a-h	3,7	27,6	a-d	4,4	26,5	a-f	20,4	28,5	a-h	8,3	27,1	ab
	Infinito+Tanos	21,2	b-l	20,5	21,7	b-l	24,9	22,5	b-k	32,4	23,0	a-f	26,0	22,1	d-g
	Valbon+Tanos	20,3	b-l	23,9	22,4	b-k	22,4	21,4	b-l	35,7	23,9	b-k	23,1	22,0	d-g
Średnia; Mean		22,1	cde	25,5	ab	25,5	ab	26,5	a	25,3	a				
2009	K	26,3	a-g	26,8	a-e	27,0	a-e	28,7	abc	27,4	ab				
	Polyversum	22,4	b-k	14,8	23,3	b-k	13,0	25,3	a-i	6,2	24,7	a-j	13,9	23,9	b-f
	M	24,7	a-j	6,0	24,8	a-j	7,4	26,4	a-g	2,2	25,3	a-i	11,8	24,8	b-f
	Infinito+Tanos	16,4	h-m	37,6	20,4	b-l	23,8	20,8	b-l	22,9	18,4	e-m	35,8	19,0	g
	Valbon+Tanos	17,0	f-m	35,3	18,5	e-m	30,9	18,5	e-m	31,4	21,1	b-l	26,4	18,9	g
Średnia; Mean		21,4	cde	22,8	bcd	23,6	bcd	23,6	bcd	22,8	b				
Średnia dla Mean for treatment	K	25,6	ab	27,0	ab	28,2	a	28,0	ab	27,2	a				
	Polyversum	22,9	b-g	23,8	a-e	22,8	b-g	23,7	a-e	23,3	b				
	M	24,4	abc	26,5	ab	24,9	ab	24,9	ab	24,7	b				
	Infinito+Tanos	17,7	h	19,5	c-h	19,0	e-h	18,0	gh	18,6	c				
Średnia dla odmiany Mean for cultivar		18,0	gh	19,2	d-h	18,5	fgh	18,6	fgh	18,6	c				
Średnia dla odmiany Mean for cultivar		21,7	a	23,2	a	22,7	a	22,6	a	22,6	a				

Objaśnienia jak w tabeli 2; Explanations see Table 2

ochrony). Powyższe fungicydy również skutecznie chroniły przed *Alternaria* spp. rośliny odmiany Asterix i Satina w ostatnim spośród analizowanych sezonów wegetacyjnych (ponad 35% skuteczność). Najwyższe indeksy porażenia zanotowano w ciepłym i umiarkowanie wilgotnym sezonie 2008 r. na roślinach odmiany Irga w kombinacji kontrolnej (33,3%), z istotną różnicą w stosunku do roślin chronionych chemicznie oraz Polyversum (tab. 3). Hamującego wpływu fungicydu Tanos 50 WG na rozwój alternariozy dowiodła w swoich badaniach Kucińska (2005). Kapsa (2004) na podstawie przeprowadzonych doświadczeń wskazała na dużą skuteczność ochronną fungicydów kontaktowych: Bravo 500 SC (chlorotalonil – 500 g w 1 l środka), Dithane M-45 80WP, Unikat 75 WG (zoksamid – 6,15%, mankozeb – 68,85%) i Antracol 70 WP (propineb 700 g w 1 kg środka), oraz systemicznych: Ridomil Gold MZ 68 WP i Tattoo C 750 SC. Z doniesień zagranicznych dowiadujemy się o bardziej efektywnej ochronie przed *Alternaria* spp. fungicydu systemicznego Folicur 25 EC (tebukonazol – 25%) w porównaniu z niesystemicznym

fungicydem Brestan 60 WP (fentin-acetate – 54%) (Man-tecon, 2007) oraz o ograniczającym infekcje przez sprawcę alternariozy, również zarazy, działaniu fungicydu Ridomil Gold MZ 68 WP (Singh, 2008). Nie stwierdzono istotnego zróżnicowania w porażeniu odmian w 2007 i 2009 r., natomiast w 2008 r. istotnie słabsze objawy choroby zanotowano na odmianie Asterix w porównaniu z pozostałymi odmianami, co potwierdzają średnie z całego okresu badawczego. Średnie indeksy porażenia z całego okresu badań dla obiektów z ochroną w obrębie poszczególnych odmian wskazują na istotną redukcję nasilenia objawów alternariozy na wszystkich odmianach na obiektach z ochroną chemiczną, a na odmianie Irga dodatkowo jeszcze z zastosowanym Polyversum. Gajda i Kurzawińska (2004) dowodzą ograniczającego wpływu preparatu Polyversum na rozwój alternariozy, również zarazy ziemniaka, co według autorów było przyczyną wzrostu plonu bulw.

W 3-letnim okresie badań największą masę bulw z jednej rośliny badanych odmian, z wyjątkiem Irgi, uzyskano w 2007 r. (tab. 4). Prawdopodobnie zaznaczył się tu

Tabela 4. Plon bulw z 1 rośliny ziemniaka [g]  
Table 4. Yield of potato tubers from 1 plant [g].

Lata Years	Obiekt Treatments	Odmiany; Cultivars			
		Asterix	Red Lady	Irga	Satina
2007	K	1520 b-d	1203 ab	681 b	1410 a-d
	Polyversum	1777 abc	1207 ab	719 b	1853 ab
	M	1600 a-d	1263 a	673 b	1213 de
	Infinito+Tanos	2257 a	1528 a	788 b	1806 abc
	Valbon+Tanos	2033 ab	1332 a	799 b	1902 a
Średnia; Mean		1837 a	1307 c	732 fg	1637 b
2008	K	990 de	781 cde	718 b	1273 cd
	Polyversum	1003 de	788 cde	683 b	1255 cd
	M	1048 de	773 cde	733 b	1319 bcd
	Infinito+Tanos	1062 cde	932 bc	830 b	1425 a-d
	Valbon+Tanos	1180 cde	918 bcd	810 b	1335 bcd
Średnia; Mean		1057 de	838 f	755 f	1321 c
2009	K	827 e	489 e	663 b	687 e
	Polyversum	1107 cde	684 cde	792 b	702 e
	M	1161 cde	525 e	741 b	668 e
	Infinito+Tanos	1493 b-d	588 de	1200 a	977 de
	Valbon+Tanos	1273 cde	521 e	973 ab	907 de
Średnia; Mean		1172 cd	561 g	874 ef	788 f
Średnia dla obiektu Mean for treatment	K	1112 b	824 a	687 c	1123 ab
	Polyversum	1296 ab	941 a	732 bc	1270 ab
	M	1270 ab	854 a	716 bc	1067 ab
	Infinito+Tanos	1604 a	968 a	939 a	1403 a
	Valbon+Tanos	1496 ab	924 a	861 ab	1381 a
Średnia dla lat Mean for years	2007	1837 a	1307 a	732 b	1637 a
	2008	1057 b	839 b	755 ab	1321 b
	2009	1172 b	561 c	874 a	788 c

grupy jednorodnie wg testu Duncana (poziom istotności  $p = 0,05$ ) w obrębie lat; homogeneous groups according to Duncan's test (significance level = 0.05) for years

wpływ warunków pogodowych, tj. opady poniżej normy w pozostałych, poza 2007 r., sezonach wegetacyjnych. Bernat (2008) na 20% szacuje straty w plonie bulw odmian bardzo wczesnych i wczesnych bezpośrednio po zbiorze z powodu infekcji przez *P. infestans*. W mniejszym stopniu w doświadczeniu własnym plon bulw kształtowała zastosowana ochrona. W każdym sezonie wegetacyjnym plony bulw poszczególnych odmian w analizowanych obiektach były zbliżone. Jedynie w 2007 r. plon bulw ziemniaka odmiany Asterix i w 2009 r. odmiany Irga, opryskiwanego fungicydem Infinito 687,5 SC i Tanos 50 WG, był istotnie wyższy w porównaniu z plonem roślin niechronionych, co potwierdzają średnie wartości plonu bulw z całego okresu badań dla poszczególnych obiektów. Łączne zastosowanie fungicydów i elementów ochrony biologicznej, jak twierdzi Atia (2005), pozwala na uzyskanie wyższego plonu w porównaniu z plonem z roślin niechronionych. Kurzawińska i Mazur (2007a, 2009) wskazują na istotny wzrost plonu bulw roślin chronionych Polyversum, również Biochikolem 020 PC, w stosunku do plonu roślin niechronionych.

#### WNIOSKI

1. Stwierdzono ograniczenie nasilenia objawów zarazy na ziemniaku na obiektach z ochroną biologiczną i chemiczną, a najmniej porażona była odmiana Asterix.

2. Alternarioza w słabszym nasileniu wystąpiła na roślinach opryskiwanych fungicydami, a biologiczne metody ochrony ziemniaka przed sprawcami alternariozy były nieskuteczne. Odmiany nie różnicowały nasilenia choroby.

3. Pogoda i odmiany bardziej niż ochrona kształtowały plon bulw. Większą masę bulw uzyskano z roślin opryskiwanych fungicydem o działaniu systemicznym i wgłębnym Infinito 687,5 SC oraz wgłębnym i kontaktowym Tanos 50 WG niż dwoma fungicydami o działaniu wgłębnym i kontaktowym Valbon 72 WG i Tanos 50 WG.

#### LITERATURA

- Al-Mughrabi K.I., 2006.** Antibiosis ability of aerobic kompost tea against foliar and tuber potato diseases. *Biotechnology*, 5(1): 69-74.
- Arora R.K., Garg I.D., Khurana S.M.P., 2006.** Achievements in biological control of diseases of potato with antagonistic organisms in Central Potato Research Institute, Shimla. Conference paper: Current status of biological control of plant diseases using antagonistic organisms in India. Proceedings of the group meeting on antagonistic organisms in plant disease management held at Project Directorate of Biological Control, Bangalore, India on 10-11<sup>th</sup> July 2003, ss. 236-243.
- Atia M.M.M., 2005.** Biological and chemical control of potato late blight disease. *Ann. Agric. Sci. Moshtohor J.*, 43(4): 1401-1421.
- Benhamou N., Rey P., Cherif M., Hockenhull J., Trilly J., 1997.** Treatment with the mycoparasite *Pythium oligandrum* triggers induction of defense-related reactions in tomato roots when challenged with *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*. *Phytopathology*, 87: 108-122.
- Bernat E., 2008.** Skuteczność ochrony ziemniaka przed zarazą (*Phytophthora infestans*) w zależności od wczesności odmian. *Progr. Plant Protect./Post. Ochr. Rośl.*, 48(4): 1495-1501.
- Bouws H., Finckh M.R., 2008.** Effects of strip intercropping of potatoes with non-hosts on late blight severity and tuber field in organic production. *Plant Pathol.*, 57(5): 916-927.
- Brožová J., 2002.** Exploitation of the mycoparasitic fungus *Pythium oligandrum* in plant protection. *Plant Protect. Sci.*, 38(1): 29-35.
- Duffy E.M., Cassells A.C., 2000.** The effect of inoculation of potato (*Solanum tuberosum* L.) microplants with arbuscular mycorrhizal fungi on tuber yield and tuber size distribution. *Appl. Soil Ecol.*, 15: 137-144.
- Evenhuis A., Spits H.G., Schepersb H.T.A.M., 2006.** Efficacy of fungicidal protection of newly developing potato leaves against *Phytophthora infestans*. *Crop Protect.*, 25(6): 562-568.
- Gajda I., Kurzawińska H., 2004.** Wykorzystanie biopreparatu Polyversum w ochronie naci ziemniaka przed *Phytophthora infestans* Mont. de Bary. *Biul. IHAR*, 232: 333-338.
- Ghazanfar M.U., Sahi S.T., Wakil W., Iqbal Z., 2010.** Evaluation of various fungicides for the management of late blight of potato (*Phytophthora infestans*). *Pakistan J. Phytopathol.*, 22(2): 83-88.
- Ghorbani R., Wilcockson S.J., Giotis C., Leifert C., 2004.** Potato late blight management in organic agriculture. *Outlooks Pest Manag.*, 15(4): 176-180.
- Kapsa J., 2004.** Early blight (*Alternaria* spp.) in potato crops in Poland and results of chemical protection. *J. Plant Protect. Res.*, 44(3): 231-238.
- Kucińska K., 2005.** Na choroby ziemniaka Tanos 50 WG i Curzate M 72,5 WP. *Ziemi. Pol.*, 3: 4-44.
- Kurzawińska H., Mazur S., 2007a.** Biochikol 020 PC in the control of potato blight. *Polish Chitin Society, Monograph, XII*: 179-183.
- Kurzawińska H., Mazur S., 2007b.** Przydatność *Pythium oligandrum* w ochronie ziemniaka przed niektórymi chorobami. *Progr. Plant Protect./Post. Ochr. Rośl.*, 47(4): 185-188.
- Kurzawińska H., Mazur S., 2009.** The evaluation of *Pythium oligandrum* and chitosan in control of *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary on potato plants. *Folia Hort.*, 21(2): 13-23.
- Mantecon J.D., 2007.** Potato yield increased due to fungicide treatment in Argentinian early blight (*Alternaria solani*) and late blight (*Phytophthora infestans*) field trials during the 1996-2005 seasons. *Plant Health Progr.*, 1-6.
- Matkowski K., Prośba-Białczyk U., Nowak L., 2004.** Wpływ nawadniania i nawożenia azotem na zdrowotność dwóch odmian ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 500: 351-358.
- Matsubara Y.I., Tamura H., Harada T., 1995.** Growth enhancement and Verticillium wilt control by vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus inoculation in eggplant. *J. Japanese Soc. Hortic. Sci.*, 185: 173-182.
- Niemira B.A., Hammerschmidt R., Safir G.R., 1996.** Postharvest suppression of potato dry rot (*Fusarium sambucinum*) in pre-nuclear minitubers by arbuscular mycorrhizal fungal inoculum. *American Potato J.*, 87: 509-515.
- Nurhatika S., Latif A., Mujiono G., 2010.** Effects of effective microorganisms (EM) on pests and diseases of potato (*Solanum tuberosum*). Fifth Conference on Effective Microorganisms in Thailand, 5EM.

- Olanya O.M., Lambert D.H., Porter G.A., 2006.** Effects of pest and soil management systems on potato diseases. *American J. Potato Res.*, 83(5): 397-408.
- Patkowska E., 2006.** Effectiveness of grapefruit extract and *Pythium oligandrum* in the control of bean peas pathogens. *J. Plant Protect. Res.*, 46(1): 15-28.
- Pięta D., Patkowska E., Pastucha A., 2006.** Influence of Biochikol 020 PC used as seed dressing of bean on healthiness and yield of plants. *Progr. Chem. Appl. Chitin Derivat.*, 11: 159-170.
- Rahman M.A., Dey T.K., Ali M.A., Khalequzzaman K.M., Hussain M.A., 2008.** Control of late blight disease of potato by using new fungicides. *Intern. J. Sustain. Crop Product.*, 3(2): 10-15.
- Roztropowicz S., 1985 (red.).** Metodyka obserwacji i pobierania prób w doświadczeniach z ziemniakami. Instytut Ziemniaka Bonin, 33 ss.
- Shailbala M., Pundhir V.S., 2008.** Efficacy of fungicides and bio-agents against late blight severity, infection rate and tuber field of potato. *J. Plant Disease Sci.*, 3(1): 4-8.
- Singh A., 2008.** Efficacy of new fungicides in the management of early and late blight of potato. *J. Indian Phytopathol.*, 61(1): 134-135.
- Stephan D., Schmitt A., Martins Carvalho S., Seddon B., Koch E., 2005.** Evaluation of biocontrol preparations and plant extracts for the control of *Phytophthora infestans* on potato leaves. *Europ. J. Plant Pathol.*, 112: 235-246.

*B. Cwalina-Ambroziak*

THE EFFICIENCY OF BIOLOGICAL AND CHEMICAL PROTECTION OF POTATO PLANTS AGAINST LATE BLIGHT (*PHYTOPHTHORA INFESTANS* /MONT./ DE BARY) AND EARLY BLIGHT (*ALTERNARIA* SPP.)

Summary

The study was conducted over the years 2007 and 2009 in experimental plots at Tomaszkowo (NE Poland). Four early potato cultivars: Asterix, Red Lady, Irga i Satina were grown in the following experiment treatments with control: mycorrhizal *Glomus* spp. inoculum (was applied to the roots); Polyversum (tubers were dressed and plants were sprayed three times during the growing season); Infinito 687.5 SC, Tanos 50 WG; Valbon 72 WG, Tanos 50 WG (at two-week intervals, plants were sprayed with the tested fungicides). In the control treatment, potato plants were not protected against pathogens. During the growing season, the severity of late blight and early blight was evaluated on a nine-point scale. Tuber yield was determined after harvest.

Weaker symptoms of late blight were noted on biologically and chemically protected potato plants, while the severity of early blight was lower on fungicide-treated plants. The rate of infection caused by *Phytophthora infestans* varied depending on cultivar. The severity of early blight was comparable in plants of all studied cultivars. Potato plants of cv. Asterix were healthiest and provided the highest tuber yield.

**key words:** biological control, fungicides, diseases of potato, tuber yield