

## Efficacy evaluation of chosen fungicides for potato protection against late blight under diverse weather conditions

### Porównanie skuteczności wybranych fungicydów w ochronie ziemniaka przed zarazą w zróżnicowanych warunkach pogodowych

Józefa Kapsa, Edward Bernat

#### Summary

Late blight caused by *Phytophthora infestans* is the most important disease in potato crops. A wide range of fungicides has already been registered or is under registration. Each fungicide has its own mode of action and efficacy, in other words – its specific characteristics. In 2008–2010 field trials were carried out in order to evaluate and compare the characteristics of six the most useful fungicides. Until recently the ratings were based upon the assessment of the percentage of foliar infection measured at least weekly or on the calculation of index AUDPC (Area Under Disease Progress Curve). Among the two criteria, the first one is strongly influenced not only by the pathogen but also by the weather conditions. The second one cannot be used to compare the results from different experiments or crop seasons. This paper summarizes the outcomes of the field tests intended to evaluate the usefulness of the new rating index(es) stAUDPC (relative Area Under Disease Progress Curve) and ER (efficacy rating of the fungicide to control late blight during the whole growing season) in the control of potato late blight during the whole growing season. Both „new” indexes showed very strong similitude to the „old” ones (correlation coefficient  $\geq 0.8$ – $0.9$ ), but seem to be more useful and objective than them in the evaluation of the fungicide’s efficacy in controlling leaf blight.

**Key words:** potato, late blight, protection against late blight, fungicides, weather, effectiveness

#### Streszczenie

Zaraza ziemniaka powodowana przez *Phytophthora infestans* jest najważniejszą chorobą w uprawie ziemniaka. Szeroki asortyment fungicydów do jej zwalczania został już zarejestrowany lub jest w trakcie rejestracji. Każdy z fungicydów ma swoją specyficzną charakterystykę – sposób działania i skuteczność. W latach 2008–2010 wykonano doświadczenia polowe, aby ocenić i porównać charakterystyki sześciu z najbardziej przydatnych fungicydów. Do niedawna oceny opierały się na określeniu procentu zainfekowanych liści i wyliczeniu wskaźnika AUDPC (Area Under Disease Progress Curve – powierzchnia pod krzywą postępu choroby). Pierwszy z nich podlega wpływowi nie tylko patogenu, ale także bezpośredniemu działaniu czynników pogodowych. Za pomocą drugiego nie można porównywać wyników z różnych doświadczeń czy sezonów uprawy. W pracy podsumowano wyniki testów polowych, oceniających przydatność nowych wskaźników oceny stAUDPC (relative Area Under Disease Progress Curve) (względna powierzchnia pod krzywą postępu choroby) i ER (efficacy rating of the fungicide to control late blight during the whole growing season – wskaźnik skuteczności fungicydu podczas całego sezonu) służących do określania skuteczności fungicydów zwalczających zarazę ziemniaka podczas całego sezonu wzrostu. Dwa „nowe” wskaźniki wykazały wysoce istotną zgodność ze „starymi” (współczynnik korelacji  $\geq 0,8$ – $0,9$ ) i wydają się być bardziej przydatne i obiektywne w ocenie skuteczności fungicydów w ochronie ziemniaka przed zarazą.

**Słowa kluczowe:** ziemniak, zaraza ziemniaka, ochrona przed zarazą, fungicydy, pogoda, skuteczność

Institut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – Państwowy Instytut Badawczy  
Zakład Nasiennictwa i Ochrony Ziemniaka  
76-009 Bonin 3  
jkapsa@wp.pl

## Wstęp / Introduction

Zaraza ziemniaka (*Phytophthora infestans*) to jedna z najgroźniejszych ekonomicznie chorób w uprawie ziemniaka. Jest na tyle ważna, by stosować fungicydy, które będą efektywnie chroniły nać przed rozwojem choroby.

W ostatnich latach zarejestrowano wiele nowych fungicydów do zwalczania choroby. Każdy z nich ma swój własny sposób działania i może wykazywać zróżnicowany poziom skuteczności w różnych latach. Przy ocenie skuteczności fungicydów należy stworzyć podobne jej warunki. W badaniach polowych można ujednoczyć metodykę oceny (wybór odmiany, układ doświadczeń, rodzaj gleby, kryteria oceny itd.), ale nie można wyeliminować wpływu warunków pogodowych w okresie wegetacji. Układ warunków atmosferycznych ma niewątpliwą wpływ na termin wystąpienia infekcji, presję infekcyjną patogenu, przebieg i tempo rozwoju choroby, a pośrednio także na wynik oceny skuteczności. Istotną sprawą byłoby dobranie takiego kryterium oceny, które dostarczyłoby informacji nie tylko o nasileniu patogenu w sezonie, ale także porównywalne w latach wyniki oceny skuteczności. Do tej pory, skuteczność fungicydu przedstawiano według wzoru Abbota wyliczanego na podstawie poziomu porażenia roślin na poletkach chronionych w stosunku do porażenia roślin na obiektach kontrolnych (niechronionych).

Celem badań przeprowadzonych w latach 2008–2010 było określenie wpływu warunków pogodowych i presji infekcyjnej patogenu na poziom skuteczności działania wybranych fungicydów w ochronie ziemniaka przed zarazą, przedstawionego za pomocą różnych wskaźników.

## Materiały i metody / Materials and methods

Doświadczenie polowe wykonano w trzech kolejnych latach: 2008, 2009 i 2010, zgodnie z zasadami dobrej praktyki eksperymentalnej (GEP – Good Experimental Practice) i według metodyki opracowanej w ramach sieci współpracy „European Network on Potato Late Blight” (<http://www.euroblight.net/EuroBlight.asp>). Badania prze-

prowadzono na średnio wczesnej odmianie Irga, podatnej na zarazę ziemniaka (ocena – 2 według skali 9-stopniowej). Poletka doświadczalne wielkości 25 m<sup>2</sup> (po 100 roślin w czterech powtórzeniach), stanowiące warianty doświadczalne opryskiwano testowanymi fungicydami z częstotliwością 7–10 dni (tab. 1).

W okresie wegetacji prowadzono cotygodniowe oceny poziomu zniszczenia naci przez zarazę ziemniaka i porównywano do poziomu zniszczenia roślin na obiekcie kontrolnym (bez stosowania fungicydów). Poziom skuteczności testowanych fungicydów oceniano w momencie, gdy zniszczenie roślin na obiektach kontrolnych, spowodowane rozwojem zarazy ziemniaka przekroczyło 80% (ekonomiczny próg szkodliwości) według wzoru Abbota.

Do oceny presji infekcyjnej patogenu (nasilenia epidemii) w sezonie i skuteczności testowanych fungicydów przyjęto także dodatkowe wskaźniki, takie jak: AUDPC i stAUDPC czy ER.

AUDPC – (Area Under Disease Progress Curve), powierzchnia pod krzywą postępu choroby, służąca do oceny wielkości epidemii w sezonie, wyliczana jako suma wielkości porażenia naci podczas kolejnych obserwacji (Shanner i Finney 1977; Fry 1978; Jeger i Viljanen-Rollinson 2001).

stAUDPC – (relative Area Under Disease Progress Curve) względna powierzchnia pod krzywą postępu choroby, obliczana jako wartość AUDPC podzielona przez liczbę dni, jaka upłynęła między pierwszą obserwacją objawów zarazy a ostatnią obserwacją w sezonie (Schepers i wsp. 2008).

ER – (efficacy rating of the fungicide to control late blight the whole growing season), wskaźnik skuteczności fungicydu podczas całego sezonu, obliczany według wzoru (Schepers i wsp. 2008):

$$ER = 3 \frac{\max(y) - y}{\max(y)} + 2$$

gdzie:

y = stAUDPC dotyczy badanego wariantu doświadczalnego (np. fungicydu), a max(y) = stAUDPC i dotyczy fungicydu z najwyższym średnim stAUDPC w próbie.

Tabela 1. Fungicydy używane w doświadczeniach do ochrony ziemniaka przed zarazą ziemniaka  
Table 1. Fungicides used in the experiments for potato protection against late blight

Fungicyd Fungicide	Substancja aktywna Active substance	Dawka [l, kg/ha] Dose rate [l, kg/ha]	Firma Company	Mobilność <sup>1</sup> Mobility <sup>1</sup>	Skuteczność <sup>2</sup> Effectiveness <sup>2</sup>
Altima 500 SC	fluazinam	0,4	Syngenta	C	2,9
Ranman TwinPack 400 SC + adjuwant	cyazofamid + adjuwant	0,2 + 0,15	Belchim Crop Protection	C	3,8
Acrobat MZ 69 WG	dimethomorph + mancozeb	2,0	BASF	T–C	3,0
Revus 250 SC	mandipropamid	0,6	Syngenta	T	4,0
Ridomil Gold MZ 67,8 WG	metalaxyl-M + mancozeb	2,0	Syngenta	U–C	brak wyników no data
Infinito 687,5 SC	fluopicolide + propamocarb	1,6	Bayer CropScience	U–T	3,8

<sup>1</sup> Mobilność – Mobility: C – powierzchniowy – contact, T – wgłębny – translaminar, U – układowy – systemic

<sup>2</sup> oparte na 5-stopniowej polowej ocenie Euroblight – lata 2006–2010 (Schepers i wsp. 2008) – based on 5-degree Euroblight field assessment – years 2006–2010 (Schepers *et al.* 2008)

Wyniki badań opracowano za pomocą analizy wariancji ANOVA. Między poszczególnymi wskaźnikami oceniającymi skuteczność testowanych fungicydów w hamowaniu rozwoju zarazy ziemniaka (poziom zniszczenia roślin, skuteczność fungicydów, AUDPC, stAUDPC i ER wyliczono współczynniki korelacji liniowej.

## Wyniki i dyskusja / Results and discussion

Układ warunków pogodowych w latach prowadzenia badań był bardzo różny i miał niewątpliwie ważny wpływ na termin wystąpienia zarazy na poletkach doświadczalnych i jej rozwój (rys. 1).

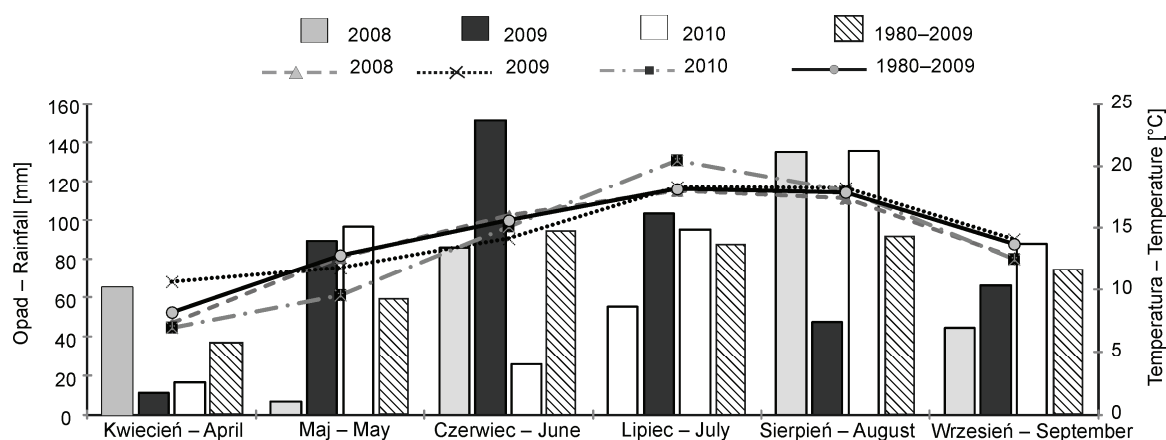
Pierwsze objawy zarazy ziemniaka wystąpiły najwcześniej w roku 2009, bo już w trzeciej dekadzie czerwca (22 czerwca, 56 dni po sadzeniu), co było związane z obfitymi opadami deszczu w czerwcu (151,6 mm) i lipcu (103,2 mm), które sprzyjały jej wystąpieniu i gwałtownemu rozwojowi (rys. 1, tab. 2). Termin przekroczenia 80% zniszczenia roślin na obiekcie kontrolnym odnotowano po 4 tygodniach – 22 lipca.

Najpóźniejszy termin wystąpienia zarazy ziemniaka w Boninie obserwowano w roku 2010, dopiero w pierwszej dekadzie sierpnia (5 sierpnia, 98 dni po sadzeniu). Niewielkie opady w czerwcu (26,0 mm) i początkowych dekadach lipca (22,0 mm) nie sprzyjały zakażeniu ziem-

niaka przez *P. infestans*. Dopiero obfite opady w 3. dekadzie lipca (95,0 mm) umożliwiły wystąpienie choroby. Dodatkowo, opady w sierpniu (135,6 mm) spowodowały gwałtowny jej rozwój (rys. 1, 2, tab. 2). Termin przekroczenia 80% zniszczenia roślin na obiekcie kontrolnym odnotowano już po 12 dniach – 17 sierpnia.

Najbardziej typowy dla warunków Polski termin pojawu i przebieg rozwoju zarazy ziemniaka zanotowano w sezonie 2008. Pierwsze objawy choroby obserwowano w połowie lipca (17 lipca, 78 dni po sadzeniu). Zniszczenie części nadziemnej, przekraczające 80% obserwowano 25 dni po wystąpieniu pierwszych objawów choroby (tab. 2).

Różnica w terminach wystąpienia choroby na poletkach doświadczalnych, sięgająca w skrajnych przypadkach nawet 42 dni (lata 2009 i 2010), nie zawsze koreluje z poziomem presji infekcyjnej *P. infestans* w danym roku. Pomimo bardzo wczesnego wystąpienia zarazy w 2009, patogen potrzebował aż 30 dni by zniszczyć plantację ziemniaka w stopniu wpływającym istotnie na wielkość plonu. Zniszczenie 70–80% naci wstrzymuje przyrost bulw. Z kolei, w roku 2010 pierwsze objawy choroby wystąpiły bardzo późno, co nie przeszkodziło jednak temu, że kompletne zniszczenie naci na poletkach kontrolnych obserwowano już po 12 dniach (tab. 2). W Europie obserwuje się tak wirulentne populacje *P. infestans*, które niszczą uprawę nawet w ciągu 5–7 dni.



Rys. 1. Przebieg warunków pogodowych (opady i temperatura) w sezonie

Fig. 1. Course of weather conditions (precipitation and temperature) during season

Tabela 2. Charakterystyka rozwoju epidemii zarazy ziemniaka na obiekcie kontrolnym (niechronionym) w latach 2008–2010

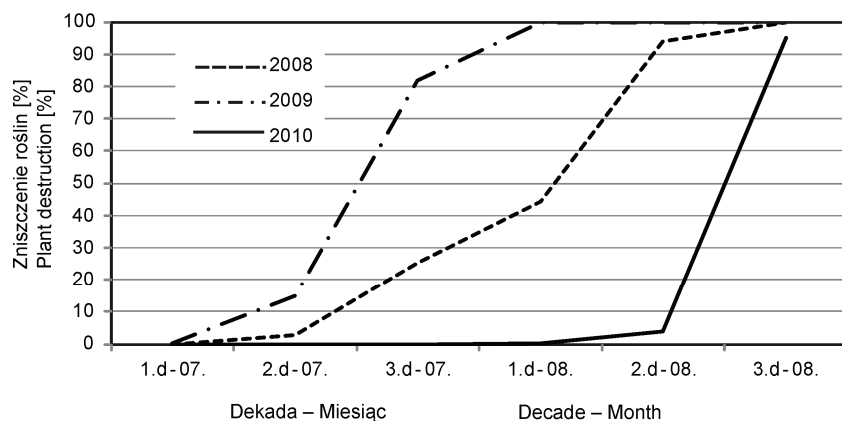
Table 2. Profile of late blight epidemic development on check plot (untreated) in the years 2008–2010

Rok Year	Termin wystąpienia zarazy (dni od sadzenia) Date of late blight appearance (days after planting)	Data wystąpienia pierwszych objawów zarazy ziemniaka Date of the first late blight symptoms appearance	Data zniszczenia roślin > 80% Date of plant destruction at the level > 80%	Różnica między A i B [dni] Difference between A and B [days]	Powierzchnia pod krzywą postępu choroby (AUDPC) Area Under the Disease Progress Curve (AUDPC)
		A	B		
2008	78	17.07	11.08	25	1277,6
2009	56	22.06	22.07	30	432,0
2010	98	05.08	17.08	12	319,8

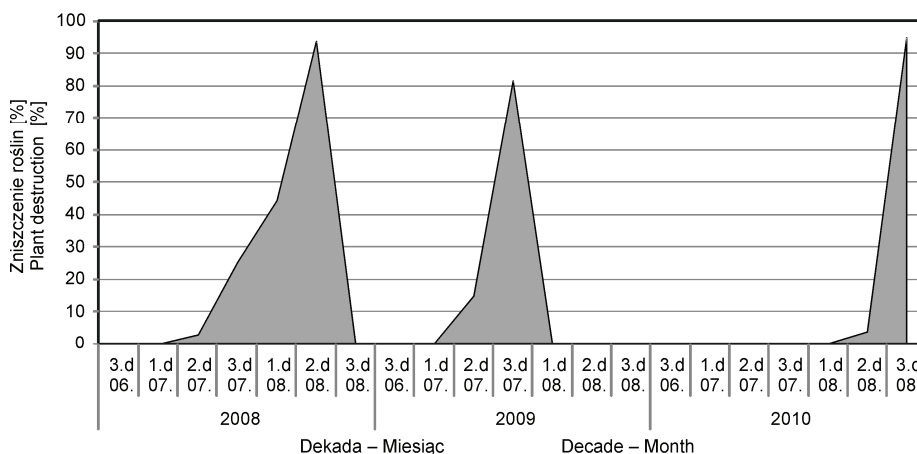
Tabela 3. Porównanie skuteczności fungicydów, wyrażonej różnymi wskaźnikami  
Table 3. Comparison of fungicide effectiveness expressed with different indexes

Fungicyd Fungicide	Poziom porażenia roślin [%] Level of plant infection [%]				Skuteczność fungicydu w zwalczaniu zarazy ziemniaka [%] Effectiveness of fungicide in late blight control [%]				stAUDPC średnio 2008–2010 average 2008–2010	Wskaźnik ER średnio 2008–2010 Index ER average 2008–2010	Skuteczność* Effectiveness*
	2008	2009	2010	średnia average	2008	2009	2010	średnia average			
Obiekt kontrolny Untreated check	93,9	81,7	95,0	90,2							
Altima 500 SC	3,8	8,1	12,7	10,2	96,0	90,1	86,6	90,9	4,2	3,1	2,9
Ranman TwinPack 400 SC + adiuwant	1,1	11,7	22,8	11,9	98,8	85,7	76,0	86,8	3,5	3,4	3,8
Acrobat MZ 69 WG	4,7	41,1	7,5	17,7	95,0	49,8	92,1	78,9	5,0	2,7	3,0
Revus 250 SC	3,8	7,5	5,3	5,5	96,0	90,8	94,4	93,7	3,1	3,7	4,0
Ridomil Gold MZ 67,8 WG	4,7	3,5	11,5	6,6	95,0	95,7	87,9	92,9	3,9	3,3	brak wyników no data
Infinito 687,5 SC	3,8	2,9	5,3	4,0	96,0	96,5	94,4	95,6	3,0	3,7	3,8
NIR (a = 0,5) LSD (a = 0.5)	6,2	11,8	12,8								

\*oparte na 5-stopniowej polowej ocenie Euroblight – lata 2006–2010 (Schepers i wsp. 2008) – based on 5-degree Euroblight field assessment – years 2006–2010 (Schepers *et al.* 2008)



Rys. 2. Termin wystąpienia i przebieg rozwoju zarazy ziemniaka na poletkach kontrolnych w latach 2008–2010  
Fig. 2. Date of appearance and development of late blight on untreated plots in 2008–2010



Rys. 3. Wielkość powierzchni pod krzywą postępu zarazy ziemniaka (AUDPC) na poletkach kontrolnych w latach 2008–2010  
Fig. 3. Size of area under curve of late blight progress (AUDPC) on untreated plots in 2008–2010

Wyliczanie wskaźnika AUDPC pod kątem zagrożenia epidemiologicznego nie charakteryzuje sezonu wegetacyjnego w sposób jednoznaczny. Porównując indeksy AUDPC w przeprowadzonych doświadczeniach, najwyższą jego wartość (3-krotnie wyższą od pozostałych) obserwowano w sezonie 2008, chociaż nie był to rok o szczególnym zagrożeniu zarazą ziemniaka (tab. 2, rys. 3).

Mimo, że wskaźnik AUDPC był i jest powszechnie stosowany do oceny presji infekcyjnej sprawcy zarazy ziemniaka, oceny odporności odmian i porównywania skuteczności fungicydów, to znajduje on zastosowanie przy porównaniach prowadzonych jedynie w obrębie tego samego sezonu, jednego doświadczenia czy jednej uprawy (Perez i Forbes 2010). Według autorów, wadą stosowania wskaźnika AUDPC przy porównaniach jest także brak możliwości jego wyliczenia po całkowitym zniszczeniu naci na obiektach kontrolnych czy bardzo podatnych genotypach przy porównywaniu odporności materiałów hodowlanych.

Powyższe niedogodności skłoniły do wprowadzenia wskaźnika porównywalnego w różnych latach czy doświadczeniach. Jest to wskaźnik stAUDPC pozwalający ocenić przyrost zniszczenia roślin na poletku w jednostce czasu (Schepers i wsp. 2008).

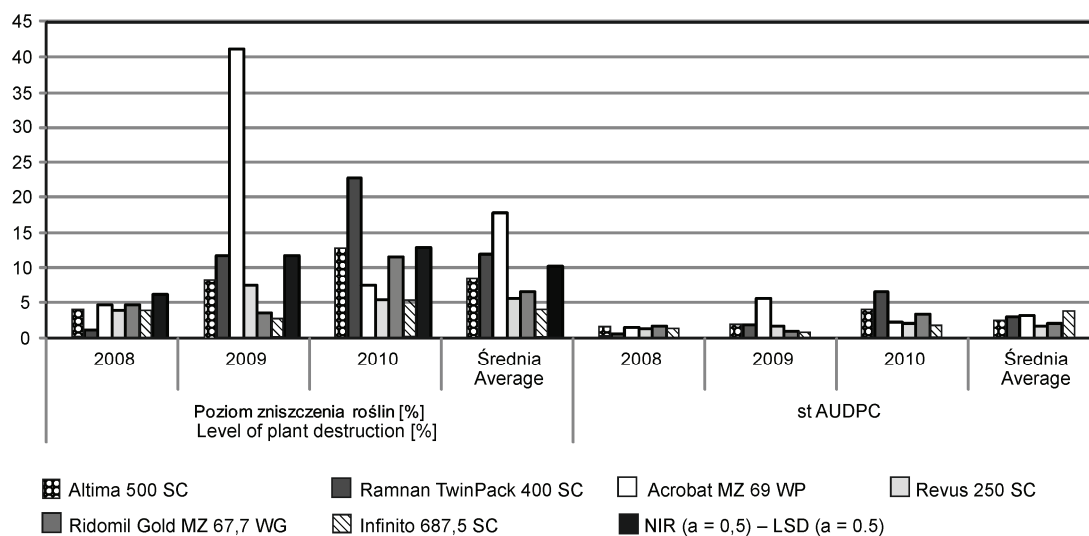
Na podstawie wyników przeprowadzonych doświadczeń polowych dotyczących oceny skuteczności działania fungicydów, opartej na wielkości stopnia porażenia chronionych poletków w stosunku do wielkości porażenia na poletkach kontrolnych stwierdzono, że wszystkie testowane fungicydy wykazały bardzo dobrą skuteczność w ochronie ziemniaka przed zarazą (tab. 3).

Najwyższą skuteczność (średnia z 3 lat) i najbardziej stabilną w latach wykazały fungicydy: Infinito 687,5 SC (o działaniu układowo-włóknistym) – 95,6% i Revus 250 SC (o działaniu włóknisto-powierzchniowym) – 93,7%; poziom skuteczności obu fungicydów w każdym roku przekraczał 90,0%. Najniższą skutecznością, choć również przekraczającą 75%, charakteryzował się fungicyd Acrobat MZ 68 WP (o działaniu włóknisto-powierzchniowym). Również środek Ranman TwinPack 400 SC (o działaniu

powierzchniowym) wykazał nieco niższą skuteczność od oczekiwanej – 86,8%. W przypadku tych środków obserwowano dość duże wahania skuteczności w poszczególnych latach, w zakresach odpowiednio: 49,8–95,0% i 76,0–98,8%. Wcześniejsze badania przeprowadzone przez inne zespoły wykazały bardzo wysoką skuteczność ochrony ziemniaka przed zarazą przez testowane fungicydy, ale i wahania jej poziomu w różnych latach (Kappes i Huggenberger 2007; Cooke i Little 2010; Kapsa 2010; Latorse i wsp. 2010).

Skuteczność stosowanych środków ochrony roślin zależy nie tylko od ich właściwości, terminu stosowania, fazy rozwojowej chronionej uprawy i zwalczanego agrofaga, ale w dużej mierze także od panujących w sezonie warunków pogodowych, które w znacznym stopniu mogą dodatkowo wpływać na wielkość zniszczenia naci. Końcowa ocena stopnia porażenia roślin nie odzwierciedla przebiegu choroby na danym poletku przez cały sezon. W związku z tym może być ona czasem krzywdząca dla badanego obiektu (fungicydu czy odmiany). Istotnym problemem w ocenie skuteczności fungicydów jest więc znalezienie takich kryteriów oceny, które byłyby mniej bezpośrednio uzależnione od warunków pogodowych i bardziej wiarygodne w szeregowaniu testowanych obiektów.

Analiza ocen skuteczności fungicydów w badaniach przeprowadzonych w latach 2008–2010, wyrażanych za pomocą innych wskaźników (stAUDPC, ER) zmieniła w niewielkim stopniu uszeregowanie fungicydów pod kątem ich skuteczności, dostarczając bardziej jednoznacznych ocen i łatwiejszych do interpretacji wyników. W przypadku wskaźnika ER jest to zakres ocen 2–5, podczas gdy wahania ocen opartych na ocenie poziomu porażenia roślin mogą sięgać kilkadziesiąt procent (rys. 4). Na podstawie wcześniej wymienionych kryteriów najbardziej skuteczne okazały się ponownie fungicydy Infinito 687,5 SC (stAUDPC = 3,0; ER = 3,7) i Revus 250 SC (odpowiednio: 3,1 i 3,7). Obserwowano także podniesienie oceny skuteczności dla fungicydu Ranman



Rys. 4. Zakres ocen wybranych wskaźników szacowania skuteczności fungicydów (poziom zniszczenia roślin i stAUDPC)  
Fig. 4. Range of of some index for ratings fungicide efficacy (level of plant destruction and stAUDPC)

Tabela 4. Zgodność wybranych ocen skuteczności fungicydów w ochronie ziemniaka przed zarazą ziemniaka  
 Table 4. Compatibility of some assessment of fungicide efficacy in potato protection against late blight

Lata Years	Fungicyd Fungicide	Porażenie roślin Plant infection [%]	stAUDPC	Współczynnik korelacji Correlation coefficient	Skuteczność Efficacy [%]	Wskaźnik ER Index ER	Współczynnik korelacji Correlation coefficient
2008	Altima 500 SC	3,8	1,4	0,9785*	96,0	2,4	0,9777*
	Ramnan TwinPack 400 SC	1,1	0,5		98,9	4,1	
	Acrobat MZ 69 WP	4,7	1,5		95,2	2,2	
	Revus 250 SC	3,8	1,2		96,0	2,8	
	Ridomil Gold MZ 67,7 WG	4,7	1,6		95,20	2,0	
	Infinito 687,5 SC	3,8	1,4		96,0	2,4	
2009	Altima 500 SC	8,1	1,9	0,9949*	90,1	4,0	0,9943*
	Ramnan TwinPack 400 SC	11,7	1,8		85,7	4,0	
	Acrobat MZ 69 WP	41,1	5,5		49,8	2,0	
	Revus 250 SC	7,5	1,6		90,8	4,1	
	Ridomil Gold MZ 67,7 WG	3,5	0,9		95,7	4,5	
	Infinito 687,5 SC	2,9	0,8		96,5	4,6	
2010	Altima 500 SC	12,7	4,3	0,9918*	86,6	3,0	0,9897*
	Ramnan TwinPack 400 SC	22,8	6,6		76,0	2,0	
	Acrobat MZ 69 WP	7,5	2,2		92,7	3,9	
	Revus 250 SC	5,3	1,9		94,4	4,1	
	Ridomil Gold MZ 67,7 WG	11,5	3,4		87,9	3,5	
	Infinito 687,5 SC	5,3	1,7		94,4	4,2	
Średnia Average 2008– 2010	Altima 500 SC	8,2	2,5	0,9024*	90,9	3,1	0,8774*
	Ramnan TwinPack 400 SC	11,9	3,0		86,8	3,4	
	Acrobat MZ 69 WP	17,8	3,1		79,2	2,7	
	Revus 250 SC	5,5	1,6		93,7	3,7	
	Ridomil Gold MZ 67,7 WG	6,6	2,0		92,9	3,3	
	Infinito 687,5 SC	4,0	1,3		95,6	3,7	

\*wysoko istotny na poziomie  $\alpha = 0,01$  – highly significant on the level  $\alpha = 0.01$

TwinPack 400 SC (stAUDPC = 3,5; ER = 3,4). Najmniej skuteczny okazał się ponownie Acrobat MZ 69 WG (stAUDPC = 5,0; ER = 2,7). W przypadku fungicydów Acrobat MZ 69 WG, Ranman TwinPack 400 SC i Altima 500 SC ponownie obserwowano wahania ocen skuteczności w latach, ale zakres „rozrzutu” wskaźników stAUDPC i ER był dużo mniejszy aniżeli w przypadku procentowego pomiaru poziomu zniszczenia roślin przez chorobę (tab. 4, rys. 4).

Powstaje pytanie, na ile wyliczone współczynniki są zgodne z dotychczas stosowanymi kryteriami oceny? W tabeli 4. przedstawiono współczynniki korelacji określające zgodność kryteriów oceny: procentowej wielkości porażenia roślin na chronionych poletkach z względną (jednostkową) powierzchnią pod krzywą postępu choroby stAUDPC. Uzyskano bardzo wysoką zależność obu kryteriów oceny zarówno w poszczególnych latach (współczynnik korelacji w granicach 0,9785–0,9942), jak i w okresie trzech lat oceny. W analizie statystycznej zwykle przyjmuje się korelację w zakresie 0,7–0,9 za korelację bardzo wysoką (Stanisz 2000).

Uzyskano także bardzo istotną zależność między ocenami skuteczności fungicydów, obliczanymi na podstawie

wielkości porażenia a wskaźnikiem skuteczności fungicydu dla całego sezonu (ER) w poszczególnych latach (współczynnik korelacji w granicach 0,9777–0,9943) (tab. 4). Zgodność obu czynników była także istotna dla trzech lat badań.

Schepers i wsp. (2008) zaproponowali nowy, bardziej dynamiczny i obiektywny system oceny skuteczności fungicydów w zwalczaniu zarazy ziemniaka, z zastosowaniem nowych wskaźników. Oceny oparte są na nietransformowanych wartościach – stAUDPC. Badania przeprowadzone w Boninie, w latach 2008–2010 potwierdzają przydatność systemu i wskaźników określających skuteczność badanych fungicydów. Otrzymane wyniki wymagają dalszych badań.

## Wnioski / Conclusions

1. Wskaźniki stAUDPC i ER pozwalają bardziej jednoznacznie i obiektywnie ocenić skuteczność testowanych fungicydów w ochronie ziemniaka przed zarazą.
2. Ocena skuteczności działania fungicydów w zwalczaniu zarazy ziemniaka oparta na wyliczanych wskaź-

nikach stAUDPC czy ER w wysokim stopniu koreluje z oceną prowadzoną na podstawie końcowego poziomu porażenia roślin przez chorobę, dostarczając informacji

o skuteczności testowanego obiektu (fungicydu) przez cały sezon.

## Literatura / References

- Cooke L.R., Little G. 2010. Evaluation of mandipropamid for the control of potato late blight in Northern Ireland. p. 109–116. In: Special Report no.14. Proc.12th EuroBlight Workshop (H.T.A.M. Schepers, ed.). France, Arras, 3–6 May 2010, PPO 396, 316 pp.
- Fry W.E. 1978. Quantification of general resistance of potato cultivars and fungicide effects for integrated control of potato late blight. *Phytopathology* 67: 415–420.
- <http://www.euroblight.net/EuroBlight.asp>, dostep: 10.03.2012.
- Jeger M.J., Viljanen-Rollinson S.L.H. 2001. The use of the area under the disease-progress curve (AUDPC) to assess quantitative disease resistance in crop cultivars. *Theor. Appl. Genet.* 102: 32–40.
- Kappes E.M., Huggenberger F. 2007. REVUS® – Field performance and product recommendations against late blight in potatoes in Europe. p. 121–128. In: Special Report no.12. Proc.10th Workshop of an European network for development of an integrated control strategy of potato late blight (H.T.A.M. Schepers, ed.). Italy, Bologna, 2–5 May 2007. *Appl. Plant Res.*, Wageningen UR, PPO 370, 368 pp.
- Kapsa J. 2010. Modern fungicides in control of early and late blight in Polish experiments. p. 305–310. In: Special Report no. 14. Proc.12th EuroBlight Workshop (H.T.A.M. Schepers, ed.). France, Arras, 3–6 May 2010, PPO 396, 316 pp.
- Latorse M.P., Duclos G., Rauscher S., Rhone C., Wanningen R., Tafforeau S. 2010. Infinito: Protection of new growth from infection with *Phytophthora infestans*. p. 101–108. In: Special Report no.14. Proc.12th EuroBlight Workshop (H.T.A.M. Schepers, ed.). France, Arras, 3–6 May 2010, PPO 396, 316 pp.
- Perez W., Forbes G. 2010. Potato Late Blight. Technical Manual. International Potato Center (CIP), Peru, 32 pp.
- Schepers H.T.A.M., Bain R., Hausladen H., Nielsen B.J., Kalkdijk J.R., van den Berg W., Evenhuis A. 2008. Fungicide Evaluation to Rate Efficacy to Control Leaf Late Blight for the Euroblight Table. PPO no. 3250082300. Wageningen, *Appl. Plant Res.*, 32 pp.
- Shaner G., Finney R.E. 1977. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in Knox wheat. *Phytopathology* 67: 1051–1056.
- Stanisz A. 2000. Podstawy statystyki dla prowadzących badania naukowe. Odcinek 21: Analiza korelacji. *Medycyna Praktyczna* 10: 176–181.