

**JERZY OSOWSKI**Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Radzików  
Zakład Nasiennictwa i Ochrony Ziemiaka, Bonin

## Tempo szerzenia zarazy ziemniaka (*Phytophthora infestans*) odmian w latach 2005–2007 zależnie od warunków klimatycznych i odporności

### The rate of potato late blight development (*Phytophthora infestans*) in 2005–2007 depending on weather conditions and cultivar resistance

W latach 2005–2007 w doświadczeniach polowych prowadzonych w IHAR, Zakładzie Nasiennictwa i Ochrony Ziemiaka w Boninie oceniano wpływ warunków klimatycznych (temperatura, ilość opadów) w miesiącach czerwiec-sierpień i odporności 32 wybranych odmian, na tempo szerzenia zarazy ziemniaka, termin zniszczenia 50% naci (teoretyczny termin zatrzymania gromadzenia plonu) oraz procent zniszczenia naci pod koniec sezonu wegetacyjnego. Najwyższe wartości ocenianych parametrów stwierdzono dla grupy odmian podatnych. Wartości parametrów malały wraz ze wzrostem poziomu odporności.

**Słowa kluczowe:** odmiana, odporność, warunki klimatyczne, zaraza ziemniaka

The field experiments conducted in the years 2005–2007 at the Plant Breeding and Acclimatization Institute, Department of Seed Science and Plant Protection in Bonin were aimed to estimate the influence of weather conditions (temperature, rainfall) in the period June-August and of the level of resistance of 32 selected potato cultivars on the rate of late blight development, time of 50% haulm destruction and the percentage of haulm destruction at the end of a growing season. The highest values of estimated parameters were recorded for the group of susceptible cultivars. The values of parameters decreased with increasing level of potato resistance to late blight.

**Key words:** cultivar, late blight, resistance, weather conditions

#### WSTĘP

Zaraza ziemniaka jest uważana za chorobę o największym znaczeniu gospodarczym. Szkodliwość jej wynika zarówno ze strat powodowanych w okresie wegetacji (niszczenie powierzchni asymilacyjnej), jak i podczas przechowywania (gnicie bulw). Pietkiewicz (1989) oceniał wysokość strat spowodowanych występowaniem choroby na plantacjach na 20%–25%. Nowsze badania przeprowadzone przez Kapsę (2004) szacują szkody

wyrządzane przez patogena *Phytophthora infestans* od 22% do 57%. Wzrost szkodliwości choroby, jak ocenia Hansen i wsp. (2003), jest między innymi wynikiem zmian genetycznych w populacji patogena oraz wyższą presją infekcyjną sprawcy. Kapsa (2001) stwierdza, że wzrost zagrożenia upraw ziemniaka wynika także z wcześniejszego terminu wystąpienia epifitozy w sezonie (nawet w maju) i gwałtowniejszego przebiegu choroby oraz ze zmian w występowaniu i rozwoju pierwotnych infekcji patogenu na roślinach ziemniaka (pierwotne objawy rozwijające się na łodydze), co powoduje nieskuteczność tradycyjnych metod ochrony plantacji i zmusza do szukania nowych skuteczniejszych rozwiązań.

Celem doświadczeń prowadzonych w latach 2005–2007 było zbadanie wpływu odporności wybranych odmian ziemniaka na tempo rozwoju zarazy ziemniaka w zależności od zmieniających się warunków meteorologicznych (temperatura powietrza, opady, wilgotność względna powietrza).

#### MATERIAŁ I METODY

Ścisłe doświadczenia, określające zróżnicowanie tempa rozwoju choroby w zależności od warunków meteorologicznych przeprowadzono, w Zakładzie Nasiennictwa i Ochrony Ziemniaka w Boninie (woj. zachodniopomorskie) na 32 wybranych odmianach ziemniaka różniących się odpornością na sprawcę choroby oraz grupą wczesności (tab. 1).

Tabela 1

**Charakterystyka odporności na zarazę ziemniaka odmian badanych w latach 2005–2007**  
**The level resistance to potato late blight of cultivars tested in 2005–2007**

Podatność Susceptibility	Stopień odporności Degree of resistance	Odmiana Cultivar
Podatne Susceptible	2 3–3,5 4	Bard, Molli, Rosalind, Irga Augusta, Krasa, Lord, Orlik, Vitara, Pirol, Żagiel Lady Florina, Nora, Albatros, Cekin, Clarissa, Romula, Roxana, Zebra
Podwyższona odporność Increased resistance	5–5,5 6	Agnes, Bartek, Monsun, Tajfun, Czapla, Jelly, Pasja Pom. Skawa, Zeus
Odporne Resistant	6,5–7 8	Neptun, Sonda, Ursus Śleza

Poletka doświadczalne założono w układzie losowanych bloków w 4 powtórzeniach. W sezonie wegetacyjnym nie prowadzono ochrony chemicznej przeciwko zarazie ziemniaka. Rozwój choroby oceniano w odstępach 7–10-dniowych notując wyniki obserwacji według skali 9-stopniowej, gdzie 9 — oznacza pojedyncze plamy nekrotyczne i zniszczenie powierzchni asymilacyjnej do 0,5% a 1 — całkowite zniszczenie rośliny.

Po zakończeniu okresu wegetacji określono tempo szerzenia zarazy ziemniaka obliczane jako przyrost zniszczenia naci w jednostce czasu według van der Planka (1963). Jesienią po zakończeniu wegetacji na podstawie pobranych w okresie zbiorów prób określono wielkość plonu bulw potomnych dla każdej z ocenianych odmian.

## WYNIKI

W tabeli 2 przedstawiono, na podstawie obliczonych współczynników hydrotermicznych Sielianinowa (Molga, 1986), warunki klimatyczne w okresie rozwoju choroby w Boninie w latach 2005–2007.

Tabela 2

Warunki meteorologiczne w sezonie wegetacyjnym w latach 2005–2007  
Weather conditions during the growing season in 2005–2007

Rok Year	Miesiąc* Month	Opady Rainfall (mm)	Temperatura Temperature (°C)	Wilgotność względna Relative humidity [%]	Współczynnik hydrotermiczny Sielianinowa** Sielianinov's hydrothermic coefficient
2005	czerwiec	30,6	14,6	80,3	0,7
	lipiec	96,4	18,8	79,8	1,7
	sierpień	74,6	16,2	81,6	1,5
Suma / średnia Total / mean		201,6	16,5	80,6	1,3
2006	czerwiec	75,4	17,1	73,1	1,4
	lipiec	21,2	21,3	70,6	0,3
	sierpień	233,2	16,9	88,9	4,4
Suma / średnia Total / mean		329,8	18,4	77,5	2,03
2007	czerwiec	126,6	17,3	83,6	2,4
	lipiec	203,6	17,0	85,8	3,9
	sierpień	74,2	17,8	83,6	1,3
Suma / średnia Total / mean		404,4	17,4	84,3	2,53

\*czerwiec — June, lipiec — July, sierpień — August

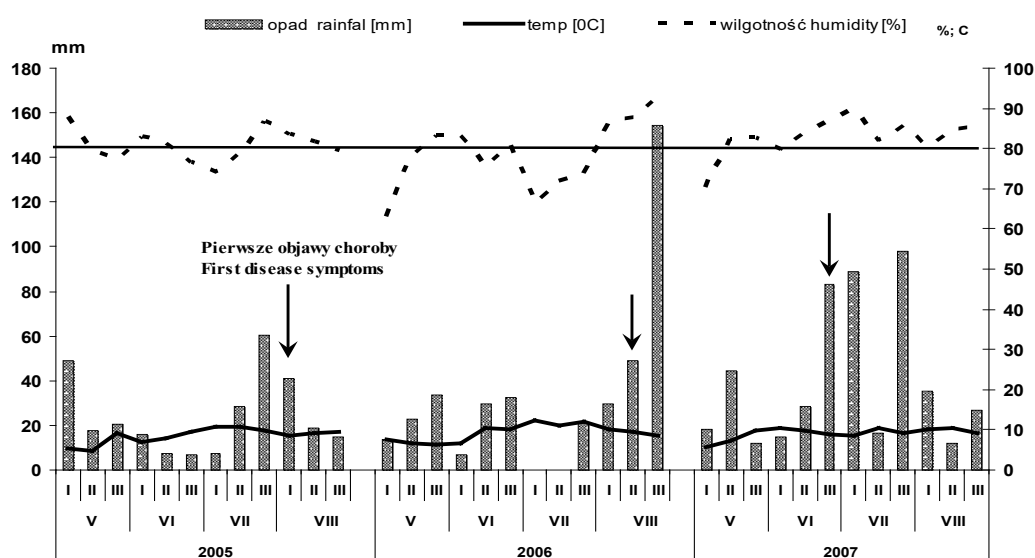
\*\* wartość współczynnika; coefficient value: 0,0 -0,5 okres suszy; drought period

0,51–1,0 niedostateczna wilgotność; insufficient humidity; 1,01–2,0 dostateczna wilgotność; sufficient humidity; >2,01 nadmierna wilgotność; excessive humidity

Warunki klimatyczne w pierwszym roku prowadzenia doświadczenia były mało korzystne dla rozwoju *Phytophthora infestans* w czerwcu (mała ilość opadów charakterystyczna dla okresów suszy) i sprzyjające w pozostałych miesiącach (okres dostatecznej i nadmiernej wilgotności oraz temperatur korzystnych do wystąpienia i rozwoju infekcji). Pierwsze objawy choroby na ocenianych odmianach odnotowano dopiero w pierwszej dekadzie sierpnia (rys. 1).

W sezonie badawczym 2006 warunki w czerwcu i lipcu nie sprzyjały wcześniejszemu wystąpieniu infekcji chorobowej. Korzystne warunki do rozwoju zarazy ziemniaka (wilgotność względna powietrza powyżej 80%, duża ilość opadów oraz średnia temperatura poniżej 18°C) wystąpiły w sierpniu a szczególnie jego drugiej dekadzie.

Rok 2007 charakteryzował się korzystnymi warunkami do wystąpienia infekcji oraz rozwoju choroby (współczynnik hydrotermiczny 2,53 — okres o dużym uwilgotnieniu). Pierwsze infekcje na odmianach podatnych zaobserwowano już pod koniec trzeciej dekady czerwca (suma opadów — 83,4 mm, średnia temperatura — 15,7°C oraz wilgotność względna powietrza 86,7%).



Rys. 1. Termin wystąpienia zarazy w zależności od warunków meteorologicznych w latach 2005–2007  
 Fig. 1. The time of late blight appearance depending on meteorological conditions in 2005–2007

Tempo szerzenia się zarazy ziemniaka oraz termin zniszczenia 50% powierzchni asymilacyjnej (tab. 3) różnił się w zależności od grupy ocenianych odmian oraz roku prowadzenia badań. Najwyższe wartości tempa szerzenia w grupie odmian podatnych ( $2^{\circ}$ – $4^{\circ}$ ) stwierdzono w roku 2006 (średnio 0,904). Także termin zniszczenia 50% powierzchni asymilacyjnej (teoretyczny termin zatrzymania gromadzenia plonu) był najkrótszy — średnio 7 dni od daty wystąpienia pierwszych objawów choroby. Wyniki pozostałych lat nie wykazywały tak wysokich wartości tempa szerzenia zarazy i układały się na podobnym poziomie. Zróżnicowanie tempa szerzenia zarazy ziemniaka wśród odmian o podwyższonej odporności ( $5^{\circ}$ – $6^{\circ}$ ) było na niższym poziomie. Tak jak dla odmian podatnych w tej grupie także stwierdzono najwyższe tempo rozwoju *Phytophthora infestans* (średnio 0,703) w roku 2006. Teoretyczny termin zatrzymania gromadzenia plonu był dłuższy o 3 dni w porównaniu do odmian podatnych w roku 2006, w roku 2005 o 10 dni i w roku 2007 o 18 dni.

W grupie odmian odpornych ( $6,5^{\circ}$ – $8^{\circ}$ ) stwierdzono najwolniejszy rozwój zarazy ziemniaka (średnie tempo szerzenia wynosiło 0,316). Dla tej grupy odnotowano także najdłuższe przedziały czasu od wystąpienia choroby do momentu zniszczenia 50% naci (teoretyczny termin zatrzymania gromadzenia plonu). Liczba dni wynosiła odpowiednio 30 (rok 2005), 13 (2006) i 38 (2007).

Różnice wynikające z poziomu odporności miały także swoje odzwierciedlenie w ocenie zniszczenia powierzchni asymilacyjnej na koniec okresu wegetacji. Stwierdzono zmniejszanie wielkości zniszczenia części nadziemnej w miarę wzrostu stopnia

odporności. Najmniejsze wartości zniszczenia powierzchni asymilacyjnej stwierdzono dla odmian z grupy trzeciej (odporność powyżej 6,5°) — średnio 30,1% (zakres zniszczenia wahał się od 11,5% rok 2006 do 44,7% w roku 2007).

Tabela 3  
Różnice w terminie zniszczenia 50% naci i tempie szerzenia zarazy ziemniaka w latach 2005–2007  
The differences in time of 50% haulm destruction and rate of late blight development in 2005–2007

Odporność Resistance	Rok Year	Termin zniszczenia 50% naci (dni) Time of 50% haulm destruction (days)	Zniszczenie naci na koniec sezonu wegetacyjnego (%) Haulm destruction at the end of growing season (%)	Tempo szerzenia zarazy ziemniaka Rate of potato late blight
Podatne Susceptible	2005	14	96,6	0,451
	2006	7	80,5	0,904
	2007	14	94,1	0,484
	średnio mean	12	90,4	0,613
Średnio odporne Mid resistant	2005	24	65,9	0,284
	2006	10	54,0	0,703
	2007	32	48,8	0,200
	średnio mean	22	56,2	0,396
Odporne Resistant	2005	30	34,2	0,273
	2006	13	11,5	0,513
	2007	38	44,7	0,189
	średnio mean	27	30,1	0,325

Wśród ocenianych odmian, w każdej z grup odporności, występowało duże różnicowanie w tempie rozwoju *Phytophthora infestans*, czasie od wystąpienia choroby do zatrzymania gromadzenia plonu, końcowej wielkości zniszczenia powierzchni asymilacyjnej oraz wielkości uzyskanego plonu bulw potomnych (tab. 4).

Wśród odmian podatnych (2–4°) zaraza ziemniaka najszybciej rozwijała się (tempo szerzenia) na odmianach: Augusta, Bard, Lady Florina, Lord, Orlik oraz Irga. Różnice w tempie rozwoju choroby w porównaniu z pozostałymi odmianami tej grupy były istotne statystycznie (NIR — 0,158). Średnie zniszczenie powierzchni asymilacyjnej roślin ziemniaka dla odmian podatnych wynosiło 90,4%, jedynie dla odmian Orlik, Zebra i Irga stwierdzono istotnie wyższe zniszczenie naci (NIR — 17,4%) w porównaniu do pozostałych. Wysoka podatność na sprawcę zarazy, znajdowała swoje odzwierciedlenie w krótkich odstępach czasu między wystąpieniem pierwszych objawów choroby a momentem zatrzymania plonowania (termin zniszczenia 50% naci), średnio 12 dni. Istotnie dłuższy termin zniszczenia 50% powierzchni asymilacyjnej stwierdzono dla odmian Albatros, Clarissa i Zebra (NIR — 5 dni).

Średni termin zniszczenia 50% powierzchni asymilacyjnej dla odmian o podwyższonej odporności (5–6°) wynosił 22 dni — w zakresie od 16 (Agnes) do 31 dni (Zeus). Teoretyczny termin zatrzymania gromadzenia plonu dla odmian Skawa i Zeus (odporność 6) różnił się istotnie od pozostałych ocenianych w tej grupie odmian (NIR — 7 dni).

Tabela 4

**Zróźnicowanie terminu zniszczenia 50% naci i tempa szerzenia zarazy ziemniaka w zależności od odporności odmian w latach 2005–2007**  
**The differentiation of 50% haulm destruction time and rate of late blight development depending on cultivar resistance in the years 2005–2007**

Odmiana Cultivar	Stopnie odporności Resistance degree	Termin zniszczenia 50% naci Time of 50% haulm destruction (dni; days)	Zniszczenie naci na koniec sezonu wegetacyjnego Haulm destruction at the end of growing season (%)	Tempo szerzenia zarazy Rate of late blight development	AUDPC	Plon Yield (t/ha)
Odmiany podatne — Susceptible cultivars						
Augusta	3	10	89,1	0,679	0,4487	26,9
Bard	2	10	93,3	0,690	0,3684	28,1
Krasa	3,5	10	91,2	0,688	0,4168	28,1
Lady Florina	4	10	90,8	0,648	0,3092	30,2
Lord	3	9	95,6	0,731	0,3985	32,7
Molli	2	11	87,9	0,598	0,3515	30,1
Nora	4	12	90,4	0,569	0,3758	31,7
Orlik	3	10	96,1	0,715	0,3030	28,3
Rosalind	2	10	89,1	0,646	0,3856	35,0
Vitara	3	11	82,1	0,576	0,3089	33,8
Albatros	4	16	78,3	0,525	0,3670	25,9
Cekin	4	12	94,9	0,603	0,4605	28,6
Clarissa	4	15	93,6	0,539	0,4356	24,5
Irga	2	10	99,5	0,712	0,4491	27,5
Pirol	3	12	88,0	0,554	0,4184	25,5
Romula	4	16	88,5	0,495	0,3118	23,1
Roxana	4	15	89,9	0,544	0,3558	23,9
Zebra	4	12	96,8	0,610	0,5442	29,8
Żagiel	4	13	82,4	0,518	0,4083	26,7
Średnio — Mean		12	90,4	0,613	0,3904	28,4
NIR–LSD 0,05		5	17,4	0,158	0,2040	11,3
Odmiany o podwyższonej odporności — Cultivars with increased resistance						
Agnes	5	16	78,0	0,512	0,2694	33,6
Bartek	5	21	56,1	0,366	0,2097	34,8
Tajfun	5	23	38,0	0,328	0,1055	34,8
Monsun	5	20	54,6	0,421	0,1729	31,2
Czapla	5,5	22	71,1	0,431	0,2673	35,4
Jelly	5,5	19	90,6	0,508	0,3895	27,4
Zeus	6	31	15,3	0,229	0,0259	41,5
Pasja Pom.	5	23	63,6	0,396	0,1618	35,3
Skawa	6	24	38,8	0,322	0,1292	37,8
Średnio — Mean		22	56,2	0,390	0,1924	34,6
NIR–LSD 0,05		7	37,3	0,216	0,1970	9,2
Odmiany odporne — Resistant cultivars						
Ursus	6,5	14	70,8	0,463	0,1869	31,7
Neptun	7	31	21,3	0,256	0,0520	38,7
Sonda	7	30	14,5	0,285	0,0346	42,2
Ślęza	8	32	13,8	0,261	0,0340	32,8
Średnio — Mean		27	30,1	0,316	0,0769	36,4
NIR–LSD 0,05		19	42,6	0,229	0,1050	4,9

Wartości tempa szerzenia notowane podczas prowadzenia doświadczenia były znacznie niższe w porównaniu do odmian podatnych. Zakres tempa szerzenia wahał się w granicach od 0,229 (odmiana Zeus) do 0,512 (Agnes). Rozwój *Phytophthora infestans* na odmianach Agnes i Jelly przebiegał istotnie szybciej (NIR — 0,216) w porównaniu do odmian ocenianych w tej grupie. Stwierdzono, w stosunku do odmian podatnych (odporność 2°–4°), znacznie mniejsze zniszczenie powierzchni asymilacyjnej (liczone na koniec okresu wegetacji) średnio 56,2%. Najmniejsze zniszczenie części nadziemnej przez chorobę stwierdzono dla odmian: Zeus (15,3%), Tajfun (38,0%) i Skawa (38,8%). Wydłużenie okresu gromadzenia plonu (dłuższe terminy od wystąpienia choroby do momentu zatrzymania plonowania) wpłynęło na wysokość plonu bulw potomnych. Wzrost plonu w porównaniu do grupy odmian podatnych wynosił 6,2 t ha<sup>-1</sup>.

Najwolniejsze tempo rozwoju zarazy ziemniaka stwierdzono w grupie odmian odpornych (powyżej 6°). Średnie wartości tempa szerzenia wynosiły 0,316. Rozwój choroby dla wszystkich ocenianych odmian przebiegał na tym samym poziomie (NIR — 0,229). Teoretyczny termin zniszczenia 50% powierzchni asymilacyjnej dla tej grupy odmian był najdłuższy w porównaniu do terminów pozostałych ocenianych grup. Zniszczenie powierzchni asymilacyjnej w stopniu zatrzymującym gromadzenie plonu nastąpiło średnio po 27 dniach od momentu wystąpienia choroby i było dłuższe o 5 dni w porównaniu do odmian o podwyższonej odporności i 12 dni od odmian podatnych. Wielkość zniszczenia części nadziemnej liczona na koniec okresu wegetacji była istotnie wyższa tylko dla odmiany Ursus (odporność 6,5°), zniszczenie na pozostałych odmianach tej grupy było na podobnym poziomie. Dłuższy okres gromadzenia plonu oraz mniejsze zniszczenie części nadziemnej roślin ziemniaka odmian odpornych wpłynęło korzystnie na wielkość plonu bulw potomnych. Średni plon dla odmian tej grupy wynosił 36,4 t ha<sup>-1</sup> (zakres 31,7 do 42,2 t ha<sup>-1</sup>) i był wyższy o 2,2 t ha<sup>-1</sup> od odmian o podwyższonej odporności i 8 t ha<sup>-1</sup> od odmian podatnych.

#### DYSKUSJA

Zaraza ziemniaka jest najgroźniejszą chorobą występującą na plantacjach ziemniaka w okresie wegetacji, a jej infekcyjność znacznie wzrosła w ostatnim dwudziestolecu (Sawicka i in., 2006). Jedną z przyczyn wzrostu patogeniczności mogło być pojawienie się w Europie w latach osiemdziesiątych typu kojarzeniowego A2 (Sujkowski i in., 1994). Możliwość kojarzenia się starej populacji z nową, jak uważa Kapsa (2001), prowadzi do wcześniejszego występowania epifitozy, gwałtowniejszego przebiegu choroby, zmian w występowaniu i rozwoju pierwotnych infekcji sprawcy na roślinach ziemniaka oraz spadku skuteczności ochrony plantacji przed patogenem. Zarzycka i Sobkowiak (1997 c) przyczyn zmian dopatrują się w obecności w środowisku oospor, które stanowią ważne źródło infekcji pierwotnej sprawcy (Anderson, Sandström, 1999).

Według Bourke (1964) rolnictwo preferując uprawę na dużych powierzchniach odmian podatnych sprzyja rozwojowi epifitozy, czego najlepszym przykładem może być rozwój zarazy na odmianie Lumper w Irlandii w latach 40. dziewiętnastego stulecia. Jarosz i Burdon (1991) uważają, że w środowisku naturalnym taka skłonność do gwałtownych i

szybkich epidemii jest trudniejsza do osiągnięcia ze względu na duże lokalne zróżnicowanie genotypów.

W sprzyjających do swojego rozwoju warunkach środowiska i przy braku jakiegokolwiek ochrony zaraza ziemniaka może zniszczyć 100% części nadziemnych roślin odmian podatnych (Harrison, 1992). W Polsce straty na plantacjach niechronionych jak oceniają Kapsa (2001) oraz Kapsa i Sawicka (2001) sięgają do 70%. Skuteczność rozwoju infekcji według Fry i Goodwin (1997) zależy od warunków środowiska oraz odmiany ziemniaka.

Kapsa (2001) w rozwoju zarazy wyróżnia dwie fazy: wczesną (ukrytą) i epidemiczną. Podczas fazy ukrytej następuje rozmnażanie się sprawcy, które prowadzi do lokalnych infekcji i wzrostu pierwotnych ognisk infekcyjnych zależnego od: gęstości i lokalizacji tych ognisk, podatności odmian, stanu fizjologicznego roślin oraz warunków atmosferycznych.

Znaczenie warunków klimatycznych dla wystąpienia i rozwoju infekcji na polach ziemniaczanych podkreślają także Waggoner (1986), Harrison (1992) i Kapsa (2007) uważając, że rozwój zarazy przebiega szybciej w wilgotnych i chłodnych warunkach, ponieważ zarodniki do swojego rozwoju wymagają wody i odpowiedniej temperatury. Występujące przedłużające się okresy sprzyjających rozwojowi choroby warunków, mogą stanowić źródło powstania infekcji, szczególnie niekorzystne, jeśli wystąpi wcześniej w okresie wegetacji.

Występowanie i rozwój choroby a także tempo jej szerzenia jest, jak uważają Pietkiewicz i Rutkiewicz (1979) oraz Rutkiewicz (1980), związane z rozkładem opadów i temperatur w miesiącach czerwiec-sierpień. W badaniach przeprowadzonych w latach 2005-2007 (rys. 1) rozwój choroby nastąpił tylko w jednym roku wcześniej w okresie wegetacji (3.d. czerwca 2007 rok) — w pozostałych pierwsze objawy zarazy stwierdzano w sierpniu (1.d. 2005 i 2.d. 2006). Za warunki korzystne do rozwoju choroby Beaumont (1947), Rotem i wsp. (1970) oraz Waggoner (1986) uważają wilgotną, chłodną pogodę z opadami deszczu oraz wilgotnością względną powietrza powyżej 90% i temperaturą od 7°C do 21°C. W takich warunkach, jak uważa Rutkiewicz (1985), zarodnik rozwijający się na trzonku konidialnym zmienia się w zoosporangium, w którym tworzy się 6–16 zoospor, zwiększając o 6 do 16 razy prawdopodobieństwo infekcji lub zwiększając jej presję infekcyjną. Takie warunki odnotowano w roku 2006, kiedy rozwój infekcji miał bardzo gwałtowny przebieg (średnie tempo szerzenia wynosiło odpowiednio: 0,904, 0,703 i 0,513).

W przeprowadzonych badaniach cechy odpornościowe odmian decydowały o terminie porażenia 50% powierzchni asymilacyjnej blaszek liściowych oraz tempie szerzenia się *Phytophthora infestans* na częściach nadziemnych roślin (tab. 4). Najwyższe wartości tempa szerzenia się choroby, największe zniszczenie powierzchni asymilacyjnej oraz najkrótsze terminy zniszczenia 50% naci stwierdzono w grupie odmian podatnych (odporność 2°–4°). Wartości badanych parametrów w pozostałych grupach odporności malały wraz ze wzrostem poziomu odporności testowanych odmian. Wpływ odporności związanej z odmianą na badane cechy zdrowotności potwierdzają także badania Croxalla i Smitha (1976), Kapsy (2000, 2001), Pietkiewicz (1985) i Sawickiej (2005).



Wyniki uzyskane dla odmian: Zebra, Zeus i Ursus różniły się istotnie od pozostałych ocenianych odmian. Jak ocenia Sawicka (1993, 1999) różnice stwierdzone dla tych odmian mogły wynikać nie tylko ze zmienności genetycznej, ale także dużą rolę mogła odgrywać zmienność środowiskowa (jakość sadzeniaka, zdrowotność, niejednorodność środowiska glebowego, błędy agrotechniczne, różny stopień porażenia przez choroby i szkodniki), powoduje to bowiem modyfikację procesów regulacji wewnętrznej zarówno w obrębie krzaka, jak i rośliny.

#### WNIOSKI

1. Na występowanie i rozwój *Phytophthora infestans* w ocenianym okresie czasu miała wpływ temperatura oraz ilość opadów w miesiącach czerwiec-sierpień (wysoki współczynnik hydrotermiczny).
2. Najwyższe tempo szerzenia się zarazy, najkrótsze terminy zniszczenia 50% powierzchni asymilacyjnej oraz zniszczenie powierzchni blaszek liściowych roślin ziemniaka stwierdzano w grupie odmian podatnych (odporność 2–4<sup>0</sup>) w każdym z badanych lat. Wielkość ocenianych parametrów malała wraz ze wzrostem poziomu odporności.

#### LITERATURA

- Anderson B., Sandström M. 1999. Late blight in Sweden — new problems with an old disease. 14<sup>th</sup> Triennial Conference of EAPR, Sorrento, Italy: 56 — 57.
- Beaumont, A. 1947. The dependence on the weather of the dates of outbreak of potato blight epidemics. — Trans. Br. Mycol. Soc. 31: 45 — 53.
- Bourke P. M. A. 1964. Emergence of potato blight, 1843-46. Nature 203: 805 — 808.
- Croxall M. E., Smith L. P. 1976. The epidemiology of potato blight in the east Midlands. Ann. Biol. 82: 451 — 466.
- Fry, W. E., Goodwin, S.B. 1997. Resurgence of the Irish potato famine fungus. Bioscience 47: 363 — 371.
- Hansen J. G., Lassen P., Koppel M., Valskyte A., Turka I., Kapsa J. 2003. Web-blight — regional late blight monitoring and variety resistance information on Internet. J. Plant Prot. Res. 43: 263 — 273.
- Harrison, J. G. 1992. The effect of aerial environment on late blight of potato foliage — a review. Plant Pathology 41: 384 — 416. In: Leonard, K. J. & Fry, W.E. (eds.): Plant Disease Epidemiology, Vol. 2. MacMillan, New York: 3 — 37.
- Jarosz A. M., Burdon J. J. 1991. Host-pathogen interactions in natural populations of *Linum marginale* and *Melampsora lini*. II. Local and regional variation in patterns of resistance and racial structure. Evolution, 45, 1618 — 1627.
- Kapsa J. 2000. Incidence of late blight (*Phytophthora infestans*) at potato crops and its control in Poland in 1995-1999. Proceedings of the Workshop on the European network for development of an integrated control strategy for potato late blight. Kristiansand, Sweden, 3-6. 10: 119 — 126.
- Kapsa J. 2001. Zaraza (*Phytophthora infestans*/Mont./de Bary) występująca na łodygach ziemniaka. Monografie i Rozprawy Naukowe IHAR 11: 7 — 10.
- Kapsa J. 2004. Zmiany stanu zagrożenia i ochrony plantacji przed zarazą (*P. infestans*) w Polsce na tle krajów europejskich. Progress in Plant Protection. Postępy w Ochronie Roślin, Vol. 44 (1): 129 — 137.
- Kapsa J. 2007. Effect of climatic conditions on infection pressure of *Phytophthora infestans* and harmfulness of the pathogen to potato crops. J. Plant Protection Res. 47 (4): 357 — 366.
- Molga M. 1986. Meteorologia rolnicza. PWRiL Warszawa: 447 — 460.

- Pietkiewicz J. B. 1989. Zwalczenie zarazy ziemniaka. Instrukcja Upowszechnieniowa 1/89. Instytut Ziemniaka, Bonin: 20 ss.
- Pietkiewicz J., Rudkiewicz F. 1979. Efekty ochrony ziemniaka przed zarazą (*Phytophthora infestans* [Mont.] de Bary) w zależności od miejscowości i reakcji odmian. Ziemniak: 207 — 223.
- Pietkiewicz J. B. 1985. Metodyka oceny porażenia części nadziemnych ziemniaka przez zarazę (*Phytophthora infestans*). Biul. Inst. Ziemn. 32: 51 — 62.
- Rotem, J., Palti, J., Lomus, J. 1970. Effects of sprinkler irrigation at various times of the day on development of potato late blight. Phytopathology 60: 839 — 843.
- Rudkiewicz F. 1985. Zaraza ziemniaka [*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary]. W: „Biologia Ziemniaka”. (W. Gabriel, red.). PWN, Warszawa: 381 — 397.
- Rudkiewicz F. 1980. Dates of potato late blight appearance and spread (*Phytophthora infestans* [Mont.] de Bary) in the conditions of middle-eastern Poland. Biul. Inst. Ziemn. 25: 153 — 167.
- Sawicka B. 1993. Zmienność pojawu i szerzenia się zarazy ziemniaka (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary) w warunkach ochrony plantacji i nawożenia azotem. Biul. Inst. Ziemn. 42: 116 — 122.
- Sawicka B. 1999. Die Bedrohung der Kartoffelpflanze *Phytophthora infestans* in frühen Änderungen unter Geschützen. 14 ter EAPR Zusammenfassungen, Sorrento, Italy, 02-07.05.1999: 726 — 727.
- Sawicka B. 2005. Terminy pojawiania się i rozwoju *Phytophthora infestans* [Mont.] de Bary w zmiennych warunkach pola uprawnego. Acta Agrophysica, 6 (2): 537 — 547.
- Sawicka B., Kapsa J. 2001. Effect of varietal resistance and chemical protection on the potato late blight (*Phytophthora infestans* [Mont.] de Bary) development. Potato Res. 44 (3): 303 — 304.
- Sawicka B., Pszczółkowski P., Krochmal-Marczak B. 2006. Efektywność różnych strategii ochrony ziemniaka przed *Phytophthora infestans*. Pamiętnik Puławski, 142: 411 — 428.
- Sujkowski L. S., Goodwin S. B., Dyer A. T., Fry W. E. 1994. Increased genotypic diversity via migration and possible occurrence of sexual reproduction of *Phytophthora infestans* in Poland. Phytopathology 84: 201 — 207.
- Van der Plank J. E. 1963. Plant Disease: Epidemics and Control. Academic Press, New York: 345 ss.
- Waggoner P. E. 1986. Progress curves for foliar diseases: their interpretations and use. In: Leonard, K. J., Fry, W. E. (eds.): Plant Disease Epidemiology, Vol. 2. MacMillan, New York: 3 — 37.
- Zarzycka H., Sobkowiak S. 1997 c. Zagrożenie upraw ziemniaka przez zarazę ziemniaka w świetle zmian zachodzących w polskiej populacji *Phytophthora infestans*. Progress in Plant Protection/ Postępy w Ochronie Roślin, 37 (1): 171 — 177.