

## DEVELOPMENT OF POTATO FUNGAL DISEASES AND TUBER YIELD ON ORGANIC AND CONVENTIONAL PLANTATION

### Summary

*In the years 2010-2011 at the Plant Breeding and Acclimatization Institute in Jadwisin the performed experiment aimed to comparison of development two potato plant diseases : early and late blight during vegetation period on organic and conventional plantations. Tested cultivars were from different maturity groups and different resistance to *Phytophthora infestans*. It was stated that the development of both diseases depended on all tested factors : years, crop production system and cultivar. Climatic conditions during vegetation period influenced the date of first symptoms as well as rate of diseases development. Year 2010 was favorable for early blight but year 2011 for late blight. On average, for two years disease development was faster under organic system but it was different in the years. In the year 2010 the rate of diseases development under organic and conventional system was similar but in 2011 it was much faster under organic system. Development of both diseases was quicker among very early and early cultivars. Tuber yield was strongly connected with intensity of late blight development. The faster disease development, the lower yield.*

**Key words:** potatoes; tubers; organic farming; conventional farming; plant diseases; yields; field experimentation

## ROZWÓJ CHOROÓB GRZYBOWYCH ORAZ PLON BULW W UPRAWIE EKOLOGICZNEJ I KONWENCJONALNEJ

### Streszczenie

*W latach 2010-2011 w Instytucie Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Jadwisinie przeprowadzono badania dotyczące rozwoju dwóch chorób okresu wegetacji tj zarazy ziemniaka i alternariozy na plantacji ekologicznej i konwencjonalnej. Na plantacji ekologicznej aplikowano tylko fungicydy miedziowe, a na konwencjonalnej stosowano dwa poziomy ochrony, tj. ograniczoną: 3-4 zabiegi i intensywną: 6-7 zabiegów fungicydami syntetycznymi. Badano odmiany należące do różnych grup wczesności i różnej odporności na zarazę. Stwierdzono, że na rozwój chorób istotny wpływ miały wszystkie badane czynniki, tj. lata badań, system produkcji i wczesność odmian. Warunki termiczno-wilgotnościowe panujące w latach badań wpłynęły zarówno na termin pojawienia się pierwszych objawów alternariozy i zarazy ziemniaka, jak i na rozwój chorób. Rok 2010 sprzyjał rozwojowi alternariozy a 2011 rozwojowi zarazy. Średnio dla lat badań szybciej obie choroby rozwijały się w systemie ekologicznym, a wolniej w konwencjonalnym z intensywną ochroną. Jednak tempo szerzenia zarazy na obu plantacjach zależało od presji patogena w danym roku. W roku „niezarazowym” rozwój choroby na plantacji ekologicznej był na zbliżonym poziomie, jak w systemie konwencjonalnym. W roku „zarazowym” różnice te były znacznie większe. Zarówno alternarioza, jak i zaraza ziemniaka rozwijały się najszybciej w grupie odmian wczesnych, o mniejszej odporności. Plon bulw był ściśle związany z nasileniem zarazy ziemniaka w poszczególnych systemach produkcji. Im szybsze tempo szerzenia się choroby, tym niższy plon bulw.*

**Słowa kluczowe:** ziemniaki; uprawa ekologiczna; uprawa konwencjonalna; choroby grzybowe; plony; badania polowe

### 1. Wstęp

Chorobą powodującą największe straty w uprawie ziemniaka jest zaraza powodowana przez grzyb *Phytophthora infestans*. W uprawach konwencjonalnych walka z tą chorobą jest o wiele łatwiejsza niż w ekologicznych ze względu na możliwość stosowania szerokiej gamy syntetycznych fungicydów. W produkcji ekologicznej zaś, dozwolone są tylko preparaty miedziowe i biologiczne, ale i one mogą być stosowane tylko w ograniczonych ilościach. W większości krajów UE obowiązujący limit to 6 kg czystej miedzi na hektar, ale w niektórych krajach stosuje się całkowity zakaz używania tych środków np. kraje skandynawskie, Holandia, lub ograniczenia tylko do 3-4 kg, np. Niemcy czy Szwajcaria [6, 17]. Straty plonu powodowane zniszczeniem naci przez patogena zależą od czasu i intensywności infekcji. Im wcześniejsze porażenie roślin i lepsze warunki do rozwoju choroby tym straty wyższe. Sposobem na uniknięcie bardzo dużych strat i uzyskanie plonu na ak-

ceptowalnym poziomie jest stosowanie metod agrotechnicznych takich jak: uprawa odmian szybko gromadzących plon tj bardzo wczesnych i wczesnych, stosowanie podkiewkowania i większych sadzeniaków oraz uprawa odmian o wysokiej odporności na tę chorobę. Drugą chorobą okresu wegetacji powodującą wprawdzie mniejsze straty plonu jest tzw. wczesna zaraza, czyli alternarioza powodowana przez grzyby z rodzaju *Alternaria*. W uprawach konwencjonalnych nie odgrywa ona tak wielkiego znaczenia jak w uprawach ekologicznych. Wynika to stąd, że patogen rozwija się lepiej na roślinach niedożywionych i starszych fizjologicznie [8, 10, 14]. Niedobór azotu na plantacji ekologicznej oraz stosowanie podkiewkowanych sadzeniaków sprzyja więc rozwojowi choroby.

Celem pracy była ocena porażenia przez *Alternaria* spp. i *Phytophthora infestans* roślin ziemniaka uprawianych w systemie ekologicznym i konwencjonalnym i ich wpływ na wielkość plonu bulw odmian o różnej wczesności i odporności na te grzyby.

## 2. Metodyka badań

Badania przeprowadzono w latach 2010-2011 w Instytucie Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Jadwisin na glebie lekkiej o składzie granulometrycznym piasku gliniastego lekkiego. Ziemiaki uprawiano w dwóch systemach, tj. ekologicznym i konwencjonalnym. W systemie ekologicznym stosowano następujący płodozmiian: ziemniaki → owies + groch siewny → żyto z wsiewką seradeli → łubin na nasiona → facelia na nasiona + gorczyca biała jako poplon ścierniskowy. W systemie konwencjonalnym: ziemniaki → pszenica jara → pszenica ozima → łubin.

Agrotechnikę stosowaną w obu systemach uprawy ziemniaka podano w tab. 1.

W systemie konwencjonalnym stosowano dwa poziomy ochrony roślin przed zarazą, tj. intensywny składający się z 6-7 zabiegów i ograniczony składający się z 3-4 zabiegów. Szczegółowy program ochrony przed zarazą ziemniaka w obu systemach produkcji podano w tab. 2.

Obserwacji rozwoju zarazy ziemniaka i alternariozy do-

konywano w odstępach siedmiodniowych. Ocenę porażenia roślin alternariozą określano za pomocą stopnia porażenia w skali dziewięciostopniowej, gdzie 9 oznacza brak objawów choroby, a 1 – całkowite zniszczenie naci.

Ocenę porażenia zarazą określano za pomocą tempa szerzenia się choroby obliczoną jako współczynnik regresji porażenia w czasie. Tempo szerzenia zarazy obliczono według wzoru:

$$\frac{1}{t_2 - t_1} \cdot [L_n \text{ porażenia końcowego} - L_n \text{ porażenia początkowego}]$$

gdzie:

$t_1$  - liczba dni od daty zerowej do wystąpienia pierwszych objawów,

$t_2$  - liczba dni od daty zerowej, do daty gdy stopień porażenia w kolejnym terminie obserwacji nie jest większy od poprzedniego.

Obserwacje wykonywano na odmianach należących do różnych grup wczesności i różnej odporności na zarazę ziemniaka. Grupy wczesności odmian i odporności na zarazę poszczególnych grup podano w tab. 3.

Tab. 1 Zabiegi agrotechniczne stosowane w systemie ekologicznym i konwencjonalnym

Table 1. Agronomic inputs in organic and conventional systems

Zabieg agrotechniczny / <i>Crop production practice</i>	System ekologiczny / <i>Organic system</i>	System konwencjonalny / <i>Conventional system</i>
Nawożenie / <i>Fertilization</i>	Obornik / <i>Manure</i> ) – 25 t·ha <sup>-1</sup> + nawozy zielone / <i>catch crop</i>	4-5 t słomy żytniej na przyoranie + 1 kg azotu mineralnego na 100 kg słomy + poplon ścierniskowy <i>plowed rye straw + 1 kg mineral nitrogen per 100 kg straw + catch crop</i> , N: 100 kg·ha <sup>-1</sup> , P: 53 kg·ha <sup>-1</sup> , K: 150 kg·ha <sup>-1</sup>
Zwalczanie chwastów <i>Weed control</i>	Tylko mechaniczne <i>Only mechanical</i>	Mechaniczne + herbicydy 2 razy w sezonie <i>Mechanical + herbicides 2 times</i>
Zwalczanie stonki <i>Colorado potato beetle control</i>	Preparat biologiczny <i>Bacillus thuringensis</i> 2-3 razy w sezonie <i>Biological insecticide (Bacillus thuringensis) 2-3 times per season</i>	Insektycydy chemiczne 2-3 razy w sezonie <i>Chemical insecticides 2-3 times per season</i>

Tab. 2. Szczegółowy program ochrony przed zarazą w zależności od systemu produkcji i intensywności ochrony

Table 2. Fungicide inputs in organic and conventional systems

System produkcji / <i>Production system</i>	Lata badań / <i>Years</i>			
	2010		2011	
	Fungicyd <i>Fungicide</i>	Liczba aplikacji <i>No. of applications</i>	Fungicyd / <i>Fungicide</i>	Liczba aplikacji <i>No. of applications</i>
Ekologiczny / <i>Organic</i>	Miedziowy <i>cooper</i>	3	Miedziowy / <i>cooper</i>	3
Konwencjonalny – ochrona ograniczona <i>Conventional – limited control</i>	Ridomil, Altima, Altima	3	Ridomil, Curzate, Ranman, Altima	4
Konwencjonalny – ochrona intensywna <i>Conventional – intensive control</i>	Tatoo Ridomil Infinito Acrobat Altima Altima	6	Ridomil, Infinito, Acrobat, Infinito, Curzate, Ranman, Altima	7

Tab. 3. Grupy wczesności odmian i odporność na zarazę (*Phytophthora infestans*)

Table 3. Characteristics of potato cultivars evaluated in organic and conventional production systems

Grupa wczesności / <i>Maturity group</i>	Odporność na zarazę <i>Resistance to Phytophthora infestans</i>	Liczba badanych odmian <i>Number of cultivars</i>
Bardzo wczesne i wczesne <i>Very early and early</i>	2-3	3
Średnio wczesne / <i>Middly early</i>	3-5	5
Średnio późne i późne / <i>Middly late and late</i>	5-7	2

Po zbiorze określano wielkość plonu bulw z poszczególnych kombinacji.

W obliczeniach statystycznych stosowano program ANOVA. Istotność różnic testowano testem T- Studenta na poziomie  $\alpha_{0,05}$ .

### 3. Wyniki badań

#### 3.1. Warunki pogodowe w okresie wegetacji i terminy wystąpienia pierwszych objawów chorób

Termin pojawienia się pierwszych objawów chorób grzybowych zależał od warunków termiczno-wilgotnościowych panujących w latach badań. Warunki te, tj. temperaturę powietrza i ilość opadów atmosferycznych, w poszczególnych miesiącach okresu wegetacji podano w tab. 4.

Z danych przedstawionych w tab. 4 wynika, że lata badań różniły się pod względem warunków termiczno-wilgotnościowych w okresie wegetacji, co zdecydowało o terminie pojawienia się pierwszych objawów chorób. W roku 2010 sprzyjające warunki do rozwoju zarazy ziemniaka wystąpiły dopiero w sierpniu, a w roku 2011 już w połowie lipca. W przypadku alternariozy wystąpiła odwrotna sytuacja. Lepsze warunki do rozwoju choroby były w 2010 r. Termin wystąpienia pierwszych objawów zarazy ziemniaka i alternariozy był zróżnicowany również w zależności od systemu produkcji. W systemie ekologicznym pierwsze objawy alternariozy wystąpiły wcześniej niż w systemie konwencjonalnym w obu latach badań (tab. 5). W przypadku zarazy ziemniaka nie było takich zależności.

Tab. 4. Suma opadów atmosferycznych i średnia temperatura powietrza w okresie wegetacji ziemniaka w latach badań (2010-2011) dla Jadwisina

Table 4. Total monthly rainfall (R) and mean monthly temperatures (T) during the vegetative growth period in the years 2010-2011 for Jadwisin

Rok Year	Kwiecień April		Maj May		Czerwiec June		Lipiec July		Sierpień August		Wrzesień September	
	suma	średnia	suma	średnia	suma	średnia	suma	średnia	suma	średnia	suma	średnia
	Op (R)	Tem (T)	Op (R)	Tem (T)	Op (R)	Tem (T)	Op (R)	Tem (T)	Op (R)	Tem (T)	Op (R)	Tem (T)
2010	21,8	12,8	166,8	12,0	74,0	16,5	96,7	18,6	105,2	18,5	104,8	11,1
2011	26,8	9,7	33,1	13,2	44,8	17,5	278,1	17,0	57,1	17,5	18,5	13,7

R- rainfall, T - temperature

Tab. 5. Terminy wystąpienia pierwszych objawów chorób grzybowych roślin ziemniaka

Table 5. Dates of first symptoms of fungal disease

System produkcji Production system	Choroba / Disease ; Lata badań / Years			
	Alternarioza / Early blight		Zaraza ziemniaka / Late blight	
	2010	2011	2010	2011
Ekologiczny Organic	16.06	21.06	30.07	27.07
Konwencjonalny Conventional	21.06	26.06	4.08	18.07

Tab. 6. Najwyższy stopień porażenia roślin ziemniaka przez Alternaria spp w zależności od systemu produkcji, intensywności ochrony i wczesności odmian

Table 6. Maximum degree of infestation by Alternaria depending on production system, control intensity and cultivar earliness

Grupa wczesności Earliness	Rok badań /Year/ ; System produkcji / Production system							Średnio Mean	NIR <sub>0,05</sub> LSD <sub>0,05</sub>
	2010			2011					
	Ekologiczny Organic	Konwencjonalny (1) Conventional	Konwencjonalny (2) Conventional	Ekologiczny Organic	Konwencjonalny (1) Conventional	Konwencjonalny (2) Conventional			
Bardzo wczesne i wczesne Very early and early	5,0	6,1	7,2	5,2	6,6	7,8	6,3	0,5	
Średnio wczesne Middly early	6,0	6,1	7,7	7,0	7,5	8,3	7,1		
Średnio późne i późne Middly late and late	6,5	6,6	8,0	5,9	7,0	8,0	7,0		
Średnia dla systemu Mean for system	5,8	6,3	6,9	6,0	7,0	8,0			
NIR/LSD	0,5								
Średnia dla lat Mean for years	6,4			7,0				-	
NIR <sub>0,05</sub> / LSD <sub>0,05</sub>	0,3								

### 3.2. Rozwój alternariozy ziemniaka (*Alternaria spp.*)

Warunki pogodowe w latach badań wpłynęły w sposób istotny na stopień porażenia chorobą, chociaż różnice nie były tak wielkie, jak w przypadku zarazy. Rok 2010 był bardziej sprzyjający do rozwoju alternariozy niż rok 2011. Wyższy stopień porażenia (średnio dla systemów produkcji) wynosił w roku 2010 – 6,4 a w roku 2011 – 7,0 (w skali dziesięciostopniowej). Stwierdzono istotne różnice w rozwoju choroby w zależności od systemu produkcji. Najbardziej porażone były rośliny uprawiane w systemie ekologicznym, następnie w konwencjonalnym z ograniczoną ochroną i najmniej w systemie konwencjonalnym z ochroną intensywną. W rozwoju alternariozy wczesność odmian miała również duże znaczenie, ale istotne różnice udowodniono tylko w przypadku grupy odmian bardzo wczesnych i wczesnych a pozostałymi. Stopień porażenia w grupie odmian bardzo wczesnych i wczesnych był istotnie większy. Nie stwierdzono istotnego zróżnicowania między odmianami z grupy średnio wczesnych i średnio późnych (tab. 6).

### 3.3. Rozwój zarazy ziemniaka (*Phytophthora infestans*)

Z danych zawartych w tab. 7 wynika, że tempo szerzenia zarazy zależało w sposób istotny od wszystkich badanych czynników, ale największy wpływ miały warunki termiczno-wilgotnościowe panujące w latach badań. W przeciwieństwie do alternariozy zaraza istotnie szybciej szerzyła się w 2011 r. Średnio dla systemów produkcji tempo szerzenia się tej choroby było w tym roku badań ponad trzykrotnie większe niż w roku 2010. Średnio dla lat badań zaraza rozwijała się szybciej w systemie ekologicznym niż w konwencjonalnym, ale w latach badań różnice między systemami nie były jednakowe. W roku o małej presji patogena (2010), tempo szerzenia się choroby w obu systemach było zbliżone, szczególnie dotyczyło to systemu ekologicznego i konwencjonalnego z ochroną ograniczoną. W przypadku odmian o wyższej odporności na patogena tempo szerzenia się choroby było nawet wolniejsze w systemie ekologicznym. Porównując jednak system ekologicz-

ny i konwencjonalny, ale z intensywną ochroną, wolniejsze tempo rozwoju choroby odnotowano w systemie konwencjonalnym.

Nieco inaczej sytuacja przedstawiała się w 2011 r. o sprzyjających warunkach do rozwoju zarazy. W tych warunkach tempo szerzenia się choroby było istotnie szybsze w systemie ekologicznym w porównaniu do konwencjonalnego. Różnice w tempie szerzenia zarazy w systemie konwencjonalnym przy różnym poziomie intensywności ochrony były znacznie mniejsze, chociaż statystycznie istotne. Wczesność odmian i ich odporność na patogena miała również istotne znaczenie. Dotyczyło to jednak (podobnie jak w przypadku alternariozy) tylko grupy odmian najmniej odpornych na zarazę, tj. bardzo wczesnych i wczesnych oraz pozostałych. W tej grupie odmian tempo szerzenia się choroby było istotnie większe. Różnice między grupą odmian średnio wczesnych i grupą odmian późniejszych nie były istotne.

### 3.4. Plon bulw

Plon bulw zależał w sposób istotny od wszystkich badanych czynników, tj. systemu produkcji, lat badań i grup wczesności odmian ziemniaka (tab. 8). Średnio z dwóch lat badań w systemie ekologicznym plon bulw wynosił 23,6 t·ha<sup>-1</sup>, konwencjonalnym z ochroną ograniczoną – 44,8 t·ha<sup>-1</sup> i konwencjonalnym z ochroną intensywną – 49,1 t·ha<sup>-1</sup>. Istotnie wyższe plony bulw osiągnięto w 2011 r. Różnice w plonie bulw w poszczególnych systemach produkcji zależały jednak od lat badań. W systemie ekologicznym, pomimo różnej presji „zarazowej” w obu latach uzyskano plon na zbliżonym poziomie. W systemie konwencjonalnym, a szczególnie tym z intensywną ochroną w 2011 r. plon bulw był istotnie wyższy niż w 2010 r. Należy zauważyć, że w 2010 r., o małej presji patogena, różnica w plonie bulw między systemem konwencjonalnym z ograniczoną ochroną a systemem ekologicznym wynosiła ok. 17 t·ha<sup>-1</sup>, a w roku „zarazowym”, tj. 2011 aż 24,5 t·ha<sup>-1</sup>. Najniższy plon uzyskano dla grupy odmian bardzo wczesnych i wczesnych, najwyższy zaś dla grupy odmian średnio wczesnych.

Tab. 7. Tempo szerzenia zarazy ziemniaka na plantacji ekologicznej i konwencjonalnej w zależności od intensywności ochrony, wczesności odmian i lat

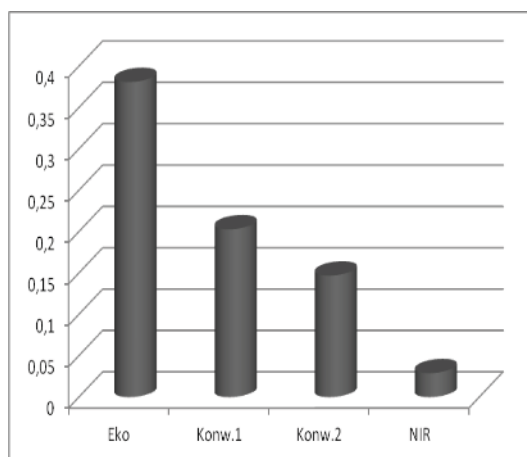
Table 7. Rate of late blight development in organic and conventional system depending on control intensity, cultivar earliness and years

Grupa wczesności <i>Earliness group</i>	Lata badań / Years ; System produkcji / Production system							Średnia <i>Mean</i>	NIR <sub>0,05</sub> <i>LSD<sub>0,05</sub></i>
	2010			2011					
	Ekologiczny <i>Organic</i>	Konwencjonalny (1) <i>Conventional</i>	Konwencjonalny (2) <i>Conventional</i>	Ekologiczny <i>Organic</i>	Konwencjonalny (1) <i>Conventional</i>	Konwencjonalny (2) <i>Conventional</i>			
Bardzo wczesne i wczesne <i>Very early and early</i>	0,153	0,144	0,027	0,621	0,346	0,284	0,263	0,030	
Średnio wczesne <i>Middly early</i>	0,142	0,145	0,080	0,555	0,225	0,195	0,224		
Średnio późne i późne <i>Middly late and late</i>	0,071	0,110	0,110	0,480	0,258	0,205	0,206		
Średnia dla systemu <i>Mean for system</i>	0,122	0,133	0,072	0,552	0,276	0,228			
NIR <sub>0,05</sub> / LSD <sub>0,05</sub>	0,029								
Średnio dla lat <i>Mean for years</i>	0,109			0,352				–	
NIR <sub>0,05</sub> / LSD <sub>0,05</sub>	0,020								

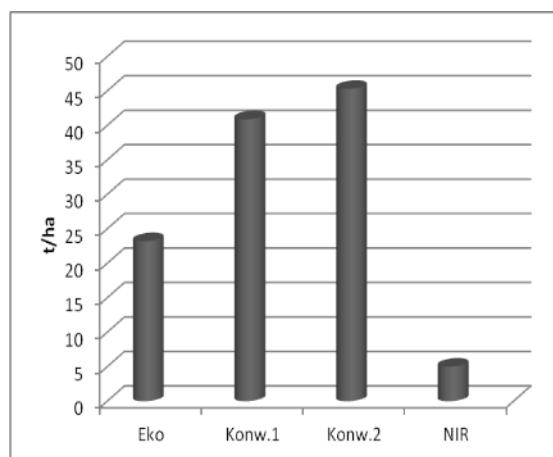
Tab. 8. Plon bulw (t/ha) w zależności od systemu produkcji, intensywności ochrony, wczesności odmiany i lat badań  
 Table 8. Tuber yield depending on production system, control intensity, cultivars earliness and years

Grupa wczesności <i>Earliness group</i>	Rok badań/ Year System produkcji/Production system							Średnio <i>Mean</i>	NIR <sub>0,05</sub> <i>LSD<sub>0,05</sub></i>
	2010			2011					
	Ekologiczny <i>Organic</i>	Konwencjonalny (1) <i>Conventional</i>	Konwencjonalny (2) <i>Conventional</i>	Ekologiczny <i>Organic</i>	Konwencjonalny (1) <i>Conventional</i>	Konwencjonalny (2) <i>Conventional</i>			
Bardzo wczesne i wczesne <i>Very early and early</i>	23,3	35,1	39,3	23,1	46,6	51,4	36,5	3,2	
Średnio wczesne <i>Middly early</i>	25,0	43,9	46,6	26,1	50,7	58,6	41,8		
Średnio późne i późne <i>Middly late and late</i>	21,0	42,3	45,1	23,3	50,1	53,4	39,2		
Średnia dla systemu <i>Mean for system</i>	23,1	40,4	43,7	24,2	49,1	54,5			
NIR <sub>0,05</sub> / LSD <sub>0,05</sub>	3,0								
Średnio dla lat badań <i>Mean for years</i>	35,7			42,6					
NIR <sub>0,05</sub> / LSD <sub>0,05</sub>				2,1					

1- Ochrona ograniczona, 2- ochrona intensywna



Tempo szerzenia zarazy / Rate of late blight development



Plon bulw / Tuber yield

Eko – system ekologiczny; Konw. 1 – system konwencjonalny – ochrona ograniczona; Konw. 2 – system konwencjonalny – ochrona intensywna

Rys. 1. Tempo szerzenia zarazy w zależności od systemu produkcji (średnio dla lat badań i odmian) i plon bulw (t·ha<sup>-1</sup>)  
 Fig. 1. Rate of late blight development depending on production system (mean for years and cultivars) and tuber yield

Zestawiając tempo szerzenia się zarazy w poszczególnych systemach produkcji i plon bulw stwierdzono ścisłą odwrotną zależność, tj. im szybszy rozwój choroby w danym systemie, tym niższy plon (rys. 1). Średnio dla dwóch lat badań największe tempo szerzenia choroby i jednocześnie najniższy plon bulw odnotowano w systemie ekologicznym. W systemie konwencjonalnym z intensywną ochroną tempo szerzenia się patogena było najwolniejsze, a plon bulw największy.

#### 4. Dyskusja

Zaraza ziemniaka i alternarioza to dwie choroby okresu wegetacji najczęściej występujące na plantacjach ziemniaka. Alternarioza jest chorobą występującą wcześniej i powodującą na ogół mniejsze straty niż zaraza. Dlatego też, do niedawna była ona nieco lekceważona i nadal jest mniej poznana niż właściwa zaraza. Obserwacje tej choroby są dosyć trudne, szczególnie w późniejszym okresie jej rozwoju ze względu na to, że w pewnym momencie zaczynają pojawiać się objawy zarazy i plamy zarazowe pokrywają się z plamami alternariozowymi. Dlatego w badaniach własnych przy ocenie rozwoju alternariozy posłużono się tzw. stopniem porażenia w maksymalnym okresie rozwoju choroby, a w przypadku zarazy ziemniaka tempem szerzenia się choroby. Warunki sprzyjające rozwojowi tych dwóch chorób są skrajnie różne. Rozwojowi alternariozy sprzyjają wysokie temperatury, niska wilgotność powietrza, lekkie gleby, niedożywienie roślin [7, 10, 14]. W przypadku zarazy jest odwrotnie [2, 3, 5]. W badaniach własnych zależności te się potwierdziły. Rok 2010 nie sprzyjał rozwojowi zarazy ziemniaka, sprzyjał natomiast rozwojowi alternariozy i odwrotnie, w roku 2011 lepsze warunki do rozwoju miała zaraza. Potwierdzono również fakt, że na plantacjach ekologicznych patogen wywołujący alternariozę znajduje lepsze warunki i rozwija się szybciej niż na konwencjonalnych. Pomimo, coraz częstszych badań nad alternariozą, szczególnie w uprawach ekologicznych ziemniaka, najczęściej miejsca poświęca się zarazie. Choroba ta jest jednak największym problemem. Plony bulw ziemniaka w systemie ekologicznym są w największej mierze uzależnione od

stopnia nasilenia tej choroby. Według wielu odniesień literaturowych, ograniczone nawożenie roślin w uprawie ekologicznej jest czynnikiem w znacznie mniejszym stopniu limitującym plon bulw [2] niż rozwój zarazy.

Prowadząc przez wiele lat badania nad uprawą ziemniaków w systemie ekologicznym można zauważyć, że zarówno początek porażenia jak i rozwój grzyba *Phytophthora infestans* na plantacji ekologicznej jest nieco wolniejszy niż na konwencjonalnej. Zależność ta jest ściśle związana z rozwojem części nadziemnej roślin. Zbyt silny rozwój części nadziemnej (wysokie zaopatrzenie w azot) wydłuża inicjację bulw i dojrzewanie roślin [4, 12, 13]. Przedłuża to również czas dużej wilgotności w łanie, co sprzyja rozwojowi zarazy ziemniaka [15, 19]. Pozytywnym efektem słabszego rozwoju roślin w systemie ekologicznym może być wolniejsze tempo szerzenia się zarazy. Rozwój choroby uzależniony jest od mikroklimatu panującego w łanie [11]. W otwartym, dobrze wietrzonym łanie, który jest typowy dla niższych roślin, o mniejszej masie nadziemnej rozwój choroby jest wolniejszy, przynajmniej do czasu jego zwarcia [3]. Potwierdzenie tych zależności można znaleźć w badaniach własnych w roku tzw. „niezarazowym”, tj. 2010, kiedy to tempo szerzenia się choroby było zbliżone, a w niektórych przypadkach nawet wolniejsze w systemie ekologicznym niż w konwencjonalnym. W 2011 r. o silnej presji patogena, ochrona ziemniaka preparatami miedziowymi nie była wystarczająca i tempo szerzenia choroby na plantacji ekologicznej było znacznie szybsze niż w konwencjonalnej. O powodzeniu produkcji ekologicznej ziemniaków decyduje w dużej mierze właściwy dobór odmian [1, 20, 21]. Jedną z ważniejszych cech odmian w uprawie ekologicznej jest wysoka odporność na zarazę ziemniaka. Wykorzystanie odporności na tę chorobę jest jednym z elementów ochrony przed jej rozwojem. Według Kapsy [9] odmiany o stopniu odporności 7-8 (w skali dziewięciostopniowej) w latach o późnym pojawieniu się zarazy mogą pozostawać niechronione lub też wystarczająco skuteczna może być ochrona ograniczona. W badaniach własnych stwierdzono wyraźną zależność pomiędzy odpornością odmian na patogena a rozwojem choroby. Odmiany z grupy bardzo wczesnych i wczesnych, o niskiej odporności charakteryzowały się szybszym tempem rozwoju choroby niż odmiany o wyższej odporności. Takie zależności potwierdza wielu autorów [9, 11, 18]. Podobne zależności występują w przypadku alternariozy. Odmiany wczesne, szybciej starzejące się są bardziej podatne na tę chorobę, co również potwierdzono w badaniach własnych.

Rozwój chorób w poszczególnych latach i systemach produkcji miał wpływ na wielkość plonu bulw. W 2010 r. plon bulw był istotnie niższy niż w 2011 r., pomimo mniejszego zagrożenia zarazą. Taka sytuacja jest powszechnie znana, tzn. lata „zarazowe” są na ogół latami wysokich plonów ziemniaków. Związane jest to głównie z dużą ilością opadów atmosferycznych. Przy dostatecznej ochronie roślin, plony bulw w takich latach są bardzo wysokie, co potwierdzają badania własne. W przypadku plantacji ekologicznej spadek plonu w 2011 r. w stosunku do plantacji konwencjonalnej był znacznie większy niż w roku „niezarazowym”, tj. 2010. Generalnie jednak, im większe zagrożenie zarazą tym mniejszy plon, co również potwierdziły wyniki badań własnych. Godne podkreślenia jest również to, że plony bulw uzyskiwane z plantacji ekologicznej nie były niższe a nawet przekraczały w obu latach badań średni plon krajowy (tj. 17,9 t·ha<sup>-1</sup> w 2010 r. i 23,7

t·ha<sup>-1</sup> w 2011 r. – dane GUS). Oznacza to, że nawet w roku o silnej presji patogena, przy zastosowaniu tylko preparatów miedziowych możliwe jest uzyskanie na plantacji ekologicznej plonów nie odbiegających od średnich plonów uzyskiwanych w kraju.

## 5. Wnioski

1. Warunki termiczno-wilgotnościowe panujące w latach badań wpłynęły zarówno na termin pojawienia się pierwszych objawów alternariozy i zarazy ziemniaka, jak i na ich rozwój chorób.
2. Najszybciej obie choroby rozwijały się w systemie ekologicznym, a najwolniej w konwencjonalnym z intensywną ochroną.
3. Tempo szerzenia zarazy zależało od presji patogena. W roku „niezarazowym” rozwój choroby na plantacji ekologicznej był na zbliżonym poziomie, jak w systemie konwencjonalnym. W roku „zarazowym” różnice te były znacznie większe.
4. Plon bulw był ściśle związany nasileniem zarazy ziemniaka w poszczególnych systemach produkcji. Im szybsze tempo szerzenia się choroby, tym niższy plon.

## 6. Bibliografia

- [1] Colon L, Budding D, Visker M.: Potato breeding strategies for organic farming. Breeding and adaptation of potatoes. EAPR, EUCARPIA, 2003, 3.
- [2] Frinckh MR, Schulte-Geldemann E, Bruns C.: Challenges to organic potato farming: disease and nutrient management. Potato Rees 2006, 49: 27-42, DOI 10.100/s11540-006-9004-3.
- [3] Fry W.E., Apple A.E.: Disease implications of age – related changes in susceptibility of potato foliage to *Phytophthora infestans*. Am. Potato, 1986, J 63:47-56.
- [4] Harris P.L.: The potato crop – the scientific basis for improvement. 2<sup>nd</sup> edn. Chapman & Hall, London, 1992.
- [5] Hirst J.M., Stedman O.J., The epidemiology of *Phytophthora infestans* I. Climate, ecoclimate and the phenology of disease outbreak. Am Appl Biol 1960, 48: 471-488.
- [6] IFOAM. Basic standards for organic production and processing. IFOAM, 2000, Tholey-Thley.
- [7] Kapsa J, Osowski J.: Szkodliwość alternariozy ziemniaka i jej zwalczanie (Harmfulness of potato early blight and its control), p. 596-599. [w:] Nowe kierunki fitopatologii, Sympozjum PTFit., Kraków, 1996.
- [8] Kapsa J.: Early blight (*Alternaria* spp.) in potato crops in Poland and results of chemical protection. Journal of Plant Protection Research, 2004, vol. 44, no. 3: 231-238.
- [9] Kapsa J.: Wykorzystanie odporności odmian w ochronie przed zarazą. Ziemiak Polski, 2005, 4: 20-23.
- [10] Kuczyńska J. The influence of some factors on the influence and harmfulness of early blight on potatoes. Biul. Inst. Ziemi., 1992, 41: 73-81.
- [11] Lapwood DH.: Factors affecting the field infection of potato tubers of different cultivars by blight (*Phytophthora infestans*). Ann Appl Biol, 1997, 85: 23-42.
- [12] Marscher H.: Mineral nutrition for higher plants. 2<sup>nd</sup> edn. Academic Press, London, 1995.
- [13] Millard P., MacKerron D.K.L.: The effects of nitrogen application on growth and nitrogen distribution within the potato canopy. Ann. Appl. Biol., 1986, 109: 427-437.
- [14] Osowski J.: Termin wystąpienia pierwszych objawów alternariozy ziemniaka w zależności od roku i województwa. Progress in Plant Protection / Postępy w Ochronie Roślin, 2007, 47 (2): 216- 233.
- [15] Ratke W., Riekmann W., Brendler F.: Kartoffel, Krankheiten,

Schadlinge, Unkräuter. Verlag Th. Mann, Gelsenkirchen Buer, 2000.

- [16] Rocznik statystyczny 2011.
- [17] Tamm A.B., Hospers M., Jansens S.R.M., Buurma J.S., Molgaard J.P., Laerke P.E., Hansen H.H., Hermans A., Bodker L., Bertrand C., Lambion J., Finckh M.R., van Lammerts C.E., Ruissen T., Nielsen B.J., Solberg S., Speiser B., Wolfe M.S., Philips S., Wilcoxon S.J., Leifert C.: Assessment of the socio-economic impact of late blight and state-of the-art management in European organic potato production system. FIBL Raport. Research Institute of Organic Agriculture FiBL, Frick, Switzerland, 2004, 106, [www. Orgprints. Org/2936](http://www.Orgprints.Org/2936).
- [18] Visker M.H.P.W., Keizer L.C.P., Budding D.J., Van Loon L.C., Colon L.T., Struik P.C.: Leaf position prevails over plant age in reflecting resistance to late blight in potato. *Phytopathology*, 2003, 93: 666-674.
- [19] Wright I.: Nutrition, Blight and Skin Finish in Early Potato Production - Organic Advisory Service Organic Early Potato Production n Devon. A. HDRA event. Venue Beesands near Kinderbridge, South Devon. Rep. UE project QLK- Ct-2000- 01065 BLIGHT- MOP. Workshop report., 2002.
- [20] Zarzyńska K, Goliszewski W.: Rola odmiany w ekologicznej uprawie ziemniaka. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, 2006, vol.51(2), 214-219.
- [21] Zarzyńska K.: Cechy odmian ziemniaka przydatne w uprawie ekologicznej. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 2006, Zeszyt 511, część I. Ziemniak spożywczy i przemysłowy oraz jego przetwarzanie. Jakość polskich odmian ziemniaka: 73-81.