

Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
ul. Akademicka 15, 20-950 Lublin, e-mail: barbara.sawicka@up.lublin.pl

BARBARA SAWICKA, DOMINIKA SKIBA

Wpływ dokarmiania dolistnego na zdrowotność roślin ziemniaka w okresie wegetacji

Influence of foliar nutrition on plant sanitary conditions in vegetation period
of potato

Streszczenie. Badania oparto na wynikach doświadczenia polowego, przeprowadzonego w latach 2004–2006 na glebie kompleksu żytniego dobrego. Eksperyment założono metodą losowanych podbloków, a badano technologie uprawy: technologię z zastosowaniem bioregulatora wzrostu Asahi SL (B), technologię z użyciem nawozu dolistnego Chrońplon PK (C), technologię z użyciem nawozu dolistnego Ekolist Zm (D), technologię tradycyjną, bez bioregulatora i nawozów dolistnych, jako obiekt kontrolny (A). Czynnikiem II rzędu stanowiło 10 odmian ziemniaka wszystkich grup wczesności. Najlepszy efekt ochronny, w postaci przedłużenia wegetacji roślin, przyniosło zastosowanie nawozu dolistnego Chrońplon PK, w porównaniu z obiektem kontrolnym. Preparat Asahi SL i Ekolist Zm pozwoliły również na znaczne ograniczenie tempa szerzenia się alternariozy i zarazy ziemniaka. Ich działanie może się okazać szczególnie cenne, gdy rośliny są narażone na stresowe warunki pogodowe.

Słowa kluczowe: ziemniak, nawozy dolistne, biostymulatory, alternarioza, zaraza

WSTĘP

Największe straty w plonie ziemniaka stwarza zaraza ziemniaka i alternarioza. Sprawcami tej ostatniej są grzyby *Alternaria* sp. – *A. solani* i *A. alternata*. Grzyb *A. solani* powoduje chorobę o nazwie sucha plamistość liści, a *A. alternata* jest sprawcą brunatnej plamistości liści. Straty w wyniku porażenia ziemniaka alternariozą mogą sięgać 50%, choć w warunkach Polski nie są tak drastyczne [Osowski 2003, 2007]. Zaraza ziemniaka, powodowana przez grzyb *Phytophthora infestans* [Mont.] de Bary, jest chorobą o największym praktycznym znaczeniu, która może wywołać straty plonu rzędu 25–40%, a na plantacjach niechronionych – 60–70% [Sawicka i Kapsa 2001, Kapsa 2001]. Fungicydy, aplikowane w ochronie chemicznej, nie zawsze dają dobre efekty, toteż poszukuje się innych, niekonwencjonalnych metod hamowania rozwoju tych cho-

rób na plantacji ziemniaka. Stosowanie bioregulatorów stwarza nieograniczone możliwości wpływania na rośliny, w tym zwiększenia odporności na choroby [Stutte i Clark 1990, Malonova i Koupil 1997, Sawicka 2003, Czeczko i Mikos-Bielak 2004]. Nawożenie dolistne stanowi zabieg interwencyjny i uważa się, że zapobiega obniżeniu plonów roślin uprawnych m.in. poprzez ograniczenie chorób [Warchołowa 1998, Sawicka 2003, Jarociński i Nowosielski 2006]. Stąd też celem pracy była ocena wpływu bioregulatora wzrostu Asahi SL i wybranych nawozów dolistnych na zdrowotność roślin ziemniaka w czasie wegetacji.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 2004–2006 w polowej Stacji Doświadczalnej w Parczewie. Założono je metodą losowanych podbłoków w 3 powtórzeniach. Czynnikiem I rzędu były technologie uprawy: z zastosowaniem bioregulatora wzrostu Asahi SL (B), z użyciem nawozu dolistnego Chrońplon PK (C), nawozu dolistnego Ekolist Zm (D); kontrola – bez bioregulatora i nawozów dolistnych (A). Czynnikiem II rzędu stanowiło 10 odmian ziemniaka wszystkich grup wczesności: Lord, Denar (bardzo wczesne), Krasa, Bila (wczesne), Głada (średnio wczesna), Ania, Danusia i Wolfram (średnio późne), Bzura i Wawrzyn (późne). Nawożenie obornikiem stosowano jesienią w dawce $25 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, mineralne zaś – wiosną w ilości: 80 kg N , $34,9 \text{ kg P}$, $99,6 \text{ kg K} \cdot \text{ha}^{-1}$. Nawozy mineralne wymieszano z glebą za pomocą agregatu uprawowego (kultywator + wał strunowy). Ziemniaki sadzono w ostatniej dekadzie kwietnia. Materiał rozmnożeniowy był w stopniu oryginału. Bulwy sadzono w rozstawie $62,5 \times 40 \text{ cm}$. Wszystkie zabiegi agrotechniczne prowadzono zgodnie z wymaganiami tego gatunku. W badaniach wykorzystano: nawóz dolistny z serii Chrońplon PK, który w swoim składzie zawiera: $95 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$ i $300 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-1} \text{ K}_2\text{O}$ oraz jony octanowe, ma mocno zasadowy odczyn (pH 14,5), utrudniający rozwój patogenów; nawóz dolistny Ekolist Zm – koncentrat magnezowo-mikroelementowy przeznaczony do uprawy ziemniaka, o następującym składzie: 4,0% N, 5,0% MgO; 0,35% B; 0,45% Cu; 0,65% Fe; 1,10% Mn; 0,012% Mo; 1,10% Zn (w % wagowych). Składniki tego nawozu charakteryzują się maksymalną przyswajalnością dzięki odpowiednim formom oraz pełnej chelatacji mikroelementów. Kompleksem chelatującym jest chelacid. Substancją aktywną preparatu Asahi SL stanowiła mieszanina soli sodowych 5-nitroguajakolu oraz orto- i para nitrofenoli. Składniki preparatu są metabolizowane w komórkach roślinnych do substancji stymulujących przemianę materii wzmacniającą ściany komórkowe, a tym samym zwiększającą odporność roślin na choroby, szkodniki i niekorzystne warunki środowiska – głównie niskie temperatury i suszę [Czeczko i Mikos-Bielak 2004]. Nawozy dolistne stosowano wg dawek zalecanych przez producentów tych preparatów w godzinach popołudniowych, w dni pochmurne. Zarówno biostymulator Asahi SL, jak i nawozy dolistne stosowano w fazie: 19, 59 i 79 wg skali BBCH. Ilość cieczy użytkowej wynosiła $300 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$. Nie stosowano żadnego ze środków zwiększających przyczepność. Do wykonania zabiegów użyto opryskiwacza akumulatorowego, wyposażonego w płaskostrumieniowe rozpylacze o natężeniu wypływu $0,35\text{--}0,65 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$ i ciśnieniu $0,1\text{--}0,2 \text{ MPa}$.

Powierzchnia poletek do zbioru wynosiła 20 m^2 . Doświadczenie polowe przeprowadzono na glebach, których powierzchniowe poziomy próchniczne były zbudowane z piasków gliniastych lekkich lub gliniastych mocnych, o odczynie kwaśnym lub lekko kwa-

śnym (pH 5,0–5,9) i średniej zawartości materii organicznej (tab. 1). Zasobność gleby w przyswajalny fosfor i potas była średnia do wysokiej, a w magnez – niska do wysokiej. W czasie wegetacji przeprowadzono ocenę porażenia roślin przez *Alternaria* sp. i *Phytophthora infestans* od momentu pojawienia się pierwszych objawów choroby, co 10 dni w skali 9° [Pietkiewicz 1985].

Tabela 1. Charakterystyka gleb wg kategorii agronomicznych
Table 1. Characteristics of soils according to agronomic categories

Kategoria agronomiczna Agronomic category	Lata Years	Procentowa zawartość frakcji o średnicy (mm) Percentage content of fraction in diameter (mm)			Gatunek gleby Soil texture (wg PTG)	Materia organiczna Organic matter %	pH _{KCl}
		1–0,1	0,1–0,02	<0,02			
Lekkie – Light	2004	62	25	13	pgl	1,57	5,9
	2005	56	24	20	pgm	1,62	5,9
	2006	65	20	15	pgl	1,29	5,0

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie za pomocą rachunku regresji. Porażenie wyrażono w wartościach logarytmicznych, odpowiadających stopniom skali, korzystając ze wzoru:

$$y = \log e \frac{x}{1-x},$$

gdzie x – wartości wyrażone w % lub setnych częściach jednostki.

Pozwalają one wyrazić procentowe zniszczenie powierzchni liści w formie liniowej. Tempo szerzenia się zarówno alternariozy, jak i zarazy traktowano jako jednostkowy przyrost porażenia w czasie. Do obliczeń obserwacji kodowano daty, przyjmując pierwszą za „0”, drugą za „10”, itd. Warunki meteorologiczne w okresie wegetacji roślin były zmienne, co obrazują współczynniki hydrotermiczne Selaninova (tab. 2). Miesiącami decydującymi o wystąpieniu oraz tempie szerzenia się zarówno alternariozy, jak i zarazy ziemniaka są czerwiec i lipiec, w mniejszym zakresie – sierpień. W badanym przedziale czasowym najbardziej wilgotny czerwiec wystąpił w 2004 r., najbardziej wilgotny lipiec – w 2005, a najbardziej mokry sierpień – w 2006 r.

WYNIKI BADAŃ

Pierwsze symptomy alternariozy na plantacji ziemniaka zaobserwowano po upływie 51–62 dni od sadzenia, w zależności od roku badań i 53–64 dni – w zależności od odmiany (tab. 2). Najkorzystniejsze warunki do rozwoju tej choroby wystąpiły w 2004 r., kiedy wystąpienie alternariozy stwierdzono już po 51 dniach od sadzenia, najmniej korzystne zaś – w 2006 r., kiedy objawy tej choroby wystąpiły na plantacji znacznie później.

Termin pojawienia się *P. infestans* na roślinach ziemniaka był również uzależniony od przebiegu pogody w latach badań. Najwcześniej objawy te zaobserwowano w 2004 roku – średnio po 57 dniach i najpóźniej w 2006 r. – po 68 dniach od sadzenia (tab. 2). Późniejsze pojawienie się zarazy na roślinach w 2006 r. wynikało z przebiegu pogody w okresie koniec czerwca – początek lipca.

Tabela 2. Charakterystyka niektórych elementów meteorologicznych oraz porażenia *Phytophthora infestans* i *Alternaria* sp.Table 2. Characteristics of some meteorological factors and *Phytophthora infestans* and *Alternaria* sp.

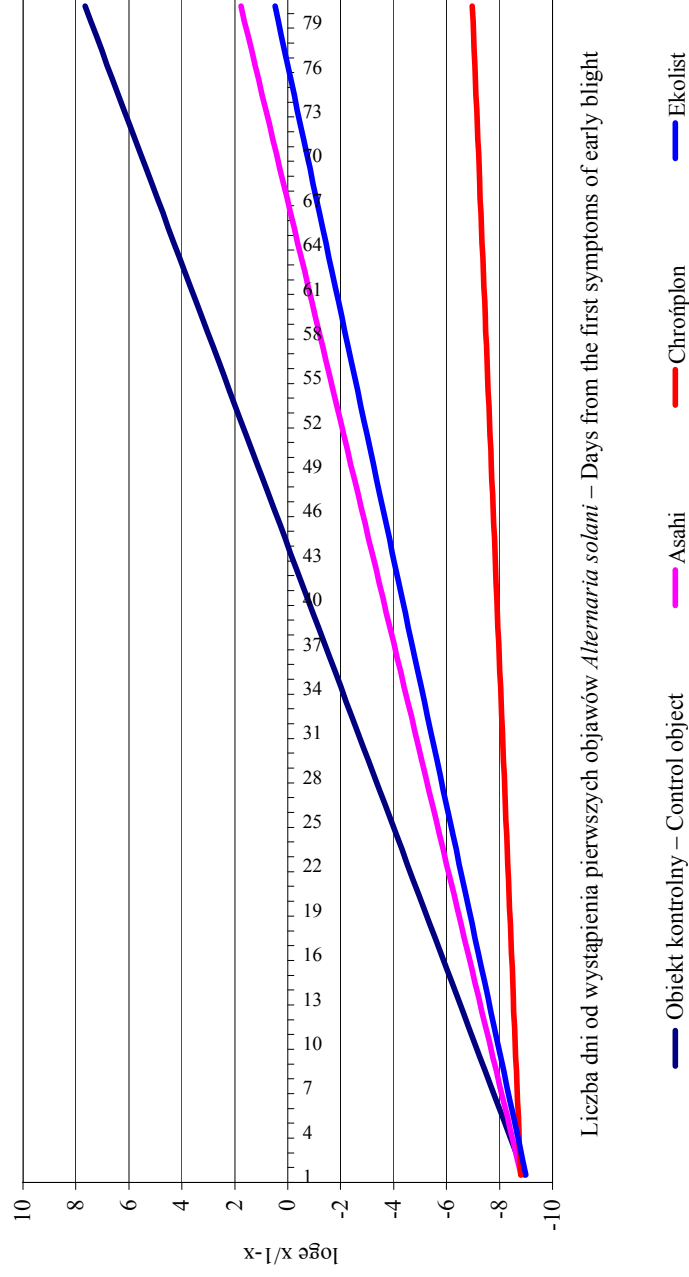
Wyszczególnienie Specification		Lata – Years		
		2004	2005	2006
Współczynniki hydrotermiczne	VI	1,8	0,7	1,0
	VII	1,3	2,5	0,3
	VIII	0,9	1,2	4,6
Terminy pierwszych nekroz zarazowych Date of first late blight	A	22.06	30.06	03.07
	B	25.06	02.07	10.07
	C	01.07	06.07	13.07
	D	27.06	03.07	10.07
Terminy pierwszych nekroz alternariozy Date of first early blight	A	16.06	24.06	25.06
	B	23.06	27.06	27.06
	C	01.07	02.07	24.07
	D	22.06	26.06	29.06

A – obiekt kontrolny – control object; B – Asahi SL; C – Chrońplon PK; D – Ekolist Zm

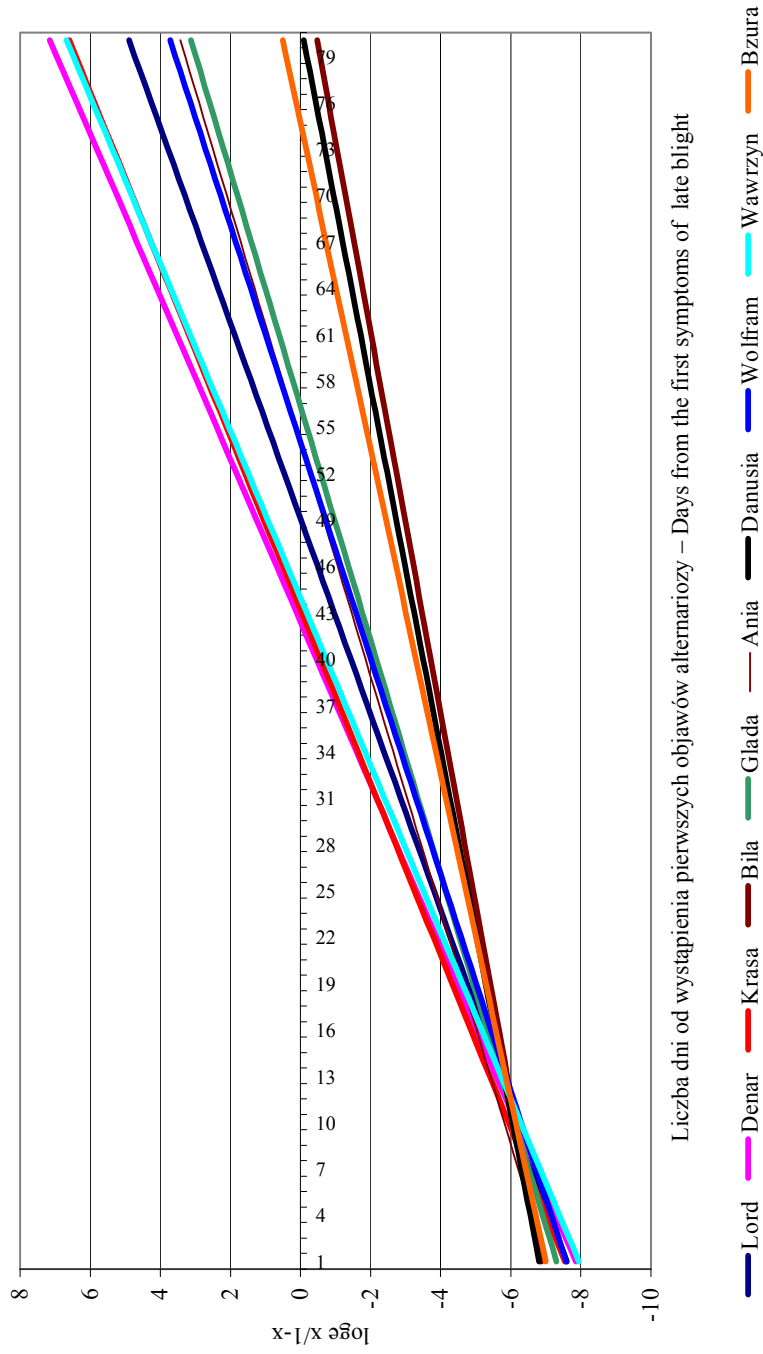
Stosowane w doświadczeniu technologie uprawy oraz zabiegi wywarły zróżnicowany wpływ na zdrowotność roślin ziemniaka. W badaniach uzyskano ograniczenie szerzenia się alternariozy, spowodowane wniesieniem biostymulatora Asahi SL, w postaci przedłużenia terminu porażenia 50% powierzchni blaszek liściowych o 22 dni i zastosowaniem nawozu dolistnego Ekolist – o 30 dni. Aplikowanie nawozu dolistnego Chrońplon PK nie dopuściło do porażenia 50% powierzchni blaszek liściowych, decydujących o przerwaniu akumulacji plonu (rys. 1).

Technologie uprawy ziemniaka, ze stosowaniem nawozów dolistnych i biostymulatora wzrostu Asahi SL, przyniosły również efekt w ograniczaniu *P. infestans*. Zarówno nawóz dolistny Ekolist Zm, jak i biostymulator Asahi SL opóźniły wystąpienie pierwszych objawów tej choroby o 3–7 dni, a Chrońplon PK – o 6–10 dni, w zależności od roku badań (tab. 2). Natomiast tempo szerzenia się tego patogenu na częściach nadziemnych najbardziej ograniczało wniesienie nawozu dolistnego Chrońplon PK i spowodowało opóźnienie zahamowania asymilacji roślin o 10 dni. Użycie nawozu dolistnego Ekolist Zm opóźniło ten termin o 3 dni, a biostymulatora Asahi SL – o 4 dni, w porównaniu z obiektem kontrolnym (rys. 3).

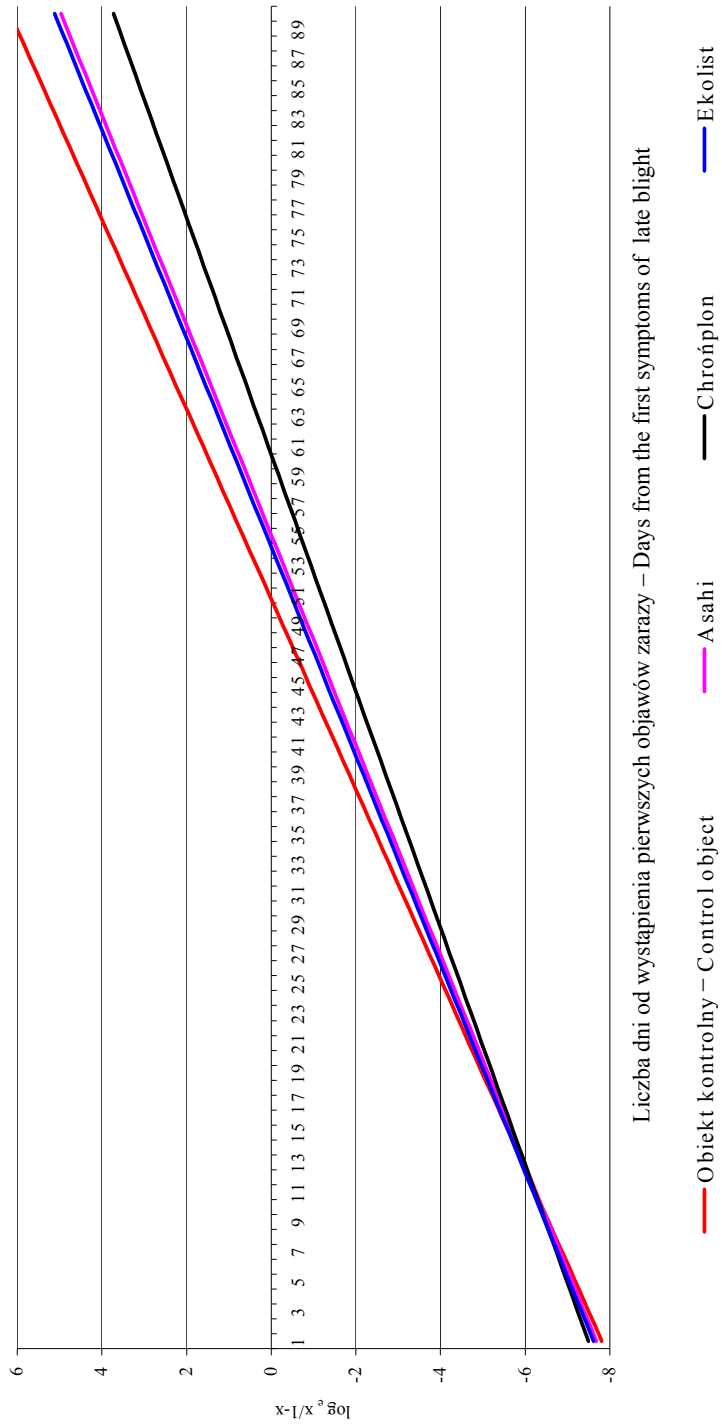
Odporność odmian decydowała w dalszej kolejności o tempie porażenia naci alternariozą. Najszybsze tempo szerzenia się patogenów wywołujących objawy tej choroby obserwowano na bardzo wczesnej odmianie Denar, najwolniejsze zaś – na odmianie Bila i Danusia (tab. 3). Porażenie 50% powierzchni blaszek liściowych odmiany Denar wystąpiło już po 43 dniach od momentu zauważenia pierwszych objawów choroby; u odmiany Krasa i Wawrzyn moment ten zanotowano o 2 dni później, u odmiany Lord – o 6 dni, Ania i Wolfram – o 11 dni, Głada – o 12 dni, Bzura – o 31 dni i Danusia – o 33 dni później, natomiast u odmiany Bila nie doszło do takiej sytuacji (rys. 2). Częściowo było to związane z wczesnością odmian. Z reguły wcześniej zostały porażone odmiany bardzo wczesne i wczesne, szybciej dojrzewające, które prędzej ulegają procesowi naturalnego starzenia. W przypadku wczesnej odmiany Bila alternarioza nie była powodem drastycznego przerwania akumulacji plonu.



Rys. 1. Tempo szerzenia się alternariozy na roślinach ziemniaka w zależności od zabiegów ochronnych
 Fig. 1. Potato early blight spread dependent on protective treatment

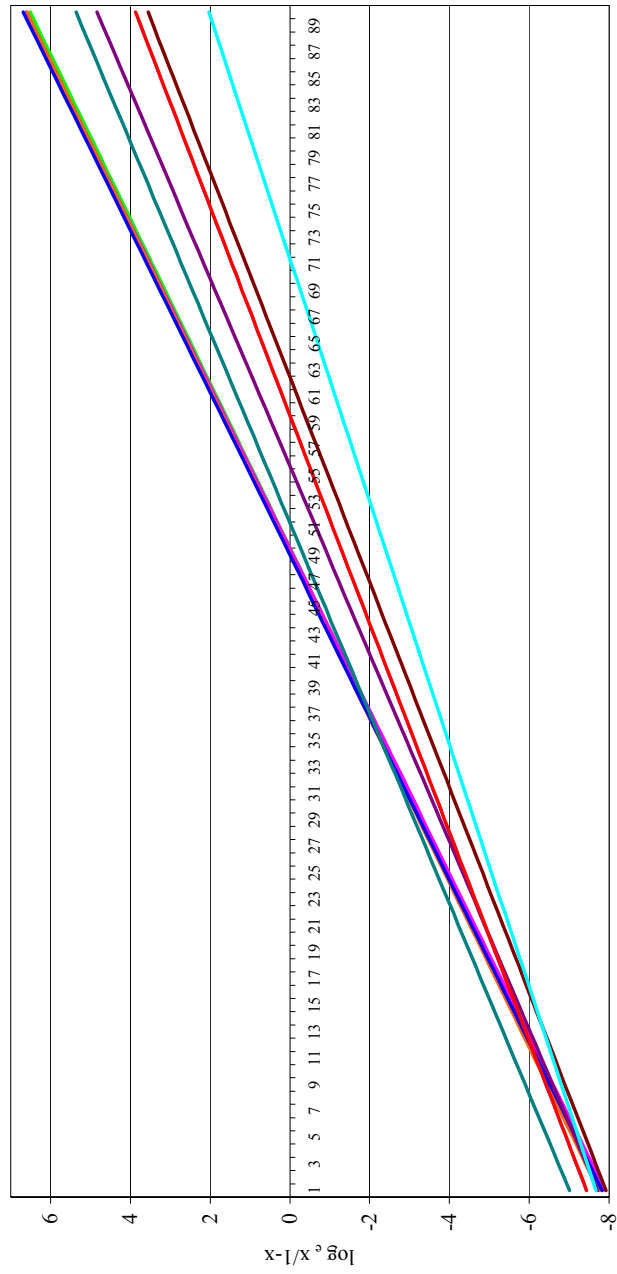


Rys. 2. Tempo szerzenia się alternariozy na odmianach ziemniaka
 Fig. 2. Potato early blight spread on potato cultivars



Rys. 3. Tempo szerzenia się *Phytophthora infestans* w zależności od zabiegów

Fig. 3. Potato late blight spread dependent on protective treatment



Liczba dni od wystąpienia pierwszych objawów zarazy – Days from the first symptoms of late blight

Lord — Denar — Krasa — Bila — Glada — Ania — Danusia — Wolfram — Bzura — Wawrzyn

Rys. 4. Tempo szerzenia się *Phytophthora infestans* na odmianach ziemniaka

Fig. 4. Potato late blight spread on potato cultivars

Tabela 3. Współczynniki regresji tempa szerzenia się *Alternaria solani* na odmianach ziemniaka
 Table 3. Values of regression coefficients of early blight spread on potato cultivars

Odmiana Cultivars	Odporność na alternariozę w skali 9° Resistance to early blight in 9° scale	Współczynniki tempa szerzenia się alternariozy Coefficients of early blight spread	Współczynniki determinacji Determination coefficients
Lord	3,0	0,158	70,9
Denar	3,0	0,190	70,6
Bila	5,0	0,081	75,7
Krasa	3,5	0,179	69,6
Głada	5,5	0,132	66,9
Ania	5	0,101	70,7
Wolfram	4,0	0,143	73,2
Danusia	5,5	0,085	80,8
Wawrzyn	5,0	0,185	68,3
Bzura	5,0	0,095	89,6

Tabela 4. Współczynniki regresji tempa szerzenia się *Phytophthora infestans*
 na odmianach ziemniaka

Table 4. Values of regression coefficients of late blight spread on potato cultivars

Odmiana Cultivars	Odporność na zarazę naci w skali 9° Resistance to late blight of potato haulm in 9° scale	Odporność na zarazę bulw w skali 9° Resistance to late blight of tubers in 9° scale	Współczynniki tempa szerzenia się zarazy Coefficients of rate of late blight spread	Współczynniki determinacji Determination coefficients
Lord	3,0	4,0	0,161	81,4
Denar	3,0	4,0	0,163	79,8
Bila	3,0	4,0	0,163	80,5
Krasa	3,5	3,5	0,161	77,6
Głada	5,0	5,0	0,141	83,4
Ania	5,0	5,0	0,129	89,7
Wolfram	5,0	5,0	0,127	79,3
Danusia	5,5	5,0	0,139	82,5
Wawrzyn	6,0	5,0	0,127	89,1
Bzura	8,0	4,0	0,109	90,9

Najszybsze tempo szerzenia się *P. infestans* na roślinach ziemniaka obserwowano na bardzo wczesnej odmianie Denar i wczesnej Bila, najwolniejsze zaś – na późnej odmianie Bzura (tab. 4). Odporność genetyczna badanych odmian znacznie różnicowała termin krytycznego zniszczenia 50% powierzchni liści przez ten patogen. Najwcześniej powierzchnia asymilacyjna liści została zniszczona u odmian: Bila, Lord, Krasa i Wolfram, bo już po 48 dniach od momentu zauważenia pierwszych objawów choroby. Nieco później ten moment wystąpił u odmiany Danusia (o 3 dni), o 6 dni – u odmiany Głada, o 9 dni – u odmiany Wawrzyn, o 14 dni u odmiany Ania i o 22 dni później – u odmiany Bzura (rys. 4).

DYSKUSJA

W uprawie ziemniaka coraz większego znaczenia nabiera alternarioza, wywoływana przez *Alternaria solani* i *Alternaria tenuis*. Choroba ta, rozwijając się na liściach ziemniaka, powoduje częściowe lub całkowite zniszczenie powierzchni asymilacyjnej, utrudniając lub uniemożliwiając gromadzenie plonu bulw. Dodatkowym czynnikiem wzmagającym szkodliwość alternariozy jest jej wczesny termin występowania na roślinach ziemniaka. W przeprowadzonych badaniach pierwsze jej objawy obserwowano po 51–62 dniach od sadzenia, zależnie od roku. Osowski [2007] w badaniach przeprowadzonych na terenie całej Polski pierwsze infekcje alternariozy obserwował najczęściej między 50 a 70 dniem od sadzenia, a na terenie Lubelszczyzny najwcześniej, bo po 53 dniach. O rosnącym znaczeniu alternariozy decyduje termin jej wystąpienia. Wczesny termin ukazania się objawów suchej plamistości na roślinach może być związany z szybszym procesem starzenia się odmian wczesnych oraz z przebiegiem pogody w okresie przed wystąpieniem alternariozy. Optymalna temperatura wzrostu grzybni *Alternaria* sp. wynosi 28°C, formowania zarodników – 19–23°, z kolei ich kiełkowania – 24–30°C [Osowski 2007]. Do czynników sprzyjających rozwojowi tej choroby Kapsa i Osowski [1997] oraz Osowski [2003] zaliczają: osłabienie roślin wywołane brakiem składników pokarmowych, brak wilgoci, zawirusowanie roślin lub ich osłabienie fizjologiczne.

Zaraza ziemniaka jest najbardziej rozpowszechnioną i najważniejszą gospodarczo chorobą występującą na całym świecie. W ostatnich latach obserwuje się szczególne zwiększenie potencjału infekcyjnego sprawcy zarazy, związane ze zmianą jego populacji oraz coraz większe zagrożenie upraw. Wynikiem tych zmian są: wcześniejsze występowanie i gwałtowniejszy przebieg choroby, wzrost agresywności sprawcy, zmiany w występowaniu i rozwoju pierwszych objawów [Kapsa 2001, Sawicka i Kapsa 2001, Sawicka 2003, 2005]. Termin pojawienia się tego patogenu na częściach nadziemnych ziemniaka w warunkach Polski zależy przede wszystkim od warunków atmosferycznych w maju i czerwcu. W przeprowadzonych badaniach termin ten przypadał na koniec czerwca i początek lipca, zależnie od roku badań. Podobne wyniki uzyskała Rudkiewicz [1980], Kapsa [2001] i Sawicka [2005]. Różnorodne formy chorobowe i zmiany w populacjach patogenów mają duży wpływ na stosowane do tej pory metody ochrony. Aby zminimalizować straty, spowodowane przez różne czynniki chorobotwórcze, i uzyskać zdrowy, dobrze przechowujący się plon, rośliny ziemniaka należy chronić. W przeprowadzonych badaniach uzyskano korzystny efekt zarówno biostymulatora Asahi SL, jak i nawozów dolistnych: Ekolist Zm, Chrońplon PK, w postaci przedłużenia terminu zniszczenia 50% powierzchni blaszek liściowych. We wcześniejszych badaniach Sawicka [2003] uzyskała istotny efekt w postaci wydłużenia okresu wegetacji roślin ziemniaka, w zależności od sekwencji stosowania preparatów Asahi SL i Insol 7 oraz badanej odmiany o 1–14 dni. Sawicka i Kuś [2000] dowiedli, że przedłużenie okresu wegetacji ziemniaka o jeden dzień powoduje wzrost plonu bulw o 796 kg · ha⁻¹. Wysoki efekt stosowania nawozu dolistnego Chrońplon PK, zarówno w stosunku do alternariozy, jak i zarazy, w postaci znacznego przedłużenia okresu wegetacji ziemniaka mógł wynikać z wysokiego pH tego nawozu (14,5). Zdaniem Jarocińskiego i Nowosielskiego [2006] poprzez stworzenie środowiska zasadowego na liściach i innych częściach rośliny, nawóz ten niszczy stare grzyby, a jednocześnie stwarza niedogodne warunki dla rozwoju nowych grzybni chorobotwórczych. W ich opinii nawozy tego typu, mocno zasadowe, tym skuteczniej utrudniają rozwój patogenów na roślinie, im ich ciecz użytkowa jest

mocniej zasadowa lub mocniej octanowa bądź zawiera większe stężenie mikroelementów oraz koloidalnej krzemionki.

Rośliny potrafią samodzielnie przystosować się do niekorzystnych warunków wzrostu i rozwoju, uruchamiając szereg szlaków metabolicznych, jednakże reakcja roślin jest mało energiczna. Biostymulator wzrostu Asahi SL, zdaniem Stutte i Clark [1990] oraz Czeczko i Mikos-Bielak [2004] dzięki związkom fenolowym wspomaga te naturalnie zachodzące procesy. Składniki Asahi SL powodują rozrzedzenie cytoplazmy, aktywują tzw. bramki kationowe, czyniąc przepływ molekuł w komórce znacznie szybszym, co efektywnie przyspiesza transport elektronów w procesie fotosyntezy roślin, większa pobieranie związków mineralnych przez korzenie oraz liście traktowanych roślin, poprawia przepływ produktów asymilacji z liści do bulw. Poprzez specyficzne regulowanie stężenia Ca w komórkach roślinnych przyspiesza o ok. 15% przepływ cytoplazmy, co wyraża się szybszą syntezą białek, enzymów, cukrów, lipidów w roślinie i innych niezbędnych do jej rozwoju związków, a w konsekwencji zapewnia roślinie zdrowy oraz szybki wzrost i wyższe plony. Sprawniejszy przepływ molekuł w komórce to szybsza reakcja rośliny na warunki stresowe. Asahi SL stymuluje gromadzenie w komórkach polifenoli, które chronią je i ich układy enzymatyczne przed uszkodzeniem oraz umożliwiają szybką reakcję i przystosowanie się roślin do zmiennych warunków środowiska (szok temperaturowy, stres wodny, uszkodzenia środkami chemicznymi, opóźnione sadzenie itp.) [Stutte i Clark 1990]. Czeczko i Mikos-Bielak [2004] dowiedli, że 3-krotne i 5-krotne opryskiwanie roślin preparatem Asahi SL wpłynęło istotnie na zwiększenie plonu bulw ziemniaka, przy czym niższe dawki były pod tym względem bardziej efektywne.

Mikroelementowe nawozy dolistne charakteryzują się bardzo dobrą rozpuszczalnością w wodzie, a zawarte w nich sole mineralne mają formę chelatów, są łatwo przyswajalne w różnych warunkach atmosferycznych i można je stosować od fazy wyraźnego zaawansowania rozwoju części nadziemnej do momentu wytwarzania zielonych owoców [Warchołowa 1998, Jarociński i Nowosielski 2006]. Obydwa stosowane w doświadczeniu nawozy miały charakter dolistno-ochronnych. W przypadku preparatu Ekolist Zm własność ochronną stanowiły bardzo wysokie poziomy poszczególnych mikroelementów, a zwłaszcza Zn, Cu, B, Fe i Mn. Niejednakowy efekt ochronny zastosowanych nawozów dolistnych mógł wynikać z ich składu mineralnego oraz ich różnego pH. Zdaniem Kubiaka [2007], na efekt nawożenia dolistnego może mieć wpływ ponadto: wysokość ciśnienia, jednorodność kropli, równomierność pokrycia liści, maksymalne nasycenie całej powierzchni liści i żywotność kropli. Podstawowym kryterium efektywności pozakorzeniowego dokarmiania roślin jest tempo absorpcji i przemieszczania składników pokarmowych wewnątrz rośliny, czyli czas, w którym zastosowane składniki zostaną włączone w metabolizm roślin. Szybkość przenikania poszczególnych kationów przez membranę kutykularną liścia, zdaniem Warchołowej [1988], maleje w następującym kierunku: $\text{NH}_4^+ > \text{K}^+ > \text{Na}^+ > \text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{Fe}^{3+} > \text{Al}^{3+}$.

W badaniach własnych właściwości genetyczne testowanych odmian decydowały o momencie wystąpienia i tempie szerzenia się alternariozy i zarazy na roślinach ziemniaka. Sawicka i Kuś [2000], Kapsa [2001] oraz Sawicka i Kapsa [2001] twierdzą, że efekt ochrony ziemniaka przed zarazą zależy od odporności roślin na ten patogen oraz ich reakcji na preparaty ochronne. W ich opinii – dzięki ochronie przed zarazą można uzyskać przedłużenie okresu wegetacji roślin o 3–51 dni, zależnie od odmiany. Zdaniem Kapsy i Osowskiego [1997] oraz Sawickiej i Kapsy [2001] na obiektach chronionych

tempo szerzenia się zarazy jest wolniejsze, lecz wyraźnie zależne od właściwości genetycznych odmian.

WNIOSKI

1. Najlepszy efekt ochronny, w postaci przedłużenia wegetacji roślin, przyniosło zastosowanie nawozu dolistnego Chrońplon PK, w porównaniu z obiektem kontrolnym.
2. Preparat Asahi SL może być polecany w uprawie odmian ziemniaka ze względu na jego dość duże możliwości ograniczania tempa szerzenia alternariozy. Jego działanie może się okazać szczególnie cenne, gdy rośliny są narażone na stresowe warunki pogodowe.
3. Nawóz dolistny Ekolist Zm można traktować nie tylko jako środek zwiększający plon ziemniaka, lecz również jako preparat zwiększający odporność roślin na choroby grzybowe i hamujący częściowo rozwój zarazy ziemniaka oraz alternariozy.
4. Odmianami, u których najwolniej szerzyła się alternarioza okazały się: Bila, Danusia i Bzura, zaraza zaś ziemniaka najwolniej rozprzestrzeniała się na odmianie Bzura i Ania.

PIŚMIENNICTWO

- Czczeko R. Mikos-Bielak M., 2004. Efekty stosowania biostymulatora Asahi w uprawie różnych gatunków warzyw. *Annales UMCS, Sec. E, Agricultura*, 59, 3, 1073–1079
- Jarociński B.Z., Nowosielski O., 2006. Nawozy „U” w uprawach sadowniczych. <http://www.polskiesadownictwo.pl/pdf>
- Kapsa J. 2001. Late blight (*Phytophthora infestans* [Mont.] De Bary) on potato stems. *Monogr. Rozpr. Nauk. IHAR*, 11, 1–108.
- Kapsa J., Osowski J., 1997. Skuteczność zwalczania zarazy ziemniaka z uwzględnieniem aspektów ochrony środowiska i czynników ekologicznych. *Ochrona ziemniaka. Konf. Nauk. Kołobrzeg*, 9–10 kwietnia, 54–59.
- Kubiak J., 2007. Technika nawożenia dolistnego i ochrona upraw kontenerowych roślin ozdobnych z mikoryzą. *Inż. Roln.* 3 (91), 117–122.
- Malonova H., Koupil S., 1997. Toxicity of biologically active preparations Atonik and Racine. *Voj. Zdrov. Lis*, 2, 12.
- Osowski J., 2003. Occurrence and control of early blight (*Alternaria* sp.) on potato crops. 8th International Congress of Plant Pathology, Christchurch, New Zealand, 2–7 March 5, 4.
- Osowski J., 2007. Termin wystąpienia pierwszych objawów alternariozy ziemniaka w zależności od roku i województwa. *Progr. Plant Protect./Post. Ochr. Rośl.*, 47, (2), 216–223.
- Pietkiewicz J., 1985. Metodyka oceny porażenia części nadziemnych ziemniaka przez zarazę (*Phytophthora infestans*). *Biul. Inst. Ziemn.*, 32, 51–62, 1985.
- Rudkiewicz F., 1980. Terminy pojawu i epidemicznego rozwoju zarazy ziemniaka (*Phytophthora infestans* [Mont.] de Bary) w warunkach środkowej Polski. *Biul. Inst. Ziemn.*, 25, 153–168.
- Sawicka B., 2003. Wpływ dolistnego stosowania stymulatorów wzrostu na tempo szerzenia się *Phytophthora infestans* na roślinach ziemniaka. *Acta Agroph.*, 85, 157–168.
- Sawicka B. 2005. Terminy pojawiania się i rozwoju *Phytophthora infestans* [Mont.] de Bary w zmiennych warunkach pola uprawnego. *Acta Agroph.* 6 (2), 537–547.
- Sawicka B., Kuś J., 2000. Plon i jakość ziemniaka w zależności od systemu produkcji. *Pam. Puł.*, 120 (2), 379–389.
- Sawicka B.J., 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.

- Stutte C.A., Clark T.H., 1990. Radiolabeled studies of Atonic in cotton HPLC. Edd. University Arkansas, Depart. of Agronomy, 171–174.
- Warchołowa M., 1998. Fizjologiczne podstawy dolistnego dokarmiania roślin. Mat. Sem. Nauk. Dolistne dokarmianie roślin w świetle badań i doświadczeń praktyki rolniczej. Wyd. IUNG, Puławy, 5–23.

Summary. Research was based on the outcomes of a field experiment carried out in years 2004–2006, on good rye complex of soil. The experiment was established by a split-plot method, with the following experimental factors: four technologies (B) with the use of Asahi SL biostimulator, (C) with the use of foliar nutrition Chrońplon PK, (D) with the use of foliar nutrition Ekolist Zm; (A) control – without any biostimulator and any foliar nutrition were investigated. Ten potato varieties of all groups were considered a second degree factor. The best, comparing to control object, protective effect (extending plant vegetation season) was achieved by Chrońplon PK usage. Asahi SL and Ekolist Zm also reduced the speed of early blight and late blight spread. Their treatment will be particularly valuable when plants are exposed to stressful weather conditions.

Key words: potato, foliar nutrition, biostimulators, early blight, late blight