

PLAMISTOŚCI LIŚCI ZIEMNIAKA POWODOWANE PRZEZ CZYNNIKI ABIOTYCZNE

dr inż. Jerzy Osowski, dr inż. Janusz Urbanowicz
IHAR-PIB, Zakład Nasiennictwa i Ochrony Ziemniaka w Boninie
e-mail: osowski@ziemniak-bonin.pl

Streszczenie

Częstą przyczyną pojawiających się w okresie wegetacji na liściach ziemniaka różnego rodzaju plamistości są – obok czynników biotycznych – także czynniki abiotyczne (działanie środków ochrony roślin, niedobór mikro- i makroelementów, zanieczyszczenie powietrza). Ich identyfikacja umożliwi producentom ziemniaków szybką i właściwą interwencję w celu zmniejszenia strat. Do najgroźniejszych czynników abiotycznych wywołujących plamistości liści zalicza się niewłaściwe stosowanie herbicydów (dobór środka, dawka, termin wykonania) oraz zanieczyszczenie powietrza (dwutlenek siarki, ozon) wskutek zmieniającego się klimatu i rozwoju przemysłu.

Słowa kluczowe: choroby, dwutlenek siarki, fitotoksyczność, makro- i mikroelementy, niedobór pierwiastków, substancja aktywna, zanieczyszczenie powietrza, ziemniak

W okresie wegetacji na roślinach ziemniaka pojawiają się różnego rodzaju plamy (chlorozy, nekrozy, przebarwienia), które są objawami chorobowymi zakażenia przez wirusy, bakterie i grzyby (czynniki biotyczne), ale także przyczyną ich powstawania mogą być czynniki abiotyczne, do których zalicza się niedobory mikro- i makroelementów, niewłaściwe zastosowanie środków ochrony roślin oraz warunki atmosferyczne. Powstanie różnego rodzaju plam czy nekroz, niezależnie od ich przyczyny, prowadzi do strat w plonie tym większych, im wcześniej one wystąpią (Kotłodziejczyk 2012). Rozpoznawanie przyczyn powstawania plamistości sprawia w praktyce dużą trudność plantatorom ze względu na często występujące podobieństwo objawów, wywoływanych przez różne czynniki sprawcze. Klasycznym przykładem jest mylenie objawów niedoboru magnezu lub manganu z suchą i brunatną plamistością liści wywołaną przez grzyby z rodzaju *Alternaria*.

Pierwsze plamistości można zauważyć już w okresie wschodów, a ich przyczyną mogą być środki stosowane do zwalczania chwastów. Chwasty, konkurując z roślinami uprawnymi, są w stanie pobrać więcej składników pokarmowych i lepiej je wykorzystać.

Ziemniak jest szczególnie narażony na zachwaszczenie, co jest związane z jego wolnym początkowym wzrostem i uprawą w szerokiej rozstawie rzędów (Urbanowicz 2015). Chemiczna walka z chwastami jest powszechna szczególnie na dużych plantacjach towarowych, gdzie znaczenie ma oszczędność kosztów i czasu. W Polsce najczęściej stosuje się zabieg przedwschodowy przy użyciu herbicydów opartych na linuronie lub metrybuzynie (Urbanowicz 2016a).

Zabieg przedwschodowy wykonuje się po ostatecznym uformowaniu redlin, przed ukazaniem się roślin na powierzchni. Pomimo wysokiej skuteczności jest on obciążony ryzykiem związanym ze zbyt szybkim tempem rozwoju kiełkujących bulw (niedostateczne przykrycie ziemią) oraz niekorzystnymi dla działania środków warunkami atmosferycznymi (gwałtowne opady powodujące wmywanie herbicydu do wnętrza gleby). Na skutek kontaktu substancji aktywnej z kiełkującą rośliną może dojść do powstawania objawów fitotoksyczności. Są to różnego rodzaju przebarwienia nerwów liści, nekrozy blaszki liściowej, a nawet w skrajnym przypadku całkowite zamieranie roślin (fot. 1 i 2).

Najczęściej do przedwzrostowego zwalczania chwastów w uprawach ziemniaka stosowane są linuron i metrybuzyna (Urbanowicz 2016b). Powszechne użycie tych substancji aktywnych i częste występowanie objawów fitotoksyczności skłoniło nas do

podjęcia badań wrażliwości odmian ziemniaka na jedną z nich – metrybuzynę. Dzięki temu, w efekcie wieloletnich badań prowadzonych w ZNiOZ w Boninie, plantatorzy otrzymują listy odmian wrażliwych na jej stosowanie (Urbanowicz 2016a) – tabela 1.



Fot. 1. Objawy fitotoksyczności po zastosowaniu metrybuzyny (autor wszystkich zdjęć: J. Osowski)



Fot. 2. Objawy fitotoksyczności po zastosowaniu linuronu

Tabela 1

Wrażliwość odmian ziemniaka na metrybuzynę stosowaną po wschodach

Formulacja WG (Maestro 70 WG i Mistral 70 WG)		
Grupa wrażliwości	Kierunek użytkowania odmian	
	jadalne	skrobiowe
Niewrażliwe (1,0)	Satina	Zuzanna
Niska wrażliwość (1,1-2,0)	Altesse, Ametyst, Anuschka, Bellarosa, Bellini, Bryza, Cecile, Challenger, Courage, Crisps 4 All, Dali, Etiuda, Etola, Ewelina, Folva, Laskara, Lord, Madeleine, Magnolia, Manitou, Markies, Mazur, Melody, Musica, Orchestra, Orlena, Otolia, Saline, Salinero, Syrena	Donald, Ikar, Kuba, Rudawa, Skawa
Średnia wrażliwość (2,1-4,0)	Almera, Aruba, Asterix, Augusta, Belinda, Bellaprima, Berber, Bila, Bogatka, Carrera, Colette, Cyprian, Denar, Ditta, Elfe, El Mundo, Fianna, Gawin, Gracja, Gustaw, Gwiazda, Honorata, Hubal, Ignacy, Ingrid, Jelly, Jurek, Justa, Jutrzenka, Lady Claire, Legenda, Malaga, Michalina, Miłek, Mondeo, Nandina, Oberon, Omega, Owacja, Red Fantasy, Red Sonia, Rumba, Roxana, Sagitta, Tajfun, VR 808, Zorba	Boryna, Danuta, Głada, Hinga, Inwestor, Jasia, Jubilat, Kaszub, Kuras, Mieszko, Pasja Pomorska, Rumpel, Szyper
Podwyższona wrażliwość (4,1-6,0)	Anabelle, Arielle, Bohun, Cekin, Eurostar, Innovator, Irga, Irys, Miriam, Rosalind, Santé, Stasia, Tetyda, Vineta, Zenia	Gandawa, Opus, Pokusa
Bardzo wrażliwe (>6,1)	Fresco, Krasa, Viviana	Pasat, Sonda
Formulacja SC (Sencor Liquid 600 SC)		
Niewrażliwe (1,0)	Satina	---

Niska wrażliwość (1,1-2,0)	Belinda, Bellini, Challenger, Crisps 4 All, Ewelina, Hubal, Jelly, Laskara, Lord, Madeleine, Magnolia, Manitou, Melody, Michalina, Mondeo, Musica, Oman, Orchestra, Otolia, Saline, Tajfun, Zenia	Danuta, Donald, Jubilat, Kuras, Pasja Pomorska
Średnia wrażliwość (2,1-4,0)	Ametyst, Asterix, Augusta, Bard, Bellaprima, Bellarosa, Bryza, Cekin, Cyprian, Denar, El Mundo, Finezja, Folva, Gwiazda, Ignacy, Irga, Jurek, Justa, Jutrzenka, Nandina, Oberon, Omega, Owacja, Red Fantasy, Red Sonia, Rumba, Syrena, Wawrzyn, Zagłoba	Boryna, Inwestor, Kaszub, Mieszko, Rumpel, Saturna, Zuzanna, Ślęza
Podwyższona wrażliwość (4,1-6,0)	Bartek, Igor, Innovator, Krasa, Miłek, Stasia, Tetyda, Vineta, Viviana	---
Bardzo wrażliwe (>6,1)	---	---

Źródło: J. Urbanowicz na podstawie badań własnych

W uprawie odmian o podwyższonej lub nieznanej wrażliwości na metrybuzynę stosowaną po wschodach oraz na plantacjach nasiennych zabieg herbicydami, które ją zawierają, należy wykonać na 10 dni przed przewidywanym terminem wschodów!

Kolejną substancją aktywną herbicydu, której niewłaściwe zastosowanie na planta-

cjach ziemniaka prowadzi do objawów fitotoksyczności, jest glifosat. Kontakt roślin z glifosatem – czy to na skutek znoszenia z sąsiedniej uprawy, czy zanieczyszczonego opryskiwacza, czy też zbyt późnego zastosowania na plantacji – prowadzi do braku kiełkowania lub tworzenia się kalafiorowatych kiełków na bulwach potomnych (fot. 3 i 4).



Fot. 3. Objawy fitotoksyczności po zastosowaniu glifosatu



Fot. 4. Zaburzenia kiełkowania po zastosowaniu glifosatu

Silne objawy fitotoksyczności mogą wystąpić także po kontakcie ziemniaków z mieszaniną florasulamu i aminopyralidu (Mustang Forte 195 SE). Są one bardzo charakterystyczne i określane jako pastorałkowate zwijanie się liści (fot. 5).

Powschodowe stosowanie herbicydów jest zabiegiem łatwiejszym, gdyż dobieramy środek do konkretnego zagrożenia ze względu na łatwość identyfikacji chwastów (Urbanowicz 2015). Jednak i tutaj o wysokiej

efektywności decydować będzie właściwy dobór herbicydu oraz jego aplikacja w odpowiednich dawkach i terminach (Gugała, Zarzecka 2011). Jedną z najczęściej używanych w tym terminie substancji aktywnych jest rimsulfuron. Zastosowanie go, zwłaszcza na plantacjach nasiennych, może prowadzić do zafałszowania oceny porażenia wirusami ze względu na rozjaśnienia blaszki liściowej (fot. 6).



Fot. 5. Charakterystyczne pastorałkowate zwijanie się liści



Fot. 6. Mozaikowate przebarwienia po zastosowaniu rimsulfuronu

Inną ważną przyczyną plamistości są niedobory mikro- i makroelementów. Rośliny uprawne do swojego rozwoju i formowania plonu użytkowego potrzebują ok. 20 pierwiastków, z których każdy spełnia określone funkcje. Niedobór składników pokarmowych prowadzi do ograniczenia rozwoju roślin, wpływając na spowolnienie procesów życiowych, a w finale negatywnie wpływa na wielkość i jakość plonu.

Spośród makroelementów do najbardziej efektywnych plonotwórczo zalicza się azot (N), magnez (Mg), potas (K) i fosfor (P).

Z wszystkich składników pokarmowych azot najbardziej zwiększa masę plonu, ale

także najbardziej obniża jego jakość (Grześkowiak 2013a). Niedobór azotu w roślinach ziemniaka powoduje przyhamowanie rozwoju roślin w porównaniu z roślinami dobrze odżywionymi (fot. 7), liście słabiej się wykształcają i przyjmują barwę od jasnozielonej do żółtawej (fot. 8). Przy dużym deficycie tego pierwiastka może dochodzić do ich zamierania i opadania. Rośliny wykształcają mniej łodyg, co prowadzi do zawiązywania mniejszej liczby bulw na stolonach oraz ich zdrobnienia (mniejszy udział bulw handlowych) i obniżenia zawartości skrobi w bulwach.



Fot. 7. Prawidłowo odżywiona roślina ziemniaka



Fot. 8. Objawy niedoboru azotu

Magnez jest centralnym atomem cząsteczki chlorofilu, przez co odgrywa ważną rolę w procesie fotosyntezy, a także w transporcie produktów fotosyntezy we floemie i jest współodpowiedzialny za trwałość ścian komórek. Ponadto odgrywa dużą rolę jako aktywator procesu przemiany skrobi oraz polepsza jakość przetwarzanych bulw (wpływa na zachowanie barwy frytek i chip-sów).

Niedobór magnezu objawia się najpierw na starszych liściach, gdy magnez jest szybko transportowany do rozwijających się młodych części roślin. Tkanka między nerwami starszych liści żółknie, później brunatnieje i

wykrusza się (fot. 9). Rośliny mają wygląd zwiędły. Susza glebowa powoduje słabą absorpcję magnezu i nawet jeśli występuje on obficie w glebie, może wystąpić niedobór (Wale i in. 2008).

Objawy niedoboru tego pierwiastka występują w okresie zawiązywania bulw, co zbiega się z terminem wystąpienia pierwszych objawów alternariozy ziemniaka. Jest to obok zarazy ziemniaka najgroźniejsza choroba części nadziemnej ziemniaka, a do jej wystąpienia przyczynia się m.in. niedostateczne zaopatrzenie roślin w składniki pokarmowe (Osowski 2007, 2014).



Fot. 9. Objawy niedoboru magnezu



Fot. 10. Alternarioza ziemniaka – nekrozy na liściu

Potas odgrywa kluczową rolę w procesach przemiany materii. Odpowiada m.in. za gospodarkę wodną, zwiększa odporność roślin na choroby i mróz, wpływa na trwałość przechowalniczą oraz polepsza akumulację skrobi w bulwach, zmniejsza podatność na ciemnienie miąższu surowego i po ugotowaniu, a bulwy przeznaczone na frytki i chipsy mają po usmażeniu lepszą barwę (Grzebisz 2011). Ziemniak jest rośliną, która ma duże zapotrzebowanie na potas. Objawy jego niedoboru najczęściej występują na glebach

piaszczystych ubogich w ten składnik (tab. 2).

Początkowym objawem niedoboru potasu jest ciemnozielona barwa liści i łodyg oraz lekkie ich wędnięcie (fot. 11). Przy silnym niedoborze następuje zahamowanie rozwoju rośliny, boczne pędy są krótsze od normalnych. Listki wyginają się, kędzierzawią i mają pomarszczoną powierzchnię. Na wierzchołkach i brzegach liści występuje zabarwienie żółtozielone, przechodzące stopniowo w brunatne (fot. 12).

Tabela 2

Klasy zasobności gleb uprawnych w potas, mg K₂O/100 g gleby

Klasa zasobności	Kategoria ciężkości gleby			
	bardzo lekka	lekka	średnia	ciężka
Bardzo niska	do 2,5	do 5,0	do 7,5	do 10,0
Niska	2,6-7,5	5,1-10,0	7,6-12,5	10,1-15,0
Średnia	7,6-12,5	10,1-15,0	12,6-20,0	15,1-25,0
Wysoka	12,6-17,5	15,1-20,0	20,1-25,0	25,1-30,0
Bardzo wysoka	>17,6	>20,1	>25,1	>30,1

Źródło: Grzebisz 2011



Fot. 11. Potas – objawy słabego niedoboru



Fot. 12. Silne objawy niedoboru potasu

Fosfor jest kolejnym pierwiastkiem pobieranym przez rośliny ziemniaka w dużej ilości. O jego przyswajalności w dużym stopniu decyduje odczyn gleby. W glebach bardzo kwaśnych – poniżej 4,5-5,0 – zmniejsza się przyswajalność fosforu, wchodzi on w związki nierozpuszczalne z toksycznym glinem i nie wykazuje wówczas działania następczego. W glebie o pH 5,0-6,8 fosfor jest naj-

szybciej pobierany przez korzenie roślin (Grześkowiak 2013b).

Rośliny z niedoborem fosforu są skąłowaciałe i intensywniej zielone (fot. 13). Liście stają się matowe, ich ciemnozielone zabarwienie przechodzi w fioletowe, a następnie brunatnieją i zasychają (Wale i in. 2008) – fot. 14. System korzeniowy jest słabo rozwinięty, a kwitnienie występuje w ograniczonym zakresie.



Fot. 13. Fosfor – objawy braku



Fot. 14. Silne objawy niedoboru fosforu

Mangan należy do mikroelementów, który spełnia ważne funkcje w roślinie. Jest pierwiastkiem niezbędnym do prawidłowego wzrostu roślin, przyczynia się do wydzielania tlenu w procesie fotosyntezy i jest składni-

kiem enzymów uczestniczących w metabolizmie azotowym. Objawy jego niedoboru są często mylone z objawami wywołwanymi przez grzyb *Alternaria alternata*, sprawcę brunatnej plamistości liści (fot. 15 i 16).

W odróżnieniu od objawów brunatnej plamistości nekrozy rozwijają się głównie wzdłuż

głównych nerwów na liściu.



Fot. 15. Mangan – objawy niedoboru na liściach



Fot. 16. Brunatna plamistość liści; sprawca – grzyb *Alternaria alternata*

Innym ważnym czynnikiem wywołującym różnego rodzaju plamistości liści są warunki atmosferyczne. Gwałtowne opady deszczu czy grad niszczą rośliny w okresie wegetacji (fot. 17). Coraz częściej sprawcą plamistości liści i nie tylko są zanieczyszczenia powietrza na skutek nadmiernego gromadzenia się w nim wydzielin zakładów produkcyjnych i dużych miast (huty, rafinerie, elektrownie, lotniska, autostrady, wysypiska śmieci i inne). Stopień ich nasilenia jest zależny od rodzaju zanieczyszczeń i ich stężenia, czasu ekspozycji, odległości od źródła oraz warunków meteorologicznych. Według Sikory i

Chappelki (2004) na poziom zanieczyszczeń oraz strat wywołanych ich wystąpieniem wpływ mają także wielkość miasta i okolicy, topografia gruntu, wilgotność gleby i podaż składników odżywczych, dojrzałość tkanek roślinnych, pora roku oraz gatunki i różnorodność roślin, także rodzaj gleby, deficyt wilgoci, występowanie skrajnych temperatur i ekspozycje na światło. Uszkodzenia wywołane zanieczyszczeniem powietrza są dotkliwsze w okresie słonecznym, ciepłym, przy wilgotnej pogodzie i wysokim ciśnieniu atmosferycznym.



Fot. 17. Objawy uszkodzenia łodyg przez grad



Fot. 18. Uszkodzenia liścia przez dwutlenek siarki

Do najgroźniejszych zanieczyszczeń powietrza zalicza się dwutlenek siarki (SO_2) i ozon (O_3). Objawy uszkodzeń dwutlenkiem siarki to cienkie, suche, zwykle białe plamki, które występują między nerwami liści (fot. 18). Ozon to bardzo aktywna forma tlenu

powodująca wiele objawów (fot. 19 i 20). Uszkodzenia wywołane przez niego powstają na skutek działania słońca na produkty spalania paliw zwykle w okolicy stref przemysłowych, skąd z wiatrem są przemieszczane nad okolice rolnicze. Objawy zmienia-

ją się w zależności od stopnia koncentracji oraz czasu ich trwania. Pierwsze to małe ciemne plamki, cętki czasem z objawami chlorozy, które występują pomiędzy nerwami

liścia na jego górnej powierzchni (Wale i in. 2008). Starsze liście skręcają się i żółkną, a w końcu przedwcześnie zamierają.



Fot. 19. Jedna z form objawów wywołanych przez ozon



Fot. 20. Uszkodzenia ozonem – inna forma objawów

Literatura

- 1. Grzebisz W. 2011.** Potas – system nawożenia. Wyd. „Prodruck” Poznań: 29 s.;
- 2. Grzeškowiak A. 2013a.** Efektywność nawożenia azotem. [W:] Vademecum nawożenia, czyli zbiór podstawowych, praktycznych informacji o nawożeniu. Grupa Azoty SA: 16-20;
- 3. Grzeškowiak A. 2013b.** Efektywność nawożenia fosforem. [W:] Vademecum nawożenia, czyli zbiór podstawowych, praktycznych informacji o nawożeniu. Grupa Azoty SA: 20-25;
- 4. Gugala M., Zarzecka K. 2011.** Efekt ekonomiczny odchwaszczania plantacji ziemniaka. Porównanie opłacalności produkcji ziemniaka w zależności od sposobów odchwaszczania. – Prog. Plant. Prot. 51(1): 45-49;
- 5. Kołodziejczyk M. 2012.** Wpływ stopnia oraz terminu symulowanej redukcji powierzchni asymilacyjnej roślin na plonowanie ziemniaka jadalnego. – Frag. Agron. 29(3): 81-87;
- 6. Osowski J. 2007.** Termin wystąpienia pierwszych objawów alternariozy ziemniaka w zależności od roku i województwa. – Prog. Plant Prot. 47(2): 216-223;
- 7. Osowski J. 2014.** Alternarioza (sucha i brunatna plamistość liści ziemniaka) – występowanie, objawy i zwalczanie. – Ziemn. Pol. 2: 41-45;
- 8. Sikora E. J., Chappelka A. H. 2004.** Air pollution damage to plants. www.aces.edu/pubs/docs/A/ANR-0913/ANR-0913.pdf;
- 9. Urbanowicz J. 2015.** Herbicydy zalecane do ochrony ziemniaka. – Ziemn. Pol. 2: 25-29;
- 10. Urbanowicz J. 2016a.** Herbicydy do ochrony ziemniaka. – Ziemn. Pol. 2: 31-36;
- 11. Urbanowicz J. 2016b.** Zachwaszczenie plantacji ziemniaka w Polsce w latach 2000-2015. – Ziemn. Pol. 3: 42-46;
- 12. Wale S., Platt H. W., Cattlin N. 2008.** Non-infectious disorders. [W:] Diseases, pests and disorders of potatoes. Manson Publ. Ltd: 140-169