

Ochrona

RIZOKTONIOZA ZIEMNIAKA – SYMPTOMY, WARUNKI SPRZYJAJĄCE WYSTĄPIENIU ORAZ ZWALCZANIE

BLACK SCURF OF POTATO – CONDITIONS FAVORABLE FOR THE DISEASE TO OCCUR, SYMPTOMS AND DISEASE CONTROL

dr inż. Jerzy Osowski, mgr inż. Hanna Gawińska-Urbanowicz
IHAR-PIB Oddział w Boninie, e-mail: osowski@ziemniak-bonin.pl

Streszczenie

Rizoktonioza występuje w formie ospowatości bulw, gnicia kielków oraz próchnienia podstawy łodygi. Jest groźna na plantacjach nasiennych, ale z uwagi na rosnące spożycie ziemniaków w różnych postaciach (frytki, chipsy) jej znaczenie wzrasta w produkcji na inne kierunki użytkowania, gdyż powoduje zdrobnienie bulw, deformacje i nieestetyczny wygląd skórki. Do skutecznego zwalczania choroby, zgodnie z zasadami integrowanej ochrony, należy wykorzystywać wszelkie dostępne metody jednocześnie: agrotechniczne oraz zabiegi środkami ochrony roślin. Zaprawianie bulw przed sadzeniem lub w trakcie jest zabiegiem, który pozwala na osiągnięcie szybkich i wyrównanych wschodów bez zmniejszenia obsady roślin na plantacji. Interesującą metodą jest technika ULV, czyli zastosowanie wirującego dysku, który 1 ml cieczy roboczej zamienia w 30 mln kropeł, gwarantujących dokładne pokrycie bulwy. Dodatkową jej zaletą jest małe zużycie wody.

Słowa kluczowe: gnicie kielków, grzyb, ospowatość bulw, próchnienie podstawy łodygi, *Rhizoctonia solani*, rizoktonioza ziemniaka, zaprawianie, ziemniak

Abstract

Rhizoctonia disease of potato occurs in the form of black scurf on tubers, sprouts rotting, and decay of the base of the stem. The disease is dangerous on seed farms. However, the increasing consumption of potatoes in various forms (French fries, chips) causes the rise of the disease importance also in production for other directions of use, mainly due to such symptoms as diminished tubers, deformation, and unsightly skin appearance. For effective control of the disease, according to the principles of integrated protection, all available methods should be used simultaneously including agrotechnical procedures and treatments with plant protection products. Treatment of tubers before or during planting facilitates fast and leveled emergence without reducing the planting density on the plantation. An interesting technique of performing tuber treatment is the ULV, which uses a rotating disk that converts 1 ml of liquid into 30 million drops to ensure accurate coverage of the tuber. The additional advantage of the ULV is low water consumption.

Keywords: black scurf of tubers, fungus, potato, *Rhizoctonia* disease, *Rhizoctonia solani*, sprouts rotting, stem base decay, tuber treatment

W związku ze zbliżającą się wiosną i rozpoczęciem nowego sezonu prac polowych naszym celem jest przedstawienie producentom zagadnień związanych z występowaniem i zwalczaniem jednej z groźniejszych chorób ziemniaka.

Ziemniak jest obecnie czwartym podstawowym źródłem pożywienia na świecie (Czajkowski i in. 2011). Produkcja ziemniaków związana jest z dużym ryzykiem, gdyż ze względu na wegetatywny sposób ich rozmnażania występujące choroby mogą być przenoszone z sezonu na sezon za pośrednictwem sadzeniaków. Dziś ocenia się, że ziemniak jest atakowany przez ok. 160 chorób pochodzenia grzybowego, bakteryjnego, abiotycznego (nieinfekcyjnego) i wirusowego (Degefu 2017). Spośród tej liczby do najgroźniejszych, mających znaczenie gospodarcze, obok zarazy i alternariozy zalicza się

rizoktoniozę ziemniaka wywoływaną przez grzyb *Rhizoctonia solani* Khün (tab. 1). Straty w wyniku rozwoju choroby na roślinach i bulwach są wysokie, mogą sięgać od kilku do kilkudziesięciu procent (Osowski i in. 2000, Lees i in. 2002, Osowski 2002, Truter 2005, Woodhall i in. 2008, Atkinson i in. 2010, Weber 2011). Ponadto *Rhizoctonia solani* Kühn razem z *Verticillium dahliae* Kleb., *Colletotrichum coccodes* (Wallr.) S. Hughes i *Pratylenchus penetrans* (Cobb) Filipjev & Schuurmans-Stekhoven jest uważany za sprawcę Potato Early Dying (PED), czyli przedwczesnego zamierania roślin (Kotcon i in. 1985, Wale i in. 2008). Znaczenie choroby wzrosło w ostatnich latach w związku ze wzrostem spożycia ziemniaków mytych i paczkowanych w małe woreczki oraz większym spożyciem ziemniaków przetworzonych (frytki, chipsy).

Tabela 1

Znaczenie gospodarcze wybranych chorób ziemniaka w zależności od kierunku uprawy

Choroba		Sprawca	Sadzeniaki	Frytki i chipsy	Konsumpcja	Przemysł
Alternarioza	sucha plamistość liści	<i>Alternaria solani</i> (Fries) Keissler	+++	+++	+++	+++
	brunatna plamistość liści	<i>Alternaria alternata</i> (Ellis & Martin) Jones & Grout	+++	+++	+++	+++
Antraknoza		<i>Colletotrichum coccodes</i> (Wallr.) Hughes	++	+++	+++	++
Parch srebrzysty		<i>Helminthosporium solani</i> Durieu & Montagne	+++	+++	+++	++
Rizoktonioza		<i>Rhizoctonia solani</i> Khün	+++	+++	+++	+++
Sucha zgnilizna		<i>Fusarium</i> ssp.: na bulwach głównie <i>F. sulphureum</i> Schlecht, <i>F. coeruleum</i> (Lib.) ex Sacc., <i>F. sambucinum</i> Fuckel	+++	+++	+++	+++
Zaraza ziemniaka		<i>Phytophthora infestans</i> (Montagne) de Bary	+++	+++	+++	+++

+ małe, ++ duże, +++ bardzo duże

Źródło: Osowski, Kapsa 2013

Sprawcę rizoktoniozy, grzyb *Rhizoctonia solani*, po raz pierwszy opisał Kühn w roku 1858. Obecnie stadium to jest określane jako anamorfa (postać rozwojowa rozmnażająca się bezpłciowo) gatunku *Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk, który należy do rzędu

Cantharellales, rodziny *Ceratobasidiaceae* (Weber 2011). Od czasu jego pierwszego opisanie ma on reputację powszechnego, niszczycielskiego i wszechstronnego patogenu roślin. Grzyb występuje we wszystkich częściach świata i ma wielu żywicieli, ok.

250 gatunków (Truter 2005). Na ziemniaku wywołuje objawy, które występują w trzech formach: gnicie kielków, próchnienie podstawy łodygi oraz ospowatość bulw. Każda z form występuje w innym terminie i na innym organie. Mogą one stanowić kolejne fazy rozwoju choroby, ale także mogą występować niezależnie od siebie.

Gnicie kielków

Najgroźniejsza z form choroby, powoduje nie tylko opóźnienie tempa rozwoju roślin, ale także obniża o 15-20% ich obsadę na plantacji (Lutomirska, Szutkowska 2000). Na

powierzchni kielka pojawiają się zgorzelowe nekrotyczne plamy, brunatnej barwy, czasem wklęsłe (fot. 1 i 2). Zbrunatnienie kielka ogranicza jego dalszy wzrost, ale ze zdrowych jego części mogą wyrastać odgałęzienia boczne (Wharton i in. 2007, Wale i in. 2008, Weber 2011, Poradnik sygnalizatora... 2016). Powstające później kielki są już jednak słabsze i cieńsze i także mogą ulegać infekcji. Porażenie kielków opóźnia wschody, a rośliny rozwijające się z nich są słabsze i mogą mieć więcej pędów w porównaniu ze zdrowymi.



Fot. 1. Plamy nekrotyczne na kielkach
(wszystkie zdjęcia J. Osowski)



Fot. 2. Silnie porażone kielki

Próchnienie podstawy łodygi

Ta forma choroby pojawia się później i jest suchym procesem gnilnym. Rozkładające się tkanki mają barwę brązową i wyglądem przypominają próchniejące drewno (fot. 3 i 4) i stąd pochodzi nazwa tego stadium (Weber

2011). Próchnienie prowadzi do zniszczenia wiązek przewodzących oraz zakłóceń w transporcie wody i asymilatów, czego konsekwencją są objawy wtórne występujące na części nadziemnej rośliny.



Fot. 3. Próchnienie podstawy łodygi
– objawy charakterystyczne



Fot. 4. Próchnienie podstawy łodygi

W części wierzchołkowej obserwuje się objawy tzw. miękkiego liściozwoju, czyli zwiżania się liści (fot. 5). Jednak w odróżnieniu od prawdziwych objawów liściozwoju liście są miękkie, a nie skórzaste i sztywne (Poradnik sygnalizatora... 2016). Czasem na spodniej stronie takich liści jest widoczne fioletoworóżowe przebarwienie (Weber 2011). Innym objawem wtórnym jest tworze-



Fot. 5. Objawy wtórne – przebarwienia i zwiżanie się liści wierzchołkowych

nie się w kątach liści tzw. bulwek powietrznych (fot. 6), które powstają w wyniku trudności z transportem asymilatów.

Po opadach deszczu na łodygach tuż nad powierzchnią redliny tworzy się biały, skórzasty nalot, tzw. opilśń łodygowa – forma płciowa sprawcy choroby (Weber 2011; Osowski, Kapsa 2013; Poradnik sygnalizatora... 2016).



Fot. 6. Objawy wtórne – tworzenie się tzw. bulwek powietrznych

Ospowatość bulw i deformacje

Na skórce dojrzewających bulw tworzą się czarne strupy grzybni przetrwalnikowej (sklerocja) różnego kształtu i wielkości (fot. 7). Liczba i wielkość sklerocjów powiększa się do czasu zbioru (Weber 2011). Bulwy pokryte sklerocjami potocznie nazywane są ospowatymi i stanowią obok gleby najpoważniejsze źródło materiału infekcyjnego (Tsrer i in. 2001; Tsrer, Perez-Alon 2005).

Coraz częściej występującymi objawami choroby są zdrobnienia i deformacje. Objawy

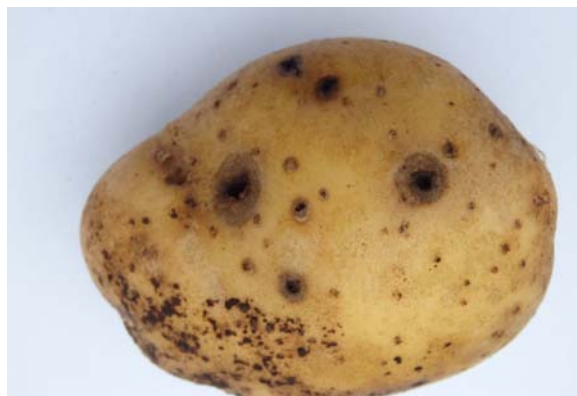
na bulwie mogą swoim wyglądem przypominać płaską formę parcha zwykłego (fot. 8) lub objawy żerowania drutowców. W odróżnieniu od uszkodzeń wywołanych przez drutowce sprawca rizoktoniozy tworzy okrągłe, lekko wgłębione, wyraźnie odgraniczone brunatne, zakryte błoną otwory o średnicy 3-6 mm, w których znajduje się skorkowaciały czop (Poradnik sygnalizatora... 2016). Objawy te potocznie są określane jako korkowatość – ang. dry core (fot. 9).



Fot. 7. Skupiska sklerocjów na powierzchni bulwy. Strzałka wskazuje wysokość skupiska sklerocjów – 12 mm



Fot. 8. Nekrozy na skórcie bulwy. Z prawej deformacje spowodowane przez *R. solani* z lewej forma płaska parcha zwykłego



Fot. 9. Korkowatość (dry core), objaw porażenia przez *R. solani*

Warunki sprzyjające rozwojowi choroby

Rozwój choroby jest uzależniony od wielu czynników, z których duże znaczenie mają temperatura powietrza i gleby, woda, typ gleby oraz jej pH (Ritchie i in. 2006, 2009). Przebieg choroby, jak oceniają Jager i inni (1991), jest ostrzejszy na glebach piaszczystych niż na gliniastych, co może być spowodowane występowaniem na piaszczystych większej ilości organizmów antagonistycznych wobec sprawcy rizoktoniozy.

Według Campion i innych (2003) oraz Justesen i innych (2003) nasilenie objawów rizoktoniozy na bulwach jest uzależnione nie tylko od ilości inokulum, jaka znajduje się na bulwach i w glebie, ale także od lokalnych warunków klimatycznych. Lutomirska i Jankowska (2013) wykazały, że osadzaniu się grzybni (sklerocjów) na bulwach sprzyjały okresy długotrwałego optymalnego nawilgotnienia gleby. Lootsma i Scholte (1997) stwierdzili natomiast, że na rozwój porażenia łodyg oraz tworzenie się i osadzanie sklerocjów duży wpływ ma wilgotność gleby. Według nich rizoktonioza ma ostrzejszy przebieg, kiedy gleba jest bardziej sucha (ok. 45% polowej pojemności wodnej) niż mokra (polowa pojemność wodna >75%).

Według Agrios (2005) ważną rolę we wzajemnych relacjach roślina – patogen odgrywa temperatura. W temperaturze optymalnej dla rozwoju roślin następuje zahamowanie rozwoju patogenu i odwrotnie – w niskiej temperaturze rozwój roślin jest zahamowany, a wzrasta aktywność sprawcy choroby. Sneh i inni (1996) uważają temperaturę 20-25°C za optymalną dla wegetacji roślin, a dla patogenu 10-15°C. Kolejnym czynnikiem

wpływającym na rozwój sprawcy jest według Ritchie i innych (2009) pH gleby. Za optymalne uważają oni pH w granicach 5-6. Ważnym czynnikiem ograniczającym rozprzestrzenianie się *R. solani* jest według Harris i innych (2003) także stan napowietrzenia gleby. Z poglądem tym zgadza się Lutomirska (2009), twierdząc, że gleby bardziej napowietrzone sprzyjają rozwojowi rizoktoniozy na bulwach.

Sposoby ograniczania rozwoju choroby

Zgodnie z obowiązującymi od 1 stycznia 2014 r. zasadami integrowanej ochrony roślin do zwalczania agrofagów w pierwszej kolejności należy wykorzystywać metody agrotechniczne i biologiczne, a środki ochrony roślin powinno się stosować jako uzupełnienie tych metod. W przypadku rizoktoniozy trudno określić stopień odporności czy podatności odmian, ponieważ grzyb *R. solani* formy przetrwalnikowe wytwarza jedynie na bulwach (Pietkiewicz, Choroszewski 1983). Wymienieni autorzy ci uważają, że mogą istnieć pewne różnice między odmianami w nasileniu występowania ospowatości na bulwach, co potwierdzają również Chrzanowska (2002) i Wróbel (2006).

Duże znaczenie w ograniczaniu rizoktoniozy mają metody agrotechniczne (zdrowy materiał sadzeniakowy, podkiełkowanie lub pobudzanie bulw, termin sadzenia, głębokość sadzenia, niszczenie naci, termin zbioru).

Według Lenca (2006) podkiełkowanie bulw jest zabiegiem korzystnym, mającym wpływ na ograniczanie rozwoju rizoktoniozy. Inny pogląd wyraża Wróbel (2003, 2006), uważając, że podkiełkowanie bulw nie ma

istotnego wpływu na ograniczenie osadzania się sklerot na bulwach. Stwierdza on, za Dijstem (1990), że jest to związane ze związkami wydzielanymi przez korzenie ziemniaka, które są aktywne przez cały okres wzrostu roślin, a ich aktywność maleje wraz ze starzeniem się roślin, kiedy to uaktywniają się lotne substancje stymulujące osadzanie się sklerot. Lutomirska (2007) uważa jednak, że osadzanie się sklerot jest w dużym stopniu uzależnione od temperatury i wilgotności gleby oraz ilości opadów.

Spośród zabiegów agrotechnicznych duże znaczenie w ograniczaniu ilości materiału infekcyjnego w glebie ma orka na głębokość 35 cm (Leach i in. 1993). Według Otten i Gilligan (1998) największa aktywność grzyba *R. solani* występuje w glebie do głębokości 10 cm.

Także termin i głębokość sadzenia oraz temperatura gleby mają wpływ na występowanie rizoktoniozy. W Polsce okres korzystny do sadzenia, według Roztropowicz (1997), występuje pomiędzy II dekadą kwietnia a I dekadą maja. Jak uważa Zarzyńska (2012), sadzenie jako zabieg agrotechniczny

decyduje o prawidłowym przeprowadzeniu dalszych zabiegów pielęgnacyjnych, głównie mechanicznych. Zbyt głębokie sadzenie opóźnia wschody i rozwój roślin, zbyt płytkie może powodować zazielenienie bulw oraz sprzyjać porażaniu ich przez patogeny różnych chorób (zaraza ziemniaka, rizoktonioza, alternarioza i inne).

Kapsa i inni (2014) podkreślają znaczenie przerwy w uprawie ziemniaka na tym samym polu: właściwego ułożenia płodozmianu, tak aby udział ziemniaków nie przekraczał 20-25%, co oznacza ich uprawę na tym samym stanowisku po 4-5-letniej przerwie. Zapobiega to kumulacji materiału infekcyjnego w glebie i zmniejsza ryzyko wystąpienia choroby.

Nawożenie jako jeden z elementów agrotechniki ma ogromne znaczenie w kształtowaniu wielkości i jakości plonu ziemniaka. Scholte (1992) stwierdza, że zbyt wysokie dawki fosforu i azotu mogą być czynnikiem sprzyjającym rozwojowi choroby. Według Baker i Martinson (1970) chorobie może także sprzyjać niedobór potasu i wapnia.

Tabela 2

Fungicydy zarejestrowane do jesiennego i wiosennego zaprawiania bulw ziemniaka

Nazwa handlowa	Substancja aktywna	Dawka (kg, l)	Zwalczany patogen
Amistar 250 SC; Ascom 250 SC; Astar 250 SC; Dobromir Top 250 SC; Mirador 250 SC	azoksystrobina 250 g/l	2-3 l/ha	<i>Rhizoctonia solani</i>
Agristar 250 SC; Azoksystrobi 250 SC; Azoxan 250 SC; Aztek 250 SC; Azyl 250 SC; Demeter 250 SC; Erazer; Korazzo 250 SC; Rezat 250 SC; Tazer 250 SC; Tiger 250 SC		3 l/ha	
Fungazil 100 SL	imazalil 100 g/l	15 ml/100 kg	parch srebrzysty (<i>Helminthosporium solani</i>), sucha zgnilizna (grzyby z rodzaju <i>Fusarium</i>), fomoza – gangrena (<i>Phoma exigua</i> var. <i>foveata</i> – obiekt kwarantanny; <i>Phoma exigua</i> var. <i>exigua</i>)
Moncut 460 SC; Major 460 SC Monceren 250 FS; Pencykur 250 FS	flutolanil 460 g/l	200 ml/t	rizoktonioza ziemniaka
	pencykuron 250 g/l	60 ml/100 kg	

Prestige Forte 370 FS	pencykuron 250 g/l imidachlopyryd 120 g/l	60 ml/100 kg	rizoktonioza ziemniaka, stonka, drutowce, pędraki
Monceren Pro 258 FS	pencykuron 250 g/l protiokonazol 8 g/l	60 ml/100 kg	rizoktonioza ziemniaka, parch srebrzysty (<i>Helminthosporium solani</i>)

Źródło: MRiRW grudzień 2017

Ziemniak wymaga gleb starannie odchwaszczonych. Stąd wiosną, na początku wegetacji, istotne jest ograniczenie rozwoju chwastów, ale również zaopatrzenie w optymalną ilość wody oraz umożliwienie szybkiego ogrzania się gleby, co znacznie zmniejsza ryzyko infekcji bulw przez populację glebową *R. solani* (Kapsa i in. 2014). Usunięcie chwastów oznacza nie tylko pozbycie się konkurencji w dostępie do składników pokarmowych, wody i światła (Urbanowicz 2012), ale także daje gwarancję ograniczenia wzrostu wilgotności w łanie, który zwiększa ryzyko występowania nie tylko rizoktoniozy.

Desykacja i termin zbioru są także ważnymi elementami ograniczania rozwoju choroby. Opóźnianie terminu zbioru po desykacji naci sprzyja wzrostowi porażenia bulw, czego efektem są liczne sklerocja na ich powierzchni. Gudmestad i inni (1979) stwierdzają, że maksymalny rozwój sklerocjów następuje 3 do 4 tygodni po desykacji naci.

Jednak najważniejszym sposobem ograniczania rizoktoniozy ziemniaka jest zaprawianie bulw przed sadzeniem lub w trakcie. Do zabiegu tego jest zarejestrowanych wiele środków ochrony roślin (tab. 2).

Bulwy można zaprawiać na kilka sposobów. Może to być np. oprysk drobnokroplisty. Wykorzystanie dyszy o bardzo drobnej kropli zapewnia dokładne pokrycie bulw cieczą roboczą (mieszanka wody i środka ochrony roślin) i zmniejsza zużycie cieczy roboczej bez utraty skuteczności. Zaletą tego sposobu jest możliwość dwójakiego montowania dysz opryskowych: przy taśmie pobierającej bulwy z kosza zasypowego sadzarki lub tak, aby dysze opryskiwały glebę (fot. 10).

W ostatnich latach dużym zainteresowaniem cieszy się metoda oprysku pasowego gleby. Dysze ustawione są tak, aby opryskana gleba po obsypaniu tworzyła otoczkę, która chroni bulwę przed kontaktem z patogenem niezależnie od źródła jego pochodzenia (ospowate bulwy, gleba).

Najnowszym sposobem zaprawiania jest wykorzystanie techniki ULV. Urządzenie do tego celu działa w oparciu o wirujący dysk, który 1 ml cieczy roboczej zamienia na 30 milionów kropeł, stwarzając w ten sposób możliwość dokładnego pokrycia bulwy (fot. 11). Oprócz wysokiej dokładności pokrycia dodatkową zaletą tej metody jest małe zużycie wody.



Fot. 10. Sposób zamontowania dysz przy oprysku drobnokroplistym



Fot. 11. Wirujący dysk w urządzeniu MANTIS ULV

Rizoktonioza ziemniaka jako jedna z licznych chorób jest przyczyną obniżenia nie tylko ilości, ale i jakości plonu. Skuteczne zwalczanie tej choroby zgodnie z zasadami integrowanej ochrony można osiągnąć tylko przy jednoczesnym stosowaniu wszystkich dostępnych metod. Bez właściwej agrotechniki zaprawianie bulw – czy to przed sadzeniem, czy w jego trakcie – nie jest w stanie ograniczyć szkodliwości choroby.

Literatura

1. **Agrios G. N. 2005.** Plant Pathology. Acad. Press INC, London;
2. **Atkinson D., Thornton M. K., Miller J. S. 2010.** Development of *Rhizoctonia solani* on stems, stolons and tubers of potatoes. I. Effect of inoculum source. – Am. J. Potato Res. 87: 374-381;
3. **Baker R., Martinson C. A. 1970.** Epidemiology of diseases caused by *Rhizoctonia solani*. [In:] *Rhizoctonia solani: Biology and pathology*. J. R. Parmeter (ed.). Univ. of California Press, Berkeley: 172-188;
4. **Campion C., Chatot C., Perraton B., Andrivon D. 2003.** Anastomosis groups pathogenicity and sensitivity to fungicides of *Rhizoctonia solani* isolates collected on potato crops in France. – Eur. J. Plant Pathol. 109: 983-992;
5. **Chrzanowska M. 2002.** Wykorzystanie odporności odmian na choroby w ekologicznej uprawie ziemniaka. – Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 489: 21-32;
6. **Czajkowski R., Perombelon M. C. M., Veen J. A. van, Wolf J. M. van der 2011.** Control of blackleg and tuber soft rot of potato caused by *Pectobacterium* and *Dickeya* species: a review. – Plant Pathol. 60, 6: 999-1013;
7. **Degefu Y. 2017.** *Dickeya* and *Pectobacterium* species: consistent threats to potato production in Europe. https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/kasper/pelto/peruna/Potatonow/tutkimus/Yeshitila_PotatoNow_Article.pdf;
8. **Dijst G. 1990.** Effect of volatile and unstable exudates from underground potato plant parts on sclerotium formation by *Rhizoctonia solani* AG-3 before and after haulm destruction. – Neth. J. Plant Pathol. 96(3): 155-170;
9. **Gudmestad N. C., Zink R. T., Huguelet J. E. 1979.** The effect of harvest date and tuber borne sclerotia on the severity of *Rhizoctonia* disease of potato. – Am. Potato J. 56: 35-41;
10. **Harris K., Young I. M., Gilligan C. A., Otten W., Ritz K. 2003.** Effect of bulk density on the spatial organization of the fungus *Rhizoctonia solani* in soil. – FEMS Microbiol. Ecology 44: 45-56;
11. **Jager G., Velvis H., Lamers J.G., Mulder A., Roosjen J. 1991.** Control of *Rhizoctonia solani* in potato by biological, chemical and integrated measures. – Potato Res. 34: 269-284;
12. **Justesen A. F., Yohalem D., Bay A., Nicolaisen M. 2003.** Genetic diversity in potato field populations of *Thanatephorus cucumeris* AG-3, revealed by ITS polymorphism and RAPD markers. – Mycol. Res. 107: 1323-1331;
13. **Kapsa J., Mrówczyński M., Erlichowski T., Gawińska-Urbanowicz H., Matysek K., Osowski J., Pawińska M., Urbanowicz J., Wróbel S. 2014.** Ochrona ziemniaka zgodna z zasadami integrowanej ochrony roślin. Cz. I. Niechemiczne metody ochrony. – Biul. IHAR 273: 129-143;
14. **Kotcon J. B., Rouse D. I., Mitchell J. E. 1985.** Interactions of *Verticillium dahliae*, *Colletotrichum coccodes*, *Rhizoctonia solani* and *Pratylenchus penetrans* in the early dying syndrome of Russet Burbank potatoes. – Phytopathology 75: 68-74;
15. **Leach S. S., Porter G. A., Rourke R. V., Clapham W. M. 1993.** Effects of moldboard plowing, chisel plowing and rotation crops on the *Rhizoctonia* disease of white potato. – Am. Potato J. 70: 329-337;
16. **Lees A. K., Cullen D. W., Sullivan L., Nicholson M. J. 2002.** Development of conventional and quantitative real-time PCR assays for the detection and identification of *Rhizoctonia solani* AG-3 in potato and soil. – Plant Pathol. 51: 293-302;
17. **Lenc L. 2006.** Wpływ podkiewkowania sadzeniaków na występowanie *Rhizoctonia solani* Kühn na kielkach i bulwach sześciu odmian ziemniaka uprawianego w systemie ekologicznym. – J. Res. Appl. Agric. Engin. 51(2): 104-107;
18. **Lootsma M., Scholte K. 1997.** Effect of soil moisture on the suppression of *Rhizoctonia* stem canker on potato by the nematode *Aphelenchus avenae* and the springtail *Folsomia fimetaria*. – Plant Pathol. 46: 209-215;
19. **Lutomirska B. 2007.** Wpływ odmiany i czynników meteorologicznych okresu wegetacji na ospowatość bulw ziemniaka. – Prog. Plant Prot. 47(2): 173-177;
20. **Lutomirska 2007.** Zmienność występowania ospowatości bulw ziemniaka. – Ziemn. Pol. 3: 29-33;
21. **Lutomirska B. 2009.** Wpływ zaprawiania sadzeniaków na występowanie rizoktoniozy na glebach lekkich. – Ziemn. Pol. 1: 1-5;
22. **Lutomirska B., Jankowska J. 2013.** Ospowatość bulw zaawansowanych materiałów hodowlanych ziemniaka. – Prog. Plant Prot. 53(4): 789-795;
23. **Lutomirska B.; Szutkowska M. 2000.** Poradnik producentów ziemniaka sezon 2000/2001. IHAR Oddz. Jadwisin: 63-77;
24. **Osowski J. 2002.** Przyczyny braku wschodów na plantacji ziemniaka. – Ziemn. Pol. 1: 13-17;
25. **Osowski J., Kapsa J. 2013.** Ograniczanie sprawców chorób. [W:] Metodyka integrowanej ochrony ziemniaka dla producentów. (Red. nauk. A. Wójtowicz, M. Mrówczyński) IOR-PIB Poznań: 26-43;
26. **Osowski J., Kapsa J., Gawińska-Urbanowicz H. 2000.** Występowanie ospowatości bulw ziemniaka w Polsce w latach 1987-1998. [W:] Ochrona ziemniaka. Konf. Kołobrzeg, 4-5.04. 2000. IHAR Oddz. Bonin: 59-63;
27. **Otten W., Gilligan C. A. 1998.** Effect

- of physical conditions on the spatial and temporal dynamics of the soil-borne fungal pathogen *Rhizoctonia solani*. – New Phytologist 138: 629-637; **28. Pietkiewicz J., Choroszewski P. 1983.** Wstępna ocena reakcji odmian ziemniaka na niektóre choroby skórki bulw. – Biul. Inst. Ziemn. 29: 129-139; **29. Poradnik sygnalizatora ochrony ziemniaka. 2016.** Oprac. zbior. pod red. A. Wójtowicza i M. Mrówczyńskiego. IOR-PIB Poznań: 69-79; **30. Ritchie F., Bain R. A., McQuilken M. P. 2009.** Effect of nutrient status, temperature and pH on mycelial growth, sclerotial production of *Rhizoctonia solani* from potato. – J. Phytopathol. 91: 589-596; **31. Ritchie F., McQuilken M. P., Bain R. A. 2006.** Effect of water potential a mycelial growth, sclerotial production, and germination *Rhizoctonia solani* from potato. – Mycol. Res. 110: 725-733; **32. Roztopowicz S. 1997.** Ogólne zasady uprawy ziemniaków. [W:] Produkcja ziemniaków. Technologia – Ekonomika – Marketing (red. J. Chotkowski). Inst. Ziemn. Bonin; **33. Scholte K. 1992.** Effect of crop rotation on the incidence of soil-borne fungal diseases of potato. – Neth. J. Plant Pathol. 98 (suppl. 2): 93-101; **34. Sneh B., Jabaji-Hare S., Neate S., Dijst G. 1996.** *Rhizoctonia* species: taxonomy, molecular, biology, ecology, pathology and disease control. Kluwer Acad. Publ. London; **35. Truter M. 2005.** Etiology and alternative control of potato rhizoctoniasis in South Africa <https://repository.up.ac.za/bitstream/handle/.../00dissertation.pdf>; **36. Tsrer L., Balak R., Sneh B. 2001.** Biological control of black scurf on potato under organic amendment. – Crop. Prot. 20: 145-150; **37. Tsrer L., Perez-Alon I. 2005.** The influence of the inoculum source of *Rhizoctonia solani* on development of black scurf on potato. – J. Phytopathol. 153: 240-244; **38. Urbanowicz J. 2012.** Występowanie chwastów w ziemniaku oraz metody ich zwalczania na terenie Polski w latach 2000-2011. – Biul. IHAR 265: 129-135; **39. Wale S., Platt H. W., Cattlin N. 2008.** Fungal and fungal like diseases. [W:] Diseases, disorders and pests of potatoes. Manson Publ. Ltd: 56-59; **40. Weber Z. 2011.** Rizoktonioza ziemniaka. [W:] Fitopatologia T. 2. Choroby roślin uprawnych. Red. nauk. S. Kryczyński, Z. Weber. PWRiL Poznań 2011: 401-402; **41. Wharton P., Kirk W., Berry D., Snapp S. 2007.** *Rhizoctonia* stem canker and black scurf of potato. Michigan Potato Diseases Extension Bull. E-2994; **42. Woodhall J. H., Lees A. K., Edwards S. G., Jenkinson P. 2008.** Infection of potato by *Rhizoctonia solani*: effect of anastomosis group. – Plant Pathol. 57: 897-905; **43. Wróbel S. 2003.** Porażenie bulw ziemniaka parchem zwykłym i rizoktoniozą w następstwie zabiegów stosowanych w nasiennictwie. – Biul. IHAR 228: 283-289; **44. Wróbel S. 2006.** Wpływ podkielkowywania sadzeniaków na plon oraz porażenie bulw ospowatością i parchem zwykłym. – Acta Sci. Pol., Agricultura 5(1): 93-101; **45. Zarzyńska K. 2012.** Przygotowanie sadzeniaków i sadzenie w aspekcie kształtowania optymalnej architektury łanu. [W:] Produkcja i rynek ziemniaka. (red. nauk. J. Chotkowski). Wyd. Wieś Jutra: 198-204