Zaraza (*Phytophthora infestans*) występująca na łodygach - nowy problem na plantacjach ziemniaka

JÓZEFA KAPSA

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Oddział w Boninie, Zakład Ochrony Ziemniaka, 76-009 Bonin
Kapsa J. (Department of Potato Protection, Plant Breeding and Acclimatization Institute, Branch Division Bonin, 76-009 Bonin). Late blight (*Phytophthora infestans*) occurring on stems - a new problem in potato crops.

(Otrzymano dn. 10 czerwca 2002)

Summary

In recent years changes in the occurrence of the first potato late blight (*Phytophthora infestans*) symptoms have been noted. Observations of potato crops have showed that occurrence of the blight symptoms is sometimes on the stem instead on the leaves.

The aim of the study carried out in 1995-2001 was to determine occurrence and harmfulness of the stem late blight infections. Survey of many potato crops (490 potato fields) made in 1997-2001, around Poland enabled assessment of the incidence of stem blight. Average 69,1% of observed crops were affected with stem blight. The stem blight incidence was not connected with the rate of the leaf form of late blight developing on the foliage. Stem form of the disease has appeared more often in the years with less rainfall during June and July. Its occurrence was influenced by micro climate inside potato canopy.

Glasshouse experiments confirmed the importance of stem lesions in decreasing tuber yield (11,2-42,9%) and increasing tuber infections. Results have shown that tubers contaminated with spores were the least probable source of the stem form of late blight.

Key words: *Phytophthora infestans*, stem blight, occurrence, harmfulness.

WSTĘP

Zaraza ziemniaka (*P. infestans*) jest najbardziej rozpowszechnioną i najważniejszą gospodarczo chorobą występującą na plantacjach ziemniaka na całym świecie. Straty plonu na plantacjach niechronionych oceniane są na 70% (H o f f m a n i S c h m u t t e r e r, 1983). Opisywane są też przypadki wczesnych, silnych epidemii, prowadzących do zniszczenia plonu w 100% (F r y, 1994). W Polsce średnie straty plonu spowodowane przez zarazę wynoszą 20-25% (P i e t k i e w i c z, 1989).

W ciągu ostatnich lat obserwuje się w świecie zwiększenie potencjału infekcyjnego *P. infestans*, związane z genetycznymi i fenotypowymi zmianami zachodzącymi w populacji patogena (F r y i in., 1993; S u j k o w s k i i in., 1994, 1996) oraz coraz większe zagrożenie upraw ziemniaka przez zarazę. Wynikiem tych zmian są między innymi: wcześniejsze wystąpienie epifitozy i gwałtowniejszy przebieg choroby, wzrost patogeniczności grzyba, zmiany w występowaniu i rozwoju pierwszych objawów porażenia przez *P. infestans* na roślinach ziemniaka i pomidora. Warunki sprzyjające infekcji liści czy sprzyjające zakażaniu bulw w polu przez *P. infestans* znane są od dawna. Nie jest wiadomo, dlaczego w niektórych przypadkach rozwój choroby na roślinie rozpoczyna się na łodygach czy wierzchołkach pędów, a nie na liściach czy ogonkach liściowych. W polskiej, jak również w światowej literaturze mało jest danych na temat zarazy łodygowej.

Coraz częstsze informacje z terenu Polski o nieskuteczności ochrony plantacji ziemniaka przed zarazą, pojawiającą się pierwotnie na łodygach czy wierzchołkach pędów, były powodem podjęcia w 1995 prac badawczych, które są prowadzone do dnia dzisiejszego. Celem badań było między innymi: oszacowanie skali problemu występowania zarazy łodygowej na terenie kraju, określenie czynników sprzyjających występowaniu zarazy na łodygach ziemniaka oraz ocena jej szkodliwości.

MATERIAŁ I METODY

W latach 1997-2001, we współpracy z Państwowymi Inspektoratami Ochrony Roślin (PIOR) przeprowadzono ocenę występowania zarazy łodygowej na plantacjach ziemniaka na terenie Polski. Corocznie obserwacje przeprowadzono na 51-158 plantacjach ziemniaka, na terenie całego kraju. Dane ankietowe na ten temat przesyłane były i analizowane w Boninie.

Ścisłe obserwacje nad występowaniem zarazy łodygowej prowadzono w Boninie, w latach 1995-2001. Każdego roku obserwowano 22-84 genotypów ziemniaka na poletkach wielkości 30 m². W okresie wegetacji notowano: termin wystąpienia pierwszych objawów zarazy ziemniaka na liściach i łodygach, procent rodów i odmian z pierwszymi objawami zarazy na łodygach oraz wyliczano tempo szerzenia zarazy liściowej (V a n d e r P l a n k, 1963).

Szkodliwy wpływ porażenia łodyg na wysokość i zdrowotność plonu bulw określono w warunkach szklarniowych na odmianie Atol. Rośliny ziemniaka rosnące w 30-litrowych workach foliowych (12 „doniczek” na kombinację) zakażano liściowymi i łodygowymi izolatami *P. infestans*. Porażone łodygi uzyskiwano

zakazając ziemniaki mieszaniną zarodników konidialnych i pływkowych poprzez: opryskiwanie całych bulw na 7 dni przed sadzeniem, opryskiwanie całych 4-5-tygodniowych roślin ziemniaka, wprowadzenie inokulum do dwóch łodyg na każdej roślinie, 5 cm nad powierzchnią ziemi. Warunki wilgotnościowe (RH=70%) i temperatura (18°C) sprzyjały pojawieniu się objawów zarazy przede wszystkim na łodygach. Kontrolę stanowiły rośliny nie zakażane. Określenie wpływu łodygowej formy zarazy na wysokość plonu i jego zdrowotność uzyskano, oceniając masę bulw wykopanych po 100 dniach od sztucznego zakażenia roślin.

WYNIKI BADAŃ

Rozwój zarazy na łodygach rozpoczyna się na wierzchołkach pędów, w kątach liści lub na różnych innych częściach łodyg. Silnie porażone łodygi często przełamują się w miejscu wystąpienia choroby. Rośliny ulegają całkowitemu zniszczeniu. Na polu pozostają kikuty roślin, pokryte na całej porażonej powierzchni białym nalotem grzybni, na których obserwuje się, szczególnie w warunkach wysokiej wilgotności, obfite zarodnikowanie grzyba. W zebranych danych ankietowych pierwotne objawy zarazy na łodygach notowano głównie na piętrze środkowym roślin, najrzadziej zaraza na łodygach pojawiała się na dolnym piętrze roślin.

Nasilenie występowania zarazy łodygowej na plantacjach ziemniaka w Polsce, w latach 1997-2001 przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1

Nasilenie łodygowej formy zarazy w uprawach ziemniaka w Polsce w latach 1997-2001

Table 1

Incidence of stem blight on potato crops in Poland in the years 1997-2001

Rok Year	Liczba obserwowanych pól Number of observed fields	Procent upraw z objawami zarazy łodygowej Percentage of crops with stem blight symptoms	Tempo szerzenia zarazy na 3 powszechnie uprawianych odmianach* Rate of blight development on 3 common cultivated varieties*
1997	149	80,5	0.244
1998	158	65,2	0.192
1999	76	72,4	0.168
2000	56	58,9	0.202
2001	51	68,6	0.207

* Bryza, Irga, Irys

Wyniki obserwacji wskazują, że występowanie pierwszych objawów zarazy na łodygach ziemniaka nie jest zjawiskiem rzadkim a w niektóre lata (1997, 1999) jest powszechne. Tempo szerzenia choroby na liściach trzech najpowszechniej uprawianych odmian ziemniaka (Bryza, Irga i Irys) także różniło się w latach i nie zawsze korelowało się z liczbą pól, na których występowała zaraza łodygowa. Wyjątek

stanowi rok 1999, w którym obserwowano zarówno najwyższe tempo szerzenia choroby jak i największą liczbę pól z objawami zarazy łodygowej.

Ścisłe obserwacje prowadzone w Boninie w latach 1985-2001 wykazały różne nasilenie zarazy łodygowej w poszczególnych latach. Udział odmian i rodów hodowlanych z objawami zarazy łodygowej wahał się od 22,5% w 1998 roku do 55,5% w 2001 roku. Także i w tych obserwacjach nie stwierdzano korelacji między udziałem genotypów porażonych zarazą łodygową a tempem rozwoju zarazy na liściach. Największe zniszczenie odmiany wzorcowej w jednostce czasu stwierdzono w latach 1996 i 2000 (odpowiednio $r=0.289$ i $r=0.280$). Oba te lata charakteryzowały się przeciętnym wystąpieniem zarazy na łodygach (odpowiednio: 36,9% i 33,3% porażonych genotypów)

Stwierdzono interesującą zależność między liczbą porażonych zarazą łodygową genotypów ziemniaka a ilością opadów w miesiącach czerwiec-lipiec (tab. 2). W latach, w których wystąpiły niższe opady (1997 i 1999), obserwowano większe nasilenie objawów zarazy na łodygach. Wyjątkiem był rok 2001, w którym notowano wysokie opady i duży udział odmian z objawami zarazy łodygowej.

Tabela 2

Występowanie łodygowej formy zarazy w zależności od ilości opadów w sezonie

Table 2

Incidence of stem late blight form in dependence on precipitation during the season

Lata Year	Liczba obserwowanych genotypów Number of observed genotypes	Opady w miesiącach: VI – VII (mm) Precipitation in months: VI-VII (mm)	Procent genotypów z objawami zarazy łodygowej Percentage of genotypes with stem blight symptoms	Tempo szerzenia zarazy na odmianie wzorcowej Rate of disease development of standard cultivar
1995	83	237,9	25,3	0.271
1996	84	224,8	36,9	0.289
1997	80	106,4	51,3	0.210
1998	80	270,0	22,5	0.226
1999	22	122,6	45,5	0.194
2000	30	148,9	33,3	0.280
2001	18	264,4	55,5	0.241

W badaniach laboratoryjnych nad określaniem szkodliwości zarazy łodygowej najmniej łodyg ziemniaka z objawami zarazy otrzymano po posadzeniu bulw ziemniaka inokulowanych zarodnikami *P. infestans*. W tym przypadku uzyskano tylko pojedyncze rośliny z objawami zarazy zarówno na liściach, jak i na łodygach. Wskazuje to, że opryskiwanie bulw zarodnikami patogena jest mało efektywną metodą inokulacji w porównaniu z opryskiwaniem roślin. Najskuteczniejszą metodą uzyskania chorych łodyg okazało się opryskiwanie roślin zawiesiną zarodników konidialnych i pływek. Liczba nekroz na łodygach, a więc i suma uszkodzeń różniła się istotnie od ilości nekroz uzyskanych przy zakażaniu innymi metodami. Wynikało to między innymi z większej liczby punktów infekcyjnych uzyskanych przy zastosowaniu tej metody zakażania.

Otrzymano wyraźnie niższy plon bulw w porównaniu z nie zakażaną kontrolą, w kombinacjach, w których rośliny zakażano opryskując je mieszaniną zarodników grzyba lub zakażano łodygi bezpośrednio przez wstrzykiwanie inokulum do łodyg (tab. 3). Obniżka plonu dla tych kombinacji wynosiła odpowiednio: 42,9% i 35,9%. Różnice te w stosunku do kontroli były statystycznie istotne ($\alpha=0.05$). Nie stwierdzono istotnych różnic w wysokości osiągniętego plonu, w stosunku do kontroli, w przypadku kombinacji z zakażanymi sadzoniakami. Obniżka plonu w tej kombinacji wyniosła 11,2%.

Tabela 3

Wpływ zakażenia łodyg przez *P.infestans* na wysokość plonu bulw i jego zdrowotność

Table 3

Influence of *P.infestans* stem infection on tuber yield and its healthiness

Metoda zakażenia Inoculation method	Plon bulw (g) Tuber yield (g)	Procent plonu kontroli Percentage of control yield	Porażenie bulw zarazą (% wag.) Tuber blight infection (%ww)
Kontrola Control	297,5	100,0	0
Zakażane sadzoniaki Inoculation of the seeds	264,2	88,8	0,34
Opryskiwanie roślin Spraying of the plants	170,0	57,1	1,04
Zakażane łodygi Inoculation of the stems	190,9	64,1	0,77
NIR ($\alpha=0,05$) LSD ($\alpha=0,05$)	45,5	15,3	Nie istotne No significant

Najwięcej bulw potomnych porażonych zarazą uzyskano w kombinacjach, w których obserwowano największe porażenie łodyg. Ilość bulw potomnych porażonych zarazą w tych kombinacjach wynosiła 1,04% plonu (rośliny opryskiwane) i 0,77% plonu (zakażane łodygi). Nie były to jednak różnice istotne ani w stosunku do kombinacji z zakażanymi sadzoniakami, ani też w stosunku do kontroli. Przyczyn tego można szukać w szklarniowych warunkach otoczenia, wpływających na rozwój grzyba nieco inaczej niż warunki polowe. W doświadczeniu obserwowano słabe zarodnikowanie grzyba na porażonych łodygach, któremu sprzyja bardzo wysoka wilgotność otoczenia.

DYSKUSJA

Badania laboratoryjne prowadzone nad chorobą występującą na łodygach i liściach roślin ziemniaka wykazały, że w obu przypadkach sprawcą jest ten sam gatunek *Phytophthora infestans* (K a p s a, 2001).

Obserwacje polowe, prowadzone przez szereg lat w Boninie nad występowaniem zarazy wykazały, że pierwsze infekcje zarazy coraz częściej występują nie tylko na liściach roślin ziemniaka, ale równocześnie także na łodygach (K a p s a i W o j c i e c h o w s k a - P e r z, 1996a, b). Infekcje te nie dotyczą jedynie pojedynczych roślin, ale mają często charakter masowy. Podjęte badania dowiodły, że występowanie pierwszych infekcji grzyba *P. infestans* na łodygach ziemniaka nie jest zjawiskiem rzadkim. Stwierdzano je rocznie na 65,2-80,5% plantacji ziemniaka. Brak jest danych, jak szeroko zjawisko to jest rozpowszechnione w innych krajach Europy. W niektórych doniesieniach stwierdza się jednak, że zaraza łodygowa spotykana jest coraz częściej w uprawach ziemniaka (S h a t t o c k, 1988; D o w l e y i O' S u l l i v a n, 1995; R o w e, 1996). Publikacje K r ö c h e r (1996) oraz D u v a u c h e l l e i L h e r b i e r (1996) potwierdzają, że rozwój zarazy rozpoczyna się zazwyczaj na brzegach lub szczytach liści, ale w ostatnich latach obserwuje się coraz częściej pierwsze objawy na łodygach, które rozprzestrzeniają się epidemicznie.

Obserwacje prowadzone w Boninie, wykazały związek między występowaniem pierwszych objawów zarazy na liściach czy łodygach a ilością opadów w sezonie wegetacyjnym, szczególnie w miesiącach czerwiec-lipiec. W latach z niższą ilością opadów obserwowano więcej przypadków występowania zarazy łodygowej. Wyniki obserwacji prowadzonych w roku 2001 pozornie nie potwierdzają tego wniosku. Jednak większość opadów w tym roku wystąpiła w pierwszej dekadzie czerwca. Pierwsze objawy zarazy zarówno na łodygach jak i liściach wystąpiły ok. 10 lipca, po okresie niewielkich opadów. Okres niewielkiej wilgotności sprzyjał wystąpieniu zarazy łodygowej na prawie 55,5% obserwowanych genotypów.

Najważniejszymi czynnikami, sprzyjającymi infekcji liści są: obfite opady, wysoka wilgotność względna powietrza, temperatura oraz długotrwałe zwilżenie liści. S h a t t o c k (1988) cytuje dane z kilku krajów Europy (Niemcy, Holandia, Skandynawia), w których przyjmuje się, że infekcji liści sprzyja ich zwilżenie przez okres ok. 15 godzin. F l i e r i i n. (1999) udowodnili w warunkach laboratoryjnych, że skuteczność infekcji jest najwyższa w temperaturze 15°C i przy 8-godzinym, pełnym zwilżeniu liści. K r ö c h e r (1996) twierdzi, że brak opadów przy dużej intensywności rosy wpływa na wystąpienie zarazy na łodygach. B a i n i i n. (1997) potwierdzają, że do infekcji łodyg może dochodzić przy niższej wilgotności powietrza (RH = 70%) niż wilgotności wymaganej dla porażenia liści.

Pierwsze objawy zarazy na łodygach spotyka się najczęściej na piętrach środkowym i górnym roślin ziemniaka. Rozwój zarazy w dużym stopniu uzależniony jest od warunków klimatyczno-ekologicznych. Badania nad epidemiologią zarazy wskazują, że wewnątrz plantacji ziemniaka, w miarę jej wzrostu, tworzy się specyficzny mikroklimat uzależniony nie tylko od aktualnej, ale i od wcześniejszej pogody. Taki

właśnie mikroklimat, charakteryzujący się większą wilgotnością wewnątrz plantacji, sprzyjał między innymi powstawaniu pierwotnych ognisk zarazy ziemniaka na łodygach. Wskazuje to, że jedną z ważniejszych przyczyn występowania objawów zarazy w części środkowej i dolnej łodyg ziemniaka jest specyficzny mikroklimat panujący wewnątrz plantacji. Duża wilgotność pod kopułą dobrze rozwiniętych, dużych czy średnich liści sprzyjała rozpoczęciu procesu chorobowego właśnie na łodygach. Na podstawie przeprowadzonych w Boninie obserwacji polowych można stwierdzić, że warunki sprzyjające wystąpieniu zarazy na górnych częściach łodyg tworzyły także krople rosy zbierające się w kątach liści, szczególnie na wierzchołkach roślin. Dochodziło do porażenia łodyg, ogonków liściowych lub wierzchołków pędów, mimo że w tym samym czasie nie dochodziło do porażenia liści. S h a t t o c k (1988) stwierdza, że wcześniejszy pojaw zarazy na łodygach w sezonie wegetacyjnym, może być spowodowany większym zatrzymywaniem wody w kątach liści aniżeli na ich powierzchni. K r ö c h e r (1996) potwierdza, że krople rosy zbierające się w kątach liści sprzyjają występowaniu zarazy na łodygach. Według B o y d a (1974) występowanie objawów zarazy na wierzchołkach roślin może być związane ze szczególną wrażliwością młodych, gwałtownie rosnących części roślin.

Szkodliwość zarazy łodygowej ziemniaka należy rozpatrywać w kilku aspektach. Porażone łodygi stanowią źródło kolejnych zakażeń roślin na plantacjach ziemniaka, zwiększając wtórny potencjał infekcyjny grzyba. W wyniku rozwoju choroby, zapoczątkowanej na łodygach, dochodzi do zniszczenia części nadziemnej roślin, co poprzez zmniejszenie powierzchni asymilacyjnej doprowadza do zahamowania przyrostu bulw i obniżenia potencjalnego plonu. Porażenie łodyg, szczególnie w warunkach wysokiej wilgotności, stwarza wreszcie bezpośrednie ryzyko porażenia bulw potomnych. W warunkach wysokiej wilgotności obserwowano występowanie obfitego zarodnikowania grzyba na całej zainfekowanej powierzchni łodygi. Na porażonych liściach zarodnikowanie obserwuje się jedynie na granicy tkanki porażonej i zdrowej. Porażone łodygi powiększają w znaczny sposób potencjał infekcyjny *P. infestans* w środowisku, stanowiąc „wydajniejsze” źródło porażenia bulw, aniżeli porażone zarazą liście. B a i n i i n. (1997) stwierdzają także, że ilość zarodników wytwarzanych przez grzyb na jednostkę powierzchni jest o wiele większa na porażonych łodygach aniżeli na porażonych liściach.

Przeprowadzone obserwacje wykazały także, że porażenie łodyg przez zarazę może powiększać się nawet, wtedy gdy warunki pogodowe nie sprzyjają rozwojowi choroby na liściach (upała, sucha pogoda). Intensywne nasłonecznienie w ciągu 10-12 godzin może całkowicie zniszczyć lub zahamować wczesne stadia epidemii zarazy na liściach (de W e i l l e, 1963). W upalnych, suchych warunkach pogodowych zainfekowane zarazą liście zasychają przedwcześnie i nie stanowią dłużej źródła ponownego porażenia roślin, nawet wtedy gdy wracają warunki sprzyjające rozwojowi choroby (W e i h i n g i O' K e e f e, 1962). W przeciwieństwie do tego, rozmiary porażenia łodyg powiększały się w 40-dniowym okresie upałów i suszy, a trzonki konidialne tworzyły się, gdy pogoda ponownie sprzyjała rozwojowi *P. infestans* (C l a y s o n i R o b e r t s o n, 1956). Łodygi porażone przez zarazę stanowią więc trwałe źródło choroby przez cały sezon wegetacyjny, aż do powrotu sprzyjających

warunków pogodowych (R o w e, 1996).

Doświadczenia przeprowadzone w Boninie w warunkach szklarniowych, wykazały, że z roślin ziemniaka z porażonymi łodygami zebrano istotnie niższy plon w porównaniu do zdrowych roślin kontrolnych. Obniżka plonu wynosiła od 11,2 do 42,9%, w zależności od wielkości uszkodzeń powstałych na łodygach. Nie znaleziono prac innych autorów oceniających wpływ porażenia łodyg na obniżkę plonu. Jedynie obserwacje prowadzone w byłym ZSRR (cyt. za W n ę k o w s k i m, 1994) wykazały, że przedwczesne zniszczenie naci zapoczątkowane przez zarzę łodygową doprowadziło do obniżenia plonu o 50% i porażenia bulw, sięgającego 30-70% już na początku przechowywania.

W warunkach naturalnych porażenie jedną z form zarazy, liściową lub łodygową, można spotkać jedynie na początku rozwoju choroby. Pod koniec okresu wegetacji, przy ocenie porażenia plantacji przez zarzę, można mówić jedynie o procentowym zniszczeniu części nadziemnej roślin ziemniaka.

WNIOSKI

1. Porażenie łodyg ziemniaka przez *P. infestans*, mające często charakter epidemiczny, jest coraz powszechniejszym zjawiskiem na plantacjach ziemniaka i stanowi duże zagrożenie dla wielkości plonu bulw ziemniaka i jego zdrowotności.
2. Łodygi ziemniaka porażone przez *P. infestans* stanowią "trwałe" źródło inokulum patogena przez cały sezon wegetacyjny. Obfite zarodnikowanie grzyba *P. infestans* rozwijające się na porażonych łodygach powiększa potencjał infekcyjny patogena i zwiększa zagrożenie porażenia bulw.
3. Porażenie łodyg i liści ziemniaka następuje z tych samych, pierwotnych źródeł grzyba *P. infestans* jakimi są porażone bulwy ziemniaka lub ze źródeł wtórnych, takich jak sąsiednie uprawy. Bulwa sadzeniakowa nie porażona, lecz tylko kontaminowana zarodnikami, jest mało prawdopodobnym bezpośrednim źródłem zarazy łodygowej.
4. W mało korzystnych dla rozwoju zarazy warunkach środowiska obserwuje się występowanie i rozwój objawów choroby na łodygach.

LITERATURA

- B a i n R.A., F a i r c l o u g h R.W., H o l m e s S.J., L i g e r t w o o d G.L., 1997. The role of *P. infestans* inoculum from stem lesions in the infection of tubers. PAV-Special Report no 1. Workshop on the European Network for Development of an Integrated Control Strategy of potato late blight. Lelystad, The Netherlands, 30.09-3.10.1995: 98-105.
- B o y d A.E.W., 1974. Sources of Potato Blight (*Phytophthora infestans*) in the east of Scotland. Plant Pathol., 23: 30-36.
- C l a y s o n A.M., R o b e r t s o n N.F., 1956. Survival of *Phytophthora infestans* in potato stem lesions. Plant Pathol., 5: 30-31.

- Dowley L.J., O'Sullivan E., 1995. Potato late blight control. Technical Manual. Teagasc, Agriculture and Food Development Authority, pp. 29.
- Duvauchelle S., Lherbier V., 1996. *Phytophthora infestans* evolution for the last fifteen years. 13th Triennial Conference of EAPR, Veldhoven, The Netherlands: 350-351.
- Flier W.G., Turkensteen L.J., van den Bosch G.B.M., Van Raay H.M.G., 1999. Epidemiological parameters of the present *Phytophthora infestans* population in the Netherlands. 14th Triennial Conference of EAPR, Sorrento, Italy: 58-59.
- Fry W.E., 1994. Role of early and late blight suppression in potato pest management. In: Advances in Potato Pest Biology and Management. Zehnder G.W., Powelson M.L., Jansson R.K., Raman K.V. (eds.). The American Phytopathology Society, St. Paul, Minnesota, USA: 166-177.
- Fry W.E., Goodwin S.B., Dyer A.T., Matuszak J.M., Drenth A., Tooley P.W., Sujkowski L.J., Ko Y.J., Cohen B.A., Spielman L.J., Deahl K.L., Inglis D.A., Sandlan K.P., 1993. Historical and recent migrations of *Phytophthora infestans* chronology, pathways and implications. Plant Dis., 77: 653-661.
- Hoffman G.M., Schmutterer H.O., 1983. Parasitäre Krankheiten und Schädlinge an landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Verlag Eugen Ulmer. Stuttgart.
- Kapsa J., 2001. Zaraza (*Phytophthora infestans* /Mont./ de Bary) występująca na łodygach ziemniaka. Monogr. i Rozpr. Nauk. 11. IHAR Radzików 108 s., 30 tabl. kolor.
- Kapsa J., Wojciechowska-Perz B., 1996a. Zaraza ziemniaka- łodygowa i liściowa forma choroby. [W:] Ochrona Ziemniaka. Konferencja Naukowa, Mieleno 1-2 kwietnia 1996: 22-24.
- Kapsa J., Wojciechowska-Perz B., 1996b. Stem blight (*Phytophthora infestans*) - a new problem of potato crops in Poland. 13th Triennial Conference of EAPR, Veldhoven, The Netherlands: 596-597.
- Kröcher C., von., 1996. Strategien der *Phytophthora* - Bekämpfung. Kartoffelbau, 5: 160-163.
- Pietkiewicz J.B., 1989. Zwalczanie zarazy ziemniaka. Instrukcja upowszechnieniowa 1/89. Instytut Ziemniaka, Bonin, ss. 20 + 15 tab.
- Rowe R.C., 1996. Late blight biology - understanding the enemy. Proc. 1996 Washington Potato Conference and Trade Show: 1-6.
- Shattock R.C., 1988. *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. In: European Handbook of Plant Diseases. Smith I.M., Dunez J., Lelliott R.A., Phillips D.H., Archer S.A. (eds.). Blackwell Scientific Publications: 202-204.
- Sujkowski L.S., Goodwin S.B., Dyer A.T., Fry W.E., 1994. Increased genotypic diversity via migration and possible occurrence of sexual reproduction of *Phytophthora infestans* in Poland. Phytopathology, 84: 201-207.
- Sujkowski L.S., Goodwin S.B., Fry W.E., 1996. Changes in specific virulence in Polish populations of *Phytophthora infestans*: 1985-1991. Eur. J. Plant Pathol., 102: 555-561.
- Van der Plank J.E., 1963. Plant disease: Epidemics and control. Academic Press, New York.
- Weille G.A. de., 1963. Laboratory results regarding Potato Blight and their significance in the epidemiology of blight. Eur. Potato J., 6, 2: 121-130.
- Wnękowski S., 1994. Zmiana składu populacji grzyba *Phytophthora infestans* na ziemniaku i pomidorze. Ochrona Roślin, 9: 3-4.

Zaraza (*Phytophthora infestans*) występująca na łodygach - nowy problem na plantacjach ziemniaka

Streszczenie

W ostatnich latach obserwowano zmiany w występowaniu pierwszych objawów zarazy ziemniaka (*P. infestans*). Obserwacje wielu plantacji wykazały, że objawy zarazy pojawiają często na łodygach a nie na liściach roślin ziemniaka.

Celem wykonanych w latach 1995-2001 badań było określenie nasilenia i szkodliwości infekcji zarazy występującej na łodygach. Na podstawie obserwacji przeprowadzonych w latach 1997-2001 na wielu plantacjach na terenie całej Polski (490 pól) ustalono, że występowanie zarazy łodygowej jest zjawiskiem częstym. Obserwowano jej objawy średnio na 69,1% plantacji. Częstość występowania zarazy łodygowej ziemniaka nie była związana z tempem rozwoju zarazy na liściach. Łodygowa forma choroby pojawiała się częściej w okresach letnich z niższą sumą opadów w czerwcu i lipcu. Jej występowanie było związane z mikroklimatem występującym wewnątrz łanu ziemniaka.

Doświadczenia szklarniowe potwierdziły, że porażone łodygi odgrywają ważną rolę w obniżaniu plonu (od 11,2 do 42,9%) i zwiększaniu porażenia bulw zarazą. W doświadczeniach stwierdzono także, że kontaminowanie sadzeniaków zarodnikami jest mało skuteczną metodą zakażania roślin w porównaniu z opryskiwaniem zawiesiną zarodników.