

Risk of horticultural plants by *Phytophthora* species

Zagrożenie upraw ogrodnich przez gatunki rodzaju *Phytophthora*

Leszek B. Orlikowski¹, Magdalena Ptaszek¹, Aleksandra Trzewik¹, Teresa Orlikowska¹,
Grażyna Szkuta², Beata Mieszka¹, Czesław Skrzypczak¹

Summary

Among pathogens occurring in hardy ornamental nursery stocks and under cover *Phytophthora* species are the most dangerous causing stem base, root rot and on some plants tip blight. The pathogens are mainly spread with plant materials, soil, substratum and water. Losses caused by some species varied from a few to even 100%. *P. cinnamomi*, *P. citrophthora*, *P. cryptogea*, *P. plurivora* and *P. palmivora* are the most often detected species on plants, in soil and substrata as well as in water. In rivers, nursery canals and water pond 9 *Phytophthora* species were found with a dominance of *P. plurivora*. Healthy seedlings and cuttings, removal of plants with the first disease symptoms, instalation of sand filters, spraying or drenching of plants with metalaxyl or fosethyl AL with fenamidon effectively reduce the occurrence of *Phytophthora* in HNS and on plants grown under cover.

Key words: *Phytophthora*, sources, menace, occurrence, water, control

Streszczenie

Wśród patogenów występujących w szkółkach pojemnikowych oraz w uprawie roślin pod osłonami, gatunki *Phytophthora* są najgroźniejszymi czynnikami chorobotwórczymi, powodującymi zgniliznę podstawy pędu i korzeni oraz zarzę wierzchołków pędów. Są one głównie rozprzestrzeniane z: materiałem roślinnym, glebą lub podłożem oraz z wodą. Straty powodowane przez niektóre gatunki wahają się od kilku do nawet 100%. *P. cinnamomi*, *P. citrophthora*, *P. cryptogea*, *P. plurivora* i *P. palmivora* są najczęściej wykrywanymi gatunkami w: porażonym materiale roślinnym, glebie, substracie oraz w wodzie. W rzekach, kanałach szkółkarskich oraz w zbiornikach wodnych wykryto dotychczas 9 gatunków *Phytophthora* z dominacją *P. plurivora*. Zdrowe siewki i sadzonki, usuwanie roślin z pierwszymi objawami chorobowymi, instalacja filtrów piaskowych oraz stosowanie metalaksylu i fosetylu glinowego z fenamidonem drastycznie ograniczają występowanie fytoftorazy.

Słowa kluczowe: *Phytophthora*, źródła, zagrożenie, występowanie, woda, ochrona

¹Instytut Ogrodnictwa
Konstytucji 3 Maja 1/3, 96-100 Skierniewice
leszek.orlikowski@inhort.pl

²Główny Inspektorat Ochrony Roślin i Nasiennictwa
Centralne Laboratorium
Żwirki i Wigury 73, 87-100 Toruń

Wstęp / Introduction

Często zadajemy sobie pytanie dotyczące występowania gatunków rodzaju *Phytophthora* w przeszłości. Taką z pewnością jest informacja J.N. Kurowskiego z roku 1847 o występowaniu *P. infestans* na ziemniakach. Badania prowadzone w pierwszych latach 21. wieku przez Orlikowskiego i wsp. (2003, 2004a, b, c, 2006a), Oszako i Orlikowskiego (2004, 2005, 2008) oraz Oszako i wsp. (2007) nad zasiedlaniem siewek i drzew leśnych przez patogeny wykazały, że mimo naturalnych warunków i stosunkowo niewielkiej ingerencji człowieka, z większości analizowanych roślin wyizolowano *Phytophthora* spp. Prawdopodobnie, niektóre gatunki tego rodzaju występowały w lasach od bardzo dawna, a rozprzestrzeniał je głównie człowiek i zwierzyna leśna. Wyniki badań z minionego 5-lecia potwierdziły, że również woda jest najpowszechniejszym i najszybszym źródłem rozprzestrzeniania czynników chorobotwórczych w regionie, kraju, a nawet na kontynencie (Milgroom i Peever 2003). Ostatnim przykładem rozprzestrzenienia *Phytophthora* z wodą jest *P. alni*, sprawca zgnilizny podstawy pnia olszy, gatunek wykryty po raz pierwszy w Wielkiej Brytanii, a następnie we Francji (Gibbs 1995; Streito i wsp. 2002). W kolejnych 5 latach został stwierdzony w Europie od Grecji po Skandynawię (Cech 2004), w tym również w Polsce (Orlikowski i wsp. 2003). Baker i Matkin (1978) stwierdzili, że wśród mikroorganizmów zasiedlających wodę, najczęściej występują gatunki tworzące zarodnie pływkowe i zarodniki pływkowe, a wśród nich *Phytophthora* spp. Nie ma wątpliwości, iż lokalny i międzynarodowy obrót materiałem roślinnym, już w czasach prehistorycznych, ale i obecnie (Brasier 2008), był i jest istotnym oraz rosnącym w ostatnich latach powodem rozprzestrzeniania organizmów chorobotwórczych, w tym również inwazyjnych. Badania Orlikowskiego i wsp. (2005, 2008) oraz Orlikowskiego i Szkuty (2002a) wykazały, że wśród nich najgroźniejszymi są gatunki *Phytophthora*. Najlepszym przykładem jest wystąpienie w Irlandii, w połowie 19. wieku, zarazy ziemniaczanej (*P. infestans*), która spowodowała śmierć głodową 1,5 mln ludzi oraz masową emigrację Irlandczyków (Gómez-Alpizar i wsp. 2006). W ostatniej dekadzie 20. wieku znanych było około 60 gatunków *Phytophthora*. Pojawienie się w Europie zarazy wierzchołków różaneczników, a w Kalifornii masowego zamierania dębów, których sprawcą jest *P. ramorum* (Orlikowski i Wiejacha 2005) spowodowało, iż rządy niektórych krajów europejskich oraz USA zainteresowały się tym problemem z obawy rozszerzenia się choroby i przeznaczyły znaczne kwoty na dalsze badania. Efektem tego było opracowanie szybkich metod wykrywania i identyfikacji nowych patogenów roślin. Obecnie znanych jest około 160 gatunków tego rodzaju, a zdaniem Brasiera (2008) jest ich około 500. Obawa przed zawlecaniem nowych organizmów chorobotwórczych do Europy i ich rozprzestrzeniania się, była powodem zorganizowania w Polsce pierwszej międzynarodowej konferencji poświęconej nowym, inwazyjnym gatunkom oraz międzynarodowemu obrotowi materiałem roślinnym (Evans i Oszako 2007). Jednym z jej osiągnięć było powołanie grupy do spraw *Phytophthora*, w skład której weszli przedstawiciele 20 krajów.

W Polsce, w drugiej połowie lat 60. XX wieku pierwsze badania nad *P. cactorum*, sprawcą pierścieniowej zgnilizny podstawy pnia jabłoni, prowadzili Bielenin i Borecki (1970). W tym samym czasie w nasadzeniach gerbery pod osłonami, uprawianej początkowo na bazie sadzonek importowanych z Holandii, pojawił się gatunek *P. cryptogea* (Orlikowski 1978). Przez co najmniej 20 lat, tj. do czasu wprowadzenia do uprawy gerbery z rozmnażania *in vitro*, gatunek ten powodował straty dochodzące do 50%. Następnie stwierdzono go na roślinach doniczkowych, w tym pachypodium i siningii (Orlikowski 1993), a także w szkółkach pojemnikowych (Orlikowski i wsp. 1995). Lata 90. XX wieku i pierwsze 10-lecie XXI wieku, to często masowe wprowadzanie do polskich upraw pod osłonami i w polu siewek, sadzonek oraz nowych gatunków i odmian roślin pochodzących z importu. Spowodowało to zawleczenie nowych dla naszych warunków gatunków *Phytophthora* w tym: *P. cambivora*, *P. capsici*, *P. cinnamomi*, *P. citricola*, *P. citrophthora*, *P. gonapodyides*, *P. megasperma*, *P. nicotianae*, *P. palmivora*, *P. ramorum*, *P. syringae*, *P. tropicalis* (Orlikowski i wsp. 2005, 2006, 2008).

Celem niniejszej pracy jest: (1) wskazanie na źródła *Phytophthora* spp. w Polsce, (2) zagrożenia roślin powodowane przez tę grupę patogenów, (3) ich rozprzestrzenianie się w kraju oraz (4) możliwości minimalizacji strat przez nie powodowanych.

Źródła gatunków *Phytophthora* w Polsce / Source of *Phytophthora* species in Poland

Niewątpliwie najważniejszym źródłem tej grupy patogenów jest importowany materiał roślinny przeznaczony do nasadzeń zarówno w polu, jak i pod osłonami. Świadczyć o tym mogą nazwy gatunkowe omawianych organizmów chorobotwórczych. *P. cinnamomi*, wyizolowany w 1922 roku z zamierającego drzewa cynamonowego na Sumatrze, a obecnie znany jako patogen ponad 3 tysięcy roślin żywicielskich (Brasier 2008). O jego pojawieniu się w Europie w latach 70. XX wieku świadczy, często masowe, zamieranie cyprysików w szkółkach holenderskich i francuskich (Van Stekelenburg 1974; Vegh i Bourgeois 1974). Vegh (1987) w monografii na temat patogenów występujących na roślinach drzewiastych, wymienia aż 9 gatunków rodzaju *Phytophthora*. Jest prawdopodobne, że większość z nich została zawleczona do naszego kraju razem z sadzonkami lub siewkami. Klasycznym tego przykładem jest wystąpienie w Polsce w połowie lat 60. XX wieku *P. cryptogea* (Orlikowski 1978), który pojawił się w nasadzeniach gerbery uprawianej w pierwszych kilku latach z sadzonek importowanych z Europy Zachodniej. Gatunek ten stwierdzono w polowej uprawie roślin w 3 szkółkach kontenerowych w 1993 roku, które bazowały na siewkach i sadzonkach pochodzących z importu (Orlikowski i wsp. 1995). W tym samym czasie na tym materiale rozprzestrzeniono na szerszą skalę *P. cinnamomi* i *P. citricola* (Orlikowski i wsp. 1995). Koniec 20. wieku i pierwsze lata 21. wieku to pojawienie się w kraju: *P. capsici*, *P. citrophthora*, *P. palmivora* i *P. tropicalis* (Orlikowski i Szkuta 2006; Orlikowski i wsp. 2006).

Tabela 1. Wzrost zagrożenia roślin przez niektóre gatunki *Phytophthora*
Table 1. Increase in plant risk by some *Phytophthora* species

Gatunki – Species <i>Phytophthora</i>	Lata detekcji i liczba roślin żywicielskich dla poszczególnych gatunków Detection years and number of new host plants for <i>Phytophthora</i> species				
	1964–1986	1987–1990	1994	1995–2000	2001–2010
<i>Phytophthora cactorum</i>	1	1	1	1	25
<i>P. cinnamomi</i>	–	–	3	6	30
<i>P. citrophthora</i>	–	–	–	1	powyżej 30 over 30
<i>P. cryptogea</i>	1	3	5	7	powyżej 50 over 50
<i>P. palmivora</i>	–	–	–	3	10
<i>P. plurivora</i>	–	–	2	5	24

Nazwy gatunkowe wskazują na ich pierwszych, zidentyfikowanych gospodarzy, kolejno: paprykę, drzewo cytrusowe, palmę i roślinę tropikalną. Z kolei na krzewach i roślinach doniczkowych (difenbachia, sinergia, peperomia, zamiokulkas) przeniesiono *P. nicotianae* (Orlikowski 1981; Orlikowski i wsp. 2001). Prawdopodobnie na nowych, importowanych odmianach różanecznika wprowadzono do kraju *P. ramorum*. Gatunek ten w pierwszych latach 21. wieku stwierdzono również na borówce brusznicy, fotinii, pierisie, różanecznikach oraz wrzosach (Orlikowski i Szkuta 2002b, 2004).

O rozprzestrzenianiu gatunków *Phytophthora* na siewkach i sadzonkach w obrębie kraju może świadczyć przenoszenie do szkółek roślin ozdobnych materiału ze szkółek leśnych. Na tak szczepionych siewkach stwierdzano występowanie na buku, jesionie, sosnach i świerkach gatunku *P. plurivora* (Orlikowski i wsp. 2010a).

Rzadko wymienianym źródłem gatunków omawianego rodzaju są wysypiska chorych roślin – najczęściej uprawianych w pojemnikach, wyrzucanych razem z bryłą korzeniową i podłożem. W ciepłe i wilgotne dni na porażonych korzeniach i pędach tworzą się bardzo liczne zarodnie płytkowe, z których nawet przy niewielkich wahaniach temperatury uwalniają się zarodniki płytkowe. W czasie obfitych opadów deszczu, przy usytuowaniu takich wysypisk powyżej poziomu szkółki, zarodniki płytkowe wnoszone są na kwatery, gdzie dochodzi do zakażenia systemu korzeniowego roślin przerastającego przez otwory w pojemnikach.

Zarodniki płytkowe wypłukiwane z wysypisk chorych roślin, ale również z kwater, gdzie pojawiają się chore rośliny, w czasie podlewania szkółek oraz z wodą opadową mogą dostawać się do zbiorników wodnych usytuowanych na terenie gospodarstw lub do lokalnych cieków wodnych. Następnie, w czasie podlewania mogą być ponownie wnoszone do upraw (Orlikowski 2006a).

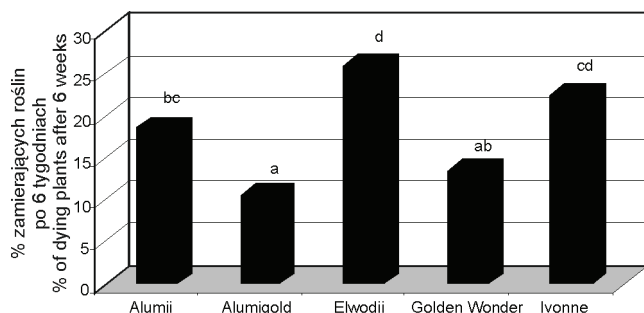
Omówione dane dotyczące wykrycia niektórych gatunków *Phytophthora* oraz liczbę roślin-gospodarzy przedstawiono w tabeli 1. W przypadku *P. cactorum* dopiero w minionych 10 latach ich liczba wzrosła z 1 do 18, podczas gdy dla *P. cinnamomi* i *P. citrophthora* powyżej 30. Najwięcej (powyżej 50) nowych roślin-gospodarzy w minionych 17 latach stwierdzono dla *P. cryptogea*, w tym głównie na roślin w uprawach pojemnikowych (tab. 1). Jest to zapewne związane z wyższą temperaturą

podłoża w pojemnikach aniżeli w glebie, co stymuluje rozwój tego patogenu.

Zagrożenie upraw ogrodnich przez gatunki *Phytophthora* / Risk of horticultural plants by *Phytophthora* species

Van Stekeelenberg (1974), pisząc o stratach w szkółkach holenderskich, powodowanych przez *P. cinnamomi* podaje, że ubytki roślin w nasadzeniach cyprysika Lawsona dochodziły nawet do 100%. Po upływie prawie 40 lat, mimo bardzo dużego postępu w ochronie roślin, nadal dochodzi do znacznych strat powodowanych przez ten gatunek. Ten sam gatunek jest przyczyną masowego zamierania lasów w Australii (Newhook i Podger 1972). Zidentyfikowany na początku obecnego stulecia *P. ramorum*, sprawca nagłego zamierania dębów kalifornijskich, spowodował ogromne straty, rozszerzając się w pasie nadmorskim z Kalifornii aż do Kanady (Orlikowski i Wiejacha 2005). Nieoszacowane są do końca straty powodowane przez podgatunki *P. alni*. Gibbs i wsp. (1999) oraz Streito i wsp. (2002) stwierdzili, że co najmniej 50% drzew zamiera nad brzegami rzek w Wielkiej Brytanii i we Francji. Przykładem bardzo dużego zagrożenia upraw ogrodnich w Polsce, przez *Phytophthora* spp. mogą być rośliny ozdobne. W latach 1964–1984, aż do wprowadzenia do uprawy sadzonek gerbery i niektórych roślin doniczkowych rozmnażanych *in vitro*, straty z powodu zgnilizny podstawy pędu (*P. cryptogea*) dochodziły do 50%. W uprawach niektórych bylin gatunek ten może powodować ich wypadanie nawet w 60% (Orlikowski i Ptaszek, dane niepublikowane). Obserwacje zdrowotności 5 odmian cyprysika Lawsona, przeprowadzone w 2011 roku wykazały, że już po 6 tygodniach uprawy objawy chorobowe wykazywało od około 10 do 25% roślin, a sprawcą był *P. cinnamomi* (rys. 1). Gatunek ten, obok *P. plurivora*, może być przyczyną strat dochodzących do 30% w uprawach roślin wrzosowatych (Orlikowski i Szkuta 2002c). Nie jest to tylko problem w Polsce, o czym świadczy zdrowotność importowanych różaneczników, spośród których nawet do 20% roślin nie nadaje się do obrotu handlowego z powodu zamierania pędów (Orlikowski, dane niepublikowane). Zawleczony do kraju w minionym 15-leciu *P. citrophthora* jest przyczyną

strat dochodzących do 20% w nasadzeniach bukszpanu, lilaka, pierisa, sośnicy (Orlikowski i Szkuta 2001; Orlikowski i wsp. 2009; Orlikowski i Ptaszek 2010b), a ostatnio również barwinka (Orlikowski i wsp. 2011a). W produkcji storczyków pod osłonami (Orlikowski i Szkuta 2006), w tym zwłaszcza falenopsisu, straty z powodu plamistości liści i zgnilizny podstawy pędu (*P. palmivora*) dochodzą nawet do 20%.



Średnie w kolumnach, oznaczone tą samą literą, nie różnią się istotnie (5%) według testu Duncan
Means in columns, followed by the same letter, do not differ according to Duncan's multiple range test

Rys. 1. Zagrożenie nasadzeń odmian cyprysika Lawsonia (*Ch. lawsoniana*) w szkółce kontenerowej w 2011 roku przez *P. cinnamomi* po 6 tygodniach od sadzenia

Fig. 1. The risk of Lawson cypress (*Ch. lawsoniana*) in hardy nursery stock in 2011 by *P. cinnamomi* 6 weeks after planting

Występowanie gatunków *Phytophthora* w Polsce w minionym 50-leciu / Occurrence of *Phytophthora* species in Poland in past fifty years

W Polsce, w latach 60. XX wieku, rozpoczęto badania nad występowaniem *Phytophthora*. Do izolacji tej grupy patogenów stosowano najczęściej pożywkę PDA (Potato Dextrose Agar) lub LBA (Lima Bean Agar), na którą wykładano odkażone fragmenty tkanek pobieranych najczęściej z pogranicza zdrowych i porażonych części roślin, w tym głównie podstawy pędu i korzeni. Przy izolacji gatunków tego rodzaju z gleby/podłoża jako pułapkę stosowano również zielone owoce (Bielenin i Borecki 1970). W pierwszej dekadzie XXI wieku do wykrywania *Phytophthora* z: podłoża, gleby i wody, wprowadzono powszechnie pułapki roślinne, w tym głównie liście różanecznika (Orlikowski i wsp. 2011b). Wyizolowane kultury oznaczano do gatunku metodami klasycznymi, a w minionym 20-leciu do wykrywania i identyfikacji *Phytophthora* wprowadzono również techniki molekularne.

Alfabetyczny wykaz gatunków *Phytophthora* stwierdzonych w Polsce, w latach 1968–2010 oraz wybranych żywicieli przedstawiono w tabeli 2. Pierwszymi gatunkami stwierdzonymi w kraju były: *P. cactorum* i *P. cryptogea* (Bielenin i Borecki 1970; Orlikowski 1978). Pierwszy z nich, obok jabłoni, stwierdzono w pierwszym 10-leciu XXI wieku, na 23 roślinach-gospodarzach (Orlikowski i Ptaszek 2010a; Orlikowski i wsp. 2010c, e; Meszka i Bielenin 2011). Drugi z gatunków przez 35 lat występował tylko na roślinach ozdobnych uprawianych pod osłonami, ale już w 1993 roku stwierdzono go na roślinach

iglastych, liściastych i bylinach (Orlikowski i wsp. 1995; Orlikowski i Ptaszek 2007). W 2008 roku *P. cryptogea* wyizolowano z pomidorów uprawianych w wełnie mineralnej jako przyczynę zgnilizny korzeni (Ptaszek i Orlikowski 2008).

P. cambivora stwierdzono po raz pierwszy na klonie pensylwańskim jako przyczynę zgnilizny podstawy pnia (Orlikowski i wsp. 2002), a następnie na buku, irdze i olszy (Orlikowski i Oszaiko 2005; Orlikowski i wsp. 2006a; Ptaszek i wsp. 2010). W 2003 roku, *P. capsici* wyizolowano tylko z porażonych pędów scindapsusa (Orlikowski, dane niepublikowane). Z kolei *P. cinnamomi* jest gatunkiem notowanym w kraju bardzo często na licznej grupie roślin żywicielskich. Po raz pierwszy patogena stwierdzono na cyprysiku Lawsona (Orlikowski i wsp. 1995), a w następnych latach na roślinach iglastych, liściastych, wrzosowatych, bylinach i nawet w niektórych uprawach doniczkowych (Orlikowski i Valiuskaite 2007; Orlikowski i wsp., dane niepublikowane).

P. citrophthora to gatunek notowany w minionym 10-leciu w uprawach polowych (tab. 2), a w tym na bylinach, roślinach iglastych i liściastych, jak i w niektórych uprawach doniczkowych (Oszaiko i Orlikowski 2004; Szkuta 2004; Orlikowski i Szkuta 2005; Orlikowski i Ptaszek 2008; Ptaszek 2008; Orlikowski i wsp. 2009, 2010b).

P. citricola zauważono po raz pierwszy na różaneczniku, a następnie innych roślinach wrzosowatych, iglastych, liściastych i niektórych bylinach (Orlikowski i wsp. 1995; Orlikowski i Szkuta 2003; Orlikowski i wsp. 2004a, c, d; Ptaszek i Orlikowski, dane niepublikowane). Jung i Burgess (2009) na podstawie przeprowadzonych badań przeklasyfikowali ten gatunek występujący na roślinach drzewiastych, jako *P. plurivora*.

P. nicotianae wyizolowany pod koniec 20. wieku z kilku gatunków roślin doniczkowych, a w minionych kilku latach z kalanchoe i zamiokulkasa, stwierdzono również na aukubie (Orlikowski i wsp. 2001; Orlikowski i Ptaszek, dane niepublikowane).

Gatunek *P. gonapodyides*, izolowany z niektórych gatunków roślin i z wody, uważany jest za saprotrofa.

Woda jako miejsce bytowania *Phytophthora* spp. / Water as the *Phytophthora* species environment

Zagadnieniem występowania *Phytophthora* w wodzie zajęto się po przeprowadzeniu badań nad występowaniem gatunków tego rodzaju w lasach oraz szkółkach leśnych i ozdobnych. W wielu tych obiektach, mimo bazowania na własnym materiale rozmnożeniowym, stwierdzano występowanie *Phytophthora* spp. Czynnikiem inspirującym do podjęcia badań nad rolą wody w rozprzestrzenianiu gatunków *Phytophthora* było pojawienie się w szkółkach objawów zamierania wierzchołków pędów roślin iglastych, często na wysokości kilku metrów od powierzchni gleby/podłoża. Analiza mikologiczna porażonych tkanek wykazała, że sprawcą choroby jest *P. plurivora* (Orlikowski 2006a). Po zbadaniu źródła, z którego pobierano wodę do podlewania roślin w formie zraszania okazało się, że występuje w niej ten gatunek. W niniejszym opracowaniu przedstawiono występowanie *Phytophthora* spp.

Tabela 2. Niektóre gatunki *Phytophthora* wykryte w Polsce i ich rośliny żywicielskie w uprawach polowych
 Table 2. Some *Phytophthora* species detected in Poland in HNS and their host plants

Gatunek <i>Phytophthora</i> <i>Phytophthora</i> species	Pierwsza detekcja First detection	Rośliny–gospodarze Host plants
<i>Phytophthora alni</i> Brasier et S.A. Kirk subsp. <i>alni</i>	2002	<i>Alnus glutinosa</i>
<i>P. cactorum</i> (Lebert et Cohn) J. Schrot	1968	<i>Acer saccharum</i> , <i>Alnus glutinosa</i> , <i>Begonium sempervirens</i> , <i>Chamaecyparis lawsoniana</i> , <i>Fagus sylvatica</i> , <i>Fragaria vesca</i> , <i>Fraxinus excelsior</i> , <i>Larix europea</i> , <i>Malus domestica</i> , <i>Pelargonium grandiflorum</i> , <i>Photinia fraseri</i> , <i>Pinus sylvestris</i> , <i>Picea abies</i> , <i>Picea alba</i> , <i>Picea excelsa</i> , <i>Pinus sylvestris</i> , <i>Prunus cerasus</i> , <i>P. persica</i> , <i>Quercus robur</i> , <i>Ribes aureum</i> , <i>Rhododendron</i> spp., <i>Ribes grossularia</i> , <i>Sorbus aucuparia</i> , <i>Tilia</i> spp.
<i>P. cambivora</i> Petri Buisman	2003	<i>Abies concolor</i> , <i>Acer saccharum</i> , <i>Acer pensylvanicum</i> , <i>Acer platanoides</i> , <i>Aesculus hippocastanum</i> , <i>Alnus glutinosa</i> , <i>Castanea sativa</i> , <i>Cotoneaster dammeri</i> , <i>C. suecicus</i> , <i>Fagus sylvatica</i>
<i>P. cinnamomi</i> Rands	1993	<i>Abies alba</i> , <i>Alnus glutinosa</i> , <i>Andromeda polifolia</i> , <i>Azalia japonica</i> , <i>Berberis</i> spp., <i>Calluna vulgaris</i> , <i>Chamaecyparis lawsoniana</i> , <i>Ch. obtusa</i> , <i>Daboecia cantabrica</i> , <i>Erica carnea</i> , <i>Empetrum nigrum</i> , <i>Hebe imbricata</i> , <i>Ilex aquifolium</i> , <i>Kalmia angustifolia</i> , <i>Lavandula angustifolia</i> , <i>Ledum palustre</i> , <i>Microbiota decussata</i> , <i>Pinus mugho</i> var. <i>pumilo</i> , <i>P. nigra</i> , <i>P. sylvestris</i> , <i>Podocarpus alpinus</i> , <i>Quercus robur</i> , <i>Rhododendron</i> spp., <i>Syringa vulgaris</i> , <i>Taxus baccata</i> , <i>Thuja occidentalis</i> , <i>Vaccinium corymbiferum</i> , <i>V. vitis-idaea</i>
<i>P. citrophthora</i> (R.E. Sm et E.H. Sm.) Leonian	2002	<i>Abies alba</i> , <i>Berberis</i> spp., <i>Buxus sempervirens</i> , <i>Erica carnea</i> , <i>Euonymus</i> spp., <i>Forsythia intermedia</i> , <i>Fothergilla intermedia</i> , <i>Lavandula angustifolia</i> , <i>Ligustrum vulgare</i> , <i>Picea abies</i> , <i>Pieris japonica</i> , <i>Pinus sylvestris</i> , <i>Rhododendron</i> spp., <i>Sciadopites verticillate</i> , <i>Sorbus aucuparia</i> , <i>Syringa vulgaris</i> , <i>Vinca minor</i> , byliny – perennials
<i>P. cryptogea</i> Pethybr. et Laff.	1993	<i>Abies alba</i> , <i>Abies concolor</i> , <i>Chamaecyparis lawsoniana</i> , <i>Clematis</i> spp., <i>Forsythia intermedia</i> , <i>Gypsophilla paniculata</i> , <i>Juniperus media</i> , <i>Picea glauca</i> , <i>Rhododendron</i> spp., <i>Thuja occidentalis</i> , <i>Vinca minor</i> , byliny – perennials
<i>P. nicotianae</i> Breda de Haan var. <i>nicotianae</i>		<i>Acuba crotonifolia</i> , <i>Gaultheria procumbens</i> , <i>Skimmia japonica</i>
<i>P. plurivora</i>	1993	<i>Abies alba</i> , <i>A. concolor</i> , <i>Alnus glutinosa</i> , <i>Azalea</i> spp., <i>Buxus sempervirens</i> , <i>Calluna vulgaris</i> , <i>Chamaecyparis lawsoniana</i> , <i>Ch. obtusa</i> , <i>Erica carnea</i> , <i>Fagus sylvatica</i> , <i>Fraxinus excelsior</i> , <i>Forsythia intermedia</i> , <i>Microbiota decussata</i> , <i>Picea abies</i> , <i>Picea glauca</i> , <i>Picea omorica</i> , <i>Pinus</i> spp., <i>Prunus cerasus</i> , <i>Rhododendron</i> spp., <i>Quercus robur</i> , <i>Taxus baccata</i> , <i>Thuja occidentalis</i> , <i>Thuja plicata</i> , <i>Vaccinium vitis-idaea</i>
<i>P. ramorum</i>	2000	<i>Calluna vulgaris</i> , <i>Pieris japonica</i> , <i>Photinia fraseri</i> , <i>Rhododendron</i> spp., <i>Vaccinium vitis-idaea</i>

Tabela 3. Gatunki *Phytophthora* wykryte w Polsce w uprawach pod osłonami i ich rośliny żywicielskie
 Table 3. *Phytophthora* species detected in Poland from plants grown under cover and their host plants

Gatunek <i>Phytophthora</i> <i>Phytophthora</i> species	Pierwsza detekcja First detection	Rośliny gospodarze Host plants
1	2	3
<i>Phytophthora cactorum</i>	2008	<i>Begonia x hybrida</i> , <i>Cymbidium</i> sp., <i>Pelargonium grandiflorum</i> , <i>Viola wittrockiana</i>
<i>P. capsici</i>	2002	<i>Epipremnum aureum</i>
<i>P. cinnamomi</i>	1998	<i>Cissus striata</i> , <i>Hedera helix</i> , <i>Lavandula angustifolia</i> , <i>Muehlenbeckia axillaris</i>
<i>P. citrophthora</i>	2003	<i>Hedera helix</i> , <i>Kalanchoe blassfeldiana</i> , <i>Lavandula angustifolia</i>
<i>P. cryptogea</i>	1964	<i>Alstroemeria x hybrida</i> , <i>Campanula</i> sp., <i>Euphorbia pulcherrima</i> , <i>Gerbera jamesonii</i> , <i>Gypsophilla paniculata</i> , <i>Lycopersicon esculentum</i> , <i>Pachypodium lameri</i> , <i>Sinningia x hybrida</i>

1	2	3
<i>P. nicotianae</i> var. <i>nicotianae</i>	1981	<i>Anthurium andreanum</i> , <i>Dianthus caryophyllus</i> , <i>Kalanchoe blassfeldiana</i> , <i>Sinningia x hybrida</i> , <i>Strelitzia reginae</i> , <i>Zamioculcas zamiifolia</i>
<i>P. palmivora</i>	1996	<i>Dendrobium nobile</i> , <i>Dendrobium</i> sp., <i>Dieffenbachia maculata</i> , <i>Dracena marginata</i> , <i>Fatsyhedera lizei</i> , <i>Hedera helix</i> , <i>Peperomia obtusifolia</i> , <i>P. rotundifolia</i> , <i>Phalaenopsis lueddemanniana</i>
<i>P. plurivora</i>	2008	<i>Pelargonium grandiflorum</i>
<i>P. tropicalis</i>	2005	<i>Epipremnum aureum</i> , <i>Hedera helix</i>

Tabela 4. Gatunki *Phytophthora* spp. wykryte w wodzie, w zależności od jej źródła i terminów detekcjiTable 4. *Phytophthora* species detected from water in relation to its source and isolation period

Źródła wody Source of water	Kwartaly – Quarters 2008			
	I	II	III	IV
Rzeki Rivers	<i>P. lacustris</i> <i>P. plurivora</i>	<i>P. citrophthora</i> <i>P. lacustris</i> <i>P. plurivora</i>	<i>P. cactorum</i> <i>P. cinnamomi</i> <i>P. plurivora</i>	<i>P. cinnamomi</i> <i>P. plurivora</i>
Kanały w szkółkach pojemnikowych Nursery canals	<i>P. citrophthora</i> <i>P. megasperma</i> <i>P. plurivora</i>	<i>P. cambivora</i> <i>P. megasperma</i> <i>P. plurivora</i>	<i>P. citrophthora</i> <i>P. cryptogea</i> <i>P. megasperma</i> <i>P. plurivora</i>	<i>P. megasperma</i> <i>P. plurivora</i>
Zbiornik w szkółce Nursery water pond	<i>P. citrophthora</i> <i>P. plurivora</i>	<i>P. cambivora</i> <i>P. citrophthora</i> <i>P. cryptogea</i> <i>P. plurivora</i>	<i>P. cambivora</i> <i>P. cryptogea</i> <i>P. plurivora</i>	<i>P. plurivora</i>

w zależności od źródła wody oraz terminu izolacji patogena (tab. 4). Uzyskane wyniki oparte są na analizie co najmniej 3 rzek, kanałów w szkółkach oraz zbiorników wodnych. Dane wskazują, że w wodzie stwierdzono występowanie, co najmniej 9 gatunków *Phytophthora*, z dominacją *P. plurivora*. Gatunek ten stwierdzono w każdym z badanych źródeł wody oraz wykrywano go w ciągu całego roku (tab. 4). W I kwartale, a więc w warunkach temperatury wody nieprzekraczającej 12°C, stwierdzono w 3 źródłach występowanie 5 gatunków, w II kwartale – 6, w III – 7, a w IV – 3. *P. citrophthora* wykrywano we wszystkich źródłach wody, *P. cinnamomi* tylko w rzekach w III i IV kwartale, natomiast *P. cambivora* i *P. cryptogea* w kanałach i zbiornikach w II i III kwartale (tab. 4). Są to więc gatunki związane ściśle z określonymi szkółkami, w których w przypadku wystąpienia fytoftorazy, zarodniki pływające sypią się z nadmiarem wody do zraszania lub/i z wodą opadającą do kanałów i zbiorników usytuowanych w najniższych miejscach obiektów szkółkarskich. Badania nad kolonizacją organów roślinnych przez izolaty różnych gatunków *Phytophthora* wykrytych w wodzie wskazują na ich chorobotwórczość (Orlikowski i wsp. 2010d; Ptaszek i wsp. 2011). Nie ulega wątpliwości, że w programie ochrony roślin przed fytoftorą należy uwzględnić również źródła wody, z których pobiera się ją do podlewania z uwzględnieniem najgroźniejszych z nich, tj.: *P. cinnamomi*, *P. citrophthora*, *P. cambivora*, *P. cryptogea* i *P. plurivora*.

Możliwości ograniczenia strat powodowanych przez gatunki *Phytophthora* / Possibilities of losses minimisation caused by *Phytophthora* species

Niewątpliwie najistotniejsza będzie tu integrowana ochrona z uwzględnieniem znajomości epidemiologii gatunków *Phytophthora*, nabywanie materiału do nasadzeń w certyfikowanych obiektach lub jego produkcja we własnym gospodarstwie, usuwanie pojemników z porażonymi roślinami po zauważeniu pierwszych symptomów choroby, a w szkółkach gruntowych wykopywanie porażonych roślin z dużą bryłą ziemi i ich palenie oraz odkażanie zakażonego podłoża, najlepiej poprzez parowanie. Dotyczy to również sadów i plantacji jagodowych. W przypadku pobierania wody z lokalnych cieków i zbiorników wodnych, konieczne jest jej okresowe badanie na obecność gatunków *Phytophthora* przy zastosowaniu metody pułapkowej (Orlikowski i wsp. 2011b). Jeśli występują w niej gatunki zagrażające określonym roślinom lub ich grupie, konieczne jest jej odkażanie promieniami UV, chlorowanie, ozonowanie, instalacja filtrów piaskowych (Skimina 1992; Jamart 1998; Wohanka 1999; Cohn i Hong 2003; Hong i wsp. 2003; Ufer i wsp. 2005). W uprawach, gdzie wystąpiła fytoftoraza, po zidentyfikowaniu czynnika chorobotwórczego, należy opryskać lub podlać rośliny, stosując środki zawierające metalaksyl, fosetyl glinowy lub ten związek z dodatkiem fenamidonu oraz stymulator rozwoju roślin Actifos (Bielenin 2002; Orlikowski 2004,

2006b; Korzeniowski i Orlikowski 2008; Muszyńska i Orlikowski 2010; Wieczorek i wsp. 2010).

Wnioski / Conclusions

1. W uprawie roślin ozdobnych gatunki *Phytophthora* należą do najgroźniejszych patogenów glebowych, jako przyczyna zgnilizny podstawy pędu i korzeni. W grupie tej: *P. citrophthora*, *P. plurivora* i *P. ramorum*, są również czynnikami powodującymi zarazę pędów.
2. W uprawach polowych do najgroźniejszych należą gatunki: *P. cinnamomi*, *P. citrophthora*, *P. cambivora*, *P. cryptogea* i *P. plurivora*, podczas gdy pod osłonami: *P. palmivora*, *P. cactorum*, *P. nicotianae*.
3. W sadach i na plantacjach jagodowych wzrasta zagrożenie przez *P. cactorum*, ale również przez *P. plurivora*.
4. Poza stwierdzeniem *P. cryptogea* w uprawie pomidorów w warstwie mineralnej, jako przyczyny zgnilizny korzeni, w uprawach warzyw brak danych o ich zagrożeniu przez omawianą grupę patogenów. Jednakże

dane z piśmiennictwa zagranicznego wskazują na warzywa, jako bardzo licznych roślin-gospodarzy dla omawianego rodzaju.

5. W zależności od miejsca uprawy, rośliny-gospodarza oraz gatunku *Phytophthora*, straty wahają się od kilku do nawet 100%.
6. Źródłem *Phytophthora* spp. mogą być siewki i sadzonki, podłoże i gleba, woda pobierana z lokalnych cieków i zbiorników oraz wysypiska chorych roślin.
7. Coraz większe zagrożenie, jako źródło tej grupy patogenów, stanowi woda, w której, niezależnie od jej pochodzenia, stwierdzono 9 gatunków *Phytophthora*.
8. W przypadku pojawienia się fytoftorazy w nasadzeniach, poza usuwaniem roślin z pierwszymi objawami choroby, używaniem do podlewania wody wolnej od *Phytophthora* spp., należy zastosować do opryskania lub podlania środki zawierające metalaksyl, fosetyl glinowy z fenamidonem lub Actifos.

Literatura / References

- Baker K.F., Matkin O.A. 1978. Detection and control of pathogens in water. Ornamentals Northwest Newsletter 2 (2): 2–14.
- Bielenin A. 2002. Grzyby z rodzaju *Phytophthora* w uprawach sadowniczych: występowanie, szkodliwość i zwalczanie. Zesz. Nauk. Instytutu Sadownictwa i Kwiaciarnictwa, Monografie i Rozprawy, 78 ss.
- Bielenin A., Borecki Z. 1970. Zgnilizna pierścieniowa podstawy pnia drzew owocowych powodowana przez grzyb *Phytophthora cactorum* (Leb. et Cohn) Schroet. Acta Agrobot. 23: 353–366.
- Brasier C.M. 2008. The biosecurity threat to the UK and global environment from international trade plants. Plant Pathol. 57: 792–808.
- Cech Th.L. 2004. Development and spread of the *Phytophthora* disease of alders in Austria. p. 31. In: Proc. 3rd IUFRO Working Party „*Phytophthora* in forest and natural ecosystems”. Freising, Germany, 11–17.09.2004, 112 pp.
- Cohn D.R., Hong C.X. 2003. Efficacy of ultraviolet irradiance for disinfecting recycled irrigation water. 2002 Potomac Division Meeting Abstracts. Phytopathology 93 (6) (Supplement), p. 123.
- Evans H.F., Oszako T. 2007. Alien Invasive Species and International Trade. International Union of Forest Research Organizations. Wyd. Instytutu Badawczego Leśnictwa, Warszawa, 179 pp.
- Gibbs J.N. 1995. *Phytophthora* root disease of alder in Britain. Bull. OEPP/EPPO Bull. 25 (4): 661–664.
- Gibbs J.N., Lipscombe M.A., Peace A.J. 1999. The impact of *Phytophthora* disease on riparian populations of common alder (*Alnus glutinosa*) in southern Britain. Eur. J. For. Pathol. 29: 39–50.
- Gómez-Alpizar L., Carbone I., Ristaino J.B. 2006. An andean origin of *Phytophthora infestans* inferred from mitochondrial and nuclear gene genealogies. Proc. National Academy of Sciences of the United States of America 104 (9): 3306–3311.
- Hong C.X., Richardson P.A., Kong P., Bush E.A. 2003. Efficacy of chlorine on multiple species of *Phytophthora* in recycled nursery irrigation water. Plant Dis. 87 (10): 1183–1189.
- Jamart G. 1998. Dezynfekcja pożywk w zamkniętych systemach uprawy roślin ogrodniczych. s. 9–14. W: Materiały Konferencji Szkółkarskiej „Rozmnażanie roślin ogrodniczych”. Skierniewice, 18–19.06.1998, 127 ss.
- Jung T., Burgess T.I. 2009. Re-evaluation of *Phytophthora citricola* isolates from multiple woody hosts in Europe and North America reveals a new species, *Phytophthora plurivora* sp. nov. Persoonia 22: 95–110.
- Korzeniowski M., Orlikowski L.B. 2008. Ochrona różanecznika przed fytoftorazą (*Phytophthora* spp.) środkami zawierającymi fosetyl glinowy, propamokarb i fenamidon. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 529: 35–39.
- Kurowski J.N. 1847. O nowo pojawionej chorobie kartofli zarazą zgniłą zwanej, oraz środkach, zgubnym jej skutkom zapobiegającym. Warszawa, 17 ss.
- Meszka B., Bielenin A. 2011. Agrest – nowym gospodarzem dla *Phytophthora cactorum*. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 51 (3): 1184–1187.
- Milgroom M.G., Peever T.L. 2003. Population biology of plant pathogens. Plant Dis. 87: 608–617.
- Muszyńska D., Orlikowski L.B. 2010. Wykorzystanie propamokarbu z fosylem glinowym w ochronie cyprysika i pelargonii przed *Phytophthora cinnamomi* i *Pythium ultimum*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 554: 113–118.
- Newhook F.J., Podger F.D. 1972. The role of *Phytophthora cinnamomi* in Australian and New Zealand forests. Annu. Rev. Phytopathol. 10: 299–326.
- Orlikowski L.B. 1978. The occurrence of *Phytophthora cryptogea* Pethybr. et Laff. in gerbera (*Gerbera jamesonii* Bolus) growing sites. Bull. Pol. Acad. Sci. 7: 495–498.
- Orlikowski L.B. 1981. Występowanie i zwalczanie fytoftorazy (*Phytophthora nicotianae* B. de Haan var. *nicotianae*) na syningii. Prace Inst. Sad., Seria B, 6: 127–135.
- Orlikowski L.B. 1993. *Phytophthora* stem rot of *Pachypodium lameri* and its control. Phytopathol. Pol. 5: 17–21.

- Orlikowski L.B. 2004. Chemical control of *Rhododendron* twig blight caused by *Phytophthora ramorum*. J. Plant Prot. Res. 44 (1): 41–46.
- Orlikowski L.B. 2006a. Relationship between source of water used for plant sprinkling and occurrence of *Phytophthora* shoot rot and tip blight in container-ornamental nurseries. J. Plant Prot. Res. 46 (2): 163–168.
- Orlikowski L.B. 2006b. Ochrona roślin ozdobnych w szkółkach pojemnikowych przed fytoftorą. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 46 (1): 358–365.
- Orlikowski L.B., Duda B., Szkuta G. 2004a. *Phytophthora citricola* on European beech and silver fir in Polish forest nurseries. J. Plant Prot. Res. 44 (1): 57–64.
- Orlikowski L.B., Duda B., Oszako T. 2004b. Występowanie *Phytophthora cactorum* na jarządzie zwyczajnym (*Sorbus aucuparia*) w szkółkach leśnych. Sylwan 148 (10): 67–72.
- Orlikowski L.B., Gabarkiewicz R., Skrzypczak Cz. 1995. *Phytophthora* species in Polish ornamental nurseries. I. Isolation and identification of *Phytophthora* species. Phytopathol. Pol. 9: 73–79.
- Orlikowski L.B., Jaworska-Marosz A., Szkuta G. 2002. Maple stem rot induced by *Phytophthora cambivora*. Phytopathol. Pol. 24: 17–26.
- Orlikowski L.B., Oszako T. 2005. *Phytophthora cambivora* on *Alnus glutinosa*: isolation and colonization of plants. J. Plant Prot. Res. 45 (4): 267–272.
- Orlikowski L.B., Oszako T., Duda B., Szkuta G. 2004c. Występowanie *Phytophthora citricola* na jesionie wyniosłym (*Fraxinus excelsior*) w szkółkach leśnych. Leśne Pr. Bad. 4: 129–136.
- Orlikowski L.B., Oszako T., Szkuta G. 2003. First record of alder *Phytophthora* in Poland. J. Plant Prot. Res. 43 (1): 33–40.
- Orlikowski L.B., Oszako T., Szkuta G. 2006a. First record of *Phytophthora* spp. associated with the decline of European beech stand in south-west Poland. Phytopathol. Pol. 42: 37–46.
- Orlikowski L.B., Oszako T., Szkuta G. 2009. *Phytophthora citrophthora* – nowy patogen roślin ozdobnych i leśnych w Polsce. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 49 (2): 686–690.
- Orlikowski L.B., Ptaszek M. 2007. *Phytophthora* spp. in Polish ornamental nurseries. I. Perennial plants, new hosts of *P. cryptogea*. J. Plant Prot. Res. 47 (4): 401–408.
- Orlikowski L.B., Ptaszek M. 2008. *Phytophthora cryptogea* and *P. citrophthora*; new pathogens of *Forsythia intermedia* in Polish ornamental hardy nursery stocks. J. Plant Prot. Res. 48 (4): 495–501.
- Orlikowski L.B., Ptaszek M. 2010a. *Begonia sempervirens* – nowy żywiciel dla *Phytophthora cactorum* w Polsce. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 50 (2): 673–677.
- Orlikowski L.B., Ptaszek M. 2010b. Narastające problemy występowania chorób w pojemnikowej produkcji roślin ozdobnych. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 50 (2): 678–686.
- Orlikowski L.B., Ptaszek M., Oszako T., Nowakowska J. 2010a. Nurseries as the source of *Phytophthora* spp. in forests and horticulture. p. 230. In: Materials „First Serbian Forestry Congress – Future with forests”. Belgrad, Serbia, 11–13 November 2010. Book of abstract, 306 pp.
- Orlikowski L.B., Ptaszek M., Snopczyńska K. 2010b. Różanecznik – nowa roślina żywicielska dla *Phytophthora citrophthora* w polskich szkółkach. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 554: 165–170.
- Orlikowski L.B., Ptaszek M., Trzewik A. 2011a. *Phytophthora* shoot blight of periwinkle in Polish hardy ornamental nursery stock. J. Plant Prot. Res. 51 (4): 448–453.
- Orlikowski L.B., Ptaszek M., Trzewik A. 2010c. *Pelargonium grandiflorum* – nowy gatunek żywicielski dla *Phytophthora cactorum* w Polsce. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 554: 153–157.
- Orlikowski L.B., Ptaszek M., Trzewik A., Orlikowska T. 2008. Increase of plant threat by *Phytophthora* species in Poland. Phytopathol. Pol. 48: 39–43.
- Orlikowski L.B., Ptaszek M., Trzewik A., Orlikowska T. 2011b. Przydatność pułapek liściowych do detekcji *Phytophthora* z wody. Sylwan 155 (7): 493–499.
- Orlikowski L.B., Ptaszek M., Trzewik A., Orlikowska T., Wojtkowska M. 2010d. Występowanie *Phytophthora* spp. w wodzie i chorobotwórczość wybranych izolatów *P. citricola* dla roślin. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 554: 159–164.
- Orlikowski L.B., Ptaszek M., Wojdyła A., Skrzypczak Cz. 2010e. First notice of aerial blight and crown rot on pansies in Poland. J. Plant Prot. Res. 50 (2): 233–237.
- Orlikowski L.B., Skrzypczak Cz., Szkuta G. 2001. Occurrence of *Phytophthora* root and foot rot of dieffenbachia, peperomia, and radermachera in Polish greenhouses. Phytopathol. Pol. 21: 109–117.
- Orlikowski L.B., Sroczyński M., Szkuta G. 2004d. First notice of *Phytophthora* tip blight of *Calluna vulgaris*. Phytopathol. Pol. 31: 67–71.
- Orlikowski L.B., Szkuta G. 2001. Dieback of *Pieris japonica* caused by *Phytophthora citrophthora*. Acta Mycol. 36 (2): 251–256.
- Orlikowski L.B., Szkuta G. 2002a. Fytoftorzy w szkółkach roślin ozdobnych w Polsce. Pr. Inst. Bad. Leśn., Seria A, 2: 134–137.
- Orlikowski L.B., Szkuta G. 2002b. First record of *Phytophthora ramorum* in Poland. Phytopathol. Pol. 25: 69–79.
- Orlikowski L.B., Szkuta G. 2002c. Occurrence of *Phytophthora cinnamomi* on ericaceous plants in container-grown nurseries in Poland. J. Plant Prot. Res. 42 (2): 157–163.
- Orlikowski L.B., Szkuta G. 2003. *Phytophthora citricola* on *Rhododendron* spp. in Polish nurseries. J. Plant Prot. Res. 43 (1): 19–24.
- Orlikowski L.B., Szkuta G. 2004. First notice of *Phytophthora ramorum* on *Calluna vulgaris*, *Photinia fraseri* and *Pieris japonica* in Polish container-ornamental nurseries. Phytopathol. Pol. 34: 87–92.
- Orlikowski L.B., Szkuta G. 2005. Occurrence of *Phytophthora citrophthora* on *Syringa vulgaris* in Poland. Acta Mycol. 40 (2): 175–180.
- Orlikowski L.B., Szkuta G. 2006. *Phytophthora* rot of some orchids – new disease in Poland. Phytopathol. Pol. 40: 57–61.
- Orlikowski L.B., Trzewik A., Wiejacha K., Szkuta G. 2006. *Phytophthora tropicalis*, a new pathogen of ornamental plants in Poland. J. Plant Prot. Res. 46 (1): 103–109.
- Orlikowski L.B., Valiuskaite A. 2007. New record of *Phytophthora* root and stem rot of *Lavendula angustifolia*. Acta Mycol. 42 (2): 193–198.

- Orlikowski L.B., Wiejacha K. 2005. *Phytophthora ramorum*, nowy inwazyjny czynnik chorobotwórczy dla roślin na świecie i w Polsce. Post. Nauk Rol. 6: 3–14.
- Orlikowski L.B., Wiejacha K., Trzewik A., Szkuta G., Orlikowska T. 2005. Isolation and identification of *Phytophthora* species from diseased plants in ornamental nurseries in Poland. Phytopathol. Pol. 35: 183–190.
- Oszako T., Orlikowski L.B. 2004. The first noting of *Phytophthora citrophthora* on *Picea abies* in a forest stand. Phytopathol. Pol. 34: 81–85.
- Oszako T., Orlikowski L.B. 2005. Pierwsze dane o występowaniu *Phytophthora cinnamomi* na dębie szypułkowym w Polsce. Sylwan 149 (10): 47–53.
- Oszako T., Orlikowski L.B. 2008. Fytoftoroza siewek modrzewia – występowanie i szkodliwość. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 48 (2): 491–494.
- Oszako T., Orlikowski L.B., Trzewik A. 2007. Zagrożenie polskich szkółek leśnych przez gatunki rodzaju *Phytophthora*. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 47 (2): 224–234.
- Ptaszek M. 2008. Occurrence and harmfulness of *Phytophthora citrophthora* to some *Saxifraga* species and cultivars in Poland. Phytopathol. Pol. 48: 25–30.
- Ptaszek M., Orlikowski L.B. 2008. *Phytophthora cryptogea* – nowy patogen pomidorów szklarniowych uprawianych w warze mineralnej. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 529: 155–159.
- Ptaszek M., Orlikowski L.B., Trzewik A., Orlikowska T., Lenc L. 2011. Chorobotwórczość izolatów *Phytophthora* spp. uzyskanych z cieków i zbiorników wodnych. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich 6: 187–194.
- Ptaszek M., Orlikowski L.B., Trzewik A., Orlikowska T., Sadowski Cz. 2010. Relationship between occurrence of *Phytophthora cambivora* on plants in hardy ornamental nursery stocks and detection of the pathogen from water ponds. Comm. Appl. Biol. Sci. Ghent University 75 (4): 659–663.
- Skimina C.A. 1992. Recycling water, nutrients and waste in the nursery industry. HortScience 27: 968–971.
- Streito J.-C., Legrand P., Tabary F., Jarnouen de Villartay G. 2002. *Phytophthora* disease of alder (*Alnus glutinosa*) in France: investigations between 1995 and 1999. For. Pathol. 32 (3): 179–191.
- Szkuta G. 2004. Występowanie, izolacja, identyfikacja i szkodliwości gatunków z rodzaju *Phytophthora* w szkółkach ozdobnych roślin iglastych. Praca doktorska, Akademia Rolnicza w Krakowie, 191 ss.
- Ufer T., Beltz H., Brand T., Kaminski K., Lütman R., Posner M., Wagner S., Werres S., Wessels H.-P. 2005. Introduction of filtration systems in container nurseries for nonchemical elimination of *Phytophthora* spp. from irrigation water. p. 25. In: Second Int. Symposium on Sudden Oak Death. Monterey, California, 18–21.01.2005, 132 pp.
- Van Steekelenberg N.A.M. 1974. La maladie a *Phytophthora* des coniferes. Les problemem sanitaires actuelles en pepiniere. J. d'etude del'Hort. des pepinieres, Paris: 85–94.
- Vegh I. 1987. Champignons des Arbustes et Arbustes d'ornement. INRA, Paris, p. 26.
- Vegh I., Bourgeois M. 1974. Le deperissement des arbuste d'ornement provoqué par *Phytophthora* principalement *cinnamomi* Rands. J. d'etude sur les cultures en conteneurs, Paris: 55–62.
- Wieczorek W., Orlikowski L.B., Świątosławski J., Ptasek M. 2010. Nowy fosforyn do ochrony roślin ozdobnych przed gatunkami *Phytophthora*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 554: 277–283.
- Wohanka W. 1999. Control of water borne pathogens by disinfection of recirculated nutrient solutions. s. 41–45. W: Materiały Konferencji „Szkółki Roślin Ozdobnych”. Skierniewice, 09–10.02.1999, 170 ss.