*INFRASTRUKTURA I EKOLOGIA TERENÓW WIEJSKICH*
*INFRASTRUCTURE AND ECOLOGY OF RURAL AREAS*

Nr 5/2011, POLSKA AKADEMIA NAUK, Oddział w Krakowie, s. 251–261
Komisja Technicznej Infrastruktury Wsi

***Leszek B. Orlikowski, Magdalena Ptaszek, Aleksandra Trzewik, Teresa Orlikowska, Beata Meszka, Czesław Sadowski***

# WODA JAKO ŹRÓDŁO PRZEŻYWANIA I ROZPRZESTRZENIANIA GATUNKÓW *PHYTOPHTHORA*

# *WATER AS A SOURCE OF SURVIVAL AND SPREAD OF PHYTOPHTHORA SPECIES*

**Streszczenie**

Celem podjętych badań było zaprezentowanie danych związanych z występowaniem *Phytophthora* spp. w polskich rzekach, określenie najczęściej izolowanych gatunków tego rodzaju oraz ich szkodliwości dla roślin. Obiekt badań stanowiły rzeki Jasień, Pisia i Rawka usytuowane w województwach mazowieckim i łódzkim. Pierwsze dwie rzeki przepływają przez tereny ogrodnicze, trzecia Rawka przez pola uprawne i lasy. Do detekcji *Phytophthora* z rzek użyto liście pułapkowe różanecznika, które umieszczano w wodzie przez cały rok w odstępach miesięcznych. Miarą liczebności *Phytophthora* spp. w wodzie była liczba nekrotycznych plam na liściach pułapkowych. Zidentyfikowano również do gatunki izolatów uzyskanych z 3 rzek. Występowanie *Phytophthora* spp. w rzekach stwierdzano przez cały rok, przy czym najmniej plam na liściach pułapkowych odnotowano w III kwartale. Stwierdzono niewielkie różnice w liczbie plam na liściach pułapkowych w zależności od rzeki. W trzech badanych rzekach wykryto 5 gatunków *Phytophthora* oraz taxon Salixsoil. Przez cały rok z rzek (poza I kwartałem w Pisi) izolowano *P. citricola*, który występował najczęściej. Ponadto wykryto *P. cactorum, P. cambivora, P. cinnamomi* i *P. megasperma*. Izolaty *P. cactorum* i *P. citricola* z wody kolonizowały korzenie, części łodyg i liście brzozy, przy czym nekroza rozwijała się istotnie szybciej na tkankach zainokulowanych *P. citricola*. W doświadczeniu szklarniowym oba gatunki powodowały zgniliznę korzeni i podstawy pędu, co najmniej 4/5 siewek brzozy w ciągu 4 tygodni uprawy. Izolaty *P. citricola,* uzyskane z Pisi od marca do października, kolonizowały blaszki liściowe różanecznika z istotnie wolniejszym rozwojem nekrotycznych plam, przy ich zainokulowaniu kulturami wyizolowanymi w czerwcu, wrześniu i październiku. Wykazano, że gatunek *P. citricola* może być wnoszony

z wodą do nasadzeń żywotnika w czasie zraszania roślin, powodując zarazę wierzchołków pędów.

**Słowa kluczowe:** rzeki, *Phytophthora*, detekcja, częstotliwość występowania, chorobotwórczość

***Summary***

*Occurrence of Phytophthora spp. in Polish rivers and pathogenicity of isolates toward some plants were studied. Rivers Jasieniec, Pisia and Rawka were surveyed during all the year with one month interval. First 2 rivers are situated in horticultural areas in Warsaw and Łódź districts whereas the third one is running through agricultural fields and forests. Rhododendron leaves were used as the baits for detection of Phytophthora from water. Number of necrotic spots on baiting leaves was a measure of population densities of Phytophthora spp. in rivers. The occurrence of Phytophthora in water was noticed during all year with the lower density in the 3rd quarter of the year. Five Phytophthora species and taxon Salixsoil were identified among isolates recovered from 3 rivers. During all year from 3 surveyed rivers (except from Pisia in the first quarter) P. citricola was recovered as the most often occurring species. Additionally P. cactorum, P. cambivora, P. cinnamomi and P. megasperma were detected from rivers. In laboratory trials water isolates of P. cactorum and P. citricola colonized roots, stem parts and leaves of birch with the significantly faster spread of necroses on plant parts inoculated by P. citricola. In greenhouse trial both species caused root and stem base rot symptoms of birch seedlings within 4 weeks of growth. Isolates of P. citricola recovered from river from March to October colonized rhododendron leaf blades with significantly slower spread of necroses on tissues inoculated with cultures detected from water in June, September and October. It was shown that P. citricola may be bring to thuja nursery with water used for plant sprinkling and is the causal agent of tip blight.*

***Key words**: rivers, Phytophthora, detection, frequency of occurrence, pathogenicity*

## WPROWADZENIE

Zentmyer i Thorn [1967] określili nazwę rodzajową *Phytophthora* jako czynnik destrukcyjny roślin. Gatunki tego rodzaju należą do najgroźniejszych czynników chorobotwórczych dla roślin uprawianych w różnych rejonach świata [Nechwatal, Mendgen 2006]. W minionym 20-leciu, również w Polsce stwierdzono zagrożenie szkółek ozdobnych i leśnych oraz drzewostanów przez gatunki tego rodzaju. *Phytophthora* spp. stwierdzono na większości gatunków siewek w szkółkach, a w lasach m.in. na buku, dębie szypułkowym, olszy, modrzewiu i świerku, a także na krzewach i bylinach [Orlikowski i in. 2006; Oszako, Orlikowski 2004 a,b 2005; Oszako i in. 2007; Ptaszek, Orlikowski 2010]. Do najczęściej występujących należą *P. cambivora, P. cinnamomi, P. citricola, P. citrophthora* i *P. cryptogea.* Przyczynami narastającego zagrożenia upraw

przez gatunki omawianego rodzaju są m. in.: około 4-krotny wzrost międzynarodowego obrotu materiałem roślinnym [Brasier 2008], zmiana technologii uprawy roślin związana głównie z ich produkcją w pojemnikach i systematycznym nawadnianiem oraz nawożeniem. Znaczne ilości wody niezbędnej do nawadniania upraw sprawia, iż rosną koszty produkcji roślin. Również ograniczenie możliwości korzystania z wód głębinowych powoduje, że producenci roślin korzystają z wody z lokalnych rzek, strumieni bądź wód stojących. W uprawach polowych, brak zamkniętych systemów obiegu wody jest przyczyną spływania jej nadmiaru z pól czy kontenerowni w trakcie nawadniania, podobnie jak przy intensywniejszych opadach. Woda niesie ze sobą cząstki gleby i podłoża, resztki roślin, a z nimi zarodniki pływkowe *Phytophthora* spp. Formują się one w zarodniach pływkowych tworzących się na powierzchni porażonych korzeni lub podstawy pędów, czemu sprzyja obecność wody i niewielkie wahania temperatury. Zoospory po zetknięciu się z częściami roślin, gleby czy podłoża wciągają wici, otarbiają się i w takiej formie toczą się biernie razem z wodą jak piłeczki, docierając do cieków wodnych i wód stojących [Thompson, Allen 1974]. Przy pobieraniu tak skażonej wody do podlewania roślin, dochodzi do wniesienia określonego gatunku *Phytophthora* do uprawy. Miligroom i Peever [2003] uważają, że woda może być najczęstszym i najłatwiejszym źródłem przeżywania i rozprzestrzeniania patogenów, w tym *Phytophthora* spp., w obrębie określonego regionu, kraju, a nawet kontynentu.

Celem pracy jest zaprezentowanie danych związanych (1) z występowaniem *Phytophthora* spp. w rzekach oraz (2) potencjalnych zagrożeń dla roślin uprawnych przez gatunki tego rodzaju.

## MATERIAŁ I METODY

**Występowanie *Phytophthora* spp. w rzekach.** Badania przeprowadzono w trzech rzekach (Jasieniec, Pisia, Rawka) umiejscowionych w województwach łódzkim i mazowieckim. Pierwsza z nich przepływa prze tereny ogrodnicze z uprawami szkółkarskimi oraz pod osłonami. Pisia przepływa przez sady i miejscowo przez łąki, jej brzegi porośnięte są wierzbą, olszą i miejscami topolą natomiast Rawka przez tereny rolnicze i miejscami przez lasy. Badania prowadzono przez cały rok w odstępach miesięcznych. Do detekcji *Phytophthora* z wody użyto wierzchołkowych liści różanecznika (*Rhododendron* sp.) odm. 'Nova Zembla'. Stosując metodę opisaną przez Themann i Werres [1998], wierzchołki pędów, zawierające co najmniej 8 liści, przywiązywano do sznurka i wrzucano do wody w odległości około 3 m od brzegu rzeki. Po 4-5 dniach, a późną jesienią i zimą po tygodniu liście wyjmowano, opłukiwano pod wodą bieżącą, a następnie destylowaną, osuszano pomiędzy 2 warstwami bibuły filtracyjnej i liczono na nich liczbę nekrotycznych plam jako miarę liczebności jednostek propagacyjnych *Phytophthora* spp. w wodzie. W dalszej kolejności liście odka-

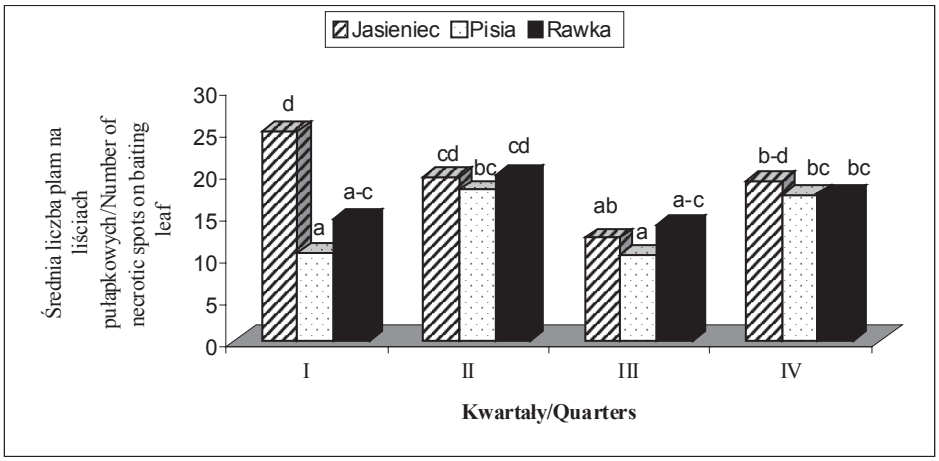
żano nad płomieniem palnika i fragmenty nekrotycznych plam o średnicy około 3 mm wykładano na pożywkę ziemniaczano-glukozową (PDA) w szalkach Petriego o śr. 90 mm. W ciągu 48 godzin inkubacji w 24°C wyrastające wokół inokulów fragmenty kolonii przeszczepiano na skosy z PDA. Po 10-14 dniach ich wzrostu przeprowadzano segregację izolatów pod kątem ich cech morfologicznych i w wybranych kulturach reprezentacyjnych oznaczano do gatunek, stosując metody podane przez Orlikowskiego i in. [2007].

**Ocena chorobotwórczości wybranych izolatów *Phytophthora* dla brzozy.** W badaniach zastosowano metodę opisaną przez Orlikowskiego i in. [2007]. W doświadczeniach laboratoryjnych i szklarniowych do inokulacji części roślin oraz do zakażenia podłoża wybrano izolaty *P. cactorum* i *P. citricola,* najczęściej uzyskiwane z wody. Fragmenty pożywki przerośniętej strzępkami *Phytophthora* spp. pobierano z 7-dniowych kultur rosnących na PDA w 24°C w ciemności i przenoszono je na części korzeni, łodyg oraz środkową część blaszek liściowych, wyłożonych do kuwet (30 x 24 x 5 cm) na wilgotnej warstwie sterylnej bibuły filtracyjnej, przykrytej cienką siatką nylonową. Kuwety okrywano szczelnie cienką folią i po 5 dniach inkubacji w 22-24°C mierzono długość nekrozy i średnicę plam. W doświadczeniu szklarniowym 4-tygodniowe siewki brzozy sadzono do substratu torfowego zakażonego *P. cactorum* i *P. citricola*. W ciągu 28 dni uprawy prowadzono obserwacje zdrowotności siewek. Doświadczenia założono w układzie bloków kompletnie losowanych w 4 powtórzeniach po 5 części roślin lub siewek i powtórzono je 2-krotnie w odstępie 2 tygodniowym.

Określenie roli wody pobieranej ze zbiornika w szkółce na występowanie zarazy wierzchołków pędów żywotnika (*Thuja occidentalis*). Obserwacje przeprowadzono na żywotnikach o wysokości około 120 cm podlewanych i nawożonych przez zraszanie. Źródłem wody był zbiornik usytuowany w najniższym miejscu szkółki, do którego spływał nadmiar wody w czasie zraszania lub opadów deszczu. W ciągu 4 dni prowadzonych badań była pochmurna pogoda z okresową mżawką i temperaturą około 17-20°C. Wierzchołki żywotnika zbrązowiały i nekroza rozszerzała się stopniowo w dół. W okresie 10 dni prowadzono obserwacje nad liczbą roślin z objawami zarazy wierzchołków oraz rozprzestrzenianie się choroby na pędy zdrowe. Z roślin z objawami zamierania wierzchołków pobierano ich fragmenty w celu izolacji czynnika sprawczego. Doświadczenie przeprowadzono w układzie bloków kompletnie losowanych w 4 powtórzeniach po 50 roślin.

## WYNIKI I DYSKUSJA

**Występowanie *Phytophthora* spp. w wodzie.** Niezależnie od źródła wody i terminu pułapkowania, nekrotyczne plamy, będące miarą liczebności *Phytophthora* spp. w wodzie, stwierdzono każdorazowo na wykładanych do wody liściach różanecznika (rys. 1).




**Rysunek 1.** Współzależność pomiędzy źródłem wody, okresem detekcji, a średnią liczbą nekrotycznych plam na liściach pułapkowych
**Figure 1.** Relationship between water sources, detection period and number of necrotic spots on baiting leaves

Dla prześledzenia ewentualnych zmian w liczebności *Phytophthora* spp., dane uzyskane dla poszczególnych miesięcy detekcji przedstawiono kwartałami. Z danych tych wynika, że więcej bądź istotnie więcej plam na liściach pułapkowych stwierdzano w II i IV kwartale, a najmniej w III-cim (rys. 1). Spośród trzech rzek mniej plam stwierdzano na liściach pułapkowych wykładanych do Pisi, a w I kwartale istotnie najwięcej w Jasieńcu. Zmniejszenie liczby nekrotycznych plam na liściach różanecznika związane jest z mniejszą liczbą zoospor w wodzie, które dokonują infekcji tkanek. Obserwowano to zwłaszcza w III kwartale, a więc w okresie prowadzenia intensywnej ochrony upraw oraz ich nawożenia. Ma to niewątpliwy wpływ na ograniczanie rozwoju *Phytophthora* spp. [Hu i in. 2007, Oudemans 1999].

W rozwoju *Phytophthora* spp. bardzo istotna jest temperatura jak również skład gatunkowy tego rodzaju. W miesiącach zimowych jej spadek nawet do –21°C powodował, że mimo pokrywy lodowej pod którą lokowano liście pułapkowe, temperatura wody wynosiła 5-7°C i na liściach pułapkowych pojawiały się nekrotyczne plamy. Zdaniem Junga i in. [1996] oraz Werres [1995], gatunki *Phytophthora*, w tym *P. citricola,* mogą się rozwijać już przy około 6° C. Ferguson i Jeffers [1999] stwierdzili, że temperatura w zakresie od 15 do 25°C nie ma istotnego wpływu na detekcję *Phytophthora* spp., aczkolwiek przy jej najwyższym zakresie gatunki tego rodzaju były częściej wykrywane.

Przeprowadzone badania wskazują na występowanie w badanych rzekach 5 gatunków *Phytophthora* oraz taksonu Salixsoil (tab. 1).

**Tabela 1.** Izolacja *Phytophthora* spp. z wody w zależności od rzeki i okresu detekcji
**Table 1.** Recovery of *Phytophthora* spp. from water in relation to river and detection period

| Rzeki Rivers | Kwartały 2008 roku Quarters of year | | | |
|---|---|---|---|---|
| | I | II | III | IV |
| Jasieniec | *P. cactorum*<br>*P. citricola* | *P. cactorum*<br>*P. cinnamomi*<br>*P. citricola* | *P. cactorum*<br>*P. cinnamomi*<br>*P. citricola* | **P. citricola** |
| Pisia | - | *P. cambivora*<br>*P. citricola*<br>taxon Salixsoil | *P. cambivora*<br>*P. citricola*<br>taxon Salixsoil | **P. citricola**<br>taxon Salixsoil |
| Rawka | **P. ciricola** | *P. cambivora*<br>*P. citricola* | **P. cambivora**<br>*P. citricola* | *P. citricola*<br>*P. megasperma* |

Stwierdzono zróżnicowany skład gatunkowy w zależności od rzeki i terminu pułapkowania. Z rzeki Jasień wyizolowano *P. cactorum, P. cinnamomi* i *P. citricola.* W Pisi stwierdzono *P. cambivora, P. citricola* i taxon Salixsoil, podczas gdy w Rawce dodatkowo *P. megasperma* (tab. 1). Uzyskane dane wskazują, że skład gatunkowy *Phytophthora* w wodzie ma ścisły związek z usytuowaniem rzek. W Jasieniu przepływającym przez tereny ogrodnicze, obok *P. citricola* stwierdzano *P. cinnamomi* i *P. cactorum.* Są to znane czynniki chorobotwórcze roślin drzewiastych, iglastych, wrzosowatych, bylin i niektórych gatunków uprawianych pod osłonami [Duda i in. 2004, Orlikowski i in. 2004 a,b, Orlikowski i in. 2009, Oszako, Orlikowski 2004 a,b, 2005]. W szkółkach roślin ozdobnych *P. cinnamomi* stwierdzano na cyprysiku Lawsona, żywotnikach, różanecznikach i wrzosach, a *P. citricola* na większości roślin iglastych i forsycji [Orlikowski, Szkuta 2002, Orlikowski, Ptaszek 2010]. Jest bardzo prawdopodobne, że zarodniki pływkowe tych patogenów, niesione są biernie przez nadmiar wody w czasie deszczowania szkółek oraz z wodą opadową do zbiorników, kanałów, a następnie do rzek. W Pisi z zadrzewionymi brzegami, przepływającej przez sady, łąki i pola uprawne stwierdzano występowanie *P. citricola* i *P. cambivora* (tab. 1). Drugi z gatunków jest znanym patogenem olszy [Orlikowski, Oszako 2005] oraz klonów i kasztanowca i irgi [Orlikowski, Ptaszek, nie publ.]. Na uwagę zasługuje detekcja taksonu Salixsoil w 3 kwartałach 2008 roku z Pisi (tab. 1). Został on opisany przez Nechwatal i Mendgen [2006] jako jeden z mikroorganizmów występujących w przybrzeżnej warstwie osadów Jeziora Bodeńskiego, a wcześniej izolowano go z korzeni wierzby i zamierających tkanek olszy w Danii. Wymienieni badacze uważają taxon Salixsoil za potencjalnego patogena powodującego zgniliznę korzeni roślin nadrzecznych lub rosnących nad brzegami jezior i stawów.

**Chorobotwórczość izolatów *Phytophthora* dla brzozy i różanecznika.** W doświadczeniu laboratoryjnym zarówno *P. cactorum* jak i *P. citricola* kolonizowały korzenie, części łodyg i liście brzozy (tab. 2).

**Tabela 2.** Kolonizacja organów brzozy przez izolaty *Phytophthora* spp. z wody rzecznej; długość/średnica nekrozy w mm po 5 dniach od inokulacji
**Table 2.** Colonization of birch parts by isolates of *Phytophthora* spp. from river water; length/diameter of necroses 5 days after inoculation

| Gatunki *Phytophthora* *Phytophthora* species | Korzenie Roots | Części łodyg Shoot parts | Liście Leaves |
|---|---|---|---|
| *P. cactorum* | 22,8 c | 24,7 c | 20,36 b |
| *P. citricola* | 30,5 d | 29,5 d | 16,8 a |

Uwaga: średnie w kolumnach, oznaczone tą samą literą, nie różnią się istotnie (5%) wg testu Duncana.

Na korzeniach i częściach łodyg nekroza rozwijała się istotnie szybciej, gdy do inokulacji użyto izolat *P. citricola* (odpowiednio ok. 6 mm i 5 mm na dobę). Z kolei blaszki liściowe kolonizowane były istotnie szybciej przez *P. cactorum* (ok. 4 mm na dobę).

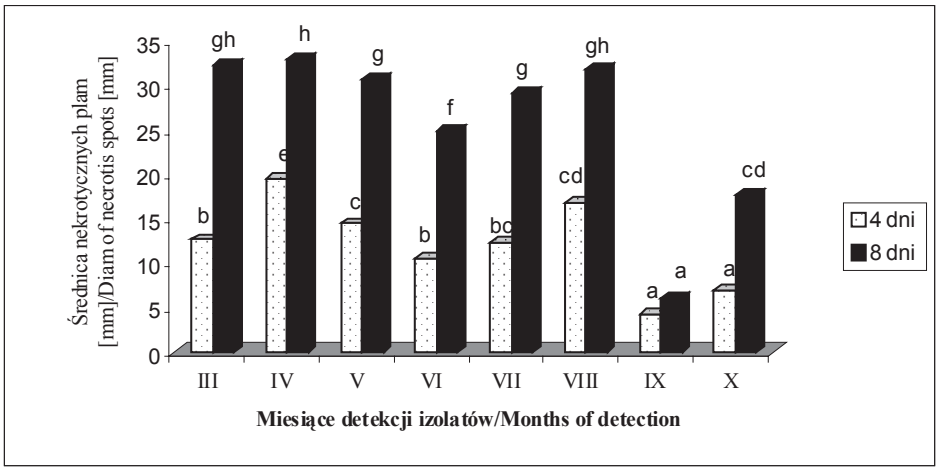
W doświadczeniu szklarniowym pierwsze symptomy więdnięcia siewek rosnących w substracie torfowym, zakażonym przez oba gatunki *Phytophthora* pojawiły się już po 10 dniach, a po 2 tygodniach ok. 1/5 roślin wykazywały objawy zgnilizny podstawy pędu. W ciągu następnych 2 tygodni zwiędło lub zamarło co najmniej 4/5 siewek niezależnie od gatunku *Phytophthora*, użytego do zakażenia podłoża (tab. 3).

**Tabela 3.** Wpływ gatunków *Phytophthora* i okresu uprawy na rozwój zgnilizny korzeni i podstawy pędów siewek brzozy; doświadczenie szklarniowe
**Table 3.** Influence of *Phytophthora* species on the development of root and stem base rot of birch seedlings; greenhouse trial

| Gatunki *Phytophthora* *Phytophthora* species | Dni od sadzenia Days from planting | | |
|---|---|---|---|
| | 14 | 21 | 28 |
| *P. cactorum* | 0,8 a | 2,3 b | 4,0 c |
| *P. citricola* | 1,0 a | 2,8 b | 4,5 c |

Uwaga:patrz tab. 2

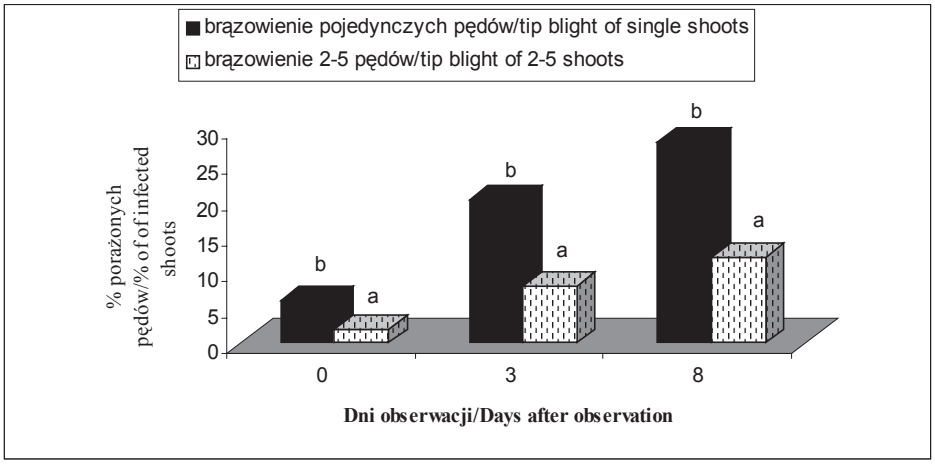
Badania nad kolonizacją liści różanecznika przez izolaty *P. citricola* wskazują na współzależność pomiędzy okresem ich detekcji oraz czasem inkubacji (rys. 2). Istotnie najwolniej izolaty badanego gatunku kolonizowały liście różanecznika, gdy uzyskano je z wody we wrześniu i październiku, a następnie w czerwcu (rys. 2). Może to mieć związek z zanieczyszczeniem wody resztami pestycydów i nawozów. W pozostałych miesiącach liście różanecznika kolonizowane były bardzo szybko, bo co najmniej 5 mm na dobę (rys. 2).




**Rysunek 2.** Kolonizacja liści różanecznika przez izolaty *Phytophthora citricola* z rzeki Jasieniec w zależności od terminu detekcji
**Figure 2.** Colonization of rhododendron leaves by isolates of *Phytophthora citricola* from Jasieniec river in relation to detection period

**Określenie roli wody pobieranej ze zbiornika w szkółce na występowanie zarazy wierzchołków pędów żywotnika.** Na początku II dekady lipca, gdy zaobserwowano pierwsze objawy chorobowe na żywotniku, nekrozę stwierdzono na około 5% roślin, w tym głównie na pojedynczych pędach. Po następnych 3 dniach choroba pojawiła się na ok. 20% obserwowanych roślin, w tym na ok. 7% roślin wystąpiła na 2-5 pędach. Po 8 dniach obserwacji zarazę wierzchołków stwierdzono na ponad 30% żywotników, w tym na ok. 10% z nich na kilku pędach (rys. 3).

Analiza mikologiczna pędów wykazała, że przyczyną choroby był gatunek *P. citricola*. W następnych kilku miesiącach przeprowadzono badania nad występowaniem *Phytophthora* spp. w zbiorniku, z którego pobierano wodę do deszczowania stwierdzając występowanie w niej *P. citricola* [Orlikowski, nie publ.]. Jednocześnie w obserwowanej szkółce omawiany gatunek stwierdzono na cyprysiku Lawsona i świerkach z objawami zamierania wierzchołków oraz na bukszpanie z symptomami zarazy pędów [Orlikowski, nie publ.]. Bardzo prawdopodobne, że z zoosporangiów, formujących się na porażonych częściach pędów, uwalniające się zoospory spłukiwane były z wodą dostając się do podłoża, na matę oraz transportowane były z nadmiarem wody do zbiornika i ponownie wniesione wielokrotnie na uprawiane rośliny.




**Rysunek. 3.** Rozwój zarazy wierzchołków pędów *Thuja occidentalis* 'Fastigiata'
**Figure 3.** Spread of *Phytophthora* tip blight on *Thuja occidentalis* 'Fastigiata'

## WNIOSKI

1. Zastosowanie pułapek z liści różanecznika okazało się skuteczną metodą detekcji *Phytophthora* spp. z rzek.
2. W trzech rzekach stwierdzono występowanie *Phytophthora cactorum, P. cambivora, P. cinnamomi P. citricola, P. megasperma* oraz takson Salixsoil.
3. Stwierdzono zróżnicowaną chorobotwórczość izolatów *P. citricola* w stosunku do brzozy w zależności od terminu ich detekcji.
4. Wykazano, że *P. citricola* może być wnoszony do nasadzeń żywotnika w czasie zraszania roślin, powodując zarazę wierzchołków pędów.

*Badania zostały sfinansowane przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyzszego, decyzja nr 475/N-COST/2009/0*

## BIBLIOGRAFIA

Brasier C.M. *The biosecurity threat to the UK and global environment from international trade in plants*. Plant Pathol., 57, 2008, s. 792-808.

Duda B., Orlikowski L.D., Szkuta G. *Zasiedlanie siewek sosny przez Phytophthora cinnamomi w szkółkach leśnych*. Post. w Ochr. Roś./Progr. in Plant Prot., 44, 2004, s. 59-63.

Ferguson A.J., Jeffers S.N. *Detection multiple species of Phytophthora in container mixes from ornamental crop nurseries*. Plant Dis., 83, 1999, s. 1129-1136.

Hu J., Hong C., Stromberg E.L., Moorman G.W. *Effect of propamocarb hydrochloride on mycelial growth, sporulation and infection by Phytophthora nicotianae isolates from Virginia nurseries*. Plant Dis., 91, 2007, s. 414-420.

Jung T., Blaschke H. *Phytophthora root rot in declining forest trees*. Phyton 36, 1996, s. 95-101.
Miligroom M.G., Peever T.L. *Population biology of plant pathogens*. Plant Dis., 87, 2003, s. 608-617.
Nechwatal J., Mendgen K. *Widespread detection of Phytophthora taxon Salixsoil in the littoral zone of Lake Constance, Germany*. E. J. of Plant Pathol., 114, 2006, s. 261-264.
Orlikowski L.B., Oszako T. *Phytophthora cambivora on Alnus glutinosa.: isolation and colonization of plants*. J. Plant Prot. Res., 45, 2005, s. 235-240.
Orlikowski L.B., Duda B., Szkuta G. *Phytophthora citricola on European beech and silver fir in Polish forest nurseries*. J. Plant Prot. Res., 44, 2004 a, s. 57-64.
Orlikowski L.B., Oszako D., Duda B., Szkuta G. *Występowanie Phytophthora citricola na jesionie wyniosłym w szkółkach leśnych*. Leśne Pr. Bad., 4, 2004 b, s. 129-136.
Orlikowski L.B., Oszako T., Szkuta G. *First record of Phytophthora spp. associated with the decline of European beech stand in south-west Poland.* Phytopathol. Pol., 42, 2006, s. 37-46.
Orlikowski L.B., Ptaszek M. *Narastające problemy chorobowe w produkcji pojemnikowej roślin iglastych.* Post. w Ochr. Roś./Progr. in Plant Prot., 50, 2010, s. 678-685.
Orlikowski L.B., Ptaszek M., Trzewik A., Orlikowska T. *Increase of plant threat by Phytophthora species in Poland*. Phytopathol. Pol., 48, 2009, s. 39-43.
Orlikowski L.B., Szkuta G. *Fytoftorozy w szkółkach roślin ozdobnych*. Prace IBL, s.A, 2, 2002, s. 134-137.
Orlikowski L.B., Trzewik A., Orlikowska T. *Water as potential source of Phytophthora citricola*. J. Plant Prot. Res., 47, 2007, s. 125-132.
Oszako T., Orlikowski L.B. *Grzyby wyizolowane z zamierających olszyn w Polsce*. Leś. Prace. Bad., 2, 2004 a, s. 96-100.
Oszako T., Orlikowski L.B. *The first noting of Phytophthora citrophthora on Picea abies in a forest stand*. Phytopathol. Pol., 34, 2004 b, s. 81-85.
Oszako T., Orlikowski L.B. *Pierwsze dane o występowaniu Phytophthora cinnamomi na dębie szypułkowym w Polsce*. Sylwan, XX, 2005, s. 1-7.
Oszako T., Orlikowski L.B., Trzewik A. *Zagrożenie polskich szkółek leśnych przez gatunki rodzaju Phytophthora*. Prog. in Plant Prot./Post. w Ochr. Roślin, 47 (2), 2007, s. 224-234.
Oudemans P.V. *Phytophthora species associated with cranberry root rot and surface irrigation water in New Jersey*. Plant Dis., 83, 1999, s. 251-258.
Ptaszek M., Orlikowski L.B. *Zagrożenie niektórych roślin w szkółkach pojemnikowych przez gatunki Phytophthora z bylin*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 554, 2010, s. 185-190.
Themann K., Werres S. *Vervendung von Rhododendronblattern zum Nachweis von Phytophthora-Arten in Wurzeln- und Bodenproben*. Nachrichtenblatt des Deutsch. Pflanzenschutsd. 50, 1998, s. 37-45.
Thompson S.V., Allen R.M. *Occurrence of Phytophtora species and other potential plant pathogens in recycled irrigation water.* Plant Dis. Reptr., 58, 1974, s. 945-949.
Werres S. *Influence of Phytophthora isolate and the seed source on the development of beech (Fagus sylvatica) blight*. Eur. J. For. Path., 25, 1995, s. 381-390.
Zentmyer G.A., Thorn W.A. *Hosts of Phytophthoras cinnamomi*. Avocado Soc. Yearbook, 51, 1967, 177-186.

Prof. dr hab. Leszek B. Orlikowski
Mgr Magdalena Ptaszek
Mgr Aleksandra Trzewik
Prof. dr hab. Teresa Orlikowska
Dr Beata Meszka
Instytut Ogrodnictwa
ul.Konstytucji 3 Maja 1/3
96-100 Skierniewice
e-mail: Leszek.Orlikowski@insad.pl

Prof. dr hab. Czesław Sadowski
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy
ul. Kordeckiego 20
85-225 Bydgoszcz

Recenzent: *Prof. dr hab. Czesław Rzekanowski*