



# **FYTOFTOROZY W SZKÓŁKACH I DRZEWOSTANACH LEŚNYCH**

Pod redakcją Leszka B. Orlikowskiego i Tomasza Oszaki

- **KLUCZ DO OZNACZANIA  
*PHYTOPHTHORA***
- **ATLAS FYTOFTOROZ  
SIEWEK I DRZEW LEŚNYCH**



CENTRUM INFORMACYJNE  
LASÓW PAŃSTWOWYCH

# **FYTOFTOROZY**

## **W SZKÓŁKACH I DRZEWOSTANACH LEŚNYCH**

Pod redakcją Leszka B. Orlikowskiego i Tomasza Oszaki

- **KLUCZ DO OZNACZANIA  
PHYTOPHTHORA**

- **ATLAS FYTOFTOROZ  
SIEWEK I DRZEW LEŚNYCH**



CENTRUM INFORMACYJNE  
LASÓW PAŃSTWOWYCH

**Wydano na zlecenie**  
**Dyrekcji Generalnej Lasów Państwowych**  
Warszawa 2009

© **Centrum Informacyjne Lasów Państwowych**  
ul. Bitwy Warszawskiej 1920 r. nr 3, 02-362 Warszawa  
tel.: (22) 822-49-31, fax: (22) 823-96-79  
e-mail: [cilp@cilp.lasy.gov.pl](mailto:cilp@cilp.lasy.gov.pl)  
[www.lasy.gov.pl](http://www.lasy.gov.pl)

**Autorzy „Klucza...”**

prof. dr hab. Leszek B. Orlikowski, mgr Magdalena Ptaszek, mgr Aleksandra Trzewik

**Autorzy „Atlasu...”**

prof. dr hab. Leszek B. Orlikowski, dr Tomasz Oszako

Redaktorzy naukowci opracowania, prof. dr hab. Leszek B. Orlikowski i dr Tomasz Oszako, są pracownikami Instytutu Sadownictwa i Kwiaciarstwa im. Szczepana Pieniążka w Skierniewicach oraz Instytutu Badawczego Leśnictwa w Sękocinie Starym

**Autorzy zdjęć**

„Klucz...”: dr Thomas Jung (T.J.), dr Grażyna Szkuta (G.S.),  
mgr Aleksandra Trzewik (A.T.);

„Atlas...”: prof. dr hab. Leszek B. Orlikowski (L.O.),  
dr Tomasz Oszako (T.O.), mgr Andrzej Rodziewicz (A.R.),  
doc. dr hab. Czesław Skrzypczak (Cz.S.)

**Zdjęcia na okładce**

Fytofitoroza jesionów porażonych przez *Phytophthora citricola* (fot. T.O.)  
Pod mikroskopem: lęgnia i parageniczna plemnica *Phytophthora citricola* (fot. G.S.)

**Redakcja**

Wawrzyniec Milewski

**Projekt graficzny**

Pracownia C&C

ISBN 978-83-61633-09-9

**Przygotowanie do druku**

Pracownia C&C

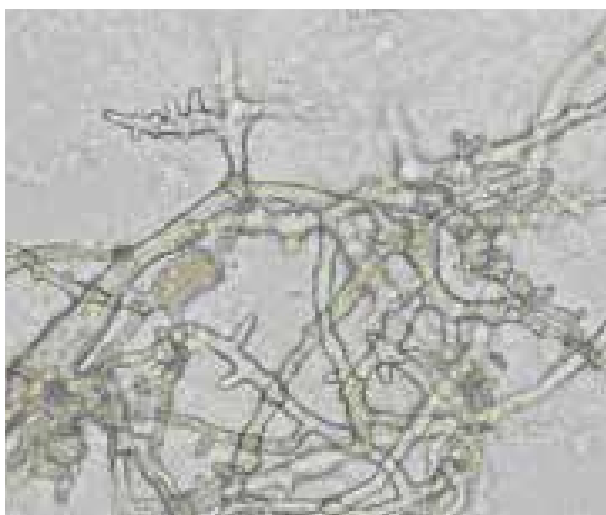
**Druk i oprawa**

ORW LP w Bedoniu

## Spis treści

|                                                                                      |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Klucz do oznaczania <i>Phytophthora</i> na podstawie cech morfologicznych</b>     | <b>5</b>  |
| 1. Ogólna charakterystyka rodzaju <i>Phytophthora</i>                                | 7         |
| 2. Identyfikacja dziewięciu gatunków na podstawie wybranych cech morfologicznych     | 7         |
| 2.1. Grupy gatunków <i>Phytophthora</i> o podobnych cechach                          | 8         |
| 2.2. Klucz do oznaczania gatunków                                                    | 8         |
| 3. Charakterystyka wybranych gatunków <i>Phytophthora</i>                            | 9         |
| 4. Literatura                                                                        | 26        |
| <b>Atlas fytoftoroz siewek i drzew leśnych</b>                                       | <b>27</b> |
| 1. Wstęp                                                                             | 29        |
| 2. Charakterystyka fytoftoroz wywoływanych przez gatunki rodzaju <i>Phytophthora</i> | 31        |





**KLUCZ  
DO OZNACZANIA  
*PHYTOPHTHORA*  
NA PODSTAWIE CECH  
MORFOLOGICZNYCH**



## 1. Ogólna charakterystyka rodzaju *Phytophthora*

Wynikiem czteroletnich badań nad występowaniem *Phytophthora* w szkółkach leśnych i w drzewostanach było wyizolowanie z porażonych roślin oraz z gleb gatunków: *P. alni* subsp. *alni*, *P. cactorum*, *P. cambivora*, *P. cinnamomi*, *P. citricola*, *P. citrophthora*, *P. cryptogea*, *P. gonapodyides* i *P. quercina*. W 2000 r. Orlikowski i Szkuta (2002) wykryli w Polsce *P. ramorum*; żywicielami tego gatunku okazały się: borówka brusznica (*Vaccinium vitis-idaea*), fotinia (*Photinia fraseri*), pieris (*Pieris japonica*), różanecznik (*Rhododendron* spp.) oraz wrzosa (*Calluna vulgaris*), (Orlikowski i Szkuta 2004). W Europie Zachodniej gatunek ten stwierdzono również na kalinie bodnateńskiej, buku oraz dębie korkowym. Mimo że w minionych latach nie obserwowano tego gatunku na porażonych roślinach wrzosowatych, istnieje prawdopodobieństwo jego zawleczenia do lasów i ewentualnego rozprzestrzenienia się na podatne gatunki drzew, krzewów i krzewinek.

Niniejsze opracowanie poświęcone jest identyfikacji wymienionych gatunków *Phytophthora*. Z e-mailowej informacji, przesłanej 14 grudnia 2004 r. przez dr. Piotra Bonantsa z Holandii, wynika, że gatunki *Phytophthora* zalicza się do glonopodobnych *Oomycetes* (Algae – like *Oomycetes*), królestwa *Stramenopiles* (Dick 1997).

Wszystkie gatunki tego rodzaju tworzą **strzępki** bezprzegrodowe, szorstkie i sztywno rozgałęzione, o średnicy od 6 do 14  $\mu\text{m}$ , na których powstają **zarodnie pływkowe (zoosporangia)**. Hallsall (1978) stwierdził, że zoosporangia mogą się tworzyć już w kilkanaście godzin po wnikięciu strzępki kielkowej do tkanki. Kształt zoosporangiów jest zróżnicowany, od jajowatego do odwrotnie gruszkowatego. Mogą one tworzyć na szczycie brodawkę (*papilla*) – słabo widoczną lub w ogóle niewidoczną. Niektóre gatunki wytwarzają zoosporangia z dwiema brodawkami (np. *P. citricola*, *P. quercina*). W zależności od tego, czy zoosporangia mają brodawkę, czy jest ona słabo widoczna lub niewidoczna, mówimy o gatunkach: *papillate* (widoczne zgrubienie), *semipapillate* (słabo widoczne zgrubienie), *nonpapillate* (zgrubienie niewidoczne). W obecności wody, z zoosporangiów uwalniają się nerkowatego kształtu zarodniki pływkowe (zoospory) z dwiema wiciami, dzięki którym mogą się one poruszać. Po napotkaniu przeszkody wciągają wici, otarbiają się i w takiej formie mogą przetrwać co najmniej miesiąc. Proces tworzenia się zoosporangiów i uwalniania się z nich zoospor może zachodzić wielokrotnie w ciągu okresu wegetacyjnego. Czynnikiem stymulującym uwalnianie się zoospor są nawet niewielkie wahania temperatury i obecność wody.

Wszystkie gatunki *Phytophthora* tworzą organy rozmnażania płciowego – **lęgnie (oogonia)** i **plemnie (antheridia)**. Plemnie mogą być przylęgniowe (parageniczne) lub okołolęgniowe (amfigeniczne). Część gatunków tworzy organy rozmnażania płciowego w jednej kulturze; są to gatunki jednoplechowe (homotaliczne) w przeciwieństwie do gatunków różnoplechowych (heterotalicznych), które wytwarzają organy rozmnażania płciowego po uprzednim skrzyżowaniu dwóch różnych kultur lub gatunków. W wyniku procesu płciowego powstają **oospory** (zarodniki przetrwalnikowe). Niektóre gatunki *Phytophthora* tworzą **chlamydospory** (np. *P. cinnamomi*, *P. ramorum*, *P. quercina*), które umożliwiają im przetrwanie okresu bez roślin żywicielskich, z kolei inne gatunki (*P. cryptogea*, *P. cambivora*) wytwarzają charakterystyczne **zgrubienia** na strzępkach (*swellings*). Ich rola nie jest poznana, ale prawdopodobnie umożliwiają dłuższe utrzymywanie się gatunku w środowisku przy braku rośliny żywicielskiej.

## 2. Identyfikacja dziewięciu gatunków na podstawie wybranych cech morfologicznych

Metoda oparta na ocenie morfologicznej identyfikowanych kultur może być w praktyce leśnej powszechnie stosowana (Szkuta i Orlikowski 2002), gdyż nie wymaga, obok podstawowego wyposażenia laboratoryjnego, często kosztownej aparatury i odczynników.

## 2.1. Grupy gatunków *Phytophthora* o podobnych cechach

W celach identyfikacyjnych gatunki *Phytophthora* włączono do sześciu grup; wyizolowane w Polsce czynniki chorobotwórcze należą do czterech z nich:

I. Gatunki o zarodniach płytkowych z dobrze widoczną brodawką (*papillate*) o długości co najmniej 4  $\mu\text{m}$  i szerokości otworu 5–7  $\mu\text{m}$ . Zoosporangia tworzą się licznie na pożywce stałej i są najczęściej opadające. Nie wyrastają z podstawy pustego zoosporangium. Oospory tworzą się najczęściej w porażonych tkankach roślinnych. Powstające plemniki są przylegniowe (parageniczne). W grupie tej znajdują się: *P. cactorum*, *P. quercina*.

II. Zoosporangia w większości z brodawką, opadające, podobnie jak w grupie I. Oospory mogą się tworzyć na jednej kulturze lub w obecności dwu kultur bądź gatunków (A1 i A2). Powstające plemniki są okołolęgniowe (amfigeniczne). Zaszeregowano tu m.in. *P. citrophthora*.

III. Zoosporangia z niewielkimi hialinowymi brodawkami z ujściem od 5 do 7  $\mu\text{m}$ , opadające. W kulturach i w tkankach porażonych roślin zawsze obecne są oospory. Plemniki są głównie lub zawsze przylegniowe (parageniczne). Znalazły się w tej grupie m.in. *P. citricola*, *P. ramorum*.

IV. Zoosporangia są bezbrodawkowe, nieopadające; wyrastają z podstawy pustego zoosporangium lub zewnętrznie (prolifracja wewnętrzna i zewnętrzna). Oospory tworzą się rzadko w pojedynczych kulturach. Formują się najczęściej w obecności dwu typów koniugacyjnych A1 i A2. Tworzące się plemniki są w większości okołolęgniowe. Zaszeregowano tu gatunki: *P. cambivora*, *P. cinnamomi*, *P. cryptogea*, *P. gonapodyides*.

## 2.2. Klucz do oznaczania gatunków

1. Kultura może rosnąć na pożywce agarowej. .... 2
2. Organy rozmnażania płciowego tworzą się rzadko na jednej kulturze. .... 6
3. Organy rozmnażania płciowego tworzą się na jednej kulturze. .... 4
4. Plemniki przylegniowe (parageniczne) .... 6
5. Plemniki okołolęgniowe (amfigeniczne). .... 9
6. Zoosporangia z dobrze wykształconą brodawką. Oospory tworzą się na jednej kulturze lub w obecności dwu typów kojarzeniowych. Kultura rośnie promieniście.  
Brak wzrostu lub tylko niewielki w 35°C ..... *P. citrophthora*
7. Zoosporangia z zaznaczoną brodawką (*semipapillate*) na krótkich trzonkach .... *P. ramorum*
8. Zoosporangia ze średniej długości brodawką (*semipapillate*) ..... *P. citricola*
9. Zoosporangia z dobrze wykształconą brodawką (*papillate*) ..... *P. cactorum*
10. Zoosporangia szczytowe, 1–2-brodawkowe, owalne, elipsoidalne,  
niekiedy w kształcie banana, orzeszka ziemnego lub amfory. Plemniki przylegniowe.  
Oogonia okrągłe do owalnych. Niektóre izolaty wytwarzają okrągłe,  
końcowe lub śródstrzępkowe chlamydospory ..... *P. quercina*
11. Zoosporangia bezbrodawkowe (*nonpapillate*) ..... 7
12. Strzępki koralojdalne z dużymi, okrągłymi zgrubieniami ułożonymi w gronach ... *P. cinnamomi*
13. Strzępki koralojdalne z guzowatymi zgrubieniami.  
Zoosporangia owalne z wewnętrzną i zewnętrzną proliferacją ..... *P. cambivora*
14. Strzępki z niewielkimi zgrubieniami na grzybni, ułożone sieciowato.  
Zoosporangia regularne, owalne lub odwrotnie gruszkowate ..... *P. cryptogea*
15. Strzępki o zróżnicowanej średnicy. Zoosporangia odwrotnie gruszkowate  
z proliferacją wewnętrzną i zewnętrzną. Brak zgrubień na strzępkach ..... *P. gonapodyides*

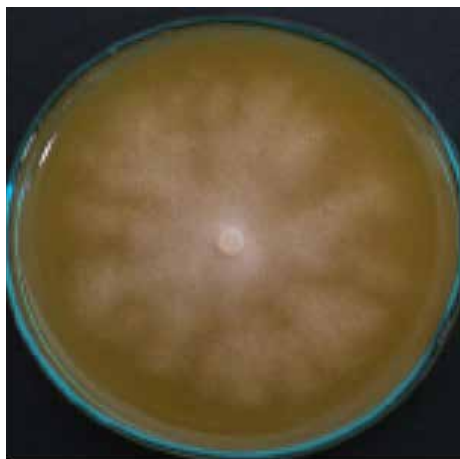
### 3. Charakterystyka wybranych gatunków *Phytophthora*

*Phytophthora alni* (Trzewik i wsp. 2008)

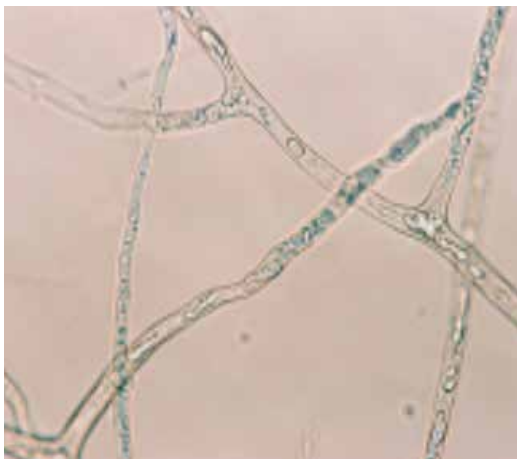
*Phytophthora alni* subsp. *alni*

**Kolonie** nieregularne w zarysie, z obszarami wolno i szybko rosnącymi na pożywce CA.

**Strzępki** substratowe. Kolonie rozwijają się w temperaturze od 10 do 30°C, przy optimum 25°C. Strzępki gładkie, jednolite, bez zgrubień i guzków, rozgałęzienia prawie pod kątem prostym.



**A**



**B**

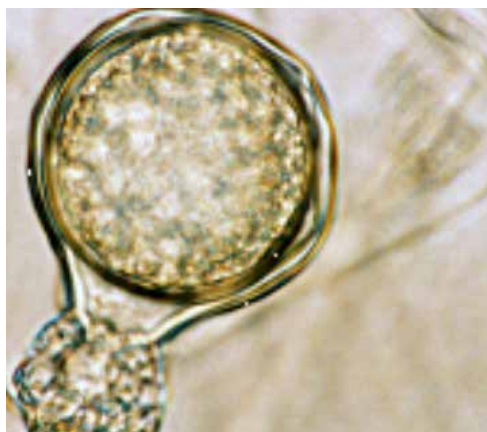
**Fot. 1.** Dziesięciodniowa kultura na pożywce CA (**A**) i strzępki plechy *P. alni* subsp. *alni* (**B**), (fot. A.T.)

**Zoosporangia** nie tworzą się na pożywkach PDA, V8, CA. Zarodnie płytkowe powstają po stymulacji strzępek niesterylnym ekstraktem glebowym na długich, prostych sporangioforach i nie wykazują zdolności do opadania. Mają kształt elipsoidalny, pozbawione są szczytowego zgrubienia (*nonpapillate*), z szerokim ujściem pory. Rozmiary zarodni płytkowych: 35,0–68,0 x 23,0–51,5  $\mu\text{m}$ .



**Fot. 2.** Zarodniki płytkowe *P. alni* uwalniające się z zarodni płytkowej (fot. G.S.)

**Lęgnie**, o ścianie ornamentowej (bruzdkowane), tworzą się najliczniej na pożywce CA. Wymiary: od 36 do 57  $\mu\text{m}$ .



**Fot. 3.** Ornamentowa lęgnia *P. alni* subsp. *alni* (fot. A.T.)

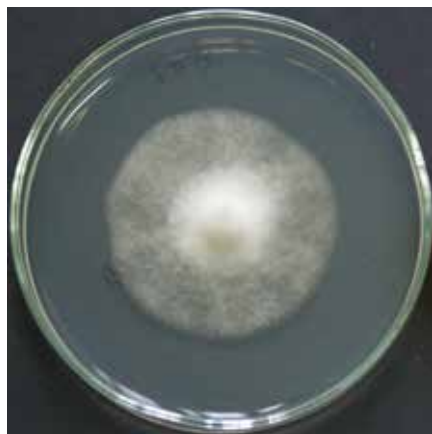
**Plemnio** w przeważającej liczbie okołolęgnowe (amfigeniczne), o wymiarach 16,0–27,5 x 12,0–20,0  $\mu\text{m}$ . **Oospory** cienkościenne, gładkie, o średnicy od 25 do 47  $\mu\text{m}$ .

### *Phytophthora alni* subsp. *uniformis*

**Kolonie** nieregularne, watowate, szczególnie w miejscu inokulum, strzępki powietrzne na PDA i CA.

**Strzępki** gładkie, jednolite, bez zgrubień i guzków. Kolonie rozwijają się w temperaturze od 10 do 30°C, przy optimum 25°C.

**Zoosporangia** nie tworzą się na pożywkach PDA, V8, CA. Powstają po stymulacji strzępek niesterylnym ekstraktem glebowym na długich, prostych sporangioforach i nie wykazują zdolności do opadania. Mają kształt elipsoidalny, pozbawione są szczytowego zgrubienia (*nonpapillate*), z szerokim ujściem pory. Rozmiary zarodni płytkowych: 35,0–60,0 x 23,0–45,0  $\mu\text{m}$ .



**A**



**B**

**Fot. 4.** Ośmiodniowe kultury *P. alni* subsp. *uniformis* na pożywce PDA (**A**) i CA (**B**), (fot. A.T.)

**Lęgnie** o gładkiej ścianie, okrągłe, o wymiarach 37,5–52,0  $\mu\text{m}$ . Najliczniej tworzą się na pożywce CA.  
**Plemniki** okołolęgnowe, dwukomorowe o wymiarach: dł. 17,0–26,0  $\mu\text{m}$ , szer. 14,5–19,0  $\mu\text{m}$ .

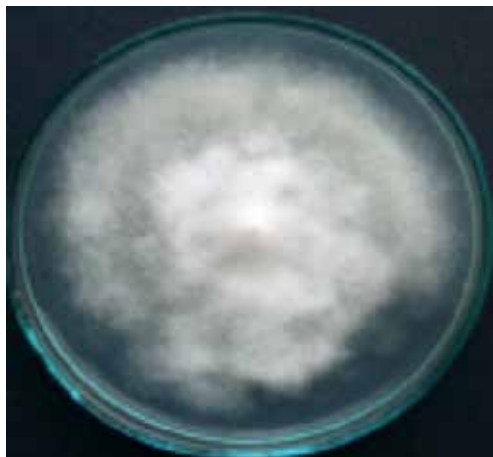


**Fot. 5.** Lęgnia o gładkiej ścianie i dwukomórkowe anteridium *P. alni* subsp. *uniformis* (fot. A.T.)

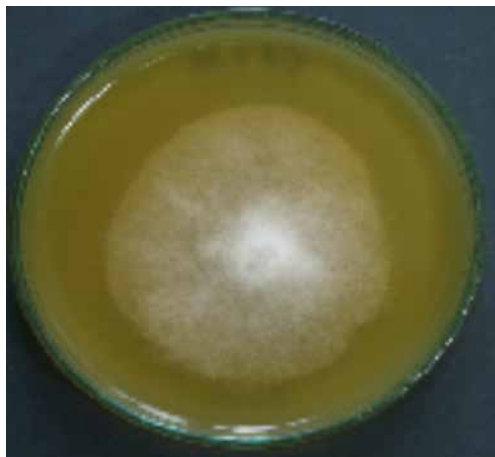
### *Phytophthora* subsp. *multiformis*

**Kolonie** nieregularne, watowate, szczególnie w miejscu inokulum. Występują strzępki powietrzne.

**Strzępki** gładkie, jednolite, bez zgrubień i guzków. Kolonie rozwijają się w temperaturze od 10 do 30°C, przy optimum 20°C.



**A**

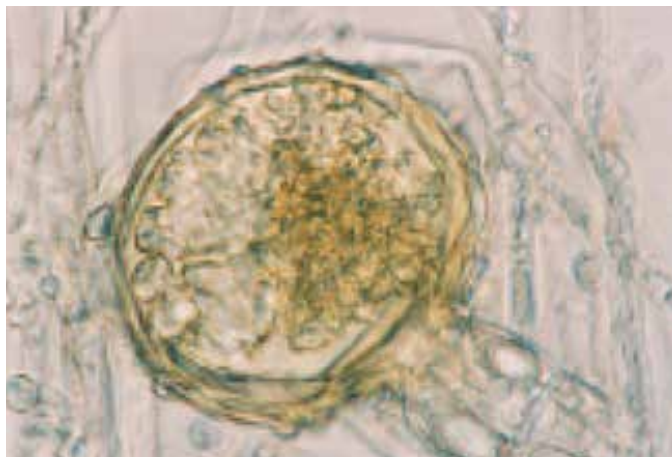


**B**

**Fot. 6.** Kultury *P. alni* subsp. *uniformis* na pożywce PDA (**A**) i CA (**B**), (fot. A.T.)

**Zoosporangia** nie tworzą się na pożywkach PDA, V8, CA. Powstają po stymulacji strzępek niesterylnym ekstraktem glebowym na długich, prostych sporangioforach i nie wykazują zdolności do opadania. Mają kształt elipsoidalny, pozbawione są szczytowego zgrubienia (*nonpapillate*), z szerokim ujściem pory. Rozmiary zarodni pływkowych: 35,0–62,0 x 23,0–47,5  $\mu\text{m}$ .

**Lęgnie** ornamentowe, okrągłe, o wymiarach 45,0–58,0  $\mu\text{m}$ . Najliczniej tworzą się na pożywcze CA.



**Fot. 7.** Ornamentowa lęgnia z dwukomórkową plemnią *P. alni* subsp. *multiformis* (fot. A.T.)

**Plemnie** okołolęgnowe, rzadko przylęgnowe dwukomórkowe, o wymiarach 24,0–35,0 x 18,5–25,5  $\mu\text{m}$ .

**Tabela 1.** Charakterystyka podgatunków *Phytophthora alni* (wg Trzewik 2008)

| Podgatunki                               | Kształt zoosporangiów                                                             | Położenie zoosporangiów                | Obecność brodawki       | Miejsce tworzenia zoosporangiów            | Strzępki                                        |
|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| <i>P. alni</i> subsp. <i>alni</i>        | elipsoidalny<br>35,0–68,0 x<br>23,0–51,5 $\mu\text{m}$                            | prolif. wewnętrzna<br>i zewnętrzna     | <i>nonpapillate</i>     | na długich,<br>prostych<br>sporangioforach | strzępki gładkie,<br>jednolite,<br>bez zgrubień |
| <i>P. alni</i> subsp. <i>uniformis</i>   | elipsoidalny<br>35,0–60,0 x<br>23,0–45,0 $\mu\text{m}$                            | prolif. wewnętrzna<br>i zewnętrzna     | <i>nonpapillate</i>     | na długich,<br>prostych<br>sporangioforach | jw.                                             |
| <i>P. alni</i> subsp. <i>multiformis</i> | elipsoidalny<br>35,0–62,0 x<br>23,0–47,5 $\mu\text{m}$                            | prolif. wewnętrzna<br>i zewnętrzna     | <i>nonpapillate</i>     | na długich,<br>prostych<br>sporangioforach | jw.                                             |
| anteridia                                |                                                                                   | oogonia                                | oospory                 | chlamydospory                              |                                                 |
| <i>P. alni</i> subsp. <i>alni</i>        | amfigeniczne<br>16,0–27,5 x<br>12,0–20,0 $\mu\text{m}$                            | ornamentowe<br>36,0–54,0 $\mu\text{m}$ | 25,0–47,0 $\mu\text{m}$ | nie obserwowano                            |                                                 |
| <i>P. alni</i> subsp. <i>uniformis</i>   | amfigeniczne<br>17,0–26,0 x<br>14,5–19,0 $\mu\text{m}$                            | gładkie<br>37,0–52,0 $\mu\text{m}$     | 27,0–42,0 $\mu\text{m}$ | nie obserwowano                            |                                                 |
| <i>P. alni</i> subsp. <i>multiformi</i>  | amfigeniczne,<br>rzadko<br>parageniczne<br>24,0–35,0 x<br>18,0–25,5 $\mu\text{m}$ | ornamentowe<br>45,0–58,0 $\mu\text{m}$ | 34,0–49,0 $\mu\text{m}$ | nie obserwowano                            |                                                 |

*Phytophthora cactorum* (wg Erwina i Ribeiro 1996)

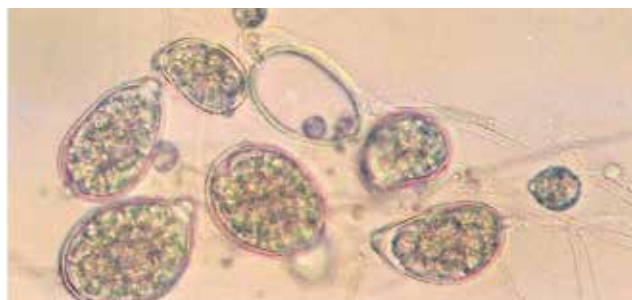
**Kolonie** na pożywce PDA delikatnie promieniste, zwarte, bez wyraźnej granicy.

**Strzępki** rozgałęzione, w niektórych miejscach nabrzmiłe. Minimalna temperatura wzrostu 2°C, optimum 25°C, maksimum 31°C.

**A****B**

**Fot. 8.** Kultura na pożywce PDA (**A**) oraz strzępki plechy *P. cactorum* (**B**), (fot. A.T.)

**Zoosporangia** o wymiarach 19–55 x 16–46  $\mu\text{m}$ , opadające, tworzą się terminalnie i tylko niekiedy interkalarnie na prostych sporangioforach. Kształt zarodni elipsoidalny, odwrotnie gruszkowaty, od jajowatego do kulistego. Zgrubienie szczytowe widoczne – *papillate*.



**Fot. 9.** Zoosporangia i uwalniające się zarodniki płytkowe *P. cactorum* (fot. G.S.)

**Lęgnię** (18–40  $\mu\text{m}$ ) z gładką ścianą, hialinowe.

**Plemnice** (9–18 x 9–20  $\mu\text{m}$ ) typu paragenicznego, jednokomórkowe, od prawie kulistych do wydłużonych, często pojawiają się w miejscach zgrubień strzępek. Gatunek homotaliczny.

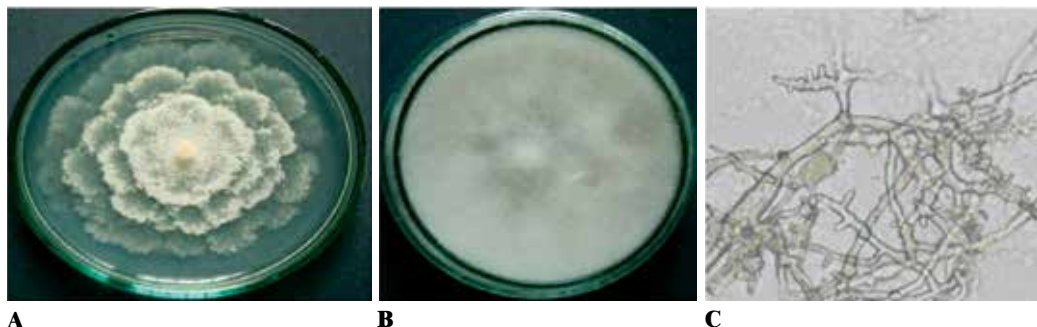
**Oospory** (15–36  $\mu\text{m}$ ) ułożone w oogoniach symetrycznie (plerotyczne), o grubości ściany 2  $\mu\text{m}$ . Oudemans i Coffey (1991) opisali oospory aplerotyczne. Większość izolatów tworzy oospory zarówno na pożywce, jak i w zainfekowanych tkankach.

**Chlamydospory** wytwarzane są tylko przez niektóre izolaty terminalnie lub interkalarnie.

*Phytophthora cinnamomi* (wg Erwina i Ribeiro 1996)

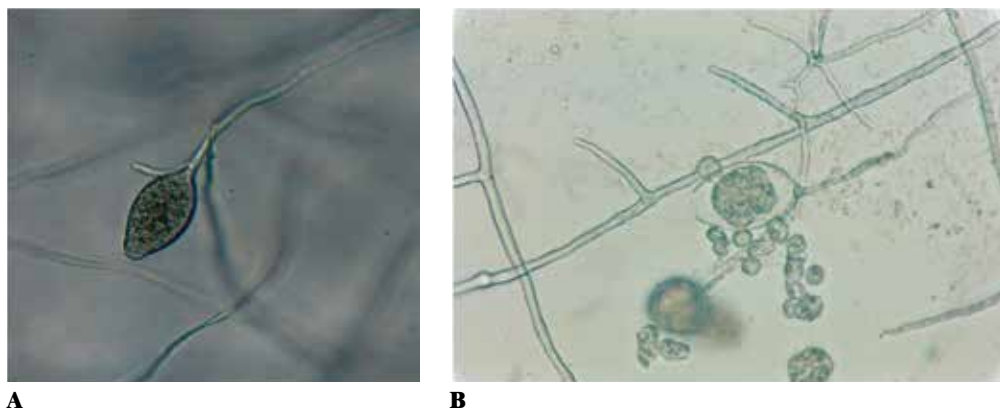
**Kolonie** na pożywce PDA o charakterystycznym wzorze kwiatowym, określanym jako kształt róży lub kamelii (Zentmyer 1980), o zabarwieniu białym, na V8 watawate. Z czasem stają się mą-

czyste (omszone). Strzępki o szerokości 15–13  $\mu\text{m}$  (G. Szkuta) z wyraźnymi guzkowatymi zgrubieniami zarówno na szczycie strzępek, jak i w środkowej ich części. Temperatura wzrostu: minimalna 5–6°C, optimum 24–28°C, maksimum 32–34°C.



**Fot. 10.** Kultury *P. cinnamomi* na pożywce PDA (A), V8 (B) oraz strzępki plechy z charakterystycznymi zgrubieniami (C), (fot. A.T.)

**Zoosporangia** powstają w wyniku proliferacji wewnętrznej (z podstawy pustego zoosporangium) i zewnętrznej (przez ujście starszej zarodni) lub na sporangioforach sympodialnie rozgałęzionych. Brak zdolności do opadania zarodni. Kształt zarodni – od jajowatego przez elipsoidalny do odwrotnie gruszkowatego, o wymiarach 27–114 x 20–63  $\mu\text{m}$  (wg Ho i Zentmyera 1977: 75–40  $\mu\text{m}$ ). Zgrubienie szczytowe niewidoczne (*nonpapillate*).



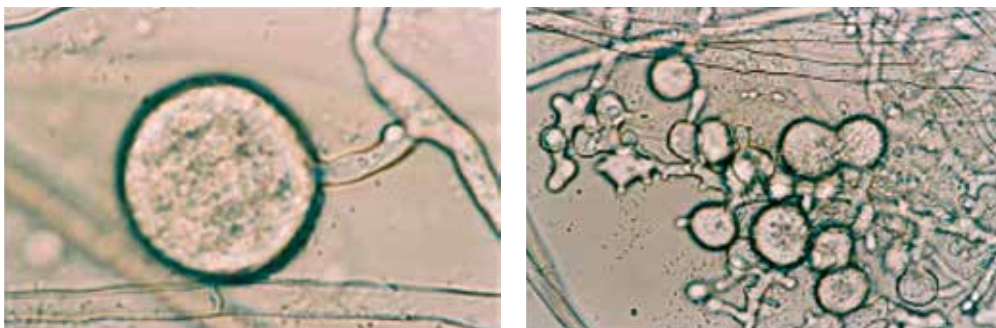
**Fot. 11.** Zoosporangium (A) i uwalniające się zarodniki pływkowe (B) *P. cinnamomi* (fot. G.S.)

**Lęgnię** (21–58  $\mu\text{m}$ ) kuliste, często ze zwężoną podstawą, o gładkiej ścianie i zabarwieniu od hialinowego do żółtobrazowego.

**Plemn timer** (19–21 x 16–17  $\mu\text{m}$ ) typu amfigenicznego (okołolęgniowe). Gatunek heterotaliczny.

**Oospory** (19–54  $\mu\text{m}$ ) kuliste, o zabarwieniu od hialinowego do brązowego, ułożone w oogniach symetrycznie (plerotyczne).

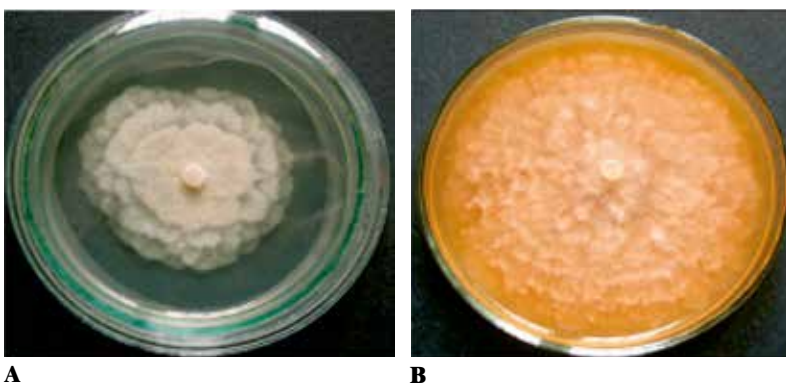
**Chlamydospory** (31–50  $\mu\text{m}$ ) kuliste, o bardzo cienkiej ścianie. Powstają na strzępkach zarówno terminalnie, jak i interkalarnie. Bardzo często tworzą grupy podobne do kiści winogron.



**Fot. 12.** Chlamydospory *P. cinnamomi* (fot. A.T.)

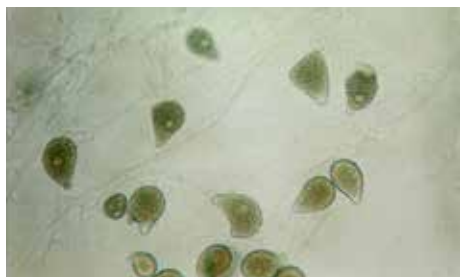
### *Phytophthora citricola* (wg Erwina i Ribeiro 1996)

**Kolonie** na pożywce PDA zwarte, o charakterystycznym płatkowatym wzorze (określanym w literaturze jako wzór kwiatowy); na V8 wzór w kształcie gwiazdy. Strzępki rozgałęzione z nielicznymi zgrubieniami o szerokości 4–7  $\mu\text{m}$ .



**Fot. 13.** Kultury *P. citricola* na pożywce PDA (**A**) i V8 (**B**), (fot. A.T.)

**Zoosporangia** powstają najczęściej terminalnie na sporangioforach prostych i nierozgałęzionych, bardzo rzadko na rozgałęzionych sympodialnie. Brak zdolności do opadania zarodni. Zoosporangia z szerokim i spłaszczonym zgrubieniem szczytowym (*semipapillate*). Obserwowano również zarodnie z dwoma papillami (każde ma własne ujście). Kształty zarodni nieregularne: od kulistych przez jajowate, elipsoidalne do odwrotnie gruszkowatych i wydłużonych, o wymiarach 30–75 x 21–44  $\mu\text{m}$ .



**Fot. 14.** Zoosporangia *P. citricola* typu *semipapillate* (fot. G.S.)

**Lęgnie** (18–35  $\mu\text{m}$ ) okrągłe, o gładkiej ścianie.

**Plemn timer** (9–13 x 7–8  $\mu\text{m}$ ) przeważnie typu paragenicznego, sporadycznie amfigeniczne. Gatunek homotalliczny.

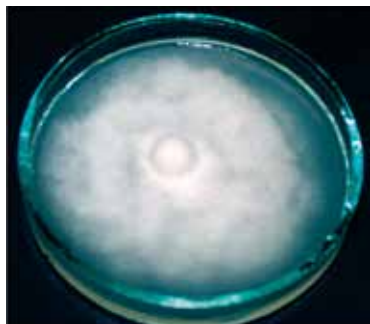


**Fot. 15.** Lęgnie i parageniczne plemn timer *P. citricola* (fot. G.S.)

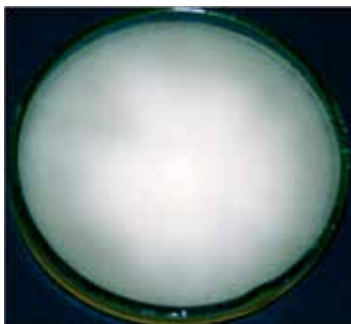
**Oospory** (16 – 30  $\mu\text{m}$ ) kuliste, ułożone w oogoniach symetrycznie (plerotyczne).

**Chlamydospory** obserwowane tylko u niektórych izolatów na pożywce z mąki kukurydzianej.

### *Phytophthora cambivora* (wg Erwina i Ribeiro 1996)



**A**



**B**

**Fot. 16.** Kultury *P. cambivora* na pożywce PDA (**A**) i V8 (**B**), (fot. A.T.)

**Kolonie** (fot. 16) na pożywce PDA o wzorze delikatnie płatkowatym; na V8 strzępki tworzą puszystą, watawatą kulturę.

**Strzępki** z gruzelkowatymi zgrubieniami (przypominające korale), o szerokości 5–8  $\mu\text{m}$ .

**Zoosporangia** powstają w wyniku proliferacji wewnętrznej i zewnętrznej. Sporangiofory proste, nierozgałęzione, rzadziej rozgałęzione sympodialnie. Kształt zarodni: od elipsoidalnego do jajowatego, o podstawie zaokrąglonej i wymiarach 22–95 x 17–66  $\mu\text{m}$  (wg Petri 1917: 40–54 x 60–75  $\mu\text{m}$ ). Zgrubienie szczytowe niewidoczne (*nonpapillate*).

**Lęgnie** (23–62  $\mu\text{m}$ ) okrągłe, o ścianie ornamentowanej i zabarwieniu jasnobursztynowym.



**A**



**B**

**Fot. 17.** Ornamentowe lęgnie *P. cambivora* (fot. G.S.)

**Plemn timer** (25–35 x 19  $\mu\text{m}$  – zawsze dłuższe niż szersze) typu amfigenicznego (okołolęgniowe), najczęściej dwukomórkowe (Ho i wsp. 1977). Gatunek heterotaliczny.



**Fot. 18.** Lęgni *P. cambivora* z dwukomórkową plemnią (fot. G.S.)

**Oospory** (32–38  $\mu\text{m}$ ) o ścianie cieńszej od 3  $\mu\text{m}$  (Waterhouse i Waterston 1966), rozmieszczone w oogoniach równomiernie (plerotyczne).

**Chlamydospory** – brak zarówno na podłożach agarowych, jak i w sterylnej wodzie.

*Phytophthora citrophthora* (wg Erwina i Ribeiro 1996)

Izolaty na pożywce PDA tworzą zwarte **kultury** o wzorze drobno płatkowanym, określanym w literaturze jako typ róży lub gwiazdy. Brak strzępek powietrznych zarówno na pożywce PDA, jak i V8.

**Strzępki** rozgałęzione, gładkie (czasami widoczne niewielkie zgrubienia), o szerokości 3–8  $\mu\text{m}$ . Minimalna temperatura wzrostu  $<5^{\circ}\text{C}$ , optimum  $24\text{--}28^{\circ}\text{C}$ , maksimum  $32\text{--}33^{\circ}\text{C}$ .



**Fot. 19.** Kultura *P. citrophthora* na pożywce PDA (fot. A.T.)

**Zoosporangia** powstają na sporangioforach prostych, sympodialnie rozgałęzionych lub nieregularnych. Brak zdolności do opadania zarodni. Kształt zarodni: kulisty, jajowaty, odwrotnie gruszkowaty, cytrynowaty, o wymiarach  $33\text{--}63 \times 27\text{--}60 \mu\text{m}$ . Zgrubienie szczytowe dobrze widoczne (*papillate*). Często można zaobserwować dwa zgrubienia lub więcej. Izolaty *P. citrophthora* nie tworzą struktur płciowych na pożywkach agarowych oraz nie występują w naturze.

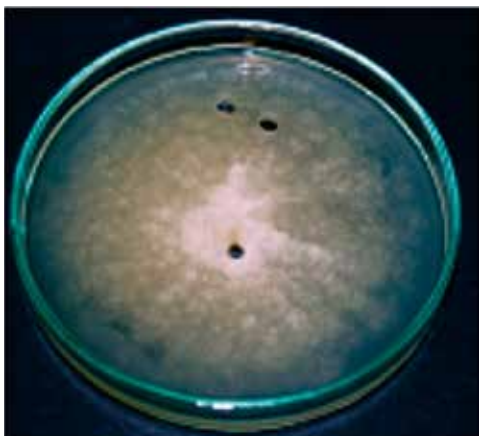


**Fot. 20.** Zoosporangia *P. citrophthora* z brodawkami (fot. G.S.)

*Phytophthora cryptogea* (wg Erwina i Ribeiro 1996)

Wzrost **kultur** na pożywce PDA o delikatnym wzorze kwiatowym z płatkowanymi strefami; na V8 kultura watowata. Obecność strzępek powietrznych.

**Strzępki** słabo rozgałęzione, o szerokości do 8  $\mu\text{m}$ , w roztworach wodnych – z charakterystycznymi zgrubieniami. Minimalna temperatura wzrostu  $<1^{\circ}\text{C}$ , optimum  $22\text{--}25^{\circ}\text{C}$ , maksimum  $31\text{--}33^{\circ}\text{C}$ .



**Fot. 21.** Kultura *P. cryptogea* na pożywce PDA (fot. A.T.)

**Zoosporangia** powstają na sporangioforach prostych, nierozgałęzionych lub rozgałęzionych sympodialnie, nowe często w wyniku proliferacji zewnętrznej. Kształt zarodni: od jajowatych do odwrotnie gruszkowatych, o wymiarach 35–63 x 24–35  $\mu\text{m}$ . Zgrubienie szczytowe niewidoczne (*nonpapillate*).



**A**



**B**

**Fot. 22.** Bezbrodawkowe zoosporangia (**A**) i uwalniające się zarodniki pływkowe *P. cryptogea* (**B**), (fot. G.S.)

**Lęgnie** (28–37  $\mu\text{m}$ ) kuliste, gładkościenne, z wiekiem stają się żółtobrazowe.

**Plemniki** (24–32  $\mu\text{m}$ ) typu amfigicznego, o kształcie owalnym lub cylindrycznym. Gatunek heterotaliczny.

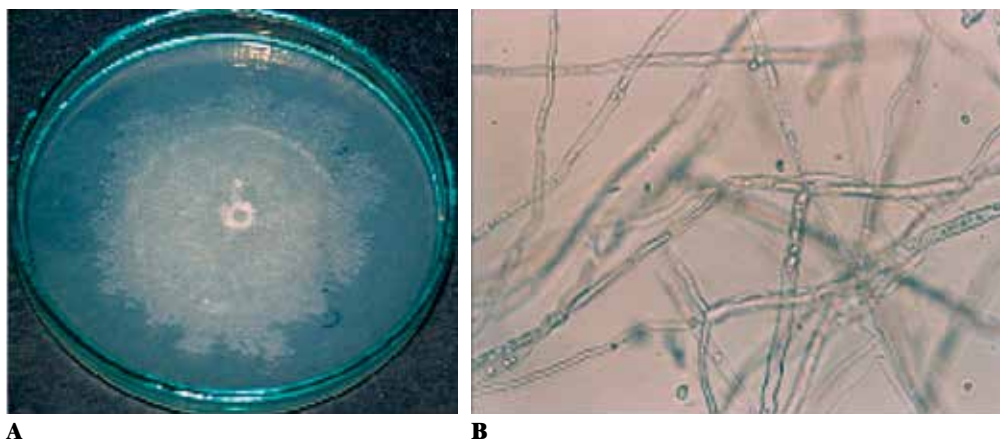
**Oospory** (25–30  $\mu\text{m}$ ) okrągłe, rozmieszczone w oogoniach symetrycznie (plerotyczne).

**Chlamydospory** nie tworzą się zarówno na podłożach agarowych, jak i w roztworach wodnych.

### *Phytophthora gonapodyides* (wg Erwina i Ribeiro 1996)

**Kolonie** na pożywce PDA o charakterystycznym kształcie rozety.

**Strzępki** słabo rozgałęzione, dość grube. Minimalna temperatura wzrostu  $<5^{\circ}\text{C}$ , optymalna  $25^{\circ}\text{C}$ , maksymalna  $30\text{--}35^{\circ}\text{C}$ . Według Brasiera i wsp. (1993) wzrost w temperaturze 20, 25 i  $30^{\circ}\text{C}$  powolny, a w  $30^{\circ}\text{C}$  kolonia się nie rozwija.



**Fot. 23.** Kultura *P. gonapodyides* na pożywce PDA (**A**) oraz strzępki plechy (**B**), (fot. A.T.)

**Zoosporangia** o wymiarach  $42\text{--}75 \times 20\text{--}32 \mu\text{m}$ , nieoblionione, powstają w wyniku proliferacji wewnętrznej (z podstawy pustego zoosporangium). Kształt zarodni elipsoidalny, jajowaty, odwrotnie gruszkowaty. Brak zdolności do opadania zarodni. Zgrubienie szczytowe niewidoczne (*nonpapillate*).

**Lęgnie** ( $27\text{--}48 \mu\text{m}$ ) okrągłe, o ścianie najczęściej chropowatej.

**Plemn timer** o bardzo zróżnicowanych wymiarach i kształtach typu amfigenicznego. Gatunek heterotaliczny.

**Oospory** ( $18\text{--}32 \mu\text{m}$ ) o zabarwieniu żółtym, ułożone w oogoniach niesymetrycznie (aplerotycznie), (Pittis i Colhoun 1984).

**Chlamydospory** – brak.

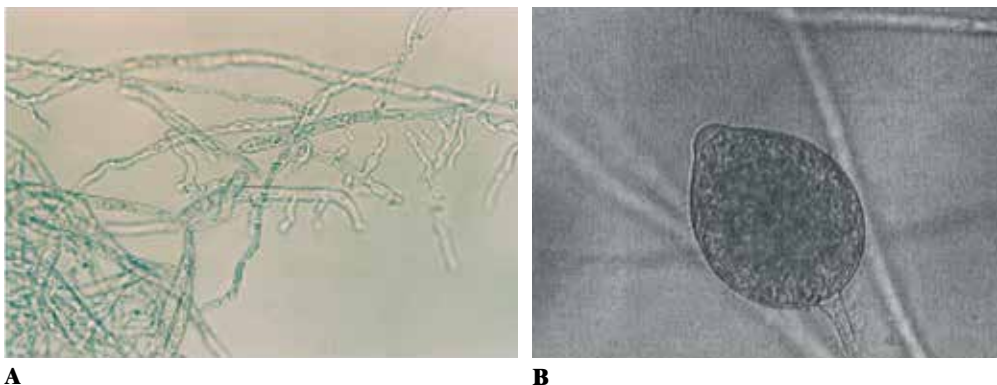
### *Phytophthora quercina* (wg Junga i wsp. 1999)

**Kolonie** są jednolite, zbite, ze strzępkami powietrznymi na pożywce kukurydzianej.

**Strzępki** o średnicy od  $3,8$  do  $9,2 \mu\text{m}$  (śr.  $6,2 \mu\text{m}$ ), rozgałęziające się sympodialnie. Czasami strzępki są zygawkowate. Kolonie rozwijają się w temperaturze od  $5$  do  $27,5^\circ\text{C}$ , przy optimum  $25^\circ\text{C}$ , ok.  $3,3 \text{ mm/dobę}$  na V8.

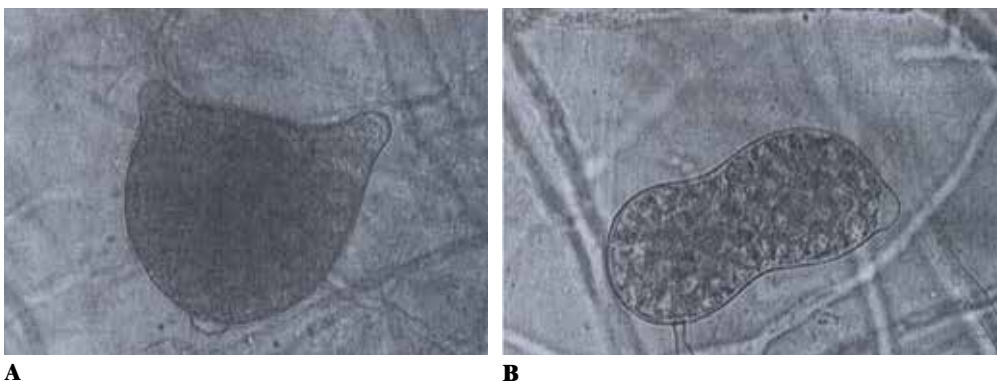


**Fot. 24.** Kolonia *P. quercina* na pożywce PDA (fot. A.T.)



**Fot. 25.** Strzępki plechy (A) na pożywce PDA i zoosporangium (B) *P. quercina* (fot. A.T. i T.J.)

**Zoosporangia** tworzą się głównie w płynnych pożywkach. Są one końcowe, czasem śródstrzępkowe, nieopadające, z brodawką (do  $6\ \mu\text{m}$ ), a niekiedy dwubrodawkowe. Zoosporangia (o wymiarach  $42,4 \times 29,3\ \mu\text{m}$ ) mogą być prawie okrągłe, owalne, odwrotnie gruszkowate, w kształcie banana, orzeszka ziemnego lub ampulki.



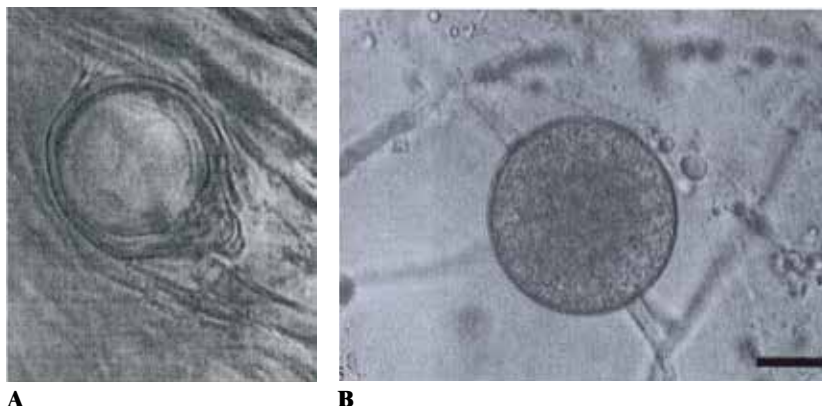
**Fot. 26.** Zoosporangia *P. quercina*: z dwiema brodawkami (A) i w kształcie orzeszka ziemnego (B), (wg Junga i wsp. 1999)

**Lęgnie** o gładkiej ścianie, od okrągłych przez owalne do elipsoidalnych (o wymiarach  $19\text{--}45\ \mu\text{m}$ ), tworzą się w pojedynczych kulturach oraz porażonych tkankach korzeni.

**Plemnice** są hialinowe, pojedyncze, okrągłe lub wydłużone (o wymiarach  $14,8 \times 9,5\ \mu\text{m}$ ), przylegające.

**Oospory** o średnicy  $26,6\ \mu\text{m}$  są grubościennne, o gładkiej ścianie, z biegiem czasu zmieniające barwę na żółtą.

### Chlamydospory



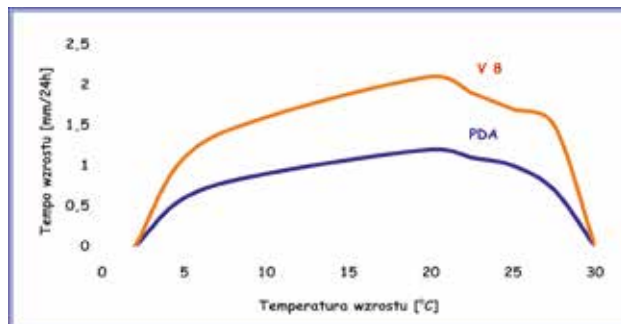
A

B

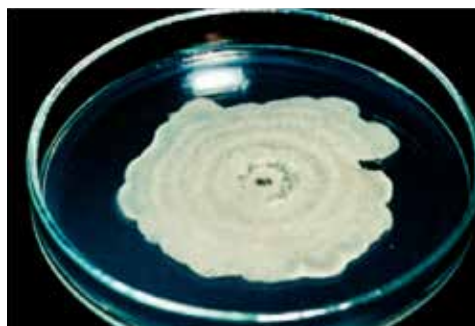
**Fot. 27.** Plemnica (A) i chlamydospora śródstrzępkowa (B) *P. quercina* (wg Junga i wsp. 1999)

### *Phytophthora ramorum* (wg Werresa i wsp. 2001)

**Kolonie:** strzępki wyrastają nad powierzchnię lub ścielą się gęsto po powierzchni podłoża. Kolonia w formie rozety, wolno rosnąca (2,5–3,5 mm/dobę w 20°C).



**Rys. 1.** Wzrost *P. ramorum* na dwu pożywkach w zależności od temperatury (wg G. Szkutny)



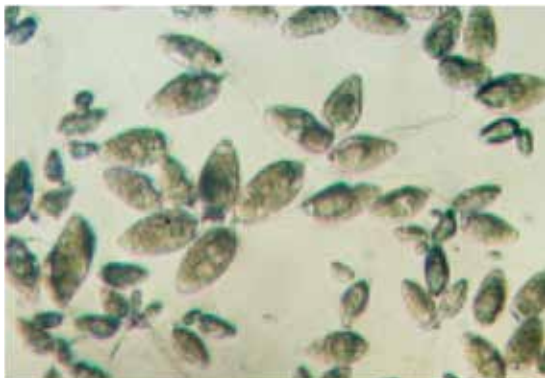
A



B

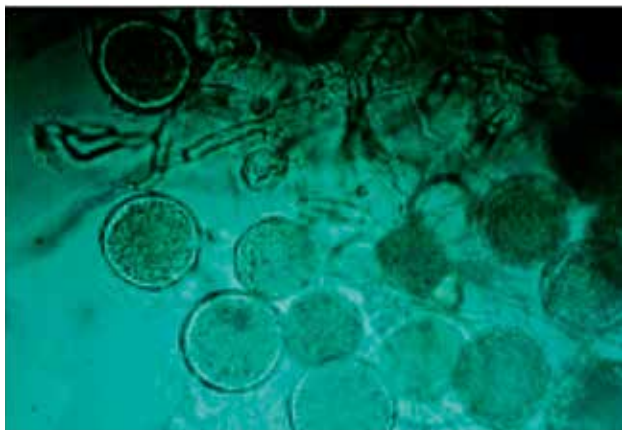
**Fot. 28.** Strzępki plechy (A) i kultura *P. ramorum* na pożywce PDA (B), (fot. G.S. i A.T.)

**Zoosporangia** tworzą się pojedynczo lub w gronach po 2–12, sympodialnie na długich trzonkach. W większości są elipsoidalne, lekko zaostrome na końcach lub owalne, o zaokrąglonej podstawie na krótkim trzonku lub siedzące, opadające, o wymiarach 45,6–65,0 x 21,2–28,3  $\mu\text{m}$ .



**Fot. 29.** Zoosporangia *P. ramorum* z zaznaczoną brodawką (fot. G.S.)

**Chlamydospery** tworzą się licznie na wszystkich podłożach. Są okrągłe, cienkościenne, końcowe, boczne lub śródstrzępkowe, o średnicy od 46,4 do 60,1  $\mu\text{m}$ .



**Fot. 30.** Końcowe chlamydospery *P. ramorum* (fot. G.S.)

Gatunek jest heterotaliczny i tworzy gametangia w obecności typów kojarzeniowych A1 i A2 lub *P. cryptogea*.

**Lęgnie** (oogonia) są szczytowe, gładkie, okrągłe, o średnicy od 27,2 do 31,4  $\mu\text{m}$ .

**Plemniki** (anteridia) są okółęgnowe, od okrągłych po beczkowate, o wymiarach 12–22 x 15–18  $\mu\text{m}$ .

Tabela 2. Cechy morfologiczne wykrytych gatunków *Phytophthora*

| Gatunki <i>Phytophthora</i>          | Kształt zoosporangiów                                                                                                                                 | Zgrubienie szczytowe zoosporangium ( <i>papilla</i> )                                                                                    | Tworzenie zoosporangiów                                                                            | Morfologia kultur                                                                                                                                                                                                                | Anteridia (plemnie)                                                                  | Oogonia (legnie)                                                                                                             | Oospory                            | Typy kontigacyjne | Chlamydospory                                                                                                                                      |
|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>P. alni</i><br>subsp. <i>alni</i> | Elipsoidalny,<br>35,0–68,0 x<br>23,0–51,5 $\mu\text{m}$                                                                                               | Zgrubienie szczytowe niewidoczne ( <i>nonpapillate</i> )                                                                                 | W wyniku proliferacji zewnętrznej i wewnętrznej                                                    | Strzępki gładkie, jednolite, bez zgrubień                                                                                                                                                                                        | Amfigeniczne,<br>16,0–27,5 x<br>12,0–20 $\mu\text{m}$                                | Ornamentowe,<br>36,0–54,0 $\mu\text{m}$                                                                                      | 25–47 $\mu\text{m}$                | Homotaliczny      | Brak zarówno na podłożach agarowych, jak i w roztworach wodnych                                                                                    |
| <i>P. cactorum</i>                   | Elipsoidalny, odwrótnie gruszkowaty, od jajowatego do kulistego.<br>Wymiary:<br>19–55 x 16–46 $\mu\text{m}$                                           | Z dobrze widoczną brodawką ( <i>papillate</i> )                                                                                          | Terminalnie, niekiedy interkalarnie, na prostych sporangioforach                                   | Strzępki rozgałęzione, w niektórych miejscach nabrznie. Na PDA kolonie delikatnie promieniste, bez wyraźnej granicy                                                                                                              | 9–18 x 9–20 $\mu\text{m}$ , typu paragenicznego, jednokomórkowe                      | 18–40 $\mu\text{m}$ , hialinowe, z gładką ścianą                                                                             | 15–36 $\mu\text{m}$ , pteryocyczne | Homotaliczny      | Wytwarzane tylko przez niektóre izolaty terminalnie lub interkalarnie                                                                              |
| <i>P. cambivora</i>                  | Od elipsoidalnego do jajowatego, o podstawie zaokrąglonej.<br>Wymiary:<br>22–95 x 17–66 $\mu\text{m}$                                                 | Zgrubienie szczytowe niewidoczne ( <i>nonpapillate</i> )                                                                                 | W wyniku proliferacji zewnętrznej i wewnętrznej                                                    | Strzępki z gruszkowatymi zgrubieniami, o szerokości 5–8 $\mu\text{m}$ . Na PDA kolonie o wzorze delikatnie platkowatym                                                                                                           | 25–35 x 19 $\mu\text{m}$ , typu amfigenicznego, najczęściej dwukomórkowe             | 23–62 $\mu\text{m}$ , jasnoburszynowe, okrągłe, o ścianie ornamentowanej                                                     | 32–38 $\mu\text{m}$ , pteryocyczne | Heterotaliczny    | Brak zarówno na podłożach agarowych, jak i w sterylnej wodzie                                                                                      |
| <i>P. cinnamomi</i>                  | Od jajowatego przez elipsoidalny do odwrótnie gruszkowatego.<br>Wymiary:<br>27–114 x 20–63 $\mu\text{m}$                                              | Zgrubienie szczytowe niewidoczne ( <i>nonpapillate</i> )                                                                                 | W wyniku proliferacji zewnętrznej i wewnętrznej lub na sporangioforach sympodialnie rozgałęzionych | Strzępki z wyraźnymi guzkowatymi zgrubieniami na szczytach strzępek oraz w środkowej ich części. Na PDA kolonie o wzorze kwiatowym w kształcie róży lub kamelii, o zabarwieniu białym. Z upływem czasu kolonie stają się męzyste | 19–21 x 16–17 $\mu\text{m}$ , typu amfigenicznego                                    | 21–58 $\mu\text{m}$ , kuliste, często ze zwięzłą podstawą, o gładkiej ścianie i zabarwieniu od hialinowego do żółtobrazowego | 19–54 $\mu\text{m}$ , pteryocyczne | Heterotaliczny    | 31–50 $\mu\text{m}$ kuliste, o bardzo cienkiej ścianie, powstają na strzępkach terminalnie i interkalarnie. Tworzą grupy podobne do kiści winogron |
| <i>P. citricola</i>                  | Kształty nieregularne: od kulistych przez jajowate, elipsoidalne do odwrótnie gruszkowatych i wydłużonych.<br>Wymiary:<br>30–75 x 21–44 $\mu\text{m}$ | Słabo widoczne zgrubienie szczytowe ( <i>semipapillate</i> ). Obserwowano również zarodnie z dwiema brodawkami (każda z własnym ujściem) | Terminalnie na sporangioforach prostych i nierozgałęzionych, rzadko rozgałęzionych sympodialnie    | Strzępki rozgałęzione z nielicznymi zgrubieniami o szerokości o 4–7 $\mu\text{m}$ . Na PDA kolonie zwarte o wzorze kwiatowym                                                                                                     | 9–13 x 7–8 $\mu\text{m}$ , przeważnie typu paragenicznego, sporadycznie amfigeniczne | 18–35 $\mu\text{m}$ , okrągłe, o gładkiej ścianie                                                                            | 16–30 $\mu\text{m}$ , pteryocyczne | Homotaliczny      | Występują tylko u niektórych izolatów                                                                                                              |

| Gatunki <i>Phytophthora</i> | Kształt zoosporangiów                                                                                                                     | Zgrubienie szczytowe zoosporangium ( <i>papilla</i> )                                                  | Tworzenie zoosporangiów                                                                                                                  | Morfologia kultur                                                                                                             | Anterida (plemienie)                                                                         | Oogonia (tegnie)                                              | Oospory                                           | Typy koniugacyjne | Chlamydospory                                                                               |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>P. citrophthora</i>      | Kuliste, jajowaty, odwrótnie gruszkowaty, cytrynowaty. Wymiary: 33–63 x 27–60 µm                                                          | Dobre widoczne zgrubienie szczytowe ( <i>papillate</i> ). Często obserwuje się dwa lub więcej zgrubień | Na sporangioforach prostych, sympodialnie rozgałęzionych lub nieregularnych                                                              | Strzępki rozgałęzione, gładkie, o szerokości 3–8 µm. Na PDA kolonie zwarte, o wzorze drobno platkowatym – typ gwiazdy         | Nie obserwowano tworzenia struktur płciowych zarówno na podłożach agarowych, jak i w naturze | –                                                             | –                                                 | –                 | –                                                                                           |
| <i>P. cryptogea</i>         | Od jajowatych do odwrótnie gruszkowatych. Wymiary: 35–63 x 24–35 µm                                                                       | Zgrubienie szczytowe niewidoczne ( <i>nonpapillate</i> )                                               | Na sporangioforach prostych, nierozgałęzionych lub rozgałęzionych sympodialnie. Nowe tworzą się często w wyniku proliferacji zewnętrznej | Strzępki słabo rozgałęzione o szerokości do 8 µm. Na PDA kolonie o bardzo delikatnym wzorze kwiatowym z platkowanymi strefami | 13–19 x 15–17 µm, typu amfigenicznego                                                        | 28–37 µm, kuliste, gładkościenne                              | 24–32 µm, plerotyczne                             | Heterotaliczny    | Brak zarówno na podłożach agarowych, jak i w rozworach wodnych                              |
| <i>P. gonapodyides</i>      | Elipsoidalny, jajowaty, odwrótnie gruszkowaty. Wymiary: 42–75 x 20–32 µm                                                                  | Zgrubienie szczytowe niewidoczne ( <i>nonpapillate</i> )                                               | W wyniku proliferacji wewnętrznej                                                                                                        | Strzępki słabo rozgałęzione, dość grube. Na PDA kolonie w kształcie rozety                                                    | Wymiary bardzo zróżnicowane, typu amfigenicznego                                             | 27–48 µm, okragłe, o ścianie chropowatej                      | 18–32 µm, aplerotyczne                            | Heterotaliczny    | Brak                                                                                        |
| <i>P. quercina</i>          | Okragły, owalny, odwrótnie gruszkowaty, w kształcie banana lub orzeszka ziemnego, lub anapulkowaty, o wymiarach 18,8–112,5 x 13,8–47,5 µm | Zgrubienie szczytowe do 6 µm ( <i>papillate</i> )                                                      | Na prostych lub sympodialnie rozgałęzionych trzonkach                                                                                    | Strzępki rozgałęziające się sympodialnie, niekiedy zygzakowate, od 3,8 do 9,2 µm                                              | Przyłęginiowe, okragłe lub wydłużone (14,8 x 9,5 µm)                                         | Gładkie, okragłe lub owalne do elipsoidalnych, od 19 do 45 µm | Grubościenne, gładkie, żółtawe o średnicy 26,6 µm | Homotaliczne      | Czasami występują i są okragłe lub owalne, końcowe lub środkowe, strzępkowe, od 17 do 35 µm |
| <i>P. ramorum</i>           | Elipsoidalny, lekko zaokrąglony, na krótkich trzonkach, o wymiarach 45,6–65 x 21,2–28,3 µm                                                | Zgrubienie szczytowe z niewielką brodawką ( <i>semipapillate</i> )                                     | Sympodialnie, na długich trzonkach                                                                                                       | Słabo rozgałęzione                                                                                                            | Okółęginiowe, gładkie, okragłe, o średnicy 27,2–31,4 µm                                      | Szczytowe, gładkie, okragłe, 12–22 x 15–18 µm                 | Plerotyczne                                       | Heterotaliczne    | Liczne, okragłe, cienkościenne, końcowe i strzępkowe, o średnicy 46,4–60,1 µm               |

## 4. Literatura

- Dick M.W. 1997: Fungi, flagella and phylogeny. *Mycol. Res.* 101: 385–394.
- Erwin D.C., Ribeiro O.K. 1996: *Phytophthora* diseases Worldwide. APS Press, Minnesota USA.
- Jung T, Cooke D.E.I., Blaschke H., Duncan J.M., Osswald W. 1999: *Phytophthora quercina* sp. nov., causing root rot of European oaks. *Mycol. Res.* 103: 785–798.
- Hallsall D.M. 1978: A comparison of *Phytophthora cinnamomi* infection in *Eucalyptus sieberi*, a susceptible species, and *Eucalyptus maculata*, a field resistance species. *Aust. J. Botany* 26: 643–655.
- Ho H.H., Zentmyer G.A. 1977: Morphology of *Phytophthora cinnamomi*. *Mycologia* 69: 701–713.
- Ho H.H., Zentmyer G.A., Erwin D.C. 1977: Morphology of sex organs of *Phytophthora cambivora*. *Mycologia* 69: 641–646.
- Orlikowski L.B., Szkuta G. 2002: First record of *Phytophthora ramorum* in Poland. *Phytopathol. Pol.* 25: 169–179.
- Orlikowski L.B., Szkuta G. 2004: First notice of *Phytophthora ramorum* on *Calluna vulgaris*, *Photinia fraseri* and *Pieris japonica* in Polish container-grown ornamental nurseries. *Phytopathol. Pol.* 34: 87–92.
- Oudemans P., Coffey M. D. 1991: Isozyme comparison within and among worldwide sources of three morphologically distinct species of *Phytophthora*. *Mycol. Res.* 95:19–30.
- Petri L. 1917: Ricerche sulla morfologia e biologia della *Blepharospira cambivora*, parasitica del Castagno. *Atti. R. Accad. Lincei, Rend. Cl. Sci. Fis. Mat. Nat. Ser. 5.* 26: 297–299.
- Pittis J.E., Colhoun J. 1984: Isolation and identification of *Pythiaceae* fungi from irrigation water and their pathogenicity to *Antirrhinum*, tomato and *Chamaecyparis lawsoniana*. *Phytopathol. Z.* 110: 301–318.
- Szkuta G., Orlikowski L.B. 2002: Wprowadzenie do morfologii i identyfikacji gatunków z rodzaju *Phytophthora*. *Prace IBL s. A:* 138–144.
- Trzewik A., Orlikowska T. 2008: Charakterystyka morfologiczna i fizjologiczna izolatów *Phytophthora alni* otrzymanych z olszy, gleby i wody. Praca w przygotowaniu do druku.
- Waterhouse G.M., Waterston J.M. 1966: *Phytophthora cambivora*. *Commonw. Mycol. Inst. Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria.* No. 112. 2 pp.
- Werres S., Marwitz R., Man in't Veld W.A., de Cock A.W.A.M., Bonants P.J.M., de Weerd M., Themann K., Iljeva E., Baayen R.P. 2001: *Phytophthora ramorum* on pathogen on *Rhododendron* and *Viburnum*. *Mycol. Res.* 105 (10): 1155–1165.
- Zentmyer G.A. 1980: *Phytophthora cinnamomi* and the diseases it causes. *Monogr. No. 10.* American Phytopathological Society, St. Paul, Minn. 96 pp.



# **ATLAS FYTOFTOROZ SIEWEK I DRZEW LEŚNYCH**



## 1. Wstęp

Od około 10 lat rośnie zainteresowanie gatunkami rodzaju *Phytophthora*, również w leśnictwie, a to z uwagi na rosnące zagrożenie drzewostanów w Europie i na innych kontynentach. Przykładem może być pojawienie się w Kalifornii choroby określanej jako nagłe zamieranie dębów (SOD). Przyczyną okazał się gatunek *P. ramorum*, który po dwu latach od wystąpienia pierwszych symptomów choroby powoduje zamieranie całych drzew. W ciągu 10 lat choroba rozprzestrzeniła się w pasie nadmorskim na długości około 1200 km, opanowując dęby również w stanach Oregon i Waszyngton oraz w części Kanady. W Europie dostrzeżono tego patogena początkowo na różaneczniku i kalinie bodnateńskiej, następnie na blisko 40 gatunkach innych roślin, w tym na buku i dębie korkowym. Inne gatunki tego rodzaju, zdaniem niektórych badaczy, rozprzestrzeniają się od Portugalii i Hiszpanii na całą Europę. Pod koniec lat 90. w Wielkiej Brytanii stwierdzono zamieranie olszy nad brzegami rzek, a przyczyną okazał się nieoznaczony wówczas gatunek określany jako alder *Phytophthora* (olszowa *P.*), a od paru lat jako *P. alni*. Patogen rozprzestrzenił się bardzo szybko od Grecji aż po Skandynawię, powodując często masowe wypadanie olszy. Te dwa przykłady świadczą, że mamy do czynienia z bardzo groźną grupą czynników chorobotwórczych, bardzo plastycznych, przystosowujących się do lokalnych warunków i poszerzających zakres swoich roślin żywicielskich. Gatunki tego rodzaju, tworzące zarodniki pływkowe, mogą być rozprzestrzeniane z wodą, często setki kilometrów od miejsca pojawienia się choroby. Połączony system rzek i zbiorników wodnych sprawia, że mogą się przemieszczać z kraju do kraju. W celu bliższego poznania tej grupy patogenów, na I międzynarodowej konferencji poświęconej organizmom inwazyjnym, zorganizowanej w Jedlni koło Radomia, powołano zespół naukowców z 20 krajów, którzy wspólnie będą pracować nad rodzajem *Phytophthora*, głównie w leśnictwie. Dalszym etapem było przyznanie funduszy przez UE w ramach Akcji COST FP0801 na koordynowanie badań z zakresu *Phytophthora* w Europie.

Celem niniejszego opracowania jest przedstawienie w postaci krótkiego opisu i zdjęć objawów chorobowych powodowanych przez *Phytophthora* spp. w szkółkach, drzewostanach leśnych, terenach zielonych i zadrzewieniach dróg. Sama nazwa rodzajowa, *Phytophthora* – czynnik destrukcyjny dla roślin, mówi już bardzo wiele. Gatunki tego rodzaju wywołują bardzo zróżnicowane objawy chorobowe: zgorzel przed- i powschodową siewek, nekrozę liści, zgniliznę korzeni i podstawy pędu oraz pnia, nekrotyczne plamy i wysięki na pniach, zrakowacenia. Najczęściej prowadzi to do zamierania siewek i starszych drzew. W prezentowanym atlasie przedstawione są fytoftorazy (tak określa się zróżnicowane objawy chorobowe wywoływane przez gatunki *Phytophthora*), których przyczyną są zidentyfikowane w leśnictwie gatunki: *P. alni*, *P. cactorum*, *P. cambivora*, *P. cinnamomi*, *P. citricola*, *P. citrophthora*, *P. cryptogea*. Dodatkowo pokazano objawy na niektórych roślinach, wywoływane przez *P. ramorum*, a to z uwagi na niebezpieczeństwo zawleczenia tego czynnika chorobotwórczego do lasów.



**Charakterystyka  
fytoftoroz wywoływanych  
przez gatunki rodzaju  
*Phytophthora***

---



## FYTOFTOROZA BRZOZY (*P. cactorum*, *P. citricola*)

### 1. Fytoftoroza siewek (*P. cactorum*, *P. citricola*)

W rzędach kiełkujących roślin widać zbrązowiałe lub zbrunatniałe siewki – po kilka, kilkanaście sztuk. Po ich wyjęciu z gleby daje się zauważyć zbrunatnienie całego pędu. Wśród wyizolowanych mikroorganizmów stwierdzono również występowanie *P. citricola* i *P. cactorum*. Na starszych, kilkumiesięcznych siewkach żółkną i brązowieją liście. Po ich wykopaniu z gleby widoczne są zbrunatniałe, rozpadające się korzenie i podobnie zbrunatniałe łodygi. Na 1–2-letnich roślinach żółkną i brązowieją liście, system korzeniowy jest silnie zredukowany i niekiedy pęd brunatnieje u nasady.

### 2. Fytoftoroza starszych drzew (*P. cactorum*)

Wśród kilkunasto-, kilkudziesięcioletnich drzew widać brzozy ze zredukowanymi koronami i zamierającymi gałęziami. Na pniach takich drzew, do kilku metrów nad ziemią, widoczne są czarne, okrągłe lub owalne, niekiedy nieregularne, mokre plamy (fot. 1). Pod plamami występują brązowe zacieki,ciągące się w dół pnia (fot. 1).

Niekiedy na czarnych plamach można zobaczyć ciemnobursztynowe krople cieczy, które po pęknięciu, spływając po korze, zostawiają charakterystyczne zacieki. Czasami u nasady pnia, na części lub na całym obwodzie, widać popękaną korę i zbrunatniałe drewno (fot. 2). Po odkryciu systemu korzeniowego widoczne są brunatne, rozpadające się korzenie.



**Fot. 1.** Brązowe zacieki na pniu brzozy (fot. A.T.)



**Fot. 2.** Zamieranie pnia brzozy, począwszy od podstawy (fot. A.T.)

## FYTOFTOROZA BUKA (*P. cactorum*, *P. citricola*, *P. cambivora*)

Na kielkujących nasionach brązowienie i brunatnienie korzeni i pędu przed ukazaniem się kielków nad powierzchnią gleby (fot. 3).

### 1. Fytoftoroza siewek (*P. citricola*)



**Fot. 3.** Brunatnienie i zamieranie siewek buka (zgorzel przedwzrostowa) i zamieranie korzeni od wierzchołków (fot. L.O. i Cz.S.)



**Fot. 4.** Brunatnienie kielkujących siewek buka porażonych przez *P. citricola* (fot. L.O. i Cz.S.)

Na kielkujących siewkach brązowienie, lekkie przewężanie się pędu. Brunatnienie rozszerza się na całą roślinę. Na starszych, kilkunastodniowych bądź kilkutygodniowych siewkach zgnilizna podstawy pędu, szarzenie, a następnie brązowienie liści; rośliny zamierają (fot. 4).



**Fot. 5a.** Placowe żółknięcie i brązowienie siewek buka w szkółce (fot. L.O.)



**Fot. 5b.** Brunatne plamy na korzeniach buka porażonych przez *P. citricola* (fot. L.O. i Cz.S.)

Na 1–3-letnich siewkach w rzędach żółknące, a następnie brązowiejące liście (fot. 5a). Po wykopaniu takich roślin widoczna jest zgnilizna korzeni, zwykle na części systemu korzeniowego, a niekiedy u nasady pędu (fot. 5b).

## 2. Fytoftoroza starszych roślin i drzew

Na kilkuletnich bukach brązowienie liści i stopniowe zamieranie roślin (fot. 6). U podstawy pnia zbrunatnienie tkanek, zwykle po jednej jego stronie, rozszerzające się ku górze (fot. 7a, 7b).



**Fot. 6.** Brązowienie i zamieranie liści buka porażonego przez *P. citricola* (fot. L.O.)



**Fot. 7a.** Jasnobrązowe, stożkowate zbrunatnienie podstawy pnia buka, rozszerzające się ku górze (fot.G.S.)



**Fot. 7b.** Ciemnobrunatna nekroza w kształcie stożka u podstawy pnia buka porażonego przez *P. citricola* (fot.T.O.)



**Fot. 8a.** Czarne, okrągłe, owalne lub nieregularne plamy u nasady pni buka porażonych przez *P. cambivora* (fot.G.S.)



**Fot. 8b.** Ciemnobrunatne lub czarne plamy na pniu buka, niekiedy do 8 m nad powierzchnią gleby (fot.T.O.)



**Fot. 9.** Zamieranie konarów i gałęzi buka porażonego przez *P. citricola* (fot.T.O.)

Na pniu, u jego podstawy i często do 8 metrów nad ziemią, czarne, okrągłe, owalne lub nieregularne plamy, niekiedy z bursztynowymi kroplami cieczy lub mokre zacieki (fot. 8a, 8b). Zamieranie korzeni począwszy od włóśnikowych aż do szkieletowych.

Na kilkudziesięcioletnich drzewach przerzedzenie korony, zamieranie początkowo pojedynczych gałęzi i konarów (fot. 9), a następnie całych drzew.

## FYTOFTOROZA DĘBU (*P. cactorum*, *P. cinnamomi*, *P. citricola*, *P. quercina*)

### 1. Fytoftoroza siewek (*P. cactorum*, *P. cinnamomi*, *P. citricola*)

Tak jak u buka, zgorzel przed- i powschodowa siewek (fot. 10). Na kilkumiesięcznych siewkach w szkółce żółknienie i brązowienie liści, występujące punktowo lub na kilku roślinach (fot. 11). Takie siewki, z powodu zgnilizny korzeni, łatwo jest wyciągnąć z gleby. Widać wówczas na nich zgniliznę korzeni i podstawy pędu.



**Fot. 10.** Zgnilizna korzeni siewek, począwszy od ich wierzchołków (fot. L.O i Cz.S.)



**Fot. 11.** Punktowe żółknięcie, brązowienie i zamieranie siewek dębu w szkółce (fot. L.O.)

### 2. Fytoftoroza drzew dębu



**Fot. 12.** Zgnilizna podstawy pnia, rozszerzająca się na całym obwodzie pnia (fot. L.O i Cz.S.)



**Fot. 13.** Czerwonobrunatna nekroza po jednej stronie pnia dębu, rozszerzająca się klinowato ku górze i ciemne plamy na pniu (fot. L.O.)

Na kilkuletnich drzewach zgnilizna pędu u nasady, rozszerzająca się stopniowo na całym obwodzie pnia (fot. 12). Na starszych drzewach brunatna lub czerwono-brunatna nekroza, rozszerzająca się stożkowato od podstawy w kierunku wierzchołka. Niekiedy czarne plamy na pniu (fot. 13).



**Fot. 14a.** Brunatna nekroza, rozszerzająca się wąskim stożkiem w kierunku wierzchołka (fot. L.O.)



**Fot. 14b.** Czarne, niewielkie, owalne lub nieregularne plamy na pniu dębu porażonego przez *P. cinnamomi* (fot. L.O.)

Na kilkunasto-, kilkudziesięcioletnich dębach pojawiają się stożkowate nekrozy u podstawy pnia, zwykle tylko po jednej jego stronie, rozszerzające się w kierunku wierzchołka (fot. 14a). Często na pniach takich drzew, do kilku metrów nad ziemią, pojawiają się czarne plamy (fot. 14b), niekiedy z ciemnobursztynowymi kroplami cieczy.



**Fot. 15.** Zamieranie dębów porażonych przez *P. quercina*  
(fot. T.O.)

Inne objawy to stopniowe zamieranie gałęzi i konarów, nekroza pnia od jego podstawy. Na kilkudziesięcioletnich drzewach stopniowe ich zamieranie z powodu zgnilizny najmłodszych korzeni (fot. 15). Przyczyną choroby jest *P. quercina*.

## FYTOFTOROZA JARZĘBU (*P. cactorum*)

### 1. Fytoftoroza siewek

W rzędach roślin siewki z czerwieniejącymi liśćmi (fot. 16). Po wykopaniu widać zgniliznę na części korzeni, rzadko na całych korzeniach (fot. 17).



**Fot. 16.** Czerwienienie liści siewek jarzębu porażonego przez *P. cactorum* (fot. L.O.)



**Fot. 17.** Nekrotyczne plamy u nasady pędu i zamieranie wierzchołków korzeni jarzębu zwyczajnego (fot. L.O. i Cz.S.)

## 2. Fytoftoroza drzew

U nasady pędu występuje często czerwono-brunatna zgnilizna, rozszerzająca się ku górze (fot. 18). Zahamowanie wzrostu. Żółknięcie, brązowienie liści i stopniowe zamieranie drzew (fot. 19).

U nasady pnia zbrunatnienie po jednej jego stronie, rozszerzające się ku górze (fot. 20a). Pęknięcie kory i powstawanie zrakowaceń na pniu (fot. 20a). U nasady takiego pnia czerwono-brunatne tkanki pod korą (fot. 20b). Zamieranie gałęzi początkowo po jednej stronie korony, a następnie na całym drzewie.



**Fot. 18.** Zgnilizna podstawy pędu siewki jarzębu porażonej przez *P. cactorum* (fot. L.O. i Cz.S.)



**Fot. 19.** Zamieranie jarzębów porażonych przez *P. cactorum* (fot. L.O.)



**Fot. 20a.** Nekroza na pniu, rozszerzająca się od nasady ku górze (fot. L.O.)



**Fot. 20b.** Czerwono-brunatne tkanki, począwszy od podstawy pnia, pęknięcie kory i jej wykruszanie (fot. L.O.)

## FYTOFTOROZA JESIONU (*P. citricola*)

### 1. Fytoftoroza siewek

W rzędach siewek rośliny z żółknącymi, a następnie brązowiejącymi liśćmi (fot. 21). Zamieranie roślin. Po wykopaniu porażonych siewek widać zbrunatniałe, zredukowane korzenie i zgniliznę podstawy pędu (fot. 22).



**Fot. 21.** Punktowe brązowienie liści, brunatnienie i zamieranie siewek jesionu w szkółce (fot. L.O.)



**Fot. 22.** Brunatnienie podstawy pędu na siewce jesionu (po lewej), spowodowane przez *P. citricola* (fot. L.O. i Cz.S.)

Wiosną, w czasie sortowania siewek, po bliższym przyjrzeniu się widać lekko zbrunatniałe rośliny z całkowicie zbrunatniałym systemem korzeniowym (fot. 23).



**Fot. 23.** Całkowite zbrunatnienie korzeni jesionu widoczne dopiero po ich nacięciu (fot. L.O. i Cz.S.)

## 2. Fytoftoroza drzew

Zahamowanie wzrostu drzew, przejaśnienie liści i zamieranie części gałęzi po stronie, gdzie u nasady pnia występuje zgnilizna i spękanie kory (fot. 24).



**Fot. 24.** Zgnilizna podstawy pnia jesionu, spowodowana przez *P. citricola* (fot. A.R.)



**Fot. 25.** Zamierająca, zwisająca forma jesionu, za-szczepiona na podkładce porażonej przez *P. citricola* (fot. L.O.)

Zamieranie jesionów w szkółce, szczepionych na podkładce *Fraxinus excelsior*, stwierdzano w szkółkach roślin ozdobnych (fot. 25).

## FYTOFTOROZA JODŁY (*P. citricola*)

### 1. Fytoftoroz siewek

W rzędach roślin pojedyncze siewki z żółknącymi, a następnie brązowiejącymi igłami. Zamieranie siewek (fot. 26).



**Fot. 26.** Żółknięcie igieł, ich brązowienie i zamieranie roślin (fot. L.O.)



**Fot. 27.** Czerwone tkanki pod korą jodły porażonej przez *P. citricola* (fot. L.O. i Cz.S.)

Na kilkuletnich jodłach objawy chorobowe są podobne jak na 1–2-letnich roślinach, a nekroza rozszerza się często kilkadziesiąt centymetrów od nasady pędu w kierunku wierzchołka. Na roślinach z żółknącymi igłami u ich nasady widać zbrunatnienie. Po ścięciu kory widoczne szczerwienie tkanek u nasady pędu, rozszerzające się klinowato ku górze. Brunatnienie całego pędu (fot. 27).

## 2. Fytoftoroza starszych roślin (*P. citricola*)

W dżdżyste i ciepłe lata na wierzchołkach młodych pędów żółkną i bardzo szybko brązowieją igły, a zgnilizna rozszerza się na łodygę. Pędy zawijają się ku dołowi (fot. 28). Przyczyną choroby jest *P. citricola*.



**Fot. 28.** Żółknięcie i brązowienie wierzchołków młodych pędów i ich zawijanie się ku dołowi (fot. L.O.)



**Fot. 29.** Zamarła jodła wskutek porażenia przez *P. citricola* (fot. L.O.)

Na kilku-, kilkunastoletnich drzewach w lesie żółkną i brązowieją igły, po czym roślina zamiera (fot. 29). Po odkopaniu korzeni widać ich zgniliznę, rozszerzającą się na pień, niekiedy kilkadziesiąt centymetrów nad ziemią.

## FYTOFTOROZA KASZTANOWCA (*P. cambivora*)

### 1. Fytoftoroza siewek

W szkółce pojawiają się miejsca z kilkoma siewkami z żółknącymi i szybko brązowiejącymi liśćmi (fot. 30).



**Fot. 30.** Placowe zamieranie siewek kasztanowca porażonych przez *P. cambivora* (fot. L.O.)



**Fot. 31.** Pękanie korzenia głównego i zgnilizna najmłodszych korzeni siewek (fot. Cz.S.)

Takie siewki można łatwo wyciągnąć z gleby. Widać wówczas zbrunatniałe wierzchołki korzeni; zgnilizna rozszerza się stopniowo na cały korzeń (fot. 31). Część korzeni pęka równolegle do ich wzrostu; w tych miejscach tkanki zamierają.

## 2. Fytoftoroza drzew

Choroba występuje na drzewach kilku-, kilkudziesięcioletnich, ale dotychczas nie zwracano na nią większej uwagi. Na kilkudziesięcioletnich drzewach u ich nasady kora lekko pęka i jest w dotyku gąbczasta. Tkanki brązowieją i brunatnieją; zgnilizna rozszerza się stożkowato, stopniowo ku górze (fot. 32).



**Fot. 32.** Stożkowato rozwijająca się zgnilizna na pniu kasztanowca porażonego przez *P. cambivora* (fot. L.O.)

## FYTOFTOROZA KLONU (*P. cactorum*, *P. cambivora*)

### 1. Fytoftoroza siewek (*P. cactorum*)

W rzędach roślin w szkółce widać pojedyncze siewki z żółknącymi, a następnie brązowiejącymi liśćmi (fot. 33). W początkowym stadium rozwoju choroby, na najniższych liściach widoczna brunatna nekroza, rozszerzająca się od ogonka liściowego na niemal całą blaszkę (fot. 33). Po wykopaniu roślin z objawami chorobowymi widać zbrunatnienie systemu korzeniowego i niekiedy zgniliznę podstawy pędu (fot. 34).



**Fot. 33.** Żółknięcie i brązowienie liści, i zamieranie siewek w szkółce, powodowane przez *P. cactorum* (fot. L.O.)



**Fot. 34.** Zgnilizna podstawy pędu na siewce klonu  
(*P. cactorum*) (fot. L.O. i Cz.S.)

## 2. Fytoftoroza starszych roślin i kilkudziesięcioletnich drzew



**Fot. 35.** Zgnilizna podstawy pnia klonu, rozszerzająca się stożkowato ku górze (fot. L.O.)

W matecznikach stwierdzono liczne występowanie fytoftorazy, powodowanej przez *P. cactorum* i *P. cambivora*. Drzewa zamierały, ale na niektórych z nich poniżej powierzchni gleby wybijały nowe pędy. Na zamierających pniach u ich nasady widać było zbrunatnienie tkanek (fot. 35), rozszerzające się ku górze. Korzenie takich roślin były zdrowe.



**Fot. 36.** Charakterystyczne czernienie zewnętrznej części nekrotycznej plamy u nasady pnia klonu pensylwańskiego porażonego przez *P. cambivora* (fot. L.O.)

Na klonie pensylwańskim, porażonym przez *P. cambivora* (fot. 36) żółkną i brązowieją liście i zwisają na pędzie. Na pniu u podstawy widać początkowo ciemną linię, oddzielającą porażone tkanki od tkanek zdrowych, a następnie w miejscu tym kora brunatnieje.



**Fot. 37.** Zgnilizna podstawy pnia po jednej jego stronie, rozszerzająca się stożkowato ku górze (fot. L.O.)

Na kilkudziesięcioletnim klonie, z objawami bardzo silnego zahamowania wzrostu i zamierania części konarów, po jednej stronie pnia drzewa brunatna, wąska, stożkowata smuga rozszerzająca się od nasady ku górze (fot. 37). Po ścięciu kory widać znekrotyzowane tkanki jeszcze około 5 cm poza widocznym zasięgiem zgnilizny. W porażonych tkankach wykryto *P. cambivora*.

## FYTOFTOROZA LIPY (*P. cactorum*)

### 1. Fytoftoroza siewek

Objawy są bardzo podobne do objawów na siewkach klonu.

### 2. Objawy na drzewach

Na kilku-, kilkunastoletnich drzewach widoczne są charakterystyczne, żółtawe pędy wyrastające z szyjki korzeniowej (fot. 38). Przyczyną jest porażenie podstawy pnia macierzystej rośliny z objawami zgnilizny i rozszerzania się nekrozy ku górze.



**Fot. 38.** Kilka pędów wyrastających z szyjki korzeniowej lipy. Z lewej u nasady pnia widoczna brunatna zgnilizna (fot. L.O.)

Na kilkunastoletnich drzewach żółkną i brązowieją liście, a kora tuż nad ziemią, po jednej stronie pnia, jest brunatna. Pod porażoną korą czerwono-brunatne tkanki i rozszerzanie się zgnilizny w kierunku wierzchołka (fot. 39a) i na sąsiadujący odrost.



**Fot. 39a.** Pierwsze symptomy fytoftorazy pnia lipy (fot. L.O.)



**Fot. 39b.** Zgnilizna podstawy pnia lipy (fot. L.O.)

Na kilkudziesięcioletnich drzewach u podstawy pnia pojawia się początkowo niewielka, zapadnięta plama, rozszerzająca się stopniowo w kształcie stożka lub językowato ku górze. Drzewa rosną bardzo wolno i stopniowo zamierają (fot. 39b).

## FYTOFTOROZA MODRZEWIA (*P. cactorum*, *P. citricola*)

### 1. Fytoftoroza siewek

W rzędach roślin w szkółce występują pojedynczo lub po kilka siewki z żółknącymi (fot. 40), a następnie brązowiejącymi igłami.



**Fot. 40.** Punktowe żółknięcie i zamieranie siewek modrzewia w szkółce (fot. L.O.)



**Fot. 41.** Brunatnienie i zamieranie korzeni i podstawy pędu siewki modrzewia (po lewej); po prawej siewka zdrowa (fot. Cz.S.)

Po wykopaniu chorych siewek widać redukcję liczby korzeni oraz ich brunatnienie i rozpad (fot. 41). U nasady pędu, na długości kilkunastu centymetrów, tkanki są zbrązowiałe (fot. 41).

## 2. Fytoftoroza drzew



**Fot. 42.** Bardzo liczne szyszki na modrzewiu z jasnożółtymi igłami (fot. L.O.)



**Fot. 43.** Żółknięcie i brązowienie igieł modrzewia i powolne zamieranie drzew (fot. L.O.)

Na kilkunastoletnich drzewach igły są jasnozielone; tworzy się bardzo dużo szyszek (fot. 42). Po 2–3 latach od zauważenia tych objawów igły żółkną i brązowieją, a drzewa zamierają (fot. 43). Po odkopaniu korzeni widać ich brunatnienie i rozpad.

## FYTOFTOROZA OLSZY (*P. alni* subsp. *alni*, *P. cactorum*, *P. cambivora*, *P. citricola*)

### 1. Fytoftoroza siewek

Na pojedynczych, kilkumiesięcznych siewkach w szkółce żółkną i zamierają liście wierzchołkowe (fot. 44). Niekiedy choroba może występować placowo (fot. 45). Po wykopaniu chorych siewek widać zbrunatnienie najmłodszych korzeni.



**Fot. 44.** Żółknięcie liści wierzchołkowych pojedynczej siewki, spowodowane zamieraniem korzeni włóśnikowych porażonych przez *P. alni* subsp. *alni* (fot. L.O.)



**Fot. 45.** Placowe żółknięcie liści wierzchołkowych olszy, spowodowane zamieraniem korzeni włóśnikowych (fot. L.O.)



**Fot. 46.** Zgnilizna korzeni siewek olszy (fot. Cz.S.)



**Fot. 47.** Zgnilizna podstawy pędu na siewce olszy (fot. L.O. i Cz.S.)

Na kilkutygodniowych siewkach w tunelu foliowym żółkną liście; po wyrwaniu widać zbrunatniałe korzenie – skutek porażenia przez *P. cactorum* lub *P. citricola* (fot. 46). Na dwuletnich siewkach żółkną i brązowieją liście z powodu zgnilizny podstawy pędu (fot. 47).

## 2. Fytoftoroza starszych roślin i drzew

Na kilkuletnich olszach rosnących w lesie żółkną i opadają liście. U nasady pędu zbrunatnienie tkanek na części lub na całym obwodzie; wyrastają korzenie przybyszowe (fot. 48). Na pniu powyżej zgnilizny podstawy mogą tworzyć się czarne, mokre plamy (fot. 48). Niekiedy na młodych drzewach zgnilizna podstawy pnia oraz owalne, nekrotyczne, czarne plamy do kilkudziesięciu centymetrów nad ziemią, często łączące się ze sobą (fot. 49).



**Fot. 48.** Zgnilizna podstawy pnia kilkuletniej olszy porażonej przez *P. alni* subsp. *alni* (fot. L.O.)



**Fot. 49.** Owalne, nekrotyczne plamy na pniu olszy porażonej przez *P. citricola* (fot. L.O. i Cz.S.)

Na niektórych kilkunastoletnich drzewach zgnilizna podstawy pnia i pojedyncze, liczne, brunatne, okrągłe, eliptyczne (fot. 50) lub nieregularne plamy. Tkanki pod rozlanymi plamami mają czerwono-brunatne zabarwienie, a wokół nich widać rozszerzającą się nekrozę (fot. 51).



**Fot. 50.** Zgnilizna podstawy pnia i czarne plamy powyżej miejsca porażenia (fot. L.O.)



**Fot. 51.** Brązowe, nekrotyczne plamy, rozszerzające się od miejsca pojawienia się plam na pniu olszy porażonej przez *P. alni* subsp. *alni* (fot. T.O.)



**Fot. 52.** Czarne, mokre, rozlane plamy i podłużne spękanie kory pnia olszy porażonej przez *P. alni* subsp. *alni* (fot. L.O. i Cz.S.)

Niekiedy na młodych pniach, obok czarnych plam, występuje podłużne spękanie kory (fot. 52). Na niektórych drzewach mogą na tych plamach pojawiać się ciemnobursztynowe krople cieczy. Po ich pęknięciu plamy są mokre i po kilku tygodniach rdzawe. Po ścięciu kory, w miejscu plam widać szczyrwienie tkanek. Często pod chorymi drzewami widoczne są liście z czarnymi, nieregularnymi plamami.



**Fot. 53.** Jasnozielone, małe liście i zamieranie części gałęzi olszy porażonej przez *P. alni* subsp. *alni* (*P. alni* subsp. *alni*), (fot. T.O.)



**Fot. 54.** Liczne zamieranie olszy wskutek porażenia przez *P. alni* subsp. *alni* (fot. T.O.)

Na drzewach z początkowymi objawami choroby bardzo liczne szyszki oraz małe, jasnozielone liście. Z czasem przerzedzenie korony drzew, a następnie ich zamieranie (fot. 53). Drzewa stopniowo tracą liście i gałęzie; zamierają pojedynczo lub grupami (fot. 54).

## FYTOFTOROZA SOSNY (*P. cactorum*, *P. cinnamomi*, *P. citricola*)

### 1. Fytoftoroza siewek

W rzędach siewek pojawiają się rośliny o żółtozielonych, a następnie brązowiejących igłach (fot. 55a), pojedynczo lub po kilka sztuk w jednym miejscu. Takie siewki zamierają. Po ich wyciągnięciu z gleby widać zbrunatniałe, rozpadające się korzenie (fot. 55b).



**Fot. 55a. i 55b.** Żółknące i brązowiejące igły siewek sosny w szkółce (fot. 55a) i zgnilizna korzeni na wykopanej siewce (fot. 55b), (fot. L.O. i Cz.S)

### 2. Fytoftoroza starszych roślin i drzew

W nasadzeniach leśnych widać miejsca z pojedynczymi, brązowiejącymi roślinami (fot. 56). Ich korzenie i nasada pędu brązowieją i brunatnieją.



**Fot. 56.** Punktowe zamieranie sosny w młodych nasadzeniach, porażonej przez *P. citricola* (fot. L.O.)

Na kilkunastoletnich sosnach żółkną i brązowieją igły (fot. 57a) z powodu zgnilizny podstawy pnia oraz brunatnienia i rozpadania się najmłodszych korzeni. U podstawy kilku-, kilkunastoletniego pnia pojawia się brunatna plama, pod którą tkanki drewna czerwienieją, a następnie brunatnieją (fot. 57b). Zgnilizna rozszerza się ku górze. Igły porażonych drzew żółkną, brązowieją i pozostają na roślinie przez kilka miesięcy.



**Fot. 57a.** Zamieranie kilkuletnich sosen w młodniku, porażonych przez *P. citricola* lub *P. cactorum* (fot. L.O.)



**Fot. 57b.** Zgnilizna podstawy pędu sosny (fot. L.O.)

## FYTOFTOROZA ŚWIERKA (*P. cactorum*, *P. citricola*, *P. citrophthora*, *P. cryptogea*)

### 1. Fytoftoroza siewek (*P. cactorum*, *P. citricola*)

Silne zahamowanie wzrostu i żółknięcie igieł na pojedynczych siewkach (fot. 58).



**Fot. 58.** Zahamowanie wzrostu oraz żółknięcie igieł świerka porażonego przez *P. citricola* lub *P. cactorum* (fot. L.O.)

Na starszych siewkach żółknięcie, brązowienie igieł i zamieranie roślin (fot. 59a). Po wykopaniu siewki widać zgniliznę podstawy pędu i korzeni (fot. 59b).



**Fot. 59a i 59b.** Zamieranie siewek w szkółce (fot. 59a) i widoczna zgnilizna korzeni (fot. 59b), (fot. L.O. i Cz.S.)

## 2. Zamieranie starszych roślin i drzew

Żółknięcie i brązowienie igieł wierzchołkowych kilkuletnich roślin i rozszerzanie się choroby ku dołowi (fot. 60).



**Fot. 60.** Żółknięcie igieł od wierzchołka pędów świerka (fot. L.O.)



**Fot. 61.** Żółknięcie i brązowienie igieł świerka na całej roślinie (fot. L.O.)

Na kilkuletnich świerkach rosnących w lesie żółknięcie i brązowienie igieł począwszy od wierzchołka i stopniowe rozszerzanie się choroby w dół (fot. 61).



**Fot. 62.** Przejaśnienie igieł i zamieranie świerka od wierzchołka (drzewo porażone przez *P. citricola*), (fot. L.O.)

Przejaśnienie igieł i zamieranie drzew od wierzchołka (fot. 62). Zamieranie całych drzew (fot. 63a).

U podstawy pnia, niekiedy tuż pod powierzchnią gleby, pojawia się brunatna, lekko zagłębiona plama, rozszerzająca się stożkowato ku górze (fot. 63b). Drzewa rosną wolniej, a po stronie pnia, gdzie występuje zgnilizna, dochodzi do zamierania części korony, a następnie całego drzewa.



**Fot. 63a.** Zamieranie świerka z powodu zgnilizny korzeni i podstawy pędu (fot. L.O.)



**Fot. 63b.** Zgnilizna podstawy pnia świerka (fot. L.O.)

Na kilkudziesięcioletnich drzewach żółknienie i brązowienie igieł. Przy wietrze łatwe wywracanie się drzew. Widać wówczas brunatnienie drobnych oraz szkieletowych korzeni (fot. 64a).



**Fot. 64a.** Brunatnienie i rozpadanie się porażonych korzeni świerka (fot. T.O.)



**Fot. 64b.** Zaraza wierzchołków pędów świerka powodowana przez *P. citricola* (fot. L.O.)

W czasie dżdżystej i ciepłej pogody brązowienie i zamieranie najmłodszych przyrostów świerka wskutek porażenia przez *P. citricola* (fot. 64b).

## FYTOFTOROZY ROŚLIN WRZOSOWATYCH, WYWOŁYWANE PRZEZ *PHYTOPHTHORA RAMORUM*

### 1. Zaraza pędów borówki brusznicy



**Fot. 65.** Zamieranie pojedynczych pędów borówki brusznicy porażonej przez *P. ramorum* (fot. L.O. i Cz.S.)



**Fot. 66.** Rozszerzanie się zarazy pędów na całą borówkę brusznicę porażoną przez *P. ramorum* (fot. L.O.)

Zamieranie pojedynczych pędów począwszy od wierzchołka (fot. 65) i szybkie rozprzestrzenianie się choroby niemal na całą roślinę (fot. 66).

## 2. Zaraza pędów pierisa



**Fot. 67.** Zaraza pojedynczych wierzchołków pędów pierisa porażonego przez *P. ramorum* (fot. L.O.)



**Fot. 68.** Rozszerzanie się zarazy wierzchołków na większość pędów porażonych przez *P. ramorum* (fot. L.O.)

Brązowienie i brunatnienie liści wierzchołkowych (fot. 67). Rozszerzanie się nekrozy na wierzchołkową część łodyg (fot. 68).

### 3. Zaraza wierzchołków pędów różanecznika



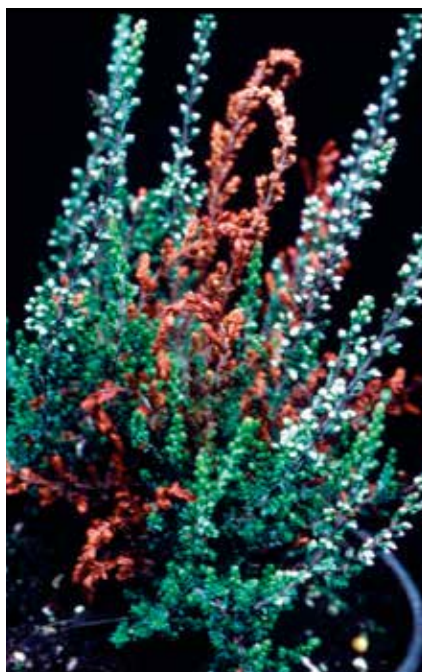
**Fot. 69.** Zaraza dolnych liści różanecznika porażonego przez *P. ramorum* (fot. L.O.)



**Fot. 70.** Zaraza wierzchołków pędów różanecznika porażonego przez *P. ramorum* (fot. Cz.S.)

Na blaszkach liściowych pojawiają się brązowe, szybko brunatniejące, nieregularne plamy w różnych miejscach (fot. 69); zgnilizna może się też rozpoczynać od ogonka liściowego i rozszerzać ku górze (fot. 70). Porażone liście opadają nawet przy delikatnym dotknięciu.

### 4. Zaraza wierzchołków pędów wrzосу



**Fot. 71.** Zaraza wierzchołków pędów wrzосу porażonego przez *P. ramorum* (fot. L.O. i Cz.S.)



Punktowe zamieranie sosny w młodych nasadzeniach, spowodowane przez *Phytophthora citricola* (fot. A.T.)

**Z**daniem prof. C. Brasiera (2008), wybitnego znawcy rodzaju *Phytophthora*, w ostatnich dziesięciu latach międzynarodowy obrót materiałem roślinnym wzrósł czterokrotnie, co miało wpływ na zawleczenie do różnych krajów, w tym do Polski, nowych czynników chorobotwórczych. Świadczą o tym dobitnie wyniki badań nad fytoftorozami w szkółkach roślin ozdobnych i uprawach pod osłonami. Przed dwudziestu laty zagrożenie stwarzał tylko jeden gatunek rodzaju *Phytophthora*, obecnie takich gatunków jest już 17. Intensywne badania nad omawianym rodzajem w Europie i w USA sprawiły, że w ciągu piętnastu lat liczba znanych nauce gatunków wzrosła co najmniej dwukrotnie – do ok. 120.

Przystąpienie Polski do Unii Europejskiej spowodowało bardzo dynamiczny obrót materiałem roślinnym; zwiększył się zwłaszcza import siewek, sadzonek i starszych roślin – nowych i znanych dotychczas gatunków i odmian. Jednocześnie pojawiły się poważne niebezpieczeństwa, gdyż na importowanych roślinach, często pochodzących z krajów strefy subtropikalnej, trafiały się i były zawlekane do Polski nowe patogeny, w tym *Phytophthora*. Nie ustrześliśmy się zagrożenia, co więcej – będzie ono zapewne występować również w następnych latach. Miejmy nadzieję, że specjalnie przygotowany dla leśników atlas fytoftoroz umożliwi im szybkie określenie chorób pojawiających się w szkółkach i drzewostanach leśnych i zastosowanie metod prowadzących do minimalizacji szkód.

prof. dr hab. Leszek B. Orlikowski