



**Austrian Research Centre for Forests**



**Serving Forest & People**

**Research - Monitoring - Training**



# Rod *Phytophthora* jako nebezpečí pro okrasné dřeviny

**Thomas L. Cech, Tomas Majek**

Federal Research Centre for Forests, Natural Hazards and Landscape (BFW), Seckendorff-Gudent-  
Weg 8, 1130 Vienna, Austria

Mendelova Univerzita v Brně



# *Phytophthora*

## **Jméno**

*Phytophthora*

Z řeckého *Phytón* = *rostlina*+ *phthorá* = *zhouba*

## **Vztahy**

*Phytophthora* nepatří mezi houby!

# Vztahy

## Podříše

*Stramenopiles* nebo *Chromista*

(*Stramen*=vlákna and *pilus*=vlas)

Skupina organismů s pohyblivými sporama a dvěma rozdílnými bičíky e

## *Stramenopila (Chromista)*

- řasy
- některé „hlenky“
- Chytridiomycety (například *Batrachochytrium dendrobatidis*, patogen skupiny amphibia)
- *Peronosporomycetes* (=Oomycetes)
  - Vodní plísně (*Saprolegniales*, například račí mor)
  - *Peronosporales*
    - Perenospora
    - *Phytophthora*, *Pythium*

# Počet druhů rodu *Phytophthora*

1876 *P. infestans* DeBary

1996 zhruba 54 (Erwin & Ribeiro)

2014 zhruba 140 (Brasier)

## Důvod zvyšujícího se počtu druhů:

- Zlepšující se technologie identifikace
- Obchod s rostlinnými druhy

slabé hybridizační bariéry v rámci rodu *Phytophthora* – nebezpečí hybridizace při kontaktu různých druhů v umělém prostředí (školky)

# Historie

## Hladomor v Irsku

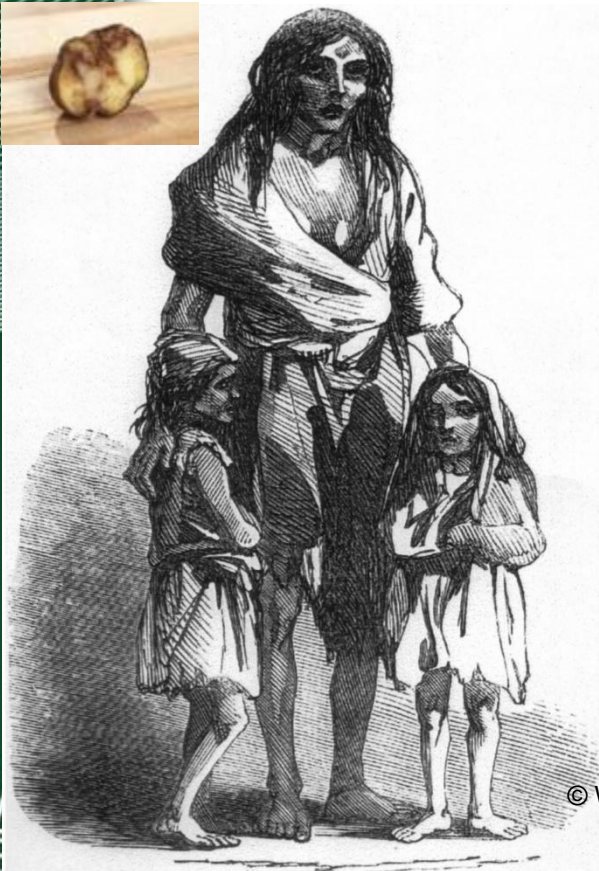
1845 až 1846: **Plíseň bramborová v Irsku**

Příčina: (*Phytophthora infestans*)

1. Monokultury brambor
2. Několik deštivých let s následujícími sopečnými erupcemi

Následky: totální zničení sklizně,  
**Okolo 100.000 obětí (hladomor),**  
Okolo 100.000 emigrantů do USA

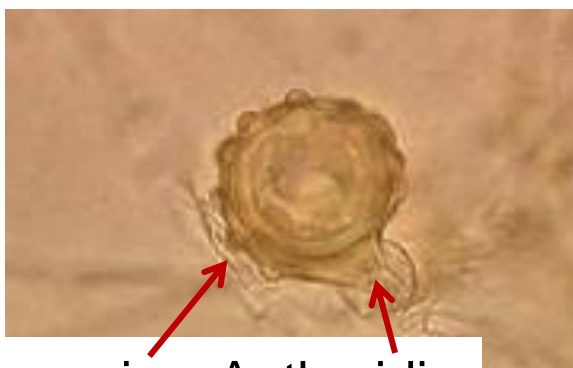
**Phytophthora-kontroly:**  
už v roce 1880! – Bordeaux-Mixture



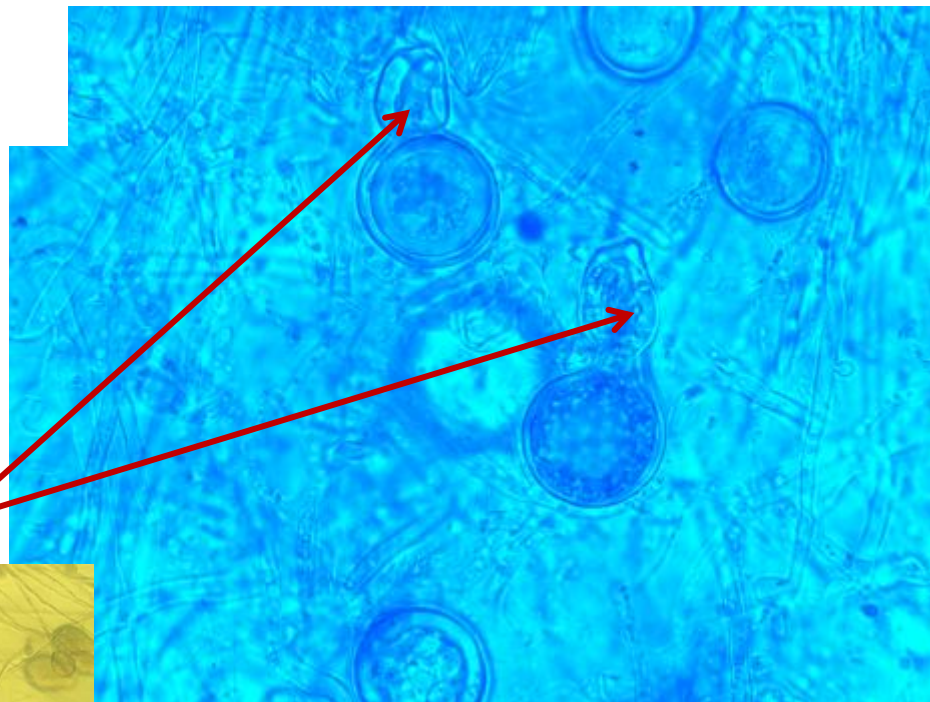


# Phytophthora – biologie, patologie

Pohlavní stadia:



Oogonia a Antheridia



Spící spory (Chlamydozozozpory)



Sporangia



# Vývoj zoospor

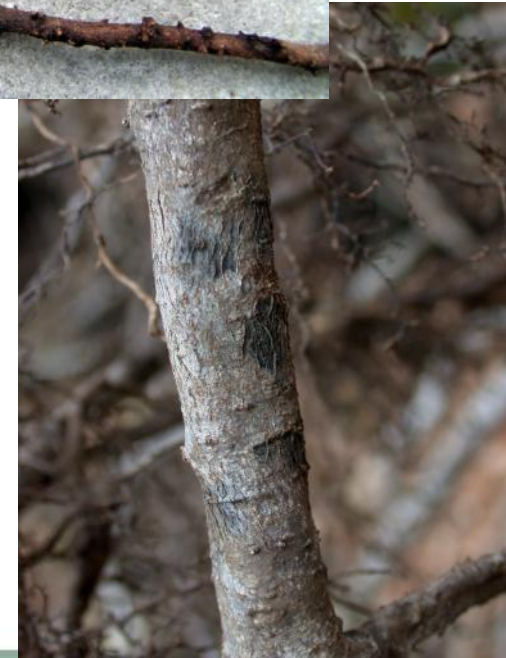
Listy, jehlice, letorosty

**Korní leze na kmeni a větvích**

**Kořeny, půda**



©Th.Jung



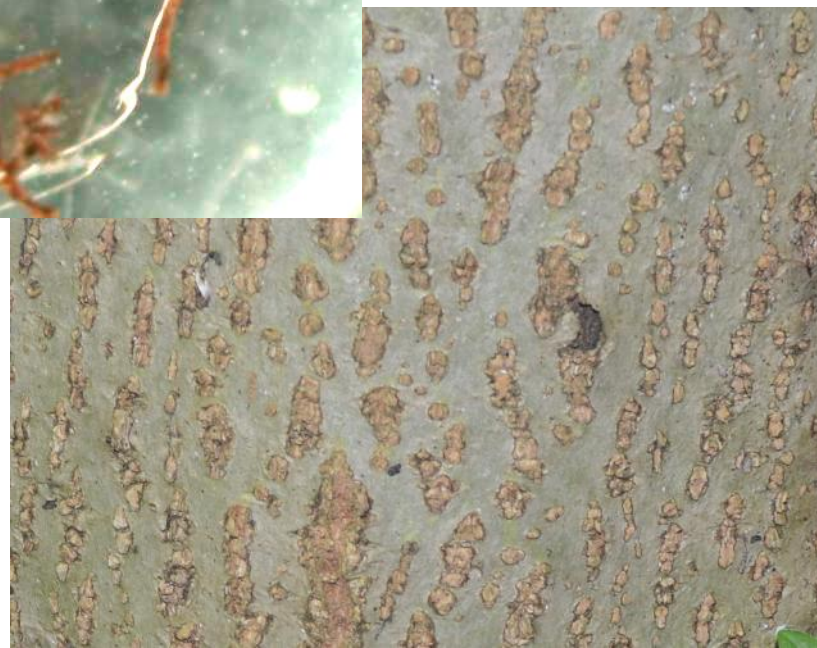
# Infekce zoosporami

Všechny rostlinné orgány:

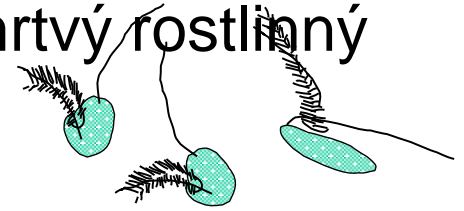
**Kořeny**

**Kmen**

**Listy/jehlice**



*Phytophthora* **není schopná** kolonizovat mrtvý rostlinný materiál!!



*Phytophthora* napadá převážně zdravá a vitální rostlinná pletiva!

.... Umělá inokulace je velmi jednoduchá!



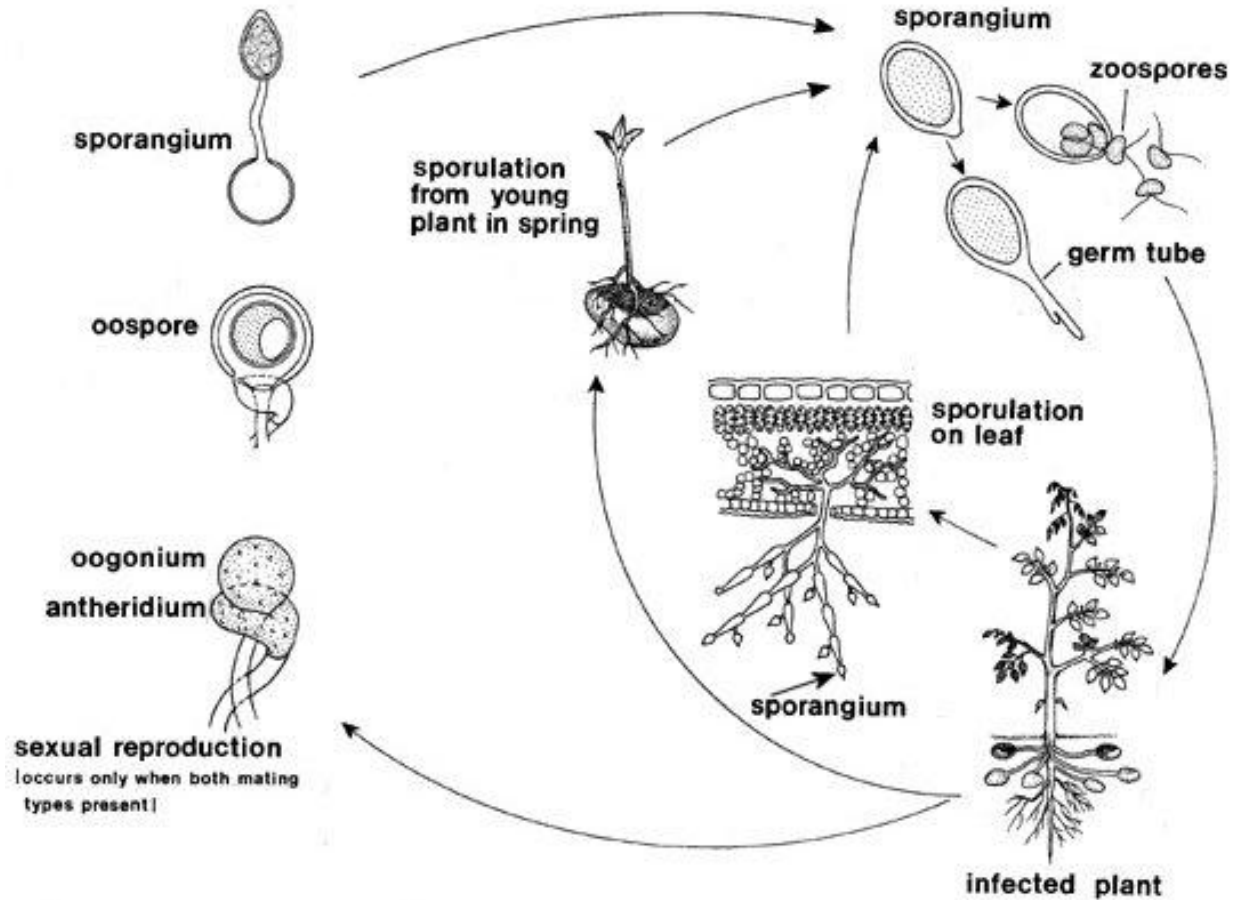
# Životní cyklus rodu *Phytophthora*

- Mycelium
- Chlamydospory
- Oospory
- Oogonia
- Antheridia
- Zoosporangia
- Zoospory



Bohužel také

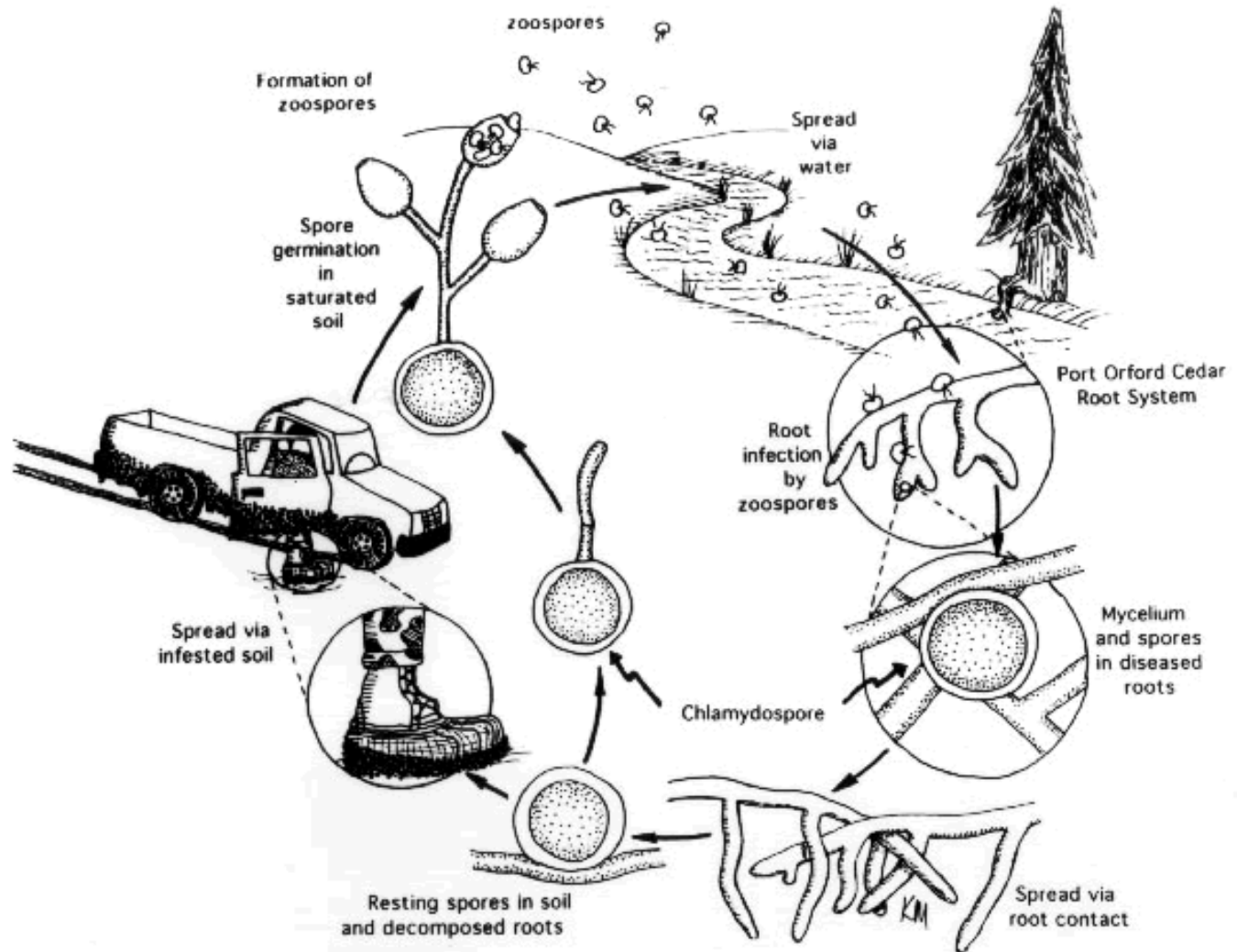
....



This is a simplified disease cycle for late blight of potato.

© Wikipedia

# Phytophthora lateralis – životní cyklus



©Wikipedia

# Výběr hostitelů a jejich patogenů rodu *Phytophthora*

**Citrus:** *P. parasitica*, *P. citrophthora* ... a další

Quercus: *P. cinnamomi*, *P. quercina*, *P. ramorum*

Castanea: *P. cinnamomi*, *P. cambivora*

**Chamaecyparis, Thuja:** *P. lateralis*, Severní Amerika, Evropa

**Austrocedrus:** *P. austrocedrae*

*Juniperus:* *P. austrocedrae*, Evropa

*Rhododendron:* *P. ramorum*, *P. plurivora*

*Fagus:* *P. plurivora*, *P. cambivora*, *P. cactorum*, *P. ramorum*, *P. kernoviae*

*Alnus:* *P. alni*, *P. plurivora* a další

*Aesculus:* *P. ramorum*, *P. plurivora*, *P. cactorum*, *P. cambivora*

# Symptomy druhů rodu *Phytophthora* u Evropských dřevin

Hniloby semenáčků, padání semenáčků  
vadnutí listů  
vadnutí koruny  
chřadnutí letorostů

**symptomy stresu v koruně  
leze na kmenech a  
větvích, nekrózy,  
hniloba kořenů**

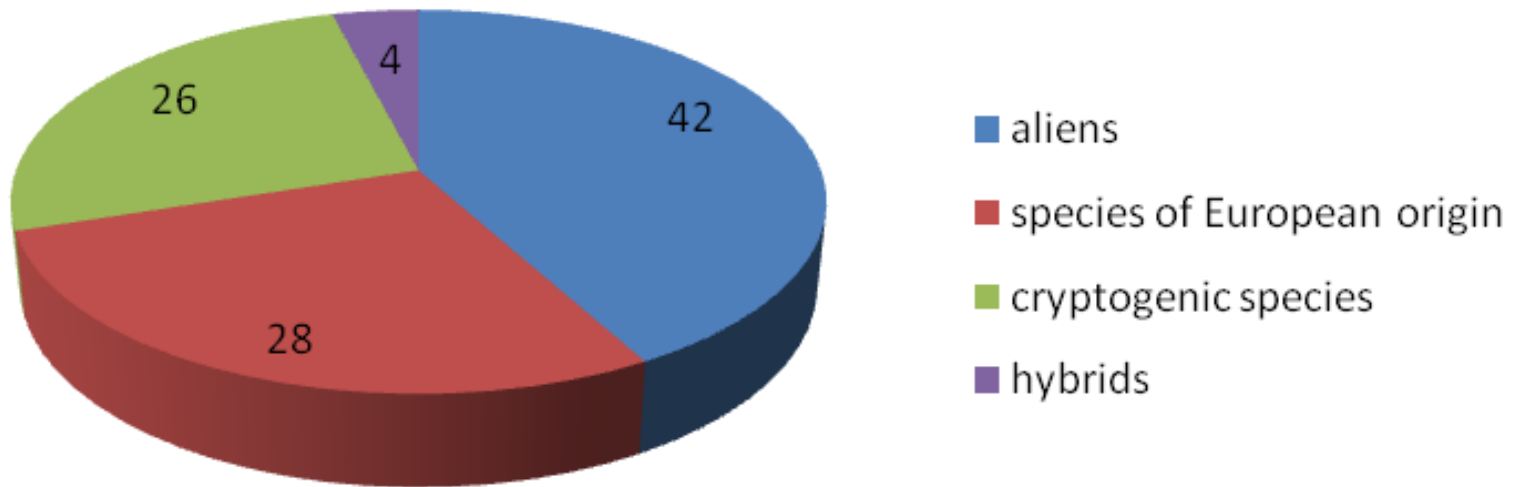


# Phytophthora – hniloba kořenů



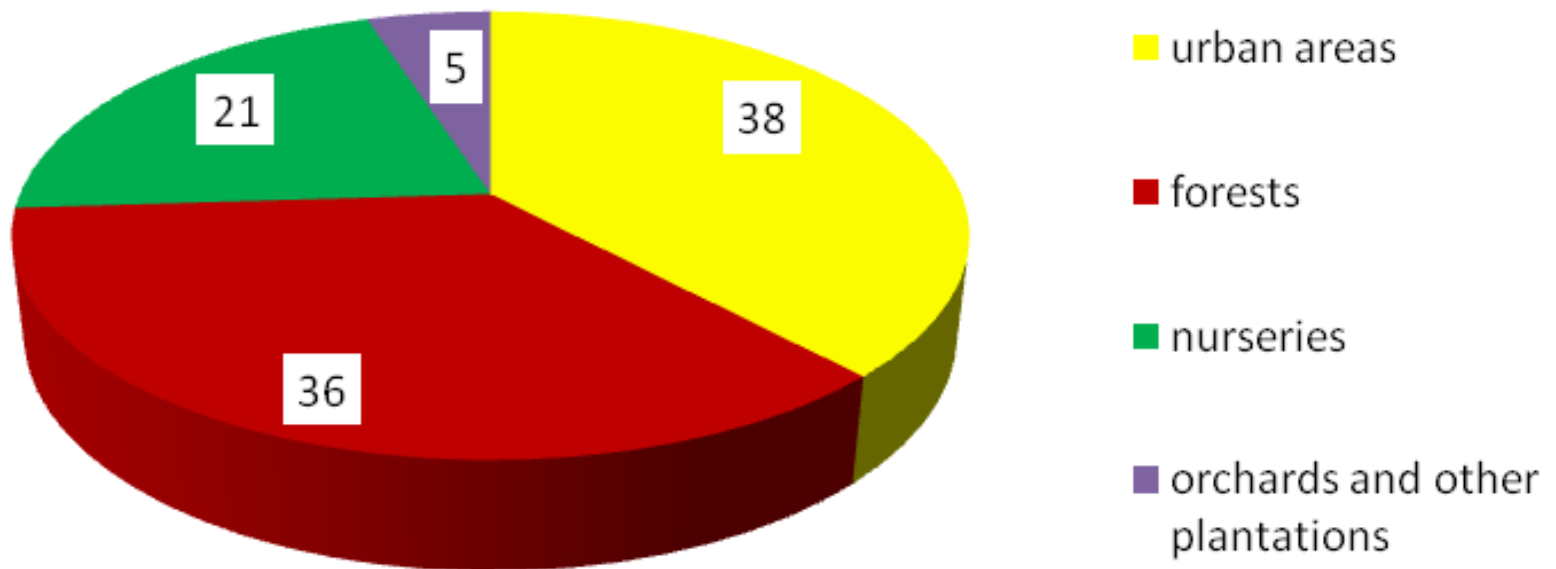
# Původ invazivních patogenů

## Invasive Forest pathogens in Europe since 1800 (Santini et al. 2012) %



# Ohrožené ekosystémy

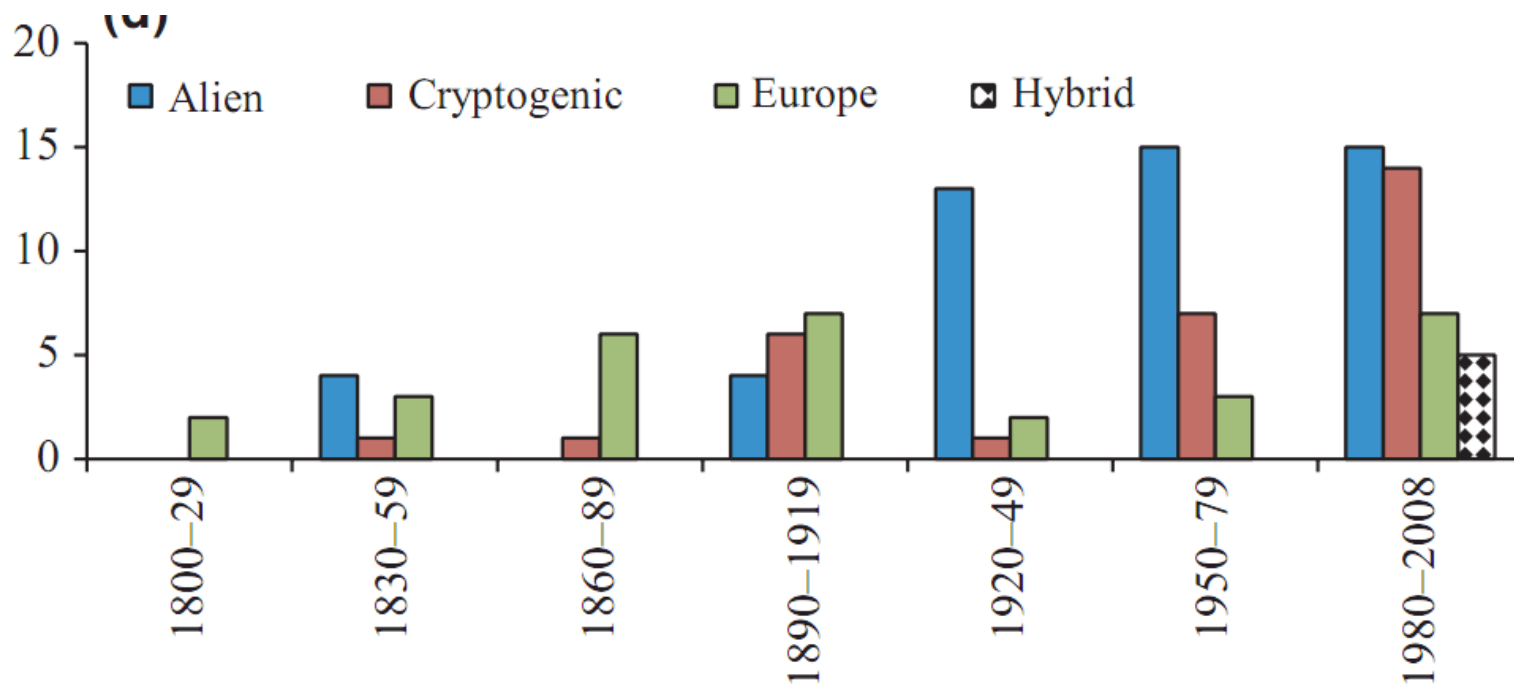
## Invasive Forest pathogens since 1800, affected ecosystems (Europe) %



Santini et al.2012

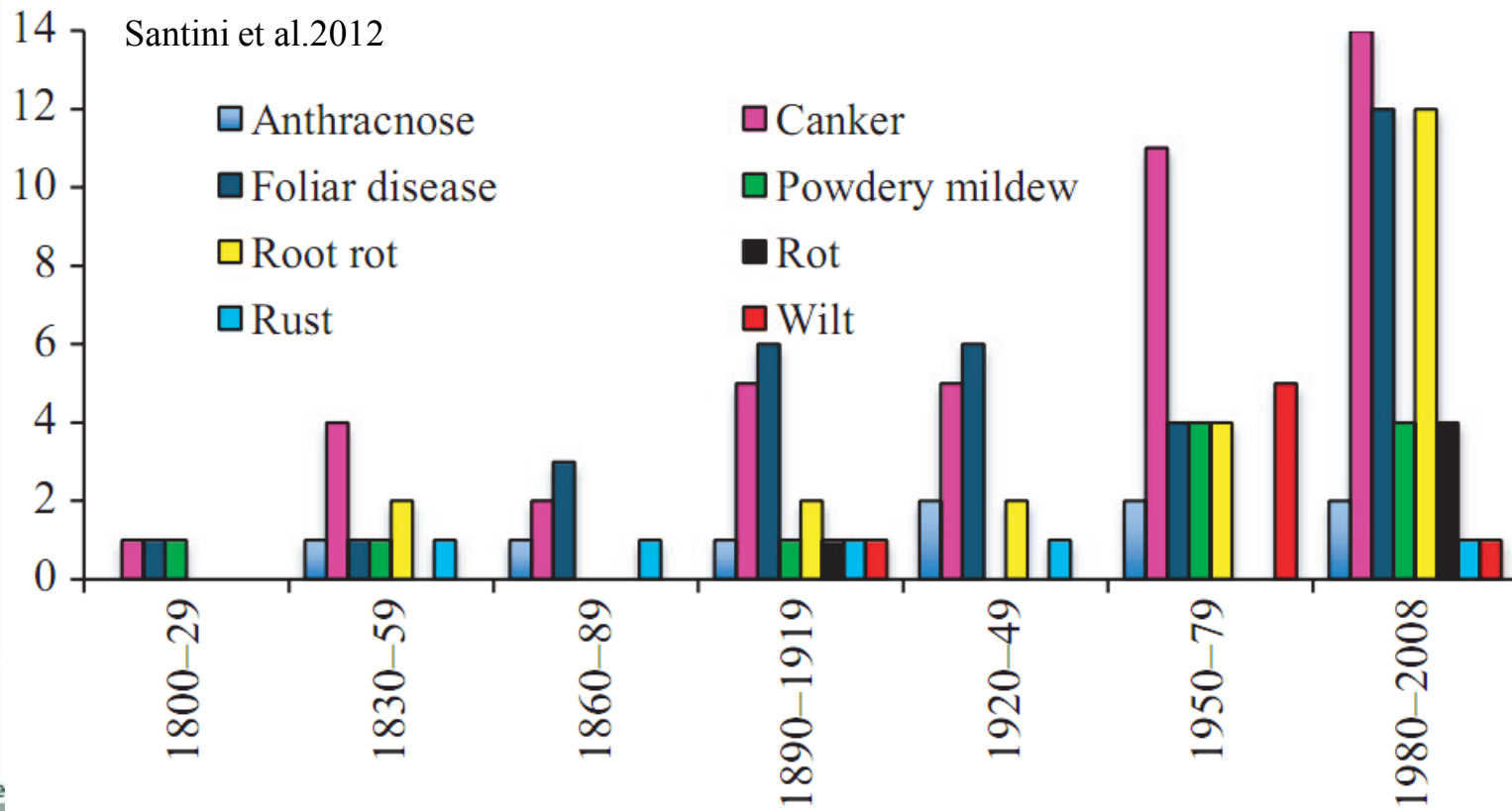
# Hybridizace jako zdroj „nových“ patogenů

Santini et al.2012



# Kategorie dopadu (rostlinné orgány)

## Rakoviny a hniloby kořenů- nejvyšší nárůst



# *Phytophthora cinnamomi*

patogen více než 1000 rostlinných druhů,  
způsobuje i smrt hostitele, zařazen mezi 100  
nejvíce invazivních druhů celosvětově..

školky, sady, rezervace, hospodářské lesy,  
plantáže vánočních stromků...



© Wikipedia

## **Dopad**

Hynutí, zvláště u stromů po přechozím stresu přísušky

Duh ohrožující celý ekosystém:

Úhyn celých druhů stromů, keřů, dokonce i bylin v podrostu

Ztráta biodiversity a poškození celého procesu vývoje ekosystému, spouštějící faktor pro mnoho sekundárních patogenů (na příklad podkorní hmyz, choroby listů atd.)

Původ – JV Asie, Oceánie, Papua-Nová Guinea?  
Prvně zaznamenáno nejspíše zhruba před 200 lety v  
severní Americe jako „náhlá smrt“ nepůvodních druhů  
dřevin

### **První popis**

Skořicovník na Sumatře, 1922

### **USA**

1930, Rhododendron;

### **Evropa**

Francie, Španělsko, Itálie a Portugalsko:  
Hynutí stálezelených dubů, jedlých kaštanů



# Mount Dale, Západní-Austrálie

© Photographs by Gngarra, commons.wikimedia.org



## Disease Risk Area Access By Permit Only



Dieback fungus is killing our native plants.

Soil and plants in this area are threatened by this disease.

Vehicles and horses can pick up infected soil and spread dieback.

Help stop the rot. Contact CALM for more information and permits.



© wikipedia.org



© wikipedia.org – chřadnutí více než >282,000 ha druhu *Eucalyptus marginata* (Jarrah) v Západní Austrálii kolem roku 1970



Kaštanovník ve Viterbo, Itálie 2010

# *Phytophthora cinnamomi*

Itálie, předhůří Alp, Červen 2014 *Castanea sativa*

*Phytophthora cambivora* byla zcela nahrazena  
uhem *P. cinnamomi*



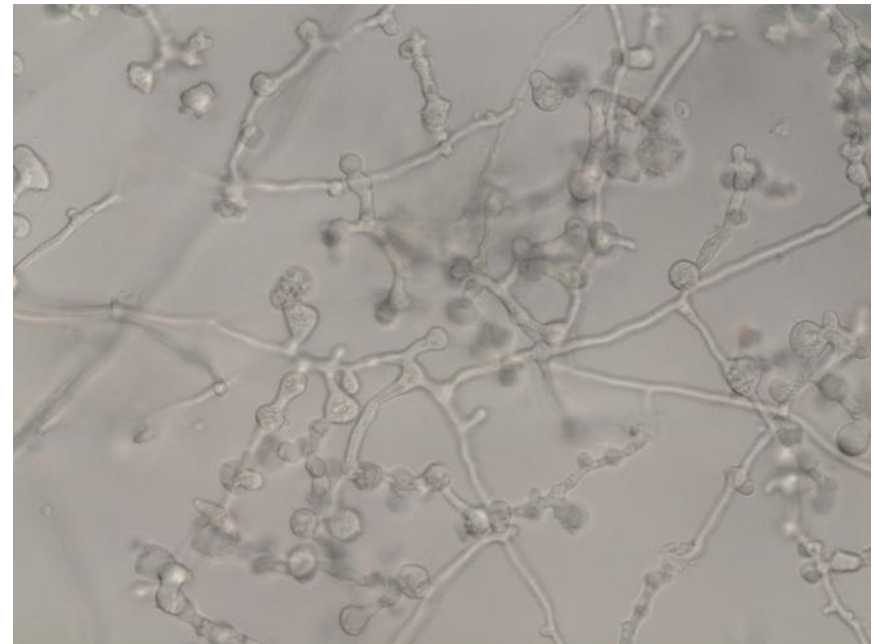


v Rakousku 2015 - sad  
a



# Chlamydo-spory

Spící spory– přežívají až **6 let** v poškozených tkáních a půdě.



**Infekce: Minimum 15° C , Optimum 20° C**  
**Růst: Minimum 5-6° C, Optimum 24 až 28° C,**  
**Maximum 32 až 34° C**

**Málo odolné vůči mrazu**

**DAISY** (Delivering Alien invasive Species Inventories in Europe 2006): “Klimatický model předpovídající vývoj patogenů”



## Šíření

Rostlinný materiál (bez symptomů!!), infikovaný  
semenný materiál, tekoucí voda (řeky),  
kontaminovaná voda (závlaha), contaminated  
lesní mechanizace (harvestory, pily.), auta,  
přívalové srážky se zeminou...

Nepřenáší se větrem ( - ne “opadavé”  
Sporangia)

# Chřadnutí kaštanu

Bakteriální onemocnění *Pseudomonas syringae* pv. *aesculi* a také druhy rodu *Phytophthora*

Další patogeny, např. rod *Verticillium* stejně jako kořenové hniloby a klíněnka jírovcová (*Cameraria ohridella*)

problém: podobné symptomy a bohužel, často obě nemoci dohromady:

Přesná diagnostika nutná!

Molekulární diagnostika pro *Pseudomonas*: vzorky z kmene

Klasická nebo molekulární diagnostika pro rod *Phytophthora*: vzorky z kmene a půdy

*Pseudomonas syringae* pv *aesculi*



*Phytophthora cactorum* a *cambivora*



# Porovnání symptomů

*Pseudomonas syringae* pv. *aesculi* a *Phytophthora*

## ***Pseudomonas***

Převážně starší stromy

Občas bez symptomů v koruně

Jednostranné odumírání větví,  
chřadnutí koruny

Mízotok na kmeni:  
Na nižší části kmene  
Občas na bázi kmene

Korní nekrózy:  
Oranžovo-červené  
zonální  
Většinou mimo kambium

Praskliny v kůře

## ***Phytophthora***

Všechny věkové stadia

Řídnutí koruny

Žloutnoucí, menší listy

Mízotok na kmeni:  
Většinou na bázi kmene  
Občas i výše, limitovaně

Korní nekrózy:  
Oranžovo-červené, hnědé  
Bez zónování, kraj vodnatý  
Většinou v kambiu

Praskliny v kůře

# Vývoj choroby

*Pseudomonas syringae* pv. *aesculi* a *Phytophthora*-species

## ***Pseudomonas***

Chřadnutí probíhá téměř výlučně během jednoho roku

## ***Phytophthora***

Chřadnutí během několika sezón, často chronický problém



Photo: A. Vettrai and A. Vannini

# Strategie boje

## Prevence

### ***Pseudomonas***

Rostlinný materiál z  
testovaných školek

### ***Phytophthora***

Rostlinný materiál z  
testovaných školek  
Analýza zeminy na  
rod *Phytophthora*  
Před sadbou

## Léčba

### ***Pseudomonas***

Bakteriofágní viry  
(v testování)  
phosphite ?

### ***Phytophthora***

phosphite ?

# *Phytophthora ramorum* – příklad potenciálních hostitelů

Hlavní hostitelé - *Phytophthora ramorum*

*Rhododendron*

*Viburnum*

*Gaultheria*

*Larix*

*Quercus rubra*

*Quercus cerris*

*Quercus ilex*

*Fagus sylvatica*

*Castanea sativa*

*Aesculus hippocastanum*

*Pseudotsuga douglasii* (Velká Británie - semenáčky)

*Picea sitchensis*

*Vaccinium* sp.: (Velká Británie)



© Halvor Solheim, Norway



# *Phytophthora ramorum* – Chřadnutí Japonského modřínu ve Velké Británii



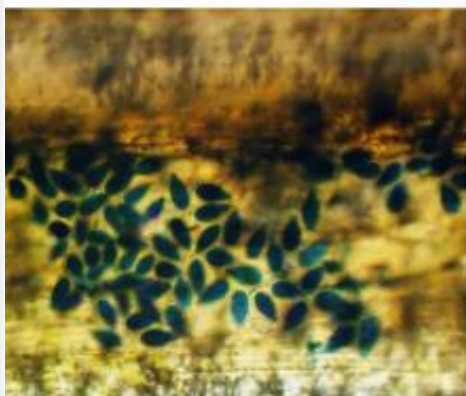
Damage across a block of mature *L. kaempferi*, Somerset, 0



**Figure 2:** Crown dieback and mortality of mature *L. kaempferi*, Cornwall, September 2009

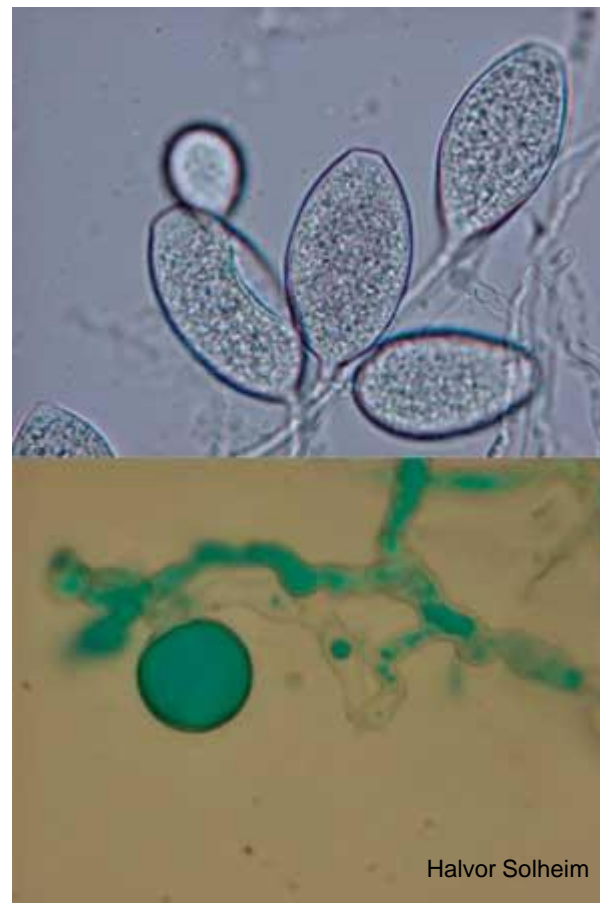


**Figure 3:** Purple to black lesions on naturally infected needles, Cornwall, September 2009



© Cl. Brasier & J. Webber 2010:  
Sudden Larch Death Nature, Vol 466,  
824, 825

- Poprvé popsána v roce 2001 na rodech *Rhododendron* and *Viburnum*
- V roce 2002 spojena s fenoménem „sudden oak death“
  - Krvácející rakoviny– *Fageaceae*, *Viburnum*
  - Odumírání letorostů– *Rhododendron*, *Syringa*
  - Vadnutí asimilačních orgánů– *Rhododendron*, *Taxus*, *Abies*
- Po Evropě se šíří především s rodem *Rhododendron*



Halvor Solheim

## 2 Phytophthora na *Cupressaceae* nově v Evropě

### *Phytophthora austrocedrae*

Jižní Amerika (Argentina, Chile) na *Austrocedrus chilensis* od roku 1940 (mal del ciprés, MDC, chřadnutí cypřiše)

Objeveno a popsáno v roce 2007!

### Evropa

UK: První nález 2011 v parku na *Chamaecyparis nootkatensis* a *lawsoniana*. V lesním prostředí 2012 na *Juniperus communis*. V současnosti závažný problém na rodu *Juniperus* ve Velké Británii.

Německo: 2001 *Juniperus horizontalis* „*glauca*“ ve školce, 2013 potvrzeno jako *P.austrocedrae*.



*Austrocedrus*

Argentina  
2014

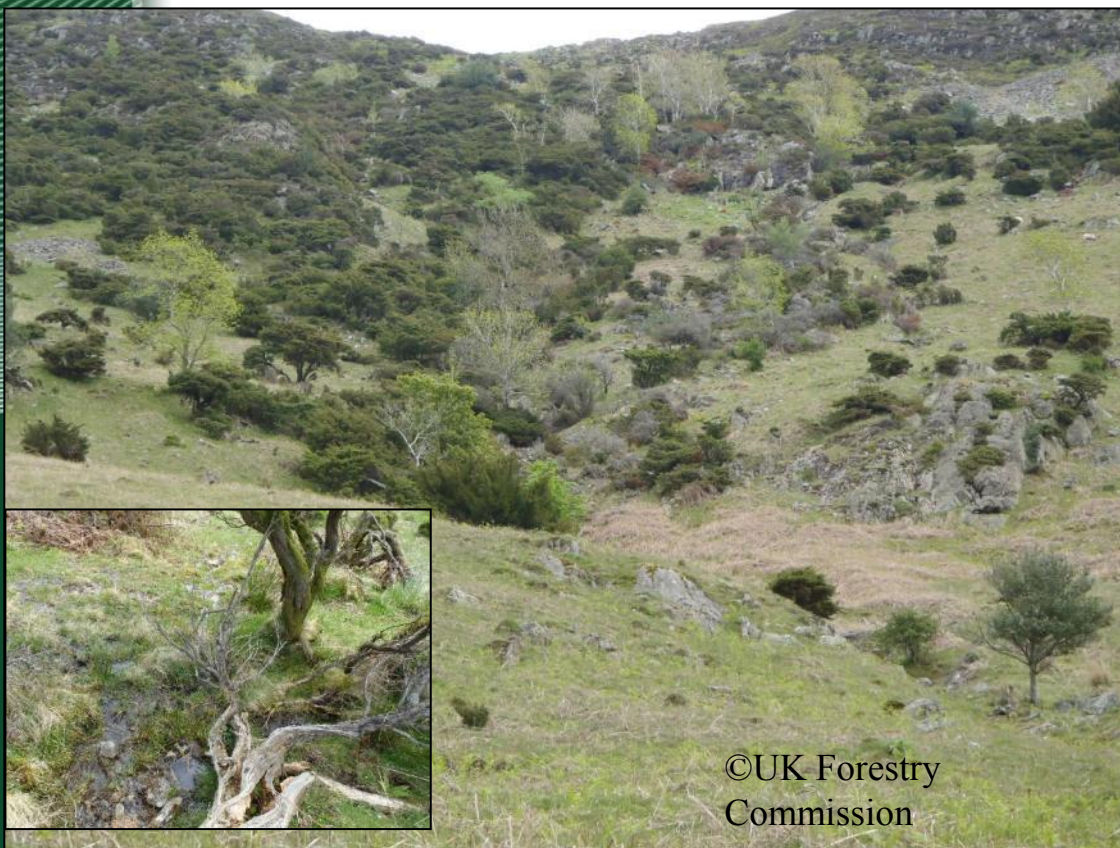
# Chřadnutí jalovce v severní Anglii



©UK Forestry  
Commission

# *P. austrocedrae* v Anglii

DNA druhu *P. austrocedrae*  
izolována z půdy  
.....a bobulí!



01/07/2016



©Fotos: Green, S., Hendry, S.J., MacAskill, G.A., Laue, B.E., Steele, H. 2012. Dieback and mortality of *Juniperus communis* in Britain associated with *Phytophthora austrocedrae*. New Disease Reports 26, 2.

# *Phytophthora lateralis*

Celosvětově nejfatálnější onemocnění rodu *Chamaecyparis* spp.

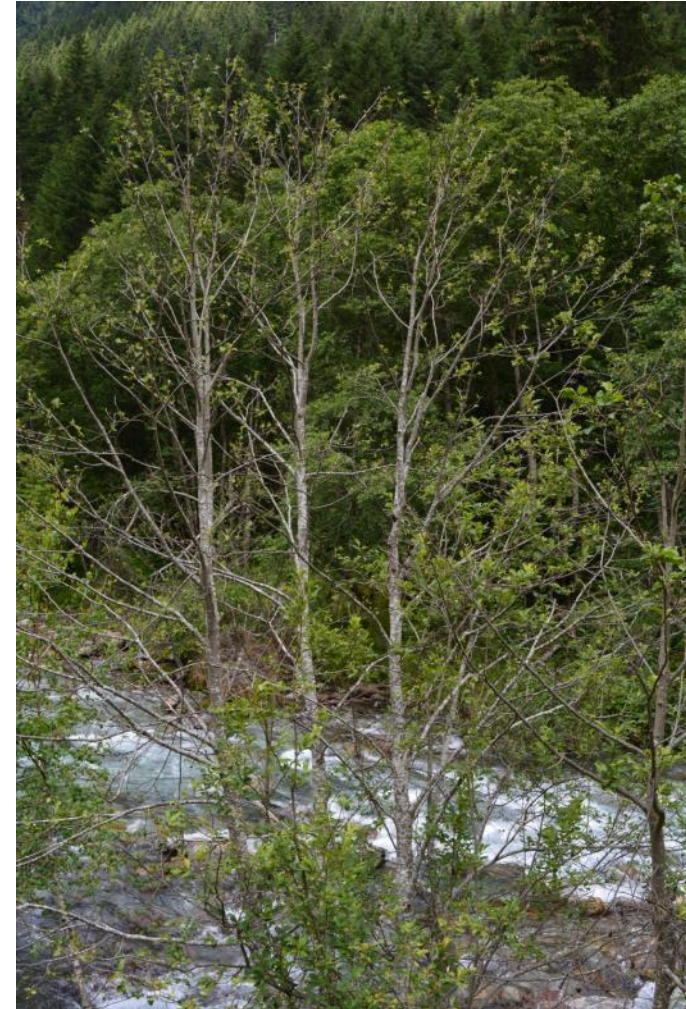




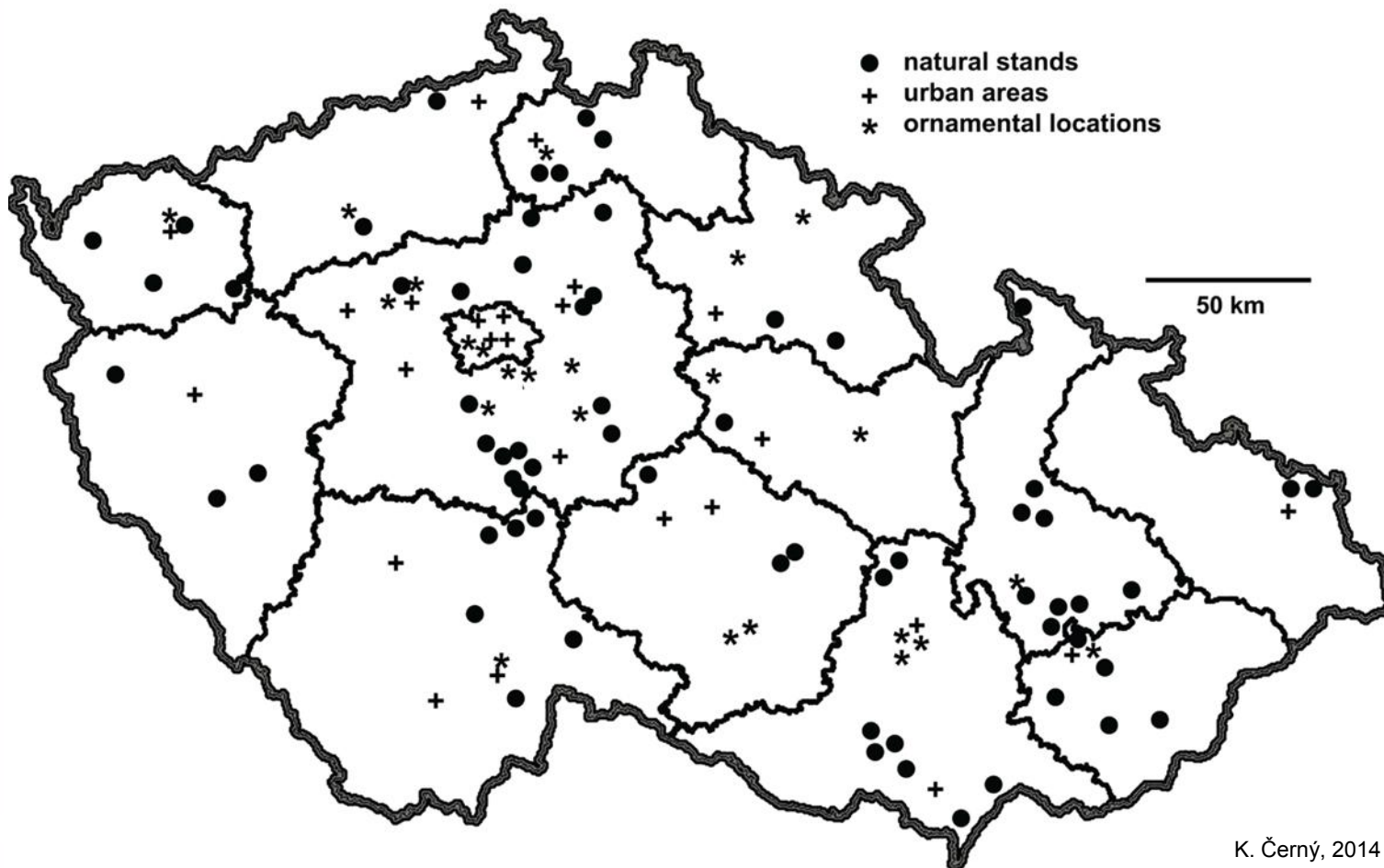
# *Phytophthora lateralis* ve Walesu, Anglie 2012



## Chřadnutí olše



# *Phytophthora alni* v České republice



K. Černý, 2014

# Chřadnutí koruny buku – *Phytophthora cambivora*





# Phytophthora- na javorech



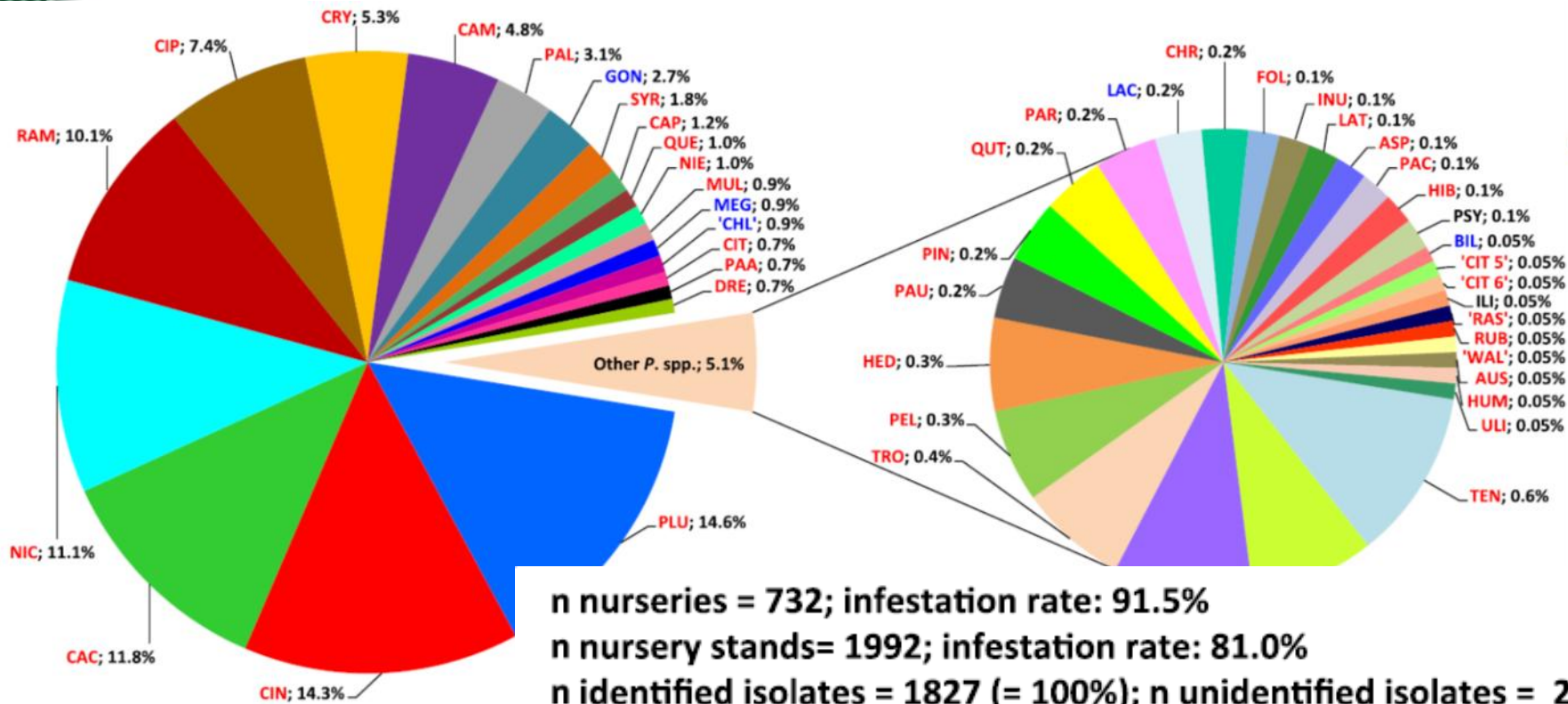
*Phytophthora plurivora*



# Lesní školky jako potenciální zdroj nákazy rodem *Phytophthora*\*

\*(Jung et al. 2015, Forest Pathology, online-Version)

732 evropských školek  
1992 stanovišť  
18 evropských států



n nurseries = 732; infestation rate: 91.5%

n nursery stands = 1992; infestation rate: 81.0%

n identified isolates = 1827 (= 100%); n unidentified isolates = 249

49 *Phytophthora* taxa; 41 alien, 3 native, 5 cryptic taxa

## Widespread *Phytophthora* infestations in European nurseries put forest, semi-natural and horticultural ecosystems at high risk of *Phytophthora* diseases

T. Jung<sup>1,2,38</sup>, L. Orlikowski<sup>3</sup>, B. Henricot<sup>4</sup>, P. Abad-Campos<sup>5</sup>, A. G. Aday<sup>6</sup>, O. Aguin Casal<sup>7</sup>, J. Bakonyi<sup>8</sup>, S. O. Cacciola<sup>9</sup>, T. Cech<sup>10</sup>, D. Chavarriaga<sup>11</sup>, T. Corcobado<sup>12</sup>, A. Cravador<sup>1</sup>, T. Decourcelle<sup>13</sup>, G. Denton<sup>5</sup>, S. Diamandis<sup>14</sup>, H. T. Doğmuş-Lehtijärvi<sup>7</sup>, A. Franceschini<sup>15</sup>, B. Ginetti<sup>16</sup>, M. Glavendekić<sup>17</sup>, J. Hantula<sup>18</sup>, G. Hartmann<sup>19</sup>, M. Herrero<sup>20</sup>, D. Ivic<sup>21</sup>, M. Horta Jung<sup>1</sup>, A. Lilja<sup>18</sup>, N. Keca<sup>17</sup>, V. Kramarets<sup>22</sup>, A. Lyubenova<sup>23</sup>, H. Machado<sup>24</sup>, G. Magnano di San Lio<sup>9</sup>, P. J. Mansilla Vázquez<sup>7</sup>, B. Marçais<sup>25</sup>, I. Matsiakh<sup>22</sup>, I. Milenkovic<sup>17</sup>, S. Moricca<sup>16</sup>, Z. Á. Nagy<sup>8</sup>, J. Nechwatal<sup>26</sup>, C. Olsson<sup>27</sup>, T. Oszako<sup>28</sup>, A. Pane<sup>9</sup>, E. J. Paplomatas<sup>29</sup>, C. Pintos Varela<sup>7</sup>, S. Prospero<sup>30</sup>, C. Rial Martínez<sup>7</sup>, D. Rigling<sup>30</sup>, C. Robin<sup>13</sup>, A. Rytönen<sup>18</sup>, M. E. Sánchez<sup>31</sup>, B. Scanu<sup>15</sup>, A. Schlenzig<sup>32</sup>, J. Schumacher<sup>33</sup>, S. Slavov<sup>23</sup>, A. Solla<sup>12</sup>, E. Sousa<sup>24</sup>, J. Stenlid<sup>27</sup>, V. Talgø<sup>20</sup>, Z. Tomic<sup>21</sup>, P. Tsopelas<sup>34</sup>, A. Vannini<sup>35</sup>, A. M. Vettraino<sup>35</sup>, M. Wenneker<sup>36</sup>, S. Woodward<sup>11</sup> and A. Pérez-Sierra<sup>37</sup>



# Strategie

- Preventivně nakupovat pouze *Phytophthora*-free rostlinný materiál
- Opakovaná kontrola sadebního materiálu
- Více rutinních kontrol ohledně potenciálních symptomů
- Vyhnout se introdukci půdního materiálu
- Desinfekce nástrojů, oblečení
- Ošetření pouze i jednotlivých stromů (Potassium phosphite - Fosforitan)
- Chemické ošetření sadebního materiálu: nedoporučeno, řeší pouze symptomy a zvětšuje rezistenci patogena

# Mechanismu šíření rodu *Phytophthora*

Potvrzeno:

oblečení

psi

jízdní kola

nástroje

harvestory, lesní mechanizace

outdoorové vybavení

vítr

děšť

**sadební materiál**



Kalium-phosphite-injekce  
(fosforitan draselný)



Photo: USDA Forest Service



desinfekce

# Opatření - Phytophthora

Krytokořenné sazenice,  
nad úrovní půdy,  
Tepelně ošetřený substrát  
(60C)



## Natírání kmene - phosphite



# Rizika a prognózy

- Vysoké riziko kvůli tendenci rodu *Phytophthora* vytvářet hybridy a přizpůsobovat se tak hostitelskému spektru a prostředí
- Významné riziko ve speciálních režimech (například plantáže vánočních stromků)
- Zvyšující se dopad na přírodní ekosystémy vlivem obchodu se sadebním materiálem bez doporučených karanténních opatření
- Zdomácnění druhů rodu *Phytophthora* z tropických a subtropických zemí ve střední Evropě díky změně klimatu (*P. cinnamomi* !)

**Děkuji za pozornost !**