

Aleksandra Bulajić

Univerzitet u Beogradu-Poljoprivredni fakultet

## **Praćenje**

*Phytophthora ramorum,*

*Phytophthora kernoviae,*

*Gibberella circinans* i

*Potato spindle tuber viroid*

**u okviru karantinskog nadzora u Srbiji**

---

# *Phytophthora ramorum*

sušenje letorasta ukrasnih i  
šumskih biljaka

iznenadno uginuće hrasta  
(**SOD, sudden oak death**)

# Pojava

- Iznenadno uginuće hrasta prvi put je uočeno u Kaliforniji 1993. god.
- skoro u isto vreme kao i sušenje lista i pupoljaka rododendrona u Holandiji
- Prouzrokovatelj - dugo nije bio identifikovan sve do **2000. godine** - nova vrsta u okviru roda *Phytophthora* (Werres et al., 2001).

# SAD: uginuće hrasta



**Evropa: sušenje  
lista i pupoljaka  
rododendrona**



# Karantinski status:

---

- EPPO: Alert list
- Srbija: IA deo I

# Rasprostranjenost: Severna Amerika

- U SAD - šumski pojasevi u **Kaliforniji**
- Šumski pojasevi u **Oregonu**
- U **Vašingtonu** -u više rasadnika
- U **Kanadi** -na biljkama uvezenim iz SAD

- U Evropi – u najmanje 12 zemalja:

- Velika Britanija
- Slovenija
- Belgija
- Holandija
- Švajcarska
- Norveška
- Španija
- Francuska
- Nemačka
- Italija
- Poljska
- Srbija



# Ekonomski značaj









- Dugotrajne posledice – nisu poznate
- Na domaćinima koji **nisu hrast ne izaziva uginuće**
- uginuće grančica – uticaj na porast i regeneraciju – biljke podložne napadu drugih patogena i insekata.

# Krug domaćina

- U SAD je ustanovljeno da krug domaćina uključuje više od **28 vrsta** iz **15** biljnih familija
- spisak - u stalnom porastu

- **Aceraceae**
  - **Ericaceae**
  - **Betulaceae**
  - **Fagaceae**
  - **Pittosporaceae**
  - **Rhamnaceae**
  - **Taxodiaceae**
  - **Lauraceae**
- Hippocastanaceae**
  - Theaceae**
  - Rosaceae**
  - Caprifoliaceae**
  - Pinaceae**
  - Anacardiaceae**
  - Oleaceae**



# Tri osnovna tipa bolesi



# Hrast (*Quercus* sp.)





# Hrast (*Quercus* sp.)



**Pukotine i rak rane  
na prizemnom  
delu stabla**

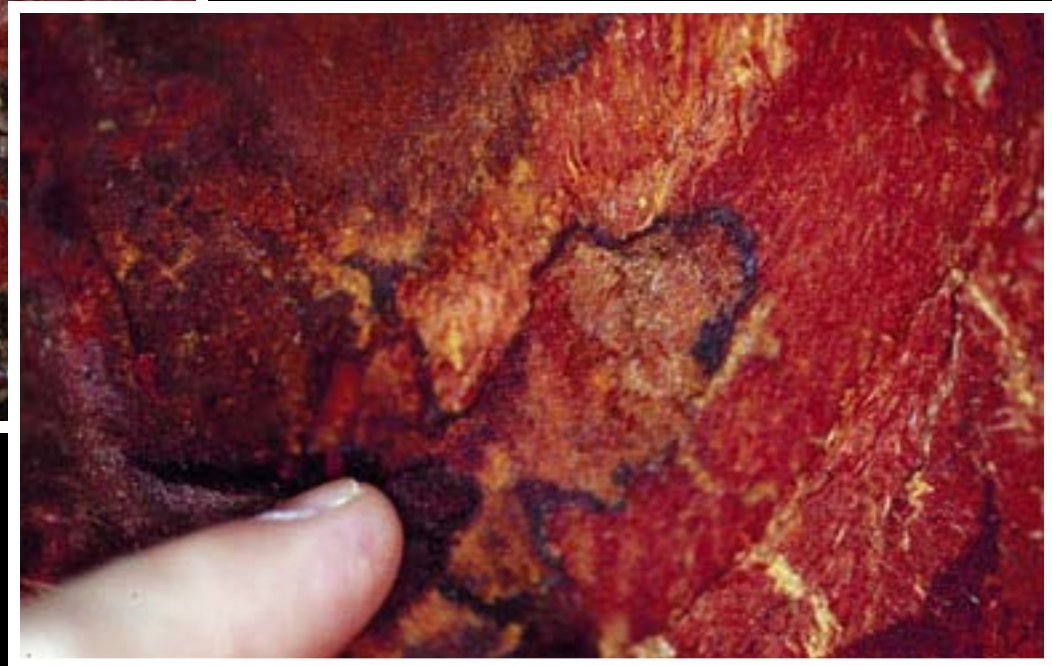
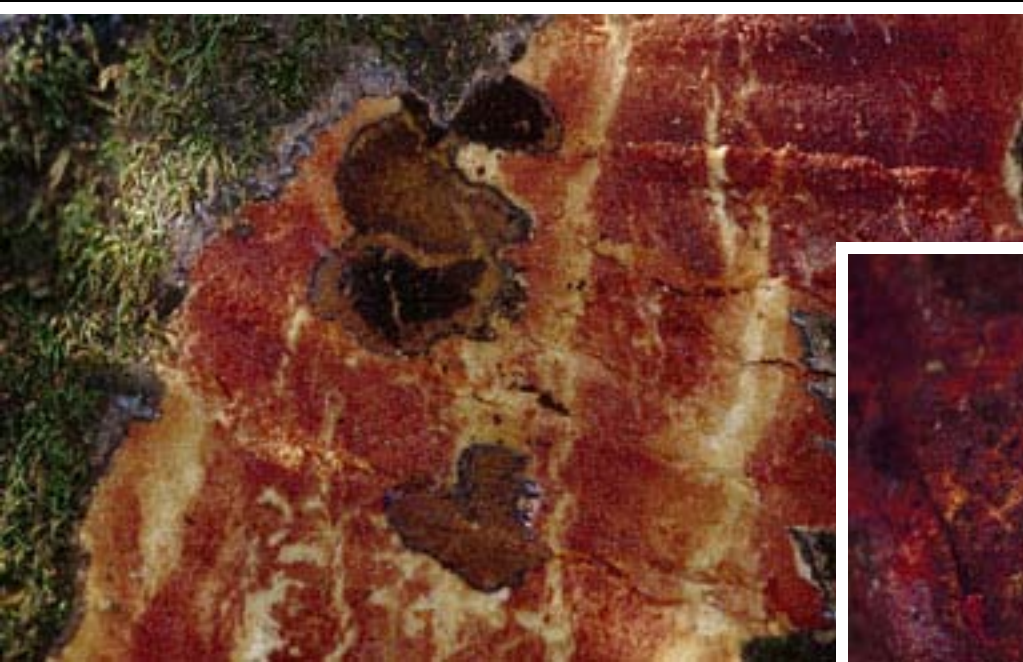


**Rak rane  
koje 'krvare'**



# Hrast (*Quercus* sp.)

Nekrotične  
zone i  
prošaravanja



# *Lithocarpus densiflorus*

Hrast sa  
tamnim  
drvetom



Zaraza se često  
završava uginućem  
čitavih biljaka

# *Lithocarpus densiflorus* – tanoak

Zaraza počinje  
na lišću na  
izbojcima





# *Lithocarpus densiflorus* – tanoak

Sušenje listova i  
vrhova grančica



# *Lithocarpus densiflorus* – tanoak

Kroz grane  
dospeva  
u drvo



# *Lithocarpus densiflorus* – tanoak



rak rane iz kojih curi  
eksudat - 'krvare'

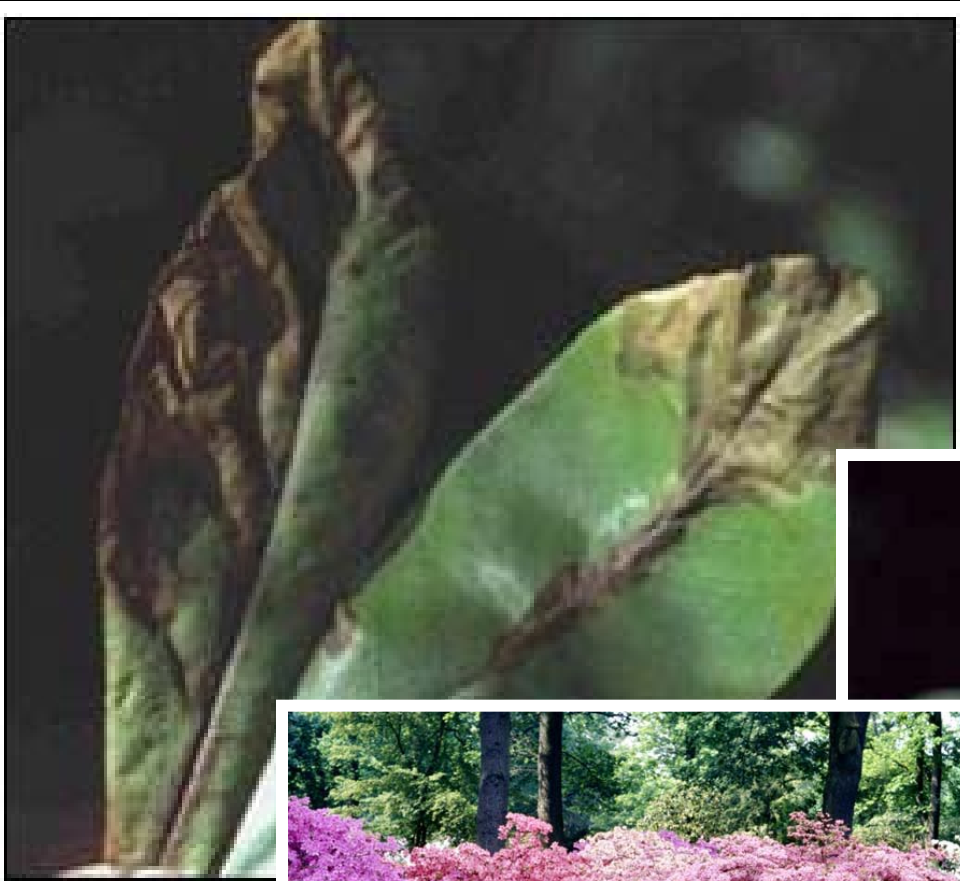
# Folijarni domaćini

- Epidemiološki – veoma značajni u šumama – intenzivna sporulacija na zaraženim listovima
- Bez jakih folijarnih zaraza nema brzog širenja u šumama



# *Rhododendron* sp. - Ericaceae

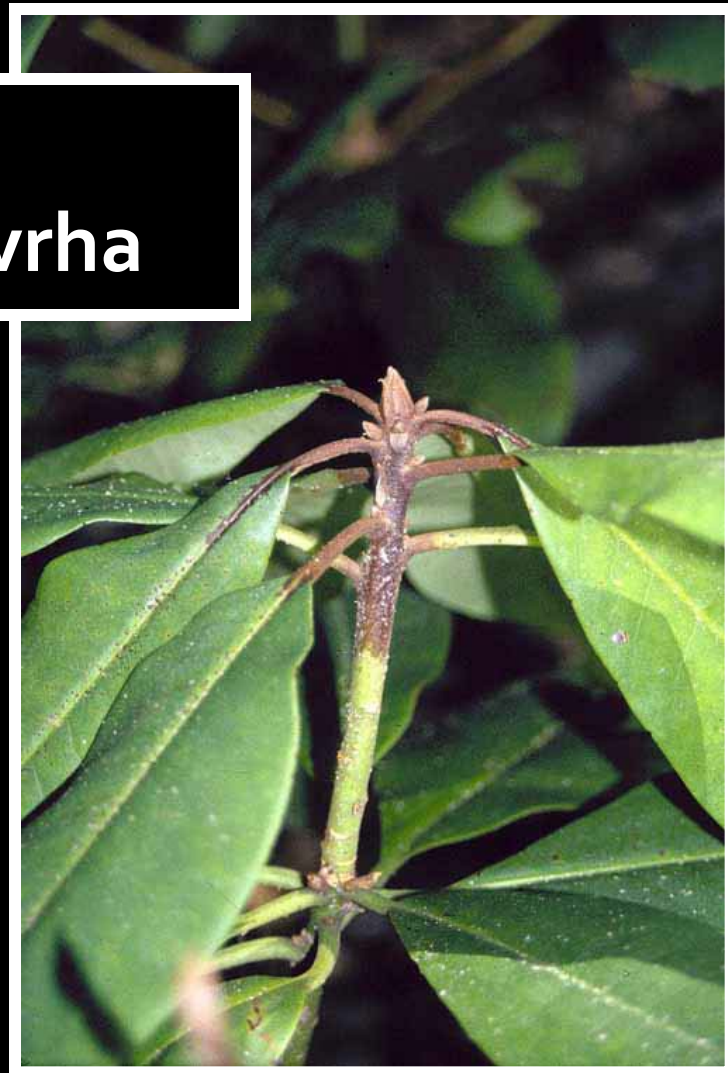
Nekroza lista –  
počinje od vrha  
najčešće





# *Rhododendron* sp.

Nekroza  
pupoljaka i vrha



# *Viburnum* sp. fam Caprifoliaceae





# *Viburnum* sp.



# *Pieris* spp. - Ericaceae





*Pieris* spp.



**Nekroza grančica**

*Pseudotsuga menziesii* (Douglas fir) -  
Pinaceae



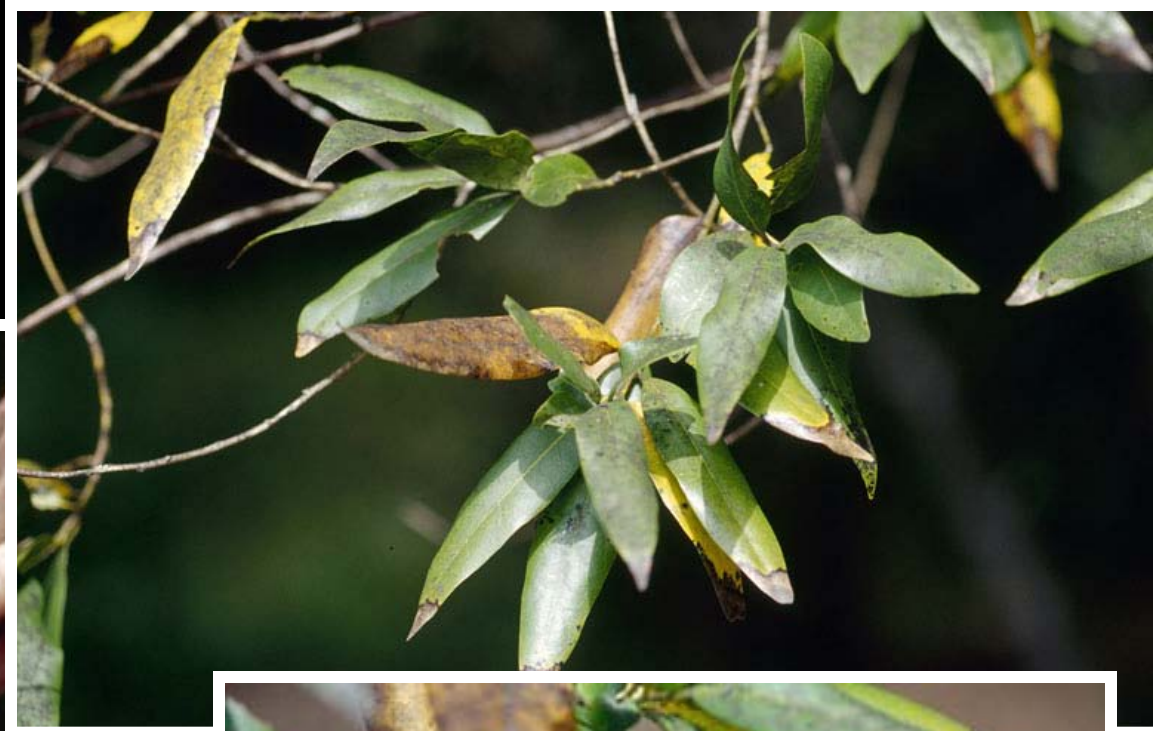


# *Sequoia sempervirens* sekvoja - Taxodiaceae



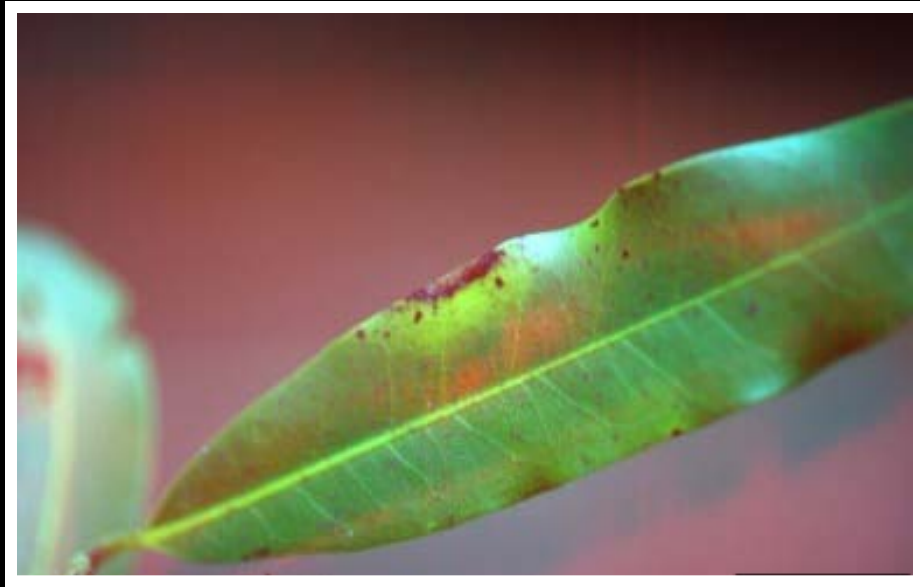


# *Umbellularia californica*





# *Umbellularia californica*



# *Arbutus menziesii* madrona Ericaceae



Nekroza  
listova

Sušenje listova i  
vrhova grančica



# *Arbutus menziesii* madrona

U rasadniku





# *Camellia* spp. kamelija – Theaceae



# *Camellia* spp. kamelija



*Syringa vulgaris jorgovan* –  
Oleaceae





*Castanea sativa* kesten -  
Fagaceae



*Vaccinium* sp. (hackleberry) –  
Ericaceae





# *Vaccinium* sp.

Nekroza  
grančica

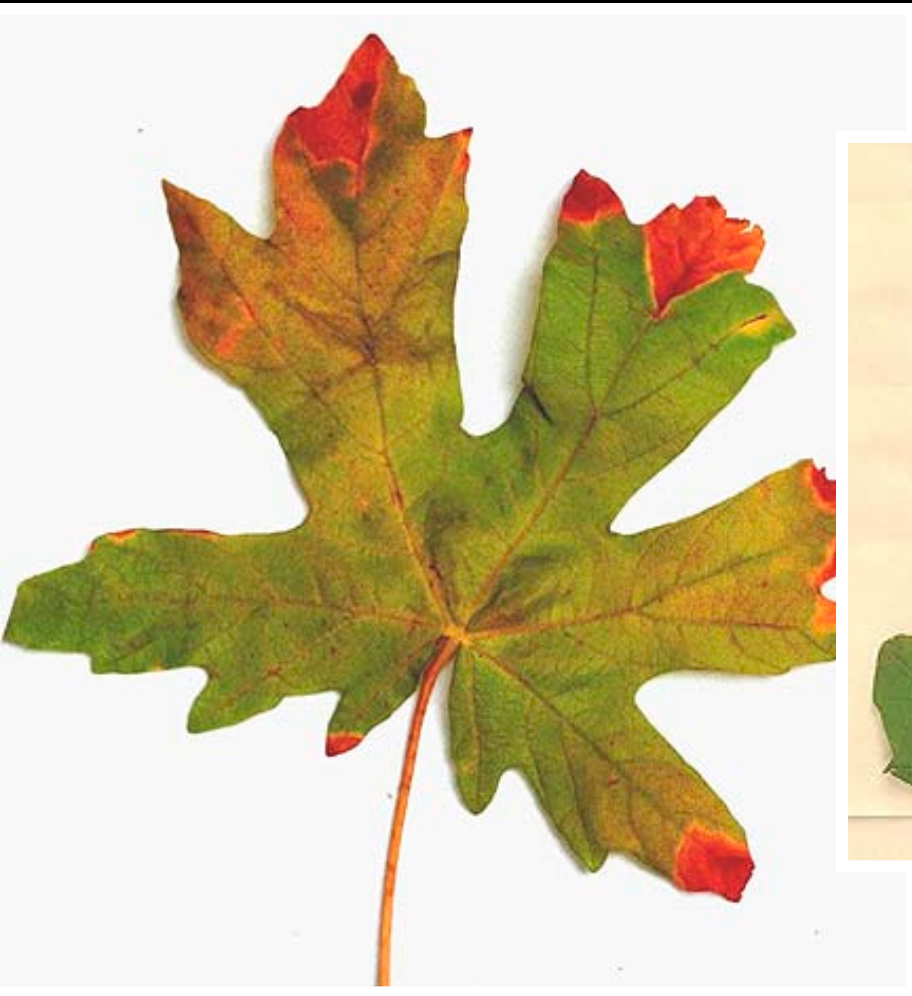


*Aesculus californica* kalifornijski  
divlji kesten - *Hippocastanaceae*





# *Acer* sp. rod **Javora** - **Acraceae**

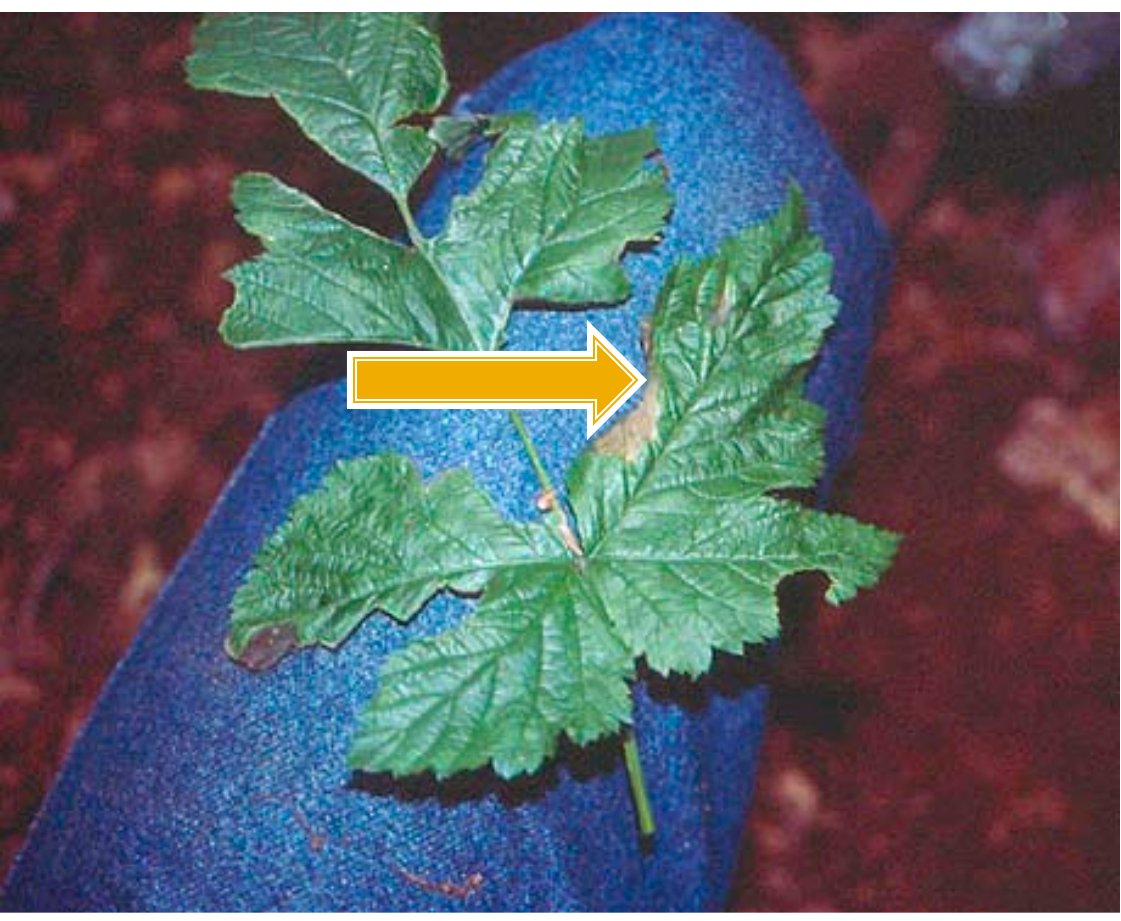




*Rhamnus californica* (*Frangula californica*  
coffeeberry) - Rhamnaceae



*Rubus spectabilis* (salmon berry) –  
Rosaceae





# Patogenost izolata iz Srbije



*Rhododendron* 3 dana  
posle inokulacije



# Patogenost izolata iz Srbije



*Vaccinium* 3 dana posle  
inokulacije

# Patogenost izolata iz Srbije



*Viburnum* 3 dana posle  
inokulacije

# Polni tipovi

- *Phytophthora ramorum* – heterotalusna vrsta
- Dva pola – polna tipa A1 i A2
- Geografski potpuno razdvojene populacije:
  - A1 polni tip – Evropa
  - A2 polni tip – SAD

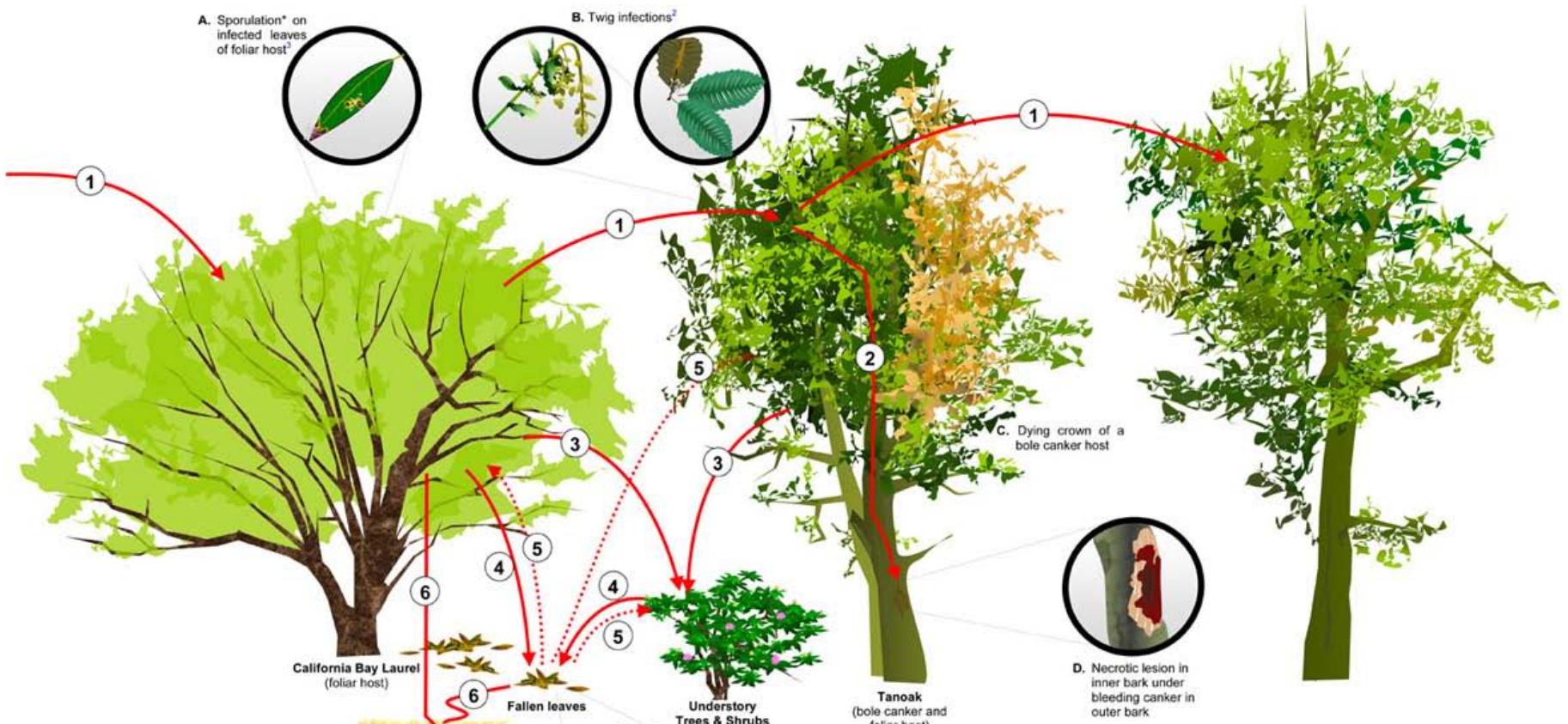


## Proposed Disease Cycle for *Phytophthora ramorum* in Forests\*

A. Sporulation\* on infected leaves of foliar host<sup>3</sup>



B. Twig infections<sup>2</sup>



C. Dying crown of a bole canker host



D. Necrotic lesion in inner bark under bleeding canker in outer bark

California Bay Laurel (foliar host)

Fallen leaves

Understory Trees & Shrubs

Tanoak (bole canker and foliar host)



E. Sporulation\* on fallen leaves<sup>3</sup>

① Primary inoculum (sporangia) produced on infected leaves is carried to new hosts via rain splash and air currents.<sup>3,12</sup>

② Secondary inoculum (sporangia or zoospores) is carried down stems by rainwater to infect lower portions of the tree. The pathogen infects the inner bark and sapwood, resulting in a bleeding canker. It is uncertain how the pathogen infects the bole, although zoospores applied to unwounded bark are capable of causing cankers.<sup>2,3,11,13</sup>

③ Secondary inoculum produced in the canopy is also splashed or blown onto understory tree and shrub hosts causing local intensification of disease.<sup>3,12</sup>

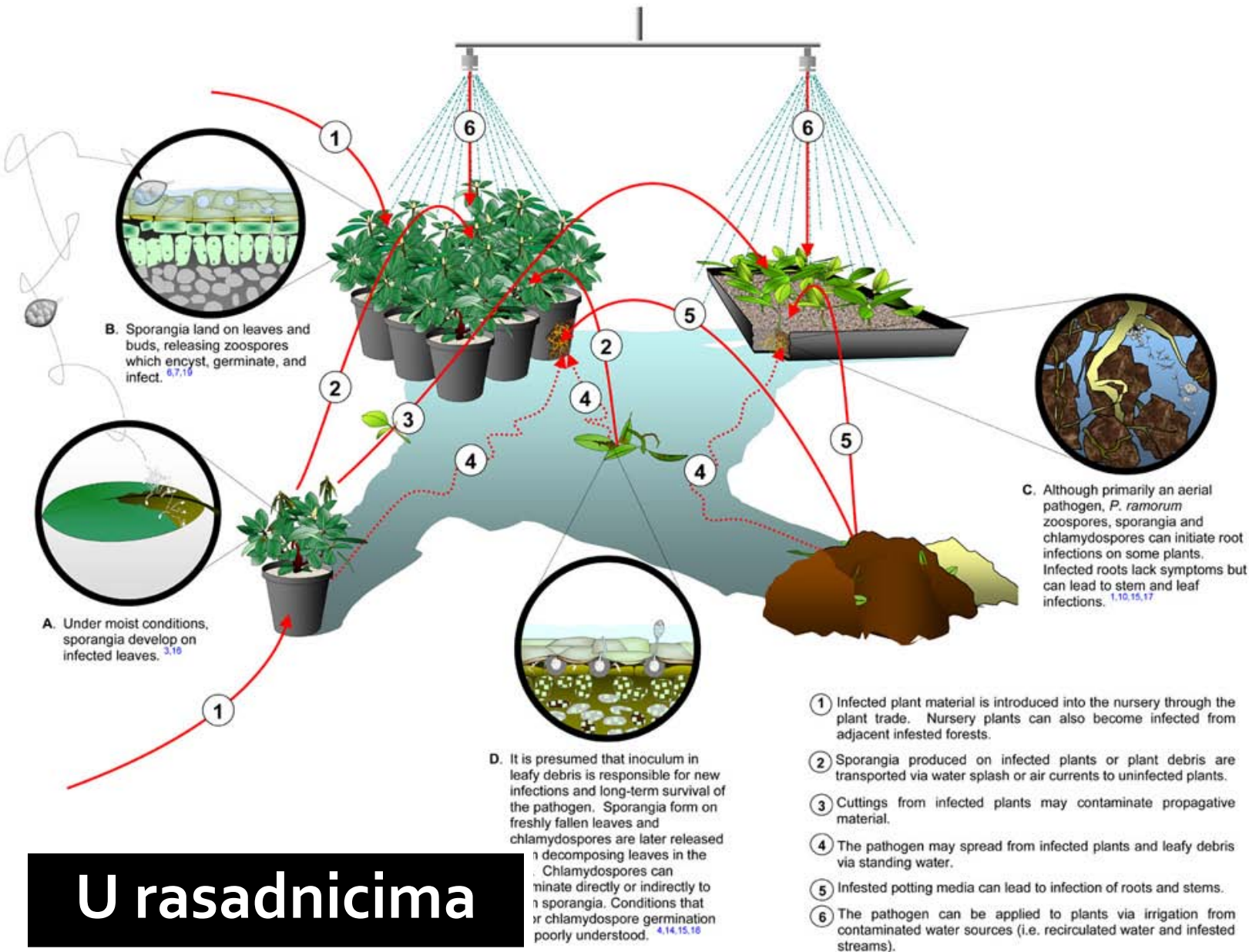
④ Infected leaves fall to the ground where they also serve as a source of inoculum.<sup>3</sup>

⑤ Sporangia produced on fallen leaves are carried to lower stems and leaves of trees and shrubs by rain splash and possibly air currents.<sup>3</sup>

⑥ Pathogen propagules likely enter the soil through decomposing litter or are carried into soil by rainwater. The soil phase of the disease cycle is poorly understood, but it is clear that the pathogen can persist in soil for several months. Chlamydospores are presumed to have a role in long-term survival although the triggers for germination are not known. There is little evidence of root infection in the forest.<sup>3,5,8,9,13</sup>

U šumama

# Proposed Disease Cycle for *Phytophthora ramorum* in Nurseries\*



**U rasadnicima**

# Uzorkovanje

- Biljke sa simptomima
- Biljke bez simptoma
- Biljke tretiranje fungicidima – inkubacija čak do 6 meseci – komplikuje karantinski nadzor
- Po potrebi
- Zemlja – substrat
- Voda za navodnjavanje



# Monitoring

Uzorkovanje zemlje



Uzorkovanje listova

# Monitoring



Uzorkovanje stabala

Granica između  
zdravog i zaraženog  
tkiva u stablu –  
mesto odakle treba  
uzimati **uzorak za  
analizu**





# Kada se zaraza otkrije



# Kada se zaraza otkrije



# Kada se zaraza otkrije



Jarak za izolaciju rasadnika –sprečavanje širenja zaraze vodom za navodnjavanje



# *Phytophthora kernoviae*

Izolovana iz *Rhododendron* sp. – nekroza lista i sušenje grančica

*Fagus silvatica* – rak rane koje krvare

Otkrivena 2003. god.

Morfološki potpuno različita od svih drugih

Opisana kao *Phytophthora taxon C*

Ime dobila

2005

*P. kernoviae*



# Karantinski status

---

**EPPO – Alert list**

**R Srbija – nije na listama**



# Rasprostranjenost

---

**EPPO region:** Irska, Velika Britanija, Engleska,  
Vels i Škotska

**Okeania**

**Novi Zeland**

# Krug domačina

## nepoznat, predmet istraživanja

- Najznačajniji *Rhododendron* spp. (naročito *R. ponticum* - Ericaceae)
- *Drimys winteri* (Winteraceae),
- *Fagus sylvatica* (Fagaceae),
- *Gevuina avellana* (Proteaceae),
- *Hedera helix* (Araliaceae),
- *Ilex aquifolium* (Aquifoliaceae),
- *Liriodendron tulipifera* (Magnoliaceae),
- *Magnolia* spp. (Magnoliaceae),
- *Michelia doltsopa* (Magnoliaceae),
- *Pieris formosa* (Ericaceae),
- *Quercus ilex* (Fagaceae),
- *Quercus robur* (Fagaceae),
- *Vaccinium myrtillus* (Ericaceae).

# Folijarni domaćini

*Rhododendron* sp.  
*R. ponticum*





# *Rhododendron* sp.



Nekroza vrha lista



# *Rhododendron* sp.



Uvenuće

*Pieris* sp.



Nekroza vrha lista



# *Camellia* sp.

Nekroza vrha lista



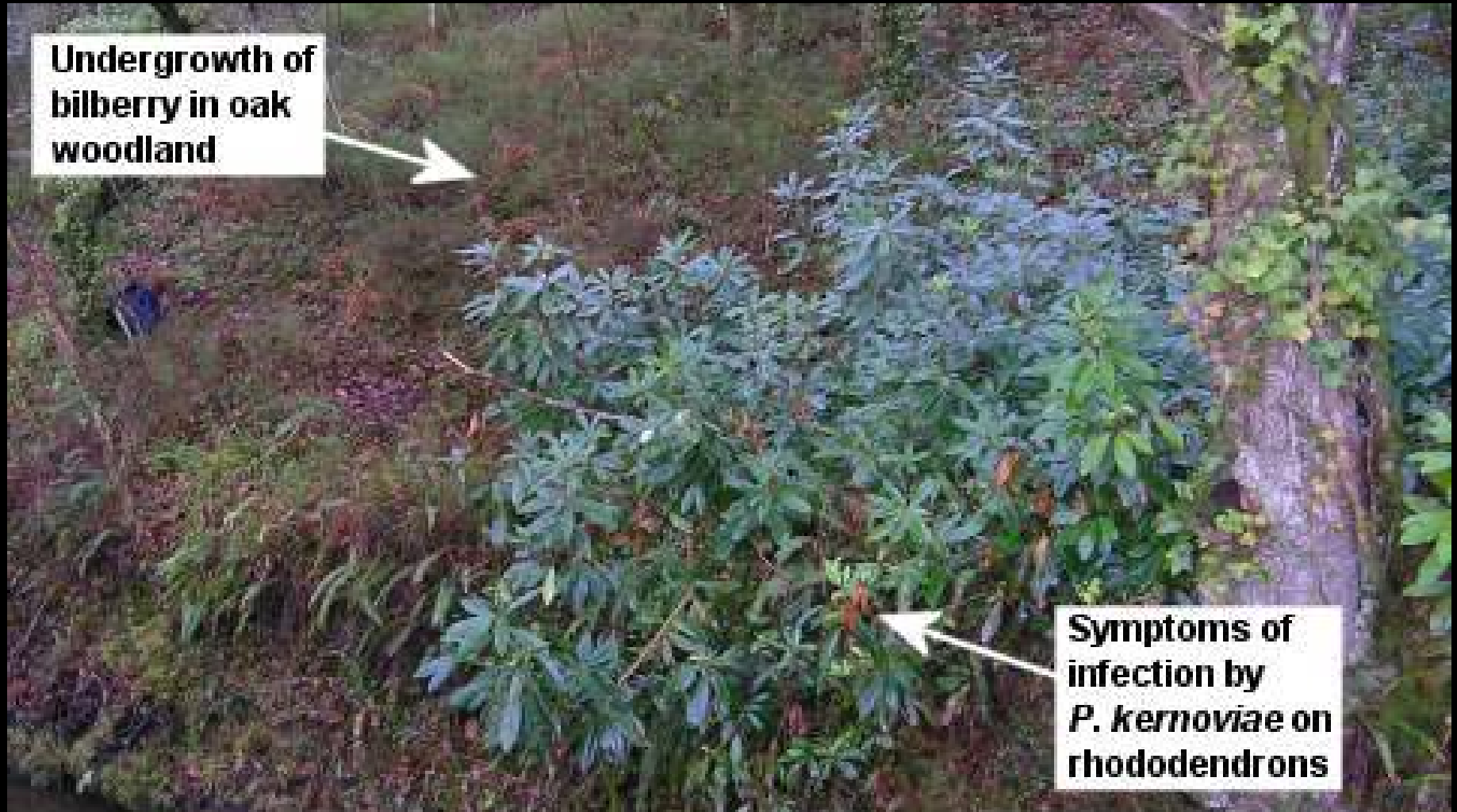
# *Magnolia sp.*

Nekroza vrha  
lista

Nekrotična  
pegavost



Širenje *P. kernoviae* u prirodi – sa rododendrona na *Vaccinium myrtillus*





# *Vaccinium myrtillus*



Rane zaraze –  
nekrotična  
pegavost

Sušenje grančica  
i propadanje  
izbojaka



# *Michelia doltsopa*

Nekroza  
vrha lista



**Bukva –  
*Fagus sylvatica***





**Bukva –  
*Fagus  
sylvatica***



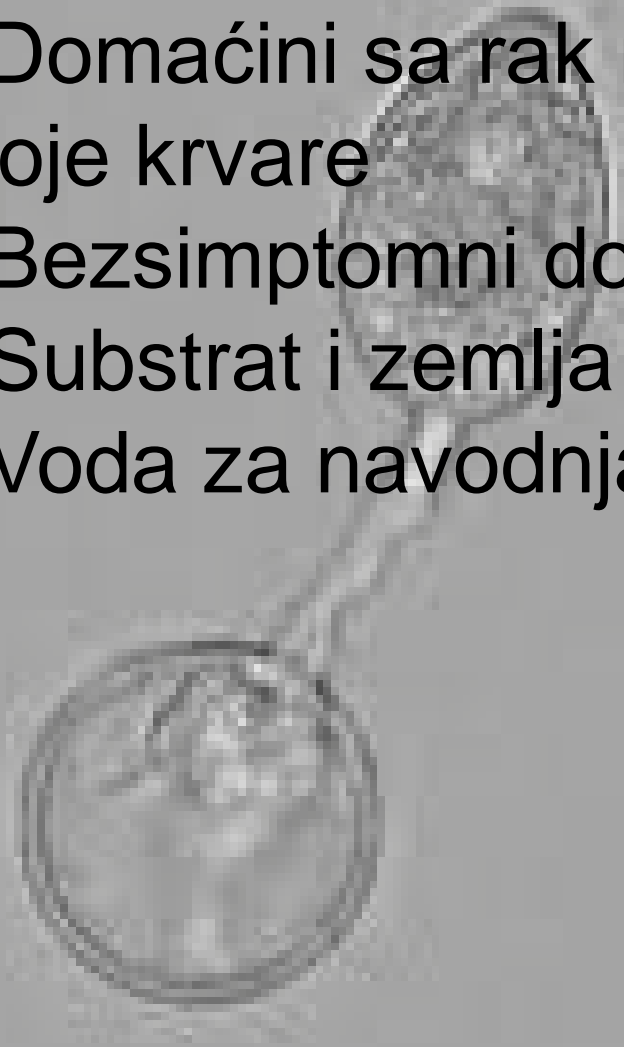
**Bukva –  
*Fagus  
sylvatica***





# Uzorkovanje:

- Folijarni domaćini
- Domaćini sa rak ranama koje krvare
- Bezsimptomni domaćini
- Substrat i zemlja
- Voda za navodnjavanje





Oosporama se održava dugo  
Smatra se – patogenija od *P.*  
*ramorum*

Potvrđen nalaz



eradikacija

# *Gibberella circinata*

**Anamorf** *Fusarium circinatum*

**Sinonimi** *Fusarium subglutinans* f. sp. *pini*  
*Fusarium lateritium* f. sp. *pini*

Prouzrokováč - Rak rana grana bora

# Karantinski status

---

**EPPO – A2**

**R Srbija – nije na listama**



# Rasprostranjenost



Bolest **prvo otkrivena u SAD**

Kasnije

- Haiti,
  - Čile,
  - Koreja,
  - Španija,
  - Italija
- Južna Afrika,  
Meksiko,  
Japan,  
Portugal,

# Krug domaćina

Najmanje 57 vrsta borova

*Pinus spp.*

Najosetljiviji *P. radiata*

*Pseudotsuga menziesii*

(*Douglas-fir*) jedini van roda

*Pinus*

# Crvenilo i nekroza iglica





# Nekroza tkiva ispod kore





# Sušenje vrhova i ogoljavanje grana







Micelija i  
sporulacija na  
rak ranama



# Micelija i smolotočina na rak ranama na granama



# Zaraženi sejanci *Pinus* sp.









# Epidemiologija

---

Tipičan patogen rana

Prenošenje

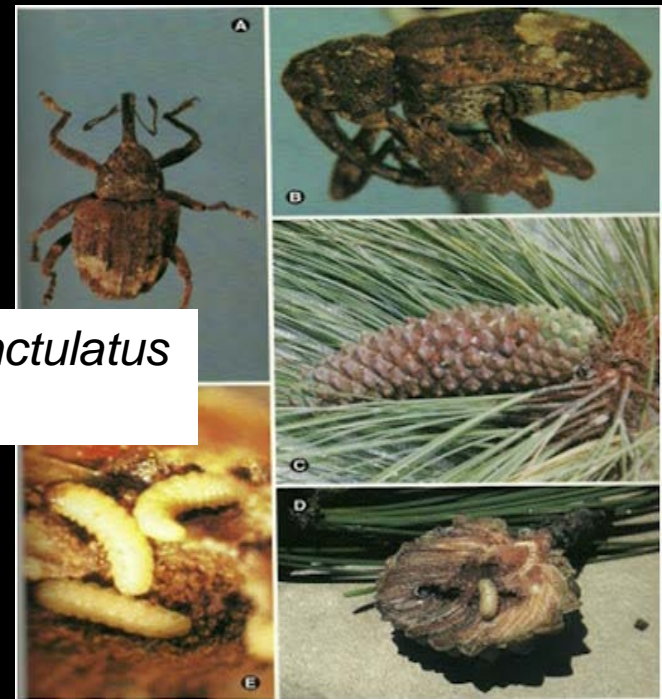
- Semenom
- Vektorima – potkornjaci i surlaši
- Konidijama nošenim vetrom



# Vektori insekti



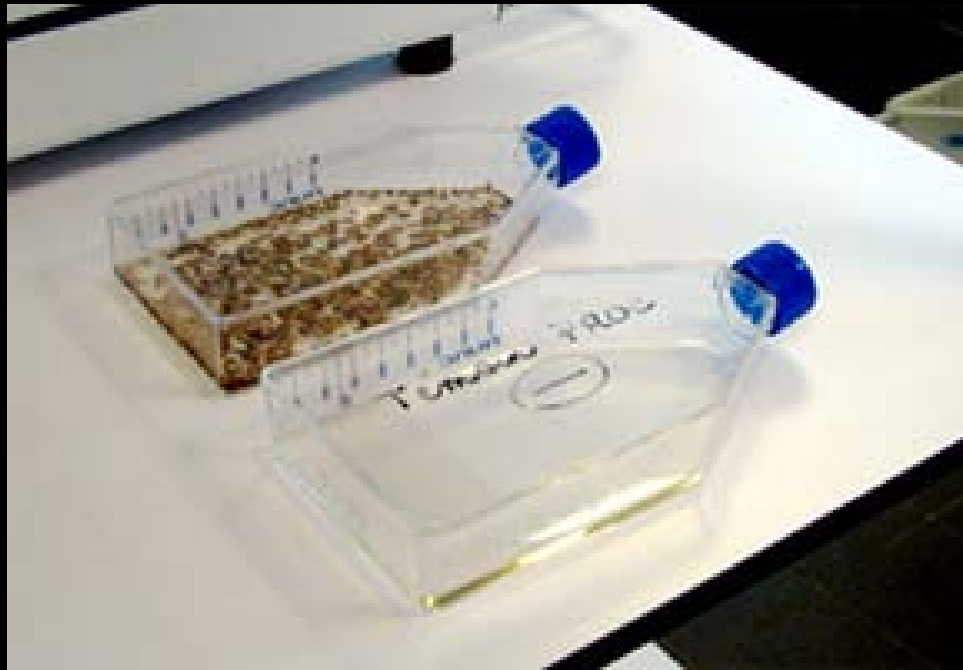
*Pityophthorus* spp. Scolytidae



*Ernobius punctulatus*  
Anobiidae



# Uzorkovanje



Dve vrste  
uzoraka –  
1) zaraženo  
biljno tkivo  
2) seme

# Uzorkovanje – biljno tkivo



Biljke sa simptomima  
Manji broj biljaka bez  
simptoma

Fragmenti tkiva sa  
**margina rak rane**

Uključiti sprovodne  
sudove

Nekrotirali **pupoljci**

Vazdušni **koren**

# Uzorkovanje seme

Seme – bez simptoma

Uzorkovati svaki lot

Veličina uzorka:

- Obično nizak nivo zaraze – osetljiva detekcija
- Najmanje 400 semena/lotu
- Idealno 1000 semena



# uzorkovanje

---

- U zavisnosti od zemlje porekla uzorka
- Iz infestiranog područja uzorkovati:
  - Zemlju – substrat koji prati biljni materijal
  - Drvnu gradju

***Potato spindle tuber viroid***  
**(PSTVd)**

**Viroid vretenavosti krtola krompira**

Infektivna cirkularna  
ss RNA  
autonomna  
replikacija  
356-359 nt

Različiti izolati –  
Mala varijabilnost u  
sekvencama  
Značajna **varijabilnost**  
**u simptomima** koje  
izazivaju





# Karantinski status:

---

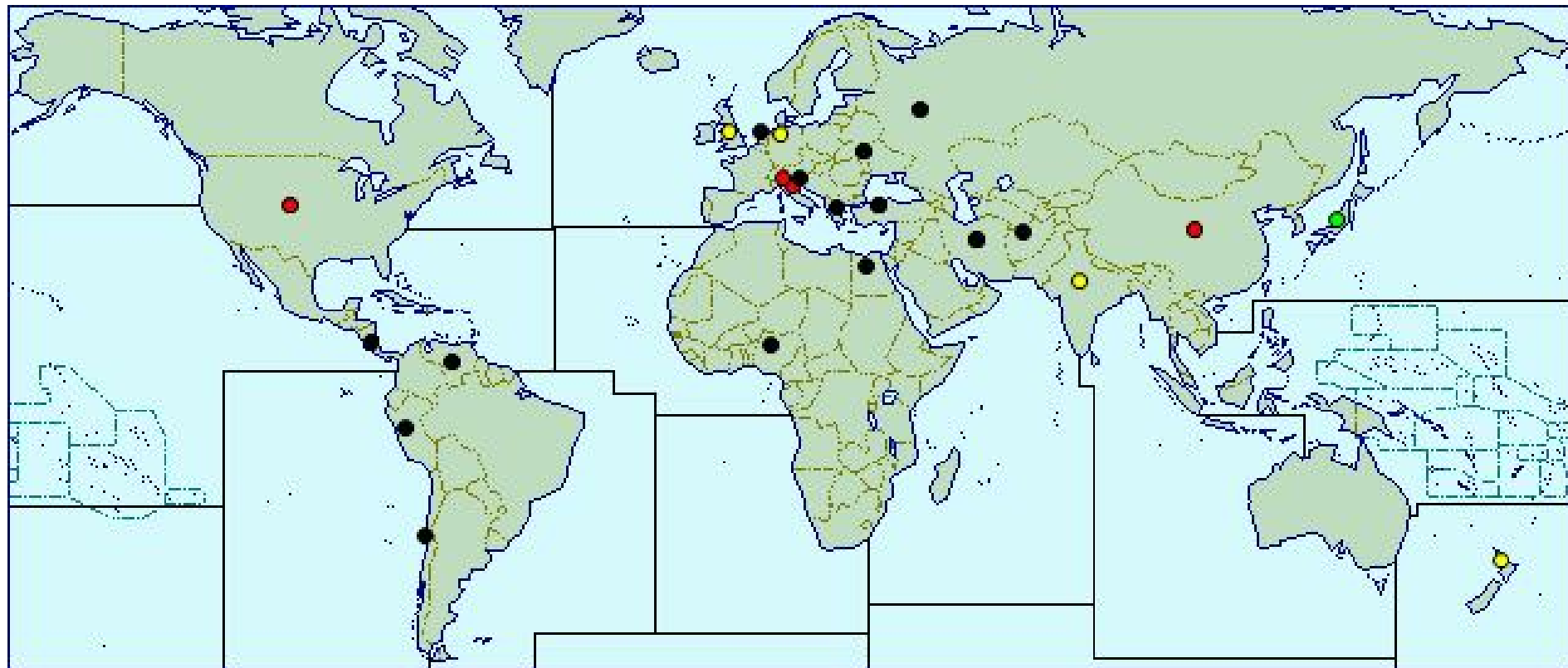
- EPPO: A2
- Srbija: IA deo I  
(„Službeni glasnik RS“ br. 14/2008-09)

# Krug domaćina - uzak

- Krompir
  - Paradajz
  - Avokado, pepino
- Sa simptomima
- Ukrasne biljke
  - *Solanum jasminoides*,
  - *Brugmansia* spp.
  - *Cestrum* spp. ,
  - *Datura* sp., *Lycianthes rantonneti* , *Physalis peruviana*
- Bez simptoma

# Rasprostranjenost

[Back...](#)



- = Present, no further details
- = Widespread
- = Localised
- = Confined and subject to quarantine
- = Occasional or few reports
- = Evidence of pathogen
- = Last reported...
- = Presence unconfirmed
- = See regional map for distribution within the country



# Rasprostranjenost

- EPPPO region
- Poljska, Rusija, Ukrajina, Turska, Egipat
- Francuska, Holandija, Velika Britanija, Italija....

PSTVd



Slabo karakteristični simptomi –  
uspravno lišće, rozetavost



Uspravni listovi













Crvenilo lista



Hloroza lista











Zaostajanje u  
porastu,  
rozetavost,  
lateralno  
uvijanje liski

# Varijabilnost izolata





*Brugmansia* spp.  
BEZSIMPTOMNA ZARAZA



*Solanum jasminoides*



Outbreak u Italiji  
**BEZSIMPTOMNA ZARAZA**

# Načini održavanja i prenošenja PSTVd

- Ukrasne biljke – domaćini *Solanum jasminoides*, *Brugmansia* spp., *Cestrum* spp., *Datura* sp., *Physalis peruviana*
- Vegetativni sadni materijal
- Seme
- Polen
- Mehanički u usevu – dodirom, opremom i alatom
- Biljnim vašima

# Uzorkovanje

Krompir

Vizuelni pregled, uzorkovanje biljaka sa simptomima

Paradajz

Seme, rasad, biljke na stalnom mestu  
Po slučajnom uzorku i sa simptomima

Ukrasne biljke isključivo **latentna zaraza**

*Brugmansia* spp., *Solanum jasminoides*

Saksijske biljke, seme, sadni materijal



# Eradiacija – detaljno čišćenje i sterilizacija

