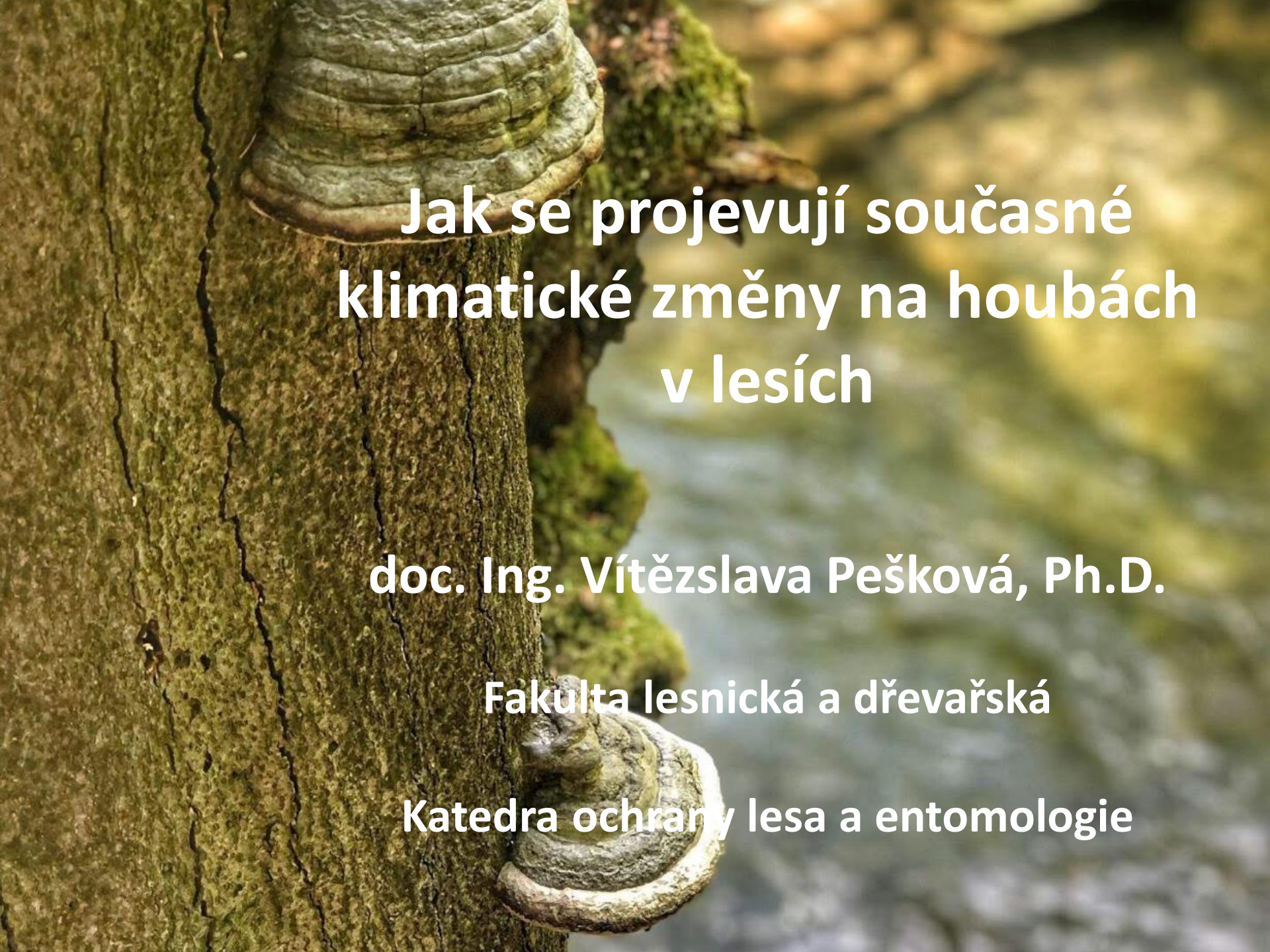




Jak se projevují současné klimatické změny na houbách v lesích

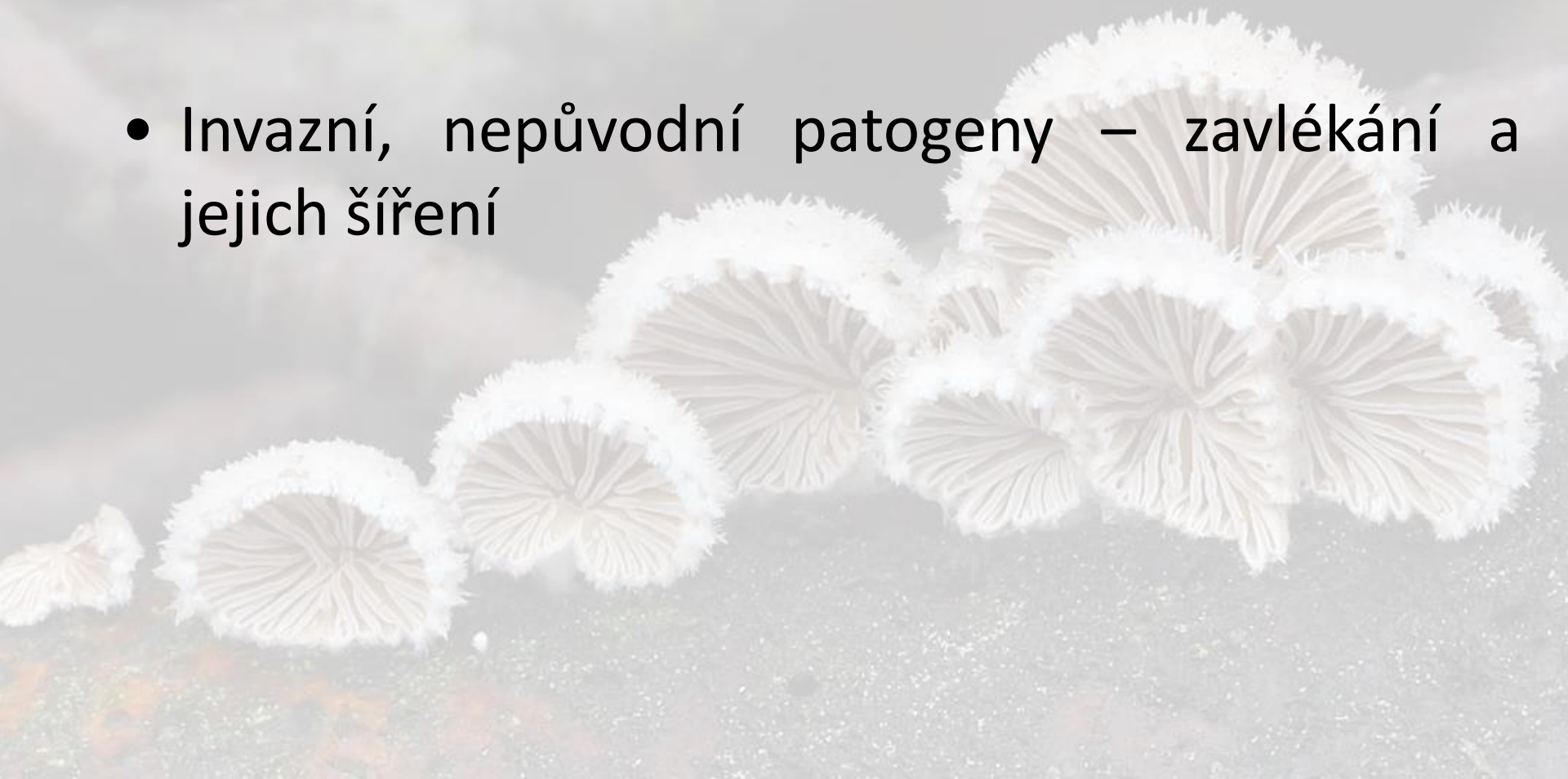
doc. Ing. Vítězslava Pešková, Ph.D.

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra ochrany lesa a entomologie

Obsah přednášky

- Vliv klimatu na rozvoj patogenů na lesních dřevinách
- Invazní, nepůvodní patogeny – zavlékání a jejich šíření



Podmínky aktivizace a následného kalamitního vystupování houbových patogenů

Poškození dřevin může způsobit, jak patogen domácí (původní), tak i zavlečený (nepůvodní, invazní)

„Domácí“ - příčinou rozšíření je změna podmínek prostředí, která je příznivá pro patogena a naopak nepříznivá pro jeho potenciální hostitele

Nepůvodní – příčinou především „nepřipravenost“ potenciálních hostitelů (neexistence přirozených obranných mechanismů, přirozených nepřátel patogenu apod.)

Povětrnostní podmínky v roce 2023

Rok 2023 byl vyhodnocen jako nejteplejší za období od roku 1961. Průměrná roční teplota 9,7 °C byla o 1,4 °C vyšší než platný klimatický normál (průměr za roky 1991–2020).

Z hlediska průběhu počasí byl rok celkově teplotně vysoce nadprůměrný a srážkově mírně nadprůměrný 732 mm (107 % normálu), zejména v jarním období.

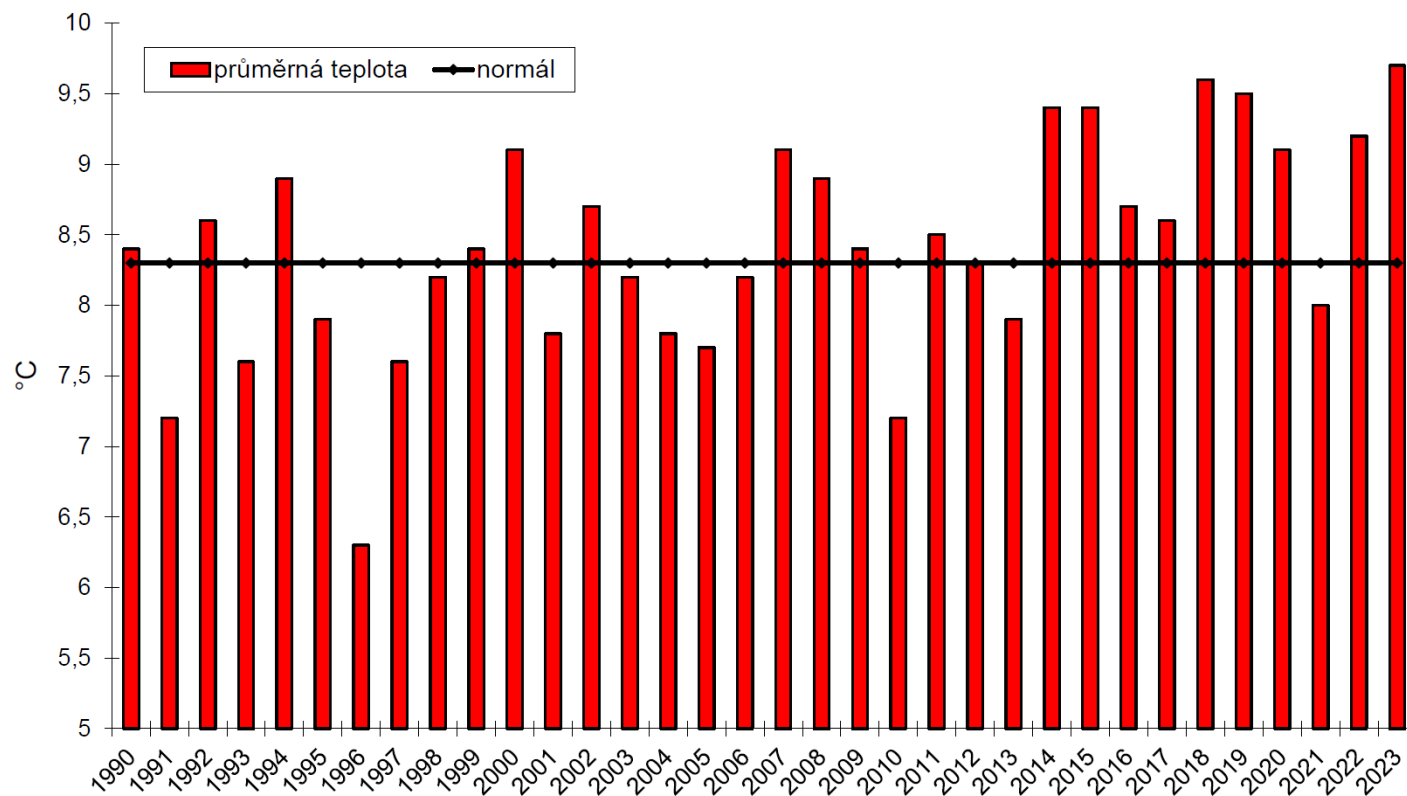
Vysoké letní teploty pak vyrovnaly intenzivní srážky v srpnu a k dalšímu výskytu sucha docházelo až ve druhé polovině září a v říjnu, kdy již nebyl jeho dopad na dřeviny a výskyt škůdců výrazně patrný.

Vzhledem k vývoji vegetace a zdravotního stavu lesů lze rok 2023 hodnotit jako spíše příznivý.

Průměrná roční teplota vzduchu

Průměrné roční teploty vzduchu od roku 1990 (normál 1991–2020)

Average annual air temperature since 1990 (1991–2020 normal)

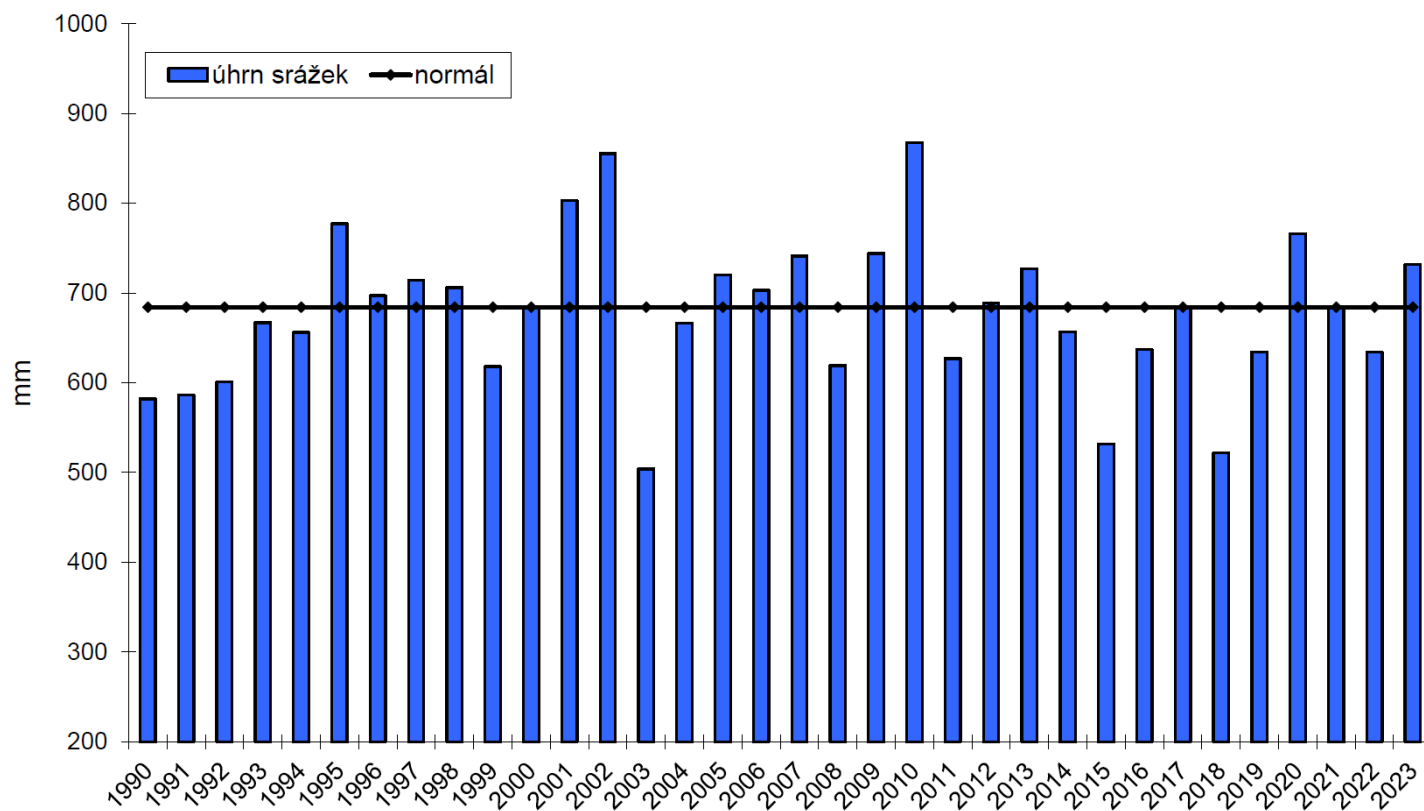


Zdroj: VULHM, v.v.i.

Průměrné roční úhrny srážek

Průměrné roční úhrny srážek od roku 1990 (normál 1991–2020)

Average annual precipitation since 1990 (1991–2020 normal)

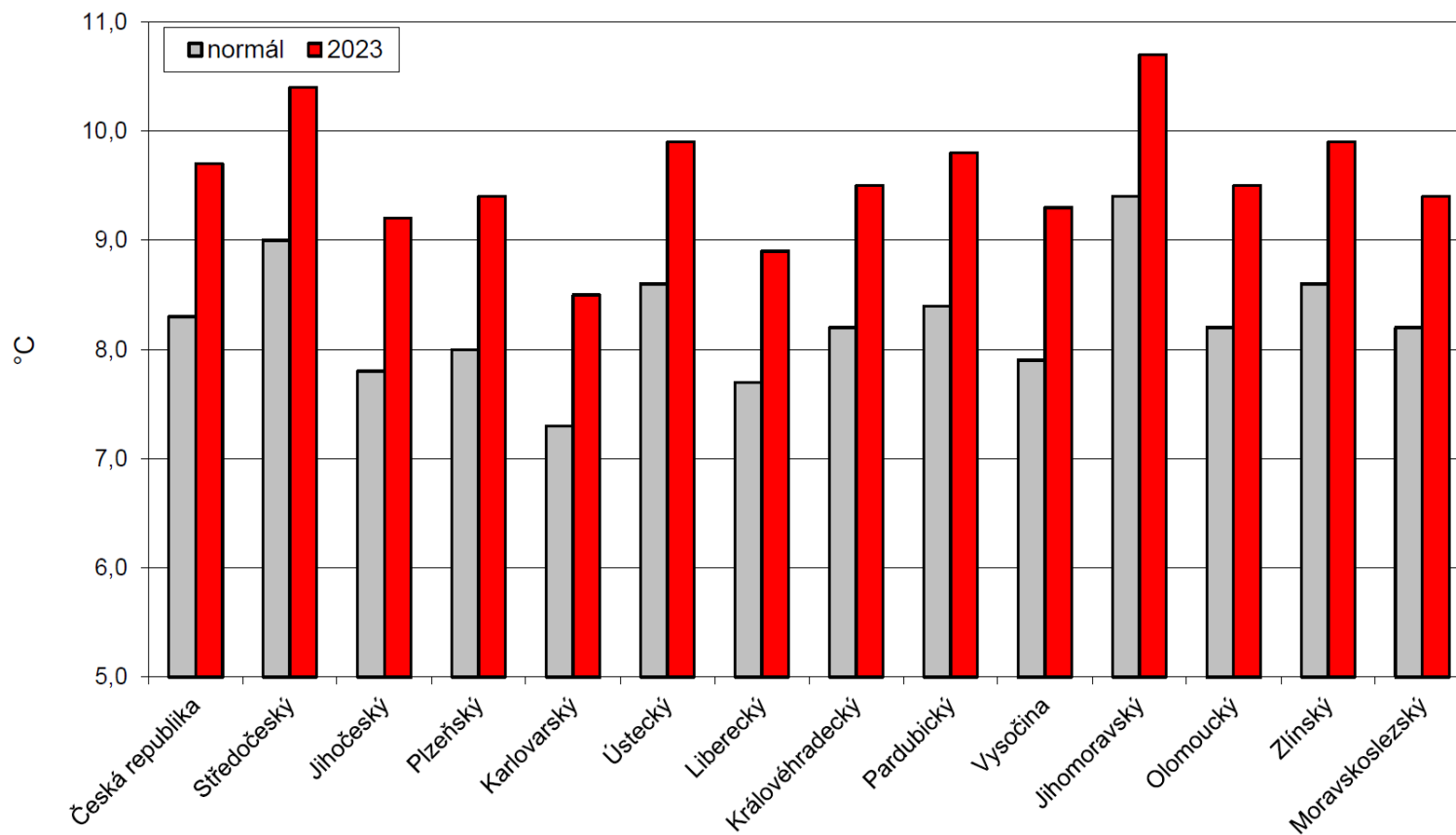


Zdroj: VULHM,v.v.i.

Průměrné roční teploty vzduchu v krajích ČR v r. 2023

Průměrné roční teploty vzduchu v krajích ČR v roce 2023 (normál 1991–2020)

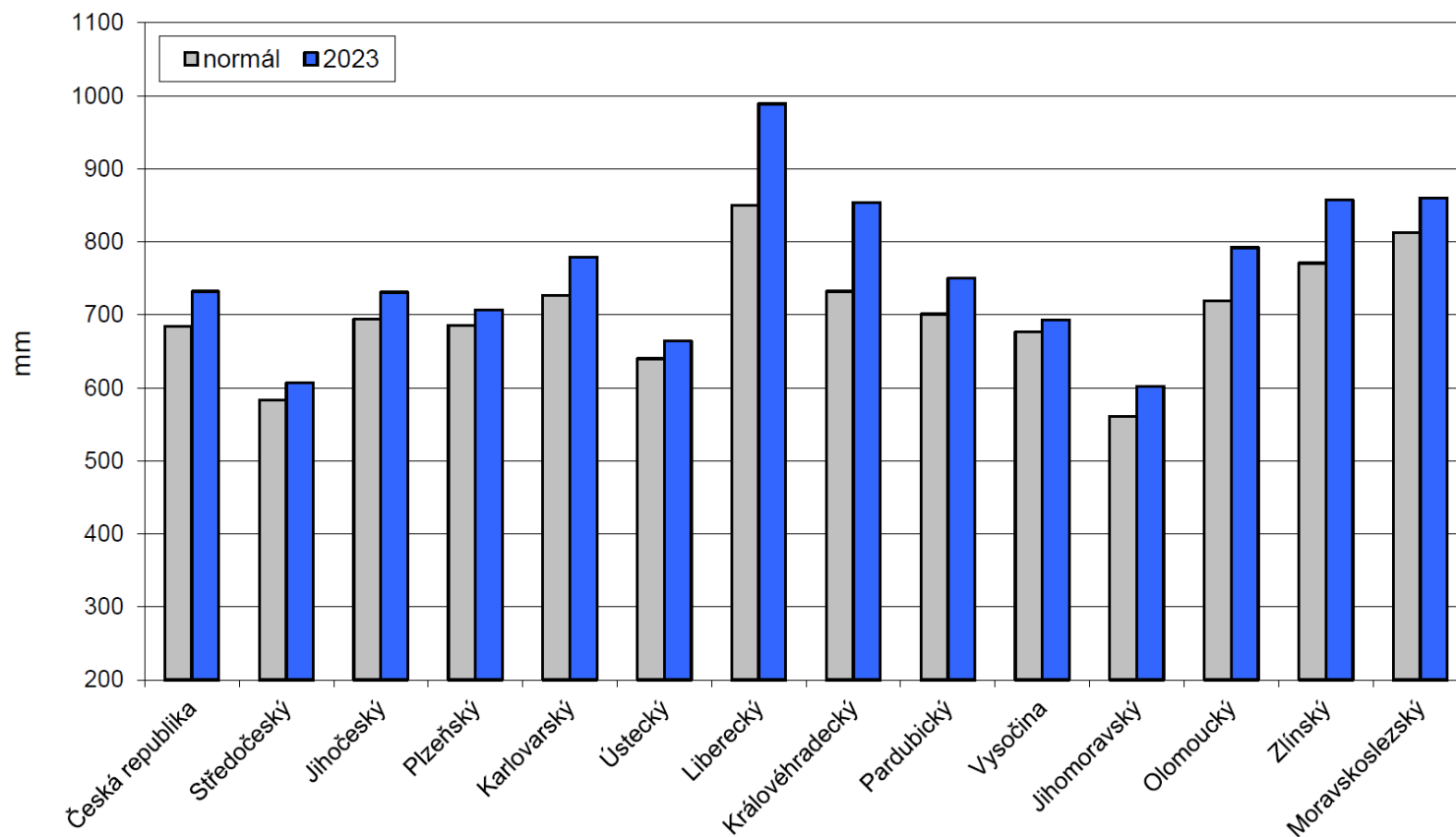
Average annual air temperature in the regions of CR in 2023 (1991–2020 normal)



Průměrné roční úhrny srážek v krajích ČR v r. 2023

Průměrné roční úhrny srážek v krajích ČR v roce 2023 (normál 1991–2020)

Average annual precipitation in the regions of CR in 2023 (1991–2020 normal)



Zdroj: VULHM,v.v.i.

Odumírání borovic

Hlavní příčiny

1. Abiotické vlivy

- především výrazný srážkový deficit posledních let
- časté teplotní zvraty

2. Biotičtí škodliví činitelé

- houby
- podkorní a dřevokazný hmyz



Odumírání borovice lesní

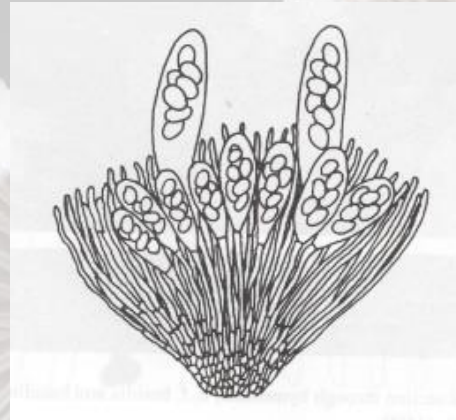
- Hlavní škodlivý činitel *Cenangium ferruginosum* (kornice borová), *Diplodia pinea* (kuželík borový), *Armillaria* spp. (václavka).
- Masivnější výskyt na přirozeně sušších stanovištích. Odumírají borovice všech věkových tříd.

***Cenangium ferruginosum* (kornice borová)**

Slabý popř. příležitostný parazit, ale dokáže způsobit i odumírání kalamitního rozsahu.



Cenangium ferruginosum (kornice borová)



**plodnice
(apothecium)**



Kalamitní škody působené houbou *C. ferruginosum*

- 1891 – 1895 rozličné kraje v Německu (BO všech věkových tříd)
- 1914 – 1918 Švýcarsko
- 1986 – 1987 Slovinsko (vytěženo 10 000 m³ BO dříví)
- 1959 – 1960 Kutnohorsko
- 2004 Česko (výkyvy počasí)
- 2010 střední, severozápadní Čechy (jižně či západně exponovaná stanoviště)
- 2016/2017 střední, jižní, východní Čechy, jihozápadní a střední Morava
- 2018 - 2019 střední Čechy (Příbram, Poděbrady), jihozápadní Morava, zejména okolí Moravských Budějovic

Prosychání borovice černé

Diplodia pinea (kuželík borový)

Patogen celosvětově rozšířen, nejen na borovici (35 druhů rodu *Pinus*), ale i jedle, smrk...

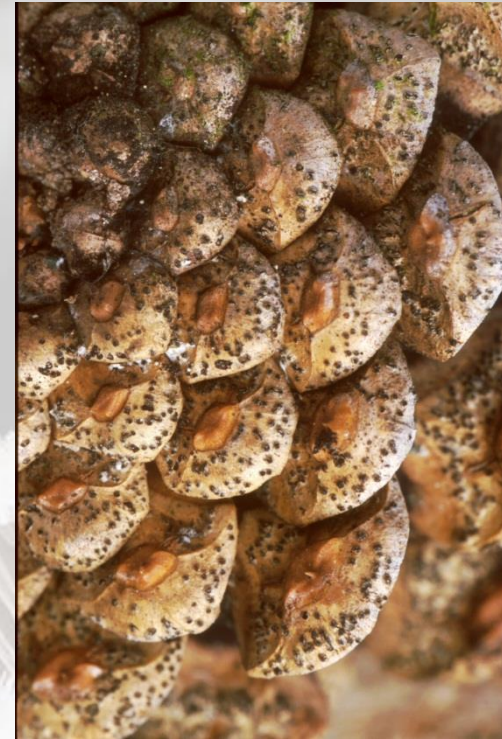


***Diplodia pinea* (kuželík borový)**

Především b. černá, b. lesní zjištěná i na smrku ztepilém



Diplodia pinea



pyknidy

Mechanická ochrana

- Je třeba se zaměřit na včasné smýcení a zpracování borových souší, ale i borovic proschlých z více než 2/3, zde již není příliš pravděpodobná regenerace ani v případě příznivého průběhu počasí a doplnění zásob spodní vody.
- Urychlené zpracování dřeva je žádoucí nejen z důvodů ekonomických (zabránit jeho znehodnocení a tím i horší prodejnosti), ale pozornost je třeba věnovat i včasné likvidaci těžebních zbytků, aby se likvidovaly v maximální možné míře zdroje nové infekce.

sazná nemoc kůry *Cryptostroma corticale*



sazná nemoc kůry (*Cryptostroma corticale*)

- Výskyt po extrémně suchých a horkých letních měsících
- Prosychání korun javoru klenu
- K infekci dochází přes poranění kůry, praskliny, ulámané větve, šíří se větrem
- Škody především v městské zeleni



Původ a rozšíření

- Původ: severoamerický druh vyskytuje se v listnatých lesích s dominancí javoru
- V Evropě v r. 1945 v Anglii, následně Francie, Itálie, Španělsko
- V Česku v r. 2005 (Královská obora Praha) javor klen, j. mléč



Poškození pozdními mrazy





Poškození přízemním ozonem



Poškození přízemním ozonem (Morava, Mikulovsko, září 2019)



Poškození přízemním ozonem – detail (Morava, Mikulovsko, září 2019)

Zdroj: VULHM, v.v.i.

Globalizace mezinárodního obchodu a turistiky

- nárůst zavlékání druhů rostlin a živočichů z oblastí jejich původu na nová území



Invazní nepůvodní druh

- **Nepůvodní druh** = cizokrajná rostlina, živočich či jiný organismus záměrně či neúmyslně zavlečený z původní areálu rozšíření do nové oblasti
- **Invazní** – pokud zavlečení či vysazení nebo šíření nepůvodního druhu má negativní dopad na:
 - životní prostředí, zejména biologickou rozmanitost
 - ekonomiku
 - zdraví lidí
- V Evropě cca 12 000 nepůvodních druhů, v ČR přes 2000
- Z celkového počtu nepůvodních druhů je zhruba 10-20 % považováno za invazní



bolševník velkolepý
Heracleum mantegazzianum



křídlatky
Fallopia spp.

Historie zavlékání patogenů

- První známky o výskytu nepůvodních patogenů konec 18. a počátek 19. století (intenzifikace zemědělské výroby)
- Zavlékání exotických lesních dřevin a semen přechod i na domácí druhy
- Pol. 20. století pokles zavlékání patogenů (války, krize)
- 20. let 20. století odumírání jilmů – opětovný nárůst
- Zdomácnění nepůvodních, nejškodlivějších druhů patogenů (narušení a poškození celého biotopu)

Hlavní opatření proti zavlékání

- Fytosanitární opatření (ÚKZÚZ), problém globální obchod s rostlinami



- Budoucnost: výzkum ekologie patogenů, epidemiologie choroby, predikční modely, evaulvace citlivosti invadovaných lesních typů

Nejrizikovější komodity pro zavlékání škodlivých organismů dřevin do Evropy

Výpěstky dřevin



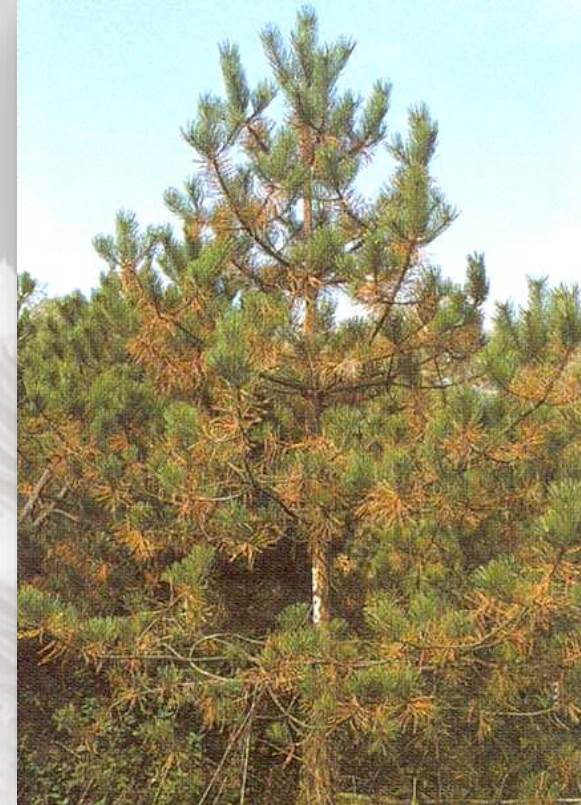
Dřevěné obaly

pro dovoz nejrůznějšího zboží



Sypavky

- Onemocnění asimilačních orgánů jehličnatých dřevin
- Následkem je opadávání jehlic (sypání)
- Sypavky může působit řada příčin **fyziologických, abiotických i biotických**
- Mohou se vyskytovat na všech u nás rostoucích jehličnatých dřevinách



Borovice lesní



červená sypavka borovice (*Mycosphaerella pini*)



- V ČR poprvé zjištěna v r. 1999 (na sazenicích z Maďarska)
- především na borovici černé (a dalších borovicích)
- V r. 2008 zjištěna na borovici lesní

Další sypavky na borovici

- významný patogen v lesních školkách
- na borovici lesní *Lophodermium pinastri* a *Lophodermium seditiosum*



Lophodermium pinastri
(sypavka borová)



Lophodermium seditiosum
(sypavka borovicová)

Smrk ztepilý



Sypavky na smrku

Lophodermium piceae
(sypavka smrková)



Lirula macrospora
(štěrbínatka smrková)



Možnosti ochrany

- Monitoring: na jaře kontrola hnědnutí a odumírání jehlici opadané jehlice. Na jehlicích je možné zjistit plodnice houby.
- Chemická ochrana: ve školkách, kde se sypavka v minulém roce vyskytovala, ošetřujeme preventivně všechny borové sazenice.
- První postřik je nejvýznamnější.
- Aplikace se provádí na suchý asimilační aparát a postřik nesmí přijít před zaschnutím do styku se srážkami.

Použití přípravků na ochranu rostlin se řídí

- Zákon č. 326/2004 Sb., o rostlinolékařské péči a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů
- Vyhláška č. 132/2018 Sb., o přípravcích na ochranu rostlin, v platném znění
- <http://eagri.cz/public/app/eagriapp/POR/>
- Hlavním účelem je zpřístupnit veřejnosti data z registru povolených přípravků na ochranu rostlin (ÚKZÚZ). Databáze zahrnuje přípravky registrované v ČR.
- Databáze je aktualizována 1x denně.
- Údaje o přípravcích jsou také dostupné prostřednictvím datových služeb (webservices - EPH_GCP01F) ve formátu XML.
- Údaje lze stáhnout ve formátu XLS a XML v menu Export registru.

***Erysiphe alphitoides* (padlí dubové)**

syn.: *Microsphaera alphitoides*

- Obvykle nepřivodí přímo odumírání napadených semenáčků a sazenic
- K infekci dochází z přezimujícího mycelia v pupenech nebo askosporami v chasmotheciích na loňských listech
- Na infikovaných listech narůstá bílé moučnaté mycelium na kterém se vytváří konidie – šíří infekci po celé vegetační období
- V myceliu se později objeví drobné, černé kulovité plodnice – chasmothecia na podzim



***Erysiphe alphitoides* (padlí dubové)**

syn.: *Microsphaera alphitoides*

- Není naším původním patogenem
- Do Evropy byl zavlečen, původně americký druh padlí dubové (*Erysiphe alphitoides*), bylo u nás poprvé identifikováno v r. 1907, víceméně vytlačilo původní domácí druh *Phyllactinia roboris*, odkud se tento značně teplomilný druh začal po Evropě šířit, zvýšila se jeho patogenitu
- V současné době je znám téměř z celé Evropy, Asie, Severní a Jižní Ameriky, jižní Afriky, Austrálie i Nového Zélandu

padlí javorové
Sawadaea bicornis



padlí dubové
Erysiphe alphitoides

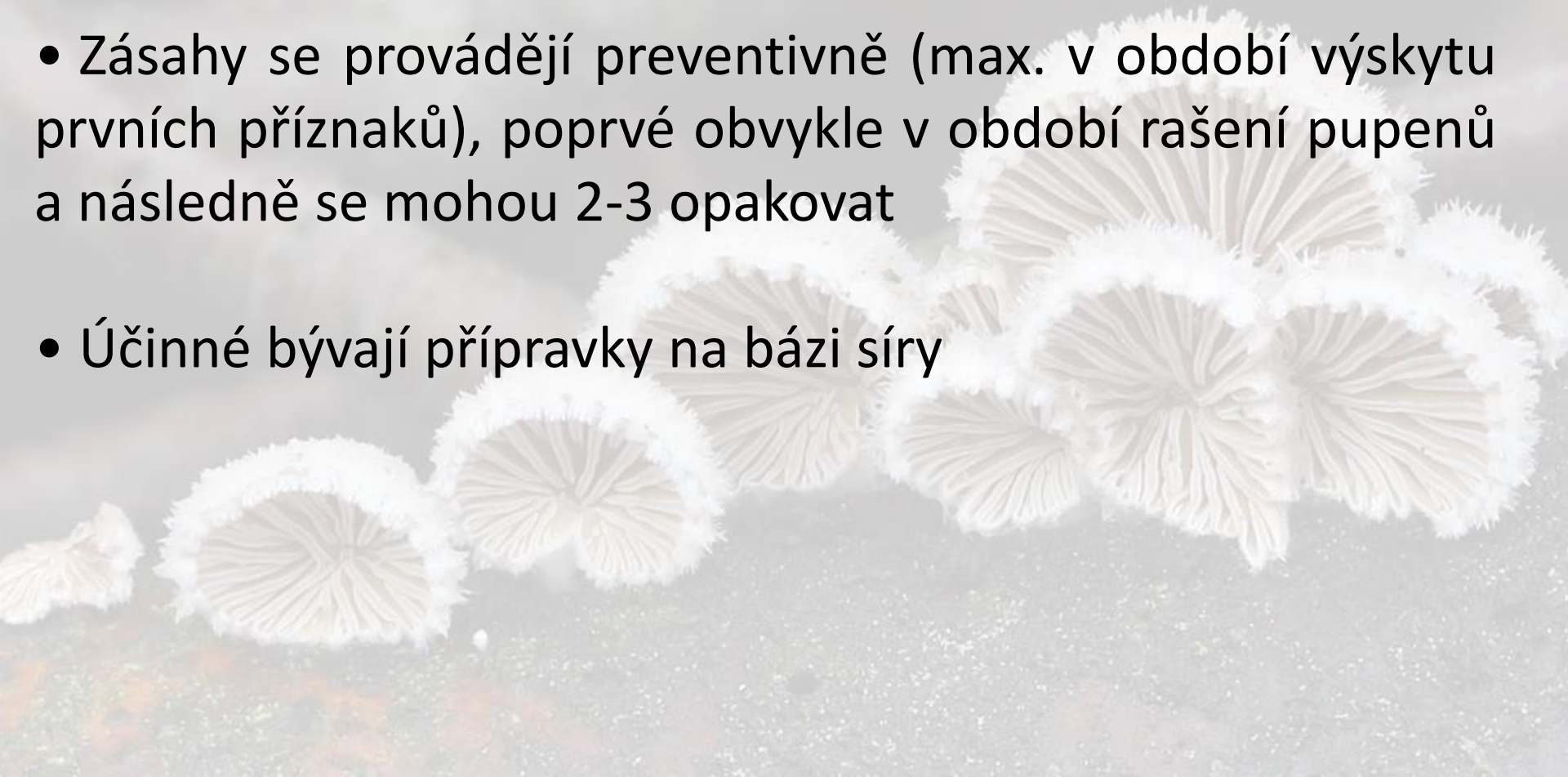


padlí šeříku
Erysiphe syringae

- K infekci dochází z přezimujícího mycelia v pupenech nebo sporami (askosporami) z věcek na loňských listech
- Na infikovaných listech narůstá bílé moučnaté mycelium, na kterém se vytváří spory (konidie) – šíří infekci po celé vegetační období

Možnosti ochrany

- Opakovaná aplikace fungicidních přípravků
- Zásahy se provádějí preventivně (max. v období výskytu prvních příznaků), poprvé obvykle v období rašení pupenů a následně se mohou 2-3 opakovat
- Účinné bývají přípravky na bázi síry



Americké padlí angreštové (hnědé padlí angreštové)

- Pochází z Ameriky „americké padlí“. Do Evropy bylo zavlečeno koncem 19. století.
- Při silném výskytu znehodnocuje plody, redukuje přírůstky a následně plodnost keřů. Keře mají nižší odolnost k zimním mrazům.
- Symptomy poškození:

listy: na horní straně se objevují bělavé moučnaté povlaky, které se později mění na hnědé

výhony: pokryty bělavým povlakem, deformují se a špatně rostou

plody: se deformují, zpomalují růst a jsou pokryty šedobílým povlakem

Americké padlí angreštové



Hlavním hostitelem je angrešt. Napadeny však mohou být také rybíz, především rybíz černý a kříženci angreštu a rybízu ('Josta'). Významné jsou rozdíly v náchylnosti odrůd. V současné době jsou zaváděny zahraniční rezistentní odrůdy 'Invicta', 'Rokula', 'Rolonda', 'Reflamba', 'Remarka', 'Rixanta', 'Rezistenta', odolné jsou i domácí odrůdy 'Alan', 'Dagmar', 'Darek', 'Dukát', 'Karmen', 'Karát', 'Martlet', 'Veliš', 'Zebín', 'Pax' a další.

Možnosti ochrany

1. Preventivní opatření:

- **Odrůdy:** Výsadba odolných odrůd angreštu (např. Invicta).
- **Stanoviště:** Dobře větrané a slunné místo s dostatečnými rozestupy mezi keři.
- **Řez:** Pravidelný průklest keřů, který umožní lepší proudění vzduchu.

2. Agrotechnická opatření:

- Zdravé a kvalitní sazenice bez příznaků padlí.
- Důkladné odstranění napadených částí rostlin během sezóny a po sklizni.

3. Chemická ochrana:

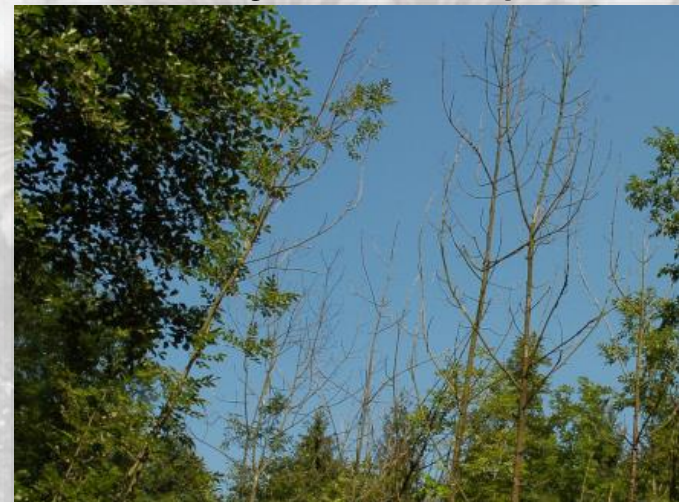
- Použití fungicidů. Ošetření se provádí preventivně nebo při prvních příznacích choroby, zejména během vlhkého počasí.
- Střídání účinných látek, aby nedošlo k rezistenci patogenu.
- Silně ohrožené výsadby angreštu ošetřujeme, pokud jsou vhodné podmínky pro šíření, již před květem. Za základní lze považovat 2–3 ošetření po odkvětu. Počet ošetření a interval mezi postřiky (5–10 dní).
- Při nižším tlaku lze použít přípravky na bázi síry.

4. Biologická ochrana:

- Využití přípravků na bázi přírodních látek, např. oleje (NeemOil)

Původce nekrózy jasanů - voskovička jasanová

- V 90. letech 20. století v severovýchodní Evropě (Pobaltí, Polsko, Skandinávie). Patogen *Chalara fraxinea* identifikován v r. 2001 v Polsku a popsán v r. 2006 – izolován z napadených výhonů
- V Česku byl potvrzen izolací v r. 2007 (Morava, Vysočina), r. 2009 (sev. Čechy)
- V r. 2012 *Hymenoscyphus pseudoalbidus* je identický se saprofytem *Lambertella albida* v Japonsku – patogen zavlečen do Evropy z Asie
- V r. 2014 ***Hymenoscyphus fraxineus* (voskovička jasanová)**



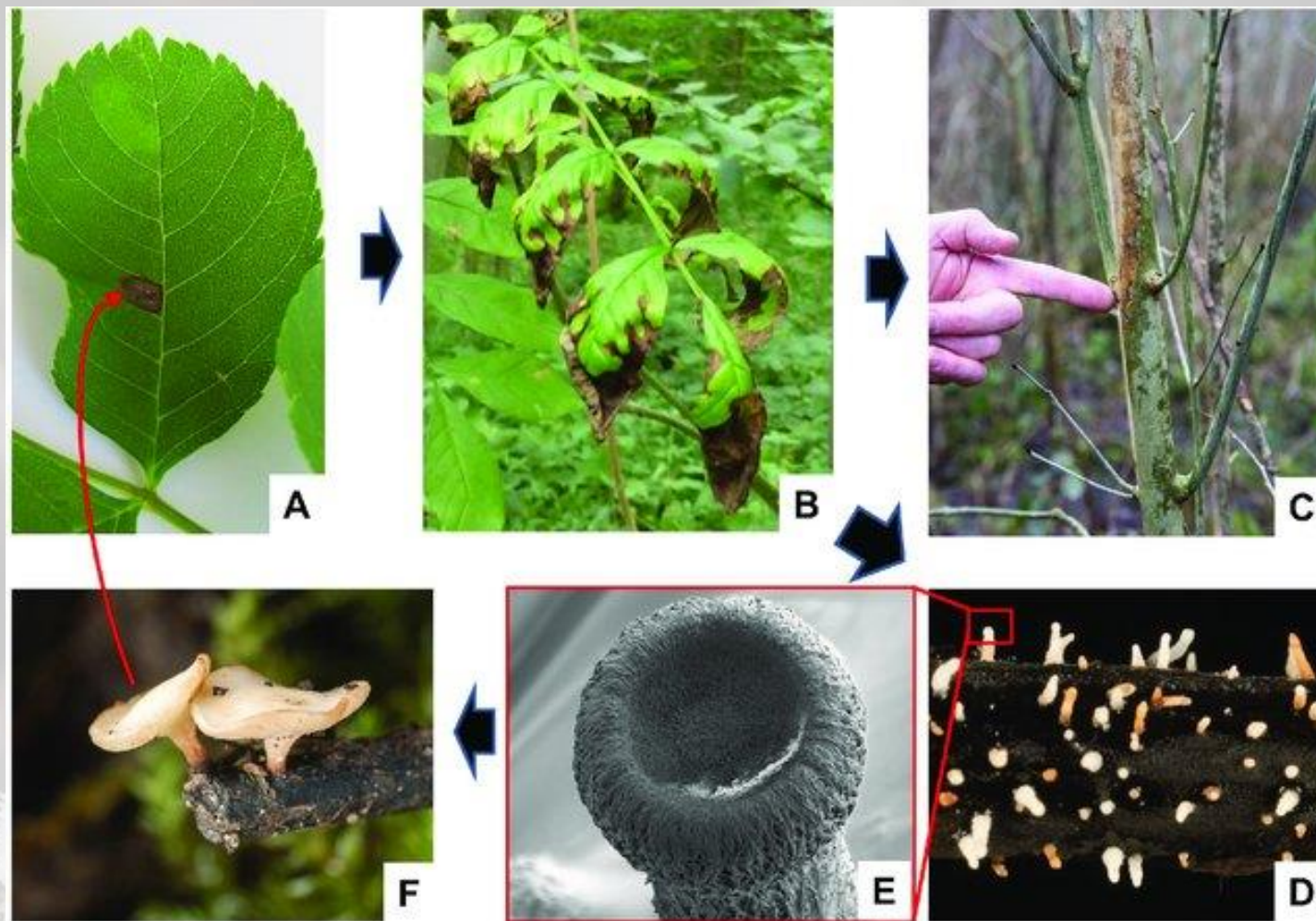


jasan mandžuský (*Fraxinus mandshurica*)
pěstovaný v jižním Švédsku



jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*) pěstovaný
v jižním Švédsku

Nekróza jasanů – životní cyklus





Hymenoscyphus fraxineus
(voskovička jasanová)

Nekróza jasanů - možnosti ochrany

- Odstraňování napadených jedinců.
- Jako důležité se jeví ponechávání fenotypově odolnějších jedinců, jako základu potenciálně odolnějšího genofondu.
- Nahradit jasan jinými stanovištně odpovídajícími druhy dřevin, pěstování ve směsi s jinými dřevinami.
- Používání zdravého materiálu v nových výsadbách jasanu.
- Použití spíše širokospektrých fungicidů. První postřik by měl proběhnout na začátku léta (koncem června).
- Jednoznačně lze doporučit hrabání a pálení či kompostování.
- Hledání rezistentních genotypů.

Phytophthora spp.

- Oomycota, Peronosporales, houbám podobné organismy
- Široké hostitelské spektrum dřevin (olše, buk, dub, lípa, jasan, platan, modřín, jedle...)

P. cinnamomi, *P. cambivora*, *P. ramorum*,
P. cactorum, *P. plurivora*, *P. citricola* ...

- Nebezpečný patogen kořenových systémů → odumírání celého stromu



plíseň olšová (*Phytophthora alni*)



sekundární napadení
rezavcem
lesknavým (*Inonotus
radiatus*)

typické exudáty na kůře



poškozené báze s kalusujícími
poškozeními krytými rozpraskanou kůrou



hniloba kořenů, vymílání
odumřelých kořenů, eroze
břehu



Phytophthora ramorum

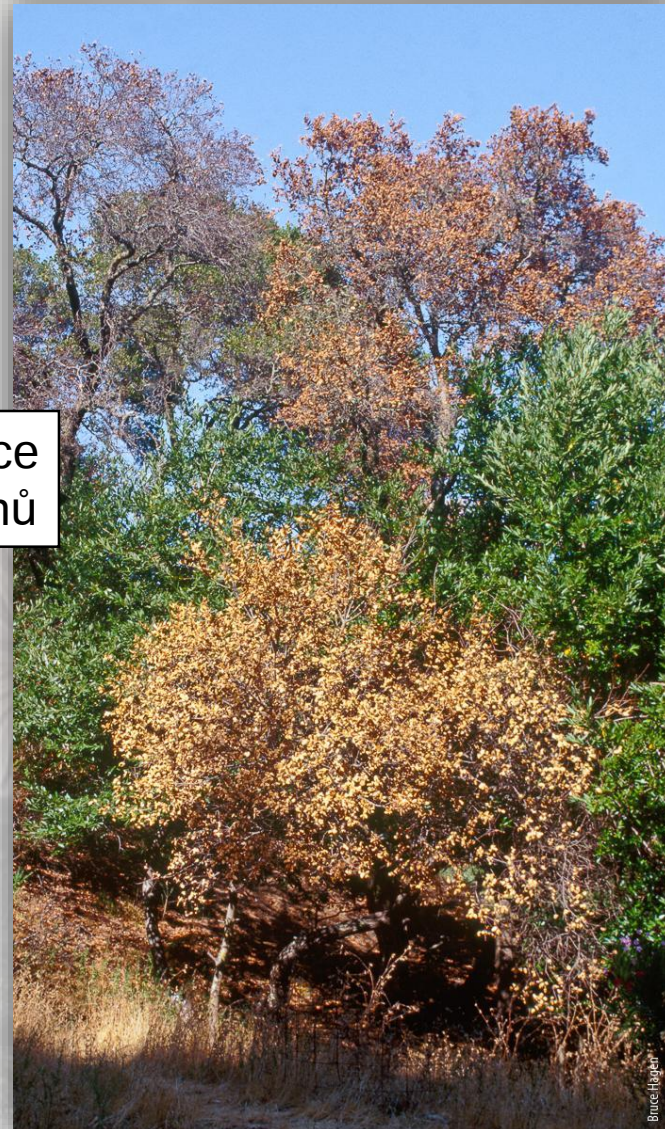
- Patří mezi KŠO
- původ v Asii
- Sev. Amerika: náhlé odumírání dubů, Evropa 90. léta 20. století
- V EU šířen se školkařským materiálem okrasných keřů (pěnišník, kalina, ...)
- Česko: dosud zaznamenáno několik výskytů v okrasných školkách, eradikováno



Phytophthora ramorum



exudáty na borce
napadených stromů



Phytophthora ramorum

odumírání modřínu japonského ve Velké Británii



Phytophthora cactorum (plíseň kaktusová)

- Široce polyfágní druh (buk lesní, okrasné dřeviny – např. pěnišník, jabloně, hrušně, jahodník, další růžovité rostliny)
- Napadá kořenové krčky, následně dochází k odumírání rostlin



***Phytophthora cactorum* (plíseň kaktusová)**

fytoftorová krčková hniloba jahodníku



Phytophthora cactorum (plíseň kaktusová)

fytoftorová krčková hniloba jahodníku



- Šíření infekce – globalizace světa



Možnosti ochrany

- Produkce a výsadba zdravého materiálu z ověřených zdrojů
- Ve školkách změna zdroje zavlažovací vody, fungicidy
- Těžby stromů nejprve v porostech zdravých, pak v napadených, těžba v zimním období
- Vytěžený materiál skladovat mimo okolí vodních zdrojů
- Pracovní nářadí dezinfikovat
- Malá ohniska choroby smýtit celá – obnova olší až po třech letech

Gemmamyces piceae (kloubnatka smrková)

- Významný houbový patogen jehličnanů (*P. pungens*, *P. glauca*, *P. sitchensis*).
- Rozšíření: severozáp. a sev. Evropa (V. Británie, Německo, Dánsko, Finsko, Rusko), střední Evropa - horské oblasti (Česko, Rakousko, Švýcarsko, Itálie).
- V Evropě zjištěn v r. 1906, u nás prvně v r. 1917 na *P. pungens* na Kladské (Slavkovský les), následně opakované nálezy.
- Do Evropy pravděpodobně zavlečen z Asie - nutné provést srovnávací molekulární studie obou populací (Asijské a Evropské).



Po imisní kalamitě byly k zalesnění holin použity nejrůznější dřeviny – na tisících ha dominantně smrk pichlavý. Ten se stal hostitelskou dřevinou nejrůznějších houbových patogenů. Počátkem nového tisíciletí se začala stávat limitujícím faktorem jeho přežití houba *Gemmamyces piceae*.



Symptomy poškození

- Napadené pupeny natékají, zduří a deformují. Při pokusu o vyrašení dochází k „vykloubení“ rašících výhonů.



Gemmamyces piceae

Nejvíce postižených porostů bylo
na LS Litvínov a LS Klášterec

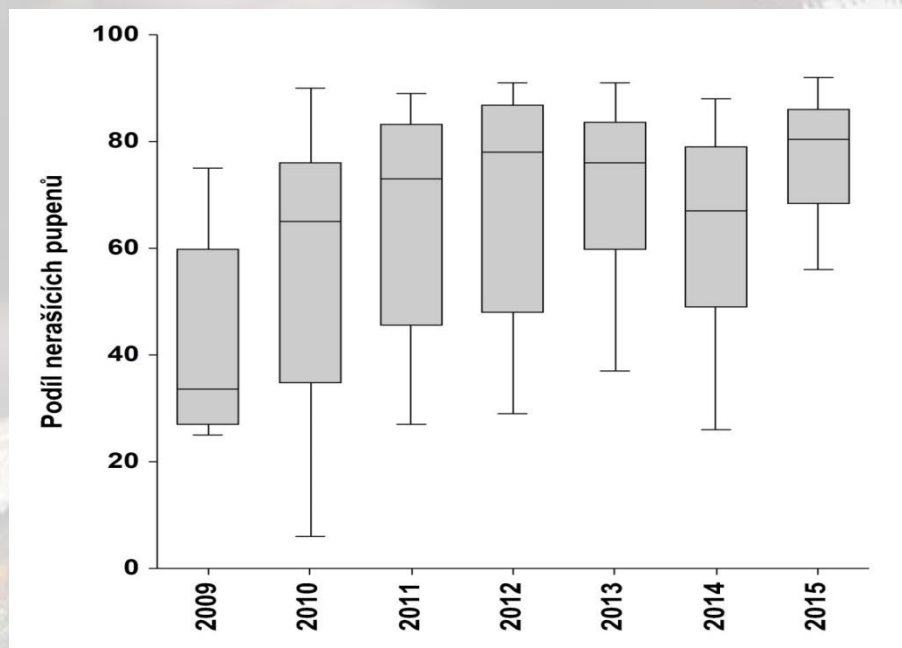


Gemmamyces piceae na smrku pichlavém

V každém roce bylo v rámci Krušných hor ve 40 porostech vybráno 25 stromů a zhodnoceno procento pupenů napadených *G. piceae*.



Poškození v šetřených porostech v letech 2009 - 2015



Za sledované období došlo k postupnému nárůstu poškození. Nejvyšší nárůst v r. 2010 a 2011, roky 2012, 2013 a 2014 setrvale vysoký stav.

V r. 2015 došlo opět k výraznému zhoršení situace.

Prosychání porostů SMP v Krušných horách od r. 2009



**Jizerské hory (Jizerka – Smrk), Orlické hory (oblast Velké Deštné),
Králický Sněžník, Hrubý Jeseník (oblast Šerák – Keprník)**

Patogen rozšířen v nižších polohách v zahradách, parcích

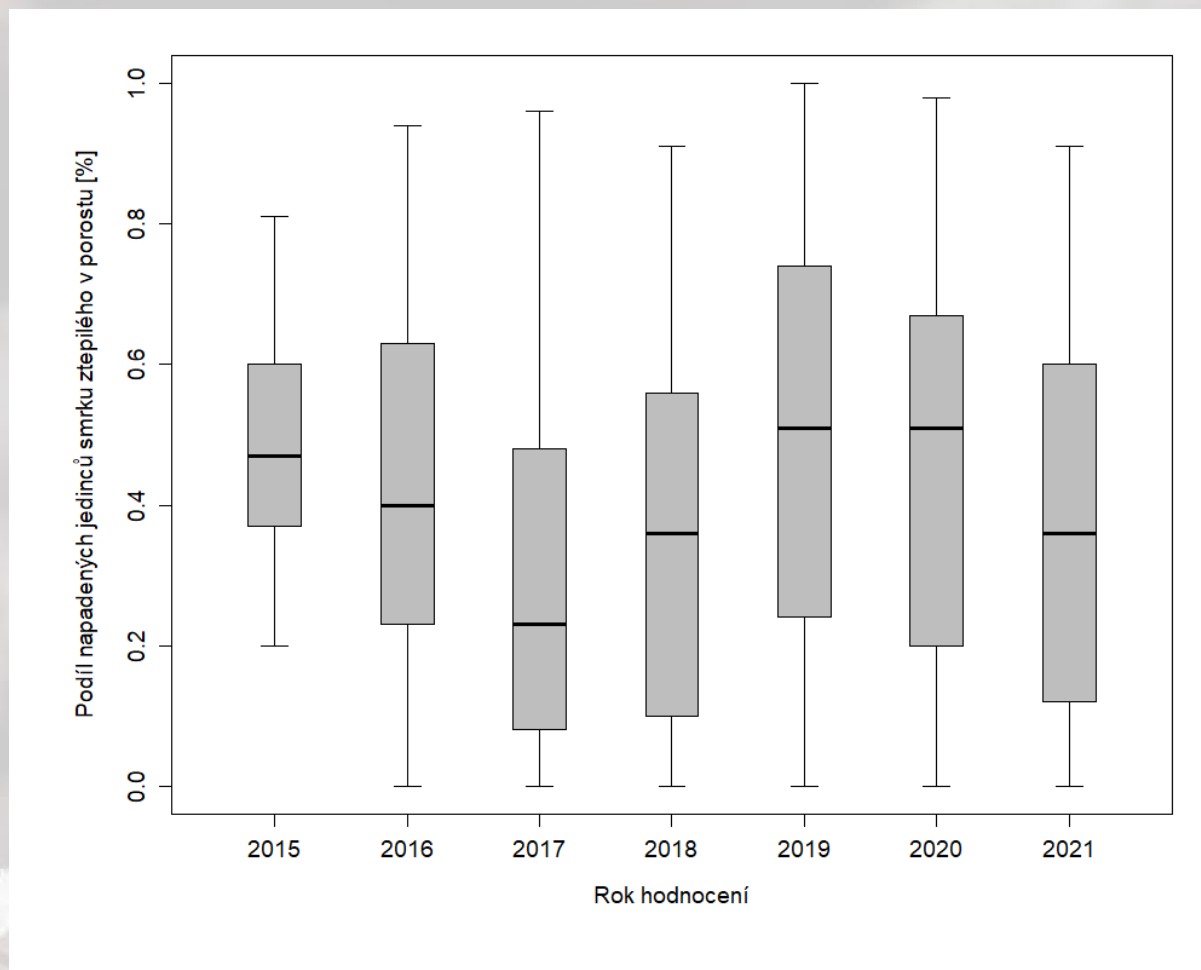




Napadení smrku ztepilého kloubnatkou smrkovou



Porovnání hodnocení napadení porostů v roce 2015 – 2021



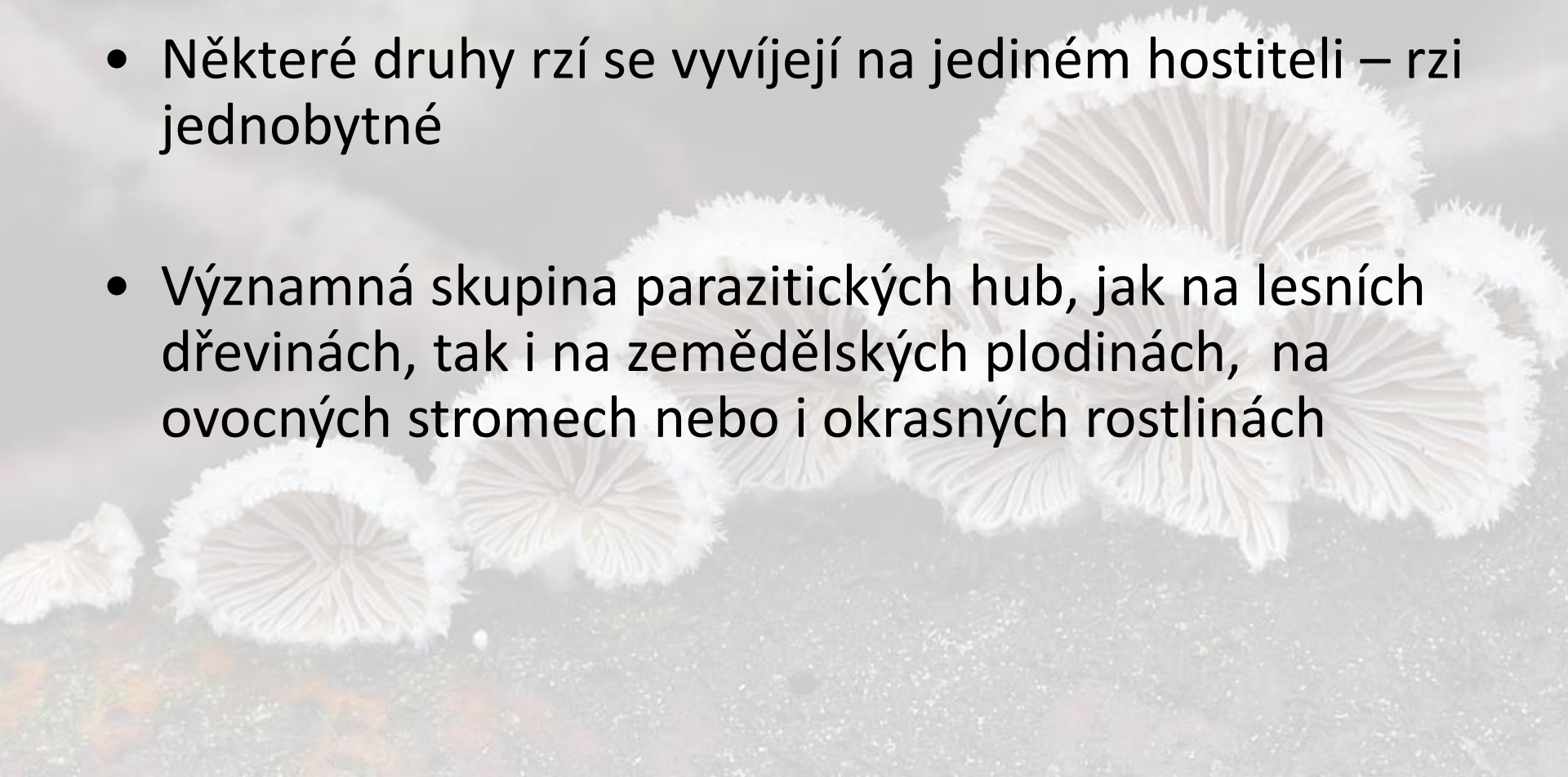
Podíl napadených jedinců ve věkové skupině 31-60 let se postupně snižoval, naopak ve věkové skupině 61-100 let byl zaznamenán skokový nárůst v posledních dvou letech sledovaného období

Preventivní opatření

- Správná výchova, která zamezí vzniku přehoustlých porostů.
- Vysazování smíšených porostů.
- Při výsadbách používat kvalitní sadební materiál.
- Využívat rezistentní provenience, jsou-li k dispozici.
- Těžby provést před začátkem sporulace (jarní období) za účelem snížení infekčního tlaku.

Rzi

- Mají obvykle vývojový cyklus, ve kterém figurují dva hostitelé – dvoubytné rzi
- Některé druhy rzí se vyvíjejí na jediném hostiteli – rzi jednobytčné
- Významná skupina parazitických hub, jak na lesních dřevinách, tak i na zemědělských plodinách, na ovocných stromech nebo i okrasných rostlinách



Životní cyklus



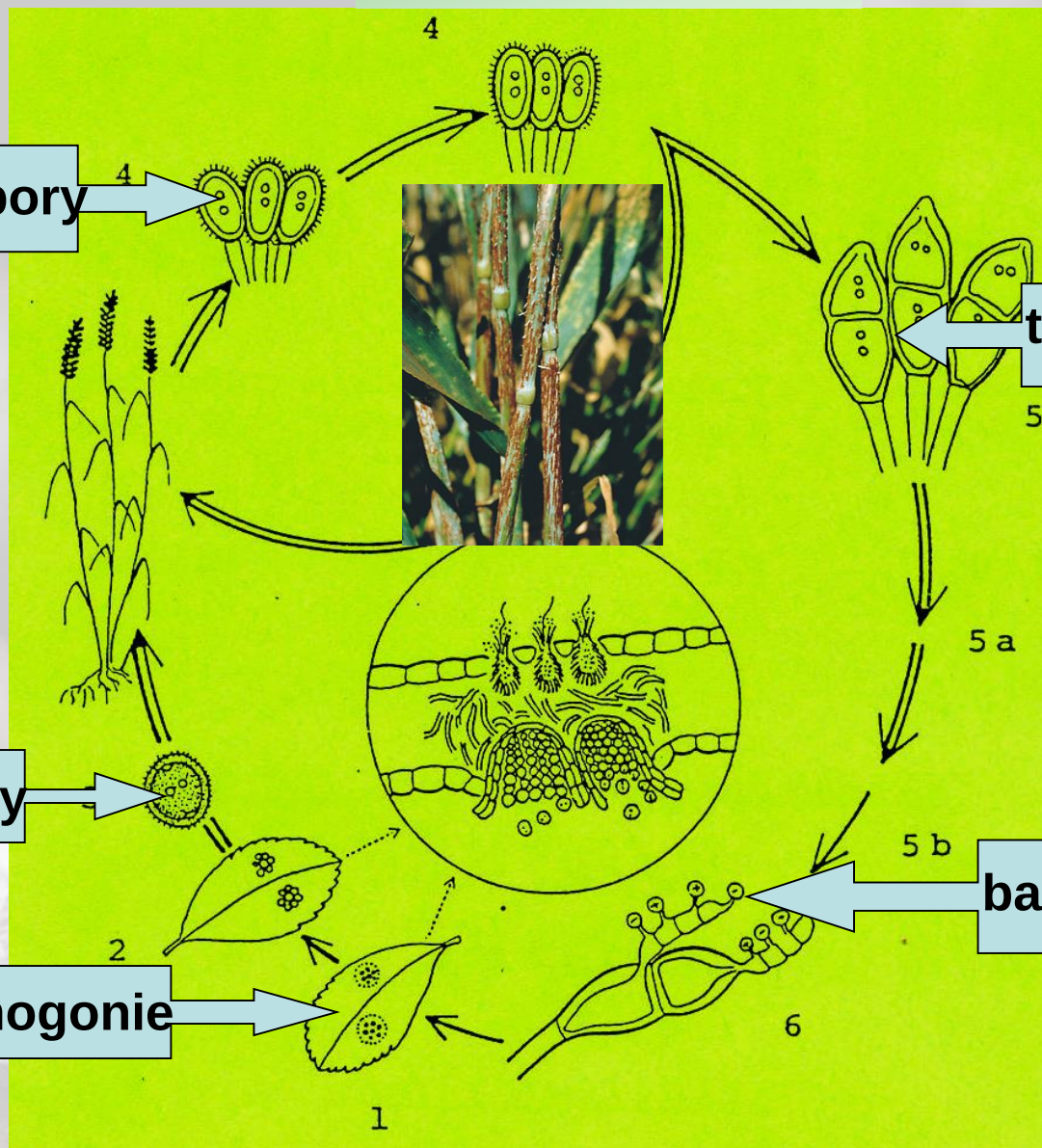
uredospory

aeciospory

spermogonie

teliospory

bazidiospory



rez hrušňová (*Gymnosporangium sabinae*)



Životní cyklus

- Dvoubytná rez
- Jejimi hostiteli jsou hrušně (*Pyrus* spp.) – na jejichž listech se tvoří spermogonie a aecie a jalovce (*Juniperus sabina*, *Juniperus chinensis*) – na větévkách zjara vyrůstají telie

Skvrnitost listů se objeví začátkem léta



Na spodní straně skvrn se v létě začínají vytvářet ložiska aecie, z nich se na podzim uvolňují aeciospory. Infekce hrušňových listů se musí každým rokem opakovat.





Telie na jalovci
chvojce klášterské
(infekce jalovce
stačí jednorázová)







Možnosti ochrany

- V případě silného infekčního tlaku (v okolí mnoho napadených jalovců) velmi zneprůjemňuje pěstování hrušní
- Řada sadařů má tendenci hrušně odstranit a nepěstovat, ale potřebné je naopak nalézt napadený jalovec, zlikvidovat nebo alespoň odstříhnout a spálit ložiska, kde se vyvíjejí telie
- Chránit hrušně lze také opakovanými postřiky fungicidy v době, kdy raší a rozvíjí se listí hrušní

Pucciniastrum epilobii (rez vrbková)



spermogonie a aecie



uredie a telie

Možnosti ochrany

- Likvidace druhého hostitele vrbky – mechanicky nebo chemicky
- Chemicky – preventivně ošetřovat v jarním až časně letním období (v době produkce bazidiospor, které infikují mladé jehličí)

