

Mendelova univerzita v Brně

Lesnická a dřevařská fakulta

Ústav ochrany lesa a myslivosti

**Srovnání náchylnosti asijských druhů
jasanu vůči infekci voskovičkou jasanovou
(*Hymenoscyphus fraxineus*) na základě
inokulačních pokusů**

Bakalářská práce

Brno 2017

Jan Menšík

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: Srovnání náchylnosti asijských druhů jasanu vůči infekci voskovičkou jasanovou (*Hymenoscyphus fraxineus*) na základě inokulačních pokusů zpracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

Jsem si vědom, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně, dne:

podpis studenta:

Poděkování:

Za čas a ochotu, kterou mě můj vedoucí práce Ing. Jiří Rozsypálek věnoval mu velice děkuji. Dále bych rád poděkoval zaměstnancům univerzity Ing. Dagmar Palovčíkové, doc. Ing. Luboši Úradníčkovi, CSc. a Ing. Petru Martinkovi za odbornou pomoc při tvorbě této práce.

Dále děkuji svým rodičům za podporu během celého studia. Leně Veselkové děkuji za lásku, podporu a pochopení.

Nakonec děkuji všem, kteří mě byli nápomocni jak s praktickou tak písemnou částí této práce. Jmenovitě si mé poděkování zaslouží Katka Laštůvková, Iva Korábová, David Zmrzlý, Patrik Janoš a další.

Abstrakt

Jan Menšík

Srovnání náchylnosti asijských druhů jasanu vůči infekci voskovičkou jasanovou (*Hymenoscyphus fraxineus*) na základě inokulačních pokusů.

Posledních 20 let je známá nekróza jasanu způsobovaná patogenní houbou voskovička jasanová (*Hymenoscyphus fraxineus* (T. Kowalski) Baral, Queloz & Hosoya), která likviduje rod *Fraxinus* spp. v Evropě a to jak v lesních porostech tak i mimo něj. Tato práce se zabývá interakcí jasanů s *H. fraxineus*. Na základě inokulačních pokusů byly testovány asijské druhy jasanu (*Fraxinus chinensis*, *F. sogdiana*, *F. ornus*) ale i evropský *F. excelsior* vůči infekci *H. fraxineus*. *F. chinensis* byl zcela rezistentní; *F. ornus* poměrně odolný; *F. sogdiana* velmi náchylný a *F. excelsior* nejvíce náchylný k infekci *H. fraxineus*. Výsledky byly porovnány s jinými druhy jasanů (především *F. americana* a *F. pennsylvanica*). Byla zhodnocena celková situace jasanů ve městech ČR a navržena opatření ke zlepšení stávající situace.

Klíčová slova: voskovička jasanová, chřadnutí jasanu, *Fraxinus chinensis* Roxburgh., *F. sogdiana* Bunge., *F. excelsior* L., *F. ornus* L., jasan v městském prostředí, inokulace

Abstract

Jan Menšík

Comparison of the susceptibility of Asian ash species to infection with voskovička jasanová (*Hymenoscyphus fraxineus*) based on inoculation experiments.

The “ash dieback“ has been known for 20 years. It is caused by pathogenic fungus voskovička jasanová (*Hymenoscyphus fraxineus* (T. Kowalski) Baral, Queloz and Hosoya) which destroys the genus *Fraxinus* spp. in Europe, both inside and outside the forest. This thesis deals with the interaction of ash with *H. fraxineus*. Asian ash species (*Fraxinus chinensis*, *F.sogdiana*, *F. ornus*) and even European *F.excelsior* against *H.fraxineus* infection have been tested on the basis of inoculation experiments. *F.chinensis* was completely resistant; *F.ornus* relatively resistant; *F.sogdiana* very prone and *F.excelsior* most prone to *H.fraxineus* infection. The results were compared to the other types of ash (especially *F.americana* and *F. pennsylvanica*). The overall situation of ashes in the Czech cities has been evaluated and measures have been proposed to improve the current situation.

Key words: *Hymenoscyphus fraxineus*, ash dieback, *Fraxinus chinensis* Roxburgh., *F. sogdiana* Bunge., *F. excelsior* L., *F. ornus* L., ash in urban areas, inoculation

Obsah

1	Úvod	9
2	Cíle a hypotézy práce	10
3	Literární přehled	11
3.1	<i>Hymenoscyphus fraxineus</i> – voskovička jasanová	11
3.1.1	Taxonomické zařazení	11
3.1.2	Historie šíření.....	12
3.1.3	Výskyt voskovičky jasanové v ČR	13
3.1.4	Původ nekrózy jasanu	13
3.1.5	Životní cyklus a symptomy.....	13
3.2	Přirozené choroby a škůdci jasanů.....	16
3.3	Rod <i>Fraxinus</i> spp.....	17
3.3.1	Jasan ztepilý – <i>Fraxinus excelsior</i> L.....	18
3.3.2	Jasan manový (zimář) - <i>Fraxinus ornus</i> L.....	19
3.3.3	<i>Fraxinus sogdiana</i> Bunge.....	20
3.3.4	<i>Fraxinus chinensis</i> Roxburgh	20
3.3.5	Další druhy rodu <i>Fraxinus</i> spp.	21
3.4	Vliv nekrózy jasanu v oblasti péče o nelesní zeleň	22
3.4.1	Význam jasanů v městském prostředí	22
3.4.2	Problémy spojené s odumíráním jasanu ve městech ČR	26
3.5	Inokulační pokusy.....	28
3.5.1	Původní české druhy jasanů.....	28
3.5.2	Americké druhy jasanů	29
3.5.3	Další druhy jasanů	29
4	Metodika	31
4.1	Práce v terénu.....	31
4.2	Práce v laboratoři	34

4.2.1	Příprava před inokulací.....	34
4.2.2	Vyhodnocení inokulačních pokusů.....	35
4.3	Statistické zpracování dat	36
4.4	Průzkum stávající situace jasanů ve městech ČR.....	37
5	Výsledky.....	38
5.1	Inokulační pokusy.....	38
5.2	Vliv infekce <i>H. fraxineus</i> na akt. zastoupení jasanů v měst. prostředí ...	46
6	Diskuze	47
6.1	Porovnání evr., amer. a asijských druhů vůči infekci <i>H. fraxineus</i>	49
6.2	Návrh opatření pro zlepšení situace jasanů ve městech.....	51
7	Závěr.....	54
8	Summary.....	55
9	Literatura	56
10	Seznam obrázků grafů a tabulek.....	62

1 ÚVOD

Evropské jasaný již řadu let čelí patogenní houbě *Hymenoscyphus fraxineus* (T. Kowalski) Baral, Queloz & Hosoya, která způsobuje odumírání rodu *Fraxinus* spp. Mladé výsadby od napadení téměř do jednoho roku odumírají, avšak i napadení starších jedinců má katastrofický dopad. Protože jsou stromy nektrózou značně oslabeny, stávají se snadným terčem sekundárních parazitů – především hub. Nektróza jasanů je poměrně nedávno objevená choroba, avšak vzhledem ke dřívějším zkušenostem s podobnými patogeny (např. *Ophiostoma novo-ulmi* Brasier) už věda zareagovala výzkumy a to téměř ve všech evropských státech. Jeden z důležitých faktů objevený v roce 2012 je, že *H. fraxineus* má původ v Asii.

Jako jeden z nejnáchylnějších druhů vůči této chorobě se zdá být *Fraxinus excelsior* L.. Jasan ztepilý je rozšířený po celé Evropě. Díky své velké ekologické valenci jej můžeme nalézt od nížin až do podhorských oblastí. Také mimo les má *Fraxinus excelsior* L. své místo. Lze ho nalézt v řadě alejí kolem cest, v parcích a uličních stromořadích. Jasan je (bez ohledu na druh) třetí nejrozšířenější dřevinou ve městech.

Působnost *H. fraxineus* kopíruje právě rozšíření jasanu ztepilého v Evropě. Napadány jsou však i další druhy jasanů a to jak domácích (*Fraxinus angustifolia* Vahl.) tak cizích druhů (*Fraxinus ornus* L., *Fraxinus americana* L., *Fraxinus pennsylvanica* Marshall, *Fraxinus mandzurica* Rupr. a další).

2 CÍLE A HYPOTÉZY PRÁCE

Hlavním cílem této práce bylo srovnání náchylnosti asijských druhů jasanu (*Fraxinus ornus* L., *Fraxinus sogdiana* Bunge., *Fraxinus chinensis* Roxburgh.) vůči infekci voskovičkou jasanovou (*Hymenoscyphus fraxineus* (T. Kowalski) Baral, Queloz & Hosoya) na základě inokulačních pokusů.

Dalším cílem bylo srovnání náchylnosti k infekci voskovičkou jasanovou (*H. fraxineus*) jednotlivých druhů jasanu mezi sebou a to včetně amerických druhů jasanu (*Fraxinus pennsylvanica* Marshall. a *Fraxinus americana* L.) testovaných v roce 2015 (ROZSYPÁLEK 2015a).

Dále bylo cílem práce zhodnocení celkové situace jasanů v městském prostředí a navržení opatření vedoucích ke zlepšení stávající situace jasanů ve městech ČR.

Vzhledem k původu patogenní houby *H. fraxineus* ve jihovýchodní Asii je velmi pravděpodobné, že asijské druhy jasanu prošli společným vývojem s touto patogenní houbou. Díky těmto faktům je předpoklad, že budou výrazně méně náchylné až rezistentní k infekci ve srovnání s evropskými a americkými druhy jasanu.

Dále se předpokládá, že vzhledem k významné genetické diverzitě kultur *H. Fraxineus* a převažujícímu pohlavnímu rozmnožování této patogenní houby se v rámci inokulačních testů objeví velké rozdíly ve virulenci a agresivitě jednotlivých použitých kultur.

3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1 *Hymenoscyphus fraxineus* – voskovička jasanová

3.1.1 Taxonomické zařazení

Teleomorfní stádium

Voskovička jasanová - *Hymenoscyphus fraxineus* (T. Kowalski) Baral, Queloz & Hosoya (2014)

Anamorfní stádium:

Chalara fraxinea T. Kowalski (2006)
(ATLAS POŠKOZENÍ DŘEVIN_[online])

Synonyma:

Chalara fraxinea Kowalski (2006)

Hymenoscyphus albidus (Roberge ex Desm.) W. Phillips (1887; od r. 2009 oficiální teleomorfa)

Hymenoscyphus pseudoalbidus Queloz (2011)

(KOŠŤÁLOVÁ, SÁZELOVÁ 2010; KOUKOL, HAVRDOVÁ 2014)

Druh: voskovička jasanová (*Hymenoscyphus fraxineus*)

Rod: voskovičky (*Hymenoscyphus*)

Čeleď: voskovičkovité (*Helotiaceae*)

Řád: voskovičkotvaré (*Helotiales*)

Třída: voskovičkoplodé (*Leotiomyces*)

Kmen: vřeckovýtrusé (*Ascomycota*)

Říše: houby (*Fungi*) (ROZSYPÁLEK 2015a)

Rod voskovičky (*Hymenoscyphus*) obsahuje asi 155 druhů (KIRK et al. 2008).

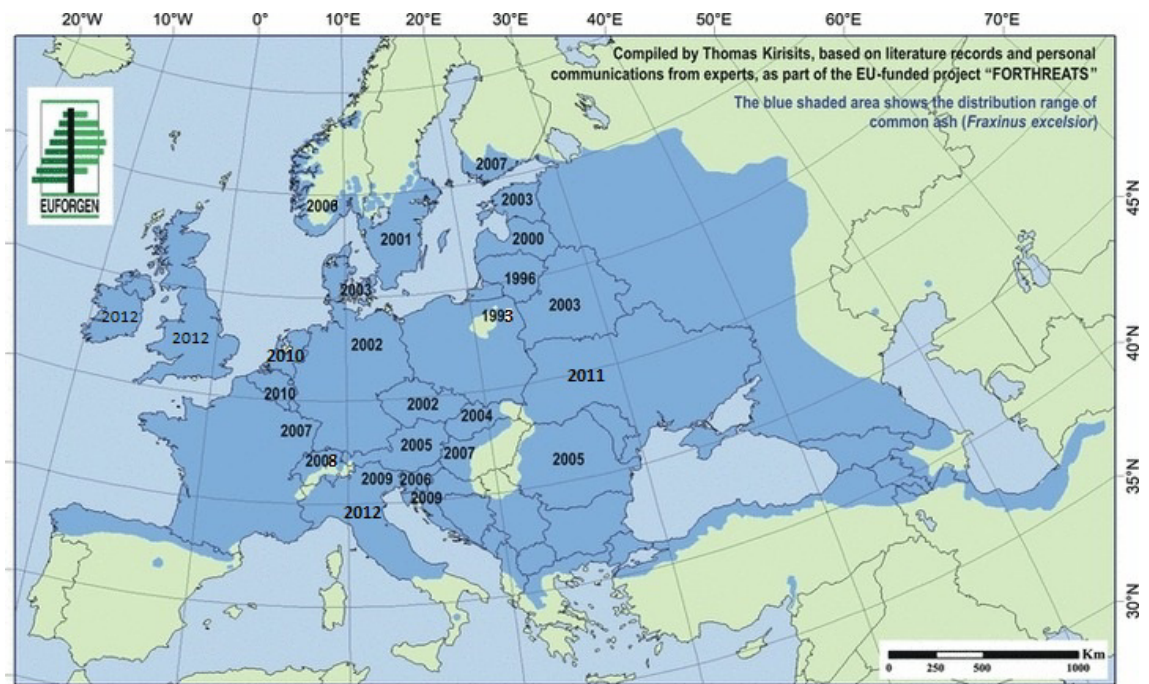
Většina hub z rodu voskovičky (*Hymenoscyphus*) je dnes považována za saprofyty (rozkládající mrtvou organickou hmotu). Až do doby kdy voskovička jasanová (*Hymenoscyphus fraxineus*) způsobila evropskou epidemii nekrózy jasanu, nebyl znám žádný druh z rodu voskovičky (*Hymenoscyphus*), který by jakýmkoliv způsobem na rostlinách parazitoval (WANG, et al. 2006).

3.1.2 Historie šíření

První epizody chřadnutí jasanů nazývané „ash dieback“ nebo „ash decline“ jsou zaznamenány z Velké Británie již v padesátých a osmdesátých letech minulého století. Toto chřadnutí se vyznačovalo zasycháním prýtů, větví i celých stromů a přisuzovalo se především abiotickým faktorům. Následně byl tento fenomén pozorován v Nizozemsku a to od konce osmdesátých let. Tento fakt dal impuls k většímu fytopatologickému průzkumu, díky kterému bylo poukázáno na častý výskyt houby *Verticillium dahliae* Kleb. v chřadnoucích jasanech (NÁROVEC et al. 2008). Zároveň bylo zjištěno, že toto onemocnění má tracheomykózní charakter (KOWALSKI, HOLDENRIEDER 2008).

První příznaky odumírání jasanů byly potvrzeny v letech 1992 až 1996 v Polsku a v Litvě (KOWALSKI, ŁUKOMSKA 2005).

Další postup chřadnutí je znázorněn na Obr. č. 1.



3.1.3 Výskyt voskovičky jasanové v ČR

K různým projevům chřadnutí jasanů docházelo v České republice již od konce devadesátých let minulého století. K výraznému rozvoji choroby však došlo až po roce 2003 (KOŠŤÁLOVÁ, SÁZELOVÁ 2010).

První laboratorně ověřená identifikace *Chalara fraxinea* byla provedena O. Holdenriederem v září roku 2007. Vzorek byl odebrán v arboretu Školního lesního podniku Křtiny z *Fraxinus excelsior* 'Pendula' (JANKOVSKÝ, PALOVČÍKOVÁ [online] 2009).

I když vede napadení většinou ke smrti zejména u mladých výsadeb (ROZSYPÁLEK 2012), nekróza jasanu se šíří bez ohledu na věkové stádium. V České republice byly napadeny přírodní lesy i hospodářské lesy, lesní školky, břehové porosty, aleje, přírodní chráněná území i městské výsadby. (ROZSYPÁLEK, et al. 2017)

3.1.4 Původ nekrózy jasanu

Původ voskovičky jasanové byl dlouho neznámý. Až v roce 2012 vědci objevili podobnost nálezu japonského vědce Hosoya z roku 1993 s patogenním *Hymenoscyphus fraxineus*. Tento vědec popsal a zaznamenal stopkovýtrusou houbu objevenou na řapících jasanu madžurského (*Fraxinus mandshurica* Rupr.), kterou popsal jako *Lambertella albida* (dnes jedno ze synonym *H. fraxineus*). Japonští a němečtí vědci následně porovnáním vzorků *Lambertella albida* a *H. fraxineus* potvrdili, že se jedná o tutéž houbu. Jediný rozdíl je ten, že v Japonsku se tato houba zatím nechová patogenně. Vědci tedy potvrdili původ nekrózy jasanu v Japonsku (KOUKOL, HAVRDOVÁ 2014). Taktéž dle (BARAL, et al. 2014) *H. fraxineus* pochází z Asie.

3.1.5 Životní cyklus a symptomy

Od doby prvních nálezů houby *Hymenoscyphus fraxineus* věda objasnila velkou část neznámého a přispěla tak k objasnění životního cyklu této choroby.

Na začátku léta se na loňských řapících začínají vytvářet bílé plodničky – apothécia, viz obr. č. 2. Ty pak uvolňují velké množství askospor, které se dále šíří větrem na velkou vzdálenost (KOWALSKI, HOLDENRIEDER 2009). Askospory dopadají na čepele a řapíky listů, kde začínají klíčit v mycélium a to za sebou nechává stopu v podobě nekrotizovaného pletiva (KOUKOL, HAVRDOVÁ 2014). Od konce

srpna se na řapících vytvářejí tmavě hnědé nekrózy. Předčasně opadávají zelené listy a to od konce srpna do září (JANKOVSKÝ, PALOVČÍKOVÁ [online] 2009). Do dřevnatých částí rostliny se infekce dostává pravděpodobně přes místa napojení listů na letorost (KIRISITS et al. 2009). Patogen může pronikat do hostitele pravděpodobně také přes pupeny, lenticely, poranění nebo v místech posátí hmyzem (KOUKOL, HAVRDOVÁ 2014). Léze se začínají vytvářet pod kůrou letorostu. Tvar mají nejprve okrouhlý, později se léze začíná elipticky protahovat a přechází v nekrózy (VÁGNER 2016), viz obr. č. 3.



Obrázek 2: Bílé plodničky - apothécia na loňských řapících (MENŠÍK 2016)



Obrázek 3: Zbarvení dřevní hmoty po průniku infekce do pletiv semenáčku jasanu (MENŠÍK 2017)

Nekróza se pak šíří jak v transpiračním tak v asimilačním směru a způsobuje odumírání kambia. Nevytváří však mízotoky. Z nekroz se pak infekce šíří do dřevní

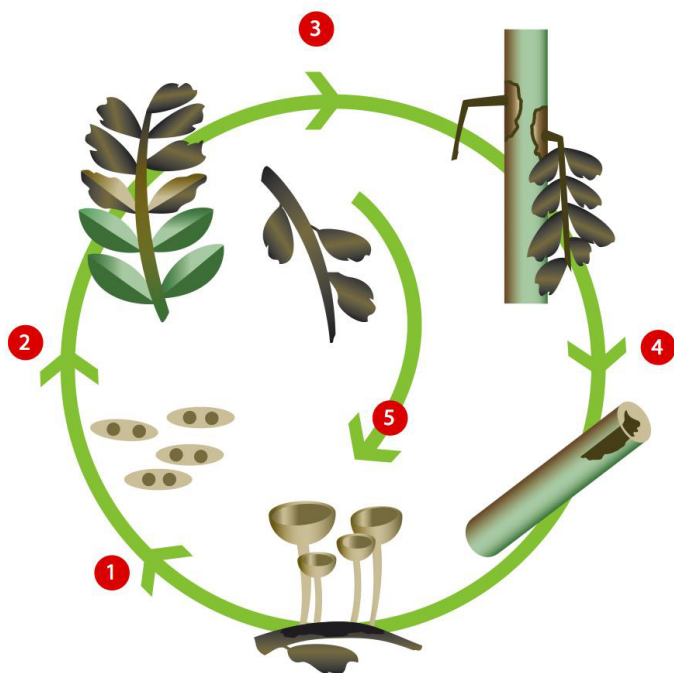
části a postupně zabarvuje dřevo do šedohněda (JANKOVSKÝ, PALOVČÍKOVÁ [online] 2009), obr. č. 4.



Obrázek 4: Nekrotické léze na napadených jasaněch (MENŠÍK 2016)

Během jednoho vegetačního období může dojít k infekci velkého počtu výhonů. Následně koruna dřeviny po obvodu výrazně prosychá a dochází k odumírání drobných větví. Později může docházet k rozsáhlému poškození a odumírání až kosterních větví. Na šíření infekce strom reaguje tvorbou výmladků, které vyrůstají pod odumřelými částmi stromu. Tím vniká typické shlukovité olistění. Poškození stromu dosahuje až 80 – 90 % objemu koruny. Na podzim dochází k pohlavnímu procesu na řapících čerstvě spadáných listů. Na těchto řapících pak patogen přezimuje a další vegetační sezónu se na odumřelých řapících vytvářejí nová apotecia a celý infekční proces se opakuje. Zdá se, že mycelium v pletivech hostitele přežívá zimu. V další sezoně se pak může dále šířit a zvyšovat poškození dřeviny (KOUKOL, HAVRDOVÁ 2014).

Proces životního cyklu nekrózy jasanu je znázorněn na obrázku č. 5.



Obrázek 5: Životní cyklus nekrózy jasanu (SCHUMACHER et al. 2007)

(1) Apothecia (plodničky) na loňských řapících; (2) tvorba a uvolňování askospor; napadení listů hostitele skrze průduchy listů; (3) klíčení patogena a rozrůstání mycelia s tvorbou charakteristických symptomů – nekrotických lézí na listech a řapících listů; (4) tvorba lézí v letorostu a napadení kambia a dřeva hostitele; (5) opad listů a opakování celého infekčního procesu (SCHUMACHER et al. 2007).

3.2 Přírozené choroby a škůdci jasanů

Kořenový systém může napadat dřevomor kořenový (*Kretzschmaria deusta*) a václavky (*Armillaria* spp.). Běžným druhem na kořenech jasanů je šupinovka kostrbatá (*Pholiota squarrosa*). Pro jasan je charakteristickým druhem troudnatec jasanový (*Perenniporia fraxinea*). Bílá hniloba této houby výrazně destabilizuje kořenový systém a bázi kmene. Kosterní větve a rovněž kmeny jsou často napadány rezavcem štětinatým (*Inonotus hispidus*). Bílá hniloba významně snižuje mechanickou odolnost větví. Z dalších dřevních hub se na jasaněch vyskytuje bělochoroš jabloňový (*Aurantioporus fissilis*) a bělochoroš pěnový (*Spongipellis spumeus*) (KOLAŘÍK et al. 2010).

Pseudomonas savastanoi je bakterióza jejíž infekce na jasaněch způsobuje deformaci větví s následným rozvojem rakovin (JANKOVSKÝ, PALOVČÍKOVÁ [online] 2009).

Významným kambioxylofágem větví a kmenů je lýkohub jasanový (*Hylesinus fraxini*). Úplnou defoliaci mladých stromů může způsobit puchýřník lékařský (*Lytta vesicatoria*). Minování a děrování listů způsobuje předivka jasanová (*Prays curtisellus*), jejíž housenky přezimují ve vrcholových pupenech a způsobují tak vidličnatost prýtů (KOLAŘÍK et al. 2010).

NÁROVEC et al. uvádí sporadické a většinou jen lokální napadení dřevokaznými houbami, virovými chorobami nebo běžnými houbovými původci listových chorob a skvrnitostí. Stejně tak jsou uváděni i někteří hmyzí škůdci, jejichž škodlivost bývá jen úzce lokální (NÁROVEC et al. 2008).

3.3 Rod *Fraxinus* spp.

Taxonomické zařazení:

Čeleď: Olivovníkovité (*Oleaceae*)

Řád: Hluchavkotvaré (*Lamiales*)

Třída: Vyšší dvouděložné rostliny (*Rosopsida*)

Oddělení: Krytosemenné (*Magnoliophyta*)

Podříše: Cévnaté rostliny (*Tracheobionta*)

Říše: Rostliny (*Plantae*)

Opadavé, výjimečně stálezelené stromy i vzácné keře; letorosty mají velké pupeny; listy jsou vstřícné, někdy v přeslenech po třech, lichozpeřené, řidčeji redukované jen na jeden lístek; květy drobné, oboupohlavné nebo jednopohlavné, v malých nebo i větších latách nebo hroznech, tyčinky obvykle 2; plod je jednosemenná křídlatá nažka; známo asi 65 druhů, které rostou v mírných až subtropických oblastech severní polokoule (HORÁČEK 2007). Asi 65 druhů jasanů je rozšířeno v Evropě, Asii a v Severní Americe. Řada druhů se pěstuje pro okrasu, ve stromořadích apod. (ÚRADNÍČEK, CHMELAR 1995).

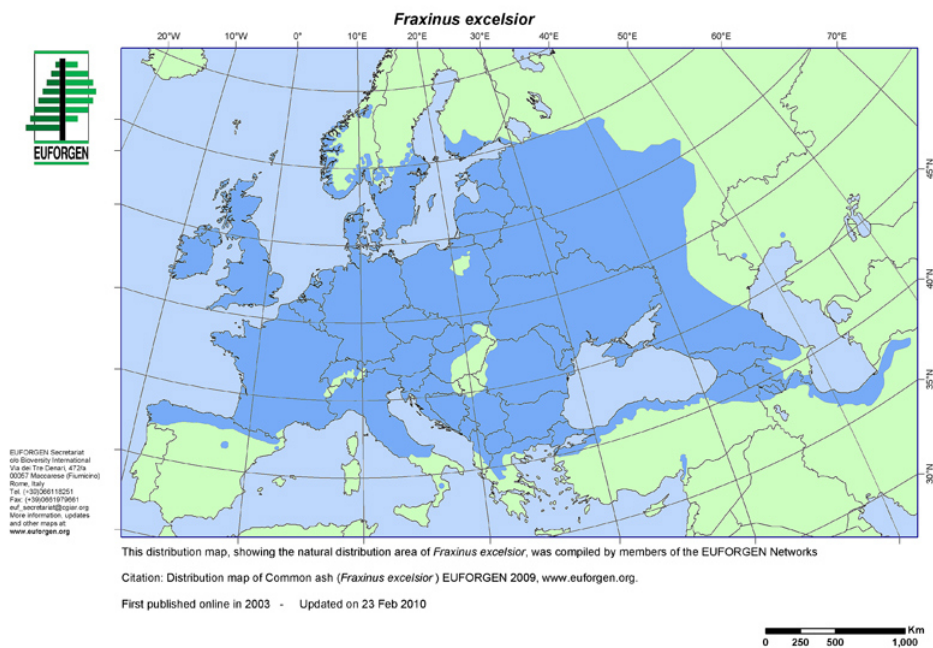
Jasan je druh s poměrně špatnou kompartmentalizací (KOLAŘÍK et al. 2003).

3.3.1 Jasan ztepilý – *Fraxinus excelsior* L.

Strom až 40 m vysoký; pupeny černé; listy 25 – 40 cm dlouhé, dlouze řapíkaté (5 – 10 cm); lístky po 7 – 13, vejčité podlouhlé až obvejčité, 3 – 11 cm dlouhé, přisedlé, zašpičatělé, pilovité; květy jsou uspořádány ve štíhlých drobných úžlabních latách dlouhých 2 – 4 cm, kvete v dubnu před rašením listů; plody 30 – 55 mm, semenné pouzdro je kratší než polovina nažky (HORÁČEK 2007). Strom s průměrem kmene až 1,5 m; dožívá se až 250 let; větvení má pravidelné a vstřícné; Kůra v mládí šedozelená, hladká, u starých stromů šedohnědá až černá, jemně síťovitě rozbrázděná; listy rozmístěné jen po obvodu koruny, na podzim se nebarví (opadávají zelené); květy jsou mnohomanželné, často převažuje jedno pohlaví; křídlaté nažky dozrávají na podzim a obvykle setrvávají na stromě přes zimu, jsou úzce podlouhlé, na bázi zaokrouhlené (ÚRADNÍČEK et al. 2009).

V mládí vyžaduje zástín, do jistého věku zástín snese, v dospělosti je jasan světlomilná dřevina. Rozlišují se 3 ekotypy jasanu ztepilého: lužní, horský a vápencový. Lužní a horský ekotyp vyžaduje dostatek vláhy po celý rok, zatímco vápencový ekotyp je přizpůsoben nedostatku vláhy. Jasan vydrží záplavy jen krátkodobě, ale stagnující vodu nesnáší. Jasan ztepilý řadíme k tzv. náročným listnáčům. Vyžaduje hlubší, humózní a svěží půdy. Roste na nejrůznějších geologických podkladech, jen jsou-li dostatečně živé. Přírozený výskyt jasanů bývá indikátorem nejlepších půd. Listí dobře zetlívá a obohacuje svrchní vrstvy půdy (ÚRADNÍČEK et al. 2014). Zasolené půdy nesnáší a neroste na zrašeliněných podkladech. Je citlivý na klimatické výkyvy (ÚRADNÍČEK et al. 2009). Škodí mu silné mrazy a bývá těžce poškozován pozdními mrazy. Nesnese mrazové kotliny. Je středně citlivý na kouřové plyny (ÚRADNÍČEK et al. 2014). Na jaře olistuje velmi pozdě, po náhlém osvětlení kmenů hrozí nebezpečí korní spály. (BOTANY.CZ [online] 1)

Rozšířen je po celé Evropě, viz obr. 6.



Obrázek 6: Přirozený areál jasanu ztepilého (www.euforgen.org 2017)

3.3.2 Jasan manový (zimář) - *Fraxinus ornus* L.

Strom vysoký 5 – 8 (-20) m, někdy pouze kulovitý keř; zimní pupeny šedohnědé nebo šedofialové; listy 12 – 30 cm dlouhé; 5 – 9 lístků, většinou 7, jsou eliptické, vejčité podlouhlé až obvejčité 3 – 8 cm dlouhé, nepravidelně pilovité, řápičkaté, konečný lístek je obvejčitý; květy jsou bílé, vonné, v hustých vrcholových latách, 7 – 12 cm dlouhé, kvete v květnu; plody jsou úzce podlouhlé křídlaté nažky 2 – 4 cm dlouhé, křídlo v horní třetině nejširší (HORÁČEK 2007). Kůra je šedá, hladká, až ve stáří brázditá borka; listy lichozpeřené, 2 – 4 jařmé; lístečky na rubu podél střední žilky rezavě pýřité; letorosty matně šedé; květy oboupohlavné; kvete zároveň s rašením listů (KOLIBÁČOVÁ et al. 2002).

Jasan manový je světlomilný druh, v mládí snázející slabý zástin. Vydrží extrémní nedostatek vláhy. Snese vysychavé skalnaté podklady s nepatrnou vrstvou zeminy. Na živnost půdy je náročný. Dává přednost bazickým podkladům. Jeho optimum je na vápencích. V chladných oblastech vymrzá (BOTANY.CZ [online] 2).

Je rozšířen v jižní a jihovýchodní Evropě, od Korsiky a Sardinie po Balkánský poloostrov až do Malé Asie. Severní hranice rozšíření zasahuje na jih Slovenska. Izolovaně ve Španělsku. Byl zavlečen do Argentiny. V České republice se vyskytuje pouze druhotně (BOTANY.CZ [online] 2).

3.3.3 *Fraxinus sogdiana* Bunge

Strom vysoký 10-20 m; větévky oblé, drsné; listy v přeslenech po 3 na koncích větví; řapík 4-5 cm dlouhý; osa listu s výrůstky rozvíjející se do úzkých křídel; lístky po 7-11 (-13); řapíček 5-12 mm; čepel lístku vejčitá, kopinatá nebo úzce kopinatá, rozměry lístku 2,5-8 (-12) x 1,5-4 cm, papírovitý, svrchu lysý, naspodu s hustými drobnými žláзовými tečkami, někdy krátce pýřitý podél hlavní žilky, báze klínovitá, zužující se k řapíčku, okraj nepravidelně zubatý, vrcholek zašpičatělý nebo dlouze zašpičatělý; primární žilky 10-14 na každé straně hlavní žilky. Převíslé latic boční (postraní) na větvích z předchozího roku, cca 5 cm dlouhé; květy polygamní, které raší před listy, nad nebo v přeslenech po 3; bez kalichu a koruny; křídlatá nažka obkopinatá, 3-5 cm x 5-8 mm; křídlo je sbíhavé k bázi semenného pouzdra, silně zkroucené.

Roste podél řek otevřených listnatých lesů, v nadmořské výšce cca 500 m.n.m..

Areál rozšíření: Xinjiang [Kazachstán, Kyrgyzstán, Tádžikistán, Uzbekistán] (CHINESE PLANT NAMES [online]).

3.3.4 *Fraxinus chinensis* Roxburgh

Strom vysoký 3-20 m; větévky lysé, řídce huňaté krátce pýřité nebo plstnaté; pupeny široce oválné nebo kónické, hnědě plstnaté, pýřité nebo žláznatě chlupaté; listy jsou 12-35 cm velké; řapík 3-9 cm dlouhý, krátce pýřitý nebo chlupatý; listy lysé nebo hustě plstnaté; lístků 3-7 (-9); čepel listu široce vejčitá, vejčitá, až kopinatá nebo eliptická až vejčitě kopinatá, 4-16 x 2-7 cm (terminální lístek větší), list papírovitý poněkud kožovitý, lysý nebo huňatý, někdy huňatý pouze naspodu podél žilek, báze tupá nebo klínovitá, okraj pravidelně pilovitý až vroubkovaně pilovitý, v dolní polovině někdy i celokrajný, vrcholek špičatý až dlouze zašpičatělý nebo dlouze zašpičatělý primární žíly po 5-10 na každé straně hlavní žilky; řapíček 2-15 mm; latic terminální nebo postranní, 5-10 cm dlouhé, květy dvoudomé, kvete s rašením listů, samčí květy nahloučené, kalich číškovitý, 1-1,5 milimetrů velký, koruna chybí, pestíkové květy řídké, kalich trubkovitý, 2-3 mm dlouhý; křídlatá nažka úzká až velmi úzká, 2,5 - 4 cm dlouhá, 3-7 (-15) mm široká, křídlo nažky sbíhá do střední nebo dolní části oříšku.

Roste na svazích, podél řek, podél silnic, ve smíšených lesích; 800-2 300 m.n.m..

Areál rozšíření má po celé Číně (Japonsku, Koreji, Rusku, Vietnamu)

Nejznámější poddruhy:

Fraxinus chinensis subsp. *chinensis*

Terminální lístky 2-4 (-6) cm široké, vejčité, vejčité kopinaté, až kopinaté nebo eliptické až vejčité podlouhlé, krátce až dlouze zašpičatělé, okraj zřetelně pilovitý.

(FLORA OF CHINA [online])

Fraxinus chinensis subsp. *rhynchophylla* (Hance) E. Murray

Vyšší strom, ve své domovině dorůstající až 25 m výšky; letorosty žlutavé, lysé; listy 15-30cm dlouhé s (3-)5(-7) lístky; lístky podlouhlé nebo vejčité až obvejčité, krátce zašpičatělé až zaoblené, krátce řapíkaté, hrubě vroubkovaně pilovité, konečný lístek 4-15 cm dlouhý, postraní lístky trochu kratší; květy 7-15 cm dlouhé, v latách, kvete v červnu; plody obkopinaté, 25 – 40 x 2,5 – 7 mm velké (HORÁČEK 2007).

Terminální lístky (2,5-) 3,5-5 (-7) cm široké, obvykle široce vejčité až eliptické, někdy ± kopinaté, krátké zašpičatělé až zašpičatělé nebo dlouze zašpičatělé, okraj vroubkovaně pilovitý (FLORA OF CHINA [online]).

Areál rozšíření: Korea, Japonsko, Čína, Rusko (HORÁČEK 2007).

Celkově *F.chinensis* v porovnání s *F.excelsior* nedorůstá takových výšek (*F.chinensis* 3-20m x *F.excelsior* 20-40m). Také je patrné, že ve svém přirozeném výskytu roste *F.chinensis* ve vyšších nadmořských výškách (800 – 2300m.n.m x *F.excelsior* 150 – 1000m.n.m.).

3.3.5 Další druhy rodu *Fraxinus* spp.

V současné době je známo asi 65 druhů jasanů rostoucích v mírných až subtropických oblastech severní polokoule (HORÁČEK 2007).

V ČR je po *Fraxinus excelsior* L. domácím druhem *Fraxinus angustifolia* Vahl. Poměrně často vysazovaným druhem v ČR je *Fraxinus ornus* L. jehož popis je v kapitole 3.3.2..

Z dalších známých druhů lze vyjmenovat např. *Fraxinus mandshurica*, *F.americana*, *F.pennsylvanica*, *F.hookeri*, *F.japonica*, *F.latifolia*, *F.nigra*, *F. quadrangulata*, *F. syriaca*, *F. xanthoxyloides* a další.

3.4 Vliv nekrózy jasanu v oblasti péče o nelesní zeleň

3.4.1 Význam jasanů v městském prostředí

Jasany v městském prostředí mají velký význam. Dle dat z největší české databáze dřevin serveru Stromypodkontrolou.cz je jasan ve městech České Republiky třetí nejpočetnější dřevinou po rodech *Acer* spp, a *Tilia* spp (tabulka č. 1). Jasany jsou významně zastoupeny především v uličních stromořadích a parcích. Druhové spektrum vysazovaných jasanů je ve městském prostředí širší, přesto významně dominuje *F. excelsior* a jeho kultivary (ROZSYPÁLEK et al. 2017).

Tabulka 1: Složení dřevin (2015) ve městech na území České republiky (ROZSYPÁLEK et al. 2017)

Druh	Zastoupení (%)	Druh	Zastoupení (%)
<i>Acer</i>	15,8	<i>Pinus</i>	4,8
<i>Tilia</i>	14,8	<i>Quercus</i>	3,8
<i>Fraxinus</i>	7,2	<i>Populus</i>	3,5
<i>Betula</i>	6,8	<i>Aesculus</i>	2,5
<i>Prunus</i> varietes	6,6	<i>Sorbus</i>	2,3
<i>Malus</i>	6,0	<i>Robinia</i>	1,5
<i>Picea</i>	4,8	<i>Ostatní</i>	19,5

Kultivary jasanů pěstované ve městech a jejich interakce s voskovičkou jasanovou

Výhodou městského prostředí je možnost většího výběru vysazovaných druhů a kultivarů, protože se na toto prostředí nevztahuje lesní zákon 289/1995 Sb., který omezuje pěstování nepůvodních druhů dřevin. Základním druhům vysazovaným ve městech se věnuje kap 3.3.. V této kapitole byly představeny některé ze známých a často vysazovaných kultivarů jasanu a společně s nimi i pár méně vysazovaných, ale ve městech se vyskytujících kultivarů. U každého kultivaru jsou kromě základního morfologického popisu a ekologických nároků popsány doposud zjištěné poznatky z oblasti interakcí s *Hymenoscyphus fraxineus*.

***Fraxinus excelsior* „Pendula“**

Nižší, široce rozkladitě a kaskádovitě polokulovité stromy s větvemi obloukovitě nebo vodorovně odstávajícími a často až k zemi nícími větévkami; listy normální (HORÁČEK 2007).

Výška 10-12 (15) m, šířka 8-10 m; ideální jsou humózní, vlhčí, propustné,

živné, provzdušené, vápenaté půdy; nedaří se jim na slehlých, příliš suchých nebo přemokřených stanovištích; Snáší větrné polohy a městské prostředí (ANONYMUS 2003).

ROZSYPÁLEK, UHERKOVÁ a KALÁBOVÁ ve svých pracích uvádějí, že *Fraxinus excelsior* „Pendula“ je ze všech kultivarů jasanu ztepilého nejnáchylnější na infekci *H.fraxineus*. U 100 % jedinců byla nalezena infekce (ROZSYPÁLEK 2012; UHERKOVÁ, KALÁBOVÁ 2013; ROZSYPÁLEK 2015b).

***Fraxinus excelsior* „Nana“**

Zakrslý, keřovitý, poměrně hustě stavěný polokulovitý typ, pokud není šlechtěný na kmínek (nejčastější případ ve městech); výška 150 – 250 cm; listy má menší než původní druh, nejčastěji ne více než 15-20 cm dlouhé, mají 9-11 lístků (HORÁČEK 2007).

Kultivar výrazně překračuje rozměry z literatury. Měření jedinci přitom ve třetím věkovém stádiu dosahovali v průměru výšky 8,6 m a šířky 7,1 m. Dospělé stromy byly ještě větší (MIKSOVÁ 2016).

Nedaří se mu na slehlých, příliš suchých nebo naopak přemokřených půdách. Snáší větrné polohy. Městské prostředí toleruje (ANONYMUS 2003). Špatně roste ve zpevněných plochách a též špatně snáší působení posypových solí (MÁLEK et.al 2012).

Podle ROZSYPÁLKA (2012) je tento kultivar pro výsadby do města perspektivní.

UHERKOVÁ a KALÁBOVÁ (2013) zaznamenávají 449 infikovaných jedinců z celkových 699 na zinventarizované ploše na území města Brna. Přes velký počet infikovaných jedinců byl rozsah poškození v důsledku infekce minimální v porovnání s ostatními druhy a kultivary.

ROZSYPÁLEK (2015b) potvrzuje své tvrzení a řadí kultivar „Nana“ jako nejméně náchylný oproti ostatním kultivarům *Fraxinus excelsior*.

***Fraxinus excelsior* „Monophylla“**

Řidčeji větvený strom, koruna je užší; listy jednoduché až tříčetné (pak je terminální lístek větší než postraní), ostře pilovité, obvykle hluboce zastřižované pilovité (HORÁČEK 2007).

Vyžaduje vlhčí stanoviště s dostatkem živin; roste na plně osluněných stanovištích, ale snese i polostín; plodí jen málo; velmi citlivý na sucho. Původem je z Anglie (1789) (DATABÁZE DENDROLOGIE [online] 2006 (2)).

ROZSYPÁLEK (2012) uvádí 100% rezistentnost při hodnocení čtyř jedinců tohoto kultivaru.

***Fraxinus excelsior* „Globosa“**

Menší kulovitý strom dosahující výšky 4-6 m; koruna je hustě větvená; listy dlouhé 10-15 cm, obvykle s 11 oddálenými lístky; původem z Francie (1805).

Daří se mu na vzdušných, vlhčích a živných půdách. Roste na plně osluněných stanovištích, ale snese i polostín. Snáší zasolené půdy. Je vhodný do městské výsadby

(DATABÁZE DENDROLOGIE [online] 2006 (3)).

UHERKOVÁ a KALÁBOVÁ (2013) zaznamenávají 11 infikovaných jedinců z celkových 18.

***Fraxinus excelsior* „Atlas“,**

Strom vysoký 15 – 20 m; koruna štíhle kuželovitá, později širší až vejčitá cca 12 m široká; větve odstávají v ostrém úhlu; listy jsou tmavě zelené; raší později než *F. excelsior*; neplodící kultivar; původem z Holanska (1942).

Ve vlhkých, vzdušných a živných půdách roste dobře; často trpí suchem, vysazením do zpevněných povrchů se snižuje jeho životnost; toleruje zasolení; vhodný například do širokých zelených pásů nebo otevřených půd, parků a stromořadí (DATABÁZE DENDROLOGIE [online] 2006 (1)).

UHERKOVÁ a KALÁBOVÁ (2013) uvádějí nalezení tří infikovaných jedinců z pěti.

***Fraxinus excelsior* „Altena“**

Koruna středně široká, kuželovitá. Používá se jako alejový strom (HORÁČEK 2007)

ROZSYPÁLEK (2015b) uvádí tento kultivar jako silně náchylný k infekci *H. fraxineus*.

***Fraxinus excelsior* „Atlanta“**

Morfologický popis ani ekologické nároky se nepodařilo dohledat.

UHERKOVÁ a KALÁBOVÁ (2013) uvádějí nalezení 100 % infikovaných jedinců. Přesněji byli nalezeni dva jedinci tohoto kultivaru a oba jevíly příznaky napadení voskovičkou jasanovou.

***Fraxinus excelsior* „Jaspidea“**

Strom až 15 m vysoký, koruna široce kuželovitá, kůra letorostů žlutá, často zeleně pruhovaná, obzvláště na dlouhých výhonech; listy zprvu zelené, později žloutnou (HORÁČEK 2007).

Ideální jsou humózní, vlhčí, propustné, živné, provzdušené, vápenaté půdy. Nedaří se mu na slehlých, příliš suchých nebo přemokřených stanovištích. Snáší větrné polohy i městské prostředí (ANONYMUS 2003).

Na tomto kultivaru doposud neproběhl žádný výzkum, který by zkoumal vztah mezi tímto kultivarem a voskovičkou jasanovou.

***Fraxinus ornus* „Obelisk“,**

Morfologický popis ani ekologické nároky se nepodařilo dohledat.

ROZSYPÁLEK (2012) ve své práci uvádí nalezení 3 ze 64 jedinců jevících příznaky napadení nekrózou. Toto číslo nebylo velké, avšak většinu jedinců tvořila mladá výsadba a na části z nich byl těsně před pozorováním proveden výchovný řez, což mohlo výsledky zkreslit.

3.4.2 Problémy spojené s odumíráním jasanu ve městech ČR

3.4.2.1 Stres jako predispoziční faktor infekce

Stromy rostoucí ve městě mají obvykle horší podmínky k růstu než stromy rostoucí mimo ně. Ve městě působí na stromy řada stresových faktorů jak abiotických a biotických (sucho, teplo, chlad, nadbytek vody, nedostatky v minerální výživě, působení kambiofágního, listožravého či savého hmyzu, virové, bakteriální či houbové patogeny) tak antropogenních (mechanická poranění např. při stavební činnosti, zhutnění půdy v kořenovém prostoru, znečištění ovzduší, nedostatečný prokořenitelný prostor, přisvětlování např. pouličním osvětlením, neodborné zásahy při ošetřování stromů a další) (KOLAŘÍK et al. 2010).

Všechny tyto stresory mají menší či větší vliv na růst stromu v urbanizovaném prostředí. Tyto vlivy ,především antropogenní, jsou pro dřevinu negativní a důsledek jejich působení se odráží v jejich existenci na stanovišti. Dřeviny v urbanizovaném prostředí tedy často „trpí“ více jak dřeviny rostoucí v přirozeném prostředí např. v lese.

Z pozorování CECH (2008) vyplývá, že jasanu, na které působí extrémní abiotické faktory (náhlé výkyvy teplot, přísušky a další), jsou k infekci *H. fraxineus* náchylnější (CECH 2008). Stres jako predispoziční faktor infekce potvrdila i UHERKOVÁ, KALÁBOVÁ (2013) při pozorování vlivu stresových faktorů na intenzitu infekce *H. fraxineus*. Z výsledků jejich práce vyplývá, že nejvíce minimálně infekcí poškozovaných jedinců bylo zaznamenáno na stanovištích jen mírně ovlivněných extrémními stresovými faktory (UHERKOVÁ, KALÁBOVÁ 2013).

Zároveň však nebyl potvrzen vliv rozdílné zátěže abiotickými stresory na náchylnost k napadení *H. fraxineus* v práci (ROZSYPÁLEK 2015a).

Na stromy ve městech bývá zpravidla tvořen větší tlak ze strany stresorů než na přirozeném stanovišti. Krizové a možná to nejnáročnější období dřevina zažívá po výsadbě resp. do doby, než stihne dobře zakořenit a přizpůsobit se na nové podmínky

Podle ROZSYPÁLKA (2015a) nejvíce dochází k odumírání mladých výsadeb. Toto zjištění je v městském prostředí závažným problémem pro úspěšnou obnovu jasanů a je možné, že jasanu ve městech nebudeme moci sázet vůbec.

3.4.2.2 *Následky chřadnutí jasanů ve městech*

Odumíráním chřadnoucích jasanů ve městech vzniká kolize v provozní bezpečnosti. Už v průběhu odumírání vznikají na stromech velké suché větve, které se snadno odlamují. Tyto větve pak mohou působit značné škody na majetku, ale hlavně ohrožují zdraví a bezpečnost obyvatel.

V případě, že jedinec odumře zcela, je velké nebezpečí zlomu takového jedince pod náporem větru. V takovém případě je nutné zakročit kácením jedince. Tento stav však nastává s působením sekundárních patogenů. Strom je po napadení *H. fraxineus* oslabený a je jednoduchým a častým cílem dalším patogenům jako jsou václavky (*Armillaria* spp.), šupinovky (*Pholiota* spp.), dřevnatky (*Xylaria* spp.), a další (HUSSON et al. 2012).

Ve městech ČR se často vyskytují statné stromy, nezřídka i památné. (viz. portál AOPK s databází památných stromů dostupný na: <http://drusop.nature.cz/>) Takový strom plní v urbanizovaném prostředí spoustu důležitých funkcí (ovlivňování mikroklimatu, snižování prašnosti, ovlivňování větrného proudění, snižování hlučnosti, uvolňování biologicky aktivních látek, estetická funkce) (KOLAŘÍK et al. 2003). Odumřením takovýchto stromů přicházíme o tyto funkce často nenahraditelně, protože výsadba stromů ve městech je v současné době problematická. Když už se podaří realizovat náhradní výsadbu, bude trvat spousty let (pokud někdy) bude tento (tito) jedinci schopni dosáhnout takových dimenzí, aby mohli plnit funkce, které dnes plní již zmiňované statné jasanové stromy ve městech.

Ztrátou rodu *Fraxinus* spp. přicházíme o stromy s vlastnostmi příznivými do městského prostředí. Jasan je dřevina poměrně bezúdržbová, poměrně snadno zapěstovatelná pro výsadbu (KOLAŘÍK et al. 2003) a hlavně je relativně dlouhověká, což je v městském prostředí vždy těžké nahradit.

3.5 Inokulační pokusy

Dle Ing. Hany Prknové (2007) je český ekvivalent slova inoculation: inokulace, naočkování (PRKNOVÁ et al. [online] 2007). Ve většině slovníků je slovo inokulace chápáno ve smyslu slova očkování (např. BUCHTELOVÁ et al. 2009). Inokulace dřevin je nejčastěji chápána jako umělá mykorhizní inokulace (např. CUDLÍN et al. [online]). Tedy jako systém umělého naočkování substrátu (např. do výsadbové jámy) za účelem rychlejšího vzniku mykorhizní symbiózy mezi dřevinou a houbou.

Pro účely této práce však inokulaci chápeme ve smyslu jiném. Jedná se o umělé vložení patogena do aktivní části pletiv dřeviny (v našem případě do kmínku) za účelem způsobit infekci na daném jedinci resp. možnosti sledovat chování infikovaného jedince i patogena.

Možné jsou i některé další typy inokulace jako je například inokulace na list.

3.5.1 Původní české druhy jasanů

Fraxinus excelsior L. je nejprozkoumanější druh jasanu. Inokulační pokusy s metodikou velmi podobnou jako je v této práci byly zkoumány v pracích: (ROZSYPÁLEK 2015a; GROSS, SIEBER 2016; KOWALSKI et al. 2015).

ROZSYPÁLEK (2015) potvrzuje velkou náchylnost *F. excelsior* k infekci *H. fraxineus*. Při inokulacích bylo zaznamenáno 36 infikovaných jedinců z 50. *F. excelsior* také vykazoval největší rozsah poškození a největší mortalitu oproti ostatním testovaným druhům jasanu (*F. americana* a *F. pensylvanica*).

KOWALSKI et al. (2015) a GROSS, SIEBER (2016) taktéž potvrzují větší náchylnost *F. excelsior* oproti *F. pensylvanica*.

KOWALSKI et al. (2015) uvádějí, že na všech jedincích *F. excelsior* vznikly nekrózy a to v průměru 18 cm (maximálně 28 cm) a mortalita činila 11,1 %.

SCHWANDA, KIRISITS (2016) prováděli inokulace do řapíku listů (oproti inokulaci do kmínku), ale potvrzují velkou náchylnost *F. excelsior* k infekci *H. fraxineus*. Symptomy infekce vykazovalo 93 % jedinců resp. 82 % jedinců v druhém sledu inokulací o rok později.

Výsledky inokulací autorů potvrzují velkou náchylnost *F. excelsior* k infekci *H. fraxineus*. Ve všech pokusech (kromě jedné části práce (SCHWANDA, KIRISITS 2016), kde vyšel náchylnější *F. angustifolia*) byl *F. excelsior* napaden patogenem ve

větším rozsahu než ostatní zkoumané druhy (např. *F. angustifolia*, *F. ornus*, *F. pennsylvanica*, *F. americana*).

Inokulační pokusy na *Fraxinus angustifolia* Vahl. byly prováděny v práci (SCHWANDA, KIRISITS 2016) společně s *F. excelsior* a *F. ornus*. Inokulace nebyly prováděny do kmínku (jako v této práci), ale do řapíků listů. Výsledky z inokulací na dvouletých sazenicích potvrdily náchylnost *F. angustifolia* na infekci *H. fraxineus*. V jedné ze dvou inokulací (2011) byl dokonce náchylnější než *F. excelsior*.

V práci (HAUPTMAN et al. 2016) byla prováděna inokulace na vzrostlých jedincích *F. angustifolia*. I přes jinou metodiku práce a odlišnou prezentaci výsledků potvrzují náchylnost *F. angustifolia* k infekci *H. fraxineus*.

3.5.2 Americké druhy jasanů

Fraxinus americana L. je poměrně málo prozkoumaný druh. Inokulační pokusy na tomto druhu jasanu byly prováděny v práci (ROZSYPÁLEK 2015a). Z výsledků vyplývá, že i tento druh jasanu původem z Ameriky je na voskovičku jasanovou náchylný. Ve své domovině může být ohrožen v případě zavlečení choroby přes oceán.

Jinak je tomu u *Fraxinus pennsylvanica* Marshall. Inokulace na tomto druhu byla prováděna v pracích: (ROZSYPÁLEK 2015a; GROSS, SIEBER 2016; KOWALSKI et al. 2015).

KOWALSKI et al. (2015) zaznamenávají pouze na dvou jedincích *F. pennsylvanica* viditelné podkorní nekrózy (v průměru 1,9 cm), přičemž u ostatních inokulovaných jedinců se rány zahojily. Rozdíl mezi inokulovanými a kontrolními jedinci považují za nevýznamný. ROZSYPÁLEK (2015) považuje tento druh za velmi odolný, ne však zcela rezistentní. Při inokulačních pokusech byla sice zaznamenána nulová mortalita, avšak 7 z 50 jedinců bylo napadeno úspěšně. GROSS, SIEBER (2016) potvrzují, že *F. pennsylvanica* je odolnější než *F. excelsior*. Zároveň však také upozorňují na velké riziko zavlečení choroby do Ameriky, kde by mohla způsobit chřadnutí místních jasanů stejně jako původních jasanů v Evropě.

3.5.3 Další druhy jasanů

SCHWANDA, KIRISITS, (2016) prováděli dvě série inokulací (2010 a 2011) na *Fraxinus ornus* L. společně s *F. excelsior* a *F. angustifolia*. V obou případech byla

prováděna inokulace řapíků listů. Z obou pokusů vychází *F. ornus* jako nejodolnější. V roce 2010 bylo zaznamenáno 40 % infikovaných listů (oproti *F. excelsior* – 93 % infikovaných listů). V roce 2011 bylo pak 72 % infikovaných listů (oproti *F. angustifolia* – 82 %). Délka nektrózy byla u *F. ornus* výrazně kratší stejně jako rychlost růstu nektrózy pomalejší (SCHWANDA, KIRISITS 2016).

Hypotéza GROSS,HOLDENRIEDER (2015) zněla podobně jako hypotéza této práce. *Fraxinus mandzurica* Rupr. jakožto druh původem z míst, kde hledáme kořeny *H. fraxineus* si prošel s touto houbou evolučním vývojem a je tedy rezistentní k nákaze. Inokulační pokus však potvrdil opak. *F. mandzurica* je velice náchylný k infekci *H. fraxineus*. Ze 16 infikovaných jedinců mělo nektrózu větší než 2 cm v době mezi 41 a 175 dny inokulace 12 jedinců. Opětovná izolace kultury byla úspěšná u jedenácti z nich. Ze zbylých 4 stromků měly dva nektrózy kratší než 2 cm, dva byly bez nektrózy. Vzrostné vrcholy ale odumřely u všech (GROSS,HOLDENRIEDER 2015).

MADIGAN et al. (2015) zkoumali, zda může *H. fraxineus* infikovat i jiné dřeviny z čeledi *Oleaceae*. Inokulací byly prověřovány: *Ligustrum vulgare* L. a *Forsythia × intermedia* ‘Lynwood’. Výsledky ujišťují, že ani jeden druh není vhodným hostitelem této patogenní houby. Nektrózy byly po dvou týdnech široké 1 – 2 mm u infikovaných i kontrolních jedinců (MADIGAN et al. 2015). Autor se však zamýšlí, zda je možné, že k infekci *H. fraxinus* jsou náchylné další druhy čeledi *Oleaceae* např. olivovník evropský (*Olea europaea*)?

4 METODIKA

Metodika této práce se úmyslně shoduje s metodikou inokulačních pokusů na evropských a amerických druhích provedených ing. Jiřím Rozsypálkem (ROZSYPÁLEK 2015a) jako součást diplomové práce. Použití stejné metodiky bylo zvoleno pro možnost co nejpřesnějšího srovnání obou těchto pokusů.

4.1 Práce v terénu

Práce probíhala v lesní školce Řečkovice (49.2521131N, 16.5972614E) a to ve fóliových sklenících (obr. č. 7). Lesní školka Řečkovice se nachází 255 m.n.m.. Školka je vybavena automatickou měřicí jednotkou HOBO, která zaznamenává základní klimatické charakteristiky (vlhkost vzduchu a teplota v intervalu 60 minut.).

Popis čidla HOBO :

teplota: rozsah -20 až $+70$ °C, přesnost $\pm 0,7$ °C, rozlišení $\pm 0,4$ °C;

vlhkost: rozsah 5-95 % relativní vlhkosti, přesnost ± 5 %;

výrobce: AMET Bílovice (MARTINEK 2012)



Obrázek 7: Fóliové skleníky v lesní školce Brno – Řečkovice (Menšík 2016)

Inokulační pokusy byly prováděny na krytokořených sazenicích. Sazenice byly získány z firmy ARBOEKO s.r.o. (*Fraxinus excelsior* L., *Fraxinus ornus* L.) množené vegetativně, osobního sběru vedoucího ústavu lesnické botaniky, dendrologie a geobiocenologie MENDELU doc. Ing. Luboše Úradníčka, CSc. (*Fraxinus sogdiana* Bunge.) množené generativně a osobního sběru Ing. Václava Bažanta, Ph.D. (*Fraxinus*

chinensis Roxburgh.) množené taktéž generativně. Po převozu byly po dobu 14 dní ponechány pro aklimatizaci. 18.5. 2016 byly přesazeny do květináčů většího objemu (2l). Pro přesadbu byl použit substrát Floraself select (Bauhaus k.s.). Po přesadbě byly řádně zality vodou a ponechány 7 dní pro překonání přesadbového stresu. Všem jedincům byl změřený průměr kmínku na bázi a výška.

Inokulace dřevin proběhla 30.6.2016, přímo v lesní školce Řečkovice. Na inokulaci bylo použito 7 kultur voskovičky jasanové (*Hymenoscypus fraxineus* (T. Kowalski) Baral, Queloz & Hosoya). Z laboratoře byly převezeny připravené kultury pro inokulaci. Přehled počtu inokulovaných jedinců a kultur uvádí tabulka. č. 2. Samotná inokulace se skládala ze tří částí. V první se nařízne kmínek v požadované výšce (*F. excelsior*, *F. Ornus* ve 30 cm; *F. sogdiana*, *F. chinensis* ve 12cm) a to vždy 1 cm vertikálně a 0,3 cm horizontálně. Řezy se provádí ostrým skalpelem. Ve druhé fázi se pinzetou vybere houbou prorostlá tříška a vloží se do živé části dřeva tj. na rozhraní dřeva a lýka. Po každé inokulaci se desinfikuje pinzeta i skalpel vypalováním pomocí kahanu. Po každé inokulaci celé kultury dojde výměně gumových rukavic. Ve třetí fázi se inokulovaný bod překryje termoplastickou krycí fólií tj. parafínem. Postup celé inokulace znázorňuje obr. č. 8.



Obrázek 8: Postup inokulace sazenic (Menšík 2016)

Současně s inokulovanými jedinci bylo reprezentativní množství sazenic ponecháno pro účely kontroly inokulačních pokusů. Na těchto sazenicích byl proveden stejný zásah do dřeviny jako u inokulovaných jedinců (nařiznutí kmínku, vložení štěpinky) s tím rozdílem, že štěpinka byla neinfekční. Taktéž byla změřena jejich výška a průměr kmínku na bázi.

Tabulka 2: Přehled počtu inokulovaných jedinců a kultur (Menšík 2017)

kultura <i>H. fraxineus</i>	počet jedinců				
	<i>Fraxinus excelsior</i>	<i>Fraxinus ornus</i>	<i>Fraxinus chinensis</i>	<i>Fraxinus sogdiana</i> Kyrgyz.	<i>Fraxinus sogdiana</i> Kazach.
B 2/1	7	7	0	0	0
1653	7	7	5	0	0
1714	7	7	5	5	6
1731	7	7	5	5	0
BB/1/19	7	7	5	5	6
1732	7	7	5	5	0
VER 2	7	7	5	5	0
kontrola	6	12	2	0	1
celkem	55	61	32	25	13

Z důvodu omezených zdrojů sazenic asijských druhů (především *F.sogdiana* a *F. chinensis*) se nepodařilo dosáhnout vyrovnaného počtu inokulovaných jedinců. Například velká část jedinců *F.sogdiana* dle zdrojů dodavatele doc. Ing. Luboše Úradníčka, CSc. odumřela již ve školce a před započítáním inokulací. Symptomy na odumřelých sazenicích odpovídaly infekci voskovičkou jasanovou (*H.fraxineus*).

Po celou dobu výzkumu byly sazenice 3x – 4x týdně zalévány. Zálivka stromků byla prováděna dle jejich fyziologických potřeb tak, aby bylo dosaženo co nejmenšího zkreslení výsledků pokusu abiotickými stresory. Jedenkrát za týden proběhla vizuální kontrola. Měření podkorních nekróz bylo prováděno 1x za měsíc. Měření bylo prováděno centimetrovým pravítkem v přesnosti na milimetry.

2. 1. 2016 proběhl převoz sazenic do laboratoře. Všem jedincům byla změřena konečná výška, průměr kmínku na bázi a konečná velikost podkorní nekrózy (včetně kontrolních sazenic). Jedinci následně byli pomocí zahradnických nůžek odděleni od podzemní části a označeni identifikačním štítkem. Z důvodu nepřítomnosti vizuálních

symptomů infekce na sazenicích *F. chinensis* (které jsou v ČR vzácné) bylo rozhodnuto odebrat do laboratoře pouze reprezentativní část vzorků. Stejně tak se postupovalo s jedinci všech druhů inokulovaných kulturami B2/1 a VER 2, z důvodu zjištěné minimální patogenity a agresivity těchto kultur v průběhu pokusu.

4.2 Práce v laboratoři

Práce probíhaly v laboratoři na ústavu ochrany lesa a myslivosti na lesnické a dřevařské fakultě MENDELU.

4.2.1 Příprava před inokulací

Nejdříve se připravilo agarové médium jako vhodné prostředí pro růst houby. Do 0,5 l vody ve varné baňce se nalilo 25 g přípravku Malt extract Agrar base M137. Varná baňka se zakryla alobalem a vložila do autoklávu na 20 minut za teploty 121°C. Hotový přípravek byl následně rozdělen do připravených misek a nechal zchladit.

Letorosty jasanu ztepilého (*Fraxinus excelsior* L.) se zbavily borky. Pomocí zahradnických nůžek se nastříhali na cca 5 mm dlouhé špalíky. Pomocí skalpelu se nařezali ze špalíků malé štěpinky. Štěpinky se sterilizovali v autoklávu 20 minut při teplotě 121°C.

Pro práci bylo použito 7 kultur voskovičky jasanové (*Hymenoscybus fraxineus* (T. Kowalski) Baral, Queloz & Hosoya). Charakteristika kultur je uvedena v tabulce č. 3 (kultura WOR 1/1/3 byla použita pouze u inokulačních pokusů na Evropských a Amerických druhích jasanu v diplomové práci (ROZSYPÁLEK 2015a). Uvedena je z důvodu následného srovnání vlastností použitých kultur při inokulačních pokusech).

Tabulka 3: Charakteristika kultur

kultura	rok sběru kultury	místo sběru	charakteristika mycélia	barva kultury
1714	2013	Czech republic_Highlands	Rychlý růst	Světlá
1731	2013	Czech republic_Lužické hory	Rychlý růst	Světlá
1732	2013	Czech republic_Lužické hory	Pomalý růst	Tmavá
1653	2013	Czech republic_Brno	Pomalý růst	Tmavá
BB/1/19	2009	Austria_Bisamberg	Rychlý růst	Světlá
VER/2	2009	Austria_Verditr, Carinthia	Rychlý růst	Světlá
B2/1	2010	Austria_Bizau, Vorarlberg	Pomalý růst	Tmavá
WOR 1/1/3	2010	Norway_Oslo	Pomalý růst	Tmavá

Očkování štěpinek bylo prováděno ve flow boxu (obr. č. 9). Do připravených misek s agarem bylo pomocí pinzety vloženo cca 10 štěpinek a napěstovaná kultura. Pinzeta a skalpel byly po každém kontaktu s kulturou desinfikovány (vypalováním a máčením v lihu). Vzorčky byly uzavřeny a zapečetěny pomocí parafinu. Misky se štěpinkami byly vloženy do termostatu s teplotou 23°C. Misky se zanechaly v termostatu, dokud kultura nepřerostla přes štěpinky, a byly pravidelně sledovány. (viz obr. č. 10).



Obrázek 9: Očkování štěpinek ve flow boxu (Menšík 2016)



Obrázek 10: Růst mycélia v Petriho miskách (Menšík 2016)

4.2.2 Vyhodnocení inokulačních pokusů

Po převozu ze školky byla jedincům znovu kontrolně přeměřena délka podkorní nekrózy. Následně byli rozřezáni po 0,5 cm a byly zjišťovány následující údaje: průměr v místě inokulace; výška místa inokulace; velikost viditelné podkorní nekrózy; výška prvního zbarvení dřevě; výška prvního zamoření 90 % dřevního válce; výška prvního zamoření 100 % dřevního válce; výška mortality/nejrozsáhlejší infekce; maximální procenta zamoření v místě nejrozsáhlejší infekce; výška posledního zamoření 100 % dřevního válce; výška posledního zamoření 90 % dřevního válce; výška posledního zbarvení dřevě. Taktéž byly z každého úspěšně infikovaného jedince odebrány vzorky

pro záchytné izolace a tedy zpětné potvrzení přítomnosti patogenní houby v pletivech hostitele. Na obr. č. 11 je znázorněna část prací v laboratoři.



Obrázek 11: Práce v laboratoři (Menšík 2017)

Jedinci, kteří nebyli zkoumaní bezprostředně po převozu z terénu, byly uschovány v chladicím boxu při teplotě 4°C.

4.3 Statistické zpracování dat

Data získaná v průběhu výzkumné činnosti byla statisticky analyzována statistickým softwarem (STATISTICA 12) od firmy Dell Statistica. V případech vážného porušení podmínek pro užití parametrických metod analýzy rozptylu (Shapiro-Wilksův test – test normality výběru, Levenův test – test homogenity rozptylů) byly data analyzována Kruskal-Wallisovým testem. V případech splnění podmínek byla data analyzována metodou ANOVA. Pro lepší prezentaci dat byl použit stejný software s možností přehledného grafického zobrazení dat. Všechny statistické testy byly prováděny na 5% hladině významnosti ($\alpha=0,05$).

Ke zhodnocení agresivity kultur a vůbec jejich chování byly použity data z této práce a z práce (ROZSYPÁLEK 2015a). Do hodnocení kultur byly zahrnuty pouze data měřená na *Fraxinus excelsior* L. a to z důvodu odlišných rezistencí různých druhů jasanu.

4.4 Průzkum stávající situace jasanů ve městech ČR

V rámci průzkumu byly vyhledány kontakty na správce zeleně v 10 městech ČR (Brno, Praha, Ostrava, Pardubice, Zlín, Jihlava, Liberec, Olomouc, České Budějovice, Hradec Králové). Následně byli osloveni pomocí emailového dotazu na 2 otázky.

1. Jste obeznámeni s chřadnutím jasanů způsobované houbou voskovička jasanová (*Hymenoscyphus fraxineus*)?

2. Reaguje správa zeleně Vašeho města na tuto skutečnost? Pokud ano, jak?

Správce zeleně města Brna byl navíc požádán o data týkající se druhového zastoupení a počtu jasanů ve městě Brně.

Dále byla oslovena firma Safe trees s.r.o. se žádostí o aktuální data (zastoupení jasanů ve městech ČR) z největší české databáze stromů (stromypodkontrolou.cz) jejímž je správcem. Cílem získání dat bylo porovnání stávající situace jasanů s daty z téhož serveru z roku 2015 uvedené v literárním přehledu (kap. 3.4.1.).

Všechna získaná data byla prostudována příp. zpracována a důležité závěry byly uveřejněny ve výsledcích (kap. 5.2)

5 VÝSLEDKY

5.1 Inokulační pokusy

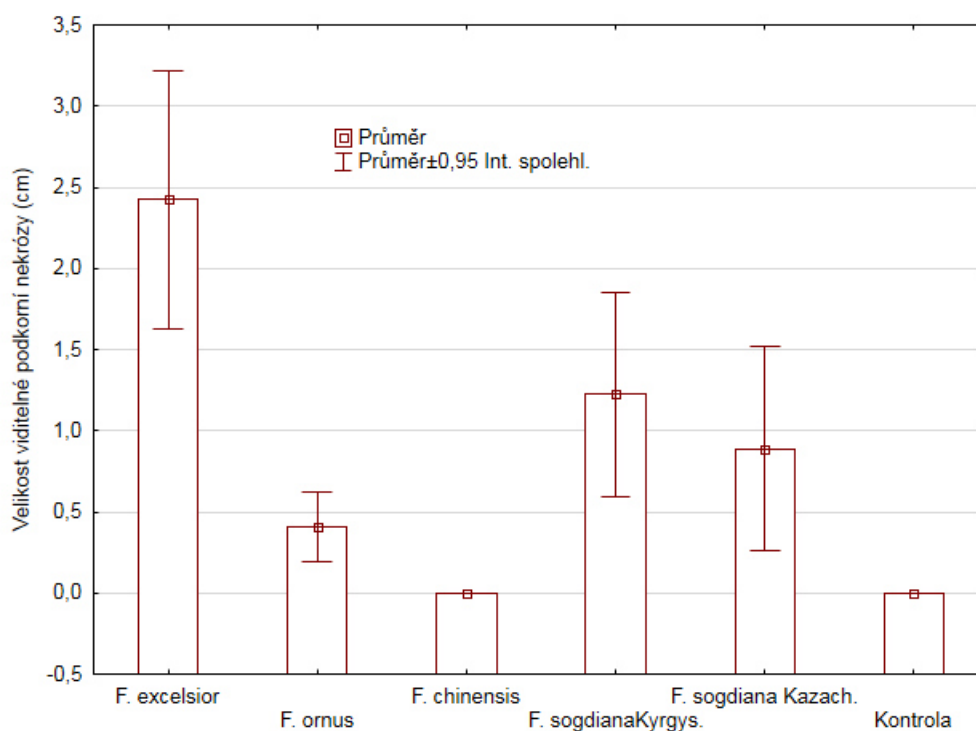
První viditelné nekrózy se objevily již při prvním měření (57 dní po inokulaci) na všech druzích kromě *Fraxinus chinensis*. Tento druh nejevil známky výskytu nekrózy po celou dobu výzkumu. Dokonce i laboratorní měření zaznamenaly nulový rozsah infekce v pletivech. Jedinci tohoto druhu přirůstali dle očekávání jak do výšky, tak do šířky. Mortalita u tohoto druhu byla z logiky věci nulová.

Jinak tomu bylo u *Fraxinus sogdiana*. Infekce byla zaznamenána na 31 jedincích ze 37. Po *Fraxinus excelsior* se jedná o nejpočetnější infekční úspěch ze všech testovaných druhů. Větší rozsah infekce (jak v pletivech tak viditelné podkorní nekrózy) byl zaznamenán u *F. sogdiana* původem z Kyrgystánu. Mortalita se taktéž u tohoto druhu lišila napříč provinciemi. Zatímco *F. sogdiana* původem z Kyrgystánu měl nulovou mortalitu, *F. sogdiana* původem Kazachstánu podléhal infekci ze všech testovaných nepůvodních druhů jasanu nejvíce.

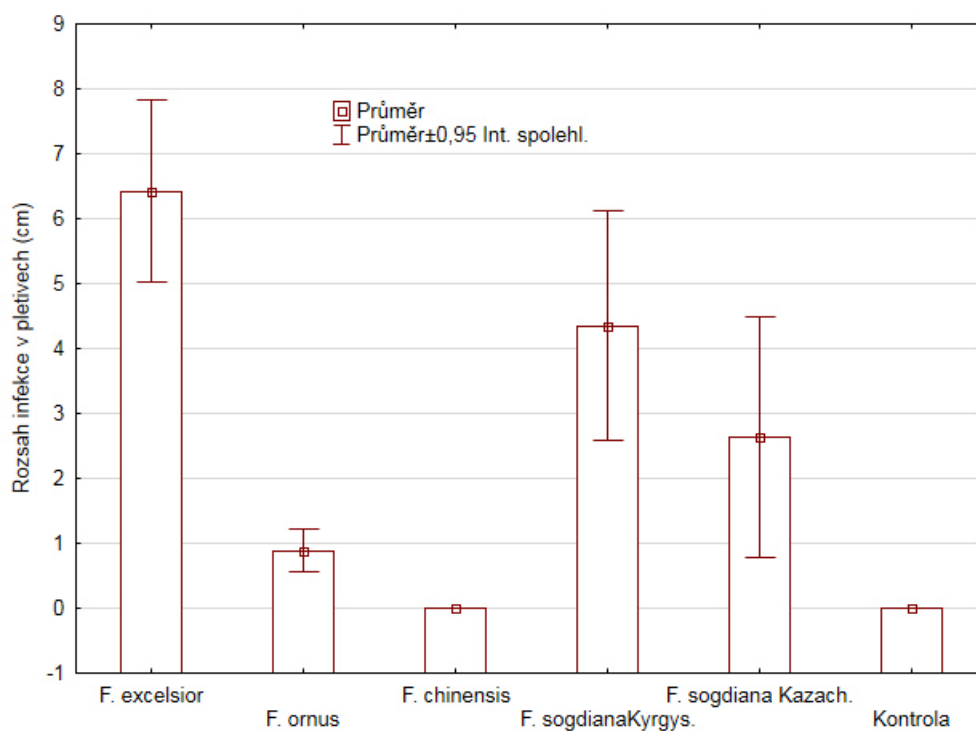
Infekce u *Fraxinus ornus* byla zaznamenána na 27 ze 49 jedinců. Na druhou stranu nebyl rozsah infekce tak veliký jako u ostatních druhů (s výjimkou *F. chinensis*). Také mortalita byla v čase výzkumu nulová.

Viditelná podkorní nekróza i rozsah infekce v pletivech byli jednoznačně nejrozsáhlejší u *F. excelsior*. Úspěšně bylo infikováno 38 z 49 jedinců. Mortalita byla ze všech největší.

Graf 1: Velikost viditelné podkorní nekrózy



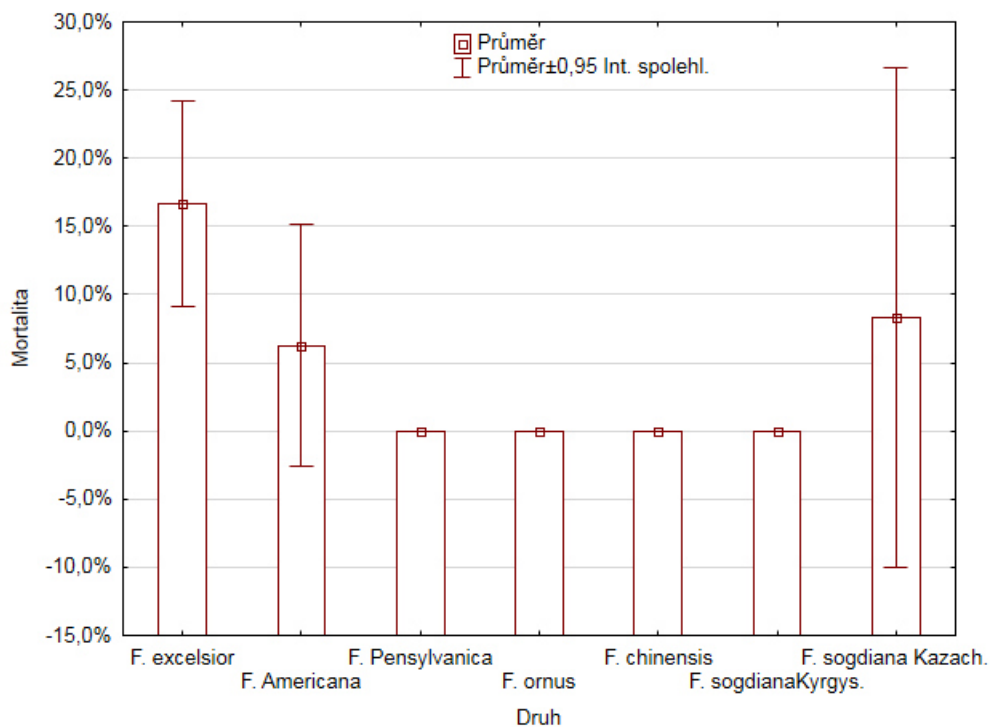
Graf 2: Rozsah infekce v pletivech



Rozsah podkorních nektróz koresponduje s rozsahem infekce v pletivech. Výsledky opět potvrzují *F. excelsior* jako nejnáchylnější druh k infekci *H. fraxineus*, zatímco *F. chinensis* zůstává dle výsledků této práce rezistentní. Poměrně malý rozsah infekce

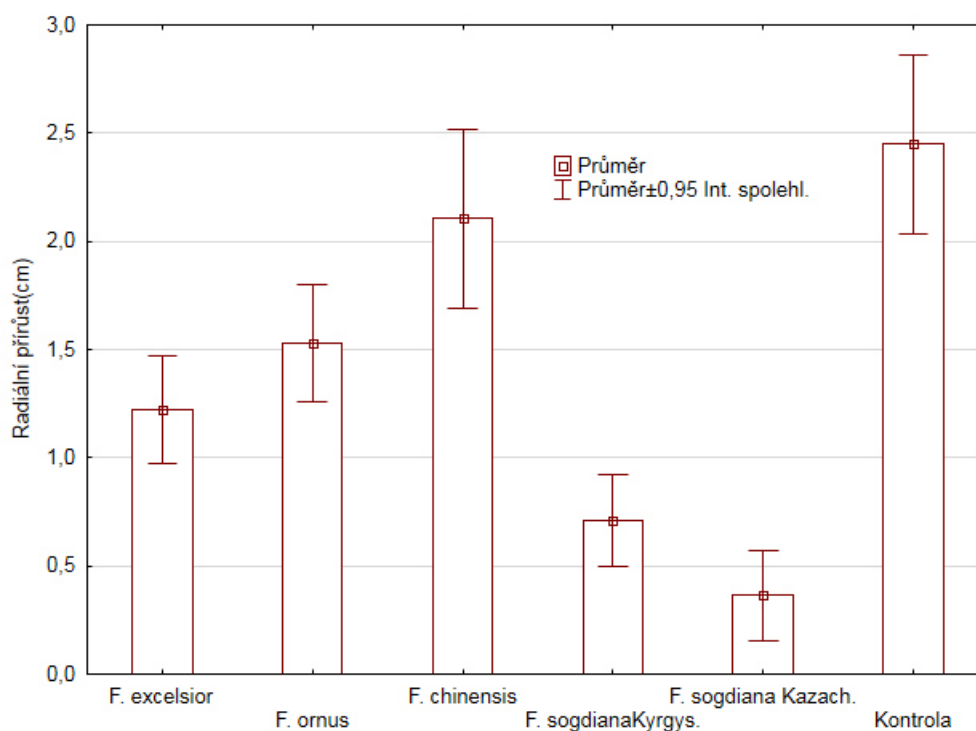
jak v pletivech tak při měření podkorních nekrotů byl zaznamenán u *F.ornus*. *F. sogdiana*, jak Kazašská tak Kyrgystská provincie jsou velice náchylné a infekce se v těchto jedincích šířila rychle.

Graf 3: Mortalita druhů

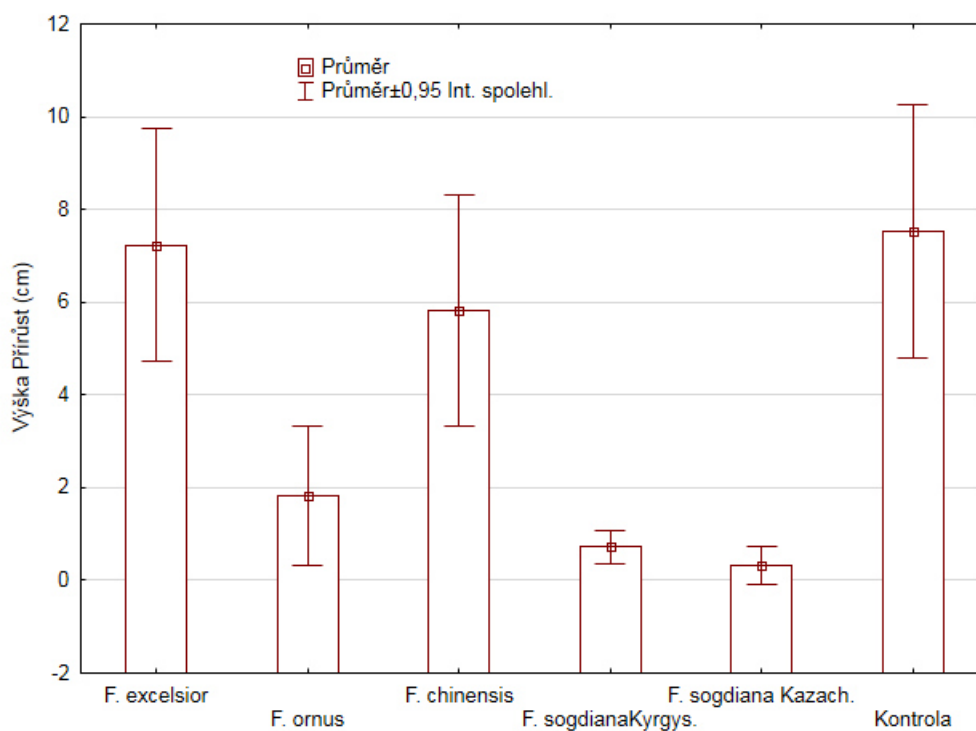


U *F. Pensylvanica* (ROZSYPÁLEK 2015a), *F.ornus*, *F.chinensis* nebyla zaznamenána mortalita za dobu inokulačních pokusů. U Kyrgystánské provincie *F. sogdiana* sice také nebyla zaznamenána mortalita, ale u Kazašské provincie byla vysoká. U *F. americana* (ROZSYPÁLEK 2015a) byla potvrzena též vysoká mortalita. *F.excelsior* měl v inokulačních pokusech jak při inokulacích (MENŠÍK 2017) tak v práci ROZSYPÁLKA (2015a) největší mortalitu.

Graf 4: Radiální přírůst na bázi



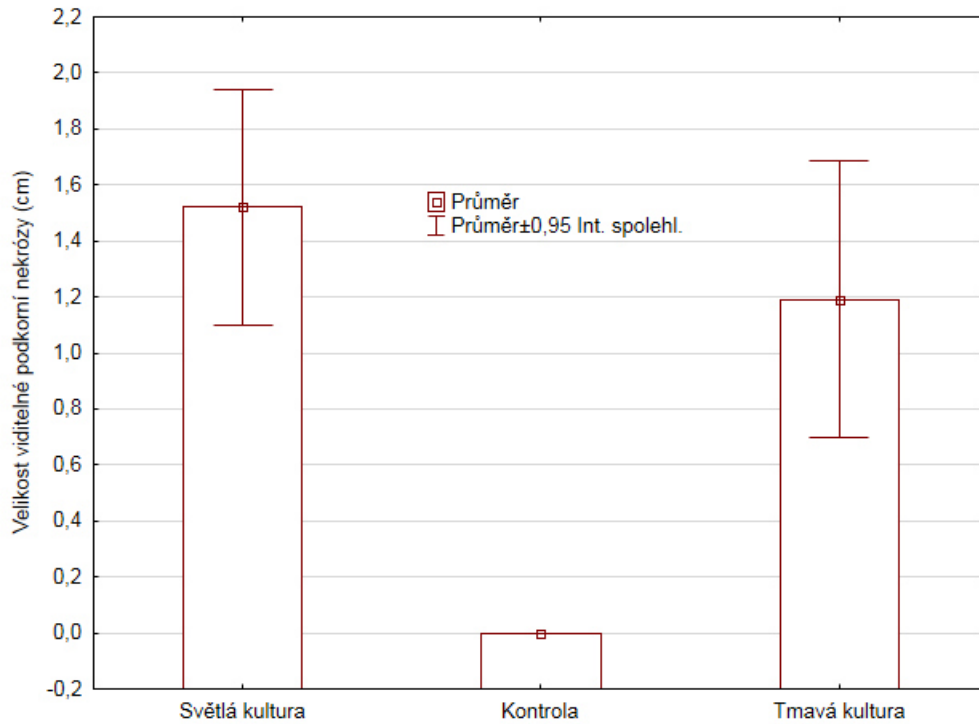
Graf 5: Výškový přírůst



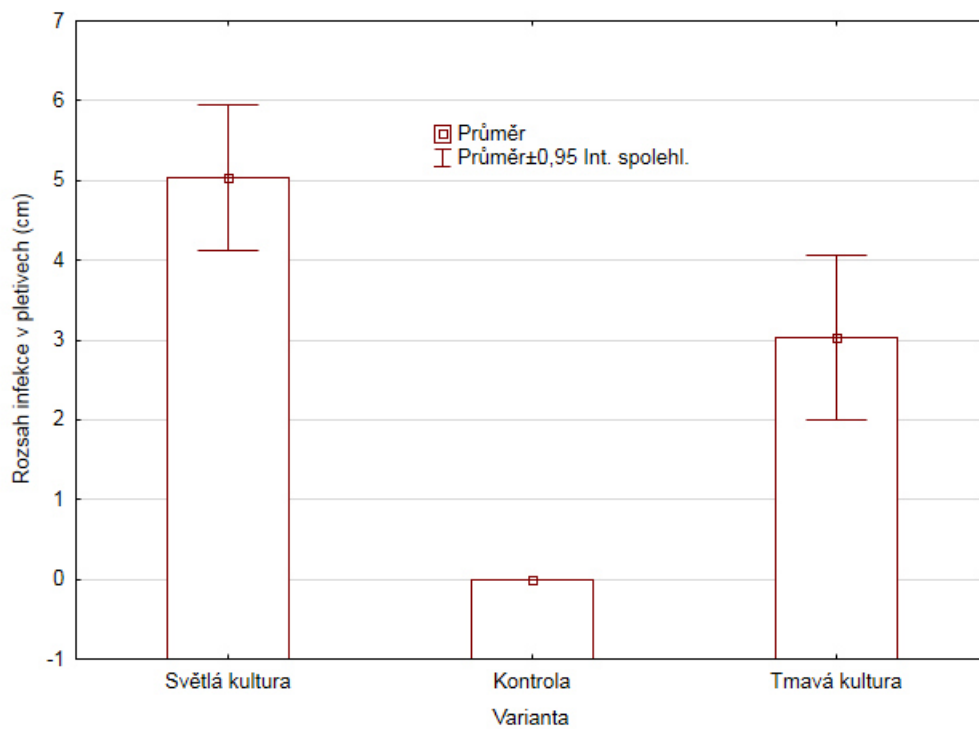
Zajímavý výsledek přineslo sledování výškového a šířkového (radiálního) přírůstu. Zatímco přírůst šířkový respektoval zdravotní stav jedinců, tj. zdraví jedinci přirůstali více než jedinci postižení voskovičkou, u růstu výškového tomu bylo jinak. Např.

Fraxinus excelsior měl výškový přírůst ze všech největší (hned po kontrole) a to i přes největší rozsah infekce na tomto druhu.

Graf 6: Srovnání morfortypů kultur *H. fraxineus* - viditelná podkorní nekróza

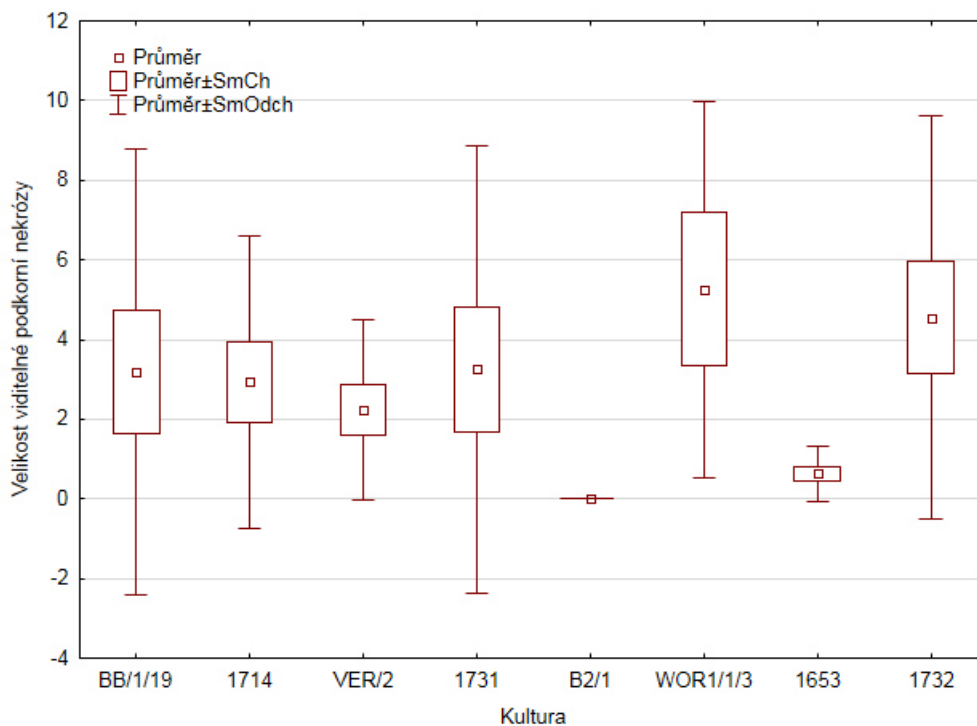


Graf 7: Srovnání morfortypů kultur *H. fraxineus* - rozsah infekce v pletivech

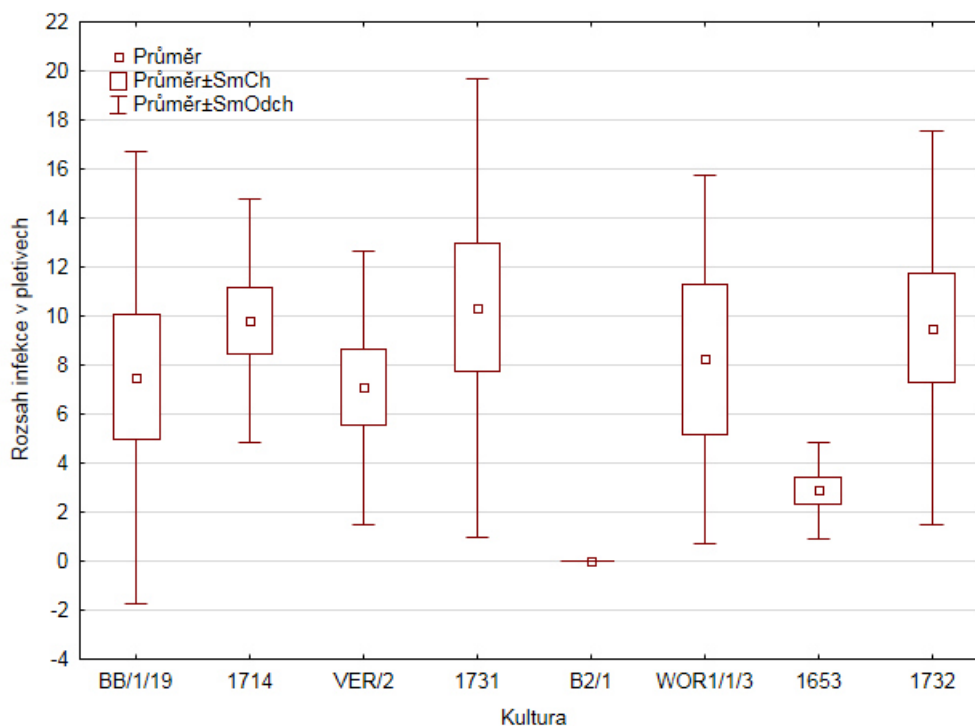


Světlé morfortypy kultur *Hymenoscyopus fraxineus* jsou prokazatelně agresivnější. Rychlejší růst patogena byl zaznamenán u pozorování podkorních nekrot. Výsledky potvrdilo i laboratorní měření, kde je zřejmý rychlejší růst infekce v pletivech v případě světlého morfortypu kultur *H.fraxineus*.

Graf 8: Velikost viditelné podkorní nektrózy - kultury



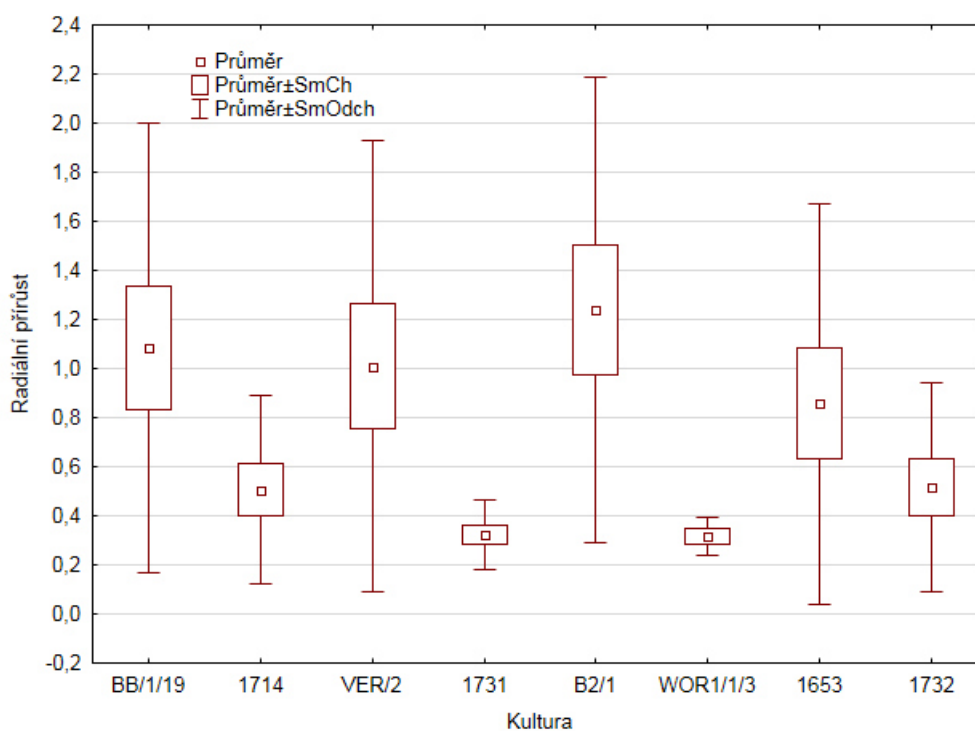
Graf 9: Rozsah infekce v pletivech - kultury



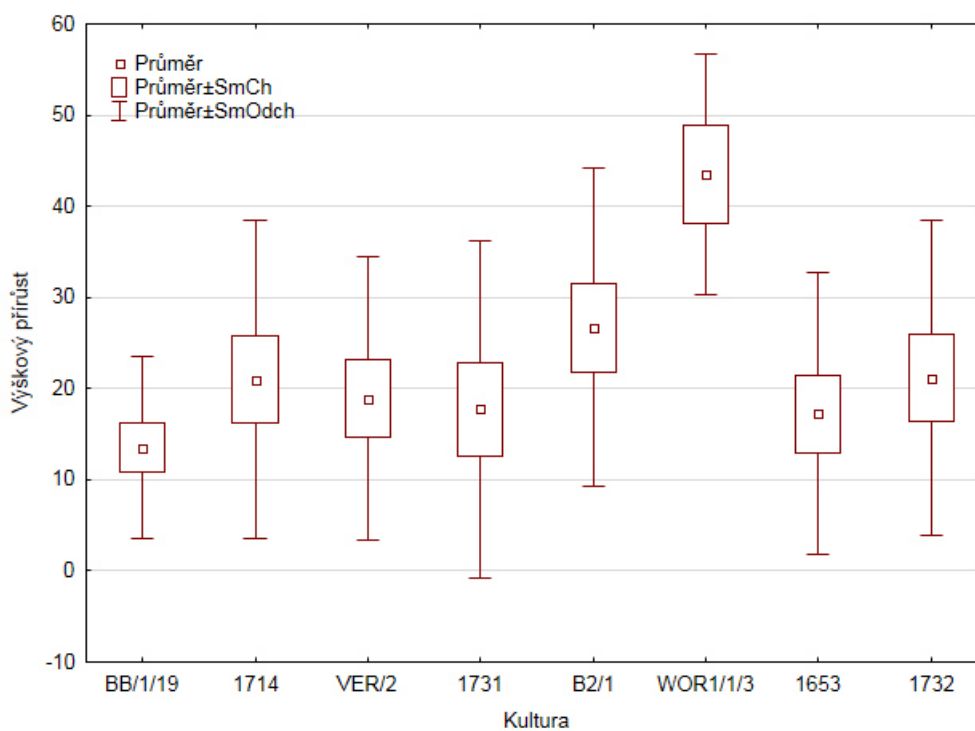
Velikost viditelné podkorní nekrózy koresponduje s výsledky laboratorního měření, tedy s rozsahem infekce v pletivech. Rozsah infekce v pletivech je přesto vyšší, což značí již známý průběh infekčního postupu nekrózy v hostiteli jak uvádí např. KIRISITS et al. 2009 nebo GROSS et al. 2014.

Jediná zcela neinfekční kultura je B 2/1. Tato kultura původem z Rakouska se neuchytila v žádném inokulovaném jedinci. Kultura 1653 byla sice méně agresivní než ostatní kultury (s výjimkou kultury B2/1), ale přesto už je prokazatelně infekční. Překvapivé zjištění nastalo u kultury 1714, která měla sice průměrně rychlý růst nekrózy jak podkorní, tak uvnitř pletiv, ale zato byla zaznamenána největší mortalita jasanů pod nákazou této kultury. U kultury 1731 byl zaznamenán největší rozsah infekce v pletivech, přestože velikost viditelné podkorní nekrózy nebyla v porovnání s ostatními kulturami největší. Výsledky potvrzují hypotézu o velkých rozdílech ve virulenci a agresivitě jednotlivých kultur.

Graf 10: Radiální přírůst - kultury



Graf 11: Výškový přírůst - kultury



Výsledky reakce rostliny na výškový a šířkový (radiální) přírůst potvrzují trend rostlin při napadení patogenním organismem upřednostnit výškový přírůst nad radiálním (potvrzuje kultura WOR 1/1/3, 1731, BB/1/19).

5.2 Vliv infekce *H. fraxineus* na aktuální zastoupení jasanů v městském prostředí

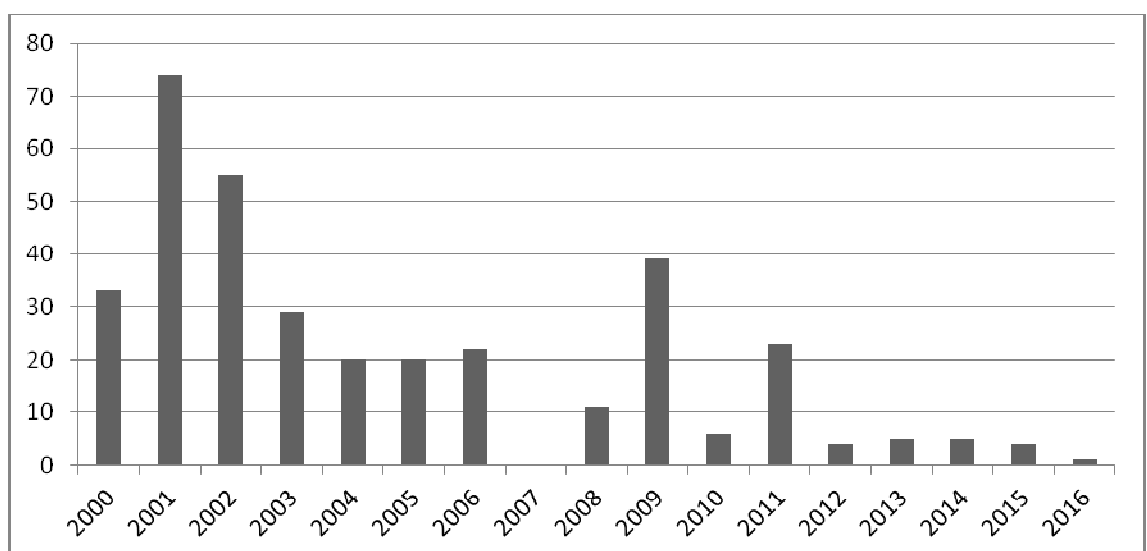
Z osobní korespondence se správci zelení ve větších městech ČR vyplývá, že o problému chřadnutí jasanů vědí. Z dotazovaných se aktivněji k problému staví pouze správa zeleně města Zlín, která v roce 2016 provedla preventivně na několika hodnotných jedincích jasanu mikro-injektáž mířenou proti voskovičce jasanové (*H.fraxineus*).

Ostatní oslovené správy zeleně (Praha, Liberec, Pardubice, Ostrava a Jihlava) zatím nepřijali žádná zvláštní opatření pouze zajišťují provozní bezpečnost chřadnoucích stromů ořezem suchých větví příp. kácení v případě silného napadení. Správci zelení měst České Budějovice, Olomouc a Hradec Králové se nevyjádřily.

Společnost Safe Trees s.r.o. nabídla data pouze za finanční úplatu, což nebylo v možnostech této práce tuto nabídku přijmout.

Petr Veselovský z odboru životního prostředí města Pardubic v emailové korespondenci uvádí, že jasanů v jejich městě téměř nevysazují. Z grafu č. 12 lze vyčíst sestupný trend výsadby jasanů na území města Brna ve správě Veřejné zeleně města Brna p.o..

Graf 12: Počet vysazovaných jasanů ve městě Brně 2000 - 2016 (Veřejná zeleň města Brna p.o.)



Svislá osa Y značí počet vysazených jedinců (jasanů)

Vodorovná osa X značí období výsadby

6 DISKUZE

Fraxinus chinensis Roxburgh je zatím málo probádaný druh jasanu v interakci s voskovičkou jasanovou (*Hymenoscyphus fraxineus*).

DRENKHAN et al. (2017) hodnotili v letech 2013 - 2014 zdravotní stav jasanů na území Estonska. Mezi celkovými 415 jedinci našli 2 *F. chinensis*. Ani jeden z těchto jedinců nejevil známky napadení *H. fraxineus*. Asijské druhy jasanu: *Fraxinus chinensis* a *F. bungeana*, stejně jako americké druhy *F. latifolia*, *F. pennsylvanica* a *F. velutina*, nevyvinuly žádné léze po naočkování větvíček vzrostlých stromů v Německu. (AAS, HOLDENRIEDER nepublikované údaje) in (GROSS et al. 2014). Patogen nebyl detekován v opadaném listí *F. chinensis* subsp. *rhynchophylla* (QUELOZ et al. 2017).

Výsledky této práce potvrzují výše uvedenou rezistentnost tohoto druhu. Z celkových 30 jedinců nebyl infikován *H. fraxineus* ani jeden. Rány po inokulaci se obvykle rychle zahojily a povrchové léze se neprojeví. Při laboratorním měření se potvrdila rezistentnost jedinců tohoto druhu.

Z těchto výsledků, které jsou již poprvé statisticky prokazatelné, lze usuzovat nalezení rezistentního druhu jasanu vůči infekci voskovičkou jasanovou. Tento druh by potenciálně mohl začít nahrazovat *F. excelsior* ve městech, kde není problém s vysazováním nepůvodních druhů. Zde je jedna z možností jak zachovat rod *Fraxinus* spp. kolem nás, i když v jeho nepůvodní formě.

F. chinensis byl inokulován šesti různými kulturami *H. fraxineus*. Tyto kultury byly odebrány na různých místech Evropy (Rakousko a Česká republika) a jsou ze dvou různých morfotypů (světlá a tmavá). Otázkou ale stále zůstává, zda je tento druh rezistentní i vůči dalším kulturám *H. fraxineus*, kterých je vzhledem k pohlavnímu rozmnožování velké množství.

Roli v rychlosti šíření a agresivitě *H. fraxineus* hraje jistě čas. Z minulosti jsou známy případy, kdy se v čase zmutovali určité kultury patogenů a ty byli ještě agresivnější než ty původní (např. *Ophiostoma ulmi* (Buism.) Nannf. a *Ophiostoma novo-ulmi* Bras.). Tento problém jistě hrozí také u voskovičky jasanové. Na tento problém pak mohou narazit i rezistentní druhy, jako je např. *F. chinensis*.

Je však potřeba dalšího výzkumu (např. pro vhodnost tohoto druhu do zdejších klimatických podmínek).

Na *Fraxinus sogdiana* Bunge doposud též nebyl proveden rozsáhlejší výzkum. DRENKHAN et al. (2015) ve svém výzkumu provedeném na území Estonska v letech 2013 – 2014 hodnotili pouze jediný exemplář *Fraxinus sogdiana*. Dále uvádí, že přestože měl tento jedinec jen pár suchých větví v koruně, analýzy ukázali, že byl infikován voskovičkou jasanovou.

Náš výzkum prokázal velkou infekčnost tohoto druhu vůči *H. fraxineus*. Úspěšná infekce u *F. sogdiana* byla zaznamenána na 31 jedincích ze 37. Testovány byly dvě provincie *F. sogdiana* (Kazašská a Kyrgyzská). Byla potvrzena infekčnost u obou těchto provincií. Tento druh vyvrací hypotézu, že druhy jasanů původem z Asie jsou rezistentní vůči voskovičce jasanové. Rozsahem infekce se přibližoval k výsledkům *F. excelsior*.

Odolnost *Fraxinus ornus* potvrzují i další práce (DRENKHAN, HANSO 2010; KIRISITS et al. 2010; GROSS et al. 2014; SCHWANDA, KIRISITS 2016).

Úspěšná infekce byla u *Fraxinus ornus* zaznamenána na 27 ze 49 jedinců. Rozsah infekce však nebyl tak rozsáhlý jako u ostatních druhů (výjimku tvoří *F. chinensis*). Mortalita po čas výzkumu nebyla u *F. ornus* zaznamenána.

Jisté je, že tento druh také podléhá infekci. Vzhledem k průběhu choroby, při které rostlina do několika let odumře zcela (podle stáří, vitality jedince či agresivity patogena, příp. vrozené odolnosti druhu), je třeba brát tento druh jako ohrožený.

Výzkumy v pracích ČERMÁKOVÉ (2014) a ROZSYPÁLKA (2015a) ukazují, že světlé morfotypy kultur *H. fraxineus* jsou agresivnější než tmavé morfotypy. Tato práce jejich závěry potvrzuje.

Kultura 1731 má oproti ostatním kulturám specifické šíření infekce. Z výsledků (viz. kap. 5) vyplývá, že i přes největší rozšíření infekce v pletivech nejevili jedinci inokulovaní touto kulturou tak velký rozsah viditelné podkorní nekrózy v porovnání s jedinci inokulovanými jinými kulturami. Zdá se, že tato kultura si vybrala jako svoji strategii dříve pronikat dřevem než po povrchu rostliny. Tuto tendenci jeví všechny kultury, avšak ne tak markantně jako kultura 1731. Neobvyklost této strategie růstu bude nejspíše zapříčiněna doposud neobjasněnou genetickou specifitou dané kultury.

6.1 Porovnání evropských, amerických a asijských druhů vůči infekci *H. fraxineus*

Velkou náchylnost *Fraxinus excelsior* vůči infekci *H. fraxineus* potvrzují práce např. (ROZSYPÁLEK 2015a; KOWALSKI et al. 2015; GROSS, SIEBER 2016)

Fraxinus angustifolia je dle SCHWANDY A KIRISITSE (2016) i HAUPTMANA et al. (2016) stejně náchylný, ne-li náchylnější vůči nekróze než *F. excelsior*.

Ve všech parametrech vyšel *F. excelsior* i v této práci nejhůře (viz kap. 5). Celkově to vypadá, že evropské druhy jasanů nejsou dobře připravené na hrozbu, která přišla z Asie. Je na místě konstatovat, že všechny evropské druhy jasanů jsou ve velkém ohrožení.

Z amerických druhů jasanu se zdá být nejodolnější *Fraxinus pennsylvanica*. Odolnost tohoto druhu ve svých pracích potvrzují (ROZSYPÁLEK 2015a; KOWALSKI et al. 2015; GROSS, SIEBER 2016).

Zato *Fraxinus americana* je podle ROZSYPÁLEKA (2015a) velmi náchylný k infekci voskovičkou jasanovou.

Opět zde vidíme velkou variabilitu v odolnosti napříč různými druhy jasanu, ač jsou z jednoho kontinentu. I když se *F. pennsylvanica* zdá být odolnější než evropské druhy jasanu, přesto může být infikován *H. fraxineus* a tudíž se nedá prohlásit za zcela rezistentní. Jak již poukazovalo několik autorů (např. GROSS, SIEBER (2016)), je velké riziko, že po zavlečení choroby přes oceán, bude Amerika čelit stejnému problému, jako Evropa čelí dnes. Rozlehlé vodní plochy jsou zatím nejúčinnější překážkou pro *H. fraxineus*. Je třeba dbát na původ a kvalitu sadebního materiálu. Taktéž samotná vizuální kontrola sazenic je na místě.

Tato práce potvrdila všechny dosavadní výsledky pokusů na asijských druzích jasanu (např. práce: SCHWANDA, KIRISITS 2016; DRENKHAN et al. 2017). Jedním z velkých přínosů této práce je právě fakt, že poprvé (statisticky významně) prozkoumala interakci voskovičky jasanové (*H. fraxineus*) s asijskými druhy jasanu (*Fraxinus chinensis*, *F. sogdiana*, *F. ornus*).

Hypotéza o rezistentnosti asijských druhů jasanu nebyla potvrzena díky zjištění velké náchylnosti *F. sogdiana* k napadení nekrózou jasanu. Tento druh nemá ve městech ČR žádnou perspektivu.

Fraxinus ornus potvrdil svojí poměrně velkou odolnost vůči voskovičce jasanové. Již bylo zmíněno, že odolnost druhu nestačí. V toku času a vystavení infekčnímu tlaku je i tento druh velice ohrožen.

Naprosto rezistentní je dle výsledků *F. chinensis* jak je uvedeno v kapitole 5. „Tento druh nejevil známky výskytu nekrózy po celou dobu výzkumu. Dokonce i laboratorní měření zaznamenaly nulový rozsah infekce v pletivech. Jedinci tohoto druhu přirůstali dle očekávání jak do výšky, tak do šířky. Mortalita u tohoto druhu byla z logiky věci nulová“. (kap. 5). Našel se tedy alespoň jeden druh jasanu, který zatím odolal *H. fraxineus* i přes to, že byly přímo do kmínku vloženy štěpinky infikovaného dřeva. Otázkou však zůstává, zda je *F. chinensis* schopný dobrého růstu v podmínkách Evropy. Stejně tak, zda bude schopen přežít ve ztíženém prostředí měst. Tato skutečnost si žádá další výzkum.

Asijské druhy se velice liší druh od druhu. Na jedné straně je *F. chinensis*, jakožto zcela rezistentní druh, na druhé straně *F.sogdiana*, jakožto druh velice náchylný k infekci *H. fraxineus*. Mezi těmito druhy je ještě *F. ornus*, který je odolný, ne však zcela rezistentní. Různorodost odolnosti asijských druhů jasanů dokumentují také výsledky výzkumů na lépe prozkoumaném druhu *Fraxinus mandzurica* Rupr. V práci (GROSS, HOLDENRIEDER 2015) autoři uvádějí velmi velkou náchylnost tohoto druhu k infekci voskovičkou jasanovou.

Dobrá zpráva je, že *F.chinensis* z výsledků inokulace vyšel jako rezistentní a může být perspektivním druhem jasanu v této době, kdy má *H. fraxineus* navrch. Tento druh jasanu určitě stojí za další výzkum.

6.2 Návrh opatření pro zlepšení situace jasanů ve městech

Vzhledem k minimální akumulaci jasanů v zastavěných územích je infekční tlak *Hymenoscyphus fraxineus* menší než v lesních porostech. Další faktor působící ve městě je sucho. Díky suchu jsou stromy sice pod větším stresovým tlakem, na druhou stranu dává sucho menší prostor pro příznivou fruktifikaci voskovičky jasanové. KOUKOL a HAVRDOVÁ (2014) uvádějí jako jeden z nejdůležitějších faktorů vlhkost prostředí. Tedy, že na sušších stanovištích příp. ve srážkově deficitních období léta tj. tehdy, kdy dochází k vývoji apotecí je rozvoj voskovičky mnohem pomalejší nebo je alespoň její dopad slabší. Nezanedbatelným faktorem ovlivňujícím infekci *H. fraxineus* je fakt, že v městském prostředí je obvykle intenzivnější pohyb vzduchu než v prostředí lesním. Sice mohou být askospory přenášeny na dlouhé vzdálenosti avšak pro infekční tlak (akumulaci spor na jednom místě např. kolem již napadeného jedince) je intenzivnější pohyb vzduchu pozitivní.

Tento infekční tlak by se dal ještě snížit včasným a důkladným odstraňováním listů po úplném opadu ze stromu. Tím částečně zamezíme rozmnožování a růstu apotecí a tím fruktifikaci *H. fraxineus*. Vzhledem k tomu, že se askospory *H. fraxineus* šíří vzduchem na velké vzdálenosti, což infekci usnadňuje přenos (KOWALSKI, HOLDENRIEDER 2009) není možné se infekčnímu tlaku a napadání jasanů ve městech vyhnout úplně.

Vzhledem k faktu, že *H. fraxineus* do pár let zničí jasan zcela (umožní vstup sekundárním patogenům), je dalším krokem ke snížení infekčního tlaku včasné odstranění napadených jedinců a to ještě před opadem listů. UHERKOVÁ a KALÁBOVÁ (2013) ve své práci při pozorování *H. fraxineus* na jasanech ve městě Brně uvádějí, že 705 jasanů z celkových 1209 vykazuje příznaky infekce. Při tomto řešení by kácení muselo být opravdu radikální a otázkou tedy zůstává, zda by nám v budoucnu ve městech i zbylé zdravé stromy zůstaly.

Stromy ve městech nepodléhají lesnímu zákonu 289/1995 Sb., který omezuje používání nepůvodních druhů dřevin a tudíž je mimo les možné vysazovat i nepůvodní druhy dřevin, což je obrovská výhoda. Jednou z cest je tedy hledání odolnějších či rezistentních druhů jasanů. Z druhů velmi odolných jasanů vůči infekci *H. fraxineus* lze uvažovat např. o jasanu zimáři (*Fraxinus ornus*) nebo americkému druhu jasanu pensylvánském (*Fraxinus pennsylvanica*). Tyto druhy jasanů jsou však pouze v poměru

s ostatními druhy jasanů odolnější, ne však zcela rezistentní. Výsadba těchto druhů nejspíš stejně nebude příliš častá mezi správci zelení, protože perspektiva těchto jedinců i přes svou zvýšenou odolnost nebude velká. Z kultivarů jasanu ztepilého vychází z dřívějších literárních zdrojů jako nejodolnější kultivar *F. excelsior* „Nana“ (ROZSYPÁLEK 2012; ROZSYPÁLEK 2015a). V práci (UHERKOVÁ, KALÁBOVÁ 2013) bylo zaznamenáno 449 napadených jedinců z celkového počtu 699. Tento fakt potvrzuje, že i přes určitou odolnost tohoto kultivaru jsou jedinci kultivaru „Nana“ náchylní vůči infekci voskovičkou jasanovou (*H. fraxineus*). Další překážkou pro výsadbu kultivarů jasanu je nedostatek vhodných podnoží *F. excelsior*.

Jako nejperspektivnější alternativa jasanu ztepilého ve městech se zdá být jasan čínský (*Fraxinus chinensis* Roxburgh). Tato práce potvrzuje jeho 100% rezistentnost vůči infekci *H. fraxineus* (viz.kap. 5). Zůstává otevřených pár otázek (např.: Je odolný vůči dalším kulturám *H.fraxineus*? Je schopný přizpůsobit se zdejšími klimatickým podmínkám? Vyrovná se tento druh se zhoršenými podmínkami urbanizovaného prostředí? viz. kap. 6 výše). Všechny tyto otázky a mnohé další je třeba zodpovědět při dalším výzkumu.

Dalším možnou obranou vůči *H. fraxineus* mohou být injektáže. Technologie mikro-injektáží umožňuje aplikovat fungicidní látky systémové povahy přímo do živých pletiv hostitelské dřeviny a poskytnout jí tak individuální obranu vůči infekci. Technologie makro-injektáže se prozatím používá především pro zlepšení vitality dřevin díky dodání velkého množství živin a vody. Další možností obrany je využití mykovirů., podobně jako u rakoviny kůry kaštanovníku *Cryphonectria parasitica* An. (ROZSYPÁLEK et al. 2017). Tento výzkum je však teprve v počátcích a prozatím pouze víme, že se mykoviry na kulturách *H. fraxineus* vyskytují (CORNIE et al. 2014). Tento způsob obrany má také své nevýhody. Stále ještě není jasné, o jaké mikoviry se v kulturách *H.fraxineus* jedná a jaký mají vliv na agresivitu patogenní houby. Nevýhodou mikro-injektáže je omezená doba účinnosti. Podle ROZSYPÁLKA (2017) je účinnost ošetření pomocí mikro-injektáže dva roky a po uplynutí této doby musí být aplikace opakována. Další překážkou může být cena injektáže (cca 1500kč/strom) a proto jej bude vhodné zatím aplikovat pouze na stromy velmi cenné (památné stromy atd.).

Důležitým preventivním opatřením je pečlivá kontrola výsadbového materiálu a to především v místech, kde infekce ještě nepropukla.

Použití chemické ochrany se zdá být nereálné, vzhledem k negativním účinkům na mykofloru lesních stanovišť. Dalším negativem velkoplošného používání fungicidů je eutrofizace povrchových a podzemních povrchových zdrojů vody (FORESTRY COMMISSIONS [online] 2005). Z těchto důvodů nelze využít chemickou ochranu plošně v porostech a už vůbec v městském prostředí (ještě větší problém s hygienou).

Jedním z krizových řešení, ale preventivně vhodných je hledání alternativních druhů dřevin, které by zaujaly místo jasanů. Tato problematika je velmi náročná především z hlediska ochrany přírody, protože zavlečením tohoto onemocnění jasanů do Evropy jsou velice ohrožené přirozené lužní lesy. Ve městech bude náhrada jasanů přece jen jednodušší s přihlédnutím k faktu, že se není třeba držet pouze druhů původních.

Možná nejúčinnější se zdá být množení a výsadba geneticky odolných jedinců. V práci (STENER 2012) autor uvádí, že téměř ve všech porostech jasanu ztepilého (*F. excelsior*) můžeme najít malé procento jedinců, kteří jsou infekcí *H. fraxineus* napadeni pouze minimálně a to i přes velký infekční tlak. ROZSYPÁLEK (2015a) nachází v monokulturním jasanovém porostu celkově napadeného *H. fraxineus* jednoho jedince, který nejeví žádné známky napadení nekrotizací a to i přes obrovský infekční tlak. GROSS et al. (2014) konstatuje, že vyhledávat geneticky odolné jedince a dále s nimi pracovat jak v přirozených lesních porostech tak ve šlechtitelských programech je nejlepším řešením jak zachovat *F. excelsior*.

Otázkou zůstává, zda správy zeleně ještě sáhnou po sazenicích jasanu, nebo zda dají radši přednost perspektivnějším dřevinám.

7 ZÁVĚR

V této práci byla pomocí inokulačních pokusů zkoumaná náchylnost asijských druhů jasanu vůči infekci voskovičkou jasanovou (*Hymenoscyphus fraxineus* (T. Kowalski) Baral, Queloz & Hosoya). Inokulace byly prováděny na dvouletých krytokořených sazenicích *Fraxinus chinensis* Roxburgh., *Fraxinus ornus* L., *Fraxinus sogdiana* Bunge. a *Fraxinus excelsior* L. v lesní školce Řečkovice při Lesnické a dřevařské fakultě MENDELU.

Byla zjištěna stoprocentní rezistence *F. chinensis*. Poprvé byla jeho rezistence prokázána na statisticky významném počtu jedinců (32 ks). Naopak *F. sogdiana* byl velice náchylný vůči infekci (31 z 37 jedinců infikováno). *F. ornus* byl odolnější, avšak přesto náchylný k infekci (24 z 49 jedinců infikováno). Potvrdila se velká náchylnost *F. excelsior* (38 z 49 jedinců infikováno).

Dále byla srovnána náchylnost k infekci mezi testovanými druhy (*F. chinensis*, *F. sogdiana*, *F. ornus*, *F. excelsior*) jasanu a to včetně amerických druhů jasanu (*Fraxinus americana* L., *Fraxinus Pennsylvanica* Marshall.) testovaných v roce 2015 Ing. Jiřím Rozsypálkem (ROZSYPÁLEK, 2015a). *F. chinensis* je v porovnání se všemi druhy nejméně náchylný resp. je zcela rezistentní k infekci *H. fraxineus*. *F. ornus* se řadí spolu s *F. pennsylvanica* k odolnějším druhům. *F. sogdiana* je spolu s *F. americana* velmi náchylný k infekci. Evropský druh *F. excelsior* je náchylný k infekci *H. fraxineus* ze všech testovaných druhů jasanu nejvíce.

Byla zhodnocena celková situace jasanů v městském prostředí. Jasan je doposud třetí nejčastější dřevina ve městech ČR. Pěstuje se jak ve formě klasické, tak v několika kultivarech (nejčastěji *F. excelsior* „Nana“). Infekce je přítomna ve městech ČR. Správci zelení se vyhýbají výsadbě *F. excelsior* jako problémové dřevině, ale speciální řešení pro zachování jasanů zpravidla nekonají. Byly navrženy možnosti řešení stávající situace jasanů ve městech (sběr listí po opadu, kácení napadených jedinců, výsadba odolnějších nebo rezistentních druhů jasanu, výsadba geneticky odolnějších jedinců, injektaže, kontrola výsadbového materiálu, výsadba alternativních dřevin) a slovně zhodnoceny jejich možnosti.

8 SUMMARY

In this bachelor thesis, the susceptibility of Asian ash species to ash dieback (*Hymenoscyphus fraxineus* (T. Kowalski) Baral, Queloz & Hosoya) was investigated using inoculation experiments. Inoculations were carried out on two-year-old seedlings of *Fraxinus chinensis* Roxburgh, *Fraxinus ornus* L., *Fraxinus sogdiana* Bunge. And *Fraxinus excelsior* L. in the forest nursery of Řečkovice at faculty of forestry and wood technology of MENDELU.

One hundred percent resistance of *F. chinensis* was detected. For the first time, its resistance was demonstrated on a statistically significant number of seedling (32). In contrast, *F. sogdiana* was very susceptible to infection (31 of 37 seedling were infected). *F. ornus* was more resistant, yet susceptible to infection (24 of 49 seedling were infected). A very propensity was confirmed *F. excelsior* (38 of 49 seedling were infected).

In addition, the susceptibility to infection between the ash species tested (*F. chinensis*, *F. sogdiana*, *F. ornus*, *F. excelsior*), as well as the American species ashes (*Fraxinus americana* L., *Fraxinus Pennsylvanica* Marshall.) tested in 2015 by Ing. Jiří Rozsypálek (ROZSYPÁLEK, 2015a). *F. chinensis* is the least susceptible to all species, respectively is completely resistant to *H. fraxinus* infection. *F. ornus* ranks together with *F. pennsylvanica* to more resistant species. *F. sogdiana* is very susceptible to infection, along with *F. americana*. The European species of *F. excelsior* is susceptible to infection of *H. fraxineus* – in fact the most susceptible from all the tested ash species.

The overall situation of ashes in the urban environment has been assessed. Ash is the third most common tree species in the Czech Republic. It is cultivated both in the form of classic (*F. excelsior*) and in several cultivars (most often *F. excelsior* "Nana"). The infection is present in cities in the Czech Republic. Green manages avoid planting *F. excelsior* as a problematic tree species, but there are no special solutions for ash conservation. The possibilities of solving the existing ash situation in cities were proposed and verbally evaluated - collection of leaves after the fall, felling affected ashes, planting more resistant or resistant ash species, planting genetically more resistant ashes, injections, controlling planting material, planting alternative trees.

9 LITERATURA

ANONYMUS 2003 Seznam doporučených odrůd rostlin. Průhonice: Svaz školkařů České republiky. ISBN 80-239-1198-8.

ATLAS POŠKOZENÍ DŘEVIN [online] atlaspoškozenídřevin.cz [cit. 2017-04-21]. Dostupné z: http://atlasposkozeni.mendelu.cz/atlas/436-nekroza_jasanu.html.

BARAL, H.O., QUELOZ, V., HOSOYA, T. 2014 *Hymenoscyphus fraxineus*, the correct scientific name for the fungus causing ash dieback in Europe. IMA Fungus 5: 79-80.

BOTANY.CZ [online] 1 FRAXINUS EXCELSIOR L. – jasan ztepilý / jaseň štíhly. Botany.cz, 2007 [cit. 2017-04-09]. Dostupné z: <http://botany.cz/cs/fraxinus-excelsior/>.

BOTANY.CZ [online] 2 FRAXINUS ORNUS L. – jasan zimnář / jaseň mannový [online]. Botany.cz, 2007 [cit. 2017-04-09]. Dostupné z: <http://botany.cz/cs/fraxinus-ornus/>.

BUCHTELOVÁ, R. et al. 2009 Nový akademický slovník cizích slov A-Ž. Praha: Academia, 2009. ISBN 978-80-200-1415-3

CECH, T. 2008 Eschenkrankheit in Niederosterreich – neue Untersuchungsergebnisse. Forstschutz Aktuell, Wien, (43): 24-28.

CORNIE, N.S., ZOLLER S., RIGLING D. 2014 Detection and genetic characterisation of a novel mycovirus in *Hymenoscyphus fraxineus*, the causal agent of ash dieback. Infection, Genetics and Evolution 28: 78-86.

CUDLÍN P., CHMELÍKOVÁ E., ČERNÝ M. [online]. Využití mykorhizních symbióz v lesnictví. [cit. 2017-04-21] MENDELU. https://akela.mendelu.cz/~xcepl/inobio/nove/Mykorhizni_symbiozy/Vyuziti_mykorhiznich_symbioz UIS opraveny.pdf.

ČERMÁKOVÁ, V. 2014 Occurrence of putative dsRNA mycoviruses in Ash Dieback Causal Agent. MSc Thesis in Department of Forest Protection and Wildlife Management (FFWT). Mendel University in Brno, 47p.

DATABÁZE DENDROLOGIE [online] databaze.dendrologie.cz 2006 (1) [cit. 2017-03-11]. Dostupné z: <http://databaze.dendrologie.cz/index.php?menu=6&id=18739>.

DATABÁZE DENDROLOGIE [online] *databaze.dendrologie.cz* 2006 (2) [cit. 2017-03-11]. Dostupné z: <http://databaze.dendrologie.cz/index.php?menu=6&id=1338>.

DATABÁZE DENDROLOGIE [online] *databaze.dendrologie.cz* 2006 (3) [cit. 2017-03-11]. Dostupné z:

<http://databaze.dendrologie.cz/index.php?menu=6&id=18744>.

DRENKHAN, R., ADAMSON, K., HANSO, M. 2015. *Fraxinus sogdiana*, a Central Asian ash species, is susceptible to *Hymenoscyphus fraxineus*. *Plant Protection Science* 51: 150-152.

DRENKHAN, R. et al. 2017 Overview of ash and ash dieback in Estonia. Dieback of European Ash (*Fraxinus* spp.) - Consequences and Guidelines for Sustainable Management. ISBN 978-91-576-8697-8.

DRENKHAN, R., HANSO M. 2010 New host species for *Chalara fraxinea*. *New Disease Reports* 22, 16.

FLORA OF CHINA [online]. eFloras.org [cit. 2017-04-08]. Dostupné z: http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=2&taxon_id=210000548.

FORESTRY COMMISSION [online] 2005. Using Chemicals in the Forest. Operational Guidance Booklet. 15. [cit. 2017-04-21] Dostupné na: <http://www.opsi.gov.uk/click-use/index>.

GROSS, A. et al. 2014 *Hymenoscyphus pseudoalbidus*, the causal agent of European ash dieback. *Molecular plant pathology* (2014) 15(1), 5–21.

GROSS, A., HOLDENRIEDER, O. 2015 Pathogenicity of *Hymenoscyphus fraxineus* and *Hymenoscyphus albidus* towards *Fraxinus mandshurica* var. Japonica. *Forest Pathology and Dendrology, Institute of Integrative Biology (IBZ), ETH Zurich, Zurich 8092, Switzerland. Forest pathology. 45 (2015) 172–174.*

GROSS, A., SIEBER, T. N. 2016 Virulence of *Hymenoscyphus albidus* and native and introduced *Hymenoscyphus fraxineus* on *Fraxinus excelsior* and *Fraxinus pennsylvanica*. *Forest Pathology and Dendrology, Institute of Integrative Biology (IBZ), ETH Zurich, Zurich, 8092, Switzerland. Plant Pathology (2016) 65, 655–663.*

HAUPTMAN, T. et al. 2016 Individual resistance of *Fraxinus angustifolia* clones to ash dieback. *Forest pathology* 46 (2016) 269–280.

HORÁČEK, P. 2007 *Encyklopedie listnatých stromů a keřů*. Brno. Computer Press, 2601. publikace. 2.vydání, 747 s.. ISBN 978-80-251-1708-8.

HUSSON, C., CAËL, O., GRANDJEAN, JP., NAGELEISEN, LM., MARCAIS, B. 2012 Occurrence of *Hymenoscyphus pseudoalbidus* on infected ash logs. Plant Pathology 61, 889–895.

CHINESE PLANT NAMES [online]. eFloras.org [cit. 2017-04-08]. Dostupné z: http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=3&taxon_id=210000562.

JANKOVSKÝ, L., PALOVČÍKOVÁ, D. [online] 2009 Nový příklad chřadnutí dřevin v ČR – nekróza jasanů. [cit. 2017-04-21]. Dostupné na World Wide Web: <http://zahradaweb.cz/novy-priklad-chradnuti-drevin-v-cr-nekroza-jasanu/>.

KIRISITS, T., MATLAKOVA, M., MOTTINGER-KROUPA, S., CECH, T., L., HALMSCHLAGER, E. 2009. The current situation of ash dieback caused by *Chalara fraxinea* in Austria. Proceedings of the Conference of IUFRO Working. 97–119.

KIRISITS, T., MATLAKOVA, M., MOTTINGER-KROUPA, S., HALMSCHLAGER, E., LAKATOS, F. 2010 *Chalara fraxinea* associated with dieback of narrow-leaved ash (*Fraxinus angustifolia*). Plant Pathol. 59:411.

KIRISITS, T., MATLAKOVA, M., MOTTINGER-KROUPA, S., HALMSCHLAGER, E. 2008 Verursacht *Chalara fraxinea* das Zurücksterben der Esche in Österreich? Forstschutz Aktuell, Wien, (43): 29-34.

KIRK, P., CANNON, P., MINTER, D., STALPERS, J. 2008 Dictionary of the Fungi (10th ed.). Wallingford, UK: CAB International. p. 327. ISBN 0-85199-826-7.

KOLAŘÍK, J. et al. 2010 Péče o dřeviny rostoucí mimo les – II. díl. Vlašim. ČSOP. ISBN 978-80-86327-85-3.

KOLAŘÍK, J. et al. 2003 Péče o dřeviny rostoucí mimo les – I. díl. Vlašim. ČSOP. ISBN 80-86327-36-1.

KOLIBÁČOVÁ, S., ČERMÁK, P., ÚRADNÍČEK, L. 2002 Dendrologie, cvičení 1. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. Brno. 198s. ISBN 80-71-57-619-0.

KOŠTÁLOVÁ, V., SÁZELOVÁ, V. 2010 Chřadnutí a odumírání jasanů. Vydalo: Ministerstvo zemědělství ve spolupráci se Statní rostlinolékařskou správou. Těšnov 17, 117 05 Praha 1.

KOUKOL, O., HAVRDOVÁ, L. 2014. Vřeckovýtrusá zkáza jasanů. Živa 1; 7–10.

KOWALSKI, T., HOLDENRIEDER, O. 2008 Eine neue Pilzkrankheit an Esche in Europa. [A new fungal disease of ash in Europe]. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, 159, , č. 3, s. 45 - 50.

KOWALSKI, T., HOLDENRIEDER, O. 2009 The teleomorph of *Chalara fraxinea*, the causal agent of ash dieback. Forest Pathology,39: 304-308.

KOWALSKI, T., ŁUKOMSKA, A. 2005 Studies on *Fraxinus excelsior* L. dieback in Włoszczowa Forest Unit stands. Acta Agrob. 59. 429–440.

MADIGAN, A. et al. 2015 Can *Hymenoscyphus fraxineus* infect hardy members of the *Oleaceae* other than ash species? Forest pathology. 45 (2015) 426–429.

MARTINEK, P. 2012 Vliv stresu na vývoj fytofágů břízy. Bakalářská práce, MENDELU, 88s.

MÁLEK, Z., HORÁČEK, P.,KIESENBAUER, Z. 2012 Stromy pro sídla a krajinu. Olomouc, 357 s. ISBN 978-80-87091-36-4.

MIKSOVÁ, L. 2016 Perspektivní kultivary v sortimentu domácích dřevin. Diplomová práce, MENDELU, 112s.

NÁROVEC, V., TREJTNAROVÁ, J., JANČAŘÍK, V. 2008 Čeká jasanů chřadnutí? [Are ash stands expected to decline?]. Lesu zdar 5; 4-6.

PRKNOVÁ, H. et al. 2007 [online] Mikropropagace klonů lesních dřevin – termíny a důležité fenomény na fotografických dokumentech. [cit. 2017-04-21] Prof. Ing. Jaroslav Koblíha, CSc. Ing. Jaroslav Klápště ČZU FLD 2007 © ČZU Praha. Dostupné na:
http://fzp.czu.cz/~exkurze/_dokumenty/Multimedialni_projekty/minilexikon.pdf

QUELOZ, V. et al. 2017 Ash dieback in Switzerland: history and scientific achievements. Dieback of European Ash (*Fraxinus* spp.) - Consequences and Guidelines for Sustainable Management. ISBN 978-91-576-8697-8.

RIMVYDAS, V., RASMUS E. 2017 Dieback of European Ash (*Fraxinus* spp.) - Consequences and Guidelines for Sustainable Management. ISBN 978-91-576-8697-8.

ROZSYPÁLEK, J. 2012 Nekróza jasanu *Chalara fraxinea* - fenologie, bionomie, charakteristika symptomy, rozšíření v oblasti Kroměřížska a Zlínska. Brno, Bakalářská práce. MENDELU, 76s.

ROZSYPÁLEK, J. 2015a Infekční biologie *Chalara fraxinea* a faktory ovlivňující fruktifikaci teleomorfy *Hymenoscyphus pseudoalbidus* jako zdroje infekce nekrózy jasanu. Diplomová práce. MENDELU, 107 s.

ROZSYPÁLEK, J. 2015b Monitoring a ověření metodiky hodnocení nekrózy jasanů způsobené patogenem *Chalara fraxinea* na vybraných územích. Nitra. Význam starostlivosti o dřeviny vo verejnej zeleni, 31-38.

ROZSYPÁLEK, J. et al. 2017 Ash and ash dieback in the Czech Republic. Dieback of European Ash (*Fraxinus* spp.) - Consequences and Guidelines for Sustainable Management. ISBN 978-91-576-8697-8.

SCHWANDA, K., KIRISITS, T. 2016 Pathogenicity of *Hymenoscyphus fraxineus* towards leaves of three European ash species: *Fraxinus excelsior*, *F. angustifolia* and *F. ornus* Plant Pathology (2016) 65, 1071–1083.

SCHUMACHER, J., WULF, A., LEONHARD, S. 2007 Erster Nachweis von *Chalara fraxinea* T. Kowalski in Deutschland. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd., 59 p.

STENER, L. 2012 Clonal differences in susceptibility to the dieback of *Fraxinus excelsior* in southern Sweden, Scandinavian Journal of Forest Research 28: 205-216.

UHERKOVÁ D., KALÁBOVÁ K. 2013 Biologie původce nekrózy jasanů *Chalara fraxinea* (teleomorfa *Hymenoscyphus pseudoalbidus*) na vybrané lokalitě v okolí Brna. SOČ. Konzultanti práce Prof. Dr. Ing. Libor Jankovský, Bc. Jiří Rozsypálek.

ÚRADNÍČEK, L., CHMELARŮ, J. 1995 Dendrologie lesnická, 2. část, Listnáče 1 (*Angiospermae*). Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. 167s., dotisk 1998, ISBN 80-7157-169-5.

ÚRADNÍČEK, L., MADĚRA, P., TICHÁ, S., JELÍNEK, B. 2014 Dendrologie. Mendelova univerzita v Brně. Brno. 144s. ISBN 978-80-7509-181-9.

ÚRADNÍČEK, L., MADĚRA, P., TICHÁ, S., KOBLÍŽEK, J. 2009 Dřeviny České republiky, 2. přeprac. vydání. Lesnická práce, s. r. o., 367 s. ISBN 978-80-87154-62-5.

VÁGNER, F. 2016 Mortalitní faktory provázející odumírání jasanů v důsledku infekce nekrózou jasanů *Hymenoscyphus fraxineus* v oblasti podhůří Orlických hor. Diplomová práce. MENDELU, 73s.

WANG, Z., BINDER, M., SCHOCH, C., JOHNSTON, P., SPATAFORA, J., HIBBETT, D. 2006 Evolution of helotialean fungi (Leotiomyces, Pezizomycotina): a nuclear rDNA phylogeny. *Mol. Phylogenet. Evol.* 41. 295–312.

10 SEZNAM OBRÁZKŮ GRAFŮ A TABULEK

Obrázek 1: Potvrzený výskyt <i>H.fraxineus</i> v jednotlivých zemích	12
Obrázek 2: Bílé plodničky - apothécia na loňských řapících	14
Obrázek 3: Zbarvení dř. hmoty po průniku infekce do pletiv semenáčku jasanu ..	14
Obrázek 4: Nekrotické léze na napadených jasanech	15
Obrázek 5: Životní cyklus nekrózy jasanu	16
Obrázek 6: Přirozený areál jasanu ztepilého	19
Obrázek 7: Fóliové skleníky v lesní školce Brno – Řečkovice.....	31
Obrázek 8: Postup inokulace sazenic	32
Obrázek 9: Očkování štěpinek ve flow boxu	35
Obrázek 10: Růst mycélia v Petriho miskách	35
Obrázek 11: Práce v laboratoři.....	36
Graf 1: Velikost viditelné podkorní nekrózy.....	39
Graf 2: Rozsah infekce v pletivech	39
Graf 3: Mortalita druhů	40
Graf 4: Radiální přírůst na bázi	41
Graf 5: Výškový přírůst.....	41
Graf 6: Srovnání morfotypů kultur <i>H. fraxineus</i> - viditelná podkorní nekróza	42
Graf 7: Srovnání morfotypů kultur <i>H. fraxineus</i> - rozsah infekce v pletivech.....	42
Graf 8: Velikost viditelné podkorní nekrózy - kultury.....	43
Graf 9: Rozsah infekce v pletivech - kultury	44
Graf 10: Radiální přírůst - kultury.....	45
Graf 11: Výškový přírůst - kultury.....	45
Graf 12: Počet vysazovaných jasanů ve městě Brně 2000 - 2016	46
Tabulka 1: Složení dřevin (2015) ve městech na území České republiky	22
Tabulka 2: Přehled počtu inokulovaných jedinců a kultur.....	33
Tabulka 3: Charakteristika kultur.....	34