

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra ochrany lesa a entomologie



Bakalářská práce

Účinnost vybraných fungicidních přípravků proti patogenům na napadených semenáčcích buku lesního

Lukáš Arpa

© 2020 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Lukáš Arpa

Lesnictví

Hospodářská a správní služba v lesním hospodářství

Název práce

Účinnost vybraných fungicidních přípravků proti patogenům na napadených semenáčcích buku lesního

Název anglicky

Effectiveness of selected fungicidal products against the pathogens on infected beech forest seedlings

Cíle práce

Cílem bakalářské práce je zhodnocení účinnosti vybraných obranných opatření proti poškození bukových semenáčů patogeny.

Metodika

Bakalářská práce bude zaměřena na hodnocení obranných opatření proti houbovým patogenům na semenáčcích buku v lesní školce. V rámci experimentu budou testovány fungicidní přípravky s různými účinnými látkami. Během sezóny budou sledovány příznaky poškození bukových semenáčů. V průběhu roku budou odebírány vzorky poškozených semenáčů, které budou následně v laboratoři kultivovány a původci poškození determinovány. V průběhu sezóny bude pořizována fotodokumentace. Vyhodnocením experimentu bude porovnání účinnosti jednotlivých opatření proti výskytu houbových patogenů v lesních školkách.

Doporučený rozsah práce

30-40

Klíčová slova

Phytophthora cactorum, plíseň buková, buk lesní, lesní školka, semenáček, fungicidy

Doporučené zdroje informací

- Butin H. 1995: Tree diseases and disorders. Causes, biology and control in forest and amenity trees. Oxford University Press, New York, Tokyo: 252 pp.
- Jung T., Pérez-Sierra A., Durán A., Jung M. H., Balci Y., Scanu B. 2018. Canker and decline diseases caused by soil- and airborne Phytophthora species in forests and woodlands. *Persoonia – Mol Phylogeny Evol Fungi*. 40(1): 182–220.
- Nef L., Perrin R. 1999: Damaging agents in european forest nurseries. Practical handbook. Luxemburg, Office for official Publications of the european Communities: 352 pp.
- Pešková V., Čížková D. 2015. Lesnická fytopatologie. ČZU Praha: 109 s.
- Příhoda A. 1959. Lesnická fytopatologie. Státní zemědělské nakladatelství. Praha: 363 s.
- Schmitthenner A. F., Bhat R. G. 1994. Useful methods for studying Phytophthora in the laboratory. *Spec Circ – Ohio Agric Res Dev Cent.* (143):10 pp.
- Stepniewska H. 2005. Phytophthora spp. on beech seedlings in some forest nurseries of south Poland. Conference in Warsaw: Phytophthora spp. in Nurseries and Forest Stands: 47-52.
- Vakula J., eds. 2015. Nové metody ochrany lesa. Národní lesnické centrum. Zvolen: 291 s.

Předběžný termín obhajoby

2019/20 LS – FLD

Vedoucí práce

doc. Ing. Vítězslava Pešková, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra ochrany lesa a entomologie

Elektronicky schváleno dne 24. 10. 2019

prof. Ing. Jaroslav Holuša, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 22. 2. 2020

prof. Ing. Róbert Marušák, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 11. 06. 2020

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Účinnost vybraných fungicidních přípravků proti patogenům na napadených semenáčcích buku lesního“ vypracoval samostatně pod vedením doc. Ing. Vítězslavy Peškové, Ph.D. a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů. Jsem si vědom, že zveřejněním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. O vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Sedlčanech dne 11.06.2020

Podpis autora:

Poděkování

Děkuji své vedoucí práce doc. Ing. Vítězslave Peškové, PhD. za odborné vedení, konzultace a milý přístup.

Dále bych chtěl také poděkovat Ing. Markétě Macháčové za pomoc v laboratoři a Ing. Michalu Samkovi za pomoc při analýze dat.

Ještě bych na tomto místě poděkoval mému zaměstnavateli Lesní společnost Vltava s.r.o. za poskytnutí materiálu pro výzkum a také za poskytnutí dostatečného prostoru pro studium.

Nakonec bych rád poděkoval mé rodině za podporu v průběhu celého studia.

Abstrakt

Tato práce se zabývá vyhodnocením účinnosti chemických přípravků na ochranu semenáčků buku lesního (*Fagus sylvatica*) proti houbovým patogenům, které mohou působit padání semenáčků. Jednalo se o přípravky Previcur Energy s účinnou látkou propamocarb, Kuprikol 50 s účinnou látkou oxychlorid měďnatý a Ortiva s účinnou látkou azoxystrobin. Cílem práce bylo posoudit, který z těchto přípravků bude proti houbovým patogenům nejúčinnější. Pokus probíhal v lesní školce Věcov I, která je součástí pronajatého majetku, na kterém hospodaří firma Lesní společnost Vltava s.r.o. Jako pokusné plochy byly vybrány sje buk lesního, které byly provedeny na podzim roku 2018 do záhonu a pěstovány prostokořenným způsobem. Po vyklíčení děložních listů byl proveden první postřik a další byly prováděny se sedmi až desetidenními odstupy. Testované varianty byly provedeny ve dvou opakováních. První pokusná plocha byla ošetřena přípravkem Kuprikol 50, druhá byla ošetřena přípravky Ortiva a Previcur, třetí byla samotná Ortiva a čtvrtý samotný Previcur. Při ošetřování pokusných ploch byla prováděna vizuální kontrola a napadené semenáčky byly sebrány a dopraveny do školní fytopatologické laboratoře, kde byly podrobeny zkoumání na přítomnost a intenzitu napadení houbovými patogeny. Mezi hlavními patogeny byly zjištěny zástupci rodu *Fusarium*, *Alternaria*, *Cladosporium* a *Cylindrocarpon*. Nejlepších výsledků dosahovala kombinace přípravků Ortiva a Previcur a nejhůře na tom byly semenáčky bez ošetření. Z výsledků této práce vyplývá, že nejvhodnějším přípravkem proti houbovým patogenům je Kuprikol, který dosahoval dobrých výsledků a zároveň byl cenově dostupný.

Klíčová slova:

buk lesní, chemický přípravek, padání semenáčků, houbový patogen, lesní školka, propamocarb, oxychlorid měďnatý, azoxystrobin

Abstract:

This work deals with the evaluation of the effectiveness of chemical preparations for the protection of beech seedlings (*Fagus sylvatica*) against fungal pathogens that can cause damping off seedlings. These were Previcur Energy with the active substance Propamocarb, Kuprikol 50 with the active substance copper oxychloride and Ortiva with the active substance azoxystrobin. The aim of the work was to assess which of these preparations will be the most effective against fungal pathogens. The experiment took place in the Věcov I forest nursery, which is part of the leased property managed by the company Lesní společnost Vltava s.r.o. Beech sows (*Fagus sylvatica*) were selected as experimental plots, which were made into a flowerbed and grown in a free-rooting manner. After germination of the uterine leaves, the first spray was performed and the others were performed at intervals of seven to ten days. The tested variants were performed in duplicate. The first experimental area was treated with Kuprikol 50, the second was treated with Ortiva and Previcur, the third was Ortiva alone and the fourth was Previcur alone. During the treatment of the experimental areas, a visual inspection was performed and the infested seedlings were collected and transported to the school phytopathological laboratory, where they were examined for the presence and intensity of infestation by fungal pathogens. Representatives of the genera *Fusarium*, *Alternaria*, *Cladosporium* and *Cylindrocarpon* were identified among the main pathogens. The combination of Ortiva and Previcur achieved the best results, and the untreated seedlings were the worst.

Keywords:

Beech seedling, chemical agent, damping off seedlings, fungal pathogen, forest nursery, propamocarb, copper oxychlorid, azoxystrobin

Obsah

1. Úvod	1
2. Literární přehled	2
2.1. Padání semenáčků	2
2.2. Přehled nejvýznamnějších houbových patogenů poškozující semenáčky	3
2.3. Abiotičtí škodliví činitelé	11
2.4. Způsoby pěstování sazenic lesních dřevin	13
2.5. Chemická ochrana ve školkách a lesních porostech	16
2.5.1 Testované chemické přípravky	17
2.5.2 Legislativa	19
2.5.3 Používání pesticidů na území České republiky	20
3. Materiál a metodika	22
3.1. Lesní školky	22
3.2. Pěstování buku lesního ve školce Věcov I	23
3.3. Založení a aplikace testovaných chemických přípravků	24
3.4. Odběry vzorků pro následné analýzy	26
3.5. Kultivace a určování houbových patogenů na odebraných vzorcích semenáčků	27
3.5.1. Kultivace ve vlhkých komorách	27
3.5.2. Determinace houbových patogenů	28
4. Výsledky	30
4.1. Porovnání variant testovaných chemických přípravků	30
4.2. Zjištěné houbové patogeny v testovaných variantách přípravků	30
4.3. Zhodnocení účinnosti přípravků a finančních nákladů	36
4.4. Zhodnocení počasí v roce 2019	37
5. Diskuze	39
6. Závěr	42
7. Seznam použité literatury	43
8. Přílohy	47

Seznam tabulek, obrázků a grafů

Seznam tabulek

Tabulka 1: Spotřeba účinných látek dle účinných látek testovaných přípravků.....	21
Tabulka 2: Schéma pokusných ploch podle použitých chemických prostředků a termíny aplikace	25
Tabulka 3: Termíny jednotlivých odběrů vzorků:	27
Tabulka 4: Intervaly mikroskopování:	29
Tabulka 5: Průměrná intenzita výskytu houbových patogenů dle testovaných ošetření	30
Tabulka 6: Detailní celková četnost výskytu patogenů.....	31
Tabulka 7: Výskyt patogenů podle způsobu ošetření	34
Tabulka 8: Přehled cen použitých fungicidních přípravků	36
Tabulka 9: Rozdělení teplot podle období	37
Tabulka 10: Rozdělení srážek podle období v roce 2019 a srovnání s normálem ...	38

Seznam obrázků

Obrázek 1: Makrokonidie a konidiofory rodu <i>Alternaria</i>	3
Obrázek 2: Makrokonidie a mikrokonidie rodu <i>Fusarium</i>	5
Obrázek 3: Konidie rodu <i>Cladosporium</i>	7
Obrázek 4: Konidiofor houby rodu <i>Botrytis</i>	9
Obrázek 5: Podrobné rozdělení technologie pěstování prostokořenného sadebního materiálu	14
Obrázek 6: Detailní rozdělení technologie pěstování krytokořenného sadebního materiálu	16
Obrázek 7: Přípravek Previcur® Energy	17
Obrázek 8: Přípravek Kuprikol 50	18
Obrázek 9: Přípravek Ortiva®	19
Obrázek 10: Lesní školky Nuzov, Věcov I a Věcov II.	22
Obrázek 11: Možnosti uspořádání záhonů v lesní školce	23
Obrázek 12: Vytyčené pokusné plochy se semenáčky buku lesního	25
Obrázek 13: Napadený semenáček buku lesního	26
Obrázek 14: Kultivace vzorků metodou vlhké komory	28
Obrázek 15: Výskyt patogenů podle části rostliny	32
Obrázek 16: Celková četnost výskytu houbových patogenů podle rodu	32
Obrázek 17: Průměrná intenzita výskytu podle ošetření	33
Obrázek 18: Četnost výskytu patogenů podle jednotlivých vyhodnocení	35
Obrázek 19: Teploty vzduchu v roce 2019 v České republice	37
Obrázek 20: Srážky v roce 2019 v ČR	38

1. Úvod

Lidstvo se už od svého zrození vždy snažilo, aby si co nejvíce ulehčilo práci. Vývojem jsme se dostali až k intenzivnímu zemědělství, abychom byli schopni vyprodukovat potraviny pro čím dál více lidí. A aby bylo možné tolik jídla vyprodukovat, musíme používat mimo jiné i chemické prostředky pro ochranu rostlin. Chemické prostředky se začaly nejprve používat na ochranu zemědělské produkce pro potravinářský průmysl, až poté se začaly používat i v lesnictví. Sucho, mráz, houbové patogeny, zvěř a další nepříznivé abiotické a biotické faktory nás nutí k tomu, aby tyto přípravky byly co nejefektivnější a zároveň také co nejdostupnější, aby se daly použít proti více patogenům najednou atd.

Chemických přípravků na ochranu rostlin proti houbovým chorobám je nepřehledné množství a i pro zkušeného lesníka může být někdy těžké určit, které budou pro jeho potřeby vhodné. Tyto všechny a další faktory nás nutí stále zkoušet, jaký prostředek bude nejvhodnější. Testování účinnosti vybraných fungicidních přípravků může přinést významné zefektivnění při využívání ochranných přípravků ve školkařství.

Cílem této bakalářské práce bylo zhodnotit účinnost vybraných přípravků proti houbovým patogenům způsobujícím padání semenáčků buku lesního (*Fagus sylvatica*) a na základě získaných výsledků posoudit, který přípravek pro tento účel v našich školkách nejvhodnější. Jednalo se o přípravky Previcur Energy, Kuprikol 50 a Ortiva.

Tato práce mimo jiné pojednává o houbových patogenech, které jsou ve školkách relativně časté, jako je rod *Fusarium*, *Alternaria* a *Cylindrocarpon*. Další část práce je zaměřená na vybrané abiotické faktory, které mohou mít pozitivní i negativní vliv na vývoj houbových patogenů, a také na jednotlivé chemické přípravky, které byly pro pokus použity.

2. Literární přehled

Jeden z významných problémů u sadebního materiálu jsou houbové patogeny, které se následně projevují jako padání semenáčků.

2.1. Padání semenáčků

Padání semenáčků je v dnešní době jeden z nejvýznamnějších problémů ve školkách, kde jsou dřeviny pěstovány prostokořenným způsobem pěstování, a to zvláště v letech příznivých pro vývoj houbových patogenů. Při teplejších jarních měsících se hlavní vlna poškození semenáčků projevuje již na jaře, naopak, když je chladné jaro, tak největší ztráty jsou v červenci, pokud má houba podmínky k rozvoji (JANČAŘÍK, 1960; SUTHERLAND, 2007).

Příčiny padání semenáčků lesních dřevin nejsou vždy jednoznačně určitelné. Velmi často se ukazuje, že příčinou je kombinace několika různých faktorů. Nejčastěji se setkáváme s oslabením suchem nebo přemokřením, úpalem, nedostatkem světla nebo nedostatečnou výživou. Takto oslabené semenáčky jsou pak mnohem náchylnější na různé napadení patogeny, a tudíž i padání semenáčků.

Pro vznik každého onemocnění, a tedy i padání semenáčků, je důležitá nejen přítomnost patogenního činitele, ale i určitá dispozice hostitele k nákaze touto chorobou. Ukázalo se, že vznik a vývoj padání semenáčků je méně závislý na přítomnosti patogenu než na dispozici hostitele k infekci. Pokud dojde ke snížení optimálních podmínek pro rostliny, například z důvodů uvedených výše, tak se zvýší optimální podmínky pro patogeny a naopak.

Přestože abiotické vlivy mají pro vznik a vývoj choroby podstatný význam, pravdou zůstává, že bez půdních houbových patogenů by k vážnějším ztrátám nedocházelo. Houbové patogeny jsou běžné půdní mikroorganismy, které jsou schopné žít na organických zbytcích. Jakmile mají dobré podmínky pro svůj rozvoj, stávají se tyto houby schopnými napadat oslabené semenáčky. Jejich mycelium vniká do mladých pletiv

(zvláště kořínků a kořenových krčků) a vyvolává hnilobu a rychlý rozklad. Nejdříve bývají napadeny oslabení jedinci, ale při silnějším rozvoji přecházejí houby v parazitismu a napadají i zdravé semenáčky.

Padání semenáčků se na počátku projevuje místním poškozením pletiv, změnou jejich barvy, tmavnutím a pokračující hnilobou. Tyto patologické změny se s postupující chorobou dále rozšiřují, až zachvátí celý semenáček, který se rozkládá a rozpadá (JANČAŘÍK, 1960).

Padání semenáčků způsobuje mnoho rodů houbových patogenů, jako jsou například rod *Alternaria*, *Fusarium*, *Cylindrocarpon*, *Penicillium*, *Botrytis*, *Cladosporium* (PEŠKOVÁ, 2005).

2.2. Přehled nejvýznamnějších houbových patogenů poškozující semenáčky

Rod *Alternaria* (Nees) Wiltshire (čerň)

Zařazení:

říše Fungi, třída Dothideomycetes, řád Pleosporales, čeleď Pleosporaceae (KUBÁTOVÁ, 2002).



Obrázek 1: Makrokonidie a konidiofory rodu *Alternaria* (Zdroj: M. Samek, 2020)

Způsob rozmnožování patogenu je nepohlavní – konidii (Obr. 1). Optimální teplota pro rozmnožování je 25 – 28 °C, minimum -5 °C, maximum 36 °C (KUBÁTOVÁ, 2002).

Charakteristickým rysem rodu *Alternaria* je způsob tvoření a struktura konidií. Vegetativní mycelium je zčásti hyalinní (zvláště vzdušné) a zčásti

tmavě hnědě zbarvené (substrátové). Konidiofory jsou hustě článkovány, málo větvené a vytvářejí po stranách i na koncích vícebuněčné zdřovitě konidie (dictyospory).

Konidie jsou poměrně velké (20-40 x 8-12 μm), mají širší bázální část a užší apikální. Poslední buňka apikální části vypučí v novou konidii. Tento jev se může několikrát opakovat a vzniká tak řetězec centrifugálně (od středu ke stranám) tvořených konidií. Jsou i jiné případy, v kterých apikální buňka první konidie vytvoří konidionosné vlákno, na kterém vznikne další konidie, přičemž může dojít i k jeho větvení. Konidie mohou být žluté, okrové, někdy tmavě hnědé nebo žlutohnědé. Jejich povrch je hladký, ale i zdrsnělý až ostnitý. Na přirozeném substrátu tvoří druhy rodu *Alternaria* nízké, černošedé nebo olivověhnědé porosty. Na agaru vyrůstá bohatší mycelium (FASSATIOVÁ, 1979).

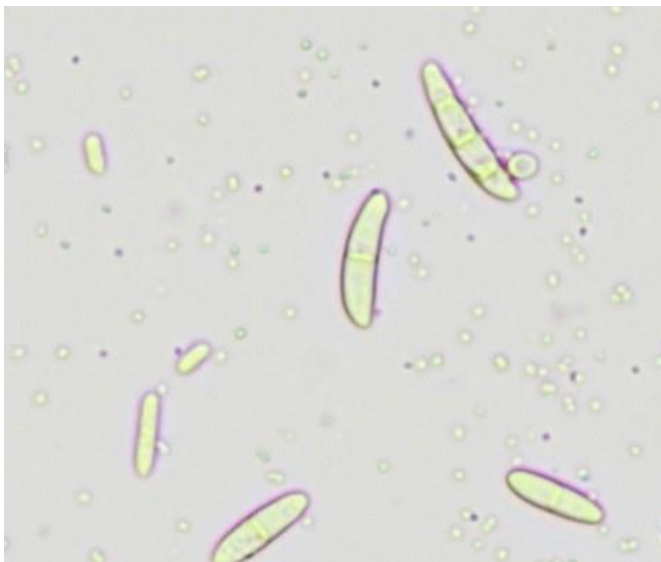
Houby rodu *Alternaria* jsou všudypřítomné a zahrnují saprofytické, epifytické i parazitické druhy. Saprofytické druhy převážně rozkládají již uhynulé rostliny, na živých parazitují jen příležitostně. Naproti tomu parazitické druhy už podle názvu žijí jen na živých rostlinách. Epifytické druhy jsou zase ty, které žijí na živých rostlinách, ale nevyživují se z nich. Přesto mohou částečně hostitele oslabovat tím, že omezují možnost fotosyntézy pletiva. V přírodě se vyskytují na semenech, rostlinách, zemědělských produktech, ale i na zvířatech a jsou přítomny i v zemské atmosféře (WOUDEMBERG et al., 2013).

Parazitické druhy pronikají hyfami do vrchních vrstev pletiva hostitele, kde způsobují nekrózy, které se typicky projevují hnědými skvrnami nebo chloroticky. Infekce vzniká prvotně na starších listech a postupně se šíří na mladší. Pronikání pokožkou se děje mechanickou cestou, ale i chemickou – enzymaticky. Dále některé druhy rodu *Alternaria* působí poškození hostitelské rostlině prostřednictvím svých fyto toxinů (FASSATIOVÁ, 1979).

Rod *Fusarium* Link (srpovnička)

Zařazení:

říše Fungi, třída Sordariomycetes, řád Hypocreales, čeleď Nectriaceae
(Kubátová, 2002)



Obrázek 2: Makrokonidie a mikrokonidie rodu *Fusarium* (Zdroj: Arpa, 2020)

Teplotní nároky: optimum 25 °C, minimum 0 °C, maximum 31 °C
(Kubátová, 2002)

Zástupci rodu *Fusarium* tvoří tři druhy spór, které se nazývají makrokonidie, mikrokonidie a chlamydostry. Některé druhy tohoto rodu tvoří všechny typy těchto spór, zatímco některé nikoliv (NELSON et al., 1994).

Zástupci rodu *Fusarium* vytvářejí bohaté myceliální porosty světlých barev, plstnaté nebo vatovité, s provazcovitými svazky. Spodní strana kultury bývá pestře zbarvena. Konidiální stádium vytváří buď volné jednotlivé konidiofory, na nichž se odštěpují konidie nebo jsou konidiofory shluknuty do makroskopických útvarů zvaných sporodochia (PEŠKOVÁ, 2005).

Konidiofory jsou málo nebo hojněji větvené. Na ose konidioforu se tvoří vstřícně nebo řídce přeslenovitě protáhlé fialidy, které plodí konidie. U tohoto druhu jsou známy dva druhy konidií, a to mikrokonidie a

makrokonidie, přičemž pro určení druhu houby jsou rozhodující makrokonidie (FASSATIOVÁ, 1979).

Jedná se o v přírodě celosvětově velmi rozšířený a bohatý rod hyfomycet. Druhy tohoto rodu žijí jak saprofiticky v půdě a na odumřelých rostlinných částech, ale i paraziticky na živých tkáních vyšších rostlin. Způsobují hniloby některých druhů zemědělských plodin, ale také onemocnění celková, při kterém se šíří cévními svazky (tzv. tracheomykózy). Velmi často také škodí na semenáčcích rostlin, u kterých způsobuje hnilobu mladých stonků (tzv. padání semenáčků). Houba se přenáší z půdy, nebo napadenými semeny. Zástupci rodu *Fusarium* žijí v rhizosféře, tj. nejbližší okolí kořínků (FASSATIOVÁ, 1979).

Zástupci rodu *Fusarium*: *F. solani*, *F. oxysporum*, *F. monilioforme*, *F. poae*, *F. culmorum* (FASSATIOVÁ, 1979).

Rod *Cylindrocarpon* Wollenweber

Zařazení:

říše Fungi, řád Sordariomycetes, řád Hypocreales, čeleď Nectriaceae. (CHAVERRI et al., 2011)

Tento druh houby vytváří plektenchymatické stroma, které je různě zbarvené. Mycelium je většinou světlé barvy. Konidiofory jsou jednoduché nebo větvené, na jejich koncích se tvoří fialidy, z které produkují mikro nebo makrokonidie. Konidiofory jsou na myceliu jednotlivě nebo jsou seskupeny do sporodochií. Mikrokonidie jsou vejčité nebo elipsoidní, makrokonidie jsou válcovité a přímé, někdy zahnuté. Nikdy nemají nožku. Tento rod je velmi podobný rodu *Fusarium*.

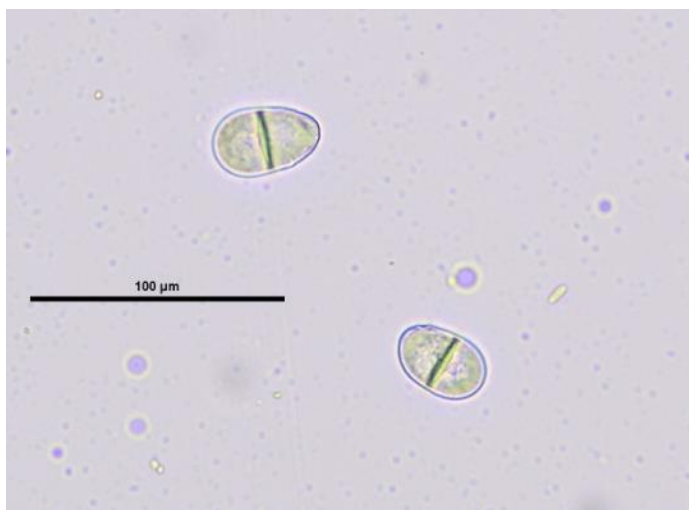
Plektenchymatické stroma je okrově nebo světle hnědě zbarveno. Vzdušné mycelium je bílooranžové, spodní strana hnědá (FASSATIOVÁ, 1979).

Rod *Cylindrocarpon* je anamorfní (nepohlavní stádium) rodu *Neonectria*. Zástupci rodu *Cylindrocarpon* jsou běžně přítomní v tropickém pásmu. Obvykle je najdeme na kůře nebo na čerstvě odumřelých dřevnatých rostlinách (stromech, keřích atp.). Některé druhy tohoto rodu jsou patogeny

způsobující rakovinu, hniloby a jiné druhy způsobují onemocnění tvrdého dřeva a jehličnanů (CHAVERRI et al., 2011).

Zástupci: *Cylindrocarpon album*, *C. candidum*, *C. cylindroides*, *C. faginatum*, *C. heterodema* (HALLEEN et al., 2004)

Rod *Cladosporium* Link ex Fr.



Obrázek 3: Konidie rodu *Cladosporium* (Zdroj: Arpa, 2020)

Zařazení:

říše Fungi, třída Dothideomycetes, řád Capnodiales, čeleď Davidiellaceae (FASSATIOVÁ, 1979)

Mycelium u toho rodu je bohatě vyvinuto, mladé hyfy jsou tenkostěnné, hyalinní a s delšími buněčnými úseky. Starší hyfy jsou tmavší a tlustostěnné, s kratšími buněčnými úseky. Konidiofory na substrátu vyrůstají ve svazcích ze stromatu, ale na agarových podkladech se tvoří rozptýleně na konci nebo po stranách hyf. Jsou většinou přímé, nevětvené, olivově až temně šedé, šedohnědé nebo zelenohnědé. Tvoří centrifugálně řetízky, které se mohou větvit. Tvarově i velikostně jsou konidie velmi proměnlivé: kulovité, citronovité, oválné, válcovité, zašpičatělé, doutníkovité (FASSATIOVÁ, 1979).

Zástupci rodu *Cladosporium*: *C. cladosporioides*, *C. Cherbarum*, *C. macrocarpum*, *C. resinae* (FASSATIOVÁ, 1979)

Rod *Verticillium* Nees (přeslenatka)

Zařazení:

říše Houby, třída Dothideomycetes, řád Capnodiales, čeleď Davidiellaceae (PEGG et BRADY, 2002)

Porosty mycelia tohoto druhu jsou bílé nebo světle zbarvené s mohutným vzdušným myceliem, časté je i mycelium substrátové. Konidiofory jsou přímé, přeslenovitě větvené, jednotlivé větve vzájemně odstáté. Konidie jsou jednobuněčné, většinou elipsoidní nebo ve tvaru většího či menšího oválu. Konidie zůstávají po určitou dobu na vrcholu falid stmeleny slizem v hlavici.

Vyskytují se saprofiticky na rostlinných zbytcích, ale jsou známy i parazitické druhy na rostlinách, houbách a hmyzu (FASSATIOVÁ, 1979).

Rod *Verticillium* představuje jeden z nejrozšířenějších světových patogenů způsobujících mimo jiné i padání semenáčků. Většinou se vyskytuje v chladných a teplých regionech, ale zmínky o něm jsou i ze subtropických a tropických oblastí (PEGG et BRADY, 2002).

Zástupci rodu: *V. dahliae* Kleb., *V. albo-atrum* Reinke et Berth., *V. nigrescens* Pethybr., *V. nubilum* Pethybr (PEGG et BRADY, 2002).

Rod *Botrytis* Pers. Fr.

Zařazení:

Říše Fungi, třída Leotiomycetes, řád Helotiales, čeleď Sclerotiniaceae

Teleomorfní stádium je *Botriotinia fuckeliana* (WILLIAMSON et al., 2007).



Obrázek 4: Konidiofor s konidiami houby rodu *Botrytis*, v pozadí možno vidět konidie rodu *Fusarium* (Zdroj: M. Macháčová, 2020)

Rod *Botrytis* je z fytopatologického hlediska velice významný, protože řada jeho zástupců je řazena mezi významné houbové patogeny.

Jsou to houby, které jsou poměrně úzce specializované na určité rody nebo druhy hostitelských rostlin (PEŠKOVÁ et SOUKUP, 2002).

Mycelium se vyvíjí v umírajících hostitelských tkáních. Melanizovaná slupka a beta-glukany, které mycelium obsahuje ho chrání před vysycháním, UV zářením a také před napadením mikrobi (BACKHOUSE et WILLETS, 1984). Mycelium začíná růst brzy na jaře v mírných oblastech, následně vznikají konidiofory a vícejaderné konidie.

Rod *Botrytis* také tvoří mikrokonidie z fialidů, hlavně ve stárnoucích kulturách plodin (BEEVER et WEEDS, 2004).

Rod *Botrytis* produkuje řadu enzymů, toxinů a ostatní nízkomolekulární sloučeniny, jako je například kyselina šťavelová a tyto látky nabourávají buněčné stěny v napadených rostlinách.

Výzkum tohoto patogenu také naznačuje, že tento může naprogramovat hostitelské buňky k samozničení (WILLIAMSON et al., 2007).

Mycelium je hyalinní, tvoří porosty většinou světlých barev, které je nízké a řídké. Na substrátu se často tvoří tmavá sklerocia. Konidiofory jsou stromkovitě větvené, přímé a poměrně vysoké. Na konečných větvích se tvoří konidie do tvaru hroznů. Konidie jsou kulovité nebo protáhlé, hyalinní nebo světlé, vždy jednobuněčné. Je známo cca 30 druhů (FASSATIOVÁ, 1979).

Je to velmi často vyskytující se houba, která je na rozhraní mezi saprofytickými a parazitickými houbami (UROŠEVIČ et JANČAŘÍK, 1957). DEAN et al. (2012) odhaduje, že náklady na opatření proti tomuto patogenu dosahují celosvětově až 1 bilion eur za rok.

Zástupci rodu: *Botrytis cinerea* (teleomorfa *Botryotinia fuckeliana*) (FASSATIOVÁ, 1979).

Rod *Penicillium* (štětičkovec)

Zařazení: říše Fungi, oddělení Ascomycota, třída Pezizomycotina, řád Eurotiales, čeleď Trichocomaceae (FASSATIOVÁ, 1979).

Rod *Penicillium* je druhově velmi bohatý a světově rozšířený. Je přítomen v půdě i na různém organickém substrátu, na němž tvoří plísňovité, nízké porosty mycelia zelenavých tónů barev (FASSATIOVÁ, 1979).

Typickým znakem tohoto rodu je štětičkovitě větvený konidiofor, který je nazýván penicillus (FASSATIOVÁ, 1979).

Zástupci rodu *Penicillium*: *P. expansum*, *P. aurantiogriseum*, *P. italicum*, *P. digitatum*, *P. camemberti*, *P. roquefortii* a *P. verrucosum* (FASSATIOVÁ, 1979).

2.3. Abiotičtí škodliví činitelé

V této kapitole jsem se zaměřil na vybrané abiotické činitele, které mohou přímo nebo nepřímo způsobit padání semenáčků.

Sucho

Sucho je pokládáno za jeden z nejvýznamnějších škodlivých abiotických faktorů. Zvláště v této době, kdy v kombinaci s dalšími biotickými i abiotickými faktory zásadně ovlivňují zdravotní stav lesa a rostlin obecně.

Sucho může být definováno jako záporná odchylka vodní bilance od klimatického normálu v dané oblasti za určitý časový úsek. Z této definice plyne, že příčinou sucha je deficit srážek za určitou dobu a vyšší teplota, intenzivnější sluneční záření, nízká relativní vlhkost společně s větrem představují prohloubení tohoto problému (BRÁZDIL et al., 2015).

V závislosti na časovém měřítku a dopadech je sucho členěno do čtyř kategorií na sucho meteorologické, hydrologické, zemědělské a socioekonomické (HEIM, 2002; DAI, 2011). Podle Mishra a Sighn (2010) může být další kategorií sucha sucho podzemní vody.

Podle ČHMÚ je sucho definováno jako nedostatek vody v atmosféře, půdě nebo rostlinách. Definice je značně nejednotná a podle příčin a dopadů může být charakterizováno z dalších pohledů. ČHMÚ rozděluje sucho na klimatické, půdní a hydrologické.

Proces usychání znamená, že celková transpirace překročí celkový příjem vody. Tento efekt je do určité míry reversibilní, ale po překročení určitého bodu už je nevratné a rostlina postupně usychá (NEFF et PERRIN, 1999). Nedostatek vody se na rostlinách projevuje šednutím, hnědnutím (reznutím) listů, jehlic, které obvykle začíná na okraji listu nebo špičce jehlice a také vadnutím nových výhonků, které je doprovázeno různými nekrotizacemi.

Většinou po 14 jdoucích dnech bez srážek se začíná projevovat stres způsobený nedostatkem vody. Rostliny, jejichž listy mají silnější svrchní vrstvu pokožky nebo mají pokožku pokrytou voskem, jsou proti suchu odolnější (NEFF et PERRIN, 1999).

Teplo, tepelné záření a možné poškození

Za horkých slunných dní bývají semenáčky ve školce poškozeny přehřátím povrchu půdy, jehož teplota přesahuje i 60 °C. Jehličnaté semenáčky bývají zničeny, semenáčky listnatých dřevin mají poškozené vodivé pletivo v kořenovém krčku, kruhovitě nad půdním povrchem. Pokud neodumřou, dochází k ukládání asimilátů a živin pod a nad poškozeným prstencovitým proužkem a tím dochází k zaškrcování semenáčků. Toto poškození se označuje jako sluneční úpal. Pokud zůstane zdravý kořenový systém, dochází velmi často k regeneraci a vytváření náhradních výhonů pod poškozeným prstencem. Odumřelé pletivo bývá osidlováno houbou rodu *Pestalotia* (JANČAŘÍK, 1989).

Velké riziko pro mladé rostliny obecně představuje takzvaný teplotní šok.

Mráz a námraza

Mráz je stav, kdy teplota vzduchu klesne pod 0 °C (32 °F, 273,15 K), tedy pod bod mrazu. Voda mění své skupenství z kapalného na pevné, což ovlivňuje celou řadu věcí. Dešťové srážky se mění na sněhové (OLIVER, 2005).

Přímé poškození pletiv rostlin mrazem je způsobeno vytvářením krystalů ledu. Protoplasty s vysokým obsahem vody zamrzají a vytvořené krystaly ledu buňku zevnitř roztrhnou. Poškození mrazem se u semenáčků projevuje zejména černými skvrnami na listech a jejich vadnutí a padání (u listnáčů) nebo žloutnutí, reznutí a padání jehlic u jehličnatých dřevin (ČERMÁK, 2013).

V zimním období, kdy jsou dřeviny ve vegetačním klidu, jsou obecně mrazu odolnější, protože už v sobě nemají tolik vody, která by mohla zmrznout a tím jejich buňky a pletiva poškodit. Přesto však k poškození dochází při velmi silných a déletrvajících mrazech, kdy jsou teploty nižší než -15 °C. Nejvyšší ztráty na rostlinném materiálu způsobují zejména pozdní jarní nebo naopak brzké podzimní mrazy, neboť rostlina už není, respektive ještě není na mráz připravena (ČERMÁK, 2013).

Poškození mrazem pro dřeviny znamená zkrácení doby asimilace, snížení přírůstu a celkové oslabení. Ještě závažnější škody způsobuje mráz mladým stromkům, které jsou ještě nízké. U těchto stromků dochází k nevratnému poškození terminálních pupenů. V důsledku toho pak dochází k různým deformacím. Nejčastěji přebírají úlohu terminálu boční výhony, čímž dojde k výraznému zhoršení tvaru kmene (bajonety apod.) (BURIÁNEK, 2015)

Námraza může mít tři různé formy a těmi jsou jinovatka – ta vzniká sražením vodních par do podoby ledových krystalků; hrubá námraza – vzniká na návětrných stranách porostů a třetí druh námrazy je ledovka, která vznikne za bezvětří z usazené mlhy nebo spadlého deště (FORST a kol., 1985).

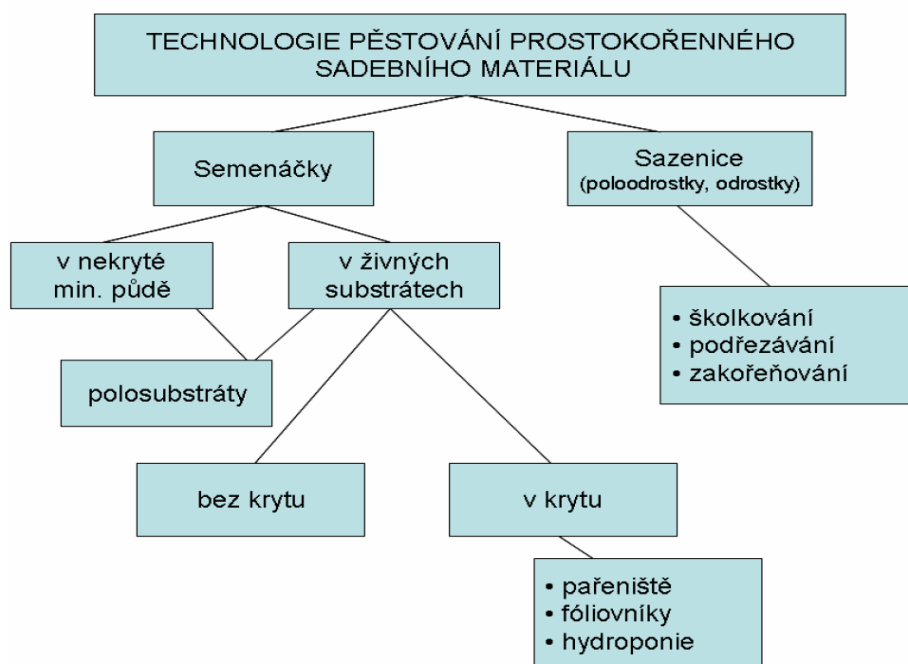
2.4. Způsoby pěstování sazenic lesních dřevin

Prostokořenný způsob pěstování

Termín „prostokořenný“ se vztahuje jak na typ školky, tak na typ sadebního materiálu. SUTHERLAND (2007) vychází ze skutečnosti, že když jsou semenáčky nebo sazenice vyzvednuty ze záhonu, jsou kořeny holé, bez většího množství půdy neboli prosté od hlíny.

Prostokořenné sazenice mohou být školkované nebo podřezávané. Školkovaná sazenice je taková, která na jedné ploše vyrostе jako semenáček a poté je přesazena na jinou plochu, aby měla dost prostoru v půdě i nad ní a následně roste jako sazenice. Tento způsob pěstování se používá například u smrku a buku. Podobně jako u sazenice školkované je to u sazenice podřezávané. Rozdíl je v tom, že sazenice se ve fázi semenáčku „podřízne“. Tím se opět zajistí, že mají sazenice bohatší kořenový systém a jsou lépe připraveny na vysazení v lese. Zároveň se podříznutím zajistí, že hlavní kořen bude silnější a kratší. Používá se u sazenic s kúlovým kořenem, například u buku, dubu nebo borovice (MAUER, 2009).

Prostokořené sazenice se tradičně pěstují na volných plochách venku, ale i ve fóliovnících. Výhody tohoto způsobu spočívají v relativní nenáročnosti na technologii a tím spojenými nižšími náklady na provoz. Další výhodou je, že tímto způsobem pěstování se dá najednou přepravit větší množství materiálu než sazenic krytokořenných. Naproti tomu můžeme sazenice používat jen v období vegetativního klidu, na jaře nebo na podzim (MAUER, 2009).



Obrázek 5: Podrobné rozdělení technologie pěstování prostokořenného sadebního materiálu (Zdroj: MAUER, 2013)

Krytokořenný sadební materiál

Při produkci sadebního materiálu lesních dřevin se v současné době více uplatňují postupy, které se označují jako intenzivní. Důraz je kladen především na kvalitu a objem vypěstovaného sadebního materiálu. Těmto trendům se pak přizpůsobuje technologie pěstování sadebního materiálu (MAUER a kol., 2006).

Krytokořenný sadební materiál byl poprvé vypěstován ve školkách v Kanadě a skandinávských zemích už v roce 1960 a od té doby tento druh sadebního materiálu neustále získává na popularitě (SUTHERLAND, 2007).

Jednou z hlavních výhod krytokořenného sadebního materiálu je ten, že lze sázet po celý rok, mimo období, kdy je půda zmrzlá nebo příliš rozbahněná a také když je velké sucho.

Naproti tomu za nevýhody tohoto způsobu pěstování je považována vyšší cena, dražší doprava (na auto se vejde méně sazenic než prostokořenných) a při nevhodném pěstování mohou vzniknout tzv. strbouly, které jsou nejzávažnější deformací kořenového systému (MAUER, 2013).

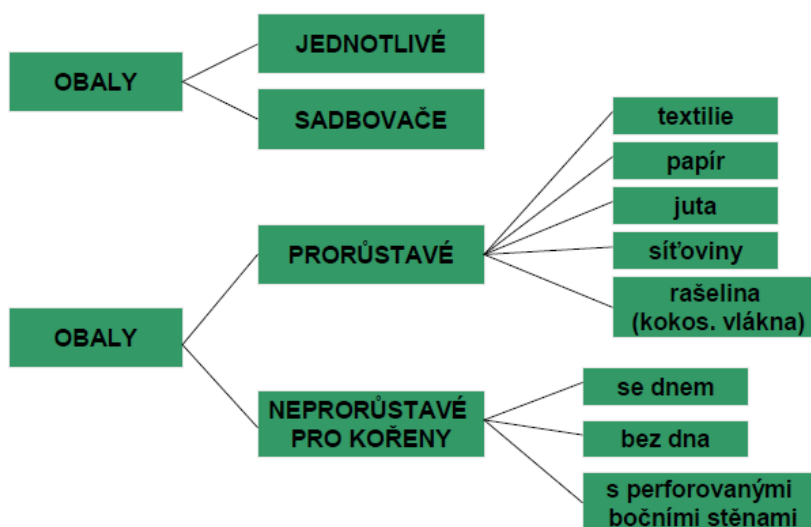
Dělení krytokořenného sadebního materiálu dle MAUERA a kol. (2006):

Krytokořenný semenáček – do balu je vyséváno semeno, výslednou rostlinou je semenáček.

Krytokořenná sazenice – přesazení prostokořenného nebo krytokořenného semenáčku do obalu, výslednou rostlinou je sazenice.

Krytokořenný poloodrostek – přesazení prostokořenné nebo krytokořenné sazenice do obalu, výslednou rostlinou je poloodrostek .

PĚSTOVÁNÍ KRYTOKOŘEN. SADEB. MATERIÁLU – typy obalů



Obrázek 6: Detailní rozdělení technologie pěstování krytokořenného sadebního materiálu (Zdroj: MAUER, 2013)

2.5. Chemická ochrana ve školkách a lesních porostech

V ochraně lesa před biotickými škůdci zaujímají významné místo chemické přípravky, které mohou patogeny nebo hmyzí škůdce zlikvidovat. Pesticidní přípravky používané proti houbám náleží mezi fungicidy. Jejich správná a dobře načasovaná aplikace zajišťuje rychlý a spolehlivý výsledek. Používání chemických prostředků je spojeno s rizikem nežádoucích účinků na organismy, na které nebyl přípravek původně určen. Tyto okolnosti nás nutí používat chemické přípravky s rozvahou a na vysoké odborné úrovni. Aplikace musí být provedena odborníky, ve správném období a nejpříhodnějším počasí (například nesmí pršet atp.). Zároveň se musí dodržet zásady ochrany pitné vody, zásady hygienických opatření a zásady bezpečnosti práce.

Kritéria pro výběr chemického přípravku jsou: účinnost, dostupnost nosné látky, způsob aplikace, reziduální účinky, vedlejší a následné vlivy, nutná opatření, zásada střídání přípravků a ekonomické hledisko (ŠVESTKA a kol., 1998).

2.5.1. Testované chemické přípravky

Uvedené chemické přípravky byly vybírány podle toho, které se v současné době v našich školkách používají, nebo se jejich používání zvažuje. S přihlédnutím k aktuálně nepoužívanějším prostředkům podle informací od kolegů školkařů.

Přípravek Previcur® Energy

Jedná se o systémový kombinovaný fungicidní přípravek ve formě rozpustného koncentrátu, který se používá k ochraně okurek proti plísni okurkové, košťálové zelenině proti plísni zelné a půdním organismům Oomycetes, salátu proti plísni salátové a ochraně okrasných rostlin. Vyrábí ho německá firma Bayer.

Jeho účinné látky jsou: propamokarb (ISO common name: propamocarb) 530 g/l (47,32%), tj. propyl[3-(dimethylamino)propyl]karbamát a fosetyl (ISO common name: fosetyl) 310 g/l (27,68%), tj. ethyl-hydrogen-fosfonát (Agromanual.cz, 2020).

Při foliární aplikaci je přípravek systémově rozváděn akropetálně (postupující k vrcholu) a bazipetálně (postupující k bázi) do nově narůstajících částí rostlin. Přípravek se rozmíchává ve vodě a nanáší se shora na listy pomocí rozprašovače v koncentraci 2,5 l na hektar. Cena přípravku je 93 Kč za 15ml balení, tj. 6200 Kč/l. To v praxi znamená, že hektar postřiku tímto chemickým prostředkem vychází na 15.500 Kč.



Obrázek 7: Přípravek Previcur® Energy (Zdroj: Arpa 2020)

Přípravek Kuprikol 50

Jedná se o postřikový fungicid, který se vyrábí ve formě smáčitelného prášku (WP) k ochraně rostlin proti houbovým a bakteriálním chorobám rostlin. Účinná látka je oxichlorid měďnatý 840 g/kg (obsah kovové mědi je 500 g/kg). Vyrábí ho česká firma NeraAgro, spol. s r.o. (Agromanual.cz, 2020)

Přípravek se podle etikety rozmíchává s vodou, nanáší se na horní část rostlin pomocí rozprašovače v koncentraci 6 kg na 1000 l vody na hektar. Cena tohoto přípravku je 45 Kč za 20 g, tj. 2250 Kč/kg. Tímto prostředkem je možné ošetřit při maximální možné dávce 1 ha semenáčků nebo jiných rostlin za 13.500 Kč.



Obrázek 8: Přípravek Kuprikol 50 (Zdroj: www.agromanual.cz)

Přípravek Ortiva®

Fungicidní přípravek je ve formě suspenzního koncentrátu, používá se k ochraně porostů v lesních a okrasných školkách, ochraně chmele a okrasných rostlin, ochraně zeleniny, ředkve olejně, trav na semenné porosty a lupiny proti houbovým chorobám. Účinná látka tohoto přípravku je *azoxystrobin* v koncentraci 250 g/l. Vyrábí ho švýcarská firma Syngenta Crop Protection AG (Agromanual.cz, 2020).

Přípravek se rozmíchává ve vodě a je nanášen na vrcholovou část rostlin pomocí rozprašovače v koncentraci 1 l na 600 l vody na hektar. Cena tohoto přípravku je 60 Kč za 10 ml, tj. 6000 Kč/l. Při stanovené maximální dávce ošetříme 1 ha semenáčků nebo sazenic za 6000 Kč.



Obrázek 9: Přípravek Ortiva® (Zdroj: www.agromanual.cz)

2.5.2. Legislativa

Použití pesticidů a látek, které jsou za pesticidy považované, jsou upravovány (Zakonyprolidi.cz):

- zákonem 326/2004 Sb., o rostlinolékařské péči, který byl novelizován zákonem č. 299/2017 Sb. a nabyl účinnosti dne 1. 12. 2017 (Zákon č. 326/2004 Sb.)

Související zákony:

- Vyhláška č. 327/2012 Sb., o ochraně včel, zvěře, vodních organismů a dalších necílových organismů při použití přípravků na ochranu rostlin
Účinnost od: 1. 11. 2012
- Vyhláška č. 207/2012 Sb., o profesionálních zařízeních pro aplikaci přípravků a o změně vyhlášky č. 384/2011 Sb., o technických zařízeních
Účinnost od: 1. 7. 2012
- Vyhláška č. 206/2012 Sb., o odborné způsobilosti pro nakládání s přípravky
Účinnost od: 1. 7. 2012
- Vyhláška č. 32/2012 Sb., o přípravcích a dalších prostředcích na ochranu rostlin
Účinnost od: 1. 2. 2012

- Zákon č. 500/2004 Sb., správní řád
Účinnost od: 1. 1. 2006
- Zákon č. 634/2004 Sb., o správních poplatcích
Účinnost od: 16. 1. 2005
- Zákon č. 255/2012 Sb., o kontrole (kontrolní řád)
Účinnost od: 1. 1. 2014
- Zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší
Účinnost od: 1. 9. 2012
- Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon)
Účinnost od: 1. 1. 2002
- Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů
Účinnost od: 1. 1. 2001
- Zákon Federálního shromáždění č. 505/1990 Sb., o metrologii
Účinnost od: 1. 2. 1991
- Zákon Federálního shromáždění č. 634/1992 Sb., o ochraně spotřebitele
Účinnost od: 31. 12. 1992

S vyhláškou č. 17/2018 Sb. se mění doba platnosti osvědčení I. stupně pro nakládání s přípravky na ochranu rostlin z 5 na 3 roky (ZAHRADNÍKOVÁ et ZAHRADNÍK, 2018).

2.5.3. Používání pesticidů na území České republiky

Praktická ochrana lesa je do značné míry závislá na používání chemických přípravků na ochranu rostlin. Bez nasazení těchto přípravků je eliminace škodlivých činitelů, zvláště pak houbových patogenů, téměř nemožná. Existují mechanické a biologické cesty, ale ty jsou limitovány technologií, náročností provedení a výrazně vyšší cenou, než je tomu u chemických přípravků (KNÍŽEK et al., 2017).

V roce 2019 bylo na ochranu proti houbovým patogenům v české republice zaregistrováno 55 fungicidních přípravků.

Celková spotřeba fungicidů v České republice v roce 2018 byla 1.319 tun. Toto číslo přitom představuje čistě spotřebu účinných látek (bez aditiv a nosných látek). Z toho ovšem pouhých 922,57 kg bylo použito v lesnictví a v zahradnictví.

Účinné látky promokarb, obsažené v přípravku Previcur, bylo spotřebováno 9,83 kg.

Účinné látky oxichlorid měďnatý, obsažené v přípravku Kuprikol 50, bylo spotřebováno 242,99 kg.

Účinné látky azoxystrobin, obsažené v přípravku Ortiva, bylo spotřebováno 56,08 kg (MUSIL, 2019).

Tabulka 1: Spotřeba účinných látek dle účinných látek testovaných přípravků. (Zdroj: www.ukzuz.cz)

Účinná látka	Spotřeba v roce 2018 (kg)
Azoxystrobin (Ortiva)	56,08
Oxichlorid měďnatý (Kuprikol 50)	242,99
Propamokarb (Previcur)	9,83

3. Materiál a metodika

3.1. Lesní školky

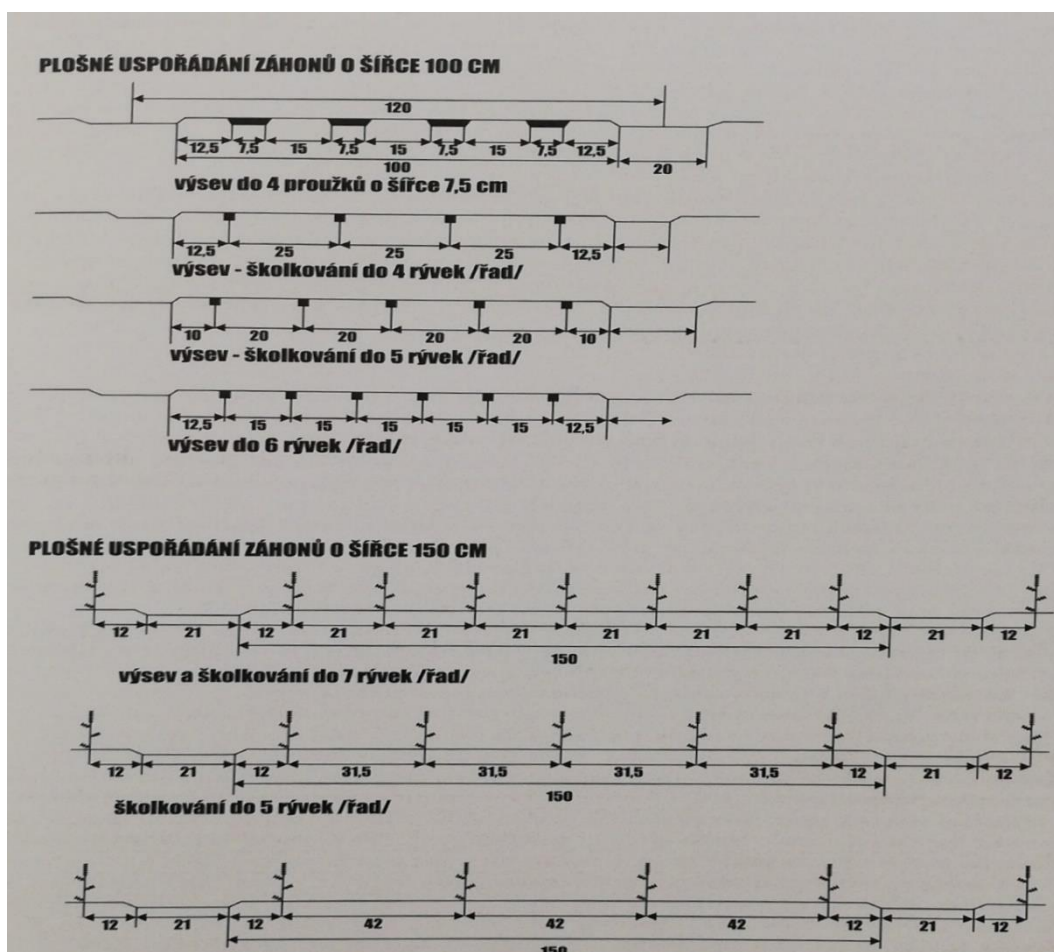
Lesní školka Věcov I se nachází v komplexu lesních porostů na trase Praha - Tábor přibližně 2,5 km severně od obce Miličín, v nadmořské výšce 660 m n. m., GPS: 49.5909150N, 14.6643050E. Leží v přírodní lesní oblasti č. 16 – Českomoravská vrchovina. Spolu s dalšíma dvěma školkami Věcov II a Nuzov tvoří významnou součást celkové plochy pro produkci sadebního materiálu produkovaného v rámci firmy Lesní společnost Vltava s.r.o. V těchto školkách se pěstuje výhradně prostokořenný sadební materiál většiny významných hospodářských dřevin. Konkrétně na této ploše o výměře 1,3 ha se pěstuje z listnatých dřevin například dnes velmi významný buk lesní (*Fagus sylvatica*) a dub letní (*Quercus robur*), dále pak javor klen (*Acer pseudoplatanus*), jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*) v menší míře také třešeň ptačí (*Prunus avium*); z jehličnatých pak smrk ztepilý (*Picea abies*) a jedle bělokorá (*Abies alba*). Jak již bylo uvedeno, tyto školky se nachází v poměrně vysoké nadmořské výšce, a tím sazenice zde pěstované se vyznačují větší odolností vůči zimě. Jsou proto vhodné k výsadbě i do výše položených míst.



Obrázek 10: Lesní školky Nuzov, Věcov I a Věcov II (Zdroj: Google Earth, 2020).

3.2. Pěstování buku lesního ve školce Věcov I

Pěstování semenáčků buku lesního probíhá v lesní školce Věcov I prostokořenným způsobem. Výsev semene byl proveden ručně, do předem připravených řádků, které jsou na 150 cm širokém záhonu po pěti. Výsev proběhl dne 16. 11. 2018. Výsevová dávka byla 25 g ($\pm 10\%$) semene na běžný metr jednoho řádku. Tím, že bylo vysetí semen provedeno na podzim, se zajistilo přirozené stratifikování osiva přes zimu.



Obrázek 11: Možnosti uspořádání záhonů v lesní školce (Zdroj: Dušek, 1997)

3.3. Založení a aplikace testovaných chemických přípravků

Aplikace chemických přípravků musí být provedena ve správný čas a za vhodných povětrnostních podmínek.

U všech testovaných přípravků byly použity maximální možné dávky, které je podle etiket možné použít, aby bylo dosaženo nejlepšího možného porovnání účinnosti prostředků. Etikety s údaji o dávkování jsou součástí přílohy k této práci.

Po rozmíchání chemických přípravků, které byly popsány výše, byl proveden postřik v předepsané maximální dávce podle Seznamu povolených přípravků a dalších prostředků na ochranu lesa 2019 (viz kapitola 2.5.1.).

Pokusné plochy byly založeny dne 10. 05. 2019, kdy byl zároveň proveden první postřik. První sekce byla ponechána bez jakéhokoliv ošetření jako kontrolní. Druhá sekce byla ošetřována pomocí přípravku Kuprikol 50. Třetí sekce byla ošetřována kombinací přípravků Previcur + Ortiva. Čtvrtá sekce byla ošetřována samotným přípravkem Ortiva, pátá byla ošetřena Previcurem, šestá Ortiva + Previcur, sedmá čistá Ortiva, osmá čistý Previcur a poslední devátá byla ošetřována Kuprikolem. Pro každou variantu byla založené ve dvou opakováních. Pokusné plochy měly 1,5 x 0,5 metru, tzn. 0,75 m². Na každé ploše bylo okolo 200 ks semenáčků.

Ještě před prvním postřikem musely být semenáčky, které už některé měly vytvořené děložní listy, přikryty textilí, z důvodu očekávaného mrazíku. I přesto, že byly přikryty, tak došlo k částečnému poškození pozdními jarními mrazy. Pro měření teploty, vlhkosti vzduchu a teploty půdy byl instalován ve školce Datalogger COMET (viz příloha č. 1).

Mezi jednotlivými pokusnými plochami byl ponechán 20 cm široký pruh bez ošetření, aby se zabránilo případnému nechtěnému přesahu přípravku při aplikaci.

Tabulka 2: Schéma pokusných ploch podle použitých chemických prostředků a termíny aplikace (Zdroj: Arpa, 2020)

Schéma pokusných ploch	Datum ošetření
8. Kuprikol	13. 05. 2019
7. Previcur	23. 05. 2019
6. Ortiva	30. 05. 2019
5. Previcur – Ortiva	10. 06. 2019
4. Previcur	18. 06. 2019
3. Ortiva	25. 06. 2019
2. Previcur – Ortiva	
1. Kuprikol	
9. Kontrola	



Obrázek 12: Vytyčené pokusné plochy se semenáčky buku lesního (*Fagus sylvatica*) (Zdroj: Arpa, 2019)

Jednotlivé přípravky byly aplikovány v 7-10 denních intervalech, kdy byly před každým postřikem (kromě prvního) odebrány napadené semenáčky, nebo ty, které vykazovaly známky určitého poškození (nekrózy na listech apod.)

3.4. Odběry vzorků pro následné analýzy

První odběr vzorků proběhl dne 23. 05. 2019, kdy se na semenáčcích začaly tvořit první nekrózy, které značily poškození semenáčků patogenem nebo mrazem (černé skvrny).



Obrázek 13: Napadený semenáček buku lesního (*Fagus sylvatica*) (Zdroj: Arpa, 2019)

Po odebrání poškozených semenáčků byly vzorky zabaleny do navlhčených novin a vloženy do sáčků. Semenáčky byly odebírány po 5–10 kusech z jedné plochy, podle aktuálního napadení patogeny. Semenáčky byly dopraveny do školní laboratoře pro další analýzy.

Tabulka 3: Termíny jednotlivých odběrů vzorků:

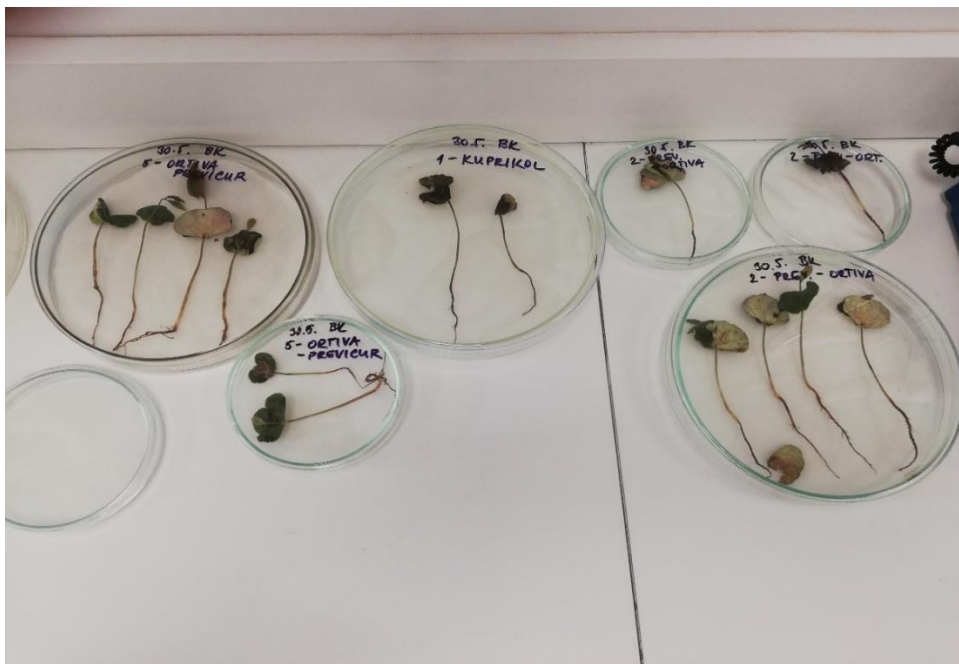
Pořadové číslo	Datum odběru
1.	23. 05. 2019
2.	30. 05. 2019
3.	10. 06. 2019
4.	18. 06. 2019
5.	25. 06. 2019
6.	1. 7. 2019

3.5. Kultivace a určování houbových patogenů na odebraných vzorcích semenáčků

Ve fytopatologické laboratoři byly vzorky opláchnuty pod tekoucí vodou, poté na dobu sedmi dnů vloženy do vlhkých komor k následné kultivaci.

3.5.1. Kultivace ve vlhkých komorách

Do Petriho misky se umístil filtrační papír, který se po celém povrchu rovnoměrně navlhčil destilovanou vodou. Na mokrý filtrační papír se rozložily poškozené vzorky semenáčků. Na víku Petriho misky byl napsán datum kultivace a příslušná varianta. Takto připravené misky se vzorky se nechaly týden kultivovat při pokojové teplotě. Touto metodou byly všechny zkoumané vzorky kultivovány.



Obrázek 14: Kultivace vzorků metodou vlhké komory (Zdroj: Arpa, 2019)

3.5.2. Determinace houbových patogenů

Po sedmi denní kultivaci byly vzorky determinovány. Z narostlého mycelia byly připraveny preparáty pro následné mikroskopování. Nejprve se pomocí sterilní jehly nabralo mycelium. Někdy bylo potřeba mycelium nabrat pod lupou, ale ve většině případů bylo mycelium viditelné pouhým okem. Preparáty byly rozděleny podle místa, kde došlo k nárůstu mycelia: děložní lístek, list, stonk a kořen. Největší zastoupení vzorků mycelia pocházelo z děložních listů. Před každým nabráním mycelia bylo potřeba jehlu ožehnout nad plamenem, aby se vyloučila kontaminace vzorků. Odebrané mycelium bylo vloženo na podložní sklíčko do kapky destilované vody, následně bylo přikryté krycím sklíčkem. Takto připravený preparát byl vyhodnocován pod mikroskopem značky Olympus, při 40 x násobném zvětšení. Determinace patogenů byla provedena za využití determinačních klíčů a pomocí fytopatologických specialistů.

Intenzita napadení byla rozdělena do tří stupňů: 1 slabý stupeň napadení, 2 střední stupeň napadení a 3 silný stupeň napadení. Jednotlivé stupně byly vyhodnoceny pod mikroskopem odborníky. Z těchto stupňů hodnocení

napadení byly vytvořeny veškeré statistické výstupy. Dle daného postupu jsem nadále stupně napadení vyhodnocoval samostatně.

Tabulka 4: Intervaly mikroskopování:

Pořadové číslo	Datum mikroskopování
1.	4. 6. 2019
2.	7. 6. 2019
3.	14. 6. 2019
4.	1. 7. 2019
5.	1. 7. 2019
6.	9. 7. 2019

4. Výsledky

Výsledky zkoumání přinesly zajímavé informace, které mohou být využity v boji proti houbovým patogenům na buku lesním a jeho zefektivnění.

4.1. Porovnání variant testovaných chemických přípravků

Z každé pokusné plochy byly vyzvednuty vzorky poškozených semenáčků, které byly dopraveny do školní fytopatologické laboratoře k následnému zpracování a zkoumání. Počty semenáčků se různily, podle toho, kolik jich v den sběru vykazovalo známky poškození. Celkem bylo podrobena analýze 205 kusů semenáčků buku lesního. Po dokončení determinace houbových patogenů byly výstupy statisticky zpracovány v programu Microsoft Excel.

4.2. Zjištěné houbové patogeny v testovaných variantách přípravků

Jak ukazuje tabulka č. 5, nejvyšší intenzita výskytu byla dle očekávání zaznamenána na kontrolní pokusné ploše, která byla ponechána bez ošetření. Naopak nejlepších výsledků bylo dosaženo na ploše ošetřované přípravkem Previcur a Ortiva.

Tabulka 5: Průměrná intenzita výskytu houbových patogenů dle testovaných ošetření (1 slabý výskyt; 2 střední výskyt 3 silný výskyt) (Zdroj: Arpa, 2020)

Typ ošetření	Prům. int. výskytu [1-3]
Kuprikol	1,63
Ortiva	1,89
Previcur	1,79
Previcur – Ortiva	1,27
Neošetřené	2,06

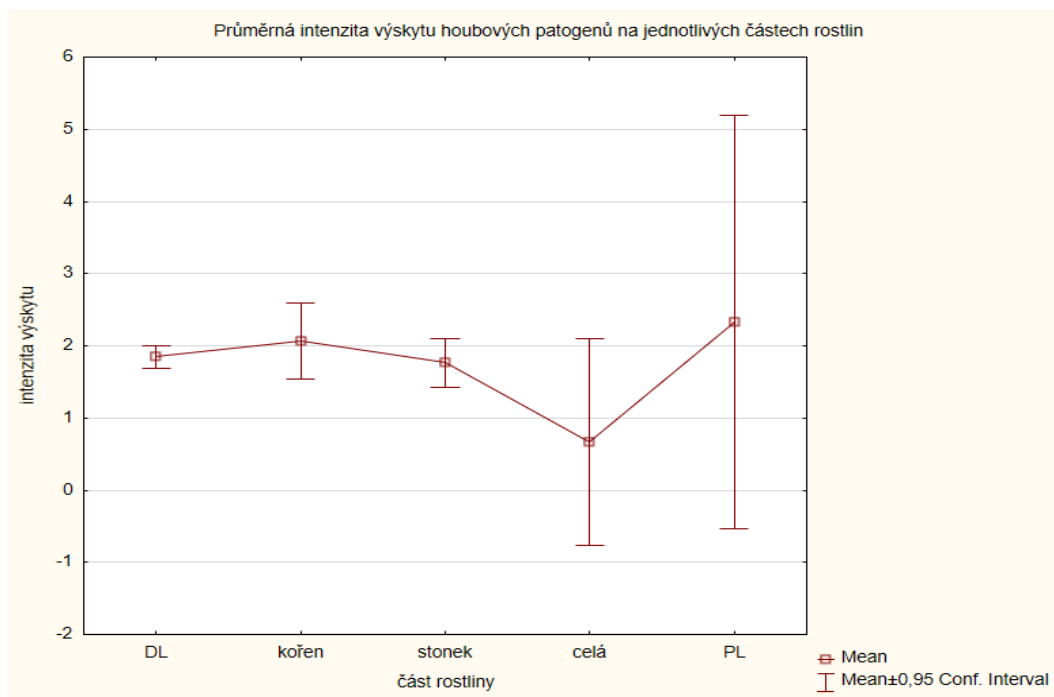
Nejvíce se houbové patogeny vyskytovaly na nadzemní části semenáčků, a to zejména na děložních listech. Naopak nejnižší výskyt patogenů byl zaznamenán na pravých listech, které se za dobu testování stačily vytvořit. Podrobné výsledky zjištěných patogenů podle části rostliny jsou uvedeny na obrázku č. 15.

Nejvyšší zastoupení mezi nalezenými houbovými patogeny měl, co do četnosti výskytu, ale i intenzity, jednoznačně rod *Fusarium*, který je zastoupen nejvíce jak celkově, tak i při každém jednotlivém vyhodnocení. Dále byl výrazněji zastoupen rod *Alternaria*. Ještě stojí za zmínku rod *Cladosporium*, který byl také zastoupen ve větší míře. Ostatní rody byly zastoupeny okrajově. Detailní informace o výskytech jednotlivých patogenů viz tabulka č. 6.

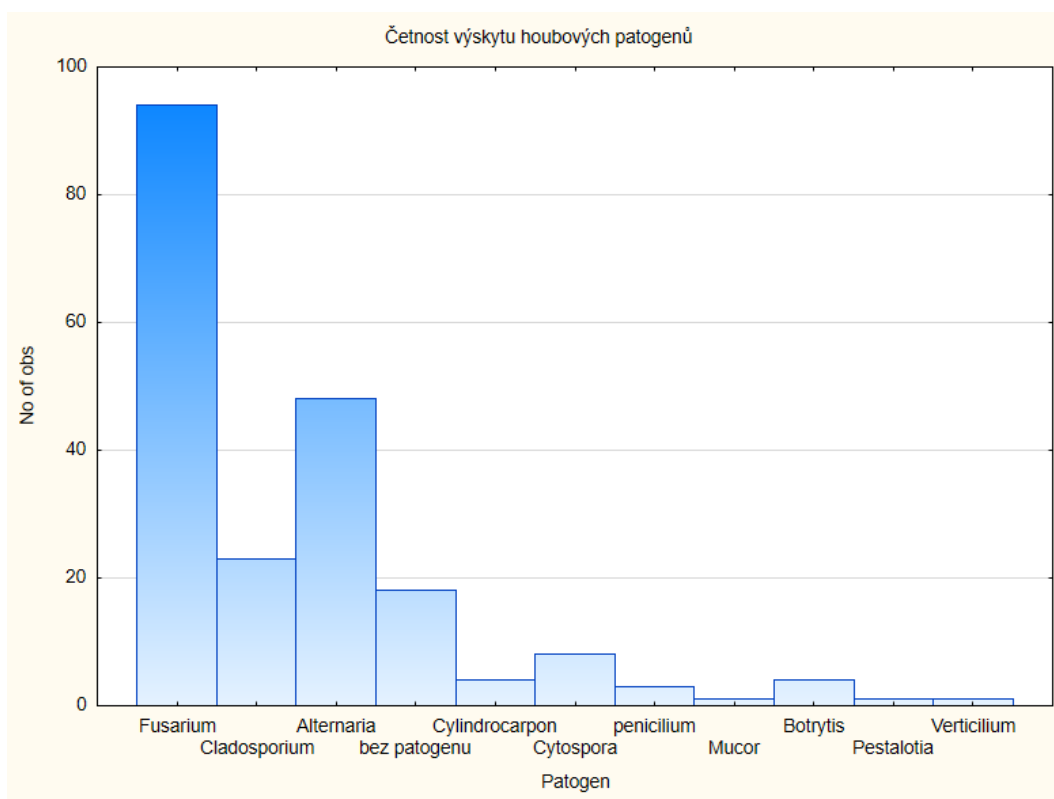
Tabulka 6: Detailní celková četnost výskytu patogenů (Zdroj: Arpa, 2020)

Patogen	Celkem
<i>Alternaria</i>	48
bez patogenu	18
<i>Botrytis</i>	4
<i>Cladosporium</i>	23
<i>Cylindrocarpon</i>	4
<i>Cytospora</i>	8
<i>Fusarium</i>	94
<i>Mucor</i>	1
<i>Penicillium</i>	3
<i>Pestalotia</i>	1
<i>Verticillium</i>	1

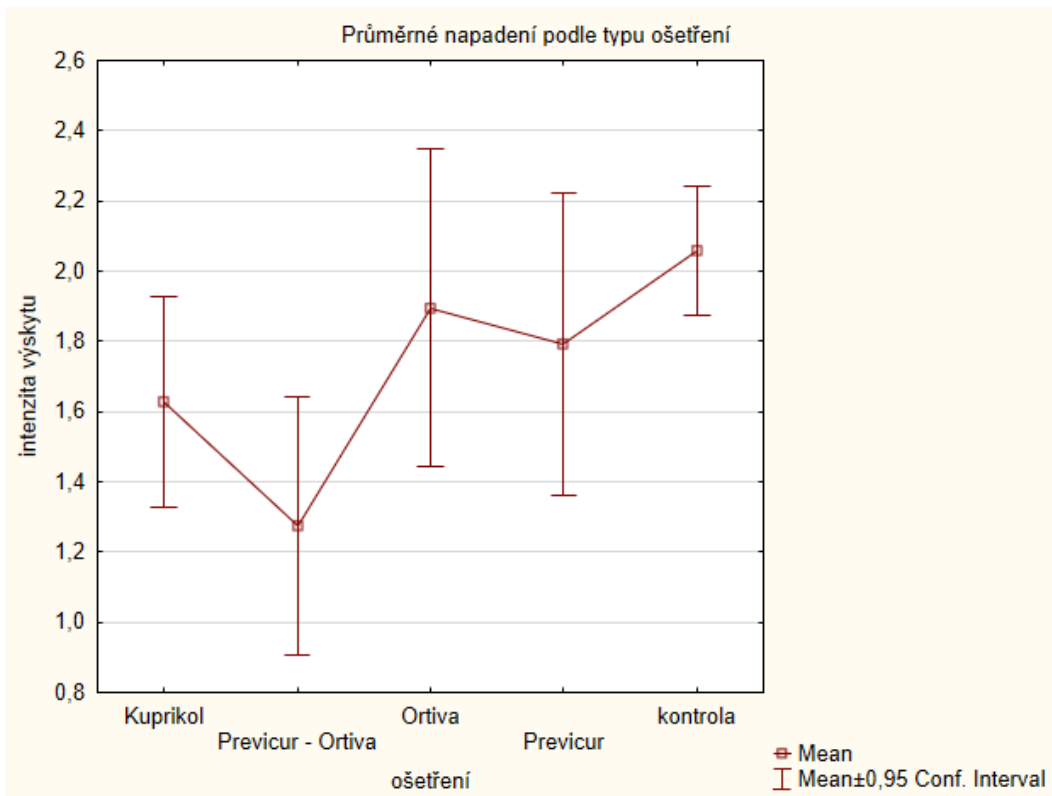
Přehled houbových patogenů podle varianty ošetření je zaznamenán v tabulce č. 7.



Obrázek 15: Výskyt patogenů podle části rostliny; DL – děložní list(y), PL – pravý(é) list(y) (Zdroj: Arpa, 2020)



Obrázek 16: Celková četnost výskytu houbových patogenů podle rodu (Zdroj: Arpa, 2020)

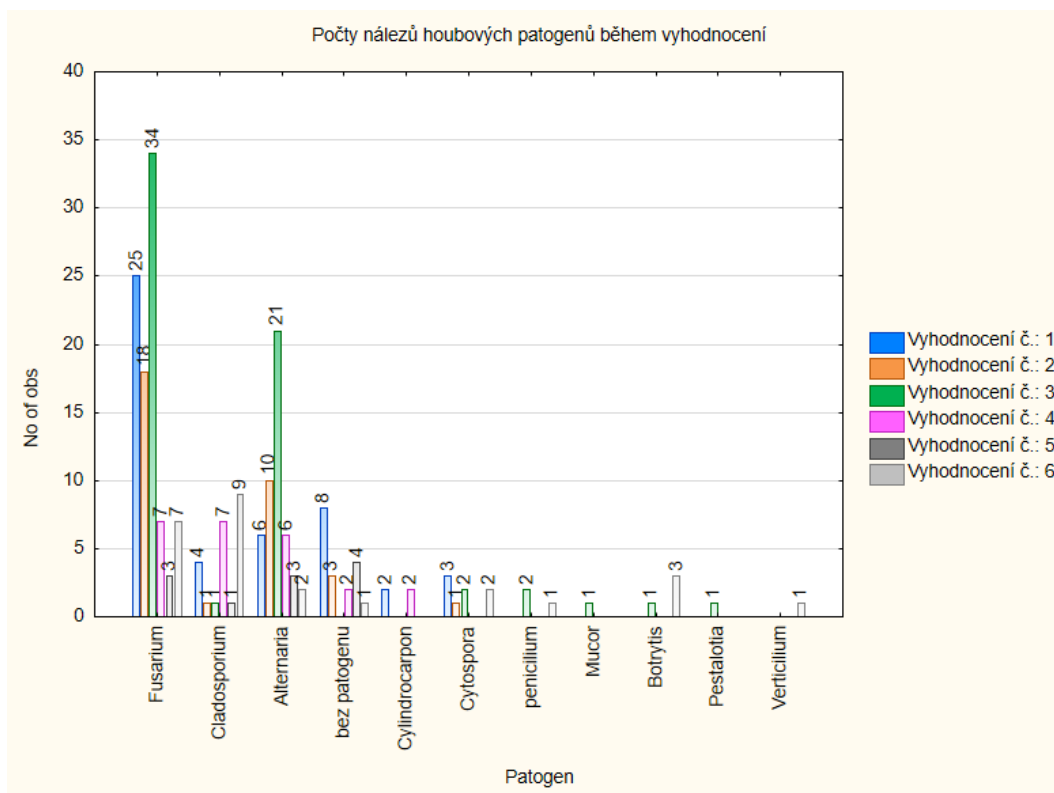


Obrázek 17: Průměrná intenzita výskytu podle ošetření (Zdroj: Arpa, 2020)

Tabulka 7: Výskyt patogenů podle způsobu ošetření (Zdroj: Arpa, 2020)

Ošetření	Patogen	Prům.intenzita
kontrola	<i>Alternaria</i>	1,65
kontrola	<i>Botrytis</i>	2,00
kontrola	<i>Cladosporium</i>	2,00
kontrola	<i>Cylindrocarpon</i>	1,50
kontrola	<i>Cytospora</i>	3,00
kontrola	<i>Fusarium</i>	2,43
Kuprikol	<i>Alternaria</i>	1,50
Kuprikol	<i>Botrytis</i>	1,00
Kuprikol	<i>Cladosporium</i>	2,00
Kuprikol	<i>Cylindrocarpon</i>	1,00
Kuprikol	<i>Fusarium</i>	1,96
Kuprikol	<i>Penicillium</i>	1,00
Kuprikol	<i>Pestalotia</i>	3,00
Ortiva	<i>Alternaria</i>	2,17
Ortiva	<i>Cladosporium</i>	3,00
Ortiva	<i>Cytospora</i>	1,00
Ortiva	<i>Fusarium</i>	2,00
Ortiva	<i>Penicillium</i>	1,00
Previcur	<i>Alternaria</i>	1,00
Previcur	<i>Botrytis</i>	1,50
Previcur	<i>Cladosporium</i>	2,50
Previcur	<i>Cytospora</i>	1,67
Previcur	<i>Fusarium</i>	2,50
Previcur	<i>Mucor</i>	1,00
Previcur	<i>Penicillium</i>	2,00
Previcur	<i>Verticillium</i>	1,00
Previcur - Ortiva	<i>Alternaria</i>	1,25
Previcur - Ortiva	<i>Cladosporium</i>	1,00
Previcur - Ortiva	<i>Cylindrocarpon</i>	1,00
Previcur - Ortiva	<i>Cytospora</i>	1,33
Previcur - Ortiva	<i>Fusarium</i>	2,17

U některých vzorků, které jevíly známky poškození, se ukázalo, že toto poškození nebylo způsobeno houbovými patogeny, ale mrazem nebo slunečním zářením. Četnost výskytu tohoto druhu poškození je uvedeno na obrázku č. 16 a 18 položkou „bez patogenu“. Jak je vidět například z obrázku č. 18., tato položka není zanedbatelná.



Obrázek 18: Četnost výskytu patogenů podle jednotlivých vyhodnocení (Zdroj: Arpa, 2020)

4.3. Zhodnocení účinnosti přípravků a finančních nákladů

Tabulka 8: Přehled cen použitých fungicidních přípravků (Zdroj: Arpa, 2020)

Přípravek	Cena na hektar ošetření
Ortiva	6.000 Kč
Kuprikol 50	13.500 Kč
Previcur	15.500 Kč
Previcur + Ortiva	21.500 Kč

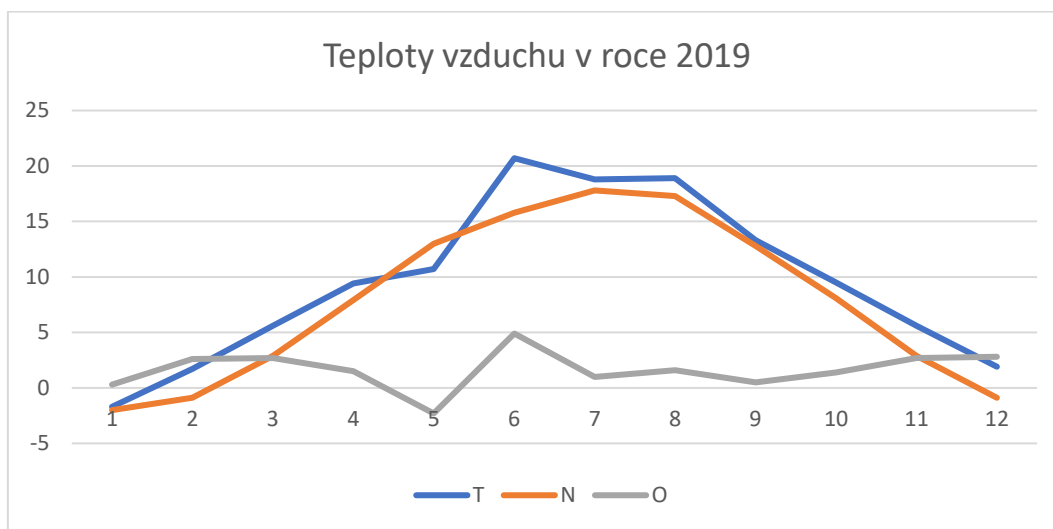
Z výsledků prezentovaných v tabulce č. 4 je patrné, že jednoznačně nejlepšího výsledku bylo dosaženo na pokusných plochách ošetřovaných pomocí kombinace přípravků Previcur + Ortiva. Nicméně je to také varianta, která byla nejnákladnější, a to jak na pořizovací náklady samotných přípravků, ale i na náklady spojené s aplikací přípravku (muselo by se aplikovat 2x na stejné ploše, což náklady na provedení postřiků minimálně zdvojnásobuje). Druhých nejlepších výsledků bylo dosaženo na pokusné ploše ošetřované přípravkem Kuprikol 50. Tento přípravek je také po Ortivě druhý nejlevnější. Třetí nejlepší výsledek byl dosažen při použití přípravku Previcur Energy. Nejhůře z testování vyšel přípravek Ortiva, který ale zároveň ze všech přípravků vychází zdaleka nejlevněji. Pro přehlednost je přehled cen použitých přípravků uveden v tabulce č. 6.

Z tohoto pohledu bychom nejlépe hodnocenou variantu použili pro semenáčky, u kterých chceme mít větší jistotu, že nepodlehnu houbovým patogenům a které by byly na menší ploše (například na jednom záhonu) a zároveň bychom je měli být schopni následně prodat za vyšší cenu než normálně ošetřené sazenice.

Z ekonomického hlediska tedy nejlépe vychází přípravek Kuprikol 50, který je z testovaných přípravků druhý nejlevnější a zároveň v ochraně semenáčků před houbovými patogeny dosahuje druhých nejlepších výsledků.

4.4. Zhodnocení počasí v roce 2019

Rok 2019 byl, stejně jako předchozí roky 2017 a 2018, teplotně nadnormální. Teplotně pod normálem byl pouze květen, v ostatních měsících se teploty držely nad normálem. Celkově byl rok 2019 v průměru o 2 °C teplejší, než je dlouhodobý průměr mezi lety 1961 až 1990.

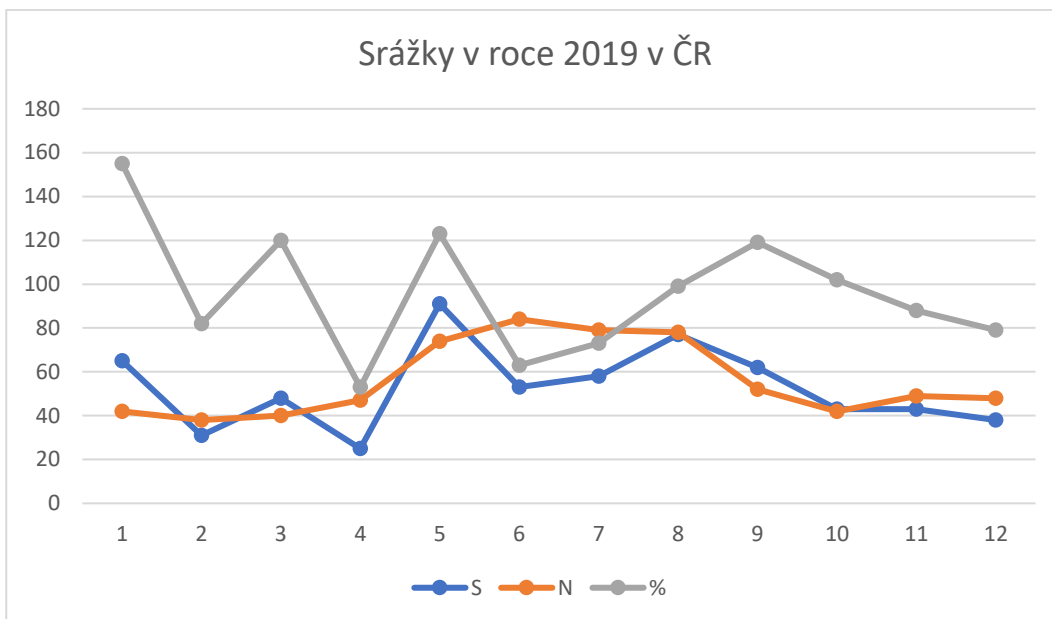


Obrázek 19: Teploty vzduchu v roce 2019 v České republice; T – průměrná měsíční teplota vzduchu, N – Normál (1961 - 1990), O – Odchylka od normálu (Zdroj: www.portal.chmi.cz)

Tabulka 9: Rozdělení teplot podle období (Zdroj: www.portal.chmi.cz)

Období / teplota	Měsíc												Rok
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	
T	-1,7	1,7	5,6	9,4	10,7	20,7	18,8	18,9	13,3	9,5	5,6	1,9	9,5
N	-2	-0,9	2,9	7,9	13	15,8	17,8	17,3	12,8	8,1	2,9	-0,9	7,9
O	0,3	2,6	2,7	1,5	-2,3	4,9	1	1,6	0,5	1,4	2,7	2,8	1,6

Jak je vidět z grafu a tabulky níže, srážkově byl rok 2019 lehce podprůměrný. Srážky v roce 2019 byly na 94 % oproti dlouhodobému normálu. Výrazně nad průměrem byl leden, březen, květen a září, ostatní měsíce byly pod průměrem nebo okolo průměru. Detailní informace jsou uvedeny na obrázku č. 18. a v tabulce č. 7.



Obrázek 20: Srážky v roce 2019 v ČR; S – Srážky, N – Normál (1961 - 1990), % - procento srážek v porovnání s normálem (Zdroj: www.portal.chmi.cz)

Tabulka 10: Rozdělení srážek podle období v roce 2019 a srovnání s normálem (Zdroj: www.portal.chmi.cz)

Období / srážky	Měsíc												Rok
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	
S	65	31	48	25	91	53	58	77	62	43	43	38	634
N	42	38	40	47	74	84	79	78	52	42	49	48	674
%	155	82	120	53	123	63	73	99	119	102	88	79	94

5. Diskuze

Tato práce byla zaměřena na porovnání účinnosti vybraných chemických prostředků (Kuprikol, Ortiva a Previcur) proti houbovým patogenům u semenáčků buku lesního. Tyto konkrétní přípravky se v našich školkách již používají, nebo se u nich zvažuje použití v budoucnu. Z tohoto důvodu jsou výsledky této práce ojedinělé, jelikož podobné experimenty prováděné přímo v konkrétním podniku nejsou obvyklé, a proto nebylo dost dobře možné porovnat výsledky této práce s pracemi jiných autorů.

Abiotické faktory společně s faktory biotickými mají zásadní vliv na produkci lesních školek. Produkci lesních školek významně ovlivňuje průběh počasí, na kterém je závislý i rozvoj patogenů v průběhu vegetační sezony.

Sucho je nedílnou součástí podmínek podnebí, a to včetně podmínek v České republice. Toto platí i přesto, že ČR nepatří mezi typicky suché regiony v rámci Evropy ani celého světa. Zaznamenané situace ze vzdálenější i méně vzdálené minulosti ukazují, že období sucha s vážnými důsledky se u nás v minulosti objevovaly, objevují a objevovat nadále budou (HLAVINKA et al., 2018).

Podle KOCHMANA (2007) jsou v boji proti houbovým patogenům rodu *Fusarium* důležitá preventivní opatření. Mezi těmito preventivními opatřeními je, že by se jako zelené hnojení neměly používat rostliny z čeledi brukvovité (Brassicaceae) – například hořčice. A v případě dřívějšího použití rostlin z této čeledi by se měl nechat odstup alespoň 4 roky. Dále mezi těmito opatřeními je důsledná likvidace plevelů z čeledi brukvovité (penízek rolní, kokoška pastuší tobolka a výdrol z řepky).

Rod *Fusarium* způsoboval a způsobuje stále velké škody nejen ve školkách i výsadbách buku lesního. Chřadnutí způsobené touto houbou zjistili lesníci například v letech 1997-1998, kdy došlo v některých lokalitách k významnému odumření vysazených jedinců (JANČAŘÍK, 1999).

Podle KNÍŽKA et al. (2017) jsou ale houbové patogeny jako je rod *Alternaria*, *Fusarium* nebo *Cladosporium* až druhotní škůdci, kteří se obsazují rostliny až poté, co jsou oslabené např. přemokřením nebo naopak suchem.

Pokud se zaměříme na typy školek, tak zde, podle SUTHERLANDA (2007), nalezneme významný rozdíl poškození: ve školkách s prostokořenným materiálem je většina významných chorob způsobena půdními houbami a háďátky, které napadají kořeny a kmínky, kdežto houby způsobující onemocnění listů a semen převládají u obalované sadby. Nicméně toto pravidlo není absolutní. Výsledky této bakalářské práce i výsledky autora publikace ukazují, že například patogeny rodu *Phytophthora* dokážou způsobit škody na obou typech sadeb.

Současný přístup k používání chemických prostředků obecně je spíše negativní, ale dle mého názoru tento přístup převládá spíše u laické veřejnosti. Naopak u odborníků a lidí z praxe (zemědělců, lesníků atp.) je přístup v tomto ohledu docela jiný. Odborníci a lidé z praxe by se bez chemických prostředků proti různým patogenům těžko obešli. Jiné způsoby ochrany sadebního materiálu je možný, ale nedají se ve větší míře často použít.

Náhradou chemických prostředků v boji proti houbovým onemocněním v lesních školkách by mohla teoreticky být biologická ochrana v podobě mykoparazitických hub. V praxi se s ní ovšem běžně nesetkáme.

Tento typ ochrany považují někteří odborníci za ekologicky a hygienicky vhodnou alternativou potlačování patogenů. Tento typ ochrany je dokonce některými odborníky považován za variantu, která by mohla mít podobné finanční náklady jako u chemické ochrany. Naproti tomu má tento typ ochrany značné nároky na uživatele, vyžaduje přesnost, trpělivost a více času než se účinky projeví (TICHÁ, 2001).

Z výše uvedených důvodů je jasné, proč se tyto přípravky na bázi mykoparazitických hub dnes nepoužívají úplně všude, ale jen v případě malých ploch, zahrad, bio farem, atp. Dle KNÍŽKA et al. (2016) jsou tyto metody dokonce v praxi téměř nepoužitelné.

Na druhou stranu, podle výsledků diplomové práce zaměřené na vyhodnocení účinnosti biopreparátu na bázi houby *Trichoderma harzianum* u smrkových semenáčů (KODAD, 2017) lze konstatovat, že chemické

prostředky (fungicidy) a biologické preparáty na bázi mykoparazitických hub vykazovaly téměř stejné účinnosti.

Za další náhradu chemických prostředků je ochrana mechanická, která ale nemůže obsáhnout vše. Typicky jde o mechanické pletí meziřádkovými pluhy, ruční pletí atd., ale to se bavíme o ochraně proti plevelu, nikoliv o ochraně proti houbovým patogenům. V důsledku je tato ochrana proti plevelu spíše na přítěž, protože houbové patogeny se množí právě v tlejících a odumírajících rostlinách, které nám plevel vytržený ze země a ponechaný na zemi mezi sazenicemi dokonale zajišťuje.

Z popsaného plyne, že chemické přípravky na ochranu proti houbovým patogenům jsou v dnešní době nenahraditelné, nebo jen velmi obtížně.

Možnosti diagnostiky chorob na lesních dřevinách, odhlédneme-li od metody vlhké komory, jsou například ELISA test, který je schopný určit patogena na základě jeho enzymatického systému (izoenzymy) a využívající přímo genom patogenů k jejich detekci (JANČAŘÍK, 2000).

Do budoucna by bylo vhodné rozšířit testování dalších chemických látek, i na jiných dřevinách. Houbové patogeny se totiž časem mohou stát vůči účinným látkám v chemických přípravcích rezistentní (PROKOP, 2010).

Při testech fungicidu azoxystrobin na pistáciích bylo zjištěno, že houbový patogen rodu *Alternaria* vykazuje po 3-4 letech opakovaného používání na stejném místě velkou rezistenci proti tomuto přípravku (MA et al., 2003).

Z tohoto důvodu je potřeba účinné látky v průběhu let měnit.

Dle výsledků výzkumu BERTENSENA et al. (2001) na pšenici ozimé však dosahuje azoxystrobin výborných výsledků proti houbám rodu *Alternaria*.

6. Závěr

Cílem práce bylo vyhodnotit účinnost chemických přípravků, které byly vybrány jako uvažované pro budoucí použití, proti houbovým chorobám u sadby buku lesního. V pravidelných sedmi až desetidenních intervalech byly pokusné plochy ošetřovány třemi různými přípravky, kde každý obsahoval jinou účinnou látku. Byly to přípravky Previcur Energy, Ortiva a Kuprikol 50, dále byla jedna plocha ošetřována kombinací přípravků Previcur Energy + Ortiva. Vzorky odebrané z pokusných ploch byly podrobeny zkoumání na přítomnost houbových patogenů.

- První ošetření pokusných ploch bylo provedeno 13. 05. 2019 a na konci května se začaly objevovat první známky poškození.
- Některé semenáčky byly poškozeny mrazem, ale většina houbovými patogeny, což prokázaly výsledky testů.
- Většina houbových patogenů byla na děložních listcích.
- Z výsledků bylo zjištěno, že nejlepší poměr kvality a ceny vykazoval přípravek Kuprikol 50, který obsahuje účinnou látku oxichlorid měďnatý.
- Nejlepší výsledky v účinnosti postřiku (ve smyslu nejmenší intenzity výskytu patogenů) byly pozorovány u kombinace přípravku Ortiva a Previcur. Tato varianta se ale ukázala z ekonomického hlediska jako příliš nákladná pro běžné použití.
- Naopak nejhorší výsledky byly zaznamenány u přípravku Ortiva, která ale byla zároveň z testovaných variant nejlevnější.

7. Seznam použité literatury

- BACKHOUSE, D.; WILLETS, H.J. (1984): A histochemical study of sclerotia of *Botrytis fabae*, Canadian Journal of Microbiology 30: 171-178 s.
- BERTENSEN, J.R.; DE NEERGAARD, E.; SMEDEGAARD-PETERSEN, V. (2001): Fungicidal effects of azoxystrobin and epoxiconazole on phyllosphere fungi, senescence and yield of winter wheat. Plant pathology, 50(2): 190-205 s.
- BEEVER, R.E.; WEEDS, P.L. (2004): Taxonomy and Genetic Variation of Botrytis and Botryotinia. In: Elad, Y., Williamson, B., Tudzynski, P. and Delan, N., Eds., Botrytis: Biology, Pathology and Control, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 29-52 s.
- BRÁZDIL, R.; TRNKA, M. a kolektiv (2015): Historie počasí a podnebí v českých zemích XI: Sucho v českých zemích: minulost, současnost a budoucnost. Centrum výzkumu globální změny Akademie věd ČR, v.v.i., Brno, 402 s. ISBN 978-80-87902-11-0
- BURIÁNEK, V.; BENEDÍKOVÁ, M.; MALÁ, J. (2015): Selekce klonů dubu na odolnost vůči pozdním mrazům. Zprávy lesnického výzkumu 60(1): 1–7 s.
- DAI, A. (2010): Drought under global warming: a review. Wiley interdisciplinary reviews: Climate change. 2(1): 45-65 s. doi: 10.1002/wcc.81
- DEAN, R., VAN KAN, J. A. L., PRETORIUS, Z. A., HAMMOND-KOSACK, K. E., DI PIETRO, A., SPANU, P. D. (2012): The Top 10 fungal pathogens in molecular plant pathology. Molecular Plant Pathology. 13(4): 414–430. doi: 10.1111/j.1364-3703.2011.00783.x
- DUŠEK, V. (1997): Lesní školkařství. Písek, Matice lesnická, 140 s.
- ELAD, Y.; WILLIAMSON, B.; TUDZYNSKI P.; DELEN, N. (2007): Biology, pathology and control, Dordrecht: Springer: 403 s.
- FASSATIOVÁ, O. (1979): Plísňe a vláknité houby v technické mikrobiologii: (příručka k určování). 1. vyd. Praha: SNTL, 211 [1] s.
- FORST, P. a kolektiv (1985): Ochrana lesů a přírodního prostředí. Státní zemědělské nakladatelství, Praha: 416 s.
- HALEEN, F.; SCHROERS, H. J.; GROENEWALD, J. Z.; CROUS, P. W. (2004): Novel species of *Cylindrocarpon* (*Neonectria*) and *Campylocarpon* gen. Studies in mycology 50: 431-455 s.
- HEIM Jr., R.R. (2002): A review of Twentieth-Century Drought Indices Used in the United States, American meteorological society 80: 429-438 s.

- HLAVINKA, P.; TRNKA, M.; SEMERÁDOVÁ, D.; BALEK, J.; ŠTĚPÁNEK, P.; ZAHRADNÍČEK, P.; ŽALUD, Z. (2018): Trendy ve výskytu vodní bilance sucha v ČR. In: KNÍŽEK, M. (2018): Škodliví činitelé v lesích Česka 2017/2018 – Kůrovcová kalamita a možnosti řešení. Sborník referátů z celostátního semináře s mezinárodní účastí. Průhonice, 19.04.2018. Zpravodaj ochrany lesa, 36-41 s.
- CHAVERRI, P.; SALGADO, C.; HIROOKA, Y.; ROSSMAN, A.Y.; SAMUELS, G.J. (2011): Delimitation of *Neonectria* and *Cylindrocarpon* (*Nectriaceae*, *Hypocreales*, *Ascomycota*) and related genera with *Cylindrocarpon*-like anamorphs. *Studies in Mycology* 68: 57-78 s.
- JANČAŘÍK, V. (1960): LESNICKÉ AKTUALITY 3: PADÁNÍ SEMENÁČKŮ V LESNÍCH ŠKOLKÁCH, Státní zemědělské nakladatelství v Praze, publikace SZN č. 1113
- JANČAŘÍK, V. (1960): Práce výzkumných ústavů lesnických ČSR, svazek 18: Padání semenáčků v lesních školkách a obrana proti němu
- JANČAŘÍK, V. (1989): Ochrana lesních školek před houbovými chorobami. Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti. Jíloviště – Strnady, 72 s.
- JANČAŘÍK, V. (1999): Kořenové hniloby v lesních školkách. Archiv časopisu lesnická práce. Lesnická práce č. 2/99
- KNÍŽEK M.; LIŠKA, J.; MODLINGER R. (2017): Výskyt škodlivých činitelů v roce 2016 a jejich očekávaný stav v roce 2017. Zpravodaj ochrany lesa. Supplementum Strnady, VÚHLM, v.v.i.: 68 s.
- KOCHMAN J. (2007): *Fusarium oxysporum* f. sp. *conglutinans* *Fusarium* wilt of canola. *Plant Health Australia*. Available from <http://www.planthealthaustralia.com.au/pests/fusarium-wiltof-canola/> (accessed December 2018)
- KODAD, J. (2017): Vyhodnocení účinnosti biopreparátu na bázi houby *Trichoderma harzianum* u smrkových semenáčů, diplomová práce, ČZU, Praha
- MA, Z., FELTS, D., MICHAILIDES T.J. (2003): Resistance to azoxystrobin in *Alternaria* isolates from pistachio in California, *Pesticide biochemistry and physiology*, 77 (2): 66-74 s.
- MAUER, O., PALÁTOVÁ, E., BÁRTOVÁ, A., JURÁSEK, A., NÁROVCOVÁ, J., SZABLA, K. (2006): Produkce krytokořenného sadebního materiálu lesních dřevin. *Lesnická práce*, Kostelec nad Černými lesy, 136 s.
- MAUER, O. (2013): Pěstování sadebního materiálu, skripta, Mendelova univerzita v Brně, Brno. ISBN: 978-80-7375-698-7

- MAUER, O. (2009): ZAKLÁDÁNÍ LESŮ I. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno.
- MISHRA, A. K.; SINGH, V. P. (2010): A review of drought concepts. *Journal of Hydrology* 391: 202 – 216.
- NEF, L., PERRIN, R. (1999): Damaging agents in european forest nurseries. Practical handbook. Luxemburg, Office for official Publications of the european Communities: 352s.
- NELSON, P.E.; DIGNANI, C. M.; ANAISSIE, E. J. (1994): Taxonomy, Biology, and Clinical Aspects of *Fusarium* Species. *Clinical microbiology reviews* 7 (4): 479-504 s.
- OLIVER, E. J. (2005): ENCYCLOPEDIA of WORLD CLIMATOLOGY, Encyclopedia of earth sciences series
- PEGG, G.F., BRADY, B.L. (2002): *Verticillium* Wilts, CABI Publishing, Wallingford, 541 s. ISBN 0 85199 529 2
- PEŠKOVÁ, V. (2005): Padání a kořenové hniloby semenáčků. *Lesnická práce* 84 (11): Příloha:1-4.
- PROKOP, M. (2010): Výskyt rezistence patogenů vůči fungicidním účinným látkám, mechanismy, hodnocení rizika vzniku a ovlivňující faktory. *Rostlinolékař.* 5: 30-33 s.
- SUTHERLAND, JACK R., Zpravodaj ochrany lesa / Setkání lesníků tří generací, svazek 14 / 2007, str. 16: Prostokořenné versus kontejnerové pěstování: stručné srovnání druhů chorob a způsobu ochrany v lesních školkách
- ŠVESTKA, M.; HOCHMUT, R.; JANČAŘÍK, V. (1998): PRAKTICKÉ METODY V OCHRANĚ LESA. *Lesnická práce, s.r.o., Kostelec nad Černými lesy*, 309 s. ISBN 80-902503-0-0
- UROŠEVIČ, B., JANČAŘÍK V. (1957): Některé závažné choroby dubových semenáčků v lesních školkách
- WILLIAMSON, B.; TUDZYNSKI, B.; TUDZYNSKI, P., VAN KAN, J. (2007): *Botrytis cinerea*: the cause of grey mould disease, *Molecular Plant Pathology*, 8 (5): 561-580s.
- WOUDENBERG, J. H. C., GROENEWALD, J.Z., BINDER, M., CROUS, P.W. (2013): *Alternaria* redefined, *Studies in Mycology* 75: 171-212 s.

ZAHRADNÍKOVÁ, M.; ZAHRADNÍK, P. (2018): Změny v registru přípravků na ochranu rostlin v lesním hospodářství pro rok 2018 a legislativní změny v jejich používání. In: KNÍŽEK, M. (2018): Škodliví činitelé v lesích Česka 2017/2018 – Kůrovcová kalamita a možnosti řešení. Sborník referátů z celostátního semináře s mezinárodní účastí. Průhonice, 19.04.2018. Zpravodaj ochrany lesa, 30-33 s

Internetové zdroje:

Zákon č. 326/2004 Sb. Zákon o rostlinolékařské péči a o změně některých souvisejících zákonů. Dostupné online:

<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2004-326>

ČHMÚ

<http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/SUCHO/Definice_sucha.html>

ČERMÁK, P. (2013): Atlas poškození dřevin, dostupné online:

<http://atlasposkozeni.mendelu.cz>

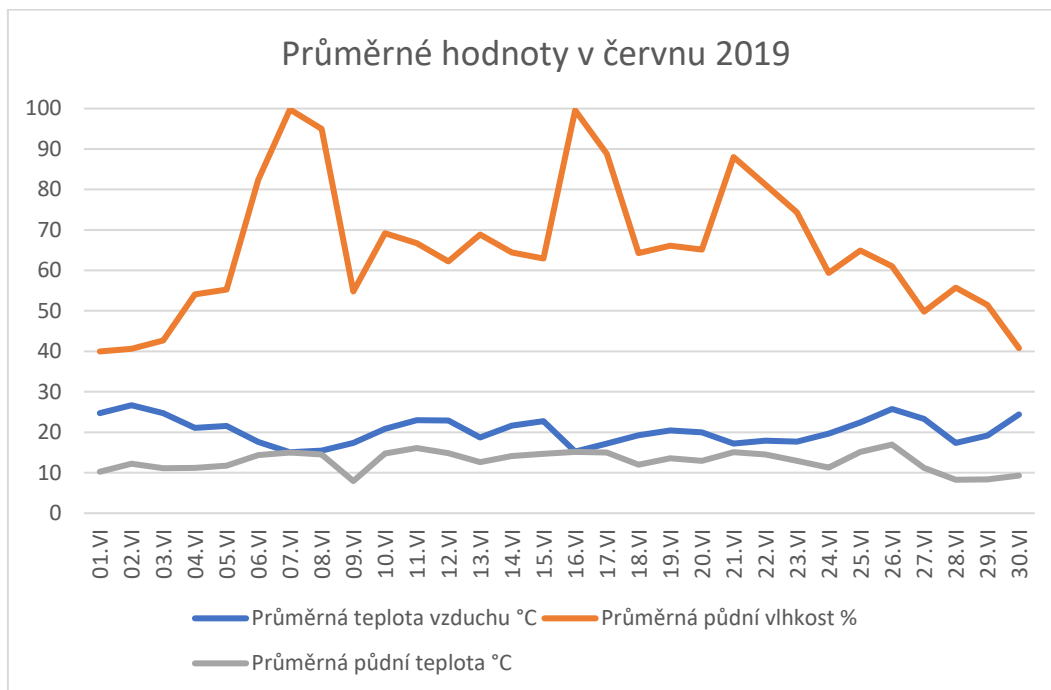
KUBÁTOVÁ, A. (2002): MINIATLAS MIKROORGANISMŮ

MUSIL, M. (2019): Spotřeba přípravků na OR v roce 2018, dostupné online: http://eagri.cz/public/web/file/626672/celek_CZ_2018b.pdf

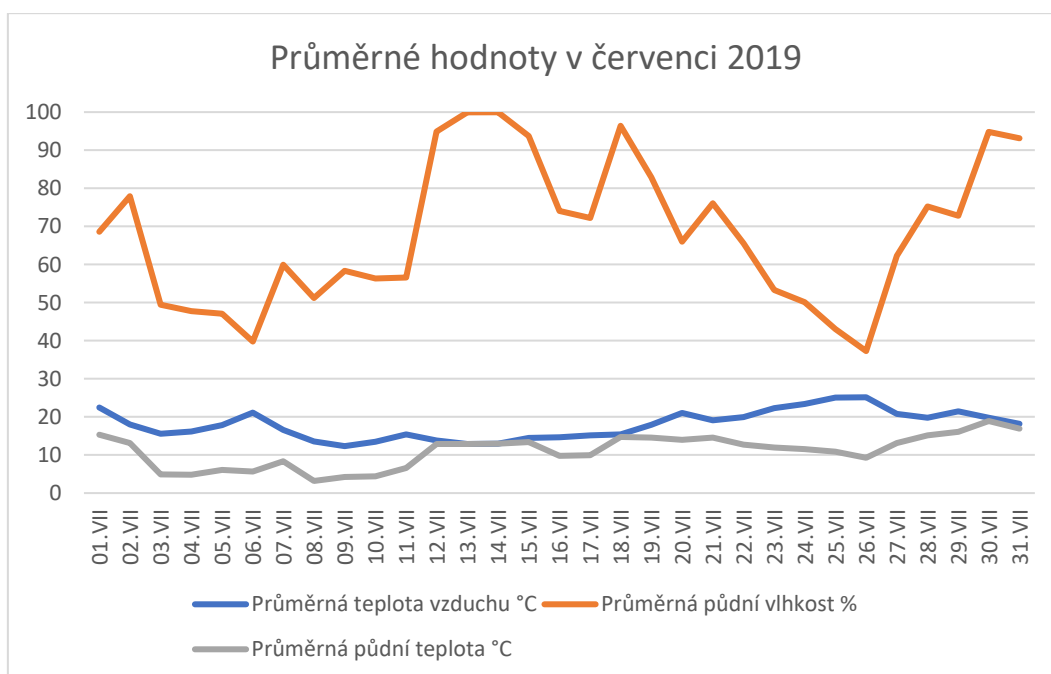
8. Přílohy

1. Grafické znázornění vybraných meteorologických údajů po měsících
2. Fotografie

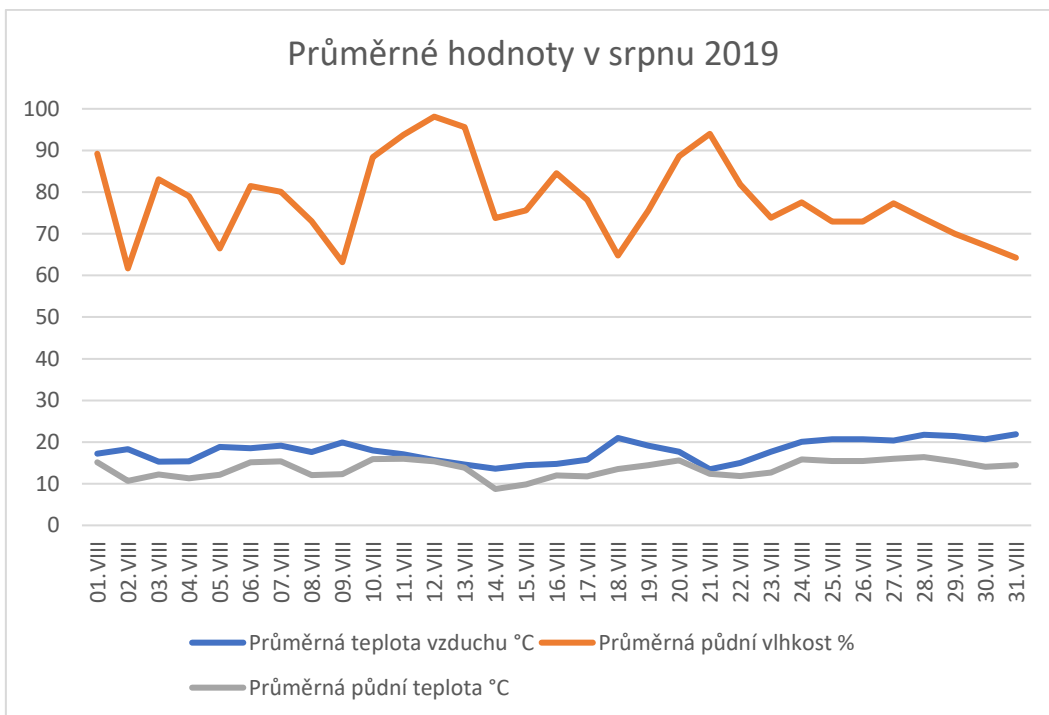
1. Grafické znázornění vybraných meteorologických údajů po měsících



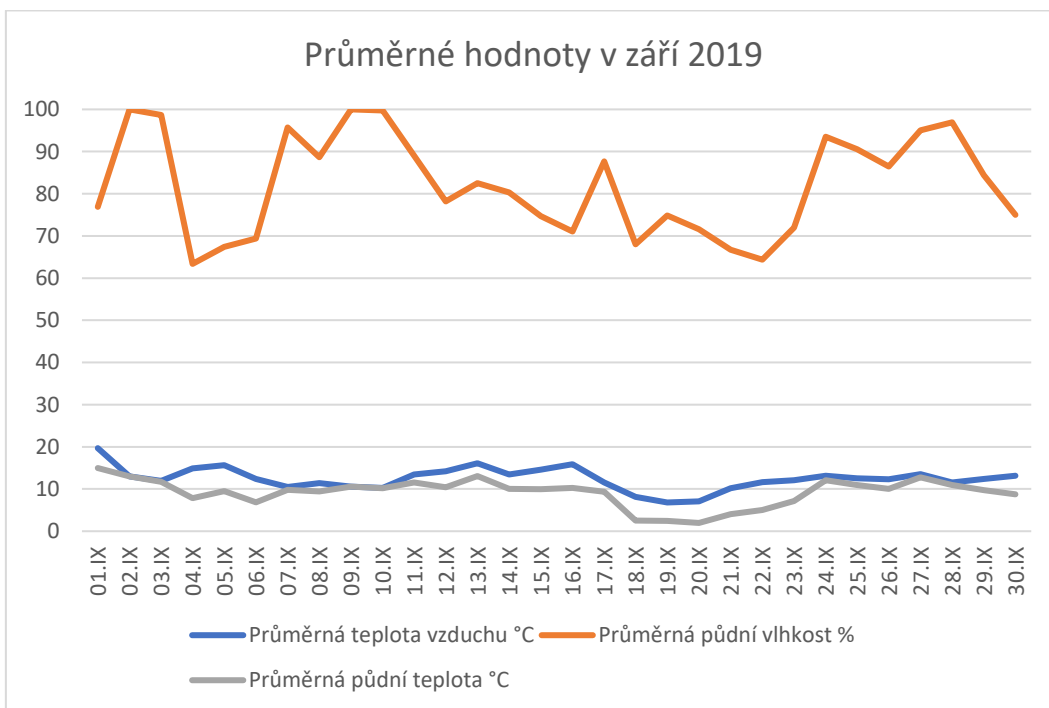
Obrázek 21: Grafické znázornění měsíčního průběhu meteorologických hodnot (Zdroj: Arpa, 2019)



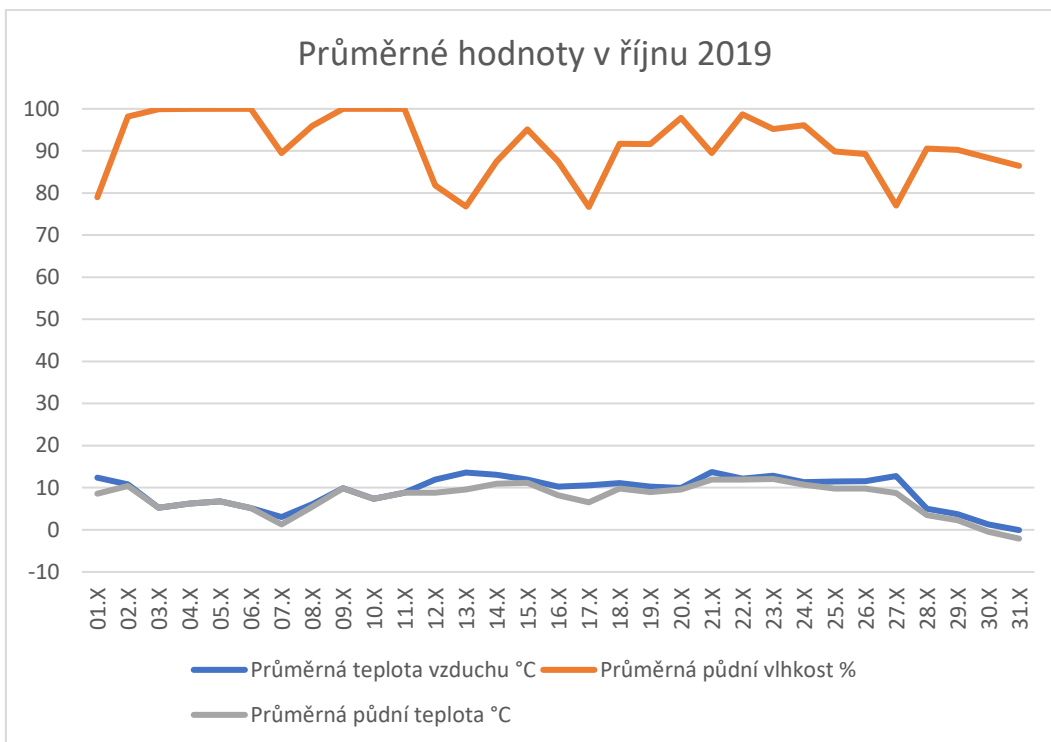
Obrázek 22: Grafické znázornění měsíčního průběhu meteorologických hodnot (Zdroj: Arpa, 2019)



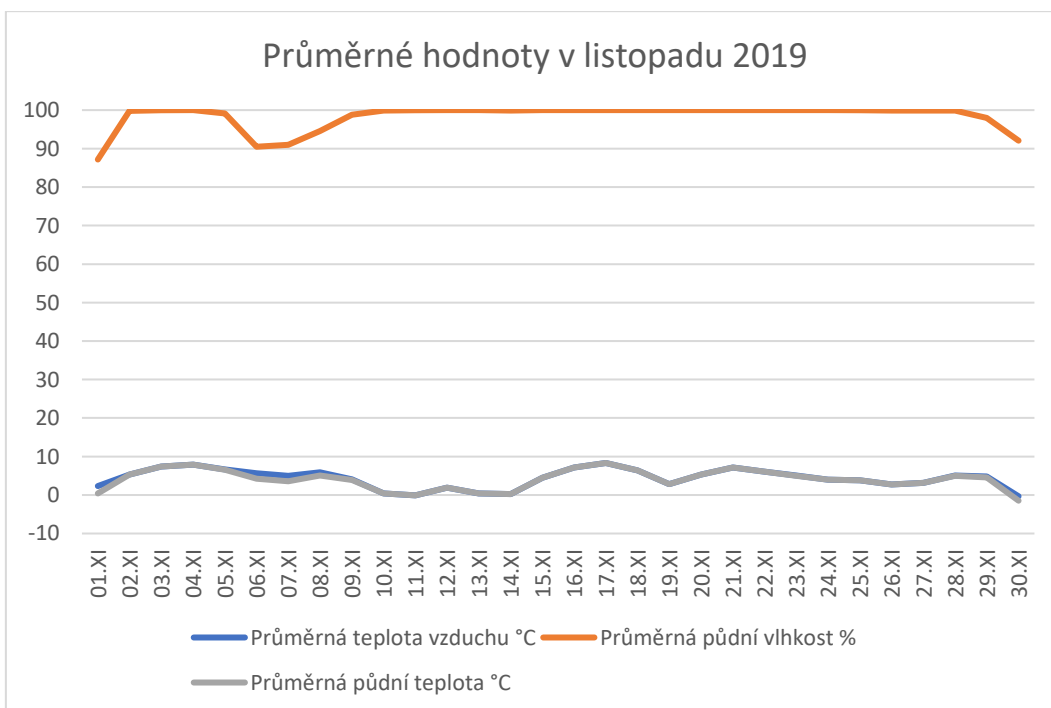
Obrázek 23: Grafické znázornění měsíčního průběhu meteorologických hodnot (Zdroj: Arpa, 2019)



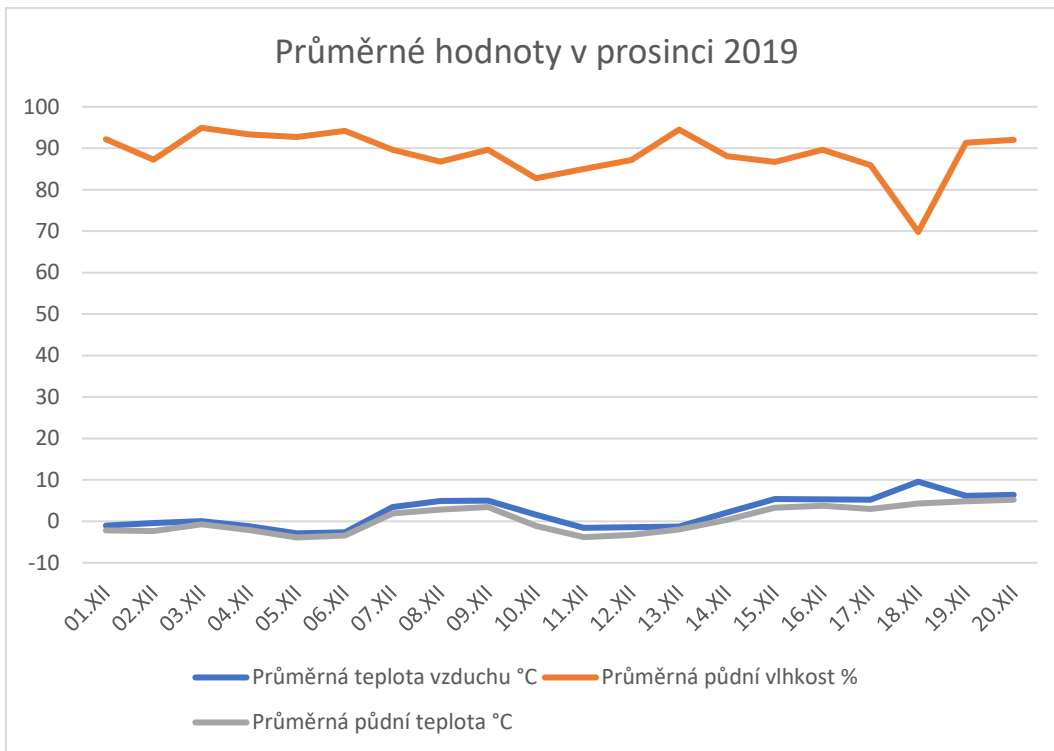
Obrázek 24: Grafické znázornění měsíčního průběhu meteorologických hodnot (Zdroj: Arpa, 2019)



Obrázek 25: Grafické znázornění měsíčního průběhu meteorologických hodnot (Zdroj: Arpa, 2019)



Obrázek 26: Grafické znázornění měsíčního průběhu meteorologických hodnot (Zdroj: Arpa, 2019)



Obrázek 27: Grafické znázornění měsíčního průběhu meteorologických hodnot (Zdroj: Arpa, 2019)

2. Fotografie



Obrázek 28: Mikrokonidie a makrokonidie rodu *Fusarium* (Arpa, 2019)



Obrázek 29: Poškozený semenáček buku lesního (*Fagus sylvatica*)(Arpa 2019)



Obrázek 30: Sije buku lesního (*Fagus sylvatica*) po odkrytí plachet proti mrazu a příprava pokusných ploch (Arpa 2019)