

+Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra lesnické a dřevařské ekonomiky



**Fakulta lesnická
a dřevařská**

**Použití biopreparátů a chemických prostředků a jejich
ekonomická efektivita**

Vojtěch Pešička

doc. Mgr. Ing. Roman Sloup, Ph.D.

2023/2024

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Vojtěch Pešička

Lesnictví

Ekonomika a řízení lesního hospodářství

Název práce

Použití biopreparátů a chemických prostředků a jejich ekonomická efektivita

Název anglicky

Use of biopreparations and chemical agents and their economic effectiveness

Cíle práce

Cílem práce je představit jednotlivé biopreparáty, zvláště biopreparáty používané na Lesní správě Orlík. Dílčím cílem bude zjištění účinnosti a možnosti ochrany semenáčků pomocí biopreparátů a porovnání účinnosti této úpravy s jinými chemickými přípravky využívanými v lesním hospodářství. Bude zpracováno vzájemné porovnání ekonomické efektivity a získaná data budou statisticky porovnána a zpracována do grafických výstupů.

Metodika

Bude zpracována rešerše problematiky ochrany semenáčků pomocí biopreparátů a chemických přípravků a představeny charakteristiky jednotlivých zvolených prostředků.

Bude provedeno vyhodnocení účinků zvolených biopreparátů látek a jejich vzájemné porovnání s jinými chemickými přípravky na semenáčcích. Bude vytvořen přehledu získaných výsledků a jejich statistické vyhodnocení včetně vyhodnocení jejich efektivity.

Harmonogram:

srpen 2023 – předložení úvodní literární rešerše k zadanému tématu,

prosinec 2023 – předložení kompletní literární rešerše a pracovní verze práce,

únor 2024 – předložení výsledné práce vedoucímu práce,

duben 2024 – odevzdání kompletně zpracované BP v souladu s formálními požadavky pro závěrečné práce na FLD ČZU.

Doporučený rozsah práce

35 – 50 stran

Klíčová slova

účinnost, semenáčky, lesní školka, chemické přípravky

Doporučené zdroje informací

GRZYB A., WARACZEWSKA Z., NIEWIADOMSKA A., WOLNA-MARUWKA A.. Czym są biopreparaty i jakie jest ich zastosowanie? 2019, Nauka Przyroda Technologie, Tom 13, Zeszyt 2.
LS Orlík (2022): Oficiální stránky LS Orlík. <http://www.lsorlik.cz/> (18. 12. 2022).
NÁROVEC Václav. O půdách v lesních školkách. Lesnická práce, Kostelec nad Černými lesy: 2003. 28 stran. Přípravky na ochranu rostlin registrované v ČR, které je možné použít v ekologickém zemědělství (2006). Institut pro ekologické zemědělství a udržitelný rozvoj krajiny, Olomouc.
VLKOVÁ Jitka. Do vývoje pesticidů už firmy nedávají peníze. Asociace soukromého zemědělství ČR: 2022.
ZAHRADNÍK, Petr; HOLUŠA, Jaroslav. *Metodická příručka integrované ochrany rostlin pro lesní porosty*. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2014. ISBN 978-80-7458-057-4.

Předběžný termín obhajoby

2023/24 LS – FLD

Vedoucí práce

doc. Mgr. Ing. Roman Sloup, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra lesnické a dřevařské ekonomiky

Elektronicky schváleno dne 1. 5. 2023

doc. Ing. Roman Dudík, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 28. 1. 2024

prof. Ing. Róbert Marušák, Ph.D.

Děkan

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: Použití biopreparátů a chemických prostředků a jejich ekonomická efektivita vypracoval samostatně a citoval jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použil, a které jsem rovněž uvedl na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

Jsem si vědom, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

Jsem si vědom, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Praze dne 3. dubna 2024

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval doc. Ing. Mgr. Romanu Sloupovi, Ph.D. za věnovaný čas a užitečné rady při psaní této práce. Dále bych rád poděkoval celému vedení a zaměstnancům Lesní správy Orlík, kteří byli nedílnou součástí tohoto výzkumu. Poděkování také patří Ing. Marii Machanderové, Ph.D. za pomoc v celém průběhu tvorby této práce a při výzkumu. Závěrem bych chtěl poděkovat své rodině za pevné nervy a projevenou podporu.

Použití biopreparátů a chemických prostředků a jejich ekonomická efektivita

Souhrn

Tato práce se zabývá zjištěním účinnosti a možnosti ochrany semenáčků pomocí biopreparátů, porovnáním účinnosti této úpravy s jinými chemickými přípravky využívanými v lesním hospodářství a možným přínosem do tohoto odvětví. Práce byla zaměřena v boji proti *Botrytis cinerea*. Došlo k testování chemických a biologických prostředků sloužící k potlačení houbových patogenů jako je Plíseň šedá. Celkem došlo k testování pěti ochranných prostředků, jimiž byly tři biopreparáty (Bactiva, Pentacil, Serenade aso) a dva zástupci konvenční ochrany (Signum, Switch). Pokus byl proveden v lesní školce Orlík nad Vltavou patřící do vlastnictví pana Jana Nepomuka Schwarzenberga. Jako zkusné plochy bylo vybráno šest záhonu smrku ztepilého (*Picea abies*), jenž první záhon sloužil jako kontrolní a na zbylé došlo k aplikaci ochranných prostředků. Na dané záhony docházelo k aplikaci jednotlivých prostředků. Biopreparáty byly aplikovány třikrát v týdenním intervalu a konvenční prostředky dvakrát ve čtrnáctidenním intervalu. První záhon sloužil jako kontrolní na dalších záhonech došlo k aplikaci ochranných prostředků v daném pořadí: Pentacil, Bactiva, Serenade aso, Signum, Switch. Následně došlo k vytvoření deseti zkusných ploch na každém záhoně, kde došlo k odběru vzorků napadených *Botrytis cinerea*, poté došlo k lokálnímu průzkumu trhu, kde byly zjišťovány například ceny za jednotlivé pracovní operaci, nebo ceny semenáčků apod. Nejlepší výsledek dosáhl biopreparát nesoucí název Bactiva a nejhůře dopadl kontrolní záhon, kde nedošlo k žádné ochraně semenáčků. Tento ochranný prostředek je nejdražší variantou mezi použitými přípravky. Byla provedena i ekonomická efektivita jednotlivých přípravků, kde se jako ekonomicky nejefektivnější jevil konvenční přípravek Switch.

Klíčová slova: účinnost, semenáčky, lesní školka, chemické přípravky

Use of biopreparations and chemical agents and their economic effectiveness

Summary

This paper discusses the establishing the efficiency and possibility of seedling protection using biopreparations and comparing the efficiency of this treatment with other chemical products used in forestry and the possible contribution to this sector. The paper focuses on the control of *Botrytis cinerea*. Test of chemical and biological agents used to suppress fungal pathogens such as Grey Mildew were carried out. A total of five protective agents were tested, thereof three biological agents (Bactiva, Pentacil, Serenade aso) and two agents of conventional protection (Signum, Switch). The tests were performed in the Orлік nad Vltavou forest nursery owned by Mr Jan Nepomuk Schwarzenberg. Six beds of *Picea abies* were selected as experimental plots, the first bed was used as a control one and the remaining beds were treated with protective agents. The individual products were applied to the beds. Biopreparations were applied three times on weekly basis and conventional products twice a month. The first bed was used as a control one and the following beds were treated in the same order: Pentacil, Bactiva, Serenade aso, Signum, Switch. Subsequently, ten plots were set up in each bed, where samples of *Botrytis cinerea* were taken, followed by a local market survey to find out, for example, prices for each work operation or prices for seedlings, etc. The best result was achieved with the biopreparation called Bactiva and the worst results demonstrated in the control bed, where no seedling protection was applied. This protectant is the most expensive one among the products used. The cost-effectiveness of the different products was also evaluated and the Switch conventional product was found to be the most cost-effective.

Keywords: efficiency, seedlings, forest nursery, chemicals

Obsah

1 Obsah

2	Úvod.....	10
3	Cíl práce.....	11
4	Literární řešerše	11
4.1	Les.....	11
4.2	Funkce lesa	12
4.2.1	Produkční funkce lesa	13
4.2.2	Mimoprodukční funkce	14
4.3	Obnova lesa.....	15
4.3.1	Reprodukční materiál.....	16
4.3.2	Nakládání s reprodukčním materiálem.....	17
4.4	Lesní školky.....	18
4.4.1	Druhy sadebního materiálu	19
4.4.2	Délka pěstování sadebního materiálu.....	20
4.4.3	Expedice sadebního materiálu.....	20
4.4.4	Aktuální stav sadebního materiálu	21
4.5	Houbové patogeny	21
4.5.1	Choroby s potřebou preventivního opatření.....	22
4.5.2	Choroby s možností zásahu po zjištěné infekci	23
4.5.3	Padání semenáčků	23
4.6	Nejčastější houbové patogeny v lesních školkách	24
4.6.1	Rod Botrytis	24
4.6.2	Rod Fusarium Link.....	25
4.6.3	Rod Alternaria Nees	26
4.6.4	Rod Verticillium.....	26
4.6.5	Rod Cladosporium Link.....	27
4.6.6	Rod Pythium.....	27
4.7	Testované biologické a konvenční chemické přípravky	28
4.8	Lesní školka Orlík nad Vltavou	29
5	Metodika.....	31
5.1	Aplikace ochranných prostředků	31
5.2	Odběr vzorku a jejich zpracování.....	32
5.3	Vytyčení zkusných ploch pro získání počtu jedinců na 1 m ²	34

5.4	Sběr dat pro jednotlivé výpočty.....	35
6	Výsledky.....	36
6.1	Síje smrku ztepilého	36
6.2	Zhodnocení počasí v roce 2023.....	37
6.3	Počet semenáčků na jednotlivých záhonech	38
6.4	Ceny použitých ochranných prostředků	39
6.5	Doba aplikace ochranných prostředků na 50 m ²	40
6.6	Výsledná tabulka poškozených jedinců	41
6.7	Mortalita	42
6.8	Účinnost použitých biopreparátů	43
6.9	Náklady na jednotlivé záhony.....	44
6.10	Ekonomická efektivita jednotlivých prostředků	44
6.11	Finanční ztráty na jednotlivých záhonech.....	45
7.	Diskuze.....	46
8.	Závěr	49
9.	Literatura	51

2 Úvod

V dnešní době velkého znečišťování naší planety, je důležité zamyslet se nad hospodařením v naší krajině. Je potřeba řešit problémy, které se již vyskytly anebo, které mohou nastat. Potýkáme se například s nárůstem teplot, nedostatkem vody, nebo také s nárůstem oxidu uhličitého v naší atmosféře. Všechny tyto problémy se dají řešit mnoha prostředky, my se ale zaměříme pouze na jeden a tím je les. Les je pro nás velké bohatství, o které je důležité pečovat a náležitě si ho vážit, proto je důležité se také starat o jeho rozmanitost a biodiverzitu, ale také o jeho obnovu, která může být buď přirozená, umělá nebo kombinovaná (Tuháček, 2015).

V době, kdy probíhá na našem území kůrovcová kalamita, která zdevastovala naše mateřské porosty je důležité si položit otázku, jakým způsobem uvedeme naši krajinu zpět do původního stavu. Je důležité podotknout, že bez umělé obnovy se v hospodaření v našich lesích neobejdeme. Již dříve hlavní podíl v zalesňování tvořila umělá obnova, byla snaha o zvýšení podílu přirozené obnovy, která v roce 2009 činila 17,9 % ale v roce 2019 se snížila na 15,4 % bohužel díky stále trvající kůrovcové kalamitě se podíl přirozené obnovy zvyšovat nebude. Situace v našich lesích klade na školkaře náročné úkoly, žádá si kvantitativní a kvalitativní zlepšení a mění se i druhová skladba v lesích, dochází k odklonění o smrkových porostů a dochází k přiklání k listnatým. V roce 2009 byl podíl smrkových porostů při zalesňování 43,8 % a listnáčů 38,8 % a v roce 2019 to bylo smrku 30,5 % a listnáčů 51,3 %. Z poskytnutých informací je zřejmé, že za posledních deset let nedošlo k výrazné změně ve velikosti oblasti určené pro pěstování sazenic, ale objem vyprodukovaných sazenic se prakticky zdvojnásobil. Došlo také k podstatným posunům v rozložení typů vypěstovaných sazenic. Tento trend představuje pro pracovníky v lesních školkách velké výzvy v zabezpečení adekvátního množství kvalitního výsadbového materiálu. Výrobní proces a jeho ekonomická účinnost jsou ovlivněny potřebou předcházet poškození způsobenému živými organismy, jako jsou plevel, patogeny nebo škodlivý hmyz, což vyžaduje aplikaci herbicidů, fungicidů a insekticidů. Ačkoli je jejich užití nezbytné pro úspěšnou produkci, má vliv na výrobní náklady a konečnou cenu sazenic, což vyžaduje jejich promyšlené a účelné využívání. V lesním školkařství pěstování sazenice stromků pro účely umělé obnovy naráží na mnohé překážky, které mohou být na bázi zákonných ustanovení, tak i škůdců, kteří je napadají. Velký podíl v problematice pěstování lesních semenáčků hrají houbové patogeny, kteří napadají semenáčky pěstovaný v lesních školkách. V dnešní době máme dva hlavní způsoby, jak se jim bránit, nebo jak jim předejít. Pro ochranu semenáčků lze použít buď chemické přípravky nebo biologické

preparáty. Díky velmi vysokému tlaku Evropské unie na zkvalitnění přírody kolem nás je mnoho chemických prostředků, i účinných látek zakazováno a nedochází k dostatečnému nahrazení těchto přípravků, proto je možným řešením použití biopreparátů v ochraně proti houbovým patogenům (Nárovcová, 2023).

Zvýšená produkce sazenic lesních dřevin by pak mohla pomoci vyřešit otázku ohledně ukládání oxidu uhličitého v lesích, argumentuje se, že je to možné řešení, jak se dobře vypořádat s přibývajícím oxidem uhličitým v naší krajině. Také se předpovídá, že využívání lesa jen za tímto účelem je silně neekonomické. A navíc lesy nejsou nesmrtelné a může dojít k mnoha klimatickým změnám, které je mohou výrazně poškodit, jako tomu bylo v minulosti a stále přetrvávající přítomnosti, a to je kůrovcová kalamita která zapříčinila drastický dopad na naše lesy. Na druhou stranu starý dospělý porost neukládá tak velké množství uhlíku jako mladý dorůstající porost. A předpokládá se, že do roku 2050 by mohlo dojít ke snížení oxidu uhličitého až o 20 % z důvodu jeho ukládání v našich lesích (Štefanovič, 2015).

3 Cíl práce

Cílem práce je otestovat jednotlivé biopreparáty, zvláště biopreparáty používané na Lesní správě Orlík. Dílčím cílem bude zjištění účinnosti a možnosti ochrany semenáčků pomocí biopreparátů a porovnání účinnosti této úpravy s jinými chemickými přípravky využívanými v lesním hospodářství. Bude zpracováno vzájemné porovnání ekonomické efektivity a získaná data budou porovnána a zpracována do grafických výstupů.

4 Literární rešerše

4.1 Les

Les je definován jako „lesní porosty s jejich prostředím a pozemky určené k plnění funkcí lesa“. Tato definice se s vymezením významného krajinného prvku dle zákona o ochraně přírody a krajiny kryje jen částečně. Les ve smyslu významného krajinného prvku je třeba chápat jako lesní ekosystém plnící ekologicko-stabilizační funkce v krajině, který je tvořený především porostem dřevin s vyvinutým stromovým patrem, ve kterém je však důležité zastoupení jak rostlinných, tak živočišných druhů a jejich společenstev, a to v těsné vazbě na ekologické podmínky stanoviště, a jehož neoddělitelnou funkční součástí je ekosystém lesních půd.

Ústředním orgánem státní správy lesů je Ministerstvo zemědělství. Orgány státní správy lesů mimo lesy v národních parcích a jejich ochranných pásmech jsou obce s rozšířenou působností, kraje a Ministerstvo zemědělství. V lesích národních parků a jejich ochranných pásmech vykonává působnost krajů a Ministerstva zemědělství ve státní správě lesů Ministerstvo životního prostředí (Novák, 2016).

Hlavním cílem v lesním hospodářství je trvale udržitelný rozvoj, dochází ke snaze o obnovu genofondu lesních dřevin, také ke zvýšení lesní rozmanitosti, zároveň všechny tyto snahy mohou být i určitými opatřeními proti náhlým problémům. Kvůli snaze splnění všech těchto úkolů byl vytvořen implementační plán strategie Česká republika 2030, který vychází ze strategického rámce ČR 2030. Zde se zaměřujeme na pět hlavních ukazatelů, jimiž jsou výměra lesních pozemků, přeměna smrkových porostů, změna druhové skladby, meliorační opatření chemická, vývoz surového dříví a spotřeba dřeva (Černá, 2017).

Lidská společnost byla velmi závislá na produkci dřeva a jeho zpracování. Dřevo patřilo neodmyslitelně ke každodennímu životu. Až do doby, kdy došlo k rozšíření uhlí mezi 19 a 20 století. Les měl za úkol poskytnout obrovské množství palivového dřeva, což v hustě zalidněných oblastech maximálnímu zefektivnění odnímání dřevní biomasy. Docházelo k těžbě kmenů s co nejmenším průměrem, které bylo možno použít k daným úkonům. Např. pro topení byly standartním řešením otýpky vázané z tenkých výmladků. I na stavbu domů se používaly co nejmenší možné kmeny stromů. Hlavní důvodem, proč se přiklánělo k tomuto směru hospodaření bylo také to, že veškeré práce v lese a s hospodařením v něm spojené probíhaly ručně.

Obnova tak probíhala hlavně přirozeně, na mnohých místech to znamenalo, že obnova zde probíhala výmladkově, někdy také sítí. Ochrana lesa se stala nedílnou součástí hospodaření v lese. Výmladkové lesy byly pečlivě ochráněny valy a v pozdějších fázích obnovy i ploty. Samozřejmě ochrana výmladků nemusela být tak razantní jako je tomu i dnes, kdy v našich lesích je zásadním způsobem přemnožena spárkatá zvěř, která v lesích působí zásadní škody na porostech. Dříve zvěře bylo razantně méně, ve volnosti byla snížena na minimum, chovala se hlavně v oborách, bažantnicích a zařízením proto tento chov zvěře uzpůsobených (Hédl, 2011).

4.2 Funkce lesa

Les má několik funkcí, které lze definovat jako působení lesních ekosystému na okolí, prakticky je můžeme rozčlenit na funkci produkční a mimoprodukční. Kdy produkční funkcí je produkování materiálu, který je využitelný v tržním hospodářství. Jako hlavní produkt, pokud se jedná o funkci produkční je především dřevní hmota, ale nedílnou součástí také tvoří sběr

lesní plodů a semen. Díky vývoji společnosti jsou dnes mimoprodukční funkce lesa stejně důležitou součástí jako ty produkční. Mimoprodukční funkce lesa zahrnují všechny aktivity a služby, které mají významný vliv na životní prostředí, ekosystémy a společnost jako celek. Tyto mají významný vliv na životní prostředí, funkce ekosystémy a společnost jako celek. Některé z hlavních mimoprodukčních funkcí lesa zahrnují: vodoochranná, klimatická, půdoochranná, zdravotní a hygienická nebo rekreační funkce (Šišák, 2015).

4.2.1 Produkční funkce lesa

Jak bylo definováno výše, mezi produkční funkce lesa patří produkce dřevní hmoty, sběr lesních plodů a semen. Největší podíl nese produkce dřevní hmoty, která je získávána těžbou.

Těžba se dělí:

Úmyslná lesní těžba: 1) mýtní – Těží se stromy, které dosáhnou doby obmýetí, která je u smrku např. 80 let

2) předmýtní – Prořezávka mezi stromy mezi lety 20–80 let

Nahodilá lesní těžba: 1) Kalamitní – Při vzniku polomů

2) Mimořádná – Při napadení škůdci

Obmýetí je doba spočtena na základě dlouholetých odborných studií a určuje, kdy je nejvýhodnější daný porost pokácet, je zjištěna pro každý druh stromu a stanoviště, aby došlo k co nejvyššímu ekonomickému zhodnocení, do výpočtu jsou zahrnuty veškeré údaje i např. riziko napadením škůdce nebo jiným nahodilým jevem. Nejkratší doba obmýetí je u topolů a vrb, kde dochází k velkému přírůstku v mládí a ve stáří pak dochází ke značnému poškození hnilobou a lámáním. Naproti tomu nejdelší dobu obmýetí má buk okolo 100–140 let a dub až 140 let (Drnec, 2012).

Důležité je také neopomenout významný faktor, který je pevně spojený se dřevem a tím je jeho cena. Cena dřeva se neustále vyvíjí a reaguje na okolnosti, které nastávají na trhu. Dobrým příkladem může být právě probíhající kůrovcová kalamita, kdy za krátkou dobu cena dřeva velmi kolísá (Sedláková, 2022).

Tabulka č.1 Průměrné ceny surového dříví pro tuzemsko za ČR v roce 2022 (Kč/ m3)

Průměrné ceny surového dříví pro tuzemsko za ČR v roce 2022 (Kč/m³)

VLASTNÍCI			2022					Tab. 5
Název		4. čtvrtletí 2016	1. čtvrtletí	2. čtvrtletí	3. čtvrtletí	4. čtvrtletí	Průměr od počátku roku	
		průměrná cena	průměrná cena	průměrná cena	průměrná cena	průměrná cena		
Jehličnaté sortimenty	Výřezy III. A/B třídy jakosti	smrk ¹⁾	2 072	2 697			2 697	
		borovice	1 690	1 924			1 924	
	Výřezy III. C třídy jakosti	smrk ¹⁾	1 758	2 442			2 442	
		borovice	1 513	1 835			1 835	
	Výřezy III. D třídy jakosti	smrk ¹⁾	1 452	2 024			2 024	
		borovice	1 239	1 552			1 552	
	Dříví IV. třídy jakosti - dříví pro výrobu dřevoviny	smrk ¹⁾	1 036	1 172			1 172	
		borovice	751	860			860	
Dříví V. třídy jakosti - dříví pro výrobu buničiny	smrk ¹⁾	732	841			841		
	borovice	791	751			751		

Pozn: Průměrné ceny jsou váženy u těchto sortimentů: výřezy III. A/B jakosti – smrk, výřezy III. C jakosti – smrk, výřezy III. D jakosti – smrk, dříví V. jakosti – dříví pro výrobu buničiny – smrk

(Sedláková, 2022)

Tabulka č.2 Těžba dřeva – Jehličnaté dřeviny

Tab. 2.9 Těžba dřeva - jehličnaté dřeviny

Roundwood removals - coniferous

m³ b.k.

m³ u.b.

Rok Year	Těžba dřeva - jehličnaté dřeviny						
	Roundwood removals - coniferous						
	Jehličnaté celkem Coniferous, total	v tom					
smrk Spruce		jedle Fir	douglaska Douglas fir	borovice Pine	modřín Larch	ostatní jehličnaté Other coniferous	
2007	17 278 165	15 728 526	93 055	16 444	1 165 873	271 290	2 977
2008	14 877 230	12 968 173	57 920	14 784	1 411 113	422 337	2 903
2009	14 046 973	12 169 885	67 646	16 747	1 383 439	407 176	2 080
2010	15 066 146	12 298 646	78 975	19 328	2 082 837	585 372	988
2011	13 340 375	10 785 405	91 676	23 415	1 900 250	539 540	89
2012	13 055 720	10 486 684	105 384	27 793	1 899 022	536 732	105
2013	13 228 512	10 667 303	119 385	30 643	1 879 446	531 568	167
2014	13 471 533	10 983 744	116 593	42 683	1 804 859	523 278	376
2015	14 384 593	12 230 284	107 118	27 831	1 557 567	461 622	171
2016	15 923 807	13 985 863	115 334	30 297	1 367 812	424 038	463
2017	17 735 204	15 774 831	115 947	24 045	1 363 379	456 929	73
2018	24 212 510	22 411 863	135 659	16 588	1 126 549	521 756	95
2019	31 312 582	29 350 347	156 597	13 057	1 287 868	504 704	9
2020	34 486 887	32 276 551	152 758	21 097	1 507 728	528 738	15
2021	28 714 361	25 733 985	151 395	28 626	2 121 005	679 288	62

(Kahuda, 2021)

4.2.2 Mimoprodukční funkce

Mimoprodukční funkce nemají žádný přínos pro tržní hospodářství, neplyne z nich žádný finanční přínos. Je možné je definovat jako přidané hodnoty, z nichž nepřichází přímý finanční zisk, ale mají velký význam pro společnost nebo její část.

V minulém století otázka snižování znečištění klimatu nebyla, tak důležitá jako tomu je v posledních letech.

Mimoprodukční funkce lesa lze obecně rozdělit na ekologické a sociální. Prostředí kolem nás je pro společnost velice zásadní několika způsoby, ať už vizuálně tak i například pomocí udržování vody v krajině, důležitým aspektem pro člověka je podzemní voda, kdy v lesích dochází k filtraci dešťové vody, která se potom ukládá v půdním horizontu. Pojmy „systémová služba“ a „příspěvky přírody člověku“ mají ve 21. století čím dál větší váhu. Pomalu ale jistě se zlepšujícím přístupem k přírodě, zlepšujeme i přístup formulování a provádění inteligentního lesního hospodářství v oblasti klimatu.

Dále do této kategorie můžeme zařadit funkci půdoochrany, která je velmi důležitá pro stabilitu prostředí, enviromentální, zdravotně – hygienickou, rekreační. Co se týče rekreační funkce, tak ta je společností využívána v poslední době velice hojně, např. v oblasti Brd, kde se po mnoha letech obnovil přístup do bývalého vojenského prostoru veřejnosti (Kupčák, 2016).

4.3 Obnova lesa

Obnova lesa je jedna z nejdůležitějších činností v lesním hospodářství, pokud by nedocházelo ke správné obnově, došlo by k zdevastování celé naší kulturní krajiny. Obnova lesa může být také charakterizována jako základní lesnická činnost, jejímž úkolem je nahradit předešlý nebo stávající porost. Obnova lesa je řízený proces, kde se daný lesní hospodář musí řídit zákonem 289/1995, který například udává dobu zalesnění daného porostu. V České republice je tato lhůta nastavena na dva roky, ale tato lhůta se nechá po podání žádosti prodloužit. V České republice také platí od roku 2020 kvůli náhlé kůrovcové kalamitě, že doba zalesnění na kalamitních plochách je pět let (Martiník, 2016).

Obnovu lesa lze rozlišovat na několik typů, kterými jsou: obnova přirozená, umělá a kombinovaná. U obnovy přirozené je využívána schopnost mateřského porostu se dále rozmnožovat, a to může proběhnout buď za pomoci semen nebo výmladností. Co se týče obnovy umělé, tak ta probíhá pomocí sadby nebo síje. Dále z důvodu velké náročnosti obnovy lesa, je kombinovaná a přirozená obnova lesa tou nejschůdnější cestou. Díky těmto metodám dojde k ušetření mnoho finančních prostředků a dojde také k využití mateřského porostu (Novák, 2016).

Díky těmto třem typům obnovy se nechá dělit obnovu také podle prostorového uspořádání. Danými typy prostorového uspořádání jsou holosečný, clonný a okrajový způsob. Přičemž holosečný způsob je v danou chvíli nejvíce využívaný a zbylé dva způsoby jsou hojně využívány při přirozené obnově lesa.

Daná problematika je složitá a obsáhlá a zahrnuje několik negativních faktorů, které mají za příčinu zvyšující finanční nákladnost, mnoho z těchto vlivů jsou sami o sobě zanedbatelnými, ale pokud dojde k vzájemnému působení několika negativních aspektů na daný zasázený porost může dojít k jeho poškození a v některých případech dokonce i k devastaci celé plochy. Negativních vlivů působících na mladé semenáčky je několik, ale mezi ty nejznámější patří například velké teplotní extrémy, silné poryvy větru, navátý sníh, prudké návaly srážek, podmáčená stanoviště a mnoho dalších. Je dobré využívat vlastnosti terénu, nebo po těžební zbytky, jako jsou hromady a valy klestu, které dokážou zmírnit následky negativních činitelů. Pokud ovšem dojde k poškození semenáčků musí dojít k nápravě, které se lesnický vyznačuje jako vylepšování. Podle vyhlášky č. 139/2004 Sb. se za obnovený pozemek považuje ten, na kterém se nachází alespoň 90 % minimálního počtu životaschopných jedinců rovnoměrně rozmístěných po ploše. Za porost zajištěný se potom považuje takový porost, na kterém je alespoň 80 % minimálního počtu jedinců, vykazují trvalý výškový přírůst a jsou odrostlé vlivu buřene a nejsou výrazně poškozeny (Augusten, 2023).

4.3.1 Reprodukční materiál

Do reprodukčního materiálu se řadí semenný materiál (šišky, semena, plody a plodenství), části rostlin (řízky, rouby, očka, hříženci, pruty, explantáty a jiné části rostlin) a sadební materiál (rostliny získané ze semenného materiálu, části rostlin nebo vyzvednuté z přirozeného zmlazení) (Němec, 2024).

Bez těchto materiálů nelze dospět k pravidelné obnově lesa. Je velice důležité dbát na kvalitu sadebního materiálu, která nám pak ovlivňuje náš cíl. Je zde několik znaků podle kterých může určit kvalitu a zdravotní stav reprodukčního materiálu, jimiž jsou vnější a vnitřní znaky. Co se týče znaků vnějších, tak jsou to znaky, které dokážeme identifikovat a posoudit pouhým okem, je to například tloušťka kořenového krčku, výška sazenice apod. Co se týče znaků vnitřních, které jsou více důležité než ty vnější, jelikož pojednáváme o genetické základně daného materiálu, který hraje velkou roli v dalším vývoji sazenice a její kvalitě. Genetickou hodnotu zdrojů lze zásadním způsobem ovlivnit tím, že se uskuteční selekce při sklizni osiva, která má předem nastavená pravidla, jak taková selekce má vypadat, jedná se o žádoucí fenotypové a produkční znaky.

Pokud dojde k dodržení veškerých nastavených pravidel, týkajícího se reprodukčního materiálu, tak v určitém časovém horizontu dojde k našemu hlavnímu cíli, který není jiný, než aby došlo k obnově lesních porostů vhodné kvality a správného původu, aby lesy v naší krajině odpovídali správné druhové skladbě, kterou se v daném území snažíme, aby v budoucím

časovém pásmu dávaly záruku kvalitních a stabilních lesů. Pokud nedojde ke správnému zacházení s kvalitním genetickým materiálem již na začátku obnovy, je v budoucnu složité, a v některých případech i nemožné, napravit chyby, které byly způsobené v minulosti.

Požadavky na genetickou kvalitu reprodukčního materiálu lesních dřevin jsou ukotveny v rámci České republiky v předpisech lesního zákona č. 289/1995 Sb. ze dne 15. prosince 1995 (Vyslyšel, 2023).

4.3.2 Nakládání s reprodukčním materiálem

Při obnově lesů je důležité vybírat materiál s ohledem na jeho původ a ekonomický význam, který zahrnuje jeho produktivitu, odolnost a zdraví. Tento materiál by pak měl být aplikován v prostředích, pro která je buď již přirozeně přizpůsobený díky dlouhodobé selekci, nebo kde má potenciál se efektivně adaptovat díky svým vlastnostem. V případě nesplnění určitých zákonných předpisů jsou předem určeny pokuty pro situace, jako je nelegální sběr semen a plodů stromů, neoprávněný odběr sazenic a porušení pravidel týkajících se záznamů o semenech a sazenicích. Porušení zákonů týkajících se lesního hospodářství a souvisejících nařízení o lesním reprodukčním materiálu se může objevit v jakékoli fázi procesu, od výběru zdrojů pro sklizeň až po finální výsev nebo výsadbu. V tomto kontextu může dojít k nerespektování regulací při vedení požadované evidence. Tato evidence může být někdy opomenuta, nekompletní nebo dokonce chybná kvůli neznalosti pravidel, neopatrnosti, nebo v některých případech může být dokonce záměrně falšována. Porušení pravidel evidence může nastat i v rámci lesních školek při procesech jako jsou výsev semen, péče o mladé rostliny, sklizeň a distribuce sazenic. Tyto problémy mohou být způsobeny špatným označením původu reprodukčního materiálu nejen v terénu, ale i v dokumentaci. Během přípravy a odesílání sazenic mohou vznikat chyby omylem, úmyslnými změnami informací nebo nedostatečné pozornosti při práci. Nedostatky v záznamech o původu a distribuci semen a plodů lesních dřevin se často objevují a jsou způsobeny různými faktory. Tyto problémy se vyskytují zejména u semen a plodů sbíraných od nezávislých sběračů, jako jsou žaludy a bukvice. Nesprávná organizace sklizně, míchání různých semen nebo plodů během skladování či transportu může vést k porušení pravidel ohledně jejich správné evidence. I když v semenářských závodech se chyby v záznamech stávají jen vzácně, jakmile je přijata zásilka s nesprávně označeným původem, tato chyba se může vést celým procesem až do finálního využití materiálu při zalesňování (Poleno, 2009).

4.4 Lesní školky

Termín "lesní školka" se začal využívat v raných fázích našeho lesnictví, jehož počátky v českých zemích sahají do 16. století. V dnešní době termín odkazuje na oplocenou oblast na lesním nebo zemědělském pozemku, která je dlouhodobě využívána pro výchovu sazenic a semenáčků lesních stromů. Ty jsou následně použity pro umělé obnovy lesů, lesnické rekultivace nebo cílené zalesňování.

Termín "lesní školka" je úzce spojen s "lesním školkařstvím", což představuje zaměřenou specializaci na produkci sadebních materiálů pro dřeviny určené k zalesňování nebo k vytváření nových lesů. Historicky bylo lesní školkařství integrální součástí lesního hospodářství do konce 20. století a jeho vývoj postupoval v tandemu s rozvojem lesnických znalostí. Považovalo se za standardní prvek lesní práce a managementu. S nástupem obchodu se semeny a sadebními materiály, zvláště v posledních dvou dekadách, začalo české lesní školkařství kráčet vlastní cestou, často oddělenou od přímé správy lesů. V dnešní době je lesní školkařství v České republice vnímáno převážně jako služba pro majitele lesů, poskytovaná hlavně soukromými podnikateli a obchodními společnostmi. I když některé školky jsou ve státním vlastnictví, většina je soukromá. Tato oblast zahrnuje nejen majitele lesů, ale i firmy specializující se na výrobu a dodávku sadebního materiálu pro lesnictví, což ukazuje na široký zájem a zapojení různých subjektů v produkci a distribuci sadebního materiálu pro lesy (Foltánek, 2017).

Velikost lesních školek je výrazně rozdílná, některé z nich se rozkládají na ploše větší než 50 hektarů. S rostoucí velikostí školek se také zvyšuje úroveň jejich technického vybavení, počet zaměstnanců a množství produkovaného sadebního materiálu. Existuje také široká variabilita ve vlastnictví těchto školek, s některými vlastníky spravujícími několik školek v různých lokacích po celé zemi, dosahují některé případy i dohromady více než 200 hektarů.

Každoročně se v České republice vyprodukuje přibližně 165 milionů sazenic pro obnovu lesů. Z tohoto čísla tvoří asi 90 milionů sazenice jehličnanů a 75 milionů sazenice listnáčů. Většina těchto sazenic je používána pro regeneraci lesů, ať už ve státních nebo soukromých lesích, typicky na místech, kde došlo k výraznému zásahu do lesního prostředí, jako jsou například těžby (Němec, 2024).

Podle typu a účelu se rozlišují různé kategorie školek, včetně lesních, ovocných a okrasných školek. Lesní školky jsou specificky zaměřeny na kultivaci semenáčků a sazenic dřevin, které se později používají pro umělou obnovu lesa nebo pro zalesňování. Tyto školky jsou obvykle umístěny na místech s optimálními podmínkami pro růst – vhodnou půdou,

dostatečným prostorem, příhodnou terénní konfigurací a v blízkosti vody. Zároveň se vyhýbají extrémním klimatickým podmínkám, aby byl zajištěn zdravý růst sazenic (Nárovcová, 2023).

Lesní školky jsou obvykle oploceny za účelem ochrany mladých rostlin před zvěří. V lesních školkách se plochy rozdělují na produkční, které jsou určeny pro růst sadebního materiálu lesních dřevin (SMLD) a zahrnují skleníky, fóliovníky, stínící zařízení, místa pro uložení půdy a substrátů. Vedle produkčních ploch existují i další plochy pro další potřeby, jako jsou větrolamy, manipulační prostory a skládky kompostu. Budovy v školkařském areálu, které se obvykle nacházejí v centrální části, poskytují místo pro administrativu, sociální zázemí pracovníků, skladování strojů a materiálů, a pro práci s SMLD. Rostliny jsou často umístěny kolem těchto staveb nebo na izolovaných produkčních plochách, které mohou být situovány v lesích pro zajištění specifického mikroklimatu. Součástí vybavení jsou také stroje a zavlažovací systémy s nádržemi a rybníky pro závlahovou vodu (Foltánek, 2016).

4.4.1 Druhy sadebního materiálu

V závislosti na metodě pěstování se rostliny rozdělují na prostokořenné a krytokořenné. Prostokořenné rostliny se vypěstují přímo v zemi a po vyjmutí z ní mají odkryté kořeny. Na druhé straně, krytokořenné rostliny se obvykle pěstují v nepropustných kontejnerech s perforovaným nebo otevřeným dnem, které jsou umístěny na speciálních manipulačních rámech. Kořeny těchto rostlin prorůstají substrátem v kontejneru a po vyjmutí kontejneru kořeny na vzduchu usychají, což vede k redukci hlavních kořenů a podporuje růst jemnějších kořenových vláken. Po několika měsících pěstování v sadbovači lze rostlinu vyjmout a zjistit, zda její kořeny spolu se substrátem vytvořily pevný balíček. Na základě určitých pravidel a vyhlášek se sadební materiál lesních dřevin (SMLD) klasifikuje podle velikosti, věku a pěstebních metod do kategorií jako semenáček, sazenice, poloodrostek a odrostek. Různé metody pěstování a specifické požadavky na velikost a stáří umožňují lesním školkařům produkovat různé druhy sadebního materiálu přesně odpovídající potřebám konkrétních lokalit a účelům využití.

Stejně jako při manipulaci s osivem, výrobci sadebního materiálu lesních dřevin (SMLD) musí mít licenci pro distribuci reprodukčního materiálu, jak to vyžaduje zmíněný zákon. Z tohoto a jiných právních předpisů také plyne řada povinností týkajících se evidence, podmínek pro pěstování SMLD, používání ochranných prostředků na rostliny a pravidel pro využití SMLD (Poleno, 2009).

Každý majitel lesa má přiřazeného kvalifikovaného odborného lesního hospodáře (OLH), který pro drobné vlastníky poskytuje své služby bezplatně na náklady státu. Tito hospodáři jsou

zaměstnanci státního podniku Lesy České republiky (LCR) a jsou dostupní na místních lesních správách LCR. OLH má odborné vzdělání a zkušenosti v lesnictví, je obeznámen s financováním, tržními podmínkami, lokálními specifiky a může tak poradit s výběrem vhodného sadebního materiálu lesních dřevin (SMLD) pro konkrétní podmínky. Majitelé lesů by měli objednávat SMLD od školkařů s předstihem před plánovanou výsadbou, protože není možné mít všechnen materiál stále skladem a žádaný materiál nemusí být v daném roce dostupný, což může vést k potřebným úpravám v obnově lesa (Němec, 2016).

4.4.2 Délka pěstování sadebního materiálu

Produkce sadebního materiálu pro lesy je dlouhodobá záležitost. Od rozhodnutí o výběru konkrétních druhů pro setí až po vlastní zasazení do lesa může uplynout několik let. V případě, že je k dispozici kvalitní semeno, lze někdy rychleji vyprodukovat jednoleté rostliny, zejména některé druhy krytokořenných listnáčů, které lze vysázet v téže sezóně. Avšak, čekání na dostatečné množství semene nebo pěstování specifických druhů rostlin, jako jsou jedle, nebo starší a větší rostliny, vyžaduje delší časový rámec, často čtyři až šest let (Pavela, 2019).

4.4.3 Expedice sadebního materiálu

Po dozrání sadebního materiálu pro lesní výsadby se obvykle v podzimních nebo jarních měsících přistupuje k jeho odběru z pěstebních ploch nebo kontejnerů. Následuje pečlivé třídění vyprodukovaných rostlin podle stanovených kritérií, které jsou definovány příslušnými předpisy a normami. Tyto rostliny jsou následně odesílány ke klientům nebo dočasně uloženy. Moderní metody skladování umožňují uchovávat některé druhy rostlin po delší dobu, často od podzimu do jara. Celý proces, včetně manipulace, skladování, dopravy a samotného výsadbového postupu, je přitom řízen dalšími specifickými technickými normami.

Většina sadebního materiálu lesních dřevin se využívá pro takzvanou umělou regeneraci lesa, což znamená výsadbu nových stromků na plochy, kde došlo k odlesnění, typicky po těžebních procesech. Další část tohoto materiálu se uplatňuje v procesech, jako jsou zalesňování nezalesněných oblastí, obnova degradovaných ploch nebo vytváření zelených prvků v krajině, jako jsou biokoridory či větrolamy. Ročně se takto využije přibližně 120 až 140 milionů kusů. Malý podíl z celkové produkce najde uplatnění jako základ pro pěstování ve školkách zaměřených na ovocné a okrasné rostliny (Vacek, 2020).

V lesnictví existují specifické normy pro využití sadebního materiálu, které se řídí nejen vhodností pro konkrétní lokality, ale i zásadami týkajícími se původu reprodukčního materiálu. České lesy jsou klasifikovány do 41 přírodních lesních oblastí pro horizontální přenos

genetického materiálu a devět lesních vegetačních stupňů pro vertikální přenos. Existuje také předpis určující, jak lze různé druhy dřevin přemísťovat a v jakých oblastech mohou být, mimo místo svého původu, replantovány (Pavela, 2019).

4.4.4 Aktuální stav sadebního materiálu

Většina sadebního materiálu lesních dřevin byla v minulosti produkována školkaři bez specifických požadavků nebo předchozích objednávek od majitelů či správců lesních pozemků. Producenti se spoléhali na historické trendy a pokusy o predikci budoucího vývoje poptávky. S ohledem na to, že vývoj sadebního materiálu trvá několik let, jsou na jakékoli změny v poptávce reakce pomalé. Od roku 2015 se výrazně změnila poptávka po sadebním materiálu a tyto oscilace vedly k finančním ztrátám pro školkaře. K výraznému zlomu došlo při vzniku kůrovcové kalamity.

Zahrnutím škod způsobených suchem a jarními mrazy, které ovlivnily lesní školkařství ve stejném časovém období, lze rozpoznat složitou situaci, ve které se odvětví nachází. Rok 2023 přinesl bohatou úrodu semen, zejména u listnáčů, které momentálně tvoří velkou část tržní poptávky. Bez specifických objednávek školkaři vstoupili do rizika a zaseli velké množství semen. S brzkým začátkem vegetačního období se očekává, že již v letošním podzimu bude na trhu dostatek sadebního materiálu. Úspěch obnovy lesů tak bude záviset hlavně na majitelích a správcích lesa a jejich schopnosti zvládat další výzvy spojené s obnovou (Němec, 2016).

4.5 Houbové patogeny

V lesních školkách představují houbové choroby větší problém než případní škůdci. Preventivní opatření proti houbovým patogenům se často provádí na základě předpokladu jejich přítomnosti, který vyplývá z předchozích výskytů v okolí, vhodných klimatických podmínek, nebo jejich rozšíření v jiných regionech. Tato opatření se zakládají na zkušenostech. Pokud se přehlédne optimální čas pro preventivní zásah, může to vést k významným ztrátám. I když preventivní opatření může představovat určité náklady, je důležité zvážit tyto výdaje ve vztahu k potenciálním ztrátám. Správné posouzení situace vyžaduje pečlivou kalkulaci. Nicméně, obvykle se ukazuje, že při určitých podmínkách, zejména na menších plochách, se preventivní opatření ekonomicky vyplatí. Náklady na aplikaci opatření bývají relativně nízké, zatímco potenciální škody mohou být vysoké, dosahující statisíců nebo i více (Lubojacký, 2021).

Z hlediska integrované ochrany lesů lze houbové nemoci v lesních školkách kategorizovat do dvou hlavních skupin. První skupina zahrnuje houby, u kterých je nutná preventivní ochrana, protože jakékoli kurativní (léčebné) opatření po vypuknutí nemoci je neúčinné. Ve druhé

skupině jsou nemoci, které lze účinně řešit a vymýtit až v čase, kdy se skutečně objeví. Tato druhá kategorie nemocí je méně častá a jejich kontrola bývá snazší.

Z hlediska prevence je klíčová náležitá péče o semena. Použitím nevhodných technologií a postupů během sběru, manipulace, skladování a přípravy před výsevem může dojít ke zvýšení patogenity semen a k nárůstu škod. Mnoho typů hub negativně ovlivňuje kvalitu semen, snižuje jejich životaschopnost a klíčivost. Navíc, různé druhy hub mohou přejít na vyklíčené rostliny a způsobit onemocnění, která mohou mít významný ekonomický dopad.

Houbové patogeny ovlivňující semena jsou intenzivně zkoumány, přičemž jsou dostupné informace o jejich rozmanitosti, životních cyklech, škodlivosti a možnostech obrany. Klíčovým prvkem je prevence. Semena jsou sbírána z neinfikovaných porostů a od sběru až po výsev je nutné dodržovat správné technické postupy. Při skladování semen je důležité udržovat optimální teplotu a vlhkost specifickou pro každou dřevinu. Před výsadbou se aplikují různé metody k eliminaci možného růstu hub, včetně mechanických, fyzikálních nebo chemických opatření

Chemické zpracování semen zahrnuje jejich ošetření pomocí speciálních, pro tento účel schválených fungicidů v zařízeních určených pro moření, přičemž se uplatňuje, jak mokrá, tak suchá metoda moření. Tento postup je zásadní pro prevenci plísnění semen, což je kritický problém, jelikož patogeny jako *Alternaria*, *Botrytis*, *Ceratocystis*, *Cylindrocarpon*, *Fusarium*, *Ophiostoma*, *Phytophthora*, *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Verticillium* a mnohé další, mohou saprofytický či parazitický poškozovat semenáčky, což vede k významným škodám a ekonomickým ztrátám. Tyto houby mohou způsobit úhyn klíčků buď přímo z povrchu semen, nebo z půdy či substrátu, což se projevuje buď okamžitým padáním semenáčků kvůli změknutí kořenového krčku, nebo pozdějším hynutím po zdřevnatění krčku, kdy dochází k uhnívání kořenového systému. Kromě ošetření semen je důležitá i péče o půdu a substráty, jako je orání, kypření, propařování nebo jiné formy dezinfekce. Je však nutné odlišit tyto problémy od abiotických příčin úhynu semenáčků, jako je sluneční úpal, přehřátí půdy, toxicita chemických prostředků při nesprávném dávkování nebo mechanické poškození, včetně škod způsobených hmyzem. Dalším závažným onemocněním je buková plíseň, která se do školek může dostat s infikovanými semeny buku a dále se šířit, napadat jehličnaté i listnaté rostliny. Zde opět hraje klíčovou roli prevence proti infekci z nakažených semen (Novák, 2015).

4.5.1 Choroby s potřebou preventivního opatření

Mezi preventivně řešené závažné nemoci patří různé druhy sypavek, přičemž borová sypavka (*Lophodermium pinasti*) je považována za jednu z nejnebezpečnějších, ale i další

druhy, včetně těch podléhajících karanténě, jsou významné. Klíčové je správně načasovat první ošetření, které by mělo proběhnout v první polovině druhé dekády června, a následně opakovat postřik každých 14 dní 2-3krát. Schopnost správně posoudit riziko je zde kritická. Přehlédnutí prvního postřiku může vést k výrazným ztrátám, jelikož po objevení prvních příznaků je již pro další ošetření pozdě a není efektivní, což vede k úhynu napadených semenáčků a sazenic. Tento přístup je aplikován i v případě potřeby v jiných výsadbách, kulturách nebo na plantážích vánočních stromků. Jako jedna z možných preventivních opatření se doporučuje odstranění napadeného opadaného jehličí, avšak toto opatření samo o sobě nemůže být považováno za zcela spolehlivé (Novák, 2015).

4.5.2 Choroby s možností zásahu po zjištěné infekci

Existuje mnoho chorob, které se léčí až po jejich objevení. Jeden z nejčastějších případů je šedá plíseň *Botryotinia fuckeliana* (anamorfa *Botrytis cinerea*), jež se typicky objevuje na substrátových plochách ve fóliovnících nebo během skladování v klimatizovaných prostorách, ale může postihovat i sazenice a objevovat se v terénních výsadbách, kde způsobuje odumírání nových výhonků. Plíseň se dokáže šířit i v chladném počasí, dokonce i za teplot pod bodem mrazu. Po detekci prvních známek napadení je nezbytné aplikovat fungicidy. Efektivní prevencí je správná regulace vlhkosti, protože spóry plísně rychle klíčí ve vodě, což vyvolává infekci. Důležité je také zabránit kontaktu sadebního materiálu s potenciálními zdroji nákazy, jako jsou například opadané listy (Pavela, 2019).

Doporučuje se použití fungicidů také při výskytu padlí na dřevinách v lesních školkách, přičemž značnou hrozbu představuje dubové padlí (*Microsphaera alphitoides*), které se z infikovaného materiálu šíří do pupenů již na podzim. Ačkoli přímé odumírání způsobuje jen vzácně u mladých jedinců, snižuje růst a kvalitu sazenic, což může vést k prodloužení doby pěstování v školce o rok, zvyšujíc se tak náklady a ekonomické ztráty (Lubojacký, 2021)

4.5.3 Padání semenáčků

Padání semenáčků označuje jev, kdy dochází k úhynu semenáčků v důsledku poškození kořenového krčku, což vede k ohýbání nebo lámání semenáčku v této oblasti, jeho padání na zem a následnému odumírání. U semenáčků, konkrétně u části zvané hypokotyl, která se nachází na povrchu půdy, dochází k svraštění, změknutí a ztenčení, přičemž jejich tkáň postupně odumírá odspodu nahoru.

Hlavními původci této nemoci jsou obvykle houby, které se vyskytují v půdě nebo jsou šířeny prostřednictvím osiva. Tyto půdní houby mohou být různých druhů, žijících trvale v

půdě a využívajících organické zbytky nebo humus pro svůj růst, či houby, které se v půdě vyskytují pouze přechodně během svého vývoje nebo v reakci na nepříznivé podmínky. V oblasti lesního hospodářství tyto houby napadají vysévaná semena, což může zabránit jejich klíčení, nebo infikují již klíčící semena, což vede k jejich úhynu (Mrkva, 2005).

Semenáčky jsou nejvíce náchylné k infekci houbami do 20-25 dnů po výsevu, avšak možnost nákazy přetrvává až do stáří dvou měsíců. S postupem času se semenáčky stávají odolnějšími proti tomuto onemocnění, nicméně jejich kořenový systém může být stále ohrožen útokem odlišných druhů hub, které mohou vyvolat jejich hnití.

Zmíněná nemoc je způsobena jak houbami žijícími v půdě, tak houbami šířenými prostřednictvím semen. Existuje nepřeberné množství druhů hub, které mohou tuto chorobu vyvolat nebo se na ní podílet. Mezi nejvýznamnější a nejběžnější patogeny patří houby z rodů *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Botrytis*, *Cylindrocarpon*, *Verticillium*, *Alternaria*, a dále houby z třídy Oomycetes, zejména z rodů *Pythium* a *Phytophthora* (Foltánek, 2016).

4.6 Nejčastější houbové patogeny v lesních školkách

4.6.1 Rod *Botrytis*

Botrytis cinerea, známá jako šedá plíseň, je příkladem druhu z rodu *Botrytis*. Tato houba se často objevuje na mladých jehličnatých rostlinách v podmínkách s vysokou vlhkostí. Vývoj houby může být také vyprovokován poškozením způsobeným mrazem, přehnojením nebo chemickými látkami, a dokonce i během uchovávání semen v chladných podmínkách. Pro diagnostiku tohoto onemocnění je charakteristické typické šedé mycelium. Díky schopnosti široké adaptace na různé hostitelské organismy a vynikajícímu přežívání v rozličných podmínkách je tato houba rozšířená v mnoha prostředích. Ačkoliv je šedá plíseň obvykle saprofyt, žijící na mrtvých nebo odumřelých rostlinných tkáních formou mycelia nebo sklerocií, často přechází do zdravých tkání a stává se patogenem.

U jehličnatých semenáčků se první příznaky objevují na dolních jehlicích, které vypadají, jako by byly napuštěné vodou a mění barvu na žlutou až hnědou. Infekce kmene se projevuje červenavým zbarvením a mokvajícími lézemi. U listnatých semenáčků jsou první známky infekce viditelné jako nekrotické fleky na listech, obvykle na horní části rostliny. Poté jsou napadeny také nejnovější vrcholové výhony, které se zakrucují a žloutnou. Infikované oblasti často pokrývají "pavučiny" mycelia, jež vytvářejí šedé skupiny konidií, zejména v podmínkách vysoké vlhkosti. Postižené části rostliny postupně vysychají a vypadají spáleně. V pozdějších

fázích onemocnění mohou léze na kmeni oslabit sazenici natolik, že způsobí její úhyn. Na myceliem kolonizovaných částech se mohou objevit velká černá sklerocia, která může klíčit a způsobit nové infekce. Tyto struktury – mycelia, skupiny konidií a sklerocia – jsou viditelné pouhým okem. Poškození napadených rostlin může být od mírných projevů, jako je stočení vrcholových výhonů nebo ztráta dolních jehlic, až po fatální, vedoucí k odumření. Šedá plíseň primárně cílí na mladé výhony, přičemž riziko infekce klesá s jejich stárnutím a zráním (Zýka, 2021).

Spektrum hostitelů této houby je rozsáhlé, a většina rostlin v mírném klimatu je k ní náchylná. V lesních školkách se jedná o běžného a rozšířeného patogena, který se vyskytuje jak na otevřených záhonech, tak u balených sazenic. Skleníky a fóliovníky jsou místy s nejvyšším rizikem nákazy, neboť kombinace vysoké vlhkosti a hustoty rostlin vytváří ideální podmínky pro šíření onemocnění. Plíseň šedá také představuje vážný problém v chladících skladech a během transportu sazenic, kde může docházet k masivnímu šíření infekce.

Efektivní strategií obrany je pečlivé odstraňování infikovaných a mrtvých rostlin spolu s udržováním optimální hustoty výsadby. Pro snížení rizika rozvoje nemoci ve sklenících je klíčová adekvátní ventilace, regulace vlhkosti a teploty. Použití chemických fungicidů by mělo být vnímáno jako doplněk, nikoli náhrada za tyto preventivní metody. Preventivní nasazení fungicidů je zásadní pro ochranu rostlin s vysokým rizikem infekce, zejména pro ty druhy, které jsou obzvláště náchylné a jsou pěstovány ve fóliovnících nebo mají abiotická poškození (Nef a kol. 1999).

4.6.2 Rod *Fusarium* Link

Rod *Fusarium* je klasifikován do království hub (Fungi), patří do třídy Sordariomycetes, je zařazen v řádu Hypocreales a do čeledi Nectriaceae. Tyto houby tvoří husté myceliální růsty, které mají světlé barvy a jsou buď plstnaté nebo připomínají vatu. Charakteristické jsou pro ně také provazcovité svazky mycelia, jež se často šplhají po stěnách pěstebních nádob. Dno kultury obvykle vykazuje pestré zbarvení (Fassatiová, 1979).

Konidiofory mohou být jednoduše nebo rozsáhle větvené. Podél středu konidioforu se formují fialidy, které jsou uspořádány buď protilehlé nebo v kruzích a jsou protáhlé. Tyto fialidy buď přímo produkují konidie, nebo se nejprve vytvářejí větvičky, na kterých se nacházejí konidie produkující buňky. Rozlišují se mikrokonidie, které jsou jednobuněčné a mají tvar

elipsoidu, oválu nebo jsou široce vejčité, a makrokonidie, které jsou více buněčné, obvykle od dvou buněk výše, a mají tvar podobný rohlíku (Fassatiová, 1979).

Druhy patřící do tohoto rodu existují jako saprofyty v půdě nebo na částech rostlin, ale mohou také působit jako paraziti na vyšších rostlinách. Jsou původci hnilob různých zemědělských plodin a vyvolávají i systémová onemocnění, která se rozšiřují cévním systémem (tracheomykózy). Často napadají mladé rostliny, kde způsobují hnilobu kořenů. Infekce může být přenášena z půdy nebo přes semena. Tyto houby obývají oblast v bezprostřední blízkosti kořenů, známou jako rhizosféra. V případě, že nedochází k parazitickému životnímu stylu, může mezi těmito houbami a kořenovými buňkami vzniknout určitá forma méně pevné symbiózy (Foltánek, 2017).

4.6.3 Rod *Alternaria* Nees

Rod *Alternaria* patří do království hub (Fungi), je zařazen do třídy Dothideomycetes, řádu Pleosporales a čeledi Pleosporaceae. Kolonie těchto hub mají sametový až jemně vlnitý povrch a jsou tmavě černoolivové, přičemž některé kmeny mohou být na počátku šedobílé. Spodní strana kolonie je tmavě šedá až černá. Konidie, které jsou hnědé a mohou být hladké nebo ostnaté, se tvoří v dlouhých, většinou nevětvených řetězcích. Rod *Alternaria* se řadí mezi psychrofilní mykoflóru, což znamená, že dokáže vegetovat i při nízkých teplotách kolem 0 °C. Charakteristika tohoto rodu zahrnuje specifický způsob tvorby a strukturu konidií. Vegetativní mycelium je částečně průhledné (zejména vzdušné mycelium) a částečně tmavě hnědé (substrátové mycelium). Konidiofory jsou hustě segmentované, málo větvené a na bocích či koncích vytvářejí vícebuněčné zdřovité konidie.

Tato houba se běžně vyskytuje na různých rostlinných zbytcích a je také často přítomna na semenech. Může ovlivnit jejich klíčivost nebo napadnout nejranější vývojová stádia semenáčků (Křístek, 2002).

4.6.4 Rod *Verticillium*

Rod *Verticillium* patří do skupiny takzvaných nedokonalých hub (Deuteromycota), což je neoficiální kategorie pro houby, jejichž pohlavní stádium není známo. Jeho zástupci tvoří vzdušné mycelium bílé nebo světlé barvy. Konidiofory mají charakteristické přeslenovité rozvětvení, přičemž větve jsou od sebe odstálé. Konidie jsou obvykle jednobuněčné a mají elipsoidní tvar. Tyto houby se převážně vyskytují jako saprofyty na rostlinných zbytcích, ale existují i parazitické formy napadající rostliny, vyšší houby a hmyz. Houby tohoto rodu mohou

přežívat v půdě na rostlinných zbytcích nebo ve formě mikrosklerocií až pět let. *Verticillium* je schopné poškozovat široké spektrum hostitelských rostlin, včetně listnatých a jehličnatých dřevin, které jsou k infekci zvláště náchylné, jako jsou borovice, modřín, smrky, jedle a douglasky (Křístek, 2002).

Typickými příznaky napadení jsou žloutnutí a zhnědnutí nadzemních částí rostlin, což může vést k odumření celé rostliny. V lesních školkách může houba snižovat klíčivost semen a napadat rostliny ve všech růstových fázích. Nadměrná vlhkost v půdě podporuje šíření houby, přičemž nejvíce jsou ohroženy těžké půdy ve vlhkých letech. Prevencí je udržování optimální vlhkosti v půdě, pěstování rostlin v optimální hustotě a dezinfekce substrátu před výsadbou. K ošetření napadených kultur se používají chemické fungicidy, které je nutné aplikovat tak, aby byly v kontaktu s půdou. Rostliny s příznaky infekce obvykle uhynou (Zahradník, 2014).

4.6.5 Rod *Cladosporium* Link

Rod *Cladosporium* patří do království hub (Fungi), je zařazen do třídy Dothideomycetes, řádu Capnodiales a čeledi Davidiellaceae. Kolonie hub mají barvu od olivové přes šedou a hnědou až po černou, s kompaktní strukturou a sametovým nebo vláskovitým vzhledem. Mycelium může růst jak zapuštěné do substrátu, tak na jeho povrchu a někdy tvoří stromata. Konidiofory mohou být přímé nebo větvené a někdy vykazují strukturu podobnou řapíku a hlavičce, která může být jemná nebo pokrytá bradavkami. Spóry jsou tvarově rozmanité – od větvenovitých přes oválné a sférické, a povrchově mohou být hladké nebo pokryté bodlinkami či bradavkami. Díky vysokému obsahu melaninu (který chrání před UV zářením) a tlustým stěnám (které nabízejí ochranu před chladem) jsou spóry velmi odolné, až na hranici nezničitelnosti, a mohou obsahovat až tři přehrádky (septy) (Fassatiová, 1979).

4.6.6 Rod *Pythium*

Patogeny náležící do třídy Oomycetes obsahuje druhy, které fungují jako půdní saprofyty, paraziti různých rostlin nebo mykoparaziti. Některé z těchto druhů jsou příčinou úhynu semenáčků a objevují se také na semenech. V lesních školkách a v zemědělství patří mezi běžné a často se vyskytující parazity. Existuje možnost, že jsou přehlíženy kvůli složitosti jejich detekce. Těžkosti při identifikaci spočívají v problematickém rozpoznávání pomocí standardních metod, jako jsou klíčovadla a vlhké komory, kde jejich nečlánkované a jemné mycelium může být snadno překryto jinými, agresivnějšími druhy hub. Po infekci rostliny vykazují příznaky vadnutí, naklonění až dojde k jejich úplnému padnutí na zem, kde rychle odumírají. Infekce se manifestuje v oblasti kořenového krčku, který je stlačen myceliem

odčerpávajícím obsah buněk. Tkáň krčku je narušena, tmavne v důsledku poškození a pod vlivem sekundárních bakteriálních infekcí dochází k jeho hnití. V podmínkách s vysokou vlhkostí se mycelium šíří z kořenového krčku ven ve formě jemných pavučinovitých vláken, může být až několik centimetrů dlouhé. Uvnitř napadených rostlinných tkání lze nalézt hustě rozvětvené mycelium, především v parenchymatické tkáni pod pokožkou hypokotylu, kde houba proniká do buněk (Křístek, 1992).

Tato plíseň může existovat také jako saprofyt, přičemž obvykle sídlí ve vlhkém humusu, odkud se šíří do klíčících semenáčků. Pro rozvoj nákazy je klíčový věk rostliny – čím je semenáček mladší, tím má vyšší tendenci podlehnout této chorobě. Největší škody plíseň působí za vlhkého a teplého počasí, zejména při teplotách v rozmezí 20 až 30 stupňů Celsia (Zahradník, 2014).

4.7 Testované biologické a konvenční chemické přípravky

K provedení pokusu bylo vybráno celkem šest záhonů smrku ztepilého. Kde proběhla aplikace biologických a chemických přípravků. Celkem bylo aplikováno 5 ochranných preparátů, jenž 3 z nich byly biopreparáty a zbylé 2 byly konvenčními fungicidy.

Jako první byl použit PENTACIL, ve kterém se nachází pět bakteriálních druhů rodu *Bacillus*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *B. licheniformis*, *B. pumilus*, *B. simplex*, *B. subtilis* 15 000 000 000 CFU/g ($1,5 \times 10^{10}$ CFU/g). Přípravek PENTACIL je na bázi antagonistických bakterií, je až 20x koncentrovanější než jiné dostupné přípravky. Jako dalším použitým přípravkem je BACTIVA, jenž jeho hlavní dominancí je fixace dusíku, solubilizace fosforu, produkce rostlinných růstových hormonů. Účinné látky jsou zde *Bacillus subtilis*, *B. polymyxa*, *B. megaterium*, *Pseudomonas fluorescens* 500 000 000 CFU/g (5×10^8 CFU/g), dále *Trichoderma harzianum*, *T. reesei*, *T. viride*, *Gliocladium virens* 500 000 000 CFU/g (5×10^8 CFU/g). Jako třetí zástupce je SERENADE ASO, jenž je ekologickým fungicidním přípravkem, jenž se nachází v suspenzní formě. Svoji přítomností přispívá ke zlepšení obranyschopnosti dané rostliny vůči houbovým a bakteriálním patogenům. Co se týče kořenové soustavy, zde dochází k celkovému zlepšení stavu kořenů, což má dále za následek zlepšení zdravotního stavu dané rostliny. Konkrétní přípravek je aplikován vždy jako prevence nikoli jako záchrana po napadení rostliny. SERENADE ASO je důležité neaplikovat kurativně či eradikativně, mělo by to za následek z neefektivnění daného procesu. Velkou výhodou je že může docházet k míchání s chemickými prostředky a hnojivy. Ke skladování řešeného prostředku by mělo docházet na vzdušných prostorech, skladované v originálních balení při teplotách +4–20 °C (Bactiva, 2024).

Poslední dva zástupci jsou konvenčními přípravky, jež první z nich má název SIGNUM. Jedná se o chemický přípravek, který se hojně využívá nejenom v lesnictví, ale také i v zemědělství. SIGNUM je především účinný proti Plísni šedé a moniliové spále. Účinná látka je zde boskalid 267 g/kg, pyraklostrobin 67 g/kg. Tento přípravek se nechá aplikovat preventivně i kurativně. Jako poslední ochranný prostředek zde máme SWITCH, který obsahuje dvě účinné látky, jimiž jsou *cyprodinil* a *fludioxonil*. První z nich cyprodinil inhibuje biosyntézu aminokyselin. Jeho hlavní vlastností je, že se do rostliny pomocí listu dostane velmi rychle, je ovšem důležité, aby v průběhu 120 minut po aplikaci nedošlo k jeho smytí vodou. Co se týče druhé účinné látky, která nese název Fludioxonil, jež je širokospektrý fungicid s reziduálním účinkem (Hrudová, 2015).

4.8 Lesní školka Orlík nad Vltavou

Lesní školka Orlík nad Vltavou se rozléhá ve stejnojmenné obci Orlík nad Vltavou, která se nachází v jihočeském kraji na severu okresu Písek. Nadmořská výška zde činí 390 m.n.m. V lesní školce dochází k pěstování všech důležitých lesnických dřevin s roční produkcí okolo 800 tisíc, především pro vlastní potřebu. Z důvodu zajištění obnovy lesa pro Schwarzenberské panství bylo rozhodnuto o vlastní produkci sazenic. Byl vybudován centrální školkový systém na ploše přibližně 3,5 hektaru, zahrnující rozšířené plochy, skleníky, fóliovníky a zařízení bývalého zámeckého zahradnictví, který byl doplněn o menší aklimatizační školky v různých lokalitách. Celková rozloha školek dosáhla 12 hektarů a po dokončení střediska začala produkce sazenic za cenu nižší, než byla tehdejší tržní cena.

Kromě finančních úspor přinesla vlastní produkce také výhody v podobě lepší kontroly a načasování produkce a nabídla pracovní příležitosti v regionu. Tento systém byl úspěšně obhájen před vlastníky a umožnilo jeho další rozvoj. Po změně vedení školky došlo ke zlepšení logistického systému a rozšíření plochy školek na 13,5 hektaru, přestože bylo rozhodnuto o zrušení některých odlehlých školek. Zvýšila se centralizace produkce semenáčků s lepším zavlažováním a byla zavedena mobilní zavlažovací kapacita pro satelitní školky. Druhy sazenic byly v odlehlých školkách přizpůsobeny tak, aby byly méně náročné na péči, což optimalizovalo náklady na dopravu. Doba produkce sazenic byla zkrácena v souladu s moderními trendy, byla zavedena produkce obalovaných sazenic na vzduchovém polštáři a díky organizačním změnám došlo k redukci části zaměstnanců bez potřeby jejich nahrazení.

Kromě roční produkce sazenic pro vlastní potřeby, zajištění oblasti lesního semenářství a dalších aktivit, přibyla školce úloha v údržbě zahrad a zámeckého parku. Stálý tým tvoří 9

zaměstnanců pod vedením schopného vedoucího. V sezónních obdobích je potřeba zvýšit počet pracovníků.

Náklady na produkci sazenic se podařilo snížit a podíl opakované obnovy lesa na celkovém zalesnění klesl z dlouhodobého průměru 21 % na 11 %, což ukazuje, že nebyla snižována kvalita. Přibližně 10% produkce je upraveno nákupem chybějících druhů a prodejem přebytků. Cílem není rozšířit komerční produkci, ale spíše podporovat spolupráci s okolními lesními školkami, zejména s Lesní školkou Pavel Burda (Bambuška, 2024).



Obrázek č.1 Lesní školka Orlík nad Vltavou (Zdroj: Kuzdaz,2023)

5 Metodika

5.1 Aplikace ochranných prostředků

K provedení pokusu bylo vybráno celkem šest záhonů smrku ztepilého. Všechny záhony byly upravovány stejným způsobem. Na každém z nich probíhala příprava půdy a poté následné operace jako hnojení a zavlažování stejným postupem. Každý záhon má 1 metr na šířku a 50 metrů na délku. Záhony se nacházejí na slunném otevřeném prostranství. Na záhony bylo aplikováno 5 druhů ochranných prostředků, jenž 3 z nich byly fungicidní přípravky a zbylé dva byly konvenčními přípravky.

- Záhon č.1 byl ponechán jako kontrolní varianta bez jakéhokoliv ošetření.
- Záhon č.2 byl ošetřen biopreparátem PENTACIL, který byl aplikován třikrát v týdenním intervalu.
- Záhon č.3 byl ošetřen biopreparátem BACTIVA, který byl taktéž aplikován jako PENTACIL na záhonu číslo 2 třikrát v týdenním intervalu.
- Záhon č.4 byl použit biopreparát SERENÁDE ASO a byl aplikován taktéž třikrát v týdenním intervalu.
- Záhon č.5 byl ochráněn pomocí konvenčního přípravku SIGNUM, který byl aplikován třikrát v týdenním intervalu.
- Záhon č.6 je poslední záhon, na který byl aplikován druhý konvenční přípravek SWITCH, jenž interval aplikace je stejný jako u předešlého přípravku SIGNUM, tedy třikrát v týdenním intervalu.

Důležitým faktorem pro správnou aplikaci ochranných prostředků je připravení všech potřebných pomůcek, jako jsou samotné přípravky, dále odměrné nádoby, váhy, voda apod. Po přípravě všech důležitých aspektů došlo ke správnému rozměření dávky dle návodu použití a rozmíchání jíchy, která byla poté zředěna vodou a aplikována pomocí postřikovače na rostliny do skanutí, tak aby byly ošetřeny i spodní části sazenic. Před každou další aplikací a znovu opakování daného procesu došlo k pečlivému umytí a očištění všech materiálů. V tabulce číslo 3 je uvedeno, přesný časový harmonogram, kdy jaký přípravek byl aplikován.



Obrázek č.2 Vytváření jíchy pro aplikaci preparátů

Datumy aplikace			
Pentacil	20.09.2024	27.09.2024	03.10.2024
Bactiva	20.09.2024	27.09.2024	03.10.2024
Serenade aso	20.09.2024	27.09.2024	03.10.2024
Signum	20.09.2024	27.09.2024	03.10.2024
Switch	20.09.2024	27.09.2024	03.10.2024

Tabulka č.3 Plán aplikace ochranných preparátů

5.2 Odběr vzorku a jejich zpracování

K odběru vzorku došlo 1. března. Konečné výsledky byly sbírány způsobem zkusných ploch, kdy byl vyroben pevný rámeček o velikosti 1x1 metr čili 1 m², který ohraničoval místo, kde došlo ke zvolení místa pro zkusnou plochu. Na každém záhoně proběhlo deset měření s rozestupy mezi jednotlivými zkusnými plochami 5 metrů. Vždy po přiložení rámečku na předem vytyčené místo proběhla analýza počtu napadených semenáčků plísni *Botrytis cinerea*, po zjištění daného počtu napadených jedinců, proběhlo zaznamenání výsledků do databáze a poté došlo k přemístění pomocného rámečku a celý akt byl stejným principem opakován při

každém měření na jednotlivých záhonech. Po provedení všech měření došlo k fotodokumentaci ideálních jedinců, na kterých bylo velmi viditelné napadení *Botrytis cinerea*.



Obrázek č.3 Analýza napadeného jedince *Botrytis cinerea*



Obrázek č.4 Analýza napadeného jedince *Botrytis cinerea*

5.3 Vytyčení zkusných ploch pro získání počtu jedinců na 1 m²

Důležitým aspektem k vypočítání požadovaných výsledků, bylo také zjištění počtu jednotlivých semenáčku na 1 metru čtverečním. Tento údaj byl získán 2. března na základě vytvoření zkusných ploch na jednotlivých záhonech. Na záhonech, jenž každý z nich nese identifikační číslo od 1 po 6 bylo vytvořeno 30 zkusných ploch, tedy na každém záhoně bylo vytvořeno 5 zkusných ploch, vždy na začátku záhonu poté v jeho 1/3 následně pak v 1/2 dále pak ve 3/4 a na v neposlední řadě na jeho samotném konci. Každé měření probíhalo na všech záhonech stejným způsobem. Daná zkusná plocha byla vytvořena a dokonale ohraničena stejným pomocným rámečkem, který byl využíván pro analýzu napadených semenáčku plísní *Botrytis cinerea*. Po přiložení rámečku na místo určené pro zkusnou plochu došlo k spočítání

jednotlivých semenáčků na ploše 1 m² a k uschování dat. Následně došlo k vypočítání počtu jedinců na ploše 1 m², za pomoci aritmetického průměru.



Obrázek č.5 Získávání dat pro výpočet počtu jedinců na 1 m²

5.4 Sběr dat pro jednotlivé výpočty

Pro správný výpočet předem stanovených cílů, bylo důležité zjistit data, která hrála hlavní roly ve výpočtech požadovaných cílů. Jednalo se například o cenu semenáčku smrku ztepilého, cenu za manuální práci, cenu za práci provedenou mechanizačním prostředkem, počet sazenic na 1 metr čtvereční, cenu jednotlivých biopreparátů a jejich dávkování. Doba aplikace ochranného prostředku na semenáčky smrku ztepilého. Použitá cena semenáčků byla dle ceníku lesní školy, stejně tak i cena hodinové sazby pro manuální činnost a cena za provedení práce mechanizačním prostředkem. Počet semenáčků na 1 m² byl zjištěn na základě vytvoření zkusných ploch. Dávkování a jednotlivá cena každého z aplikovaných přípravků byla zjištěna od dodavatele těchto preparátů. Doba aplikace jednotlivých přípravků byla zjištěna přesným měřením, v době, kdy probíhala aplikace biopreparátu na záhonech. Došlo k změření času, stráveného při přípravě a následné aplikaci ochranných látek na záhon. Záhonů, na kterých bylo prováděno měření je celkem 6 tudíž na konci měření bylo získáno 6 výsledků, ze kterých byl

poté vytvořen aritmetický průměr a došlo ke zjištění doby, která byla nezbytná pro přípravu a pozdější aplikaci ochranného prostředku na jeden záhon tudíž na 50 m².

Po získání všech důležitých dat došlo k výpočtu mortality na jednotlivých záhonech a mortality dle velikosti ploch používaných v lesních školkách, dále došlo k porovnání účinnosti jednotlivých přípravků podle míry napadení *Botrytis cinerea* na semenáčcích smrku ztepilého na jednotlivých záhonech, byly vypočítány celkové náklady na jeden záhon, kde bylo bráno v potaz, že všech šest záhonů byly vytvářeny a hnojeny stejným způsobem tudíž rozdíly v nákladech na jednotlivých záhonech se lišily podle času potřebného pro aplikaci a podle jednotlivých cen použitých preparátů. Došlo k vypočítání ekonomické efektivity, kdy byl zjištěn počet zachráněných jedinců pomocí aplikace jednotlivých preparátů, poté proběhlo vytyčení počet finančních prostředků, které byly díky aplikaci ušetřeny a následně došlo k výpočtu ekonomické efektivity u každého ochranného přípravku.

6 Výsledky

V této kapitole jsou rozebírány výsledné měření, které byly zjištěny na zkusných plochách a výsledky, které byly získány průzkumem trhu. Nejdříve bude uvedeno, jak probíhala sje smrku lesního a proběhne zhodnocení počasí v roce 2023, poté dojde k přestavení všech výsledků, které byly zjištěny na zkusných plochách a na trhu. Výsledky byly zpracovány v programu MS Excel. Pro pokročilejší analýzy v sofistikovanějších statistických programech nejsou tato data vhodná.

6.1 Sje smrku ztepilého

Sje smrku ztepilého probíhala 14.03.2023, a byla použita klasická metoda pěstování sadebního materiálu na volné půdě. Nejdříve byla připravena půda za pomoci technických prostředků, které má lesní školka k dispozici, došlo k orbě daných záhonů, poté byla půda prokypřena a následně byla ručně upravena, aby vyhovovala zdejším požadavkům. Rašelina použita pro výsev a následné hospodaření se semenáčky byla předem řádně prohnojena a pH půdy bylo v rozmezí mezi 4,5 až 5,5. Použitá rašelina se skládala z borkované bílé rašeliny, černé rašeliny, křemičitého písku, Zeolitu, Start&Gro 14–16 - 18 se stopovými prvky, Dolomitického vápence s vysokým obsahem hořčíku a pH 4,8 – 5,4, EC 0,6 – 0,8 mS/cm². Dále došlo k vytvoření jednotlivých záhonů, do kterých byl poté proveden výsev sadebního materiálu. Během vegetace byly rostliny hnojeny prostředkem Agroleaf, jenž má za následek

rychlý příjem živin a minerálů a čistotu použitých minerálních přísad. Technologie DPI (Double Power Impact) a M-77 zlepšují metabolismus rostlin, snižují stres, který je vyvíjen na danou rostlinu, zvyšují jejich odolnost, posilují kořeny a zlepšují zbarvení listů a zároveň dochází k vyrovnání podílu jednotlivých živin. Velká výhoda Agroleafu je ta, že je vhodný pro smíchání s jinými ochrannými nebo růst povzbuzujícími látkami a lze použít na všechny zemědělské plodiny. Ke konci vegetačního období docházelo k nanášení prostředku Agroleafu K, jenž slouží k listové výživě, které má za následek nápravu nedostatku draslíku a dalších prvků důležitých pro kvalitní růst. Zároveň podporuje brzké zrání, kladně působí na zbarvení, obsah cukru a otužilost rostliny. Je plně rozpustný ve vodě, takže nedochází k zacpávání použité technologie k aplikaci přípravku.

K samotnému pokusu bylo vybráno šest záhonů smrku ztepilého. Jednotlivé záhony byly popořadě očíslovány a zavedeny do databáze.



Obrázek č.6 Testované záhony

6.2 Zhodnocení počasí v roce 2023

Počasí má velký vliv na proces růstu semenáčků v jednotlivých vegetačních obdobích, proto je důležité věnovat tomuto tématu značnou pozornost, kdy v roce 2023 zaznamenala Česká

republika mimořádně vysoké teploty, když průměrná teplota dosáhla 9,7 °C. Tento rok se tak stal nejteplejším od roku 1961, překonávající dosavadní rekord z roku 2018, kdy průměrná teplota byla 9,6 °C. Kromě dubna a května vykázaly všechny měsíce v roce 2023 teploty vyšší než běžné hodnoty za období 1991–2020. Výjimečně teplé období bylo zaznamenáno v lednu, září, říjnu a prosinci, přičemž září bylo vyhodnoceno jako mimořádně teplé, čímž se stalo nejteplejším zářím v historických záznamech ČR. Leden a říjen byly kategorizovány jako výrazně teplejší než obvykle, zatímco prosinec a červenec byly nadprůměrně teplé. Oproti tomu duben se s průměrnou teplotou 8,08 °C vymykal jako značně chladnější, než je normál.

V roce 2023 dosáhl celkový srážkový úhrn v České republice 728 mm, což je 106 % průměru stanoveného pro období 1991–2020. Celý rok byl charakterizován střídáním měsíců s vysokým a nízkým srážkovým úhrnem. Obzvláště vysoké srážkové úhrny byly zaznamenány v dubnu (68 mm), v srpnu (135 mm), v listopadu (90 mm) a v prosinci (90 mm). Naproti tomu září bylo výrazně sušší, s průměrným úhrnem srážek pouze 18 mm. Měsíce květen a červen také zaznamenaly nižší srážkové úhrny, s 61 %, respektive 56 % běžného srážkového normálu.

Měsíc	Srážky	Minimální teplota	Maximální teplota	Průměrná teplota	Množství napadlého sněhu
Leden	71.2 mm	-6.9 °C	13.3 °C	3.26 °C	18.0 cm
Únor	19.2 mm	-7.8 °C	14.1 °C	2.32 °C	3.0 cm
Březen	20.2 mm	-5.4 °C	20.0 °C	6.22 °C	0.0 cm
Duben	58.4 mm	-3.6 °C	21.4 °C	8.08 °C	0.0 cm
Květen	119.8 mm	1.8 °C	27.4 °C	13.81 °C	0.0 cm
Červen	33.0 mm	8.5 °C	31.8 °C	18.84 °C	0.0 cm
Červenec	28.4 mm	8.7 °C	33.8 °C	21.32 °C	0.0 cm
Srpen	110.8 mm	9.1 °C	34.2 °C	19.97 °C	0.0 cm
Září	20.2 mm	9.3 °C	30.2 °C	18.06 °C	0.0 cm
Říjen	59.2 mm	0.7 °C	25.3 °C	12.61 °C	0.0 cm
Listopad	72.0 mm	-5.1 °C	15.7 °C	5.26 °C	2.0 cm
Prosinec	68.2 mm	-8.5 °C	12.4 °C	2.53 °C	33.5 cm

Obrázek č. 7 Počasí v jednotlivých měsících za rok 2023 (Zdroj: Amatérská meteorologická stanice Košíky, 2024)

6.3 Počet semenáčků na jednotlivých záhonech

Důležitým parametrem ve výzkumu bylo zjistit kolik semenáčků se vyskytuje na 1 m² záhonu. Pomocí zkusných ploch, jenž bylo na každém záhonu celkem 5, byla získána data v

počtu semenáčku na 1 m² dle zobrazení v tabulce č.4. Bylo zjištěno, že se průměrně vyskytuje na každém záhoně 1142 jedinců smrku ztepilého.

Počet semenáčku na jednotlivých záhonech						
	Měření 1	Měření 2	Měření 3	Měření 4	Měření 5	Průměr 1m2
Kontrolní záhon	1075	995	1050	1030	980	1026
Pentacil	1150	1125	1215	1220	1365	1215
Bactiva	1080	1000	1015	1005	945	1009
Serenade aso	1380	1310	1270	1270	1405	1327
Signum	1100	1065	1045	1200	1230	1128
Switch	1115	1090	1180	1055	1290	1146

Tabulka č.4 Počet semenáčku na jednotlivých záhonech

6.4 Ceny použitých ochranných prostředků

Ceny použitých ochranných prostředků			
	Cena přípravku 1 ks balení	Množství v balení	Dávkování na 50 m2
Pentacil	16 000 Kč	1 Kg	0,01%
Bactiva	17 250 Kč	1 Kg	0,01%
Serenade aso	2 499 Kč	5L	0,4%
Signum	2 550 Kč	1 Kg	0,15%
Switch	6 898 Kč	1Kg	0,1%

Tabulka č.5 Ceny použitých ochranných prostředků

Ceny jednotlivých přípravku podle velikosti aplikační plochy			
	Cena přípravku na 1 m2	Cena přípravku na 50m2	Cena přípravku na 1ha
Pentacil	4,80 Kč	240 Kč	48 000 Kč
Bactiva	5,17 Kč	258,75 Kč	51 750 Kč
Serenade aso	0,89 Kč	44,98 Kč	8 996 Kč
Signum	1,53 Kč	76,50 Kč	15 300 Kč
Switch	2,75 Kč	137,96 Kč	27 592 Kč

Tabulka č.6 Ceny použitých ochranných prostředků podle velikosti aplikační plochy

Jednotlivé ceny použitých preparátů představuje tabulka č.5, kde můžeme vidět, že mezi nejdražší se výrazně řadí Pentacil a Bactiva, jenž samotná Bactiva je dražší až o 575 %, než je Serenade aso, které obsadilo místo nejlevnějšího ochranného prostředků. Druhým nejlevnějším přípravkem je Signum zastupující konvenční ochranu semenáčeků. Přípravek Switch se zde jeví jako nejschůdnější varianta, díky tomu, že je druhým nejúčinnějším přípravkem v ochraně

semenáčků proti *Botrytis cinerea* a jehož cena na 1 ha činí 27 592 Kč, tato cena konvenčního přípravku na 1 ha se pohybuje pod průměrnou cenou aplikovaných ochranných prostředků.

V tabulce č.6 můžeme vidět ceny jednotlivých přípravků rozpočítané na velikosti ploch používaných v lesním školkařství, na kterých dochází k aplikaci daných zástupců ochrany před houbovými patogeny. Průměrná cena ochranných přípravků na 1 ha činí 30 328 Kč. Je proto důležité správně provést aplikaci a přípravu jednotlivých přípravků za účelem zamezení vzniku velkých finančních ztrát.

6.5 Doba aplikace ochranných prostředků na 50 m²

Doba aplikace ochranných prostředku pro 1 osobu na 50 m ²	
	Měření 1
Záhon č.1	72 minut
Záhon č.2	62 minut
Záhon č.3	68 minut
Záhon č.4	56 minut
Záhon č.5	60 minut
Záhon č.6	58 minut
Průměr	62 minut

Tabulka č.7 Doba aplikace ochranných prostředků pro 1 osobu na 50 m²

Doba aplikace ochranných prostředku pro 1 osobu na 100 m ²	
	Měření 1
Záhon č.1	144 minut
Záhon č.2	124 minut
Záhon č.3	136 minut
Záhon č.4	112 minut
Záhon č.5	120 minut
Záhon č.6	116 minut
Průměr	125 minut

Tabulka č.8 Doba aplikace ochranných prostředků pro 1 osobu na 100 m²

Hlavní roly ve výpočtech hraje doba aplikace jednotlivých ochranných prostředků aplikovaných na záhony. Kdy při aplikaci prostředků docházelo k měření jednotek času, ze kterých bylo patrné, že celková aplikace přípravků na ochranu rostlin zabere jedné osobě v průměru 62 minut na 50 m² (velikost jednoho záhonu).

6.6 Výsledná tabulka poškozených jedinců

Tabulka poškozených jedinců						
	Záhon č.1	Záhon č.2	Záhon č.3	Záhon č.4	Záhon č.5	Záhon č.6
	Kontrolní	Pentacil	Bactiva	Serenade	Signum	Switch
Měření 1	2	2	0	2	0	0
Měření 2	3	3	3	1	5	0
Měření 3	4	4	1	5	6	2
Měření 4	5	5	0	5	2	3
Měření 5	5	6	4	4	3	4
Měření 6	5	4	2	7	0	3
Měření 7	9	6	4	3	3	2
Měření 8	8	4	5	7	0	7
Měření 9	23	10	4	12	8	3
Měření 10	28	25	2	31	25	2
Celkem	92	69	25	77	52	26

Tabulka č.9 Poškození jedinci na jednotlivých zkusných plochách

Veškerá měření byla prováděna za účelem zjištění účinnosti daných biopreparátů a chemických prostředků čili kolik napadených jedinců *Botrytis cinerea* se bude nacházet na jednotlivých záhonech. Získávání dat z tabulky č.9 probíhalo 1 března, kdy došlo k vytvoření deseti zkusných ploch na každém záhoně a bylo zjištěno kolik napadených jedinců plísní *Botrytis cinerea* se nachází na daném místě (záhonu).

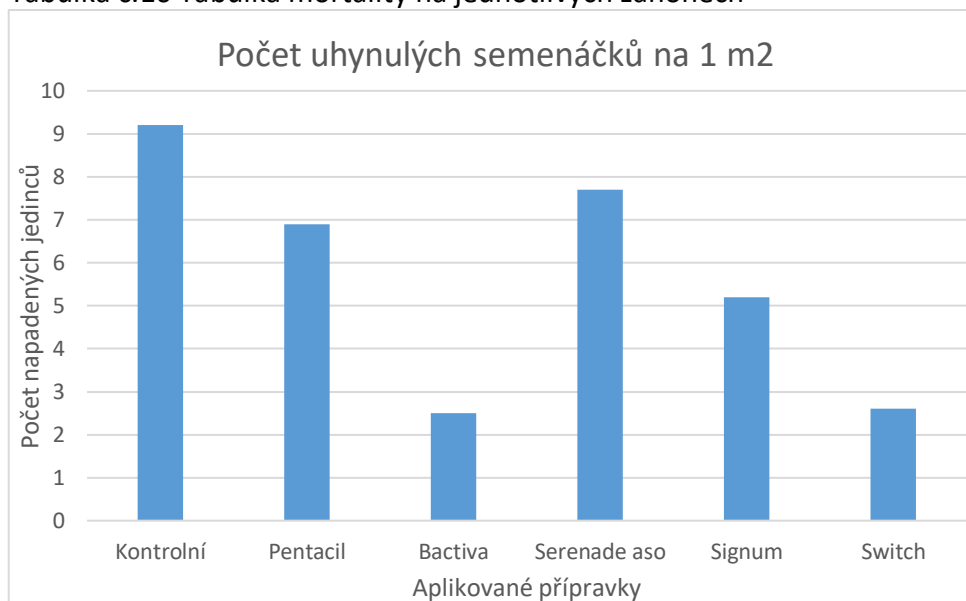
- Bylo předpokládáno, že na kontrolním záhoně bude napadených jedinců nejvíce a na záhonech, kde proběhla aplikace preparátů bude míra napadení značně nižší. Tato teorie se potvrdila, na kontrolním záhoně (záhon č.1) bylo nalezeno na 10 m² celkem 92 napadených semenáčků plísní *Botrytis cinerea* v přepočtu na celý záhon to činí celkem 460 napadených jedinců.
- Na záhoně s číslem 2 byl aplikován přípravek Pentacil, který je druhým nejdražším biopreparátem v našem výzkumu, na 10 m² byla zjištěna míra napadení celkem 69 kusů jedinců smrku ztepilého, v přepočtu na celý záhon míra napadení činí 345 kusů.
- Jako dalším použitým přípravkem na záhoně s číslem 3 byla Bactiva jenž je nejdražší položkou v použitých preparátech. Jedná se o biopreparát, jenž byl ze všech přípravků nejuspěšnější, na 10 m² bylo nalezeno pouhých 25 napadených jedinců v přepočtu na celý záhon míra napadení činí 125 poškozených jedinců.
- Na záhoně číslo 4 byl použit biopreparát Serenade a počet napadených jedinců na 10 m² činí 77 jedinců v přepočtu na celý záhon je počet semenáčků 385.

- Na posledních dvou záhonech byly aplikovány chemické přípravky, jenž na předposledním záhoně byl aplikován přípravek Signum, jenž jeho míra napadení na 10 m² byla 52 jedinců a na celém záhoně 260.
- Posledním přípravkem byl Switch, jenž se umístil na druhém místě, co se týče v úspěšnosti snížení míry napadení, která byla na 10 m² 26 kusů a na celém záhoně pak 130 jedinců smrku ztepilého.

6.7 Mortalita

Tabulka mortality						
	Záhon č.1	Záhon č.2	Záhon č.3	Záhon č.4	Záhon č.5	Záhon č.6
Počet jedinců na 50m ²	51300 Ks	60750 Ks	50450 Ks	66350 Ks	56400 Ks	57300 Ks
Úhyn jedinců na 10m ²	92 Ks	69 Ks	25 Ks	77 Ks	52 Ks	26 Ks
Úhyn jedinců na 50m ²	460 Ks	345 Ks	125 Ks	385 Ks	260 Ks	130 Ks
Mortalita v % na 50m ²	0,897%	0,114%	0,05%	0,116%	0,092%	0,050%
Aplikované přípravky	Kontrolní	Pentacil	Bactiva	Serenade	Signum	Switch

Tabulka č.10 Tabulka mortality na jednotlivých záhonech



Obrázek č. 8 Zobrazení počtu napadených jedinců houbovým patogenem *Botrytis cinerea* na 1 m² pomocí sloupcového grafu.

Z tabulky s pořadovým číslem 10 vyplývá mortalita na jednotlivých záhonech, ve které je zobrazeno počet jedinců na 50 m² (velikost jednoho záhonu) a dále jednotlivé úhyny rozděleny dle velikosti ploch, na jejichž základě byl proveden výpočet. Dle předpokladů dochází k největší míře napadení na kontrolním záhoně, kde mortalita dosahuje 0,897 %,

zatímco nejlepších hodnot dosahují dva přípravky. První přípravek je zástupcem biologické ochrany a druhý přípravek je zástupcem konvenční ochrany oba tyto přípravky dosáhly nejlepších výsledků, jenž mortalita na daných záhonech se pohybovala okolo 0,05 %.

Na obrázku číslo 8 pak můžeme vidět zobrazení mortality u konkrétních ochranných přípravků na 10 m², můžeme vidět, že neúčinnějším zástupcem se jeví biopreparát Bactiva, u kterého se vyskytuje nejméně napadených jedinců a nejméně úspěšným biopreparátem je Serenade aso, ovšem dle předpokladů se nejvíce napadených jedinců vyskytuje na kontrolním záhoně, kde nebyl aplikován žádný ochranný přípravek.

6.8 Účinnost použitých biopreparátů

Účinnost použitých biopreparátů		
Aplikovaný ochranný prostředek	Počet uhynulých saseníc na 50 m ²	Pořadí
Bactiva	125 Ks	1
Switch	130 Ks	2
Signum	260 Ks	3
Pentacil	345 Ks	4
Serenade aso	385 Ks	5
Kontrolní záhon	460 Ks	6

Tabulka č.11 Účinnost jednotlivých biopreparátů



Obrázek č.9 Zobrazení účinnosti použitých biopreparátů pomocí sloupcového grafu.

V tabulce č.9 a obrázku č.9 je porovnání všech přípravků na ochranu semenáčků smrku ztepilého, jehož hlavním ukazatelem je účinnost každého z přípravků. Můžeme vidět, že nejlepším biopreparátem pro ochranu semenáčků v lesním školkařství je prostředek Bactiva, jenž na 10 m² dosahovala míra napadení 25 jedinců. Dle předpokladů se nejhůře umístil kontrolní záhon, na kterém došlo k nalezení 92 napadených semenáčků. Z konvenční ochrany se lépe jeví ochranný prostředek Switch, jenž jeho míra napadení dosahuje na celém záhoně 26 semenáčků smrku ztepilého a jeho cena je příznivější než je tomu u biologického preparátu Bactiva.

6.9 Náklady na jednotlivé záhony

Celkové náklady na jednotlivé záhony se především liší, dle rozlišných cen ochranných přípravků, množství přípravku, které bylo aplikováno na daném záhoně a doby za kterou je pracovník schopný aplikovat daný preparát na záhon. Doba aplikace přípravku na 50 m² byla dle předešlého měření stanovena na 62 minut.

Náklady na jednotlivé záhony					
Ochranné prostředky	Množství přípravku	Cena přípravku na 50 m ²	Doba aplikace	Cena aplikace na 50 m ²	Celkové náklady
Kontrolní	0 gr	0 Kč	0 minut	0 Kč	0 Kč
Pentacil	15 gr	240 Kč	62 minut	258,30 Kč	498,30 Kč
Bactiva	15 gr	258,75 Kč	62 minut	258,30 Kč	517,05 Kč
Serenade aso	90 ml	44,98 Kč	62 minut	258,30 Kč	303,28 Kč
Signum	30 gr	76,50 Kč	62 minut	258,30 Kč	334,80 Kč
Switch	20 gr	137,96 Kč	62 minut	258,30 Kč	396,26 Kč

Tabulka č.12 Náklady na jednotlivé záhony

Z tabulky č.12 vyplývá, že nejdražším ochranným prostředkem je Bactiva jejíž celkové náklady na aplikaci dosahují 517,05 Kč na 50 m². Druhým nejdražším přípravkem je Pentacil, jehož náklady aplikace na 50 m² dosahují 498,30 Kč. Nejlevnějším prostředkem se jeví Serenade aso, které nese náklady na aplikaci 303,28 Kč.

6.10 Ekonomická efektivita jednotlivých prostředků

Použitá cena za 1 ks semenáčku smrku ztepilého je podle ceníku lesní školky Orlík nad Vltavou a je stanovena na 1,80 Kč.

Ekonomická efektivita využitých biopreparátů					
Aplikované prostředky	Poškozené semenáčky na 50 m ²	Zachráněné semenáčky na 50 m ²	Možné finanční prostředky získané aplikací preparátu	Celkové náklady na aplikaci	Ekonomická efektivita využitých biopreparátů
Kontrolní záhon	460 Ks	0 Ks	0 Kč	0 Kč	0 Kč
Pentacil	345 Ks	115 Ks	207 Kč	498,30 Kč	-291,30 Kč
Bactiva	125 Ks	335 Ks	603 Kč	517,05 Kč	86,00 Kč
Serenade Aso	385 Ks	75 Ks	135 Kč	303,28 Kč	-168,28 Kč
Signum	260 Ks	200 Ks	360 Kč	334,80 Kč	25,20 Kč
Switch	130 Ks	330 Ks	594 Kč	396,26 Kč	197,74 Kč

Tabulka č.13 Ekonomická efektivita jednotlivých prostředků

Ekonomická efektivita využitých biopreparátů je jeden z hlavních cílů tohoto měření. Je důležité vědět, jestli se aplikace daného přípravku vyplatí nebo nikoli. V tabulce č.13 je zaznamenané poškozené a zachráněné semenáčky aplikací ochranného prostředku a dále zde jsou vypočítané možné finanční prostředky získané aplikací preparátu na daných záhonech a jaké byly celkové náklady na aplikaci jednotlivých prostředků, jako posledním a nejdůležitějším ukazatelem je ekonomická efektivita využitých biopreparátů jenž nám zobrazuje, zdali se nám vyplatí daný ochranný preparát aplikovat či nikoli. Z tabulky můžeme vidět, že pouze 3 z 5 aplikovaných přípravků se nám vyplatí aplikovat na semenáčky. Mezi ně patří Bactiva, Signum a Switch. Nevyplatí se nám aplikovat Pentacil a Serenade aso. Největší ekonomické efektivity dosahujeme při použití prostředku Switch, naopak nejmenší ekonomické efektivity dosahujeme u přípravku Pentacil. Jako doporučení využití pro danou školku je použití konvenčního přípravku Switch, který má mnohem nižší náklady na aplikaci, než je tomu u biopreparátu Bactiva, který se sice jeví jako nejlepší preparát v ochraně proti *Botrytis cinerea*, ale jeho ekonomická efektivita je až 2x nižší.

6.11 Finanční ztráty na jednotlivých záhonech

Škoda na jednotlivých záhonech						
Ochranné přípravky	Počet uhynulých semenáčků na 50 m ²	Cena semenáčku za 1 ks	Škoda na 50 m ²	Škoda na 100 m ²	Škoda na 1 ha	Potencionální zvýšený výnos na 1ha
Kontrolní záhon	460Ks	1,80 Kč	828 Kč	1 656 Kč	165 600 Kč	0 Kč
Pentacil	345Ks	1,80 Kč	621 Kč	1 242 Kč	124 200 Kč	41 400 Kč
Bactiva	125Ks	1,80 Kč	225 Kč	450 Kč	45 000 Kč	120 600 Kč
Serenade aso	385Ks	1,80 Kč	693 Kč	1 386 Kč	138 600 Kč	27 000 Kč
Signum	260Ks	1,80 Kč	468 Kč	936 Kč	93 600 Kč	72 000 Kč
Switch	130Ks	1,80 Kč	234 Kč	468 Kč	46 800 Kč	118 800 Kč

Tabulka č.14 Vzniklá škoda na jednotlivých záhonech

Z tabulky č.14 můžeme vidět počet uhynulých semenáčků na 50 m² a způsobené škody dle velikostí ploch používaných v lesním školkařství a dále potencionální zvýšený výnos na 1 ha.

Dle předpokladů největším finančním škodám došlo na kontrolním záhoně, které činily 165 600 Kč, kde nedošlo k žádnému ochrannému opatření v boji proti *Botrytis cinerea*. Nejlepším výsledkům dosáhl biopreparát Bactiva na záhoně č.3, kde finanční škody vyšplhaly na 45 000 Kč. Došlo k vypočítání potencionálního výnosů ze zachráněných semenáčku smrku ztepilého, díky aplikací jednotlivých preparátů, kde můžeme vidět, že kdyby došlo na 1 ha k aplikaci biopreparátu Bactiva, docílili bychom k ušetření 120 600 Kč finančních prostředků, než kdyby na dané ploše neproběhla žádná ochrana proti houbovým patogenům.

7. Diskuze

V této problematice je mnoho faktorů, které ovlivňují jednotlivé semenáčky jejich zdravotní stav a tím pádem také konečnou produkci, díky zamezení všech negativních faktorů používáme řadu předběžných opatření, díky jimž dokážeme mnoho negativních vlivů omezit, v některých případech i úplně odstranit, Na prvním místě, co se týče negativních vlivů působící v lesních školkách můžeme zařadit působení chorob a plísni na jednotlivé semenáčky. V této práci jsme se zabývali ochranou semenáček proti *Botrytis cinerea*, došlo ke zkoumání, který ochranný prostředek je nejúčinnější v boji proti Plísni šedé, a který je zároveň nejvíce ekonomicky výhodný.

Stejně tak i v publikaci autorky Tiché dochází k možné náhradě chemických prostředků za prostředky pomocí biologické ochrany v podobě mykoparazitických hub, v dnešní době je na štěstí ochrana touto variantou rozšířená, ovšem nebylo tomu tak vždycky, biologická ochrana z finančního hlediska mnohdy vychází mnohem draž než jakékoliv chemické prostředky. Dalším častým problémem je složitější aplikace, než je tomu u chemických prostředků, dále je důležité být trpělivý, přesný a také potřebujeme více času na projevení se požadovaných výsledků (Tichá, 2001).

Jak tvrdí autorka Tichá mnohdy jsou biologické preparáty dražší v porovnání s konvenčními přípravky, to se ukázalo i při daném výzkumu, kdy testované biopreparáty byly mnohdy až 2x dražší než konvenční ochrana, na druhou stranu je také důležité zvážit to, že je důležité pečovat o přírodu a člověk by měl primárně vyhledávat ekologické varianty ochrany.

Zpravodaj ochrany lesa uvádí, že v roce 2015 došlo k mnoha případům, kdy docházelo k odumírání podzemních částí semenáček nebo sazenic, díky působením velké míry zamokření nebo příliš dlouho trvajícího suchého období. Semenáčky ve velké míře byly provázeny přítomností hub z rodů *Verticillium*, *Fusarium*, ovšem z daleka nejrozšířenějším činitelem na

smrkových semenáčcích byla Plíseň šedá latinským názvem *Botrytis cinerea* (Pešková, Soukup, 2016).

Podle (Pavela, 2019) Z důvodu neustále měnící se legislativy, která nám upravuje povolený počet účinných látek v ochranném prostředku, je důležité hledat a vyvíjet nové přípravky, který splňují dané legislativní normy a zároveň jsou účinnými aplikátory v boji proti plísním a jiným škůdcům v lesním hospodářství. Mezi nové alternativy ochrany semenáčků v lesním hospodaření můžeme zařadit botanické pesticidy a také díky nové evropské legislativě i základní látky, jež nejsou u nás rozšířenou alternativou, za to jsou ale v zahraničí velmi úspěšnou možností jak své semenáčky kvalitně a bezpečně ochránit, způsob této ochrany je rozšířen především v ekologickém zemědělství. Botanické přípravky obsahují účinnou látku tzv. rostlinné sekundární metabolity obranného mechanismu. Tyto přípravky mají velkou výhodu v jejich použití, jelikož se neliší od aplikace jiných pesticidů, dále přípravek má deklarovanou účinnost, za kterou výrobce ručí. Základní látky už jsou trochu složitější téma, každý, kdo chce základní látky aplikovat si je musí vyrobit sám pomocí macerace rostlinného materiálu, který musí mít připraven pro tyto účely.

Aktuální strategie ochrany lesních ekosystémů vyžaduje využití chemických látek, což je trend, který se předpokládá i pro následující desítky let. Zodpovědnost za minimalizaci škodlivých vlivů těchto látek na přírodu tak spadá na každého, kdo se problematice věnuje. Efektivní ochrana lesů před škůdci a nemocemi nevyžaduje jen pouhý nezájem, ale spíše hluboké porozumění a odbornost v oblasti aplikace pesticidů. Výběrem vhodného pesticidu, techniky rozprašování, množství a načasování aplikace můžeme pozitivně ovlivnit ekosystém více, než by se mohlo zdát.

Musím souhlasit s autorem panem Pavlem, který klade důraz na ekologické varianty při ochraně semenáčků v lesních školkách, při daném výzkumu došlo k aplikaci třech různých biologických preparátů, jejichž cíl byl boj proti Plísní šedé, kde se nejvhodnějším, ale zároveň nejdražším jevil přípravek Bactiva.

Podle (Zahradníka, 2014) jsou biopreparáty nedílnou součástí lesních školek, kde jejich aplikace je velmi důležitým aspektem v růstu semenáčku nebo sazenic, je důležité dbát na včasnou aplikaci, v opačném případě může dojít k vážným nenavratitelným následkům, což můžeme potvrdit i z našeho výzkumu, kde se jednotlivé biopreparáty aplikovaly, z počátku nebylo pozorováno jakékoliv napadení Plísní šedou, pouze ve vlhčích místech došlo k nalezení pár jedinců, významným aspektem, který napomáhal k tomu, že nedošlo k hojnému rozvinutí *Botrytis cinerea* na jedincích, bylo to, že rok 2023 byl jeden z nejteplejších roků za poslední

dobu. Tento jev zapříčinil, že nedocházelo ke značné vlhkosti v jednotlivých záhonech a Plíseň šedá se nerozvíjela tak rychle jako v jiných letech.

Jedním z mnoha pohledů na danou problematiku podle (Sutherlanda, 2007), je rozdílná míra napadení v lesních školkách podle typu pěstování semenáčků a sazenic lesních dřevin. Napadení v lesních školkách, kde dochází k pěstování semenáčků prostokořeným způsobem je především způsobena půdními houbami, které napadají především kořenový systém jedince, kdežto houby, které napadají svrchní část sazenice se nachází hlavně u obalované sadby. V dnešní době je chemická ochrana velkým červeným vykřičníkem, společnost se snaží o ekologické zacházení ve všech oborech spojených s přírodou, dochází k mnoha restrikcím, které snižují účinné látky v chemických přípravcích, vznikají i různé dotační granty, které podporují ekologické hospodaření v mnoha evropských státech, dle mého názoru je důležité dbát na určitou rovnováhu mezi ekologickou a konvenční (chemickou) ochranou. Na základě výsledků získaných z výzkumu však můžeme říct, že ekologická varianta ochrany pomocí fungicidních biopreparátů, je v mnoha případech velmi účinným řešením, které by v budoucnu mohlo nahradit úplně jakékoliv chemické ošetření. Důležité je ovšem brát v potaz ekonomickou náročnost daných prostředků, dle výzkumu je jasné, že chemické přípravky jsou mnohdy až 3x levnější než ty biologické.

Na základě výzkumu dle pana (Němce,2016), je důležité dbát na správnou aplikační techniku spojenou s ochranou v lesních školkách. Je důležité podotknout zásadní věc a to je, že v daném sektoru nedochází již mnoho let k výraznému vývoji nových zařízení. Také není dobré opomenout negativní vlivy spojené s použitím malé aplikační technologie jako jsou například: zádové postřikovače, motorové rosiče, motorové postřikovače, akumulátorové postřikovače. Hlavní důvodem je to, že při použití těchto mechanizací dochází ke přímému kontaktu účinné látky a osobou, která daný ochranný prostředek aplikuje. Je proto důležité vybírat správně daný ochranný přípravek, měli bychom zvážit účinnost a míru následků spojených se stykem s těmito látkami. Je velmi dobře, že v dnešní době většina přípravků uvedených v seznamu přípravků na ochranu lesa, je pod vlivem velmi přísných předpisů.

Ovšem i přes tento fakt, většina zástupců uvedených na daném seznamu jsou označeny nejčastěji jako dráždivé nebo zdraví škodlivé, přípravky označenými jako jedovaté, a zvláště nebezpečné se v lesnictví nesetkáváme. Aby bylo dosaženo správného využití chemických látek na ochranu rostlin, je klíčové zabezpečit rovnoměrné rozložení chemické směsi při její aplikaci. V současné době se stává standardem vybavení strojů na rozprašování chemikálií manometry pro měření tlaku. Tato menší zařízení, jako jsou ruční rozprašovače, tak i větší stroje, jsou nyní standardně vybavovány technologií pro monitorování a úpravu tlaku. Tradiční ruční

rozprašovače lze v současnosti nahradit stroji s pohonem na baterie nebo motor, které umožňují udržet konstantní tlak na výstupu trysky. Při práci v lese s sebou nese použití těchto zařízení komplikaci v podobě nekonzistentní rychlosti přesunu přes ošetřovanou oblast, což je ovlivněno jak lidským faktorem, tak i náročností terénu. Tento problém se stává zvláště významným v obtížném terénu a při nedostatku zkušeností u obsluhujícího personálu, činíc z něj hlavní výzvu pro efektivní aplikaci chemikálií, a je značně obtížné tento nedostatek překonat.

Lepší výsledky v boji proti úhynu sazenic a kořenovým hnilobám lze očekávat, pokud se kromě jiného zaměříme také na preventivní kroky. Klíčem k úspěšné ochraně je totiž schopnost včas odhalit potenciální problémy, což představuje základní krok k efektivním preventivním opatřením a následnému předcházení možným škodám (Jančařík, 1960).

S tímto výrokem s autorem velmi souhlasím, pokud by neprobíhaly správné preventivní opatření mohlo by to mít za následek, rapidní nárůst napadených jedinců.

8. Závěr

Cílem bakalářské práce bylo hodnocení účinnosti biopreparátů a konvenčních (chemických) prostředků v boji proti houbovým patogenům a nalézt co nejvíce vhodný přípravek z pohledu ekonomiky pro využití biologické ochrany v lesnické praxi. Přičemž v této práci došlo k zaměření boje proti plísni šedé (*Botrytis cinerea*), která se na dané lokalitě vyskytuje nejčastěji. Celkem proběhla aplikace pěti různých ochranných prostředků. Ze skupiny biopreparátů byly vybrány tři zástupci: Bactiva, Pentacil, Serenade aso. Z konvenční ochrany dva zástupci: Signum a Switch. Bylo vybráno celkem šest záhonů síje smrku ztepilého v lesní školce Orlík nad Vltavou, přičemž první záhon sloužil jako kontrolní, na tomto záhoně neproběhla žádná ochranná opatření. Na zbylých pěti záhonech došlo k aplikaci biopreparátů a zástupců z konvenční ochrany. Začátkem března došlo ke sběru výsledků a jejich vyhodnocení, kde se ukázalo, dle předpokladů, že nejvíce napadených semenáčků vykazuje kontrolní záhon, kde na pouhých 10 m² bylo nalezeno 92 napadených jedinců *Botrytis cinerea* v přepočtu na celý záhon to činí 460 napadených jedinců. Nejlépe umístěným přípravkem pro ochranu semenáčků smrku ztepilého se stal biopreparát Bactiva s účinnými látkami: *Bacillus subtilis*, *B. polymyxa*, *B. megaterium*, *Pseudomonas fluorescens*, kde na 10 m² bylo nalezeno 25 napadených jedinců v přepočtu na celý záhon 125 jedinců. V opačném případě se jako nejhůře umístil biopreparát Serenade aso, jehož záhon, kde byl tento ochranný přípravek aplikován

vykazoval na 10 m² 77 napadených semenáčku a v přepočtu na celý záhon celkem 385 napadených jedinců Plísní šedou.

Je důležité brát v potaz, že na rozdíl od přípravků konvenční ochrany jsou biopreparáty netoxické pro necílové organismy, a tedy jednoznačně šetrnější k životnímu prostředí. Ovšem jejich ekonomická náročnost je mnohdy vyšší, přípravek Bactiva vykazuje nejlepší účinnost v boji proti *Botrytis cinerea*, ale zároveň je nejdražším ochranným přípravkem ze všech zde aplikovaných, jenž cena přípravku na 1 ha činí 51 750 Kč. Pokud porovnáme Bactivu s přípravkem Switch, který je zástupcem z konvenční ochrany a umístil se v účinnosti ochrany na druhém místě, tak jeho ekonomická náročnost na 1 ha činí 27 592 Kč. Proto je důležité dbát i na ekonomickou efektivitu, kde dle výsledků naší práce jsme dosáhli pouze u třech zástupců, jimiž jsou Bactiva, Signum a Switch. Pokud by došlo k aplikaci biopreparátu Bactiva na 1 ha plochy za účelem zamezení napadení semenáček houbovým patogenem *Botrytis cinerea*, došlo by k ušetření 120 600 Kč finančních prostředků. Pokud bychom na danou plochu o stejné velikosti (1 ha) aplikovali konvenční přípravek Switch došlo by k ušetření 118 800 Kč finančních prostředků, proto pokud jde o porovnání biopreparátu Bactiva s konvenčním přípravkem Switch je doporučení pro danou školku použití preparátu Switch jenž se v boji proti *Botrytis cinerea* sice umístil na druhém místě, ale je až 2x méně nákladným řešením, než je biopreparát Bactiva.

9. Literatura

- AUGUSTEN, Adam, 2023. *Srovnání vývoje nadzemní části a kořenového systému z umělé a přirozené obnovy v oblasti Hořicka*. Praha. Diplomová práce. Česká zemědělská univerzita v Praze.
- Bactiva, 2024. *Bactiva GmbH* [online]. [cit. 2024-03-18]. Dostupné z: <https://www.bactiva.de/en/firma.php>
- BAMBUŠKAR, Ivan, 2024. O panství Orlík. *Schwarzenberg.cz* [online]. [cit. 2024-03-25]. Dostupné z: <https://www.schwarzenberg.cz/panstvi-orlik/o-panstvi-orlik>
- ČERNÁ, Karolína, 2017. *Implementace SDGs v rámci České republiky - identifikace priorit z hlediska Cílů udržitelného rozvoje*. Praha. Diplomová práce. Univerzita Karlova, Fakulta sociálních věd.
- DRNEC, Jan, 2012. *Technické prostředky při těžbě a přepravě dřeva*. Plzeň. Bakalářská práce. Západočeská univerzita v Plzni.
- FASSATIOVÁ, Olga, 1979. *Plísně a vláknité houby v technické mikrobiologii*. 1. Státní nakladatelství technické literatury.
- FOLTÁNEK, Vladimír, 2016. *Lesní školkařství v České republice – od historie k současnosti*. 1. Praha: Národní zemědělské muzeum. ISBN 978-80-86874-70-8.
- FOLTÁNEK, Vladimír, 2017. Lesní školky: Stromečky a také děti. *Právo*. 2017(3), 2.
- HÉDL, Radim, 2011. Tradiční lesní hospodaření ve střední Evropě I. Formy a podoby. *Živa* [online]. 2011(2), 3 [cit. 2023-11-10]. Dostupné z: https://www.hedl.net/veda/Hedl_et_al_2011_Ziva_tradicni_lesni_hospodareni_1.pdf
- HRUDOVOÁ, Eva, 2015. *Ochrana rostlin v ekologickém zemědělství*. 1. Mendelova univerzita v Brně. ISBN 978-80-7509-268-7.
- JANČAŘÍK, V. (1960): Padání semenáčků v lesních školkách, Státní zemědělské nakladatelství, Praha.
- KAHUDA, Josef, 2021. Těžba dřeva - jehličnaté dřeviny. *Český statistický úřad* [online]. [cit. 2023-11-13]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/documents/10180/165278795/100004222k29.pdf/96c78842-a1c2-46b4-8dfa-6a04c7db4364?version=1.1>
- KŘÍSTEK, Jaroslav, 1992. *Škůdci semen, šišek a plodů lesních dřevin*. 1. Brázda. ISBN 80-209-0229-5.
- KŘÍSTEK, Jaroslav, 2002. *Ochrana lesů a přírodního prostředí*. 1. Písek: Matice lesnická. ISBN 80-86271-08-0.

- KUPČÁK, Václav, 2016. *Kategorizace lesa a funkce lesního hospodářství*. 86.
- LUBOJACKÝ, Jan, František LORENC, Michal SAMEK, Miloš KNÍŽEK a Jan LIŠKA, 2021. *Zpravodaj ochrany lesa*. Jíloviště - Strnady: Útvar ochrany lesa VÚLHM. ISBN 80–86461–46–7. ISSN 1211–9342.
- MARTINÍK, Antonín, Lumír DOBROVOLNÝ a Václav HURT, 2016. Potenciál kombinované obnovy lesa na kalamitních holinách nižších poloh. *Zprávy lesnického výzkumu*. 2016(61), 7.
- MRKVA, Radomír, 2005. Moderní metody v ochraně lesa. *Lesnická práce*. 2005(11), 51.
- NÁROVCOVÁ, Jarmila, 2023. *Testování pěstebních obalů pro krytokořenný sadební materiál lesních dřevin*. Opočno.
- NEF, L., PERRIN, R. (1999): Damaging agents in european forest nurseries. Practical handbook. Luxemburg, Office for official Publications of the european Communities
- NĚMEC, Přemysl, 2016. *Moderní školkařské technologie a jejich využití v lesnictví: sborník příspěvků z celostátního semináře ...* Tečovice: Sdružení lesních školkařů ČR. ISBN 978-80-906781-4-9.
- NĚMEC, Přemysl, 2024. Sdružení lesních školkařů ČR, z.s. *Sdružení lesních školkařů ČR, z.s.* [online]. [cit. 2024-01-18]. Dostupné z: <https://www.lesniskolky.cz/>
- NOVÁK, Jiří, 2015. Integrovaná ochrana lesa a lesní školky. *Lesnická práce*. 2015(9), 3.
- NOVÁK, Petr, 2016. Funkce lesa. *Mezi stromy* [online]. s. 11 [cit. 2023-11-03]. Dostupné z: <https://www.mezistromy.cz/ekosystem-lesa/funkce-lesa/odborny>
- PAVELA, Roman, 2019. Představení lesního školkařství. *Farmář*. 25(5), 5. ISSN 1210-9789.
- PODRÁZSKÝ, Vilém, 1996. *Fixace oxidu uhličitého v lesních ekosystémech*. 7.
- POLENO, Zdeněk a Stanislav VACEK, 2009. *Pěstování lesů*. 1. Lesnická práce. ISBN 9788087154342.
- PŘIBANĚ, Ladislav, 2013. *Fosilní paliva a jejich budoucnost*. Ostrava. Bakalářská práce. Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava. Hornicko-geologická fakulta.
- 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.
- SEDLÁKOVÁ, Gabriela, 2022. Průměrné ceny surového dříví pro tuzemsko za ČR v roce 2022. *Český statistický úřad* [online]. [cit. 2023-11-13]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/documents/10180/165384780/01103522q110n.pdf/7f817440-8ca4-4328-aa9c-e8b5ea30187a?version=1.1>

ŠIŠÁK, Luděk a Stanislav NOVOTNÝ, 2015. Ekonomika obnovy ve smrkových porostech na vybraném lesním majetku. *Zprávy lesnického výzkumu* [online]. 2016(1), 9 [cit. 2023-11-03]. ZLV, 61, 2016 (1): 10-18. Dostupné z:
<https://www.vulhm.cz/files/uploads/2019/02/428.pdf>

ŠTEFANOVIČ, Juraj, 2015. *Klimatické změny v historii* [online]. Žilina: Globálne existenciálne rizika [cit. 2023-11-09]. ISBN 978-80-89753-03-01. Dostupné z:
https://www.sszp.eu/wp-content/uploads/2015_conference_GER_p-104__%C5%A0tefanovi%C4%8D_f3.pdf

TICHÁ, K. (2001): Biologická ochrana rostlin. Grada publishing, spol. s r.o., Praha, 88 s

TUHÁČEK, Miloš a Jitka JELÍNKOVÁ, 2015. *Právo životního prostředí*. 1. Grada. ISBN 978-80-247-5464-2.

VACEK, Stanislav, Zdeněk VACEK, Martin BALÁŠ a Vilém PODRÁZSKÝ, 2020. *Lesní ekosystémy a jejich management*. 1. Česká zemědělská univerzita v Praze. ISBN 978-80-213-3059-7.

VYSLYŠEL, Kamil, 2023. Ústav pro hospodářskou úpravu lesů. *Ústav pro hospodářskou úpravu lesů* [online]. [cit. 2023-11-24]. Dostupné z: <https://www.uhul.cz/portfolio/rmld/>

ZAHRADNÍK, Petr, 2014. *Metodická příručka integrované ochrany rostlin pro lesní porosty*. 1. Lesnická práce. ISBN 978-80-7458-057-4.

ZÝKA, Vladimír, Zuzana HANÁČKOVÁ, Eva CHUMANOVÁ, Tereza BRESTOVANSKÁ, Karel ČERNÝ a Ludmila HAVRDOVÁ, 2021. *Invazivní patogeny dřevin v životním prostředí*. 1. Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví. ISBN 978-80-87674-46-8.