

**Česká zemědělská univerzita v Praze**  
Fakulta lesnická a dřevařská  
Katedra pěstování lesa



**Testování účinnosti chuťových repelentů pro ochranu  
zakládáných výsadeb lesních dřevin před okusem zvěří**

Diplomová práce

Autor: Bc. Libor Triner  
Vedoucí práce: Ing. Ivan Kuneš, Ph.D.

2016

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Libor Triner

Lesní inženýrství

Název práce

**Testování účinnosti chuťových repelentů pro ochranu zakládaných výsadeb lesních dřevin před okusem zvěří**

Název anglicky

**Evaluation of taste repellents for protection of tree planting stock from deer browsing**

---

### Cíle práce

Posoudit účinnost vybraných repelentních přípravků při ochraně nově zakládaných lesních kultur před zvěří

### Metodika

Vypracujte literární rešerši týkající použití repelentních látek při ochraně rostlin před zvěří.

Proveďte terénní šetření a vyhodnoťte experimenty založené pro testování nových formulací repelentních přípravků na bázi capsaicinu a denatóniumbenzoátu.

Porovnejte výsledky s dostupnou literaturou a staršími experimenty.

Vypracujte elaborát závěrečné práce.

## **Doporučený rozsah práce**

min. 40 stran

## **Klíčová slova**

denatoniumbenzoát; capsaicin; okus; spárkatá zvěř; Abies alba; zakládání porostů

---

## **Doporučené zdroje informací**

- MILLER A. M., McARTHUR C. et SMETHURST P. J., 2006: Characteristics of tree seedlings and neighbouring vegetation have an additive influence on browsing by generalist herbivores. *Forest Ecology and Management* 228: 197–205.
- TRENT A., NOLTE D. et WAGNER K., 2001: Comparison of Commercial Deer Repellents. USDA National Wildlife Research Center Staff Publications. Paper 572.
- WARD J. S. et WILLIAMS S. C., 2010: Effectiveness of deer repellents in Connecticut. *Human-Wildlife Interactions* 4(1): 56–66.
- WITMER G. W., PIPAS M. J. et BUCHER J. C., 1998: Field tests of denatonium benzoate to reduce seedling damage by pocket gophers (*Thomomys talpoides* Rich.). *Crop protection* 17(1): 35–39.

---

## **Předběžný termín obhajoby**

2015/16 LS – FLD

## **Vedoucí práce**

Ing. Ivan Kuneš, Ph.D.

## **Garantující pracoviště**

Katedra pěstování lesů

## **Konzultant**

Ing. Martin Baláš, Ph.D.

Elektronicky schváleno dne 7. 4. 2015

**prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 30. 10. 2015

**prof. Ing. Marek Turčáni, Ph.D.**

Děkan

V Praze dne 22. 11. 2015

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Testování účinnosti chuťových repelentů pro ochranu zakládaných výsadeb lesních dřevin před okusem zvěří vypracoval samostatně pod vedením Ing. Ivana Kuneše, Ph.D., a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědom, že zveřejněním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách, v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Praze dne 19. 4. 2016

Podpis autora

## Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval Ing. Ivanovi Kunešovi, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady a připomínky při zpracovávání této diplomové práce. Dále děkuji Ing. Martinovi Balášovi, Ph.D. za spolupráci při zakládání výzkumných ploch a za užitečné a cenné rady. Děkuji také Ing. Rostislavovi Lindovi za pomoc při zpracování statistických dat.

## **Abstrakt:**

Hlavním cílem této diplomové práce je posouzení účinnosti dvou repelentních přípravků s přísadami účinných látek denatonium benzoátu a kapsaicinu při ochraně nově zakládaných lesních kultur před okusem zvěří. Repelenty byly testovány na dvou odlišných experimentálních plochách s výsadbou jedle bělokoré (*Abies alba*). Aplikace repelentů proběhla ve třech termínech a celkem třikrát byly také zjišťovány způsobené škody, které byly zařazeny v rámci šestistupňové stupnice hodnocení. Účinnost zmíněných repelentů byla prokázána již při druhém termínu vyhodnocování škod způsobených zvěří. Během více než 14 měsíčního pokusu bylo poškozeno téměř 2,5krát méně sazenic ošetřených repelenty na bázi denatonium benzoátu a kapsaicinu než sazenic neošetřených, sloužících jako kontrola. Nejčastější formou poškození stromku zvěří bylo ukousnutí terminálního pupenu s malým rozsahem dalšího poškození. Poškození sazenic zvěří se významně lišilo i v rámci zkoumaných ploch. Použití repelentů nemělo vliv na fyziologický úhyn sazenic. Dospělo se k závěru, že za většinu škod je odpovědný srnec obecný (*Capreolus capreolus*). Na základě několika vědeckých prací na téma účinnosti repelentních přípravků na bázi kapsaicinu a denatonium benzoátu bylo usouzeno, že hlavní účinnou látkou v testovaných repelentech je kapsaicin.

**Klíčová slova:** denatonium benzoát, kapsaicin, okus, spárkatá zvěř, *Abies alba*, zakládání porostů.

## **Abstract:**

The main goal of this thesis is to assess the efficacy of two repellent products with active ingredients denatonium benzoate and capsaicin to protect the newly established forest tree planting prior to browsing damage by wild game. Repellents were tested on two different experimental plots planted with silver fir (*Abies alba*). Application of repellents held in three terms and total three times were the damages, which were included in the framework of the six-rating scale, has been detected. The effectiveness of these repellents has been demonstrated already during the second term damage assessments caused by game. During the more than 14-month experiment was damaged almost 2.5 times fewer seedlings treated with repellents based on denatonium benzoate and capsaicin than untreated seedlings, serving as a control. The most common form of damage to the tree was bitten off terminal bud with little scope of additional damage. Damage to seedlings by game differed significantly even within the investigated areas. Use of repellents did not affect the physiological death of seedlings. It was justify the conclusion that most of the damages were caused by roe deer (*Capreolus capreolus*). Based on several scientific papers on the efficacy of repellent products based on capsaicin and denatonium benzoate was concluded that the main active ingredient in tested repellents is capsaicin.

**Keywords:** denatonium benzoate, capsaicin, browsing, hoofed game, *Abies alba*, tree planting.

# Obsah

Seznam tabulek, obrázků a grafů .....	10
Seznam použitých zkratk .....	11
1 Úvod.....	12
2 Cíl práce .....	14
3 Rozbor problematiky .....	15
3.1 Škody působené zvěří na lesním hospodářství v ČR.....	15
3.1.1 Charakteristika škod.....	15
3.1.2 Hlavní původci škod z řad spárkaté zvěře.....	16
3.1.3 Příčiny vzniku škod způsobených zvěří na lesních porostech .....	16
3.1.4 Inventarizace škod zvěří na lesním hospodářství v ČR.....	17
3.1.5 Vývoj populací spárkaté zvěře .....	19
3.1.6 Způsoby ochrany proti škodám působených zvěří.....	20
3.2 Základní rozdělení chemických repelentů.....	21
3.2.1 Odstrašující repelenty.....	21
3.2.2 Repelenty způsobující bolest.....	21
3.2.3 Repelenty vzbuzující podmíněný odpor.....	21
3.2.4 Chuťové repelenty.....	21
3.3 Repelentní přípravky proti okusu registrované v ČR .....	22
3.4 Zahraniční výzkum .....	23
3.5 Chemické látky obsažené v chuťových repelentech.....	27
3.5.1 Bitrex.....	27
3.5.2 Kapsaicin.....	28
4 Metodika práce.....	30
4.1 Založení experimentálních ploch.....	30
4.2 Aplikace a charakteristika použitých repelentů.....	31
4.2.1 Aplikace .....	31



4.2.2	Použité repelenty .....	32
4.3	Vyhodnocení míry poškození .....	33
4.4	Zpracování dat .....	34
5	Výsledky .....	35
5.1	Podíl celkového poškození zvěří okusem.....	35
5.2	Vývoj míry poškození v závislosti na lokalitě.....	37
5.3	Formy poškození .....	37
5.4	Fyziologický úhyn sazenic .....	38
6	Diskuse.....	40
6.1	Zhodnocení a interpretace výsledků .....	40
6.2	Srovnání se zahraničními studii .....	42
6.3	Domácí trh s repelenty.....	43
7	Závěr .....	45
8	Zdrojová literatura .....	47
9	Přílohy.....	50

## Seznam tabulek, obrázků a grafů

Tabulka č. 1: Seznam v ČR registrovaných repelentů proti zimnímu okusu zvěří (ZAHRADNÍKOVÁ, ZAHRADNÍK, 2015).....	23
Obrázek č. 1: Mapa poškození kultur zvěří v ČR. Zdroj: (BERANOVÁ, APLTAUER ET ČERNÝ, 2011), vlastní zpracování.....	18
Obrázek č. 2: Denatonium benzoát – strukturní vzorec (WIKIPEDIA, 2016).....	27
Obrázek č. 3: Kapsaicin – strukturní vzorec (LAPČÍK ET AL., 2011).....	28
Obrázek č. 4: Vzdálenost mezi výzkumnými plochami a jejich rozmístění v porostu. ....	30
Obrázek č. 5: Schéma ošetření sazenic během prvního a druhého termínu aplikace.....	31
Obrázek č. 6: Schéma ošetření sazenic během třetího termínu aplikace.....	32
Graf č. 1: Podíl poškození zvěří u jednotlivých variant (1. termín). Varianty, které se liší na základě písmenného indexu, se statisticky významně liší ( $\alpha < 0,05$ ). ....	35
Graf č. 2: Podíl poškození zvěří u jednotlivých variant (2. termín). Varianty, které se liší na základě písmenného indexu, se statisticky významně liší ( $\alpha < 0,05$ ). ....	36
Graf č. 3: Podíl poškození zvěří u jednotlivých variant (3. termín). Varianty, které se liší na základě písmenného indexu, se statisticky významně liší ( $\alpha < 0,05$ ). ....	36
Graf č. 4: Vývoj podílu zvěří poškozených sazenic z celkového počtu sazenic v závislosti na lokalitě.....	37
Graf č. 5: Podíl forem poškození na celkovém poškození zvěří (3. termín vyhodnocování) v závislosti na použitém repelentu. ....	38
Graf č. 6: Podíl forem poškození ze všech sazenic poškozených zvěří (3. termín) .....	38
Graf č. 7: Podíl fyziologického úhynu na celkovém počtu vysázených stromků během třetího termínu vyhodnocování. ....	39

## **Seznam použitých zkratk**

ČR	Česká republika
LČR	Lesy České republiky
MZD	Meliorační a zpevňující dřeviny
MZe	Ministerstvo zemědělství
PP	Přírodní park

# 1 Úvod

V posledních desetiletích došlo v ČR k významnému nárůstu stavů spárkaté zvěře. Jedná se zejména o zvýšení početních stavů srnce obecného, jelena lesního a jelena siky. Současný odlov srnce obecného a jelena lesního je téměř desetkrát vyšší než před sto lety. Rovněž odlov jelena siky je desetkrát tak větší, avšak k tomuto nárůstu došlo během pouhých 30 let.

Spolu se zvyšováním stavů zvěře přímo úměrně stoupají i škody na lesních porostech. Lesní zvěř působí škody jak v nejmladších lesních porostech – v kulturách a náletech, kde nejvíce škodí okusem větví a pupenů a rovněž i vytloukáním, tak i v poněkud starších porostech, zejména v porostech II. věkové třídy, kde způsobuje škody loupáním a ohryzem. Škody na lesních kulturách značně komplikují práci lesníků při zakládání a obnově lesních porostů. Komplikace spočívají především ve vyšších nákladech na zajištění kultury, jak z hlediska neustálého vylepšování novými sazenicemi či prováděním nákladných ochranných opatření. Rovněž může docházet ke střetu se zákonem č. 289/1995 Sb., o lesích, který stanoví lhůtu pro zalesnění do 2 roků od vzniku holiny a pro zajištění kultury do 7 let od vzniku této holiny. Dalším právním předpisem, který je nutno dodržet, je vyhláška č. 139/2004 Sb., která za obnovený lesní porost považuje pozemek, na kterém roste minimálně 90 % životaschopných jedinců z minimálního stanoveného počtu sazenic na hektar. Za zajištěnou kulturu se pak dle vyhlášky považuje pozemek s alespoň 80 % životaschopných jedinců. Problémy tak mohou nastat, nepodaří-li se tyto lhůty a nařízení dodržet z důvodu zničení porostu zvěří.

Okusováním škodí zvěř zejména na výsadbách jedle bělokoré a listnatých dřevin. Jedle, která je vysazována v menší míře než ostatní jehličnaté dřeviny, představuje pro zvěř lákavé zpestření potravy. Nečastějšími původci škod okusem jsou srnec obecný a jelen lesní.

Jedním z několika možných řešení jak zabránit škodám působených zvěří na lesních porostech je využití chemické ochrany v podobě chuťových repelentů, které se aplikují přímo na stromek. Účinný repelent může výrazně snížit náklady spojené se zajištěním kultury, neboť není třeba budovat oplocenku či příliš často vylepšovat výsadby novými sazenicemi.

Na našem trhu existuje několik repelentních přípravků, například na bázi thiramu, ovčího tuku nebo křemenného písku. Zvěř si však po nějaké době může na repelent z části

zvyknout a je proto nutné repelenty občas obměňovat a střídat tak účinné látky, které jsou v těchto repelentech obsaženy. Mezi další účinné látky, které v současnosti neobsahují žádné repelenty na našem trhu, patří i kapsaicin a denatonium benzoát. Tato práce si za hlavní cíl klade otestování a ověření funkčnosti nově vyvíjených repelentů, které jsou právě na bázi kapsaicinu a denatonium benzoátu.

Testování repelentů bylo prováděno na dvou odlišných plochách v lesním komplexu přírodního parku Polánka. Tento přírodní park s rozlohou více než 1 500 ha leží cca 10 km severovýchodně od města Tábor v Jihočeském kraji. Přírodní park zde byl vyhlášen 14. 12. 1994 a jeho posláním je zachovat krajinný ráz rozsáhlého lesního komplexu s vodními plochami a významnými přírodními a estetickými hodnotami. Vlastníkem většiny lesních pozemků (více než 800 ha) jsou LČR – Lesní správa Tábor.

## 2 Cíl práce

Hlavním cílem této diplomové práce je posouzení účinnosti dvou nově vyvíjených repelentních přípravků k ochraně nově zakládaných lesních kultur před škodami způsobenými okusem zvěří a ověření funkčnosti repelentních látek denatonium benzoátu a kapsaicinu, které jsou obsaženy v testovaných repelentech.

Mezi dílčí cíle této práce pak patří zjištění nejčastějšího způsobu poškození, posouzení vlivu repelentních přípravků na vitalitu sazenic a vliv stanoviště na intenzitu poškození nově založené výsadby.

## **3 Rozbor problematiky**

### **3.1 Škody působené zvěří na lesním hospodářství v ČR**

Škody zvěří jsou specifickým problémem nejmladších lesních porostů, které jsou významně poškozovány především zvěří spárkatou, jejíž stavy se v posledním století neustále zvyšují (POLENO, VACEK ET AL., 2009). Spárkatá zvěř škodí lesním dřevinám spásáním listů, okusem letorostů a také ohryzem a loupáním kůry stromů. K významnějšímu poškození lesních porostů zvěří dochází v době vegetačního klidu, tedy v době, kdy má zvěř nouzi o potravu. Při sněhové pokrývce se zvěř jen stěží dostává k bylinnému krytu půdy a je nucena spásat především větvičky stromů, výhonky listnatých i jehličnatých dřevin. Z jehličnatých dřevin je okusem nejvíce poškozovaná jedle bělokorá, proto je nutno její sazenice chránit do doby, než odrostou, a to i při minimálních stavech zvěře (KOŘÍNEK, 2003).

#### **3.1.1 Charakteristika škod**

Škody zvěří na lesních porostech lze rozdělit do čtyř základních skupin. Na škody okusem, loupáním, ohryzem a vytloukáním (CISLEROVÁ, 2001).

##### **3.1.1.1 Okus**

Jedná se o okusování terminálních a bočních výhonů výsadeb, kultur, nárostů a náletů. Nejčastěji jsou okusovány listnaté dřeviny a jedle, ale poškození okusem se nevyhýbá ani smrku či borovici (TUMA, 2008). Okusem škodí především jelení a srnčí zvěř, a to jak okusem letorostů, tak i pupenů. Pokud se nejedná o skousnutí celého terminálního vrcholu, jde o poškození, které nemá výrazný vliv na tvorbu přírůstu (JELÍNEK, 2007).

##### **3.1.1.2 Loupání**

Loupání je škoda, která vzniká v letním období a považuje se za nebezpečnější než zimní loupání (ohryz), protože zvěř prokousne kůru na kmeni, případně i na kořenových náběžích a odtrhává ji v celých dlouhých pruzích i s lýkem. Nejvíce jsou takto poškozovány porosty II. věkové třídy (CISLEROVÁ, 2001).

##### **3.1.1.3 Ohryz**

Ohryzem je poškozována kůra stromů mimo vegetační období. Kůra je skousávána řezáky po malých částech, jelikož ve vodivých pletivech chybí míza, tudíž kůra s lýkem

nejde sloupnout v celých pásech jako u letního loupání (JELÍNEK, 2007). Následkem poškození loupáním a ohryzem je infekce dřeva dřevokaznými houbami, především pevníkem krvavějícím (*Stereum sanguinolentum*) (TUMA, 2008).

#### **3.1.1.4 Vytloukání**

Škody vytloukáním působí samci parohaté zvěře svými parohy na kmíncích a větvích stromků. Vytloukáním jsou poškozovány především dřeviny v daném místě vtroušené nebo neobvyklé. Nejčastěji jde o modřín, douglasky, vejmutovky, ale také o borovice a některé listnáče. Vytloukáním nevznikají tak výrazné škody, ale lokálně mohou být právě pro vtroušené dřeviny fatální (POLENO, VACEK ET AL., 2009; TUMA, 2008).

#### **3.1.2 Hlavní původci škod z řad spárkaté zvěře**

Mezi hlavní původce škod na lesních porostech lze v ČR řadit srnce obecného, jelena lesního, jelena sika, daňka skvrnitého a muflona.

**Srnc obecný** (*Capreolus capreolus*) patří svou potravní strategií mezi okusovače a okusem působí také největší škody. Srnčí zvěř okusuje semenáčky a sazenice hlavně ve výškách od 20 do 130 cm. Každý jednotlivý okus terminálu znamená v průměru 0,3–0,5 roku ztrátu na přírůstu. Kromě ztráty na přírůstu dochází i ke snížení kvality stromku v důsledku vytvoření vidlice a deformace kmene. Při opakovaném okusu může pak stromek přejít až v křovitý růst. Dále může srnec škodit vytloukáním na vtroušených nebo vzácných dřevinách a lokálně tak působit větší škody (POLENO, VACEK ET AL., 2009; TUMA, 2008).

**Jelen lesní** (*Cervus elaphus*) je potravní oportunist a může se živit jako okusovač, tak i jako spásač. Největší škody působí ale okusem sazenic, loupáním a ohryzem zejména v smrkových porostech II. věkové třídy. Nevýznamné škody může působit vytloukáním nebo odíráním kmenů.

**Jelen sika** (*Cervus nippon*) a **daněk skvrnitý** (*Dama dama*) jsou rovněž potravní oportunisté a v lesích působí podobné škody jako jelen lesní.

**Muflon** (*Ovis musimon*) patří sice mezi spásače, ale v lesích škodí rovněž okusem, ohryzem i loupáním (TUMA, 2008).

#### **3.1.3 Příčiny vzniku škod způsobených zvěří na lesních porostech**

Příčin vzniku škod způsobených zvěří na lesních dřevinách může být mnoho a mezi ty základní patří následující.



Prvním faktorem je početnost zvěře, která by měla být přímo úměrná kapacitě prostředí, potažmo výši škod, které jsme ochotni tolerovat. Dalším faktorem je kapacita neboli úživnost prostředí. Nemalý vliv na úživnost prostředí má způsob lesnického hospodaření v posledních dvou stoletích. Původní smíšené lesy s přirozenou obnovou poskytovaly širší potravní nabídky než dnešní jehličnaté monokultury s převahou smrku ztepilého a borovice lesní, ve kterých převládá pasečný hospodářský způsob.

Specifické nároky zvěře na potravu a prostředí mohou být další příčinou škod. Například důvodem loupání a ohryzu může být nedostatek vápníku ve výživě zvěře, protože právě kůra smrku je na vápník dosti bohatá.

V neposlední řadě nesmíme zapomínat na rušení a stres zvěře, což má za následek narušení přirozených pastevních cyklů zvěře, která si hledá alternativní zdroje potravy v klidnějších lokalitách a působí tak například škody ohryzem v mlazinách (POLENO, VACEK ET AL., 2009; TUMA, 2008).

Další příčinou vzniku škod může být nedostatek doplňkových dřevin, které jsou vyřezávány ve prospěch cílových dřevin a které by zvěř brala přednostně (např. vrba, osika, bříza a také křoviny). V doplňkové potravě zvěř přijímá fosfor, vápník, stopové prvky, cukry a třísloviny. Tyto složky jsou ve zvýšené míře obsaženy v pupenech, mladých výhoncích a prýtech. Zvěř proto přednostně okusuje nejdříve měkké listnáče (lípa, osika, jeřáb, olše, vrba), ale nevynechá ani tvrdé listnaté dřeviny (jasan, javor, jilm, buk, dub). Z jehličnatých druhů dává zvěř přednost jedli, borovici a douglasce (ZABLOUDIL, 2006).

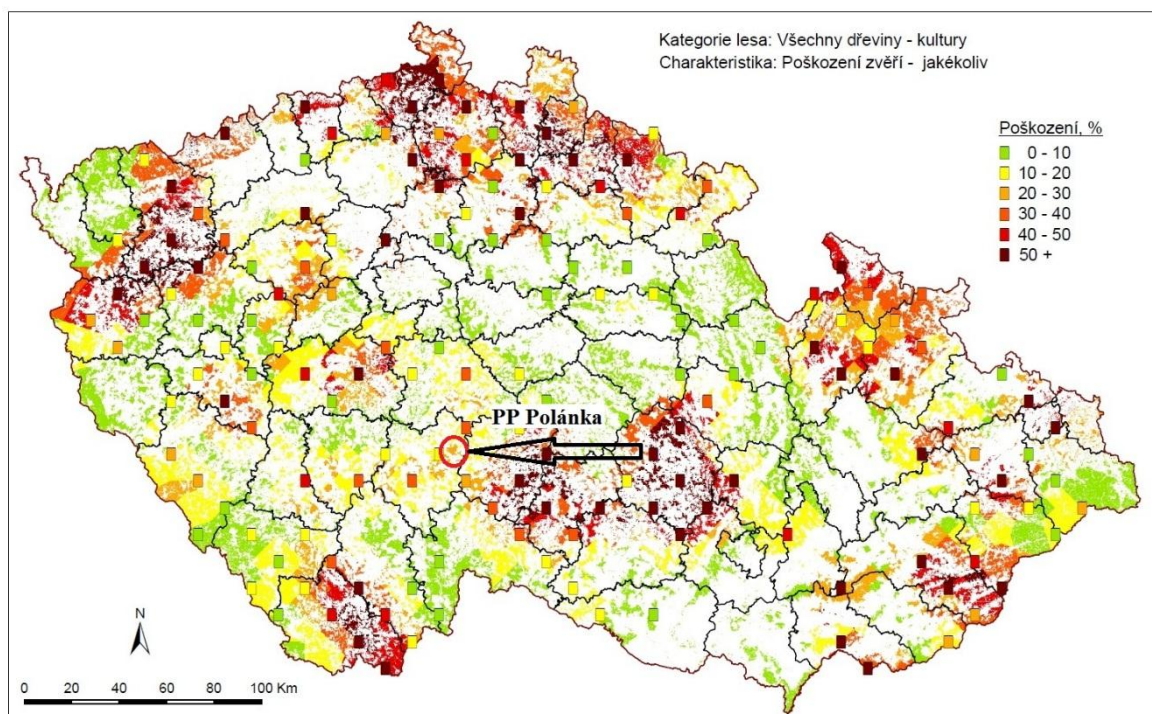
### **3.1.4 Inventarizace škod zvěří na lesním hospodářství v ČR**

V České republice se za finanční podpory Ministerstva zemědělství provádí v pravidelných pětiletých intervalech již od roku 1995 tzv. inventarizace škod zvěří na lesním hospodářství České republiky. Poslední inventarizace proběhla v roce 2010. Řešitelem projektu je IFER – Ústav pro výzkum lesních ekosystémů. Na projektu se rovněž podílel ÚHÚL Brandýs nad Labem. Výsledky tohoto šetření nabízejí odpověď na otázku, jak velký je skutečný tlak zvěře na lesní porosty v ČR, o jaké škody se nejčastěji jedná a které dřeviny těmito škodami nejčastěji trpí.

Řešení projektu je založeno na metodě statistické inventarizace prováděné pozemním šetřením v soustavě dočasných inventarizačních ploch. Tyto plochy pokrývají rovnoměrně území státu a velikost každé takové lokality je 1,4 × 2,8 km. Ze všech porostních skupin na těchto lokalitách se vybírá reprezentativní vzorek cca 2 500 porostních skupin tří kategorií věku (kultury, porosty středního věku a porosty dospělé) a zastoupení čtyř hlavních dřevin

(smrk nebo jedle, borovice, dub, buk). V každé porostní skupině se hodnotí navíc poškození melioračních a zpevňujících dřevin – MZD. Rozlišují se tyto druhy poškození: okus terminálního vrcholu, okus bočních výhonů, vytloukání a loupání (ohryz) kůry, přičemž se rozlišuje intenzita poškození a stáří poškození – nové, staré, opakované (BERANOVÁ, APLTAUER ET ČERNÝ, 2011). Vzhledem k tématu této práce nás budou zajímat především škody působené v kulturách.

Kultury, tedy nejmladší kategorie porostů, patří mezi nejvíce poškozené. Průměrná intenzita poškození kultur zvěří je 42 %. V průměru je poškozeno 37 % jedinců hlavních dřevin a 57 % MZD. Poškození smrku a jedle jakýmkoliv způsobem činí 35 %, okusem vrcholu, který je pokládán za nejvýznamnější z hlediska dalšího vývoje sazenice, je přitom poškozeno 16 % jedinců. V kulturách listnatých dřevin je to pak až 30 % jedinců. Poškození zvěří se značně regionálně liší. Některé oblasti si dlouhodobě drží únosnou míru poškození do 10 % a naopak v některých tato míra dosahuje dlouhodobě více než 50 %. Poškození všech dřevin v kulturách se v lokalitě PP Polánka pohybuje mezi 20–30 %, což je méně než republikový průměr, který činí již zmíněných 42 % (BERANOVÁ, APLTAUER ET ČERNÝ, 2011).



**Obrázek č. 1:** Mapa poškození kultur zvěří v ČR. Zdroj: (BERANOVÁ, APLTAUER ET ČERNÝ, 2011), vlastní zpracování

### 3.1.5 Vývoj populací spárkaté zvěře

**Jelen lesní** (*Cervus elaphus*) – Areál výskytu jelena lesního pokrývá zhruba dvě třetiny území ČR, přičemž stálý výskyt se váže asi na polovinu rozlohy státu. Těžištěm výskytu jsou pohraniční hory a ve vnitrozemí Brdy, Křivoklátská, Českomoravská a Dražanská vrchovina. Vývoj úlovků ve volných honitbách má přes mírné výkyvy dlouhodobě vzestupný trend. Pro představu vývoje odlovu se v letech 1924–1929 na území ČR lovalo 1790–2981 kusů jelení zvěře ročně. V 70. letech to už bylo přibližně 10 000 kusů/rok, poté následoval velmi strmý růst do počátku 90. let, kdy se lovalo kolem 25 000 kusů/rok. Růst vystřídal postupný propad až do roku 1998 (13 448 kusů/rok). Od roku 1998 dochází dlouhodobě k mírnému nárůstu a v roce 2011 se již ulovilo 20 306 kusů a jarní kmenové stavy se odhadují na 28 000 kusů (ČERVENÝ, ANDĚRA, 2012).

**Jelen sika** (*Cervus nippon*) – Oblast výskytu jelena siky má značně regionální charakter a dnes se s ním můžeme setkat zejména v západních Čechách, ze kterých se však začíná rozšiřovat dále na východ do vnitrozemí. Do počátku 80. let roční odlov siky nepřesáhl až na výjimky 1000 ks/rok. Od této doby odlov začal strmě, téměř exponenciálně narůstat a v roce 2011 se ulovilo rekordních 11 051 kusů sičí zvěře. Za posledních 30 let stavy této zvěře vzrostly více než 10krát, což predikuje významný problém do budoucnosti z hlediska výše škod na lesních porostech (ČERVENÝ, ANDĚRA, 2012).

**Srnec obecný** (*Capreolus capreolus*) – Srnec obecný patří mezi naši nejpočetnější původní spárkatou zvěř a vyskytuje se na celém území republiky. Větší koncentrace srnčí zvěře je patrná v pahorkatinách a vrchovinách v rozmezí nadmořských výšek od 200 do 600 metrů. Obecně srnec preferuje členitou krajinu, kde se lesní plochy prolínají s dostatkem otevřených ploch. Podle statistik odstřelů stavy dlouhodobě mírně stoupají. Nárůst však není zcela přímý a je zde několik výrazných výkyvů. V letech 1924–1929 se na území ČR lovalo 15 329 – 28 100 kusů/rok. Následoval postupný růst až do prvního maxima v letech 1976–1978 (103 792 – 118 259 kusů/rok), poté došlo k dlouhodobějšímu (1980 až 1997), přibližně dvacetitisícovému propadu a teprve od konce 90. let se odlov začal opět zvyšovat až na nové maximum dosažené v roce 2009, které činilo 131 875 kusů ulovené srnčí zvěře. Vykazované jarní kmenové stavy se v posledních letech pohybují okolo 300–320 tisíc kusů, musí jít však o číslo značně podhodnocené, neboť přibližně stejný počet srnčí zvěře přijde o život při dopravních nehodách (ČERVENÝ, ANDĚRA, 2012).

## **3.1.6 Způsoby ochrany proti škodám působených zvěří**

### **3.1.6.1 Biologická ochrana**

Biologická ochrana spočívá ve zvyšování přirozené úživnosti prostředí a je tudíž velmi šetrná k životnímu prostředí. Základním předpokladem biologické ochrany je snížení počtu zvěře na jejich normované stavy a zajištění ideálního poměru pohlaví 1 : 1 větším odlovem samičí zvěře, která počtem často převyšuje samčí zvěř, což má za následek neustálé zvyšování stavů zvěře. Jako další následuje péče o životní prostředí zvěře, kam zahrnujeme zvyšování přirozené úživnosti (dřevinná skladba, políčka, louky, okusové a plodonosné dřeviny, načasování výchovných zásahů a těžeb atd.), příkrmování zvěře (dodržování základních pravidel správného příkrmování – druhy krmiv, množství krmiv, období příkrmování). Důležitým opatřením je rovněž zajištění klidu pro zvěř (CISLEROVÁ, 2001).

### **3.1.6.2 Mechanická ochrana**

Mechanická ochrana celých skupin stromů se provádí oplocováním kultur tyčkovými nebo drátěnými ploty. Výhodou oplocenek je, že skutečně chrání celou plochu. Nevýhodou je neustálá údržba a vysoká nákladnost. Na ochranu jednotlivých stromků při obnově lze využít plastových tubusů, pletivových oplůtků, obalovacích materiálů, kovových a umělohmotných spirál na terminální pupeny nebo ovčí vlny, koudele, lidských vlasů atd. Do mechanické ochrany je možné zahrnout oplocení elektrickými ohradníky, stavbu zradidel, akustická i světelná zradidla. Zvěř si však může časem na tyto zařízení zvyknout, proto je nutné jejich střídání, jinak přestávají být účinné (ZABLOUDIL, 2006; TUMA, 2008).

### **3.1.6.3 Chemická ochrana**

Nejvíce používaným způsobem ochrany proti škodám zvěří je s 60% podílem chemická ochrana. Spotřeba repelentů činí několik tisíc tun ročně a má stoupající tendenci. Mezi základní požadavky na repelenty patří jejich neškodnost vůči chráněným dřevinám, dostatečná odpudivost ve smyslu působení na základní smysly zvěře (čich, chuť, hmat, zrak) a jejich dlouhodobá účinnost (okus v zimním období 5–7 měsíců, letní okus 3–4 týdny, loupání a ohryz 8–10 let). Repelenty je také nutno neustále obměňovat, vzhledem ke skutečnosti, že si na ně lesní zvěř po nějaké době zvyká. Všechny repelenty používané na ochranu před škodami působenými zvěří a hlodavci jsou uvedeny v seznamu povolených přípravků na ochranu lesa, vydávaném MZe ČR. Detaily k použití jako dávkování, způsob aplikace (nátěr, postřik, máčení), termíny ošetření a jejich opakování a další pokyny jsou

uvedeny na etiketách jednotlivých výrobků. Nejčastějším způsobem aplikace repelentů na sazenice je postřik nebo nátěr (CISLEROVÁ, 2001; TUMA, 2008).

## **3.2 Základní rozdělení chemických repelentů**

Chemické repelenty lze rozdělit do 4 kategorií. Jsou to repelenty založené na strachu, podmíněném odporu (vyhýbání se), bolesti a na chuti (TRENT, NOLTE ET WAGNER, 2001).

### **3.2.1 Odstrašující repelenty**

Tyto repelenty obsahují látky, které vydávají sirnatý zápach. Například moč predátora, hnijící vejce, masové proteiny nebo česnek. Strach z těchto látek plyne z chování býložravců, kteří se podmíněně vyhýbají oblastem se sirnatým zápachem, jenž jim připomíná moč predátora (WARD, WILLIAMS, 2010; TRENT, NOLTE ET WAGNER, 2001).

### **3.2.2 Repelenty způsobující bolest**

Aktivní složky jako je kapsaicin, amoniak, allylisothiokyanát či pepermint způsobují bolest nebo podráždění, když přijdou do kontaktu s očima, střevem, oční nebo nosní sliznicí. Zvěř se po požití takto ošetřených rostlin naučí velmi rychle těmto rostlinám vyhýbat, neboť bolest nastává okamžitě (WARD, WILLIAMS, 2010; TRENT, NOLTE ET WAGNER, 2001).

### **3.2.3 Repelenty vzbuzující podmíněný odpor**

Tyto repelenty mohou způsobovat několik typů onemocnění, jako jsou trávicí potíže nebo nevolnost. Zvěř konzumující takto ošetřené rostliny si začne po nějaké době spojovat své trávicí potíže s konzumací ošetřených rostlin. Nevýhodou však je, že než si zvěř tento fakt uvědomí, může předtím dojít k podstatným škodám na chráněných rostlinách. Jednou z účinných látek spadajících do této kategorie repelentů je komerční fungicid thiram (tetramethylthiuramdisulfid), který se ukázal jako velmi účinný v odstrašování zvěře před okusem stromků (WARD, WILLIAMS, 2010).

### **3.2.4 Chuťové repelenty**

Do této kategorie lze zařadit téměř všechny repelenty, neboť všechny používají různé ingredience, které mají snížit chutnost chráněné rostliny. Jde tak o kombinaci všech tří předešlých kategorií. Důležitým specifikem však je, že tyto repelenty obvykle obsahují velmi hořké látky (např. denatonium benzoát), které zhoršují požitelnost rostlin. Problém

je, že zatímco všežravci se těmito látkám ve velké většině vyhýbají, býložravci se navzájem mezi sebou liší a záleží velmi na výši koncentrace hořkých činidel (WARD, WILLIAMS, 2010; TRENT, NOLTE ET WAGNER, 2001).

### 3.3 Repelentní přípravky proti okusu registrované v ČR

Podle seznamu povolených přípravků a dalších prostředků na ochranu lesa (ZAHRADNÍKOVÁ, ZAHRADNÍK, 2015) je v ČR zaregistrováno celkem 7 repelentních přípravků proti letnímu okusu a 13 přípravků proti zimnímu okusu. Mezi hlavní účinné látky obsažené v repelentech patří křemenný písek a fungicidní látka thiram (tetramethylthiuramdisulfid). Křemenný písek je obsažen v šesti repelentech z celkových třinácti dostupných na našem trhu. Dalšími účinnými látkami v ČR registrovaných repelentech jsou ovčí tuk (repelent Trico), ichtylový komplex – rybí olej (repelent Stop Z), surový tálový olej (repelent Nivus) a mletý vápenec (repelent Neoponit L).

Přípravek Cervacol Extra, který je na bázi křemenného písku, odpuzuje zvěř pachem, barevným lesklým vzhledem a mechanicky přítomnou minerální složkou, která skřípe mezi zuby. Lze jej použít jak k zimní, tak i letní ochraně sazenic před okusem zvěří (AVENARIUS AGRO, 2015). Neoponit L na bázi mletého vápence působí rovněž mechanicky, kdy vápenec vrže mezi zuby zvířete. Na stromky se nanáší v nezředěném stavu a je určen pouze k zimní ochraně rostlin (AGRO RADOMYŠL, 2015). Přípravek Morsuvin, obsahující směs repelentních chuťových a čichových látek přírodního původu – křemenný písek (26 %), tálový olej (10 %) a destilační zbytky tuků (4 %), odpuzuje zvěř jednak svým pachem a jednak mechanicky přítomnou písčitou složkou, která způsobuje tzv. „zubovrz“. Je vodou ředitelný, po zaschnutí je však ve vodě již nerozpustný. Je určen rovněž jen k zimní ochraně kultur před okusem zvěří (NERAAGRO, 2015). Jediným repelentem proti škodám zvěří, který není určen k ochraně sazenic, nýbrž k ochraně vzrostlých stromů, je přípravek Wöbra. Tento přípravek je určený k zamezení škodám ohryzem a loupáním na kůře jehličnatých a listnatých dřevin. Účinnou látkou je opět křemenný písek. Výrobce uvádí velmi dlouhou dobu účinnosti – až 15 let (FLÜGEL, 2015).

Na hlavní účinné látce thiramu, která je nebezpečná pro životní prostředí, jsou založeny celkem tři repelenty – Aversol, Stopkus a Pellacol. Aversol, obsahující 3,75 % thiramu, je podrobněji rozebrán v metodice této práce. Repelent Stopkus, s 9,8% koncentrací thiramu, má vzhled modrobílé pasty s charakteristickým disperzním zápachem. Je vodou ředitelný a po zaschnutí již ve vodě nerozpustný. Mimo nátěru ho lze aplikovat i postřikem (TORA, 2015). Přípravek Pellacol, s 10 % účinné látky thiram, je

suspenzivní koncentrát tmavě hnědé barvy s repelentním účinkem proti letnímu a zimnímu okusu lesních kultur a proti ohryzu a loupání stromů. Při ošetření čerstvých poranění rovněž zabraňuje i infekcím dřevokaznými houbami a podporuje proces hojení ran. Je vodou ředitelný a aplikuje se nátěrem nebo postřikem. Po zaschnutí je již ve vodě nerozpustný. Výrobce uvádí dlouhodobý repelentní účinek (NUFARM, 2015).

Seznam v ČR dostupných repelentů proti zimnímu okusu zvěří, včetně účinných látek v nich obsažených a jejich aplikace, viz tabulka č. 1.

**Tabulka č. 1:** Seznam v ČR registrovaných repelentů proti zimnímu okusu zvěří (ZAHRADNÍKOVÁ, ZAHRADNÍK, 2015).

Přípravek	Účinná látka	Způsob ošetření
<b>Aversol</b>	Thiram	nátěr, postřik
<b>Cervacol Extra</b>	Křemenný písek	nátěr
<b>Morsuvin</b>	Destilační zbytky tuků, křemenný písek, olej tálový surový	nátěr
<b>Neoponit L</b>	Vápenec	nátěr
<b>Nivus</b>	Olej tálový surový	nátěr, postřik
<b>Pellacol</b>	Thiram	nátěr, postřik
<b>Stop Z</b>	Ichtylový komplex	nátěr, postřik
<b>Stopkus</b>	Thiram	nátěr, postřik
<b>Trico</b>	Ovčí tuk	nátěr, postřik
<b>Versus Extra</b>	Křemenný písek	nátěr
<b>VERSUS Forte</b>	Křemenný písek	nátěr, aplikace gumovou rukavicí
<b>VAM extra růžový</b>	Křemenný písek	nátěr
<b>Wöbra</b>	Křemenný písek	nátěr, postřik

Z výše zmíněných repelentů proti zimnímu okusu zvěří v tabulce č. 1 je sedm repelentů určeno i k ochraně sazenic před letním okusem zvěří. Jsou to repelenty Aversol, Cervacol Extra, Pellacol, Stop Z, Stopkus, Trico a Wöbra.

### 3.4 Zahraniční výzkum

Testováním chuťových repelentů se zabývá několik vědeckých prací zejména od autorů ze Spojených států.

WITMER, PIPAS ET BUCHER (1998) testovali ve dvou nezávislých polních testech v Idaho a Oregonu repelenty složené z hořkých složek (denatonium benzoátu) ke snížení škod způsobených pytlonošem horským (*Thomomys talpoides*). Přípravek ve formě tablet s obsaženým denatoniem benzoátem vložili do země spolu se sazenicí kolem jejich kořenů. Druhá forma ošetření byly tablety společně s postřikem jehličí a neošetřené sazenice

sloužily jako kontrola. Testovanými dřevinami byly borovice těžká (*Pinus ponderosa*) a douglaska tisolistá (*Pseudotsuga menziesii*), mezi kterými nebyl zjištěn žádný rozdíl, a poškozovány byly stejnou měrou. Při testu v Oregonu bylo zničeno 38 % sazenic pytlonošem a 58 % sazenic zahynulo jiným způsobem než vlivem zvířete. Náhodné vzorky jehličí a půdy byly navíc po 3 měsících chemicky testovány na přítomnost denatonium benzoátu, která nebyla prokázána. Polní test v Idaho, u kterého byla navíc další forma ošetření – pouze postřikem, neprokázal rozdíl mezi formami ošetření a navíc velká část sazenic (75 %) byla zničena pytlonošem. Výsledkem studie tudíž je, že denatonium benzoát není účinný v boji proti škodám způsobených pytlonošem horským.

Výzkum WARDA A WILLIAMSE (2010) probíhal na dvou místech v Connecticutu. V oblasti se v poslední době zvýšily stavy jelence běloocasého (*Odocoileus virginianus*), který působí velké škody na zemědělských plodinách a v lesních porostech. Cílem této práce bylo otestovat 10 dostupných komerčních přípravků proti okusu zvěří na sazenicích tisu japonského (*Taxus cuspidata*), obzvláště chutných pro jelence běloocasého. Jedna lokalita byla umístěna na poli uprostřed jiných polí s plodinami, které byly opakovaně poškozovány jelencem. Druhá plocha byla trvalým travním porostem, který byl opakovaně kosen. Tisy byly vysázeny ve dvou blocích na každém pozemku. Každý blok sestával ze 12 skupin po 6 tisech. Rozestupy mezi sazenicemi byly 0,5 metru a 2 metry mezi jednotlivými skupinami. Autoři pracovali s celkem 12 ošetřeními, deseti komerčními přípravky včetně kojotí moči a dvou kontrol – negativní kontrola (sazenice bez ošetření) a pozitivní kontrola (oplocené sazenice). Typ ošetření byl náhodně přiřazen jedné z 12 skupin v každém bloku. Pro účely vyhodnocení byl sestaven zvláštní index ochrany. Výsledkem studie je obecně fakt, že repelenty, které vyžadovaly častější aplikaci, fungovaly lépe. Nejlépe z testovaných přípravků dopadl repelent Bobbex®, který mimo jiné obsahuje zkažená slepičí vejce, vydávající sirný pach připomínající predátora. Patří tedy mezi odstrašující repelenty. Jeho nevýhodou byla však vysoká cena. Naopak levnějším, ale skoro stejně účinným přípravkem byl Hinder®. Na opačném konci se umístila kojotí moč a systematické tablety Repellex®. Tablety Repellex® obsahující hořké sloučeniny byly nejméně účinné a poškození sazenic bylo téměř stejné jako u neošetřených sazenic. Autoři dodávají, že hořké činidlo v repelentu nezabrání mnoha býložravcům ve spásání ošetřené rostliny, což potvrdilo již několik předešlých studií, např. NOLTE, MASON ET LEWIS (1994). Tato studie uvádí, že její zjištění jsou v rozporu s tvrzením, že býložravci se obecně budou vyhýbat tomu, co lidé považují za extrémně hořké.



Studie TRENTA, NOLTEHO A WAGNERA (2001) se zabývala testováním účinnosti 20 v USA dostupných repelentních přípravků, z nichž 15 bylo kontaktních repelentů a 5 repelentů byly tzv. pachové ohradníky. Test byl prováděn v zimě na pěti různě velkých ohrazených pastvinách s ochočenými jedinci jelence ušatého kolumbijského (*Odocoileus hemionus columbianus*). Sazenice túje obrovské (*Thuja plicata*) byly vysazeny po 21 skupinách, přičemž každá skupina obsahovala 3 řádky sazenic. Každá ze skupin byla ošetřena jedním repelentem a jedna skupina zůstala neošetřena jako kontrola. Sazenice byly vyhodnocovány po 24 a 48 hodinách, jeden týden po výsadbě a poté každý týden po dobu 18 týdnů. Velikost škody okusem byla stanovena podle počtu okusů, přičemž stromek s více než 25 okusy byl považován za kompletně defoliováný, a tedy i zničený. Autoři došli k závěrům, že kontaktní repelenty fungují obecně lépe než pachové ohradníky. Strach vyvolávající repelenty jsou lepší než ostatní repelenty. Nejvíce efektivní se pak jevily zejména repelenty obsahující kazící se zvířecí proteiny (např. vajíčka nebo jateční odpad). V testu dopadl nejlépe repelentní přípravek Deer Away Big Game Repellent Powder®, který obsahuje 36 % účinné látky v podobě hničících vajec. Tento repelent poskytoval výbornou ochranu po dobu 8 až 12 týdnů. Kupodivu málo efektivní byly repelenty způsobující bolest. Tyto repelenty obsahovaly pravděpodobně menší množství aktivních látek, než by bylo zapotřebí. Chuťové repelenty obsahující hořká činidla (denatonium benzoát) v testu nedopadly dobře a potvrdily svou malou účinnost, což bylo prokázáno již v mnoha jiných studiích. Takovým repelentem byl například Ropel®, který skončil jako druhý nejhorší ze všech repelentů. Účinnými látkami tohoto repelentu byl z 0,065 % denatonium benzoát a z 0,35 % thymol. Repelenty založené na podmíněném odstrašování zvěře mají obecně tu nevýhodu, že si na ně zvěř musí nějakou dobu zvyknout a naučit se jim vyhýbat. To nelze očekávat například u migrující zvěře.

Další výzkum probíhal v americkém Coloradu. Autoři studie ANDELT, BURNHAM ET BAKER (1994) testovali několik repelentů na bázi kapsaicinu, bitrexu (denatonium benzoát) a hničících slepičích vajec. Účelem testování bylo zabránit škodám v sadech, lesních školkách a na okrasných výsadbách, které jsou v Coloradu ve velké míře okusovány jelencem ušatým (*Odocoileus hemionus*) a jelencem běloocasým (*Odocoileus virginianus*). Testovány byly tři koncentrace repelentu Hot Sauce Animal Repellent® (0,065 %, 0,65 % a 6,5 % roztok), papričky habanero (rozmixované a zředěné vodou), omáčka Tabasco, repelent Ani-spray® (2 % denatonium benzoátu) a Big Game Repellent® (37 % hničících vajíček). Obsah kapsaicinu v nezředěném Hot Sauce® je 2,5%. Výrobce doporučené zředění je 0,065 % roztok. Pro představu 6,2 % koncentrát Hot Sauce® obsahoval celkem

0,53 % účinné látky kapsaicin. Zředěné papričky habanero 0,31 % a omáčka Tabasco 0,07 % kapsaicinu. Všechny repelenty byly v různě naředěném množství nastříkány na větve jabloní, ke kterým měli přístup jelenci v uzavřené ohradě. Jabloně postříkané pitnou vodou sloužily jako kontrola. Škody způsobené okusem větví se významně nelišily mezi stromy ošetřenými repelentem Ani-spray®, 0,065% koncentrací Hot Sauce® a kontrolou. Oproti tomu 100krát vyšší koncentrace Hot Sauce® (6,5%) spolu s Big Game Repellent® již průkazně snížily poškození větví vzhledem ke kontrole.

Práce NOLTEHO (1998) se zabývá testováním 4 repelentů: Big Game Repellent Powder® (BGR), Deer Stopper® (DST), Plantskydd® (PLA) a ECX95BY® (ECX). Tyto repelenty mají zabránit škodám okusem působených jelencem ušatým (*Odocoileus hemionus*). Test probíhal celkem v pěti ohradách, kde v každé ohradě byli uzavřeni tři jedinci jelence ušatého. Velikost ohrad se pohybovala od 0,75 do 2 hektarů. V ohradách byly vysázeny sazenice douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii*), borovice těžké (*Pinus ponderosa*) a túje obrovské (*Thuja plicata*). Každá ohrada sestávala z 5 bloků, kde každý z bloků byl ošetřen jedním repelentem a jeden ponechán jako kontrola. Jednotlivé bloky byly tvořeny náhodně vysázenými stromky v 8 řadách po třech sazenicích. Poškození sazenic bylo vyhodnocováno v zimním období 24 hodin po ošetření, dále po 48 hodinách a poté každý týden po dobu 14 týdnů. U každé sazenice se pak zaznamenávalo poškození terminálního pupenu a počet okusů bočních větví, přičemž sazenice s 25 okusy bočních větví byly považovány za kompletně defoliované. Výsledek testu ukazuje, že repelenty BGR, DST a PLA významně pomohly snížit škody na sazenicích v porovnání s neošetřenými sazenicemi. Naopak sazenice ošetřené repelentem ECX obsahujícím denatonium benzoát byly téměř stejně poškozené jak neošetřené sazenice. Repelenty BGR, DST a PLA obsahují odpuzující činidla, které produkují sirnatý zápach. Hlavními účinnými látkami v repelentech jsou zkažená vejce (BGR), krevní moučka (DST) a thiram (tetramethylthiuram disulfide). Thiram byl již v několika studiích prokázán jako účinný v odrazování zvěře před okusováním. Obecně se má za to, že zvířata se vyhýbají thiramu více kvůli jeho chuti než kvůli jeho zápachu.

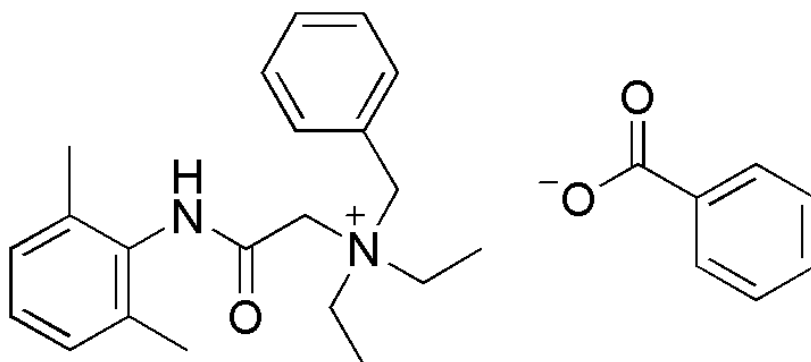
Ve vědecké práci CURTISE A BOULANGERA (2010) se autoři zabývali testováním šesti komerčně dostupných repelentů použitých k ochraně sazenic tisů japonského (*Taxus cuspidata*) před škodami okusem působených jelencem běloocasým (*Odocoileus virginianus*). Pokus byl prováděn na deseti plochách, na kterých byly již v minulosti škody způsobené jelencem běloocasým. Během 10 týdenního experimentu se jeleni nejvíce vyhýbali stromkům ošetřených repelenty, jejichž hlavní účinnou složkou byla hničící

slepičí vejce, např. Deer-Away Big Game Repellent. Druhý nejúčinnější repelent obsahoval kromě hniječích vajec i kapsaicin (Deer Stopper II). Naopak nejhůře v testu dopadl repelent založený na denatonium benzoátu a repelent s extraktem z pachysandry klasnaté (*Pachysandra terminalis*). Tyto repelenty přestaly fungovat zhruba již po 4 týdnech.

### 3.5 Chemické látky obsažené v chuťových repelentech

#### 3.5.1 Bitrex

Denatonium benzoát (chemický vzorec  $C_{28}H_{34}N_2O_3$ , molární hmotnost 446,581 g/mol) je bílá krystalická látka bez zápachu známá též pod obchodním názvem bitrex. Látka byla objevena v roce 1958 ve firmě Macfarlan Smith Limited ve Skotsku (LANGER, 2015).



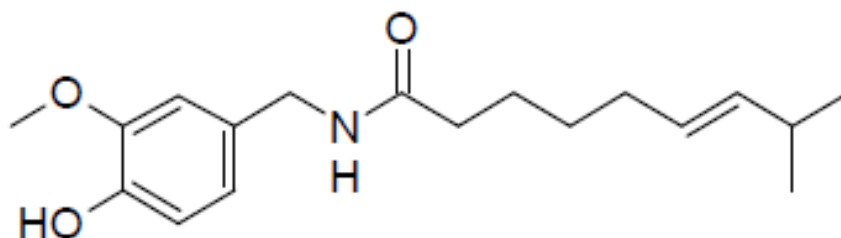
**Obrázek č. 2:** Denatonium benzoát – strukturní vzorec (WIKIPEDIA, 2016)

V roce 1982 byl bitrex oficiálně zapsán do Guinnessovy knihy rekordů jako nejvíce hořká látka na světě. Udává se, že jedna čajová lžička bitrexu je schopna ochutit hořkou chuť celý olympijský plavecký bazén. Bitrex poprvé použili jako aktivní averzivní činidlo dánští chovatelé prasat. Mastí s obsaženým bitrexem potírali ocásky selat a zabránili tak problému, kdy si malá prasata ocásky vzájemně okusovala (JOHNSON MATTHEY, 2016).

Práh hořkosti má denatonium benzoát zředěný na pouhých 0,05 miliontin. Denatonium benzoát zředěný na 10 miliontin je již nesnesitelně hořký pro většinu lidí. Bitrex se používá k denuraci alkoholu, jako přísada olejů, parfémů, WC čističů, granulí proti myším, dětských šamponů a mnoha dalších potenciálně toxických věcí, aby znepríjemňoval chuť a tím odradil děti nebo domácí zvířata od jejich konzumace. Do těchto výrobků se přidává obvykle v koncentraci 20–50 miliontin (LANGER, 2015; JOHNSON MATTHEY, 2016; CONSUMER PRODUCT SAFETY COMMISSION, 1992).

### 3.5.2 Kapsaicin

Kapsaicin je bílá krystalická látka, bez chuti a zápachu, špatně rozpustná ve vodě a naopak dobře rozpustná v tucích, alkoholu a chloroformu. Poprvé byl kapsaicin izolován v roce 1898 a v roce 1923 byla poprvé popsána jeho chemická struktura (8-methyl-N-vanillyl-6-nonenamid) se sumárním vzorcem  $C_{18}H_{27}O_3N$  a s molekulovou hmotností 305,4 g/mol (ARORA ET AL., 2011).



kapsaicin

**Obrázek č. 3:** Kapsaicin – strukturní vzorec (LAPČÍK ET AL., 2011)

Alkaloid kapsaicin patří mezi sloučeniny, které se souhrnně nazývají kapsacinoidy. Tyto sloučeniny, patřící do skupiny amidů, jsou produkovány v plodech papriky (rod *Capsicum*) a způsobují pálení. Hlavním producentem kapsaicinu v plodu papriky je placenta (SOBOTKOVÁ, 2013). Největší koncentrace kapsaicinu je v semeníku a dužině papriky. Naopak nejnižší koncentrace kapsaicinu je v semenech, která nejsou zdrojem ostrosti. V paprice jsou ze všech kapsacinoidů nejvíce obsaženy kapsaicin a dihydrokapsacin, jenž tvoří 80 až 90 % z celkového obsahu kapsacinoidů. Poměr kapsaicinu ku dihydrokapsacinu se pak pohybuje obvykle v rozmezí 1 : 1 nebo 2 : 1 ve prospěch kapsaicinu. Obsah kapsaicinu v placentě je u zralého plodu skoro desetkrát vyšší než v oplodí a asi třináctkrát vyšší než v semenech (KRACÍKOVÁ, 2015).

Ostrost, kterou vyvolává kapsaicin, je měřitelná na základě tzv. Scoville testu, který byl poprvé použit v roce 1912 Wilburem Scovillem. Tento test vymezuje celkem pět úrovní ostrosti ohodnocených pomocí Scoville heat units (SHU): neostré (0–700 SHU), jemně ostré (700–3 000 SHU), mírně ostré (3 000–25 000 SHU), velmi ostré (25 000–70 000 SHU) a velmi silně ostré, kde SHU je větší než 80 000 (AL OTHMAN, 2011). Mezi papriky s nejvyšším stupněm pálivosti patří paprička habanero (*Capsicum chinense* Jacquin; 200 000–300 000 SHU), paprička Bird's Eye (*Capsicum frutescens*; 100 000–

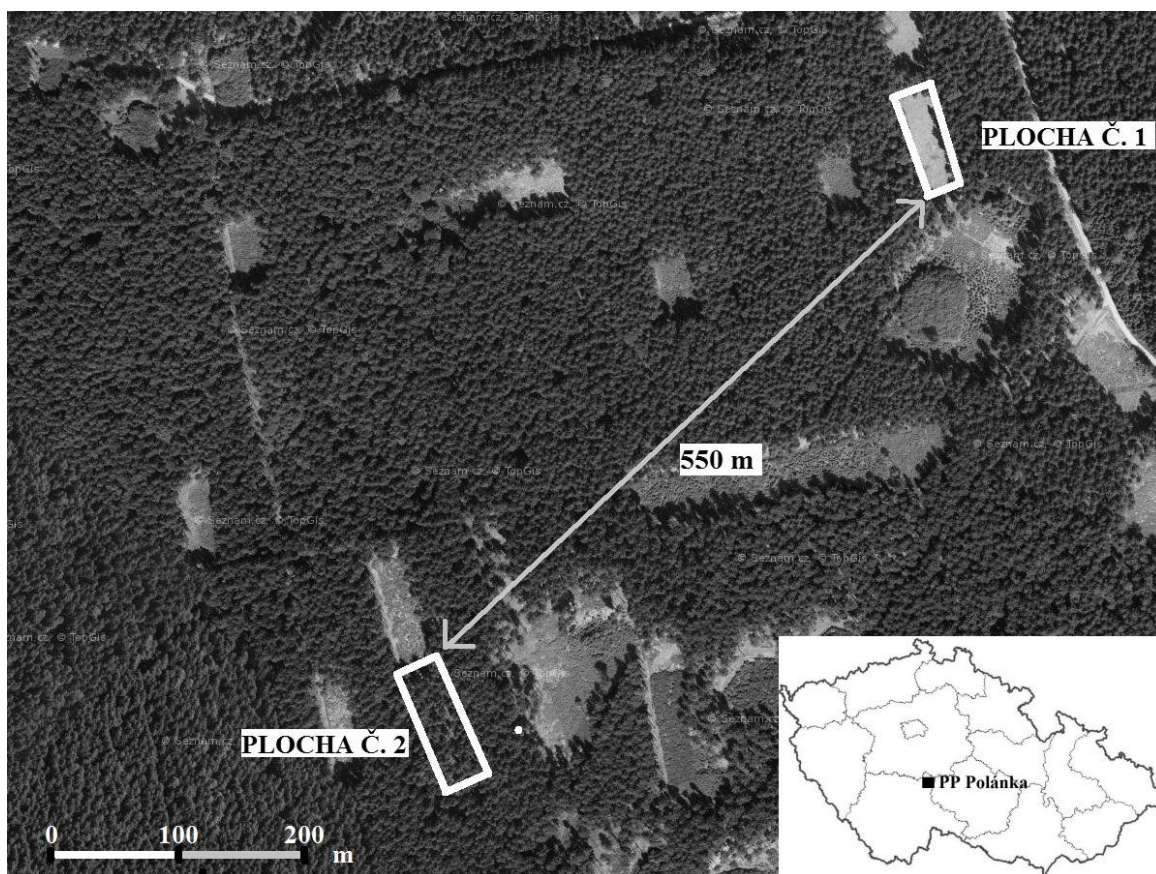
125 000 SHU) nebo paprika Carolina Cayenne (*Capsicum annuum*; 100 000–105 000 SHU (ARORA ET AL., 2011).

Předpokládá se, že kapsaicin je rostlinou produkován jako ochrana před býložravci (ŠUPÁLKOVÁ ET AL., 2007) a může tedy sloužit také jako repelent proti zvěři.

## 4 Metodika práce

### 4.1 Založení experimentálních ploch

Testování repelentů bylo prováděno na dvou experimentálních plochách, které se nacházejí v lesním komplexu přírodního parku Polánka. Tyto plochy byly zakládány Českou zemědělskou univerzitou v Praze – Katedrou pěstování lesů, v rámci projektu obnovy jedlových a bukových porostů. Obě plochy leží v nadmořské výšce cca 700 m n. m. Vzdálenost mezi oběma plochami je cca 550 metrů, viz obrázek č. 4. První plocha (dále plocha č. 1) představuje 0,16 ha velikou holou seč po těžbě smrku ztepilého (*Picea abies*), viz příloha č. 1. Plocha je obdélníkového tvaru o rozměrech 18 × 90 m. V říjnu 2014 zde bylo vysázeno 800 obalovaných sazenic jedle bělokoré (*Abies alba*) ve sponu 1,2 × 1,7 m. V případě druhé plochy (dále plocha č. 2) se jedná o podsadbu jedle bělokoré pod procloněným smrkovým porostem v mýtním věku. Na ploše se nachází značné množství těžebních zbytků – větví. Plocha č. 2 má rovněž obdélníkový tvar o rozměrech 23 × 100 m (0,23 ha). Vysázeno zde bylo 1050 ks obalovaných sazenic jedle bělokoré. Spon výsadby byl rovněž 1,2 × 1,7 m. Fotografie druhé plochy viz příloha č. 2.



Obrázek č. 4: Vzdálenost mezi výzkumnými plochami a jejich rozmístění v porostu.

Obě stanoviště, ani jejich okolí nejsou pod vlivem buřeně, která by mohla ovlivňovat přístup zvěře k sazenicím. Rovněž sazenice nejsou negativně ovlivněny buření a mohou se normálně vyvíjet.

Z lesnickou-typologického hlediska se obě experimentální plochy nacházejí na lesním typu 5K2 – kyselá jedlová bučina s ostřicí kulkonosnou, charakteristická zvýšenou kyselostí geneticky vyvinutých půd a příznivou vzdušnou vlhkostí umožňující přirozenou příměs smrku v klimaxové jedlo-bučině. Obě plochy patří do cílového hospodářského souboru 53, což jsou hospodářství kyselých stanovišť vyšších poloh. Porosty na těchto stanovištích mají spíše průměrnou produkci, avšak jsou zde velmi dobré podmínky pro přirozenou obnovu za použití variant maloplošné clonné seče (POLENO, VACEK ET AL., 2009). Přírodní park Polánka náleží do přírodní lesní oblasti 16 – Českomoravská vrchovina (ÚHÚL, 2015).

## 4.2 Aplikace a charakteristika použitých repelentů

V rámci této diplomové práce byly testovány tři repelentní přípravky. Na trhu volně dostupný Aversol vyráběný firmou TORA, spol. s r. o. a dva vývojové vzorky repelentů Nibblus a Forestol, které jsou vyvíjeny firmou ECOLAB Znojmo, spol. s r. o.

### 4.2.1 Aplikace

#### 4.2.1.1 První aplikace

K první aplikaci repelentů (Aversol, Nibblus, Forestol) došlo 16. 12. 2014 a repelenty byly nanášeny gumovou rukavicí a v nezřetěněném stavu. Počasí – teplota 3 °C, oblačno, občas slabý déšť, stromky vlhké, ale ne mokré. Druhý den nepršelo, ani nemrzlo, takže došlo k úplnému zaschnutí repelentů. Schéma aplikace na sazenice viz následující obrázek.

Řada			
1.	2.	3.	4.
kontrola	nibblus	kontrola	nibblus
aversol	forestol	aversol	forestol
kontrola	nibblus	kontrola	nibblus
aversol	forestol	aversol	forestol

**Obrázek č. 5:** Schéma ošetření sazenic během prvního a druhého termínu aplikace



#### **4.2.1.2 Druhá aplikace**

Při druhé aplikaci (16. 7. 2015) bylo k nanášení repelentů použito ručního tlakového postřikovače (příloha č. 10). Repelenty Forestol a Nibblus byly zředěny vodou v poměru 5 : 1, ve prospěch repelentu. Repelentní přípravek Aversol již nebyl aplikován. Počasí – teplota 25 °C, polojasno, sucho. Schéma ošetření viz předchozí obrázek, s tím rozdílem, že repelent Aversol nebyl znovu obnoven.

#### **4.2.1.3 Třetí aplikace**

Poslední, tedy třetí aplikace, probíhala 3. 12. 2015. Repelenty Forestol a Nibblus byly opět nanášeny ručním postřikovačem, mírně zředěné vodou v poměru 5 : 1. Počasí – teplota 5 °C, polojasno, sucho. Vzhledem k tomu, že při minulé aplikaci již neobnovený Aversol přestal pravděpodobně účinkovat, došlo ke změně schématu ošetření, kdy repelenty byly aplikovány po řadách a původní řady s kontrolou a Aversolem byly ponechány společně jako kontrola. Nové schéma viz následující obrázek č. 6.

Řada					
1.	2.	3.	4.	5.	6.
kontrola	forestol	kontrola	nibblus	kontrola	forestol
kontrola	forestol	kontrola	nibblus	kontrola	forestol
kontrola	forestol	kontrola	nibblus	kontrola	forestol

**Obrázek č. 6:** Schéma ošetření sazenic během třetího termínu aplikace

### **4.2.2 Použité repelenty**

#### **4.2.2.1 Aversol**

Aversol je pastovitá směs žlutošedé barvy charakteristického zápachu. Lze ho zředit vodou a po zaschnutí je již ve vodě nerozpustný. Repelent lze použít jak k zimní, tak i k letní ochraně sazenic před okusem zvěře. Je neškodný pro listnaté i jehličnaté dřeviny a nepoškozuje ani mladé nevyzrálé letorosty. Repelent poměrně dobře zasychá a lze jej aplikovat i při teplotách nad bodem mrazu. K nátěru sazenic se Aversol neředí. Při zimní aplikaci postřikem se repelent ředí v poměru 5 dílů Aversolu k 1 dílu vody. Při letní ochraně se ředí v poměru 2 díly repelentu k 1 dílu vody (TORA, 2014).



Účinnou repelentní látkou je thiram (3,75 %), což je sirný fungicid, používaný k ochraně rostlin a osiva před houbovými onemocněními. Další možností využití je aplikace látky jako repelentního přípravku proti okusu zvěří. Z hlediska toxicity může být pro člověka mírně jedovatý při požití, avšak vysoce toxický při vdechnutí (EXTENSION TOXICOLOGY NETWORK, 1993; TORA, 2014).

#### **4.2.2.2 Nibblus**

Nibblus je kontaktní repelent na bázi technického lanolínu, který slouží jako nosič a na bázi chuťově silně dráždivých a pachově odpuzujících přísad – kapsaicin, denatonium benzoát, dimethylsulfoxid (DMSO). Přípravek má vzhled hnědo-žluté emulze, kterou lze ředit vodou (nejlépe vlažnou) v poměru 1 : 1 (příp. 1 : 0,5) v případě aplikace nátěrem a v poměru 1 : 1 (příp. 1 : 3) při aplikaci postřikem. Repelent je určen jak proti letnímu, tak i zimnímu okusu zvěří (ECOLAB, 2014). Fotografie s názornou aplikací Nibblusu tlakovým postřikovačem je součástí přílohy – příloha č. 10.

#### **4.2.2.3 Forestol**

Forestol je kontaktní repelent syntetického kopolymeru s přírodními chuťově silně odpuzujícími přísadami – kapsaicin, denatonium benzoát, dimethylsulfoxid (DMSO). Forestol má vzhled bílé disperze, kterou lze ředit vodou. Výrobce doporučuje poměry ředění jsou totožné s přípravkem Nibblus a použít lze taktéž proti zimnímu i letnímu okusu (ECOLAB, 2014). Fotografie sazenice ošetřené repelentem Forestol, viz příloha č. 4.

### **4.3 Vyhodnocení míry poškození**

Míra poškození jednotlivých sazenic byla vyhodnocována během tří terénních šetření - 16. 7. 2015, 3. 12. 2015 a 27. 2. 2016.

Pro potřeby vyhodnocení míry poškození jednotlivých sazenic byla vypracována následující šestistupňová stupnice míry poškození:

1. nepoškozený – sazenice bez výrazného poškození a s maximálně 3 bočními okusy. Viz příloha č. 6.

2. boční okus – více jak 3 boční okusy. Viz příloha č. 9.

3. okus terminálu, malé poškození – ukousnutý terminál a celkově menší poškození sazenice bočním okusem, které neznemožňuje další přežití stromku. Viz příloha č. 8.

4. okus terminálu, velké poškození – ukousnutý terminál a celkově velké poškození sazenice bočním okusem výrazně ovlivňující další růst stromku.

5. úhyn způsobený zvěří – patří sem poškození způsobené celkovou defoliací sazenice a vytrhnutí či vyrytí sazenice z půdy.

6. fyziologický úhyn – úhyn způsobený neujmutím se sazenice a úhyn způsobený v důsledku dlouhotrvajícího sucha. Viz příloha č. 7.

Každý stromek byl vyhodnocen na základě předchozí stupnice a zapsán do formuláře, kde byla uvedena i konkrétní řada výsadby a varianta ošetření (příloha č. 11).

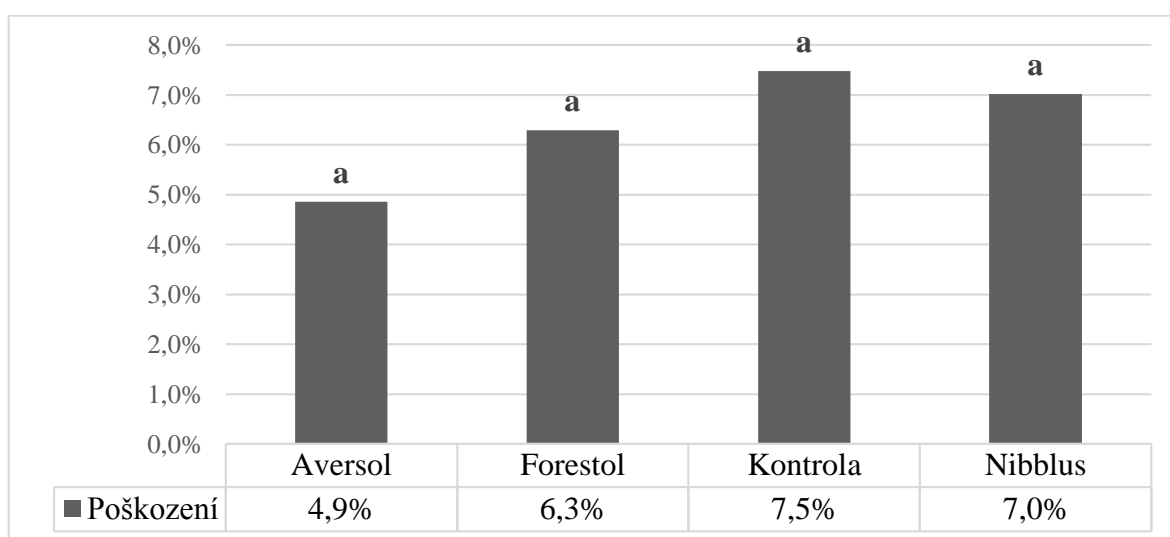
#### **4.4 Zpracování dat**

Ke zpracování dat byl využit tabulkový procesor Excel a počítačový program RStudio s nainstalovaným balíčkem bin.test. Použitým statistickým testem byl test homogenity binomických rozdělení, uvedený v článku AGRESTI ET AL. (2008). Příkaz bin.test, představující test homogenity binomických rozdělení, sloužil k mnohonásobnému porovnání parametrů binomických rozdělení, respektive ke zjištění, zda se od sebe jednotlivé varianty repelentů statisticky významně liší na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  v závislosti na počtu poškozených sazenic okusem zvěří z celkového počtu vysázených sazenic (mimo sazenic poškozených fyziologickým úhynem). Dále byla testována závislost počtu poškozených sazenic v rámci lokalit a závislost mezi použitým repelenty s ohledem na fyziologický úhyn sazenic.

## 5 Výsledky

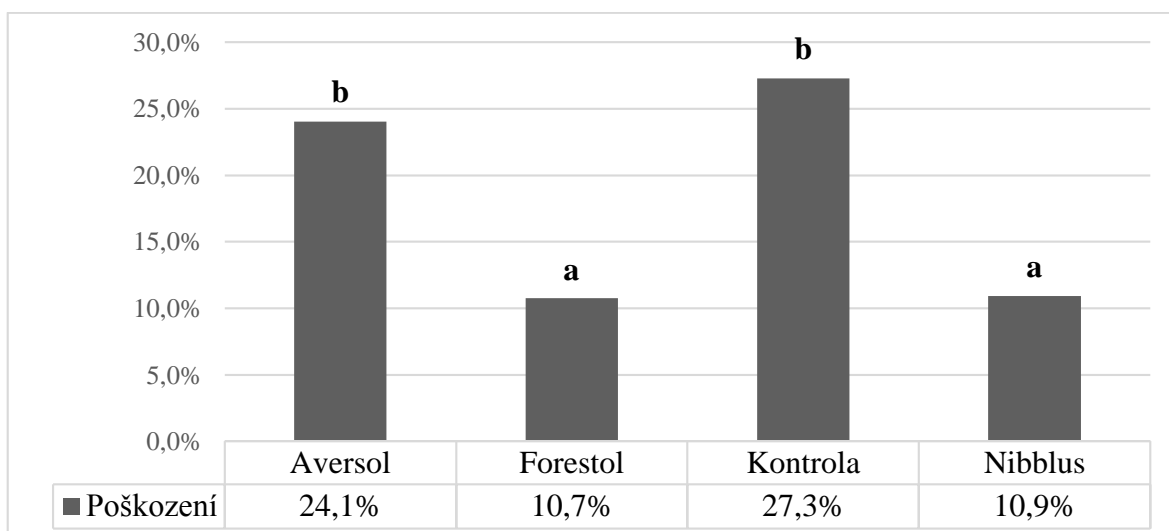
### 5.1 Podíl celkového poškození zvěří okusem

Výsledky z prvního vyhodnocování škod okusem ukazují, že varianty ošetření se od sebe statisticky významně neliší ( $\alpha > 0,05$ ). Nejmenší podíl poškozených sazenic lze však sledovat u sazenic ošetřených Aversolem (4,9 %), druhý nejmenší výskyt poškození byl zaznamenán u varianty Forestol (6,3 %), ze 7 % jsou pak poškozeny sazenice varianty Nibblus a nejvíce (ze 7,5 %) jsou poškozeny sazenice neošetřené (kontrola). Viz následující graf.



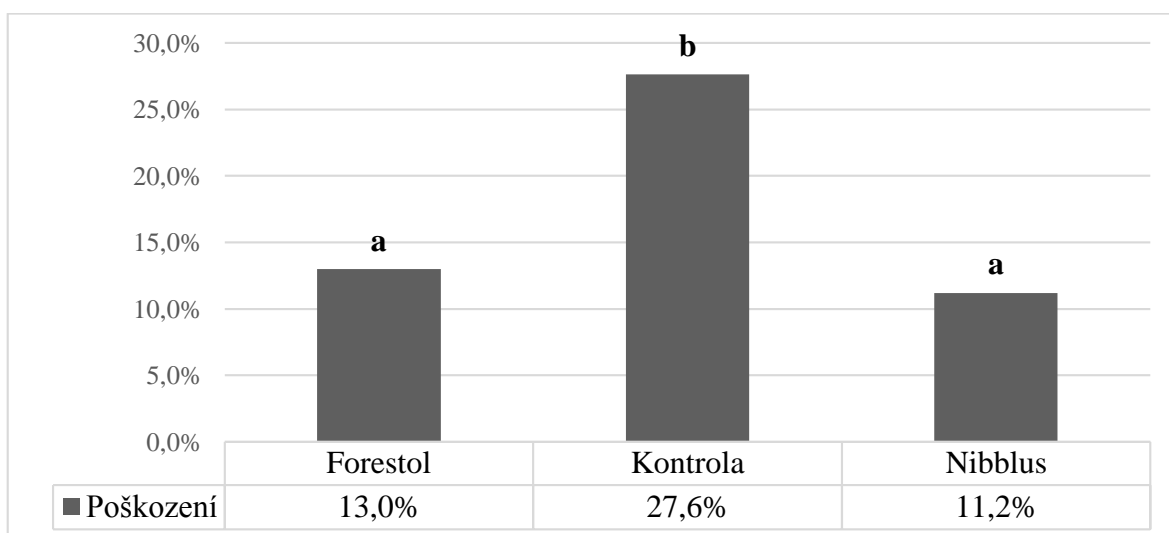
**Graf č. 1:** Podíl poškození zvěří u jednotlivých variant (1. termín). Varianty, které se liší na základě písmenného indexu, se statisticky významně liší ( $\alpha < 0,05$ ).

Druhý termín vyhodnocování přináší již výsledek v podobě faktu, že varianty Forestol a Nibblus se statisticky významně liší ( $\alpha < 0,05$ ) od variant Aversol a kontrola. Varianty kontrola a Aversol byly poškozeny více než 2krát více než sazenice ošetřené repelenty Nibblus a Forestol. Největší míra poškození (27,3 %) je u neošetřených sazenic (kontrola) a u sazenic ošetřených repelentem Aversol – 24,1%. Nejmenší a procentuálně stejná míra poškození je pak u sazenic ošetřených Forestolem (10,7 %) a Nibblusem (10,9 %). Ve srovnání s výsledky z prvního termínu vyhodnocení je zde patrný výrazný nárůst škod způsobených zvěří během období od 16. 7. 2015 do 3. 12. 2015. Viz graf č. 1 a graf č. 2.



**Graf č. 2:** Podíl poškození zvířít u jednotlivých variant (2. termín). Varianty, které se liší na základě písmenného indexu, se statisticky významně liší ( $\alpha < 0,05$ ).

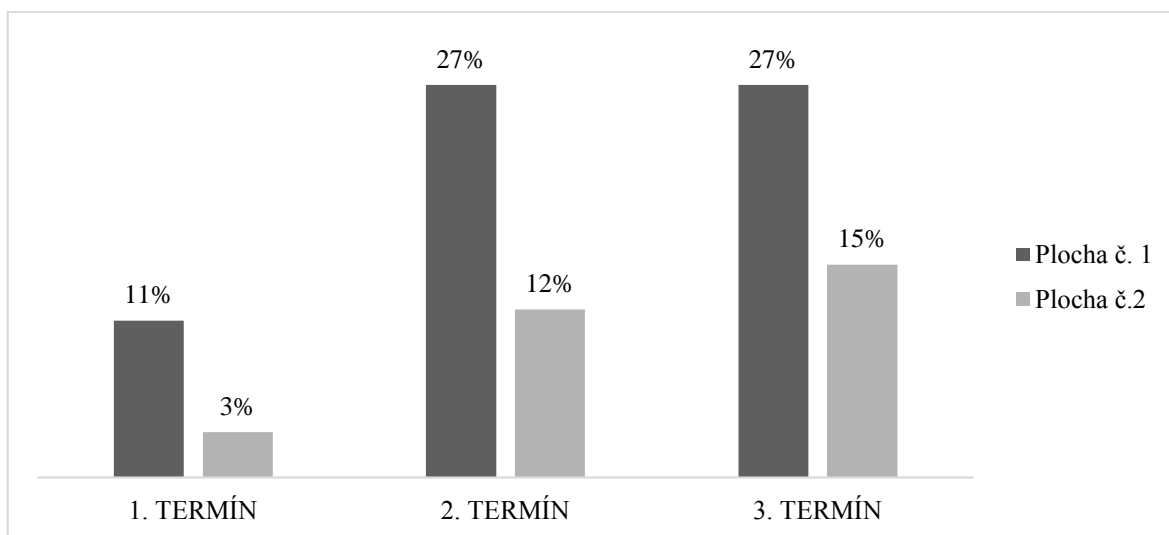
U třetího termínu vyhodnocení pracujeme již jen se třemi variantami ošetření, neboť při předchozí aplikaci došlo ke sloučení varianty kontrola a Aversol. Důvodem bylo neobnovení ošetření sazenic repelentem Aversol, který již přestal být funkční, a proto byl využit jako další kontrola. Výsledkem statistického testování je prokázání statisticky významné ( $\alpha < 0,05$ ) odlišnosti míry poškození mezi neošetřenými sazenicemi (kontrola) a ošetřenými sazenicemi (Forestol, Nibblus). Z grafu č. 3 je rovněž patrný mírný nárůst škod oproti předchozímu termínu vyhodnocení.



**Graf č. 3:** Podíl poškození zvířít u jednotlivých variant (3. termín). Varianty, které se liší na základě písmenného indexu, se statisticky významně liší ( $\alpha < 0,05$ ).

## 5.2 Vývoj míry poškození v závislosti na lokalitě

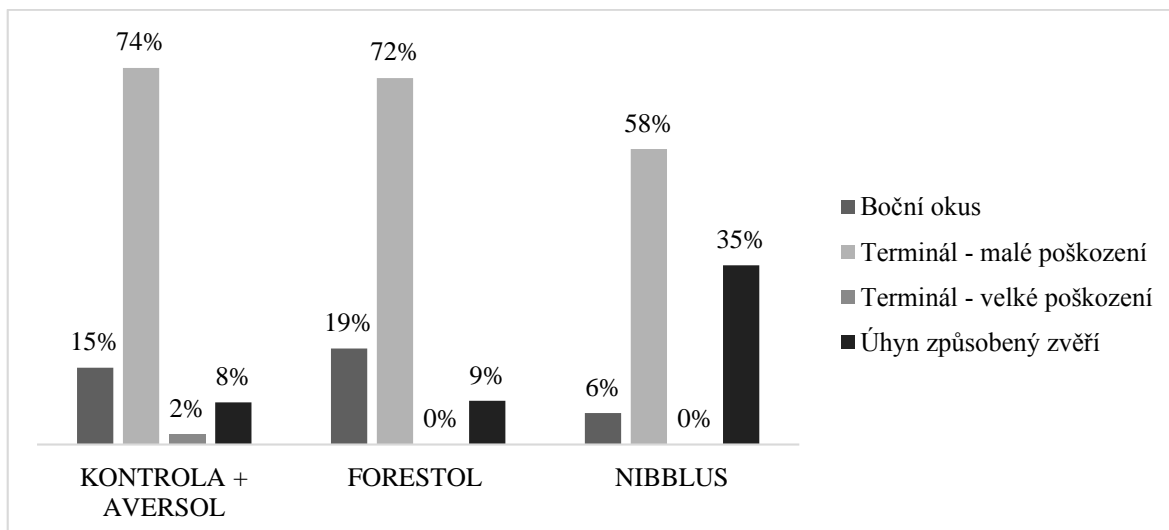
Na grafu č. 4 je možné vidět vývoj podílu poškozených sazenic z celkového počtu vysázených sazenic. Pomocí testu homogenity binomických rozdělení bylo zjištěno, že velikost poškození zvěří (3. termín) na ploše č. 1 se statisticky významně liší od plochy č. 2. ( $\alpha < 0,05$ ). Uvažujeme-li pouze poslední (třetí) termín vyhodnocování, je míra poškození na ploše č. 1 (27 %) téměř dvakrát vyšší než na ploše č. 2 (15 %).



**Graf č. 4:** Vývoj podílu zvěří poškozených sazenic z celkového počtu sazenic v závislosti na lokalitě.

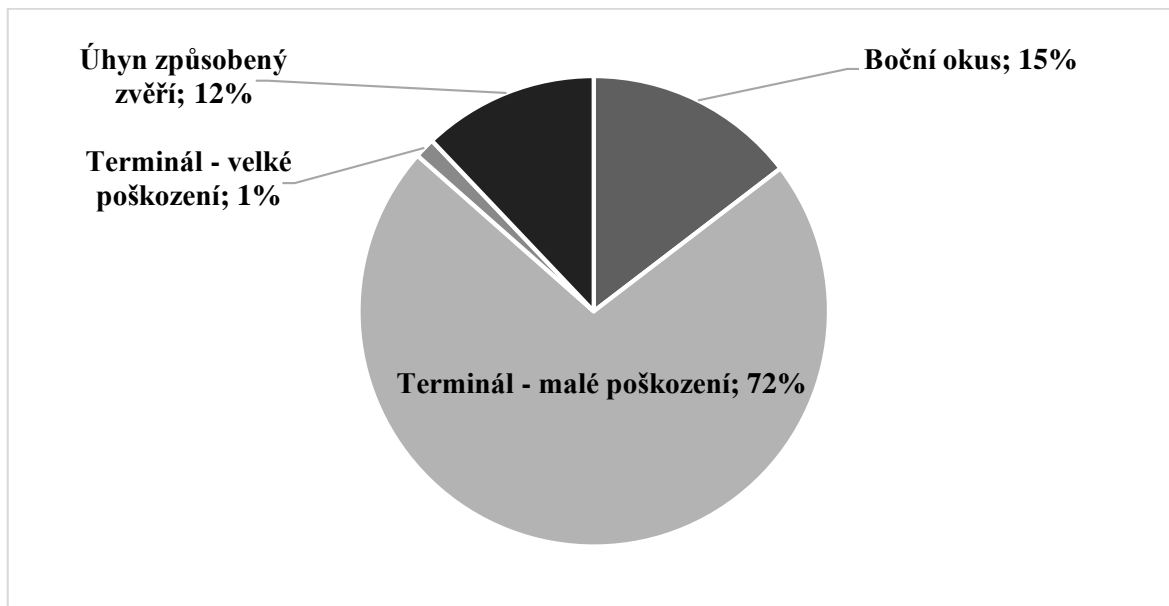
## 5.3 Formy poškození

Nejčastější formou poškození stromku zvěří je ukousnutí terminálu s celkově malým poškozením bočním okusem (terminál – malé poškození). S menší intenzitou byly stromky poškozovány formou bočního okusu nebo formou vytrhnutí či úplnou defoliací stromku. Způsobem, kdy byl ukousnutý terminál a docházelo k celkově většímu poškození sazenice, které výrazně negativně ovlivňovalo budoucí vývoj stromku, bylo poškozeno nejméně ze všech poškozených sazenic. Nejvýraznější rozdíl mezi variantami je u formy poškození, kdy docházelo k úhynu sazenice způsobenému zvěří, a to nejčastěji z toho důvodu, že byla celá sazenice vytrhnuta ze země. Podíl této formy poškození je nejvyšší u varianty Nibblus, kde bylo tímto způsobem poškozeno 35 % ze všech zvěří poškozených sazenic. U dvou zbylých variant se tato forma poškození vyskytuje z 8 % (kontrola + Aversol) a z 9 % (Forestol). Viz graf č. 5.



**Graf č. 5:** Podíl forem poškození na celkovém poškození zvěří (3. termín vyhodnocování) v závislosti na použitém repelentu.

Bez ohledu na použitý repelent bylo ze všech zvěří poškozených sazenic celkově poškozeno 72 % sazenic formou okusu terminálu (malé poškození), 15 % bočním okusem, 12 % formou úhynu způsobeného zvěří a nejméně, jen z jednoho procenta byly sazenice poškozeny formou okusu terminálu (velké poškození). Viz následující graf č. 6.

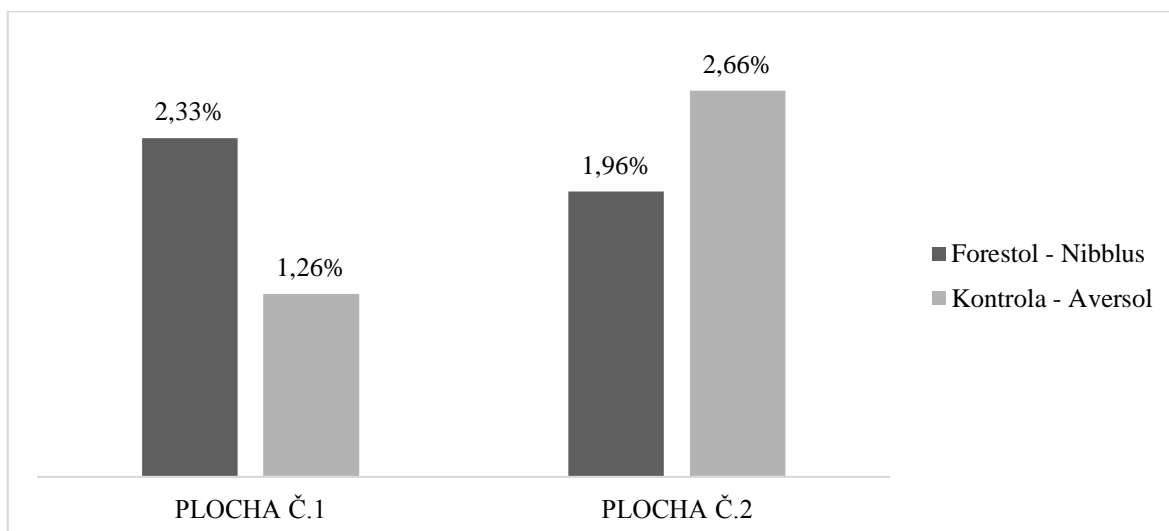


**Graf č. 6:** Podíl forem poškození ze všech sazenic poškozených zvěří (3. termín)

## 5.4 Fyziologický úhyn sazenic

Míra poškození sazenic fyziologickým úhynem se statisticky významně neliší ( $\alpha > 0,05$ ) mezi sazenicemi ošetřenými Forestolem a Nibblusem a sazenicemi neošetřenými (kontrola), včetně sazenic původně ošetřených Aversolem. Na ploše č. 1 je vyšší poškození u sazenic ošetřených repelenty Forestol a Nibblus (2,33 % oproti 1,26 %).

Naopak na druhé ploše jsou více poškozené sazenice varianty kontrola a Aversol (2,66 % oproti 1,96 %). Viz graf č. 7.



**Graf č. 7:** Podíl fyziologického úhynu na celkovém počtu vysázených stromků během třetího termínu vyhodnocování.

## 6 Diskuse

### 6.1 Zhodnocení a interpretace výsledků

Výsledky experimentu, který měl za úkol prokázat účinnost repelentů Forestol a Nibblus aplikovaných k ochraně lesních kultur před okusem zvěří, ukazují znatelnou funkčnost testovaných repelentů. První termín vyhodnocování škod nepřinesl sice žádné jednoznačné rozdíly mezi jednotlivými variantami, ale přinejmenším je zde patrný neprůkazný rozdíl mezi variantou Aversol a ostatními variantami. Sazenice ošetřené Aversolem byly poškozeny v menší míře (o 2 % méně) než sazenice neošetřené (kontrola) a sazenice ošetřené Nibblusem. Lze tedy předpokládat, že Aversol mohl na začátku fungovat lépe než ostatní repelenty. Na poměrně malý rozsah poškození během období po první aplikaci repelentů může mít vliv několik faktorů. Za prvé šlo o novou výsadbu a zvěř mohlo nějaký čas trvat, než lokalitu objevila. Za druhé zvěř neměla takovou potřebu hledat si potravu v lesích z důvodu mírné zimy 2014/2015. Dalším faktorem, který mohl ovlivnit poměrně rovnoměrné poškození jednotlivých variant, mohla být dosavadní nezkušenost zvěře s novými repelenty, na které si zvěř musela nejprve zvyknout a naučit se jim vyhýbat.

Účinnost testovaných repelentů Forestol a Nibblus byla prokázána při druhém termínu vyhodnocování poškození, kdy se již podíl zvěří poškozených sazenic ošetřených zmíněnými repelenty statisticky významně lišil ( $\alpha < 0,05$ ) od sazenic neošetřených (kontrola) a sazenic ošetřených repelentem Aversol. Neošetřené sazenice spolu s variantou Aversol byly poškozeny 2krát více. Nárůst poškození u variant Forestol a Nibblus byl zhruba o 6 %, zatímco u varianty kontrola to bylo již o 20 % a u varianty Aversol o 19 % více než při prvním termínu vyhodnocení. Je však třeba dodat, že sazenice ošetřené Aversolem byly v době druhého termínu vyhodnocení naposledy ošetřeny zhruba před rokem. Lze tedy předpokládat, že po více než 6 měsících přestal tento repelent zvěř odrazovat. Tím se potvrzuje i doporučení výrobce provádět aplikace minimálně dvakrát do roka – jednou proti zimnímu a jednou proti letnímu okusu, jinak je repelent v druhé polovině roku neúčinný.

U třetího termínu vyhodnocení byla rovněž prokázána závislost mezi poškozením a použitím repelentu, neboť varianty ošetřené repelentem (Nibblus a Forestol) se statisticky významně liší ( $\alpha < 0,05$ ) od neošetřené varianty (kontrola). Domnívám se, že výše prokázaná závislost platí i navzdory tomu, že při třetí aplikaci bylo změněno schéma



ošetření sazenic. Polovina sazenic dříve ošetřených Forestolem byla nyní ošetřena Nibblusem a naopak. Důvodem této změny byla ta skutečnost, že některé sazenice v řadě chyběly, neboť byly vytrženy zvěří, a proto se přistoupilo k aplikaci repelentů po řádcích, což bylo praktičtější jednak z hlediska aplikace a jednak z toho důvodu, že zde byla menší pravděpodobnost záměny repelentů při následném vyhodnocování. Řešením tohoto problému by mohlo v budoucnosti být štítkování každé sazenice zvlášť štítkem s popisem repelentu, jak je tomu například na přiložené fotografii (příloha č. 3). Bylo by to sice časově výrazně náročnější, avšak výsledky by byly jistě přesnější a lépe zjištělné. Tímto zásahem se sice přišlo o možnost porovnat ještě detailněji mezi sebou repelenty Nibblus a Forestol, avšak vzhledem k tomu, že poškození těchto dvou variant bylo při předposledním termínu vyhodnocování více či méně totožné, nelze dle mého názoru považovat změnu schématu aplikace za velkou chybu.

Poškození jedlové kultury okusem se významně statisticky liší i v závislosti na lokalitě. Výsledky z posledního termínu vyhodnocení ukazují, že poškození porostu okusem je téměř dvakrát tak vyšší na ploše č. 1 než na ploše č. 2. Vliv na tuto skutečnost mohou mít dva podstatné rozdíly mezi lokalitami. Prvním rozdílem je fakt, že na ploše č. 2 je značné množství těžebních zbytků v podobě větví z obnovní podrostní těžby. Druhá odlišnost spočívá v tom, že zatímco v případě plochy č. 1 se jedná o porost obnovovaný holou sečí, v případě druhé plochy jde o porost obnovovaný clonnou sečí. Potvrdily by se tak závěry studie prováděné v Bělověžském pralese. Tato studie uvádí, že lesní zvěř téměř dvakrát častěji navštěvuje lesní paseky než uzavřený les, neboť zde nachází větší množství pro ní atraktivní potravy, na což má vliv také míra oslunění, která je na pasekách logicky mnohonásobně vyšší (KUIJPER, CROMSIGT ET AL., 2009). Na výrazně menší poškození sazenic na ploše č. 2 mohly mít také vliv těžební zbytky, přes které se v některých případech mohla zvěř hůře dostávat blíže k sazenicím, viz příloha č. 6. Je zde tedy jistá analogie s výsledky studie MILLERA ET AL. (2006), ve které se uvádí, že na míru poškození sazenic okusem měla vliv přítomnost bodláků nacházejícího se v těsné blízkosti sazenic.

Úhyn sazenic způsobený z jiných příčin, než poškozením zvěří (fyziologický úhyn) byl v případě plochy č. 1 mírně vyšší u sazenic ošetřených Forestolem a Nibblusem, na ploše č. 2 byl naopak mírně nižší ve srovnání se sazenicemi patřícími do variant Aversol a kontrola. Celkový podíl takto poškozených sazenic je však velmi nízký (okolo 2 %). Lze tedy předpokládat, že žádný z testovaných repelentů nemá významný vliv na vitalitu sazenic. Fytotoxicitu repelentu, jehož hlavní účinnou látkou je kapsaicin (6,2 % a 12,4 % roztok repelentu Hot Sauce) zkoumal i ANDELT ET AL. (1992). Test prováděný na jabloních

neprokázal fytoxicitu repelentu. Lze tedy předpokládat, že ani ostatní repelenty založené na kapsaicinu nebudou pro rostliny toxické. Za hlavní příčinu fyziologického úhynu sazenic lze nejspíše považovat neuchycení sazenice po výsadbě a extrémní sucho, které panovalo po celý rok 2015.

Nejčastější formou poškození je okus terminálního pupenu s malým rozsahem dalšího poškození bočním okusem. Tato forma poškození se u sazenic poškozených zvěří vyskytuje z cca 70 %. Totožný rozsah poškození okusem terminálu ze všech škod způsobených zvěří na lesních kulturách uvádí i inventarizace škod zvěří na lesním hospodářství ČR z roku 2011. Zajímavou formou poškození sazenic zvěří je vytáhnutí sazenice ze země. Tato forma poškození dosahovala u varianty Nibblus dokonce až 35 % podílu ze všech způsobů poškození. Jelikož takto poškozená sazenice zůstává nezkonsumována a leží většinou nedaleko místa, kde byla vysazena, lze i zde předpokládat, že repelent, v tomto případě Nibblus, dokáže zvěří zabránit případné konzumaci takto ošetřené rostliny. Není však známo, proč zvěř takto činí, když jí to nepřináší žádný užitek.

Z údajů OKRESNÍHO MYSLIVECKÉHO SPOLKU TÁBOR (2014) o odlovu zvěře v okrese Tábor za roky 2001 až 2013 lze usuzovat, že největší podíl na škodách okusem v PP Polánka má zvěř srnčí, jejíž průměrný odlov se v těchto letech pohyboval okolo 1 800 kusů. Další větší škody, například vyrýváním sazenic může způsobovat zvěř černá, které se v roce 2013 ulovilo rekordních 3 136 kusů. Na místech, kde bylo prováděno testování repelentů, však žádné známky pobytu černé zvěře nebyly spatřeny. Naopak během posledního vyhodnocování (27. 2. 2016), kdy na zkoumaných plochách byla slabá sněhová pokrývka, šlo pozorovat na obou plochách pobytové známky srnčí zvěře ve formě stop. Příliš velké škody nelze na daném místě očekávat od zvěře jelení, jejíž roční odlov se pohybuje v jednotkách kusů a ani od zvěře dančí a mufloní, které se ročně uloví jen několik desítek kusů.

## **6.2 Srovnání se zahraničními studii**

Z několika zahraničních studií (WITMER, PIPAS ET BUCHER, 1998; WARD, WILLIAMS, 2010; TRENT, NOLTE ET WAGNER, 2001; NOLTE, 1998; ANDELT, BURNHAM ET BAKER, 1994; WRIGHT, MILNE, 1996; CURTIS, BOULANGER, 2010) jasně vyplývá, že denatonium benzoát je velmi neefektivní hořké averzivní činidlo a ne vždy dokáže zabránit poškozování rostlin zvěří. Výsledkem vědecké práce WRIGHTA A MILNEHO (1996), zabývající se stanovením koncentrace denatonium benzoátu v potravě jelena lesního

(*Cervus elaphus*) a srnec obecný (*Capreolus capreolus*), jenž zabrání v příjmu takto ošetřené potravy, je, že ani koncentrace denatonium benzoátu vyšší než 1000 miliontin nezabrání srnci ani jelenovi v požití takto ošetřeného krmiva (ječmen a sláma). Pokud však mají tyto dva býložravci na výběr mezi ošetřeným a neošetřeným krmivem, dávají jednoznačně přednost krmivu neošetřenému. Autoři studie usuzují, že denatonium benzoát může působit jako účinný repelent proti okusu zvěří. Domnívám se však, že tato studie potvrzuje tu skutečnost, že pokud budou kupříkladu všechny sazenice jedle ošetřené repelentem na bázi bitrexu, zvěř nebude mít tedy možnost výběru a okouše i takto ošetřené sazenice. Na základě předešlých hypotéz a informací lze tedy předpokládat, že v námi testovaných repelentech (Nibblus, Forestol) působí spíše více kapsaicin než denatonium benzoát.

Účinnost kapsaicinu jako repelentní látky proti okusu zvěří byla prokázána v mnoha studiích. Velmi však záleží na jeho koncentraci v používaném repelentu. Studie ANDELTA, BURNHAMA A BAKERA (1994) jasně prokázala závislost mezi koncentrací kapsaicinu v použitém repelentu, kdy poškození přímo úměrně klesalo s vyšší koncentrací účinné látky. Podobný výsledek přinesla i práce od TRENTA, NOLTEHO A WAGNERA (2010), kde repelent s 0,625% koncentrací kapsaicinu vykazoval lepší výsledky než repelent s koncentrací 0,53 %. Avšak v celkovém srovnání si tyto repelenty vedly o něco hůře než repelenty s hlavní účinnou látkou v podobě hníjících vajec.

Ve všech výše zmíněných studiích, kde byly podrobeny zkoumání právě repelenty vyrobené z hníjících slepičích vajec, vykazovaly tyto repelenty nejlepší výsledky. Jedním z takových repelentů, který se často ve studiích objevoval a byl nejvíce efektivní, je Deer Away Big Game Repellent obsahující 36 % účinné látky v podobě hníjících vajec. Repelent na podobné bázi by si tedy jistě zasloužil zavedení i do naší lesnické praxe, neboť něco podobného na našem trhu velmi chybí.

### **6.3 Domácí trh s repelenty**

Na tuzemském trhu je celkem registrováno 7 repelentních přípravků proti letnímu okusu zvěří a 13 přípravků proti zimnímu okusu. Největší zastoupení mají repelenty, kde hlavní účinnou látkou je křemenný písek, který po požití takto ošetřené rostliny skřípe zvěří mezi zuby a zvěř tak odpuzuje. Další významnou účinnou látkou v u nás dostupných repelentech je thiram, který v různých koncentracích obsahují celkem tři přípravky včetně repelentu Aversol, který byl použit i v našem pokusu. Zatímco u Aversolu je thiram zastoupen z 3,75 %, u dalších dvou přípravků Stopkusu a Pellacolu to je již 9,8 % a 10 %.

Z vlastní zkušenosti mohu potvrdit, že tato trojice repelentů je u nás hojně využívána, a to zejména Aversol, který je navíc běžně dostupný. I když účinnost repelentů na bázi thiramu byla mnohokrát prokázána, je zde třeba poukázat na nebezpečnost thiramu pro životní prostředí z hlediska jeho toxicity pro lidi a zvířata a vysoké toxicity pro vodní prostředí. Nebezpečnost repelentů tak roste se zvyšujícím se obsahem účinné látky a domnívám se, že ani v koncentraci 3,75 % nemůže být pro zvěř neškodný. Z tohoto hlediska hodnotím mnou testované repelenty Forestol a Nibblus jako více ekologické, neboť látky v nich obsažené nejsou škodlivé pro člověka, tudíž ani pro životní prostředí. V tomto ohledu by tyto repelenty mohly mít jistou konkurenční výhodu na trhu v rámci jejich ekologičnosti.

Dalšími účinnými látkami v ČR registrovaných repelentech jsou ovčí tuk, ichtylový komplex – rybí olej, tálový olej a mletý vápenec. Repelent, který by obsahoval kapsaicin, na našem trhu tedy chybí.

## 7 Závěr

Hlavním cílem této práce bylo ověření účinnosti dvou repelentních přípravků, Forestolu a Nibblusu, sloužících k ochraně nově zakládaných lesních kultur před škodami způsobenými okusem spárkatou zvěří. Experiment byl proveden na dvou odlišných plochách s výsadbou jedle bělokoré (*Abies alba*). Účinnost zmíněných repelentů byla prokázána při druhém termínu vyhodnocování škod způsobených zvěří na repelenty ošetřených výsadbách jedle bělokoré. Během více než 14měsíčního pokusu bylo poškozeno téměř 2,5krát méně sazenic ošetřených repelenty Nibblus a Forestol než sazenic neošetřených, sloužících jako kontrola. To dokazují výsledky z posledního termínu vyhodnocování (27. 2. 2016).

Poškození sazenic zvěří se významně liší i v rámci zkoumaných ploch. Na jedné z ploch, která představovala lesní paseku, bylo způsobeno téměř dvakrát více škod než na ploše druhé, kde se jednalo o podsadbu jedle pod procloněným smrkovým porostem. Vliv na vyšší míru poškození na první ploše mohlo mít její větší oslunění a přítomnost těžebních zbytků v podobě větví na ploše druhé, jež z části znemožňovaly přístup spárkaté zvěře k sazenicím.

Bylo prokázáno, že repelenty neměly vliv na fyziologický úhyn sazenic, neboť počet takto uhynulých sazenic se statisticky významně nelišil mezi sazenicemi ošetřenými repelenty a sazenicemi neošetřenými. K tomuto úhynu došlo nejspíše z důvodu dlouho trávajícího sucha v roce 2015 nebo z důvodu neujmutí se sazenice těsně po výsadbě.

Nejčastější formou poškození stromku zvěří bylo ukousnutí terminálního pupenu s malým rozsahem dalšího poškození. Touto formou bylo poškozeno 70 % jedinců jedle bělokoré ze všech vysázených sazenic, které byly poškozeny zvěří. Z 15 % byly sazenice poškozeny bočním okusem, u 12 % sazenic byl úhyn zapříčiněn poškozením zvěří, nejčastěji formou vytažení sazenice ze země. Nejméně sazenic (1 %) bylo poškozeno tím způsobem, že byl ukousnutý terminální pupen a došlo k takové defoliaci sazenice, která výrazně ovlivňovala její budoucí vývoj.

Lze konstatovat, že většina poškození na sazenicích byla způsobena srncem obecným (*Capreolus capreolus*), neboť je v dané oblasti nejhojněji zastoupenou spárkatou zvěří, což dokazují i jeho vysoké roční odlovy v okrese Tábor a na samotném místě experimentu byly i jeho pobytové známky v podobě stop.

Na základě několika vědeckých prací na téma účinnosti repelentních přípravků na bázi kapsaicinu a denatonium benzoátu je možné soudit, že hlavní účinnou látkou v repelentech

Nibblus a Forestol je kapsaicin. Denatonium benzoát se totiž ve většině testů jako repelent proti okusu zvěří neosvědčil. Důvodem může být rozdílné vnímání hořkosti zvěří, než jak je tomu například u člověka, na kterého denatonium benzoát působí svou hořkostí výrazně odpudivě. Naopak účinnost kapsaicinu jako repelentu proti okusu zvěří prokázalo již mnoho studií.

## 8 Zdrojová literatura

- AGRESTI, A. – BINI, M. – BERTACCINI, B. – RYU, E. (2008): Simultaneous Confidence Intervals for Comparing Binomial Parameters. *Biometrics*, 64: 1270–1275.
- AGRO RADOMYŠL (2015): Etiketa repelentního přípravku Neoponit L.
- AL OTHMAN, Z. A et al. (2011): Determination of Capsaicin and Dihydrocapsaicin in Capsicum Fruit Samples using High Performance Liquid Chromatography. *Molecules*, 16 (10): 8919–8929.
- ANDELT, W. F. – BURNHAM, K. P. – BAKER, D. L. (1992): Relative preference of captive cow elk for repellent-treated diets. *Journal of Wildlife Management*, 56 (1): 164–173.
- ANDELT, W. F. – BURNHAM, K. P. – BAKER, D. L. (1994): Effectiveness of capsaicin and bitrex repellents for deterring browsing by captive mule deer. *Journal of Wildlife Management*, 58 (2): 330–334.
- ARORA, R. – GILL, N. S. – CHAUHAN, G. – RANA, A. C. (2011): An Overview about Versatile Molecule Capsaicin. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Drugs Research*, 3(4). 280–286.
- AVENARIUS AGRO (2015): Etiketa repelentního přípravku Cervacol Extra.
- BERANOVÁ, J. – APLTAUER, J. – ČERNÝ, M. et al. (2011): Inventarizace škod zvěří na lesním hospodářství České republiky [online dokument]. IFER – Ústav pro výzkum lesních ekosystémů [cit. 2015-11-29]. Dostupné z: [http://www.uhul.cz/images/ke\\_stazeni/portal\\_myslivosti/prilohy/ZZ\\_ISZ\\_2010\\_bez\\_priloh.pdf](http://www.uhul.cz/images/ke_stazeni/portal_myslivosti/prilohy/ZZ_ISZ_2010_bez_priloh.pdf).
- BERANOVÁ, J. – APLTAUER, J. – ČERNÝ, M. (2011): Nárůst poškození lesních porostů zvěří se v posledních pěti letech podařilo zastavit. *Svět myslivosti*, 12 (3): 5–9. ISSN 1212-8422.
- CISLEROVÁ, E. (2001): Škody působené zvěří. *Lesnická práce*, 80 (12), příloha, s. I-IV. ISSN 0322-9254.
- CONSUMER PRODUCT SAFETY COMMISSION (1992): Final Report Study of Aversive Agents [online dokument]. [cit. 2016-03-06]. Dostupné z: <http://www.cpsc.gov/LIBRARY/FOIA/foia99/os/aversive.pdf>.
- CURTIS, P. D. – BOULANGER, J. R. (2010): Relative Effectiveness of Repellents for Preventing Deer Damage to Japanese Yews. *HortTechnology* 20 (4): 730–734.
- ČERVENÝ, J. – ANDĚRA, M. (2012): Srnec obecný a prase divoké. *Svět myslivosti*, 13 (1): 8–11. ISSN 1212-8422.
- ČERVENÝ, J. – ANDĚRA, M. (2012): Vývoj populací spárkaté zvěře v ČR (II). *Svět myslivosti*, 13 (2): 8–11. ISSN 1212-8422.
- ČERVENÝ, J. – ANDĚRA, M. (2012): Vývoj populací spárkaté zvěře v ČR (III). *Svět myslivosti*, 13 (3): 27–31. ISSN 1212-8422.
- ECOLAB (2014): Etiketa repelentního přípravku Nibblus.
- ECOLAB (2014): Etiketa repelentního přípravku Forestol.
- EXTENSION TOXICOLOGY NETWORK (1993): Thiram [online dokument]. [cit. 2016-03-07]. Dostupné z: <http://pmep.cce.cornell.edu/profiles/extoxnet/pyrethrins-ziram/thiram-ext.html>.

- FLÜGEL (2015): Etiketa repelentního přípravku Wöbra.
- JELÍNEK, R. (2007): Škody zvěří – část I. – všeobecný náhled. *Myslivost*, 55 (2): 7. ISSN 0323-214X 46887.
- JOHNSON MATTHEY (2016): Bitrex – ‘Bitter’ to be Safe than Sorry. [online]. [cit. 2016-03-05]. Dostupné z: [http://www.matthey.com/innovation/history/bitrex\\_bitter\\_safe\\_sorry](http://www.matthey.com/innovation/history/bitrex_bitter_safe_sorry).
- KRACÍKOVÁ, K. (2015): Stanovení kapsaicinoidů v rodu paprika. Diplomová práce. Česká zemědělská univerzita v Praze. Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů. Katedra chemie.
- KUIJPER, D. P. J. – CROMSIGT, J. P. G. M. – CHURSKI, M. – ADAMB, B. – JEDRZEJEWSKA, B. – JEDRZEJEWSKI, W. (2009): Do ungulates preferentially feed in forest gaps in European temperate forest? *Forest Ecology and Management*, 258: 1528–1535.
- LANGER, P. (2015): Stanovení bitrexu kapilární elektroforézou s UV-VIS detektorem a tandemovou hmotnostní spektrometrií. Diplomová práce. Univerzita Palackého v Olomouci. Přírodovědecká fakulta. Katedra analytické chemie.
- LAPČÍK, O. – OPLETAL, L. – MORAVCOVÁ, J. – ČOPIKOVÁ, J. – DRAŠAR, P. (2011): Přírodní látky a jejich deriváty chuti pálivé. *Chemické listy*, 105: 452–457.
- MILLER, A. M. – MCARTHUR, C. – SMETHURST, P. J. (2006): Characteristics of tree seedlings and neighbouring vegetation have an additive influence on browsing by generalist herbivores. *Forest Ecology and Management*, 228: 197–205.
- NERAAGRO (2015): Etiketa repelentního přípravku Morsuvin.
- NOLTE, D. L. – J. R. MASON – LEWIS S. L. (1994): Tolerance of bitter compounds by an herbivore, *Cavia porcellus*. *Journal of chemical ecology* 20: 303–308.
- NOLTE, D. (1998): Efficacy of selected repellents to deter deer browsing on conifer seedlings. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 41: 101–107.
- NUFARM (2015): Etiketa repelentního přípravku Pellacol.
- POLENO, Z. – VACEK, S. et al. (2009): Pěstování lesů III.: Praktické postupy pěstování lesů. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 951 s. ISBN 978-80-87154-34-2.
- SOBOTKOVÁ, D. (2013): Paprika ve výživě člověka. Bakalářská práce. Masarykova univerzita v Brně. Lékařská fakulta.
- ŠUPÁLKOVÁ, V. – STAVĚLÍKOVÁ, H. – KRÍTKOVÁ, S. – ADAM, V. – HORNA, A. – HAVEL, L. – RYANT, P. – BABULA, P. – KIZEK, R. (2007): Study of Capsaicin Content in Various Parts of Pepper Fruit by Liquid Chromatography with Electrochemical Detection. *Acta Chimica Slovenica*, 54: 55–59.
- ÚHÚL – ÚSTAV PRO HOSPODÁŘSKOU ÚPRAVU LESŮ BRANDÝS NAD LABEM: Katalog mapových informací: Oblastní plány rozvoje lesů [online]. [cit. 2015-12-11]. Dostupné z: <http://geoportal.uhul.cz/OPRLMapNew/>.
- OKRESNÍ MYSLIVECKÝ SPOLEK TÁBOR (2014). Sumární odlov zvěře za okres Tábor [online dokument]. [cit. 2015-11-22]. Dostupné z WWW: [http://files.omstabor.webnode.cz/200002130-48a284a967/SUMAR\\_ODLOVU\\_%20ZVERE\\_ZA\\_OKRES\\_TABOR\\_%20za\\_roky\\_2001\\_2013.pdf](http://files.omstabor.webnode.cz/200002130-48a284a967/SUMAR_ODLOVU_%20ZVERE_ZA_OKRES_TABOR_%20za_roky_2001_2013.pdf).
- TORA (2014): Etiketa repelentního přípravku Aversol.



- TORA (2015): Etiketa repelentního přípravku Stopkus.
- Trent, A. – Nolte, D. – Wagner, K. (2001): Comparison of Commercial Deer Repellents. USDA National Wildlife Research Center Staff Publications, 572.
- TUMA, M. (2008): Škody působené zvěří. Lesnická práce, 87 (10), příloha, s. I–IV. ISSN 0322-9254.
- WARD, J. S. – WILLIAMS S. C. (2010): Effectiveness of deer repellents in Connecticut. Human-Wildlife Interactions 4(1): 56–66.
- WITMER, G. W. – PIPAS, M. J. – BUCHER, J. C. (1998): Field tests of denatonium benzoate to reduce seedling damage by pocket gophers (*Thomomys talpoides* Rich.). Crop protection, 17(1): 35–39.
- WRIGHT, I. A. – MILNE, J. A. (1996). Aversion of red deer and roe deer to denatonium benzoate in diet. Forestry, 69: 1–4.
- ZABLOUDIL, F. (2010): Škody srnčí zvěří – Vliv vývoje prostředí a potravní nároky srnčí zvěře. Myslivost, 58 (4): 24. ISSN 0323-214X 46887.
- ZABLOUDIL, F. (2006): Škody zvěří. Myslivost, 54 (11): 24. ISSN 0323-214X 46887.
- ZAHRADNÍKOVÁ, M. – ZAHRADNÍK, P. (2015): Metodická příručka integrované ochrany rostlin pro lesní porosty: Příloha 1 – Seznam povolených přípravků a dalších prostředků na ochranu lesa. [online dokument]. Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti. [cit. 2015-12-20]. Dostupné z:  
[http://www.vulhm.cz/sites/files/soubory/Seznam\\_povolonych\\_pripavku\\_2015.pdf](http://www.vulhm.cz/sites/files/soubory/Seznam_povolonych_pripavku_2015.pdf).

## 9 Přílohy



**Příloha č. 1:** Plocha č. 1. – lesní paseka.



**Příloha č. 2:** Plocha č. 2 – podsadba jedle pod procloněným smrkovým porostem; 3. termín aplikace repelentů Forestol a Nibblus.





**Příloha č. 3:** Nepoškozená sazenice označená štítkem, ošetřená repelentem Forestol.





**Příloha č. 4:** Sazenice čerstvě ošetřená repelentem Forestol.





**Příloha č. 5:** Sazenice čerstvě ošetřená repelentem Nibblus.



**Příloha č. 6:** Nepoškozená sazenice pod výrazným vlivem těžebních zbytků.





**Příloha č. 7:** Fyziologický úhyn sazenice.



**Příloha č. 8:** Poškozená sazenice způsobem terminál – malé poškození.





**Příloha č. 9:** Sazenice poškozená bočním okusem.





**Příloha č. 10:** Ruční tlakový postřikovač s používanými repelenty Nibblus a Forestol.

Lokalita	PASEKA-POKÁČKA																								Datum	3.12.2015					
Repelent	K						A						N						F												
Poškození	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6							
Řada																															
1																															
2																															
3																															
4																									V						
5																															
6																															
7																															
8																															
9																															
10																															
11																															
12																															
13																															
14																															
15																															
16																								#							
17																															
18																															
19																															
20																															
21																															
22																															
23																															
24																															
25																															
26																															
27																															
28																															
29																															
30																															

FA  
NK

**Příloha č. 11:** Ukázka formuláře, do kterého byla zaznamenávána jednotlivá poškození na základě použitého repelentu (K, A, N, F).