

Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta lesnická a dřevařská
Excelentní výzkum EVA4.0



Česká zemědělská
univerzita v Praze

**Srovnání intenzity defoliace a spektra listožravého hmyzu
trnovníku akátu (*Robinia pseudoacacia* L.) v jeho
přirozeném a introdukovaném areálu rozšíření**

Bakalářská práce

Autor: Michaela Skřivanová
Vedoucí práce: Mgr. Jiří Trombik, Ph.D.

© 2022

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Michaela Skřivanová

Lesnictví
Lesnictví

Název práce

Srovnání intenzity defoliace a spektra listožravého hmyzu trnovníku akátu (*Robinia pseudoacacia* L.) v jeho přirozeném a introdukovaném areálu rozšíření

Název anglicky

Comparison of the defoliation levels and the spectrum of folivore insects of the black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) in its natural and introduced range

Cíle práce

- na vybraných lokalitách v rámci přirozeného a introdukovaného areálu rozšíření akátu kvantifikovat úroveň defoliace v rámci vegetační sezóny
- determinovat spektrum listožravého hmyzu a intenzitu poškození klíčovými druhy v rámci přirozeného a introdukovaného areálu
- na základě získaných údajů porovnat míru defoliace a spektrum listožravého hmyzu mezi přirozeným a introdukovaným areálem

Metodika

- na vybraných lokalitách v České republice (reprezentující introdukovaný areál rozšíření) budou v průběhu vegetační sezóny pravidelně odebírány vzorky listoví, údaje z přirozeného areálu rozšíření (severní Amerika) budou získány v rámci spolupráce s United States Forest Service
- jednotlivé vzorky budou oskenovány a u jednotlivých vzorků bude následně vizuálně hodnocena intenzita defoliace
- v rámci hodnocení budou na vzorcích determinovány klíčové druhy listožravého hmyzu a určen jejich podíl na celkovém poškození
- získané údaje budou uloženy do databáze a statisticky zpracovány
- bude srovnána intenzita defoliace a spektrum dokumentovaných škůdců v rámci přirozeného a introdukovaného areálu rozšíření akátu

Harmonogram prací:

květen-září – odběr vzorků na vybraných lokalitách

červen – prosinec – analýza vzorků, tvorba databáze

srpen – leden – literární rešerše, úvod práce

leden – únor – statistické zpracování výsledků

únor – duben – dokončení práce, grafické a statistické výstupy (výsledky), diskuze



Doporučený rozsah práce

30 stran včetně příloh

Klíčová slova

Robinia pseudoacacia, listožravý hmyz, defoliace, invazní dřeviny

Doporučené zdroje informací

- Bakay, L., & Kollár, J. (2010). Insect pests on the black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) in the locality Čebovce. *Acta horticulturae et regiotecture* 2010: 55-57.
- Bakay, L., & Kollár, J. (2014). Influence of urban environment on the population biology of alien insect species: *Obolodiplosis robiniae* (Haldeman, 1847), *Parectopa robiniella* Clemens, 1863 and *Phyllonorycter robiniella* Clemens, 1859 in conditions of Slovakia. *Pensee*, 76(6).
- Degomez, T., & Wagner, M. R. (2001). Arthropod diversity of exotic vs. native *Robinia* species in northern Arizona. *Agricultural and Forest Entomology*, 3(1), 19-27.
- Hargrove, W. W. (1986). An annotated species list of insect herbivores commonly associated with black locust, *Robinia pseudoacacia*, in the southern Appalachians. *Entomological News*, 97(1), 36-40.
- Johnson, M. T., Bertrand, J. A., & Turcotte, M. M. (2016). Precision and accuracy in quantifying herbivory. *Ecological Entomology*, 41(1), 112-121.
- Kulfan, M. (2012). Lepidoptera on the introduced *Robinia pseudoacacia* in Slovakia, Central Europe. *Check List*, 8(4), 709-711.
- Vítková, M., Müllerová, J., Sádlo, J., Pergl, J., Pyšek, P. (2017). Black locust (*Robinia pseudoacacia*) beloved and despised: A story of an invasive tree in Central Europe. *Forest Ecology and Management* 384: 287-302.
-

Předběžný termín obhajoby

2021/22 LS – FLD

Vedoucí práce

Mgr. Jiří Trombik, Ph.D.

Garantující pracoviště

Excelentní výzkum EVA4.0

Elektronicky schváleno dne 29. 4. 2021

prof. Ing. Marek Turčáni, PhD.

Vedoucí ústavu

Elektronicky schváleno dne 1. 3. 2022

prof. Ing. Róbert Marušák, PhD.

Děkan

V Praze dne 09. 04. 2022

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Srovnání intenzity defoliace a spektra listožravého hmyzu trnovníku akátu (*Robinia pseudoacacia* L.) v jeho přirozeném a introdukovaném areálu rozšíření vypracovala samostatně pod vedením Mgr. Jiřího Trombika, Ph.D. a použila jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů. Jsem si vědoma že zveřejněním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Praze dne 10.04.2022

Podpis autora

Poděkování

Touto cestou bych chtěla poděkovat svému vedoucímu Mgr. Jířímu Trombikovi, Ph.D. za odborné vedení bakalářské práce a vynaložený čas na konzultace. Zároveň bych ráda poděkovala Richardu Mallymu, Ph.D. a Mgr. Vladimírovi Medzihorskému za pomoc při odběru vzorků a v neposlední řadě našim americkým kolegům Andrewovi Liebholdovi, Ph.D. a Eugenovi Luzaderovi za poskytnutí vzorků ze Spojených států.

Abstrakt

Původně severoamerická dřevina trnovník akát, *Robinia pseudoacacia* L. je součástí naší krajiny již od 18. století. Jedná se o rychle rostoucí a nenáročný druh, který je oblíben pro své odolné, tvrdé dřevo a medonosné květy. Přesto negativním způsobem ovlivňuje druhovou diverzitu původních ekosystémů a jeho šíření je třeba regulovat.

Mezi přirozené nepřátele každé dřeviny patří herbivorní škůdci, a právě na ně se zaměřuje tato práce. Konkrétně je zde sledována defoliace způsobená listožravým hmyzem v přirozeném a introdukovaném areálu rozšíření akátu. Přirozený areál v práci reprezentují lokality v Západní Virginie a introdukovaný areál lokality v České republice.

Tato práce předkládá porovnání úrovně defoliace a spektra klíčových druhů listožravého hmyzu mezi oběma areály. Vzorky listoví byly odebírány během vegetačního období z předem vybraných 100 jedinců akátu. Následně byly tyto vzorky skenovány a vizuální metodou zhodnocena míra poškození způsobená nejčastějšími listožravými druhy hmyzu vyskytujícími se na akátu.

Na základě získané databáze byla zjištěna podstatně vyšší míra defoliace v přirozeném areálu, která byla způsobena převážně *Odonota dorsalis*, jediným ze sledovaných škůdců, který se doposud v introdukovaném areálu nevyskytuje. Zjištěná míra poškození však ani v jednom ze sledovaných areálů nedosahuje takové míry, aby významně ovlivnila růst či mortalitu akátových porostů.

Klíčová slova: *Robinia pseudoacacia*, listožravý hmyz, defoliace, invazní dřeviny

Abstract

Black locust *Robinia pseudoacacia* L. originally from North America has been part of our nature since the 18th century. This fast-growing species which is not very demanding for the nutrients and water is popular for its hard, resistant wood and honey production. Nevertheless, it negatively affects the biodiversity of non-native ecosystems and its spread needs to be regulated.

Herbivorous pests are common regulators of every woody plant, and this thesis will be specifically focused on defoliation caused by folivorous insects in the native and non-native area of locust's distribution. Localities in West Virginia represents the native range and the localities in Czech Republic the non-native range.

This thesis presents a comparison of the level of defoliation and the spectrum of key species of folivorous insects between both areas. Leave samples were taken during the growing season from chosen 100 locust trees. These samples were scanned and visually evaluated for the degree of damage caused by the most common folivorous insect species feeding on black locust.

Based on an acquired database, a significantly higher rate of defoliation was found in the native range, which was caused mainly by *Odonota dorsalis*, which does not yet occur in the non-native range. However, the damage in both native and non-native ranges are of such a low degree that it can't significantly affect the growth or mortality of black locust stands.

Key words: *Robinia pseudoacacia*, folivorous insects, defoliation, invasive woody plants

Obsah

1 Úvod.....	11
2 Cíl práce.....	13
3 Literární rešerše	14
3.1 <i>Robinia pseudoacacia</i> (Linnaeus 1753) (Fabaceae).....	14
3.2 Škůdci akátových porostů	17
3.2.1 <i>Odontota dorsalis</i> (Thunberg, 1805) (Coleoptera: Chrysomelidae).....	18
3.2.2 <i>Parectopa robiniella</i> (Clemens, 1863) (Lepidoptera: Gracillariidae).....	20
3.2.3 <i>Macrosaccus robiniella</i> (Clemens, 1859) (Lepidoptera: Gracillariidae)..	21
3.2.4 <i>Obolodiplosis robiniae</i> (Haldeman, 1847) (Diptera: Cecidomyiidae).....	23
3.2.5 <i>Euura tibialis</i> (Newman, 1837) (Hymenoptera: Tenthredinidae).....	24
4 Metodika	26
4.1 Charakteristika zájmového území	26
4.1.1 Přirozený areál rozšíření akátu	26
4.1.2 Studijní lokality v přirozeném areálu.....	27
4.1.3 Studijní lokality v introdukovaném areálu.....	28
4.2 Metodika sběru dat.....	32
4.3 Analýza dat a statistického vyhodnocení	33
5 Výsledky	36
6 Diskuse.....	43
7 Závěr	45
Seznam literatury a použitých zdrojů	46

Seznam tabulek, obrázků a grafů

Graf 1: Celkové poškození v USA a ČR.	36
Graf 2: Poškození způsobené jednotlivými druhy hmyzu.	38
Graf 3: Poměr zastoupení jednotlivých druhů hmyzu.	39
Graf 4: Vývoj způsobeného poškození jednotlivými druhy (US).	40
Graf 5: Vývoj způsobeného poškození jednotlivými druhy (ČR)	41
Graf 6: Poměr zastoupení jednotlivých druhů hmyzu (ČR).	42
Obr. 1: <i>Robinia pseudoacacia</i>	15
Obr. 2: <i>Odontota dorsalis</i> larva	19
Obr. 3: <i>Odontota dorsalis</i> imago	20
Obr. 4: <i>Parectopa robiniella</i>	21
Obr. 5: <i>Macrosaccus robiniella</i>	22
Obr. 6: <i>Obolodiplosis robiniae</i>	23
Obr. 7: <i>Euura tibialis</i>	24
Obr. 8: Studijní lokality v přirozeném areálu.....	27
Obr. 9: Studijní lokality v introdukovaném areálu.....	29
Obr. 10: Sběr vzorků.....	32
Obr. 11: Stupně defoliace.....	34
Obr. 12: Databáze poškození	35
Tabulka 1: Průměrné výšky a výčetní tloušťky (ČR).....	30
Tabulka 2: Průměrné výšky a výčetní tloušťky na jednotlivých podlokalitách.	30
Tabulka 3: Hodnoty průměrného poškození	37
Tabulka 4: Hodnoty poškození způsobené jednotlivými druhy hmyzu	38
Tabulka 5: Hodnoty poškození věkových kategorií v introdukovaném areálu	42

1 Úvod

Problematika invazních druhů se v současné době dostává do popředí zájmu nejen odborné, ale i laické veřejnosti. Sílicí míra mezinárodního obchodu výrazně usnadňuje přenos rostlinných i živočišných druhů do nových areálů, což s sebou nese následky v podobě trvalých, převážně nežádoucích změn ekosystémů a redukci diverzity druhů. Invazní druhy bývají v introdukovaném areálu mnohdy úspěšnější než ve svém přirozeném areálu, a také než druhy původní (Keane a Crawley 2002). Invazní rostliny často vykazují vyšší přírůst biomasy a celkově vyšší míru prosperity, což z hlediska ekonomického může znamenat určitou výhodu, ale je třeba myslet také na ekologické dopady a udržitelnost přirozených ekosystémů a k invazním druhům přistupovat s opatrností. Na základě zkoumání dopadu jednotlivých invazních druhů je pak třeba rozumně volit, zdali daný druh zcela eradikovat, nechat růst jen na vybraných stanovištích nebo jej bezpečně využít jako ekonomicky významný zdroj.

Důvody, proč jsou invazní druhy úspěšné v introdukovaném areálu byly zkoumány z mnoha hledisek a vznikla tak poměrně pestrá škála hlavních hypotéz vysvětlujících invazivnost druhů (Jeschke et al 2020). Ve své práci budu vycházet z hypotézy úniku před nepřáteli (Enemy release hypothesis, ERH). Tato hypotéza je založena na skutečnosti, že každý rostlinný druh má v přirozeném areálu své škůdce (bezobratlé živočichy, obratlovce, patogenní houby či virová a bakteriální onemocnění) a právě přesunem do nového areálu rozšíření před tímto stresovým faktorem uniká (Keane a Crawley 2002).

Z hypotézy evoluce zvýšené kompetiční schopnosti (Evolution of Increased Competitive Ability, EICA) pak vyplývá, že z důvodu snížené zátěže ze stran škůdců, před kterými rostlina "unikla" ze svého přirozeného areálu, může investovat více zdrojů do samotného růstu a reprodukce, čímž zvyšuje svou kompetiční schopnost ve vztahu k původním druhům (Blossey a Notzold 1995).

Studie zkoumající hypotézu úniku před nepřáteli lze rozdělit do dvou skupin na studie biogeografické a komunitní. První z nich spočívá v porovnání míry napadení na jednom rostlinném druhu v přirozeném a introdukovaném areálu. Komunitní studie

pak porovnává míru napadení v jednom areálu u druhů stejného rodu, z nichž některé jsou nativní a některé introdukované (Colautti a kol. 2004).

Přestože pro dostatečné potvrzení hypotézy ERH doporučují Liu a Stiling (2006) kombinaci obou typů studií, v případě zde prezentovaného šetření míry herbivorie na *Robinia pseudoacacia* (Linnaeus 1753), trnovníku akátu (dále jen akát), byla zvolena pouze biogeografická studie porovnávající nativní a introdukovaný areál, jelikož v České republice akát nemá žádný nativní kongenerický druh a zároveň díky spolupráci s United States Forest Service jsme získali dostatečné množství vzorků z původního areálu rozšíření.

2 Cíl práce

Cílem práce je na vybraných lokalitách v rámci přirozeného a introdukovaného areálu rozšíření akátu během vegetačního období kvantifikovat úroveň defoliace způsobené listožravým hmyzem.

Kromě měření míry poškození je cílem determinovat spektrum listožravého hmyzu a intenzitu poškození klíčovými druhy.

Na základě získaných údajů bude porovnána míra defoliace a spektrum listožravého hmyzu mezi přirozeným a introdukovaným areálem.

3 Literární rešerše

3.1 *Robinia pseudoacacia* (Linnaeus 1753) (Fabaceae)

Akát patří mezi jednu z nejrychleji rostoucích listnatých dřevin severní Ameriky (Hanover a kol. 1991) a zároveň jednu z prvních a nejrozšířenějších severoamerických dřevin zavlečených do Evropy (Sitzia a kol. 2016, Vítková a kol. 2016).

Tuto jednodomou dřevinu z čeledi bobovitých se svou průměrnou výškou mezi 12 a 18 m (v zápoji a dobrých podmínkách může dosahovat výšky až 35 m) a průměrnou výčetní tloušťkou 30–76 cm řadíme mezi středně velké stromy (Huntley 1990).

Kmen bývá často křivý (i když existují variety jako např. *R. pseudoacacia* L., var. *rectissima* (L.) Raber, které rostou vzpřímeně a mají pravidelný kmen s průběžnou osou (Clarkson 1958)) se silnou a výrazně rozpraskanou kůrou hnědošedého zbarvení (Obr. 1(4)). Stejně jako kmen i větve bývají často zakřivené a točité, olistěné lichozpeřenými, střídavými listy o délce 10–35 cm a průměrném počtu 9 až 19 eliptických a celokrajných lístků (Bartha a kol. 2008, Kuneš 2019). Kromě listů má na mladých výhonech a větvích také přeměněné palisty v červenohnědé trny, které kryjí pupeny listů (Obr. 1(2)). Nedlouho po listech se v období mezi květnem a červnem objevují bílé hmyzosprašné, medonosné květy s nažloutlými kalichy, které tvoří převislé hrozny dlouhé 10–20 cm mající výraznou sladkou vůni (Obr. 1(3)). Z květů pak během září a října dozrávají plody ve tvaru plochých 5–10 cm dlouhých lusků s tmavě hnědými semeny ledvinovitého tvaru (Huntley 1990, Kuneš a kol. 2019) (Obr. 1(1)). Přestože se akát může rozmnožovat generativně pomocí semen, častější je vegetativní množení pařezovými a kořenovými výmladky (Bartha 2008).



Obr. 1: *R. pseudoacacia* (4) a její květy (3), luskovité plody (1) a listy s palisty přeměněnými na tmy (2). Foto: P. Horáček, L. Konečný, J. Novák

Až na nektar obsahují všechny části rostliny jedovaté toxalbuminy – robin a fasin. I když nepředstavují vážné ohrožení, u některých býložravých zvířat mohou způsobit otravu, u člověka pak spíše povrchové podráždění až nekrózu tkáně (Browne 2020), zřídka otravu po pozření (Hui a kol. 2004).

Akát může být svou toxicitou nebezpečný nejen pro živočichy, ale také pro okolní rostliny z důvodů své alelopatické schopnosti. Metabolity (flavonoidy a deriváty aminokyselin) vylučované kořeny mohou inhibovat růst okolních rostlin (Bartha 2008, Cierjacks a kol. 2013). Přesto Vítková (2014) uvádí, že alelopatické působení akátu není důvodem omezení bylinného patra, ke kterému přispívají spíše celkově změněné půdní podmínky silnou schopností akátu vázat dusík a odčerpávat z půdy vápník, draslík a fosfor (Kolbek a kol. 2004).

Přírozený areál akátu, vyskytující se mezi 35° a 43° s.š. Spojených Států, je disjunktního charakteru s tím, že jeho východní část se rozkládá na přibližně 1 000 km dlouhém pásu Apalačského pohoří od středu Pensylvánie a severu Ohia směrem na jih až po sever Alabamy a Georgie. Západněji lokalizovaná druhá část nativního areálu pak zaujímá oblast plošiny Ozark a pohoří Ouachita na jihu Missouri, severozápadní části Arkansasu a na severu Oklahomy (Keresztesi 1988, Huntley 1990).

Klima přírodního areálu akátu je humidní s průměrným ročním úhrnem srážek mezi 1 020 – 1 830 mm. Zimní průměrná teplota se pohybuje mezi -4 a 7 °C, letní teplota mezi 18 a 27 °C (Huntley 1990). Akátu nejlépe vyhovují vlhké, nevysychavé svahy, častěji vápencového podkladu, do nadmořské výšky 1050 m n.m. (Fowells 1965, Hepting 1971), v některých oblastech až 1 620 m n.m. (Huntley 1990).

Původ akátu v Evropě se nejčastěji připisuje Jeanu Robinovi, zahradníkovi a botanikovi na dvoře krále Ludvíka XIII., který údajně vysadil první strom roku 1601 (Bartha 2008). Pravděpodobněji došlo k prvnímu zavlečení akátu do Anglie nebo k vícero nezávislým introdukcím do Evropy (Peabody 1982, Vítková a kol. 2017). Rychle se pak jakožto okrasná dřevina šířil do dalších evropských zemí a kvůli své stanovištní nenáročnosti a schopnosti rychle růst začal být využíván i k zalesňování. Přes Německo se pak roku 1710 dostal na území České republiky a Maďarska (Vítková a kol. 2017). V současné době je rozšířen do 42 evropských zemí, ve 32 z nich již je naturalizován. Největší porostní plochu 400 000 ha má v Maďarsku, 250 000 v Rumunsku a 200 000 ha ve Francii (Sitzia a kol. 2016).

V České republice akát zaujímá plochu přibližně 12 000 ha a vyskytuje se hojně na celém území, jedná se o nejrozšířenější invazní dřevinu vytvářející souvislé porosty (Vítková 2014). Byl zařazen na Černý seznam invazních rostlinných druhů do kategorie BL2 (Pergl a kol. 2016) s doporučením diferencovaného přístupu, kdy se eradikace volí pouze v případě ekologicky významných lokalit, doporučeno je zamezení jeho invaznímu šíření, ale v případě lokalit s nízkou ochrannářskou hodnotou, např. v intravilánech lze akátiny ponechat bez zásahu (Vítková 2011, Sádlo 2014).

Jeho rozšíření a stanovištní nároky zpracovala Vítková 2004, přičemž bylo v Čechách zjištěno největší zastoupení v okresech Praha (330 ha, 7,1 % – plocha akátu

na porostní plochu okresu), Litoměřice (688 ha, 4,2 %) a Mělník (570 ha, 4,2 %) a na Moravě v okresech Znojmo (4 018 ha, tj. 11,7 %), Brno-venkov (1 590 ha, 4,6 %) a Břeclav (1 070 ha, 5,9 %). Nejčastěji se s akátem můžeme setkat v nadmořských výškách od 210 do 350 m n.m., níže (150–200 m n.m.) pak na Roudnicku v okolí Labe, od 350 m n.m. rostou akáty již jen velmi sporadicky a nadmořská výška jejich výskytu nepřekračuje 480 m n.m.

Z hlediska geologického charakteru se pak akátové porosty nejčastěji vyskytují na slabě vyvinutých půdách typu litozem či ranker (Vítková a kol. 2004) a to i z důvodu dřívějšího zakládání těchto porostů na extrémnějších, hůře přístupných stanovištích strmých svahů, případně ke zpevnění písčitých substrátů (Vítková 2014).

Jak již bylo zmíněno, v minulosti byl akát hojně využíván k zalesňování a produkci dřeva, neboť se jedná o rychle rostoucí, na živiny méně náročnou dřevinu s tvrdým a odolným dřevem o hustotě $630 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ (Hanover a kol. 1991). I v současné době je ekonomicky využíván, a to především na tyčkovinu, sloupy do oplocení nebo důlní výřezy. Zároveň je pro svou výhřevnost a krátkou dobu obmýetí i energeticky zajímavou dřevinou (Vítková 2014). Mimo samotnou produkci dřeva je akát ceněný také mezi včelaři jako významný medonosný druh (Kolbek a kol. 2004).

3.2 Škůdci akátových porostů

Přestože je akát v našich podmínkách vůči škůdcům a houbovým onemocněním poměrně rezistentní, ve svém přirozeném areálu patří mezi hojně napadanou dřevinu, která z tohoto důvodu není doporučena k pěstování (Huntley 1990). Na základě dostupné literatury zaměřující se na hmyzí škůdce akátu v původním areálu jeho rozšíření (Hoffard a Anderson 1982, Hargrove 1986, Rose a Lindquist 1997) a Evropě (Bakay a Kollár 2010, 2014, Bartha a kol. 2008, Kulfan 2012, Branco a kol. 2015, Della Rocca a kol. 2016) a internetových databází, které poskytují seznamy hostitelů a škůdců jako Aphids of the world, Discover Life, EPPO a Natural History Museum Lepidopteran hostplant database, ScaleNet (<http://www.aphidsonworldsplants.info>; <http://discoverlife.org>; <https://gd.eppo.int>; <http://www.nhm.ac.uk>; <http://scalenet.org>)

bylo zjištěno 170 druhů hmyzu, z toho 143 původních pro nearktický region. V Evropě je pak zastoupení hmyzu živícího se na akátu přibližně o třetinu menší (111 pozorovaných druhů, z toho 64 původních).

Mezi nejvýznamnější škůdce v původním areálu rozšíření patří brouk z čeledi tesaříkovitých *Megacyllene robiniae* (Forster, 1771), jehož larvy se živí akátovým dřevem (Huntley 1990). Dalším významným škůdcem je *Odontota dorsalis* (Thunberg, 1805) z čeledi mandelikovitých, který se živí na akátových listech jak ve stadiu larvy, tak i jako dospělý jedinec. Tento druh, spolu s dřevokaznými housenkami drobného motýla z čeledi obalečovitých *Ecdytolopha insiticiana* (Zeller, 1875), působí podstatné škody v akátových porostech Západní Virginie (Morin a kol. 2016). Ani jeden z výše zmíněných druhů nebyl doposud pozorován v introdukovaném areálu akátu (Cierjacks a kol. 2013).

Nejhojněji pozorovanými škůdci na území Evropy jsou pak dva severoameričtí motýli z rodu vzpřímenkovitých *Parectopa robiniella* (Clemens, 1863) a *Macrosaccus robiniella* (Clemens, 1859), jejichž housenky vytvářejí miny na listech, hálkotvorná bejlomorka *Obolodiplosis robiniae* (Haldeman, 1847) (Cierjacks a kol. 2013) a *Euura tibialis* (Newman, 1837).

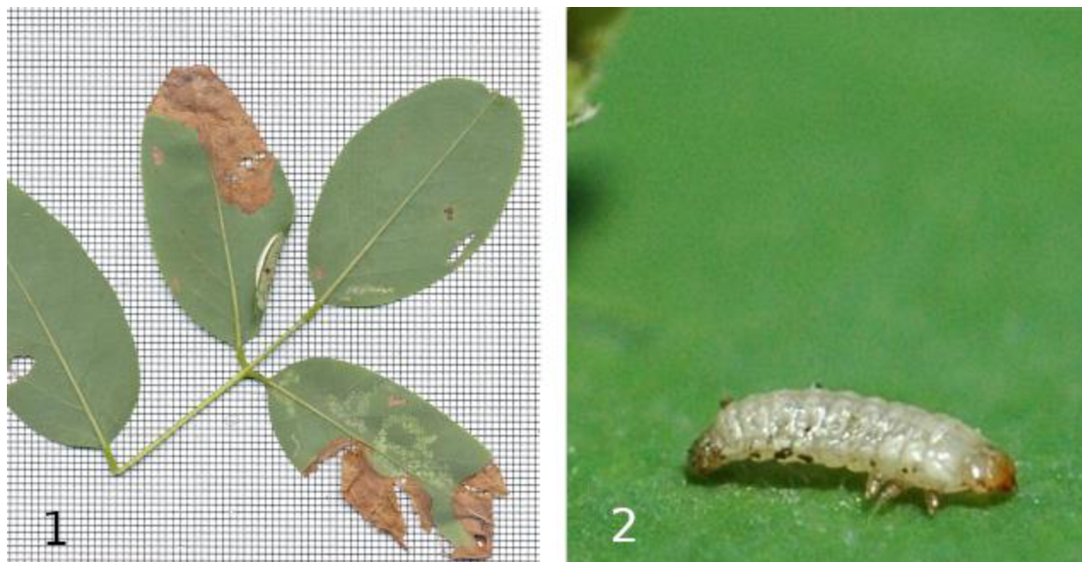
3.2.1 *Odontota dorsalis* (Thunberg, 1805) (Coleoptera: Chrysomelidae)

Mezi význačnější škůdce akátu v Severní Americe patří mimo původní areál doposud nerozšířený brouk *Odontota dorsalis*, který byl na akátu poprvé popsán na Long Islandu v roce 1865 (Butte 1968).

O. dorsalis je průměrně 6,2 mm dlouhý a 2,6 mm široký brouk s rezavě hnědými krovkami, jejichž střední okraje jsou zabarveny černě (Obr. 3(2)). Samičky bývají o cca 0,5 mm větší (Butte 1968). Larvy jsou zploštělé, žluto-bílé s hnědou hlavou (Obr. 2(2)), před zakuklením dorůstají do délky o něco málo větší než dospělí jedinci (Drooz 1985).

V Americe byly pozorovány dvě generace během vegetačního období. Samička klade vajíčka na spodní stranu listu. Po vylíhnutí larvy vytváří v listu miny, které jsou dobře viditelné na obou jeho stranách (Obr. 2(1)). Během svého vývoje larva vystřídá

jeden až tři listy, kdy se nejprve živí více larev v jedné mině, instary před zakuklením mají pak každý svou (Drooz 1985). Čerstvě vytvořené miny mají světle zelené zabarvení a později hnědnou a list v místech poškození zasychá (Weaver a Dorsey 1965).



Obr. 2: Larva *O. dorsalis* (2) a miny, které vytváří na akátových listech (hnědé části čepele listu, 1).
Foto: E. Luzader, M.J. Raupp

Nejen larvy způsobují škody na akátových listech, dospělí jedinci rovněž skeletují listy (Obr. 3(1)). V některých místech zůstává pouze žilnatina. Poškození způsobená dospělci jsou v počátku světle zelená a málo patrná, následně napadené části listů hnědnou a usychají.



Obr. 3: Dospělí jedinci *O. dorsalis* (2) a jimi skeletované akátové listy (1). Foto: E. Luzader, G.K. Gerber

3.2.2 *Parectopa robiniella* (Clemens, 1863) (Lepidoptera: Gracillariidae)

Tento drobný motýl byl na území Evropy prvně pozorován v Itálii v okolí Milána roku 1970 (Vidano a Marletto 1971), odtud se úspěšně rozšířil v teplejších oblastech celé Evropy. V České republice byl prvně zaznamenán A. Laštůvkou na jižní Moravě roku 1989 (Marek a kol. 1991), v Čechách o tři roky později (Laštůvka a kol. 1994).

Dospělec je dlouhý 4–5 mm s rozpětím tmavě hnědých křídel 7–9 mm se čtyřmi bílými pruhy (Obr. 4(2)). Žlutozelené housenky s hnědou hlavou pak dorůstají délky mezi 4 a 4,5 mm (Hulujan a kol. 2017).

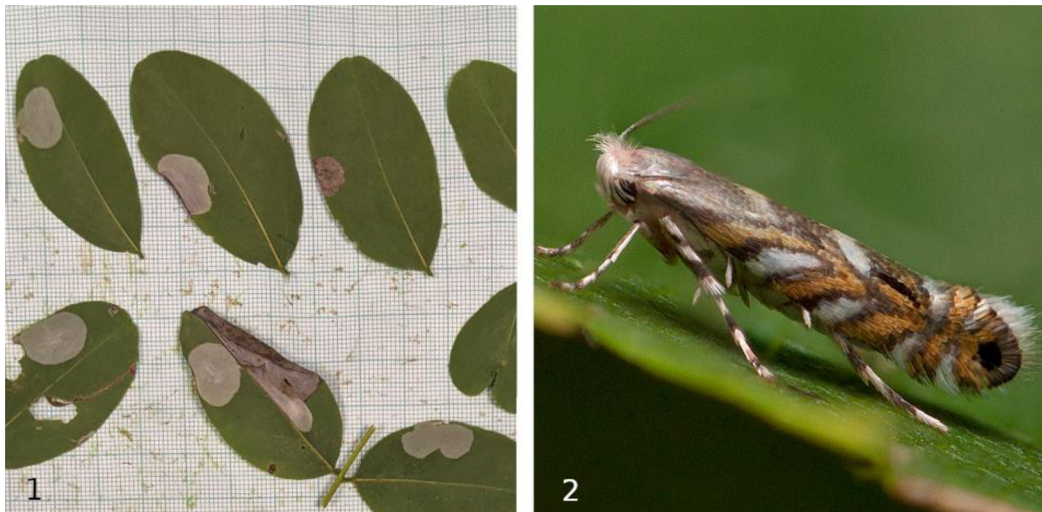


Obr. 4: Motýl *P. robiniella* (2) a miny způsobené housenkami na svrchní straně listů (1). Foto autor, J. Hlásek

Samička klade vajíčka na spodní stranu listu, nejčastěji kolem středové žíly, v jedné až dvou generacích v České republice. Na Slovensku byly pozorovány dvě generace (Bakay a Kollár 2010), v Rumunsku 2–3 generace (Hulujan a kol. 2017) a v Itálii tři generace mezi červnem a říjnem (Vidano a Marletto 1971). Ze spodní strany lístku vytváří první a druhý instar housenky minu trojúhelníkovitého tvaru a následně se třetí instar přesouvá do svrchní části čepele listu, kde vytváří rozsáhlé miny prstovitého tvaru (Obr. 4(1)), které jsou zprvu světle zelené a postupně nabývají až světle hnědého zabarvení (Weaver a Dorsey 1967, Laštůvka a kol. 2018). Tyto miny redukují fotosynteticky aktivní plochu listů a mohou způsobit jejich předčasný opad.

3.2.3 *Macrosaccus robiniella* (Clemens, 1859) (Lepidoptera: Gracillariidae)

Druhým motýlem živícím se na akátu, který byl v Evropě pozorován roku 1983 v Basileji (Whitebread 1990), je *Macrosaccus robiniella* pocházející z východu a středozápadu Spojených států. Postupně se rozšířil po Evropě, přičemž se zde vyskytuje v podobném areálu jako *P. robiniella* (Mally a kol. 2021). V České republice byl poprvé zjištěn v roce 1992, nejprve na jižní Moravě, o dva roky později v Čechách (Laštůvka a Elsner 1993, Laštůvka a kol. 2018).



Obr. 5: *M. robiniella* (2) a miny, které vytváří housenky na spodní straně listů (1). Foto: J. Hlásek

M. robiniella je se svým rozpětím křídel 5,5 – 6,5 mm nepatrně menší než *P. robiniella* (Whitebread 1990). Křídla má světlá, okrově hnědá s několika bílými pruhy tmavo-hnědě ohraničenými (Obr. 5(2)). Housenky jsou bílé až žluté a v posledním pátém instaru dorůstají délky okolo 4 mm (Šefrová 2002, Davis a De Prins 2011).

Na přelomu května a června klade samička vajíčka na spodní stranu listu. Ve střední Evropě byly vyzpozorovány 2–3 generace během vegetační sezony akátu (Šefrová 2002, Bakay a Kollár 2010; Hulujan a kol. 2017). Po vylíhnutí housenka vytváří tenký tunel, který se postupně rozrůstá do bílé miny kruhového či eliptického tvaru, ve kterých můžeme nalézt jednu i více housenek (Obr. 5(1)). Jen ve výjimečných případech jsou tyto miny i na vrchní straně listu (Whitebread 1990). I když je mina vytvářena ze spodní strany listu v posledním stadiu vývoje housenky začíná být patrná i ze svrchní strany a list pak v místě poškození šedne, v některých případech dochází i k částečnému svinutí listu. Napadení *M. robiniellou* může způsobit stejně jako miny *P. robinielly* redukcii asimilační schopnosti listů a předčasný opad (Maceljski a Mešić 2001).

3.2.4 *Obolodiplosis robiniae* (Haldeman, 1847) (Diptera: Cecidomyiidae)

V Evropě nejnověji introdukovaným fytofágním škůdcem akátu je drobný hálkotvorný hmyz z čeledi bejlmorkovitých *Obolodiplosis robiniae*. Stejně jako výše zmínění škůdci má původ v nearktickém regionu na severovýchodě Spojených států, hojně zastoupený je např. v Pensylvánii (Skuhřavá a Skuhřavý 2004). V Evropě byl poprvé popsán v roce 2003 nedaleko Padovy v severovýchodní Itálii (Duso a Skuhřavá 2004), ale narozdíl od předchozích druhů jeho rozšíření mimo původní areál sahá i mimo Evropu. Výskyt na akátu byl monitorován v Japonsku a Jižní Koreji (Kodoi a kol. 2003), v Číně (Yang a kol. 2006) a na Novém Zélandu. Druhou zemí v Evropě, kde byl *O. robiniae* pozorován, byla právě Česká republika, a to v roce 2004 (Skuhřavá a Skuhřavý 2004).



Obr. 6: Háčky *O. robiniae* (1) a dospělý jedinec (2). Foto: A. Umaran

Dospělí oranžovo-hnědí jedinci (Obr. 6(2)), patřící mezi větší durhy bejlmorek, dorůstají délky mezi 2,6 – 3,2 mm, samice bývají přibližně o 0,4 mm větší než samci (Duso a Skuhřavá 2004). Larvy dosahující maximální délky 4 mm jsou pak bílé až nažloutlé (Skuhřavá a Skuhřavý 2004).

Samička klade vajíčka na spodní okraje listů od května do září podle teplotních podmínek a nadmořské výšky. V introdukovaném areálu byly během vegetační sezóny

pozorovány dvě až čtyři generace, na našem území pak tři (Kodoi a kol. 2003, Skuhřavá a kol. 2007, Mihajlović a kol. 2008). Larvy po vylíhnutí vytváří na krajích listů háčky půlměsícovitého tvaru svinuté ke spodní straně listu a způsobují zduření listového pletiva (Obr. 6(1)). Nejprve jsou háčky světle zelené a postupně červenají až hnědnou a list v místě háčky zasychá. V jedné hálce může přebývat až 5–6 larev (Skuhřavá a kol. 2007).

3.2.5 *Euura tibialis* (Newman, 1837) (Hymenoptera: Tenthredinidae)

První severoamerický druh hmyzu, který byl v Evropě pozorován na akátu byla pilatka *Euura tibialis*, a to roku 1825 v Německu (Rasplus a kol. 2010), nicméně popsána byla až o 12 let později Newmanem (1837) na jihoanglickém ostrově Wight. Tento druh s původním areálem v severo-východních Spojených státech je v současné době rozšířen téměř po celé Evropě (Gubin 2020).

Jedná se o drobný, 6–7 mm dlouhý, blanokřídlý hmyz žlutého až žlutohnědého zabarvení s černými skvrnami na svrchní části těla (Obr. 7(2)). Larvy jsou celozelené se světle hnědou hlavou a mohou dorůstat do délky kolem 12 mm (Smith 2008).



Obr. 7: Larva *E. tibialis* živící se na akátovém listu (1) a dospělý jedinec (2). Foto: K. Ox

U *E. tibialis* dochází ve většině případů k partenogenetickému rozmnožování, kdy dospělé samice kladou vajíčka na listy akátu od května do června. Ke konci léta přichází druhá generace a jsou-li podmínky přívnětivé, během podzimu jsou kladena vajíčka třetí generace (De Groot a Kavčič 2017).

Larva se živí na listech vykusováním středové nebo okrajové části pletiva čepele (Obr. 7(1)). Larva se živí 2–3 týdny, následně se přesune z koruny stromu do země, kde se zakuklí a vytvoří tmavě hnědý kokon (Alford 2012).

4 Metodika

K určení míry defoliace a spektra hmyzu byly v rámci vegetační sezóny odebrány vzorky listů z přirozeného a introdukovaného areálu, které byly následně analyzovány a z nich vytvořena souhrnná databáze, která sloužila jako podklad pro statistické zpracování.

Díky spolupráci s United States Forest Service bylo možné získat vzorky z přirozeného areálu akátu, tedy ze Severní Ameriky, a sběr jsme tak nemuseli realizovat osobně.

V České republice, introdukovaném areálu, jsme pak prováděli sběr vzorků přímo v terénu během vegetačního období akátu na třech vybraných lokalitách.

Vzorky z obou areálů rozšíření akátu byly odebrány v pravidelných intervalech od června do září 2021. Databáze vycházející z analýzy vzorků pro statistické zpracování pak byla vytvářena průběžně a dokončena počátkem listopadu 2021.

4.1 Charakteristika zájmového území

4.1.1 Přirozený areál rozšíření akátu

Lesy v Západní Virginii, která je původním areálem zaujímají plochu o velikosti 4,86 ha, která tvoří přibližně 77 % celkové rozlohy státu a z toho 86,53 % všech lesů patří soukromým vlastníkům (Morin a kol. 2016). Nejhojněji zastoupenými dřevinami jsou zde javor červený (*Acer rubrum* (Linnaeus 1753)), liliovník tulipánokvětý (*Liriodendron tulipifera* (Linnaeus 1753)), javor cukrový (*Acer saccharum* (Marshall, 1785)), dub košíčkatý (*Quercus prinus* (Linnaeus 1753)), dub bílý (*Quercus alba* (Linnaeus 1753)) a ořechovce (*Carya* spp.) (Morin a kol. 2016).

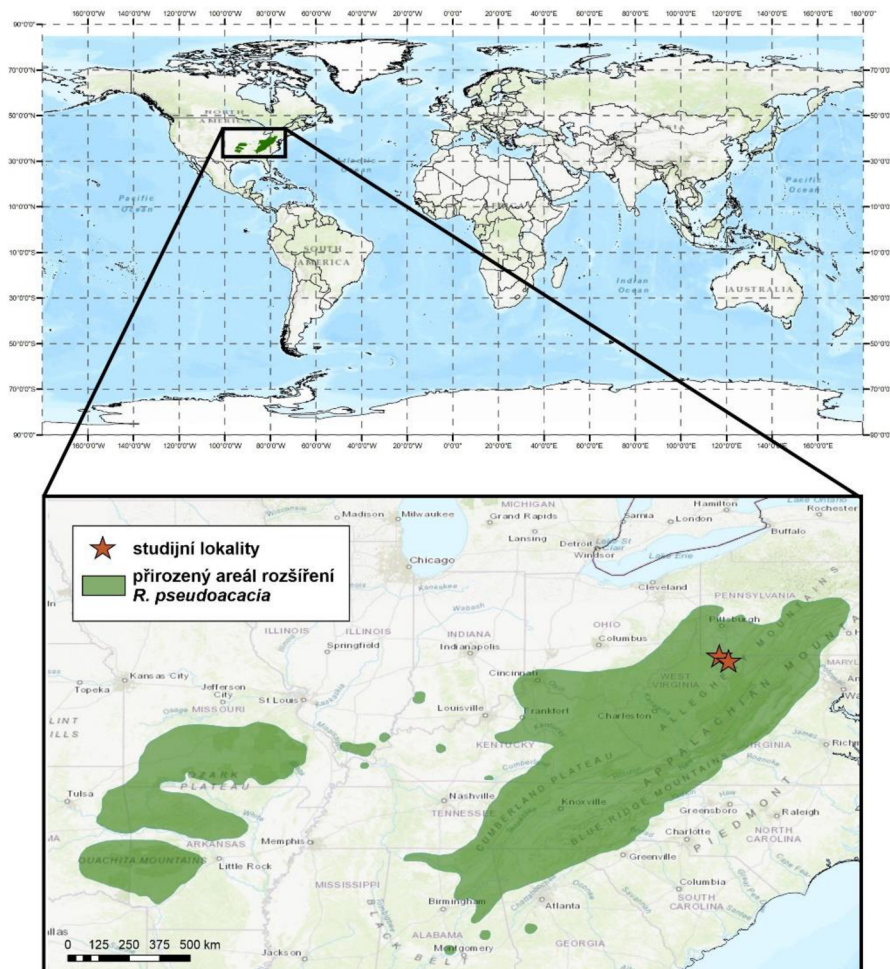
V Západní Virginii je akát běžně se vyskytující dřevina, která zde nejlépe prosperuje na vápencových půdách (Clarkson 1958). Právě vápence spolu s pískovcem a jílovitou břidlicí patří mezi nejčastěji se vyskytující sedimenty vzniklé během začátku

paleozoika, v okolí Morgentownu pak později na přelomu karbonu a permu (WVGES 2011).

4.1.2 Studijní lokality v přirozeném areálu

Data z původního areálu rozšíření akátu jsme obdrželi již v podobě vyhotovených scanů, které pro nás připravili kolegové z USDA Forest Service prof. Andrew M. Liebhold a Eugene Luzader.

Sběr vzorků v původním areálu rozšíření akátu proběhl v Severní Americe ve státu Západní Virginie na dvou lokalitách nedaleko univerzitního kampusu v Morgantownu (39,64094 N, 80,03686 W; 39,65141 N, 79,98879 W) v nadmořské výšce pohybující se okolo 300 m n.m. (Obr. 8).



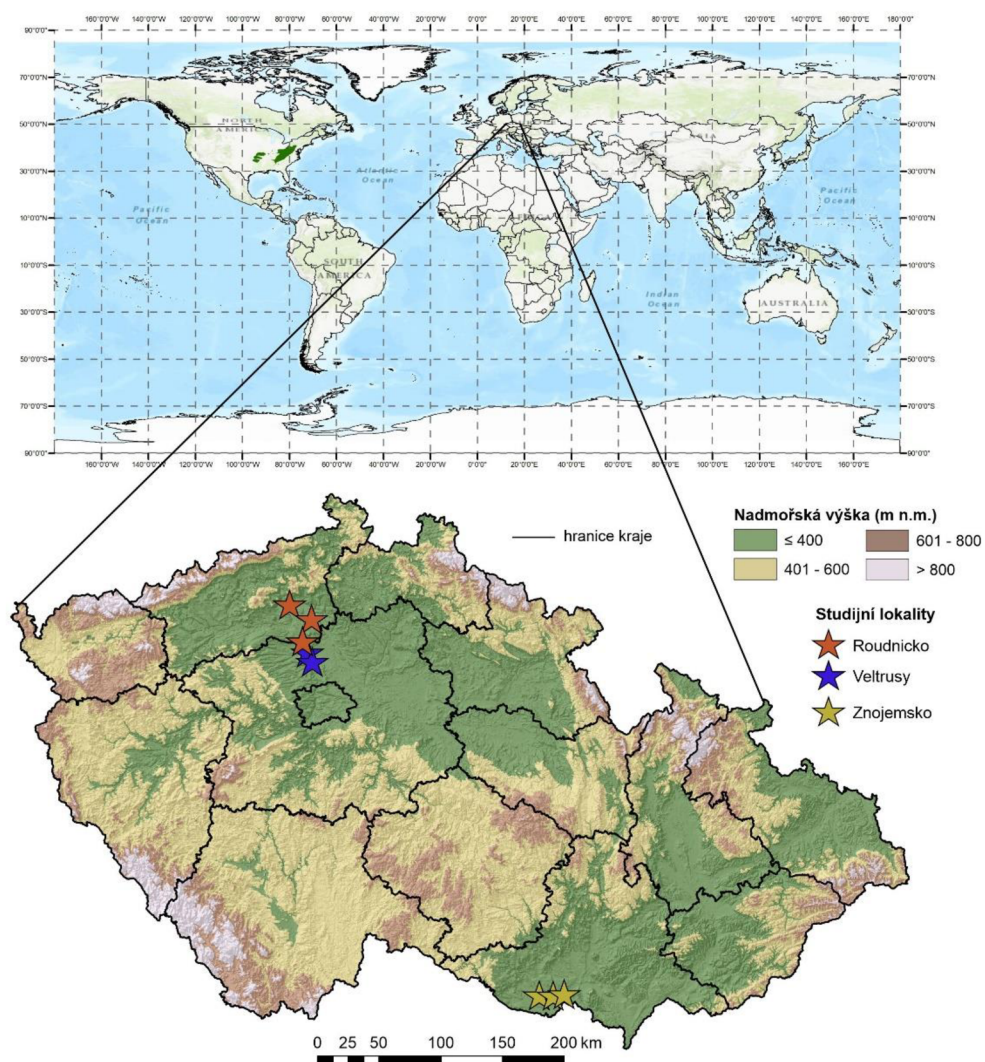
Obr. 8: Studijní lokality v přirozeném areálu rozšíření akátu.

Pět stromů bylo vybráno poblíž komunikace mimo zástavbu a dalších pět stromů v městském parku nedaleko řeky. Průměrná výška stromů činila 8,3 m a výčetní tloušťka 17,7 cm.

Klíma na severu Západní Virginie, kde se nachází město Morgantown, je ve srovnání s vybranými lokalitami na území České republiky teplejší a bohatší na srážky. Nejvyšší denní průměrná teplota v letním období trvajícím od konce května do poloviny září se pohybuje nad 24 °C. V zimním období, které trvá od začátku prosince do začátku března, je pak nejvyšší denní průměrná teplota pod 9 °C. Průměrný roční úhrn dešťových a sněhových srážek je 1078 mm s kulminujícími průměrnými dešťovými srážkami v měsíci červnu, které činí 90,2 mm (Baldwin 1968).

4.1.3 Studijní lokality v introdukovaném areálu

V České republice jsme sběr vzorků prováděli na třech větších územních celcích, a to ve Středočeském kraji v okolí Veltrus, v Severočeském kraji na Roudnicku a Litoměřicku a v Jihomoravském kraji na Znojemsku (Obr. 9). Tato území byla zvolena na základě předchozí literární rešerše a podle porostních map ÚHÚLu tak, aby se jednalo o čistě akátové porosty. Na každém území byly následně vybrány tři podlokality. Po teoretickém předvýběru byl na všech podlokalitách proveden terénní průzkum sledující vhodnost porostu pro sběr dat (dostatek zdravých jedinců s olistěním v dosažitelné výšce, dostupnost a svažitost terénu) a kritérium rozdílnosti věkových kategorií porostů. Na základě tohoto průzkumu byl proveden finální výběr podlokalit. Na každé z nich jsme zvolili deset stromů, které měly dostatečný počet zdravých větví ve výšce 4–6 metrů, v případě mladých porostů 2–3 metry. Každý vybraný strom byl označen pomocí značkovacího spreje číslem, byly zaznamenány jeho souřadnice a pomocí ručního laserového dálkoměru změřena výška, pomocí lesnické průměrky průměr ve výčetní výšce (provedena byla dvě na sebe kolmá měření a zapsán jejich aritmetický průměr) (hodnoty vyjádřené v Tabulce 1 a 2).



Obr. 9: Studijní lokality v introdukovaném areálu rozšíření akátu.

Rozdíly mezi průměrnou výškou a výčetní tloušťkou pozorovaných stromů nebyly v obou areálech příliš významné (výška v přirozeném areálu byla 8,3 m a v introdukovaném 10 m, průměrná výčetní tloušťka pak 17,7 cm a 20,6 cm).

Tabulka 1: Průměrné výšky a výčetní tloušťky podle věkových kategorií. MP – mladý porost, SP – středně-věký porost, VP – vyzrálý porost.

Věková kategorie	Výška [m]	Tloušťka [cm]
Mlázina a tyčkovina (MP)	6,4	5,8
Porost středního věku (SP)	10,4	17,9
Porost vyzrálý (VP)	13,2	38,2

Tabulka 2 Průměrné výšky a výčetní tloušťky na jednotlivých podlokalitách.

Podlokalita	Věková kategorie	Výška [m]	Tloušťka [cm]
Hrušovany	MP	6,5	5,2
Pravice	SP	10,3	6,0
Božice	VP	13,1	31,4
Veltrusy 1	MP	4,9	3,9
Veltrusy 2	SP	13,0	31,5
Miřejevici	VP	17,2	60,3
Travčice	MP	7,8	8,5
Ledčice	SP	7,9	16,4
Kozlovice	VP	9,3	23,0

Ve středních Čechách jsme pro mladý porost a porost středního věku vybrali lokalitu jihovýchodně od Veltrus (50.25655781 N, 14.34523008 E) v nadmořské výšce 195 m n.m. Zde byl souvislý lesní porost na podloží tvořeném kvarterními sedimenty (písky a šterky). Nejstarší porost byl vybrán v Miřejovicích (50.2851461 N, 14.3232306 E), kde se jednalo o parkový porost solitérních jedinců na nivních hlinitých a písčítých sedimentech řeky Labe v nadmořské výšce 168 m n.m.

Nejvyšší denní průměrná teplota se zde v letním období trvajícím od konce května do začátku září pohybuje nad 20 °C. V zimním období od půlky listopadu do začátku března je pak nejvyšší denní průměrná teplota pod 7 °C. Průměrný roční úhrn dešťových a sněhových srážek je 540 mm s nejvyššími průměrnými dešťovými srážkami v červenci a to 64,4 mm (Tolasz 2007).

V Severočeském kraji jsme mladou akátinu lokalizovali jiho-jihozápadně od obce Travčice (50.4935817 N, 14.1797169 E). Jednalo se o menší akátový porost mezi borovicovými lesy s nadmořskou výškou 160 m n.m. na kvartérních sedimentech

navátých převážně křemenných písků. Vzorky ze středně vzrostlých akátů jsme odebíraly v porostu přímo sousedícím s frekventovanou komunikací nedaleko pískovny Ledčice (50.3467311 N, 14.2730817 E) v nadmořské výšce 225 m n.m. na podloží tvořeném kvarténními písky a šterky. Nedaleko Kozlovic (50.4501922 N, 14.3150075 E) jsme založili poslední severočeskou výzkumnou podlokalitu tvořenou shlukem vzrostlých akátů rostoucích uprostřed pole vedle železniční trati. Nadmořská výška je zde 158 m n.m. a stejně jako v Travčicích je podloží tvořeno kvarténními navátými křemennými písky.

Podnebí je na této lokalitě z hlediska ročních průměrných teplot téměř shodné s první lokalitou. Pouze průměrný roční úhrn dešťových a sněhových srážek je nepatrně nižší a to 515 mm s nejvyššími průměrnými dešťovými srážkami v červenci 62,6 mm (Tolasz 2007).

V Jihomoravském kraji se podlokalita s nejmladším porostem nacházela severovýchodně od města Hrušovany nad Jeviškou (48.8482611 N, 16.4387061 E), 210 m n.m. vedle polní cesty na neogénních sedimentech vápnitých jílu s příměsí písků. Středně vzrostlý porost jsme vybrali východně od obce Pravice (48.8479794 N, 16.3703494 E) mezi železniční tratí a mírně frekventovanou komunikací na kvarténních smíšených jemnozrnných sedimentech a v nadmořské výšce 205 m n.m. V případě vzrostlého porostu jsme zvolili les nacházející se mezi poli východně od obce Božice (48.8369158 N, 16.3061653 E) a to 205 m n.m. Zde bylo podloží tvořeno též kvarténními smíšenými písky a šterky.

Ani zde se teplotní průměry výrazně neliší od předchozích dvou lokalit s nejvyšší denní průměrnou teplotou nad 21 °C a nejvyšší denní průměrnou teplota pod 6 °C v zimním období. Průměrný roční úhrn dešťových a sněhových srážek je s 564 mm nejvyšší ze všech tří vybraných lokalit. Nejvyšší průměrné dešťové srážky jsou zde opět v červenci, a to 54,6 mm (Tolasz 2007).

4.2 Metodika sběru dat

Sběr v původním areálu akátu byl proveden sedmkrát během vegetačního období ve dvoutýdenních intervalech, a to na deseti předem vybraných stromech vždy po deseti listech. Získali jsme tak celkem 700 vzorků složených listů akátu.

S ohledem na způsob defoliace zkoumaných druhů byla ve většině případů skenována pouze spodní strana listů. Jedině v případě výskytu *P. robinielly* bylo třeba poříditi i skeny ze svrchní strany, kde jsou miny tohoto motýla nejlépe viditelné.

V českých lokalitách jsme terénní sběr vzorků provedli během pěti výjezdů v časovém rozestupu 2-4 týdnů. Jak již bylo zmíněno výše, na každé podlokalitě jsme měli zvolených deset stromů, z nichž jsme stejně jako v případě Ameriky vybrali deset listů. Celkem jsme tak vytvořili soubor 4 500 akátových listů.



Obr. 10: Sběr vzorků.

K získání vzorků u vzrostlých jedinců jsme použili teleskopické nůžky na stromy a větve s listy jsme stříhali v průměrné výšce okolo 5 metrů (Obr. 10). U nejmladších porostů jsme použili klasické zahradnické nůžky, neboť se výška sbíraných větví pohybovala okolo 2 metrů. Ustřižené větve jsme následně ukládali do plastových

sáčků se zipem označených zkratkou lokality. Vzhledem ke klimatickým podmínkám letního období a také z důvodu, že v některých případech nemohla být uskutečněna digitalizace vzorků bezprostředně po jejich sběru, bylo třeba zajistit jejich vhodné uložení. K tomu jsme použili chladicí box s chladícími vložkami, ve kterém bylo možné ochránit listy před vadnutím a změnou barvy. Samotný sběr na jedné podlokalitě trval v rozmezí 60–90 minut závisle na přístupnosti terénu, vzdálenosti jednotlivých stromů a výšky odebíraných vzorků.

Následně jsme týž den po návratu z terénu nebo v nejbližších nadcházejících dnech prováděli digitalizaci vzorků. Během ní jsme z každé větve reprezentující jednu světovou stranu vybrali 2-3 vhodné listy podle míry poničení způsobené samotným sběrem nebo nevhodným uložením. Původně zamýšlená technika digitalizace bylo použití scanneru. Po několika zkusných skenováních jsme tuto metodu uznali za neefektivní z hlediska časové náročnosti, ale i nedostatečné kvality obrazu a přešli jsme k použití fotoaparátu a stativu.

Každý list byl nejprve rozložen na milimetrový papír tak, aby byla dobře viditelná celá plocha jednotlivých lístku a nepřekrývaly se. Stejně jako v případě amerických vzorků jsme pořizovali záznam spodní strany listů, pouze v případě *P. robinielly* nebo výjimečného nálezu miny *M. robinielly* na vrchní straně listu jsme skenovali strany obě. Skenování jedné podlokality pak trvalo kolem tří hodin.

Vzniklé fotografie byly pojmenovány tak, aby název obsahoval datum a podlokalitu a rozříděny do složek pro přehlednost při následné analýze.

4.3 Analýza dat a statistického vyhodnocení

Analýzu poškození lze provádět buď vizuálním odhadem, specializovanými softwary nebo přímo v terénu speciálními přenosnými scannery měřícími plochu listu. Rozhodujícím faktorem pro určení vhodné metody byla nejen jejich časová náročnost, ale také přesnost a dostupnost. V případě speciálních scannerů listové plochy bývá často problém s nemožností změřit chybějící okrajovou plochu listu nebo odlišit mechanické poškození od toho, které je způsobené hmyzem (O'Neal a kol. 2002).

Stejný problém tak může představovat i použití softwaru a bylo by třeba nejprve ručně rekonstruovat chybějící tvar listu (Johnson a kol. 2016).

Landsberg 1989 během experimentu porovnávajícím přesnost vizuálního odhadu a digitálního měření míry defoliace eukalyptů dospěla k výsledkům, které z hlediska časové náročnosti upřednostňují vizuální odhad s 5 % škálou. I když pravidelně docházelo k nadhodnocování poškození, vhodně užitou kalibrací docílila i vysoké míry přesnosti v porovnání s digitálním měřením. Shodně i Johnson (2016) doporučuje vizuální odhad s ohledem na časovou a finanční náročnost jako vhodnou metodu měření defoliace. Přesto upozorňuje na tendenci nadhodnocovat nižší míry poškození a upřednostňuje použití přesného vyjádření procent před použitím příliš širokých škál a doporučuje optimální čas k hodnocení jednoho nesloženého listu 15-20 sekund.

Na základě prostudované literatury jsme tudíž pro analýzu získaných vzorků zvolili metodu vizuálního odhadu poškození. Hodnocen byl každý jednotlivý lístek složeného listu zvlášť a míra poškození byla určena „okometricky“ v procentech po pětistupňových intervalech (Obr. 11). V případě min (*Macrosacus robiniella*, *Parectopa robiniella* a larvy *Odontota dorsalis*) a hálek (*Obolodiplosis robiniae*) byl uváděn i jejich počet. Následně bylo vypočteno průměrné poškození na jeden celý list. Při celkovém počtu 5 200 složených listů bylo tedy zhodnoceno 75 598 jednotlivých lístků, z nichž ale 13 176, tedy 17,4 %, neobsahovalo žádné poškození.



Obr. 11: Příklad jednotlivých stupňů defoliace

Časově nám jeden list zabral přibližně 45 sekund sběru, 12 sekund při digitalizaci materiálu a přibližně 4 minuty analýzy poškození složeného listu, jehož časová náročnost značně reflektovala míru poškození a variabilitu vyskytujícího se hmyzu. V přepočtu na jednotlivý lístek pak vycházel celkový čas kolem 20,5 sekundy.

Během analýzy vznikla databáze dat obsahující vyčíslenou míru poškození akátového listů jednotlivými pozorovanými druhy přepočtenou na jednotlivý strom (Obr. 12). Dále obsahovala data sběru, lokalitu a v případě České republiky věkovou kategorii. Takto připravená databáze byla následně zpracována pomocí programovacího jazyku R určeného pro statistickou analýzu dat a jejich grafického zobrazení. Z důvodu neparametrického rozdělení souboru dat byl k analýze dat použit Wilcoxonův neparametrický test.

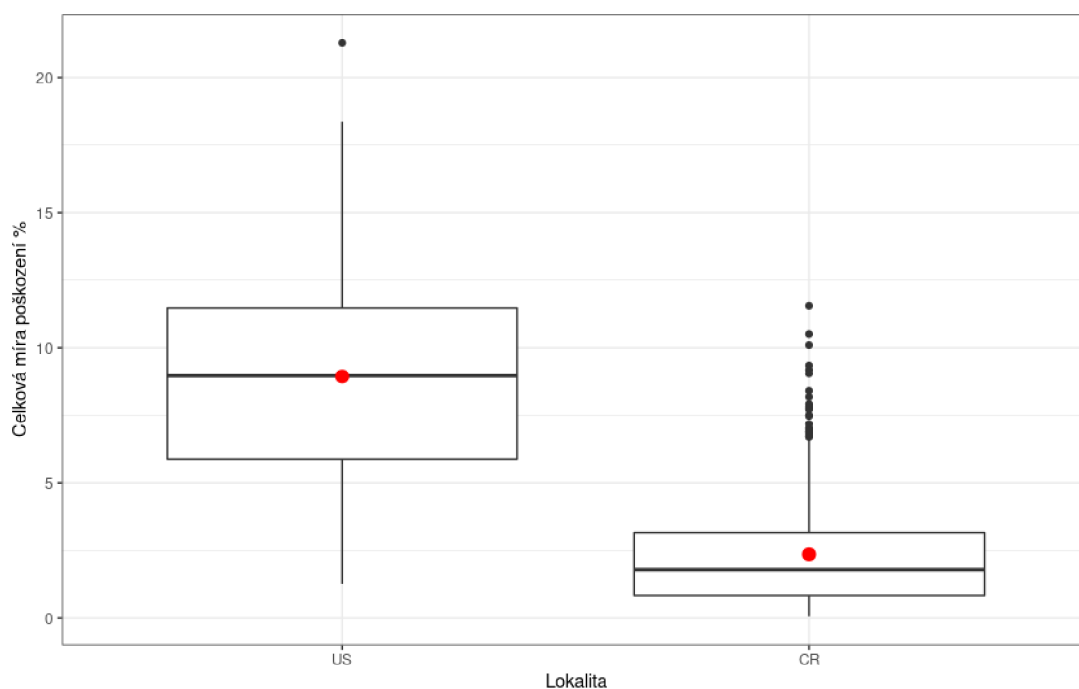
	A	B	E	G	H	J	L	O	R	S	T	Z
1	Country	Locality	Date	id	Forest_age	Total_damaged_area_%	Euura_tibialis_%	adult_Odontota_dorsalis_%	Parectopa_robinii_%	Macrosaccus_robinii_%	larval_Odontota_dorsalis_%	Obolodiplosis_robiniae_%
436	CR	VeltrusyV	08_12_21	CR_VeltrusyV_224_005	M	2.075355	1.477961		0.026316	0.571078		0
437	CR	VeltrusyV	08_12_21	CR_VeltrusyV_224_006	M	2.648844	1.544454		0.115385	0.614705		0.374301
438	CR	VeltrusyV	08_12_21	CR_VeltrusyV_224_007	M	1.454879	1.174486		0.083824	0.196569		0
439	CR	VeltrusyV	08_12_21	CR_VeltrusyV_224_008	M	2.765234	0.929173		0	1.06683		0.769231
440	CR	VeltrusyV	08_12_21	CR_VeltrusyV_224_009	M	2.816811	2.754066		0.029412	0		0.033333
441	CR	VeltrusyV	08_12_21	CR_VeltrusyV_224_010	M	2.202311	1.188165		0	0.327451		0.686695
442	CR	VeltrusyV	09_01_21	CR_VeltrusyV_244_001	M	2.264176	0.675373		0.154902	1.338068		0.095833
443	CR	VeltrusyV	09_01_21	CR_VeltrusyV_244_002	M	2.979643	0.950866		0.115385	1.883981		0.029412
444	CR	VeltrusyV	09_01_21	CR_VeltrusyV_244_003	M	2.797037	0.759285		0.144444	1.836165		0.057143
445	CR	VeltrusyV	09_01_21	CR_VeltrusyV_244_004	M	5.311454	1.416189		0.115385	3.315595		0.464286
446	CR	VeltrusyV	09_01_21	CR_VeltrusyV_244_005	M	3.802338	0.874827		0.341718	2.585793		0
447	CR	VeltrusyV	09_01_21	CR_VeltrusyV_244_006	M	2.808067	1.642774		0.272436	0.892857		0
448	CR	VeltrusyV	09_01_21	CR_VeltrusyV_244_007	M	4.599715	1.461765		0.597406	2.540544		0
449	CR	VeltrusyV	09_01_21	CR_VeltrusyV_244_008	M	2.686932	0.952306		0.138462	1.458069		0.138095
450	CR	VeltrusyV	09_01_21	CR_VeltrusyV_244_009	M	7.031261	6.171166		0.135747	0.724368		0
451	CR	VeltrusyV	09_01_21	CR_VeltrusyV_244_010	M	1.68228	0.412088		0.172756	0.951832		0.145604
572	US	West Virg	06_10_21	US_West Virginia_161_001	X	3.402564	3.160256	0.126923	0	0.038462	0	0.076923
573	US	West Virg	06_10_21	US_West Virginia_161_002	X	2.4409	2.103426	0.30176	0	0.035714	0	0
574	US	West Virg	06_10_21	US_West Virginia_161_003	X	1.268284	0.968834	0.145604	0	0.153846	0	0
575	US	West Virg	06_10_21	US_West Virginia_161_004	X	3.76208	2.789735	0.683883	0	0.121795	0.166667	0
576	US	West Virg	06_10_21	US_West Virginia_161_005	X	1.70159	1.128449	0.412884	0	0.121795	0.038462	0
577	US	West Virg	06_10_21	US_West Virginia_161_006	X	2.950059	2.171804	0.218137	0.041667	0.48904	0.029412	0
578	US	West Virg	06_10_21	US_West Virginia_161_007	X	4.610149	1.930116	0.660678	0	1.388618	0.441176	0.18956
579	US	West Virg	06_10_21	US_West Virginia_161_008	X	1.702819	1.579657	0.029412	0	0.09375	0	0

Obr. 12: Vytvořená databáze poškození.

5 Výsledky

V rámci statistického zpracování měřených dat byl proveden přepočít z vizuálně provedeného měření na jeden lístek na jeden výběrový strom. Takto upravená databáze, obsahující 70 vzorků pro Spojené státy a 450 vzorků pro Českou republiku, byla použita pro zjištění míry celkově způsobené defoliace v obou zkoumaných areálech a zároveň i míry defoliace způsobené jednotlivými druhy hmyzu.

Jako první bylo zkoumáno průměrné poškození připadající na jeden strom v přirozeném a introdukovaném areálu. Míra defoliace je v rámci zkoumaných areálů signifikantně odlišná ($W = 2107$, $p < 0,05$), v nativním areálu akátu je průměrná míra defoliace téměř čtyřnásobná a dosahuje cca 9 % (Graf 1, konkrétní hodnoty jsou uvedeny v Tab. 3).



Graf 1: Poškození způsobené všemi sledovanými škůdci v původním areálu (US) a introdukovaném areálu (CR). Červený bod vyjadřuje aritmetický průměr, horizontální čára median, pole je zdola ohrničeno prvním kvantilem a shora třetím kvantilem. Svislá čára spojuje minimální hodnotu s maximální. Černými body jsou vyjádřeny odlehle hodnoty.

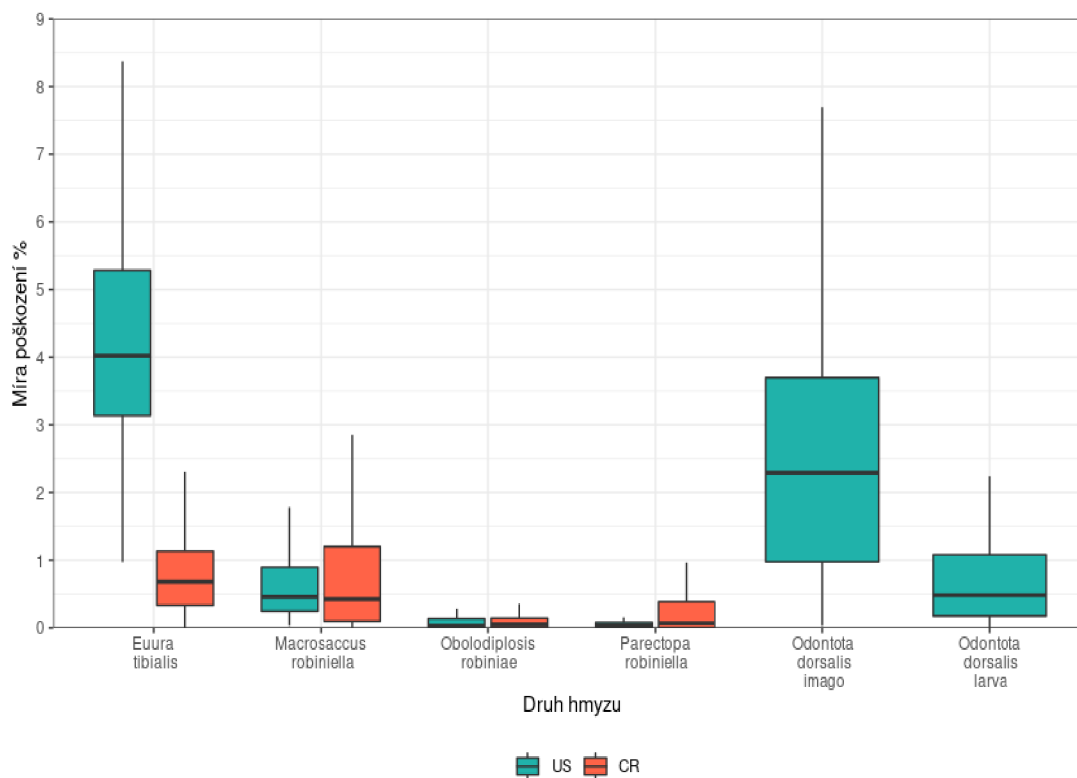
Tabulka 3: Hodnoty průměrného poškození v původním a introdukovaném areálu.

	Celkové poškození	
	USA	CR
Minimum	1,27	0,06
Horní kvartil	5,89	0,84
Medián	8,96	1,79
Průměr	8,94	2,37
Dolní kvartil	11,48	3,16
Maximum	21,27	11,56

Dalším zjišťovaným parametrem bylo posouzení spektra listožravého hmyzu a jím způsobená míra a podíl na celkové defoliaci. V přirozeném areálu je počet druhů hmyzu živícího se na akátu vyšší přibližně o 50 % než v introdukovaném areálu, v rámci práce jsem se však zaměřila pouze na specialisty, kteří se vyskytují rovněž v introdukovaném areálu v rámci Evropy. Výjimkou je *O. dorsalis*, který se vyskytuje pouze v přirozeném areálu.

Ve Spojených státech je nejvyšší míra poškození způsobená právě *O. dorsalis* společně s *E. tibialis* pohybující se kolem 7 % a podílí se na cca 80 % celkové defoliace (Graf 2 a 3, Tab. 4).

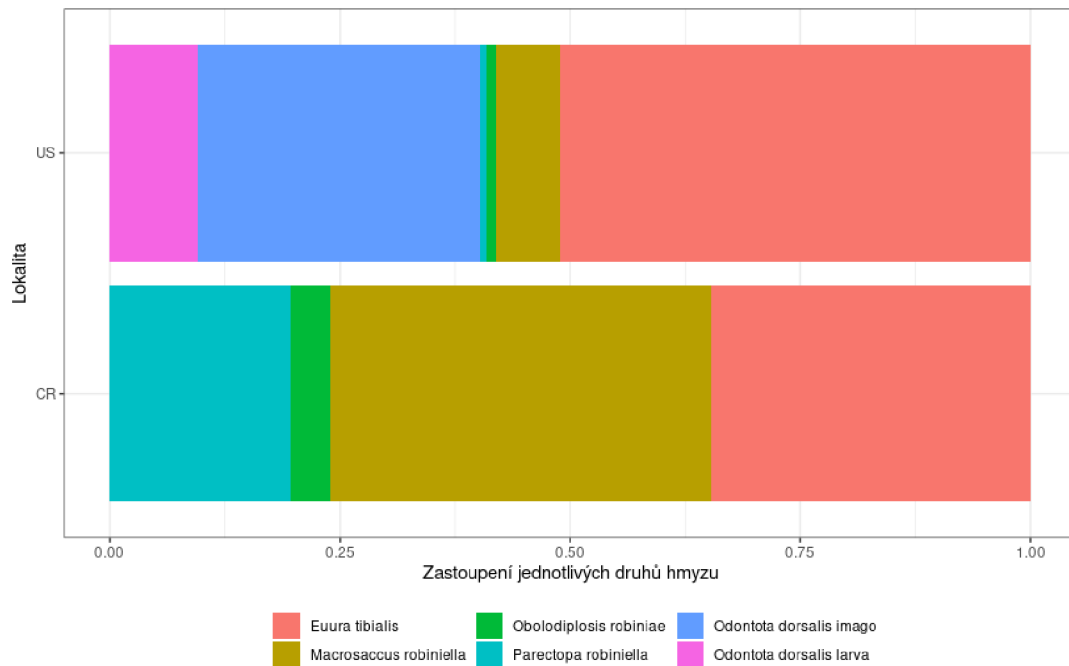
Naopak minující motýli *M. robiniella* a *P. robiniella* se výrazněji podílí (mezi 20-40 %) na defoliaci akátových listů v introdukovaném areálu (Graf 2, Tab. 4). *O. robiniae* pak způsobuje v obou areálech podobnou míru poškození, pohybující se kolem 0,1 % a podílí se na cca 1% celkové defoliace v přirozeném areálu a 4 % v introdukovaném areálu (Graf 2 a 3, Tab. 4).



Graf 1: Poškození způsobené jednotlivými druhy hmyzu v přirozeném areálu (US, zelenou barvou) a v introdukovném areálu (CR, červenou barvou). Vodorovná čára značí medián, svislá čára rozpětí mezi minimální a maximální hodnotou a pole je ohraničeno zdola prvním kvantilem, shora třetím kvantilem.

Tabulka 4: Hodnoty poškození způsobené jednotlivými druhy hmyzu

	Euura tibialis		Parectopa robiniiella		Odontota dorsalis (imago)
	USA	CR	USA	CR	USA
Minimum	0,97	0,00	0,00	0,00	0,03
Horní kvartil	3,20	0,33	0,00	0,00	0,99
Medián	4,21	0,68	0,03	0,07	2,34
Průměr	4,50	0,82	0,06	0,46	2,71
Dolní kvartil	5,46	1,13	0,08	0,38	3,73
Maximum	10,22	6,17	0,33	6,71	11,51
	Macrosaccus robiniiella		Obolodiplosis robiniae		Odontota dorsalis (larva)
	USA	CR	USA	CR	USA
Minimum	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
Horní kvartil	0,24	0,10	0,00	0,00	0,17
Medián	0,46	0,42	0,03	0,05	0,48
Průměr	0,61	0,98	0,10	0,10	0,84
Dolní kvartil	0,89	1,20	0,13	0,14	1,08
Maximum	2,29	9,00	0,76	1,05	6,01



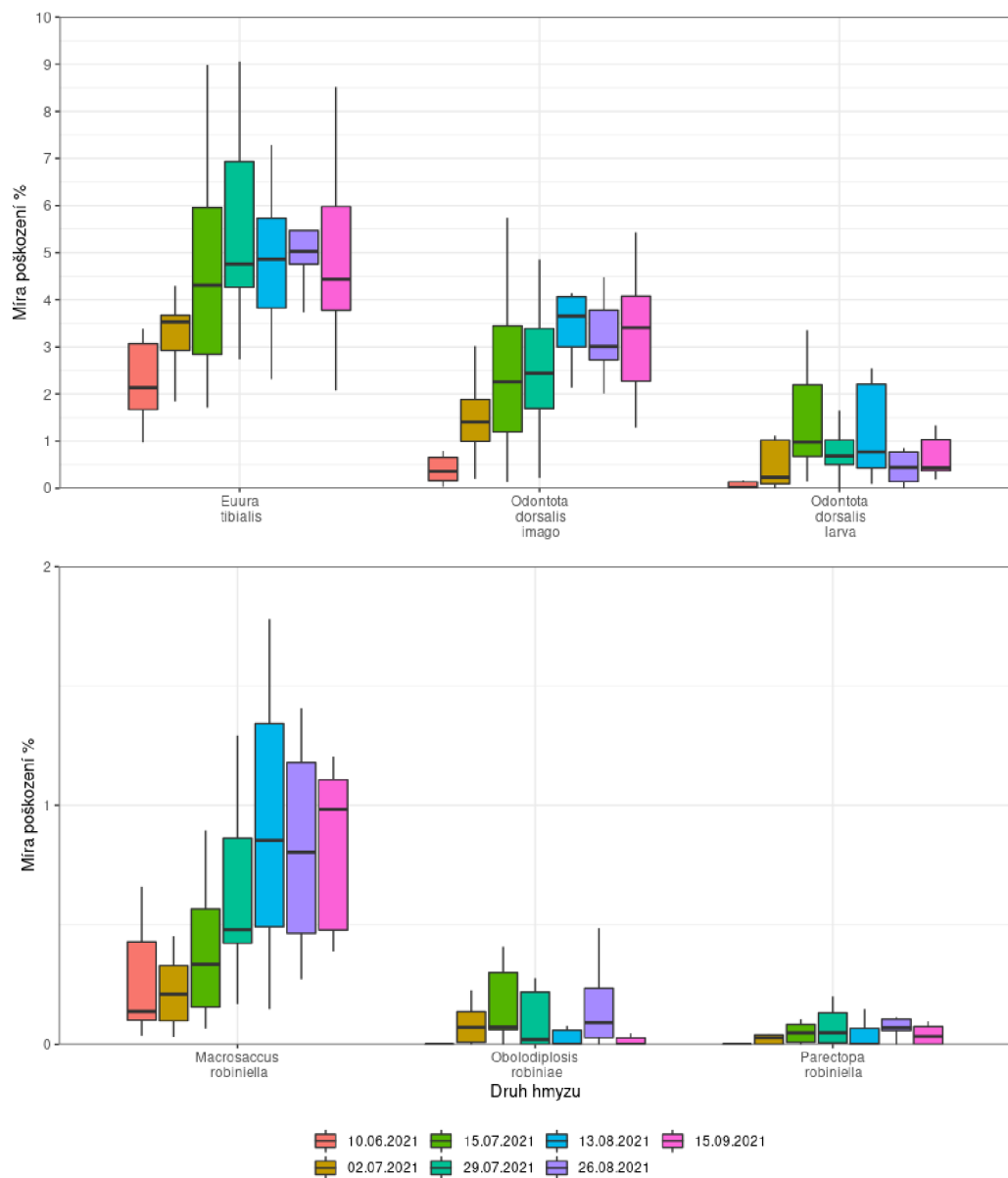
Graf 2: Poměrové zastoupení jednotlivých druhů hmyzu na celkovém poškození.

V rámci spektra listožravého hmyzu je zřejmé, že největší škody na akátových listech v přirozeném areálu, způsobují ty druhy, které redukuje celou listovou plochu, a to 80,64 % (Graf 3). Mínující druhy hmyzu se na celkovém poškození podílejí 16,92 % a hálkotvorná *O. robiniae* je zastoupena 1,12 % (Graf 3). Kdežto v introdukovaném areálu se na poškození podílí nejvíce minující druhy 60,94 %, listovou plochu zžírá pouze *E. tibialis* a způsobuje poškození ze 34,66 %, hálky pak z celkového poškození tvoří 4,28 % (Graf 3).

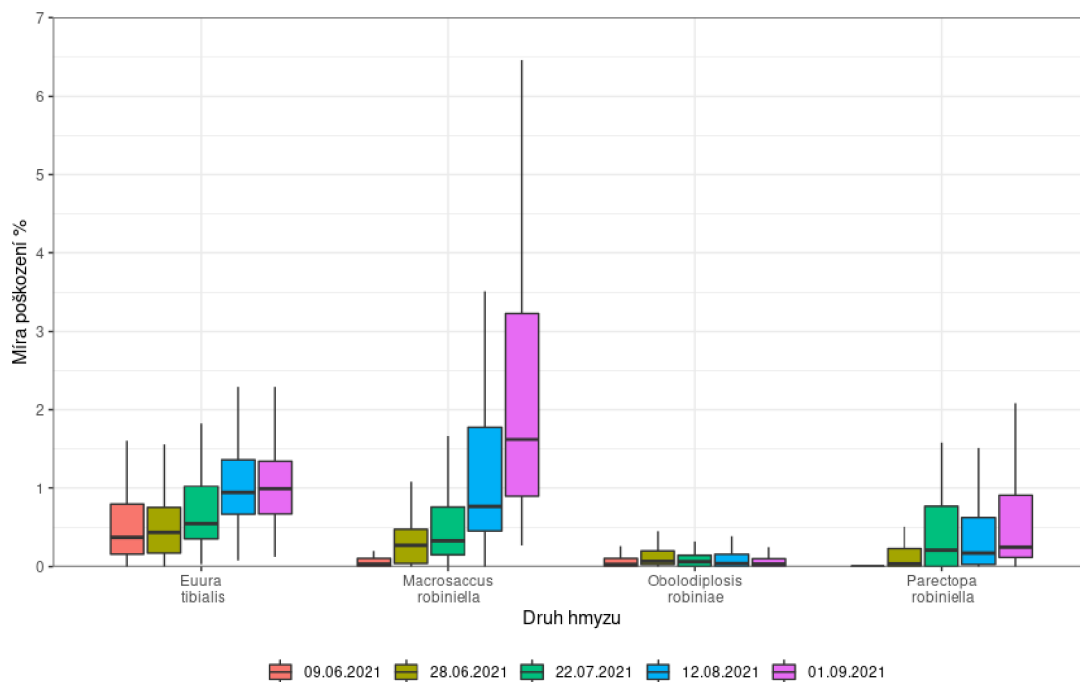
Z celkového množství měřených listů bylo ve Spojených státech napadeno *E. tibialis* 95 %, dospělci *O. odontota* 82 %, *M. robiniella* 50 %, larvami *O. odontota* 25 %, *O. robiniae* 13 % a *P. robiniella* 11 %. Pro Českou republiku jsou procenta výskytu sledovaného hmyzu na všech měřených listech následující *E. tibialis* 53 %, *M. robiniella* 44 %, *P. robiniella* 26 % a *O. robiniae* 13 %.

Sledován byl i časový vývoj v míře defoliace jednotlivými druhy s ohledem na možnost, že by se projevil jednotlivé generace během vegetačního období spolu s předčasným opadem poškozených listů. Míra poškození má v obou areálech spíše

kumulativní charakter (Graf 4,5). Především pro lokality v České republice, kde lze pouze v případě *O. robiniae* pozorovat 2 vrcholy žíru, a to na konci června a poté v půlce srpna (Graf 5).



Graf 3: Vývoj způsobeného poškození jednotlivými druhy během vegetačního období v přirozeném areálu.

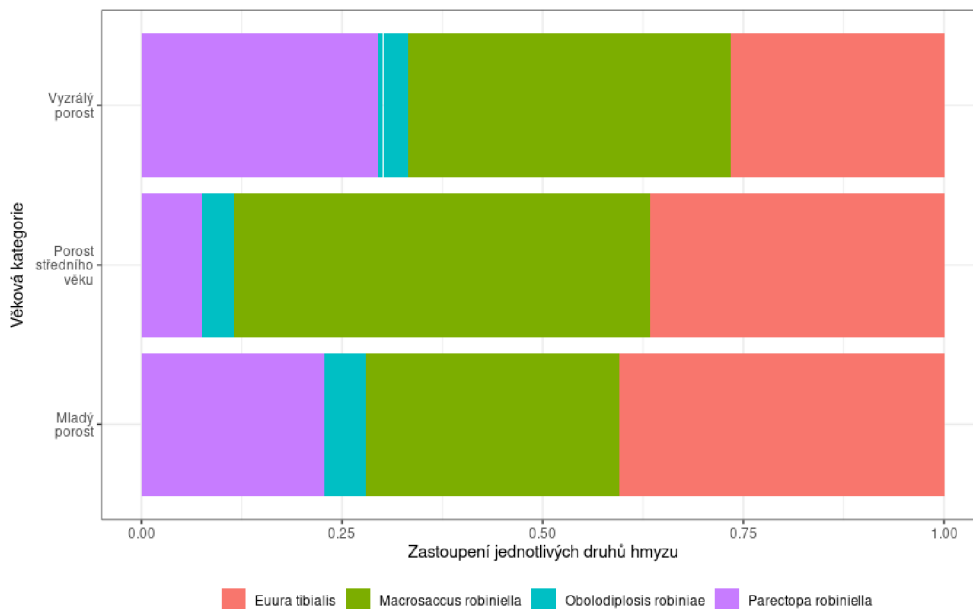


Graf 5: Vývoj způsobeného poškození jednotlivými druhy během vegetačního období v introdukovaném areálu.

Pro Spojené státy byl zjištěn pokles poškození *E. tibialis* a dospělými jedinci *O. dorsalis* ke konci vegetačního období (Graf 4). Stejně jako v případě introdukovaného areálu i zde *O. robiniae* vykazovala větší poškození ve dvou obdobích, a to začátkem července a následně ke konci měsíce srpna (Graf 4). V polovině července a polovině srpna bylo pro larvy *O. dorsalis* vyzorováno nejvíce poškození (Graf 4).

V České republice sledovaný vliv věkové kategorie, nezpůsobil signifikantní rozdíly v míře poškození. Zaznamenán byl pouze drobný rozdíl v podílu jednotlivých škůdců, a to v případě nejstarších porostů, které vykazovaly poněkud nižší poškození *E. tibialis* a to 0,6 % podílející se přibližně 25 % na celkovém poškození oproti mlazinám a středně-věkým porostům, kde se poškození *E. tibialis* pohybovalo kolem 0,9 % tedy cca 40 % z celkového poškození (Graf 6, Tabulka 5). I když se ve všech věkových porostech vyskytovalo podobné poškození minujícími motýli, mezi 1,3 a 1,5 %, 55–65 % z celkového poškození, v případě středně-věkého porostu byl zaznamenán odlišný poměr mezi *P. robinellou* a *M. robinellou*. V mladém a vyzrálém porostu způsobovala *P. robinella* poškození přibližně 0,6 % (25 % z celkového

poškození), kdežto ve středním porostu se jednalo pouze o 0,2 % poškození (8 % z celkového). *M. robinella* se pak ve středně-věkem porostu podílel s mírou poškození 1,3 % na celkovém poškození cca 54 %, ale v mladém a starém porostu s poškozením 0,7 – 0,9 % pouze 32–38 % (Graf 6, Tabulka 5).



Graf 6: Poměr zastoupení jednotlivých druhů na celkovém poškození v introdukovaném areálu podle věkových kategorií.

Tabulka 5: Průměrné podíly hlavních škůdců na celkovém poškození podle věkových kategorií v introdukovaném areálu.

	<i>Euura tibialis</i>	<i>Parectopa robinella</i>	<i>Macrosaccus robinella</i>	<i>Obolodiplosis robiniae</i>
Mlázina a tyčkovina	0,95	0,54	0,74	0,12
Porost středního věku	0,91	0,19	1,28	0,10
Porost vyzrálý	0,60	0,67	0,91	0,08

6 Diskuse

Na obou studovaných lokalitách bylo zjištěno jen mírné poškození pod 10 % v obou regionech, v přirozeném areálu 8,9 % a v introdukovaném areálu 2,4 %. S ohledem na signifikantně nižší poškození v introdukovaném areálu však můžeme potvrdit významný vliv tzv. úniku před nepřáteli na míru defoliace a vitalitu porostů akátu v introdukovaném areálu rozšíření v ČR.

Podobnou studii provedl Adams a kol. (2008) u *Aceru platanoides* (Linnaeus 1753) v Evropě, jakožto přirozeném areálu, a Spojených státech, jakožto introdukovaném areálu. Výsledky této studie rovněž potvrdily význam enemy release hypotézy, když průměrná míra herbivorie v přirozeném areálu dosahoval hodnot průměrně 4,5krát vyšších než v areálu introdukovaném (Evropa 7,4 % \pm 1,94 a Spojené státy 1,6 % \pm 0,19).

Pro ověření hypotézy ERH byla v případě *A. platanoides* provedena nejen biogeografická metoda, ale také komunitní metoda, kterou jsme v případě akátu nemohli v podmínkách České republiky aplikovat. Byla realizovaná ve Spojených státech, kde se vyskytuje původní kongenerický druh *Acer saccharum* (Cincotta a kol. 2008). I zde byla zaznamenána vyšší míra herbivorie (2,49 % \pm 0,218 vs. 1,33 % \pm 0,12) a větší spektrum škůdců (16 vs. 13) na původním druhu.

Z hlediska spektra zkoumaných listožravých specialistů lze rozdíly v míře a podílu jednotlivých škůdců na defoliaci akátu přičíst zejména absenci *O. dorsalis*, který se na defoliaci akátu ve Spojených státech podílí v průměru 39,7 % a doposud mimo přirozený areál rozšíření nebyl pozorován (Drooz 1985). Míra herbivorie způsobená *O. dorsalis* byla ve studii Atheye a Connora (1989) naměřena mezi 5,9 % a 45,9 % listové plochy, přičemž poškození způsobené dospělými jedinci bylo výrazně vyšší než larvami, což odpovídá zde prezentovaným zjištěním. Právě tento brouk podle statistik USDA Forest service spolu s *E. insiticianou* a abiotickým stresem způsobuje vysokou mortalitu akátových porostů, která je v přirozeném areálu až pětinasobně vyšší než mortalita dalších nejběžnějších dřevin (Morin a kol. 2016).

V případě introdukovaného areálu akátu bylo provedeno měření v roce 2008 na Slovensku Bakayem a Kollárem (2010). Zaměřili se rovněž na v Evropě nepůvodní

druhy hmyzu, přičemž provedli jeden sběr v polovině června ze šesti lokalit s celkovým počtem 600 vzorků. Jimi zjištěné výsledky prezentují ještě výrazně nižší míru herbivorie, než jaká byla zjištěna při prezentovaném výzkumu, s výjimkou *O. robiniae*. V případě *E. tibialis* bylo napadeno pouze 0,16 % ze všech vzorků, *M. robiniella* 0,04 % a *P. robiniella* 0,02 %. U *O. robiniae* zjistili průměrný počet 5 hálek na list, což výrazně převyšuje průměrné počty hálek v zjištěné v České republice. Výrazně nízká míra poškození listožravým hmyzem v této studii však může být zapříčiněna sběrem realizovaným pouze jednou a začátkem vegetačního období.

Bakay a Kollár (2014) opakovali měření míry herbivorie na akátu ještě v roce 2009, kdy provedli sběr vzorků na začátku měsíce července a srpna s celkovým počtem 2 400 listů. Výsledky pak ukázaly o něco vyšší míru poškození, opět vyjádřenou procenty napadených listů z celkového počtu vzorků, *O. robiniae* 38,79 %, *M. robiniella* 5,66 % a *P. robiniella* 2,16 %.

7 Závěr

Trnovník akát je již nedílnou součástí našich nejen lesních ekosystémů. Stále se však jedná o invazní druh, který se snadno a rychle šíří a negativně ovlivňuje původní druhovou diverzitu i půdní podmínky v introdukovaném areálu rozšíření. Je tedy třeba nalézt efektivní způsob, jak s akátovými porosty hospodařit, kde a jak je redukovat a kde naopak můžeme akát nechat růst či dokonce záměrně pěstovat a čerpat z jeho pozitivních vlastností.

Každý porost je přirozeně redukován stresovými abiotickými a biotickými faktory. Herbivorní hmyz je jedním z významných biotických faktorů ovlivňující jejich růst a mortalitu. Tato práce byla zaměřena na listožravé druhy hmyzu a jejich míru defoliace, kterou způsobují v přirozeném a introdukovaném areálu. Míra poškození a spektrum druhů hmyzu bylo sledováno s cílem ověřit hypotézu úniku před nepřáteli. K tomuto účelu byl proveden terénní sběr akátových listů a analýza naměřených hodnot poškození.

Přestože výsledky potvrdily celkově nižší poškození hmyzem v introdukovaném areálu, v případě některých druhů (*P. robinella*, *O. robiniae*) můžeme sledovat větší podíl na defoliaci než v areálu přirozeném. Vzhledem k tomu, že se jedná o nearktické druhy, pro které je Evropa také introdukovaným areálem, můžeme předpokládat, že jejich větší úspěšnost je opět zapříčiněna EHR, neboť unikli před svými přirozenými predátory a parazity.

Na základě nízkého procenta poškození olistění akátu však nelze tvrdit, že by mohl listožravý hmyz bez přispění dalších patogenů a abiotických stresových faktorů zapříčinit zvýšenou mortalitu nebo výrazné omezení růstu akátu. S přihlédnutím ke zjištěným výsledkům a dalším realizovaným studiím herbivorie v akátových porostech pak nelze předpokládat, že by bylo možné uvažovat některý z výše pozorovaných druhů jako efektivní biologickou kontrolu.

Seznam literatury a použitých zdrojů

- ADAMS, J. M.; FANG, W.; CALLAWAY, R. M.; CIPOLLINI, D.; NEWELL, E. A cross-continental test of the Enemy Release Hypothesis: leaf herbivory on *Acer platanoides* (L.) is three times lower in North America than in its native Europe. *Biological Invasions*. 2009, vol. 11, no. 4, s. 1005-1016.
- ALFORD, D. V. *Pests of ornamental trees, shrubs and flowers: a colour handbook*. CRC Press, 2012. 480 s.
- ATHEY, L. A.; CONNOR, E. F. The relationship between foliar nitrogen content and feeding by *Odontota dorsalis* Thun. on *Robinia pseudoacacia* L. *Oecologia*. 1989, vol. 79, no. 3: s. 390-394.
- BAKAY, L.; KOLLÁR, J. Insect pests on the black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) in the locality Čebovce. *Acta horticulturae et regiotechnicae*. 2010, vol. 13, no. 2, s. 55–57.
- BAKAY, L.; KOLLÁR, J. Influence of urban environment on the population biology of alien insect species: *Obolodiplosis robiniae* (Haldeman, 1847), *Parectopa robiniella* Clemens, 1863 and *Phyllonorycter robiniella* Clemens, 1859 in conditions of Slovakia. *Pensee*. 2014, vol. 76, no. 6, s. 88-94.
- BALDWIN, J. L. *Climatic atlas of the United States*. U.S. Department of Commerce. Washington, D.C: Environmental Science Services Administration, Environmental Data Service, 1968. 80 s.
- BARTHA, D.; CSISZÁR, Á.; ZSIGMOND, V. Black locust (*Robinia pseudoacacia* L.). In: BOTTA-DUKÁT, Z. (ed.) *The most important invasive plants in Hungary*. HAS Institute of Ecology and Botany, 2008, s. 63–76.
- BLOSSEY, B.; NOTZOLD, R. Evolution of increased competitive ability in invasive nonindigenous plants: a hypothesis. *Journal of Ecology*. 1995, vol. 83, no. 5, s. 887-889.
- BROWNE, D. T.; AGUILO-SEARA, G.; DEFRANZO A. The black locust tree: toxalbumin-induced tissue necrosis of the upper extremity. *Cureus*. 2020, vol. 12, no. 11, s. 1-5.

- BUTTE, J. G. The revision of the tribe Chalepini of America north of Mexico. III. Genus *Odontota* Chevrolat (Coleoptera, Chrysomelidae). The Coleopterists' Bulletin. 1968, s. 101-124.
- CIERJACKS, A.; KOWARIK, I.; JOSHI, J.; HEMPEL, S.; RISTOW, M.; VON DER LIPPE, M.; WEBER, E. Biological flora of the British Isles: *Robinia pseudoacacia*. Journal of Ecology. 2013, vol. 101, no. 6, s. 1623-1640.
- CINCOTTA, C. L.; ADAMS, J. M.; HOLZAPFEL, C. Testing the enemy release hypothesis: a comparison of foliar insect herbivory of the exotic Norway maple (*Acer platanoides* L.) and the native sugar maple (*A. saccharum* L.). Biological Invasions. 2009, vol. 11, no. 2, s. 379-388.
- CLARKSON, R. B. The genus *Robinia* in West Virginia. Castanea. 1958, vol. 23, no. 2, s. 56-58.
- COLAUTTI, R. I., RICCIARDI, A., GRIGOROVICH, I. A., MACISAAC, H. J. Is invasion success explained by the enemy release hypothesis? Ecology letters. 2004, vol. 7, no. 8, s. 721-733.
- DAVIS, D. R.; DE PRINS, J. Systematics and biology of the new genus *Macrosaccus* with descriptions of two new species (Lepidoptera, Gracillariidae). ZooKeys. 2011, vol. 98, s. 29.
- DROOZ, A. T. Eastern Forest insects. USDA Forest Service Miscellaneous Publication, 1985, 1426 s.
- DE GROOT, M.; KAVČIČ, A. Robinijeva grizlica, *Nematus tibialis*, nova tujerodna vrsta v Sloveniji. Novice iz varstva gozdov. 2017, vol. 10, s. 25-26.
- DELLA ROCCA, F.; STEFANELLI, S.; BOGLIANI, G. *Robinia pseudoacacia* as a surrogate for native tree species for saproxylic beetles inhabiting the riparian mixed forests of northern Italy. Agricultural and Forest Entomology. 2016, vol. 18, no. 3, s. 250-259.
- DUSO, C.; SKUHRAVÁ, M. First record of *Obolodiplosis robiniae* (Haldeman) (Diptera Cecidomyiidae) galling leaves of *Robinia pseudoacacia* L. (Fabaceae) in Italy and Europe. Frustula entomologica. 2004, vol. 25, s. 117-122.

- FOWELLS, H. A. (ed.). *Silvics of forest trees of the United States*. US Department of Agriculture, Forest Service, 1965. 755 s.
- GUBIN, A. I. Four invasive alien phytophagous insects new to Armenia. *Phytoparasitica*. 2021, vol. 49, no. 2, s. 163-166.
- HANOVER, J. W.; MEBRATHU, T.; BLOESE, P. Genetic improvement of black locust: a prime agroforestry species. *The Forestry Chronicle*. 1991, vol. 67, no. 3, s. 227-231.
- HARGROVE, W. W. An annotated species list of insect herbivores commonly associated with black locust, *Robinia pseudoacacia*, in the Southern Appalachians. *Entomological news (USA)*. 1986, vol. 97, no. 1, s. 36–40.
- HEPTING, G. H. *Diseases of forest and shade trees of the United States*. US Department of Agriculture, Forest Service, 1971. 658 s.
- HOFFARD, W. H.; ANDERSON, R. L. A guide to common insects, diseases, and other problems of black locust. US Department of Agriculture, Forest Service, Southeastern Area, Forest Pest Management, 1982, 8 s.
- HULUJAN, I. B.; OLTEAN, I.; FLORIAN, T. Dynamics of the attack by *Parectopa robiniella* and *Phyllonorycter robiniella* of black locust from Valea lui Mihai and Covasna. *Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology*. 2017, vol. 21, no. 3, s. 96-103.
- HUI, A.; MARRAFFA, J. M.; STORK, C. M. A rare ingestion of black locust tree. *Journal of Toxicology: Clinical Toxicology*. 2004, vol. 42, no. 1, s. 93-95.
- HUNTLEY, J. C. *Robinia pseudoacacia* L. black locust. *Silvics of North America*. 1990, vol. 2, s. 755-761.
- JESCHKE, J. M.; ENDERS, M.; BAGNI, M.; AUMANN, D.; JESCHKE, P.; ZIMMERMANN, M.; HEGER, T. 2020. Hi-Knowledge.org, version 2.0 [online]. Dostupné z: <https://hi-knowledge.org/>
- JOHNSON, M. T. J.; BERTRAND, J. A.; TURCOTTE, M. M. Precision and accuracy in quantifying herbivory. *Ecological Entomology*. 2016, vol. 41, no. 1, s. 112-121.
- KEANE, R. M.; CRAWLEY, M. J. Exotic plant invasions and the enemy release hypothesis. *Trends in Ecology & Evolution*. 2002, vol. 17, no. 4, s. 164-170.

- KERESZTESI, B. Black locust: the tree of agriculture. Outlook on Agriculture. 1988, vol. 17, no. 2, s. 77-85.
- KODOI, F.; LEE, H. S.; UECHI, N.; YUKAWA, J. Occurrence of *Obolodiplosis robiniae* (Diptera: Cecidomyiidae) in Japan and South Korea. Esakia. 2003, vol. 43, s. 35-41.
- KULFAN, M. Lepidoptera on the introduced *Robinia pseudoacacia* in Slovakia, Central Europe. Check List. 2012, vol. 8, no. 4, s. 709-711.
- KUNEŠ, I.; BALÁŠ, M.; GALLO, J. Black locust (*Robinia pseudoacacia*) and its role in central Europe and Czech Republic. Zprávy Lesnického Výzkumu. 2019, vol. 64, no. 4, s. 181-190.
- LAŠTŮVKA, Z. Katalog motýlů moravskoslezského regionu (Lepidoptera). Agronomická Fakulta Vysoké školy Zemědělské, 1993. 130 s.
- LAŠTŮVKA, Z.; LIŠKA, J.; VÁVRA, J.; ELSNER, V.; LAŠTŮVKA, A.; MAREK, J.; DUFEK, T.; DVOŘÁK, M.; KOPEČEK, F.; PETRŮ, M.; SKYVA, J.; VÍTEK, P. Faunistic records from the Czech Republic—18. Lepidoptera. Klapalekiana. 1994, vol. 30, s. 197-206.
- LAŠTŮVKA, A.; LAŠTŮVKA, Z.; LIŠKA, J.; ŠUMPICH, J. Motýli a housenky střední Evropy, V. Drobní motýli I., Academia, 2018. 530 s.
- LIU, H.; STILING, P. Testing the enemy release hypothesis: a review and meta-analysis. Biological invasions. 2006, vol. 8, no. 7, s. 1535-1545.
- MACELJSKI, M.; MEŠIĆ, A. *Phyllonorycter robiniella* Clemens a new insect pest in Croatia. Agriculturae Conspectus Scientificus. 2001, vol. 66, no. 4, s. 225-230.
- MALLY, R.; WARD, S. F.; TROMBIK, J.; BUSZKO, J.; MEDZIHORSKÝ V.; LIEBHOLD, A. M. Non-native plant drives the spatial dynamics of its herbivores: the case of black locust (*Robinia pseudoacacia*) in Europe. NeoBiota. 2021, vol. 69, s. 155-175.
- MAREK, J.; LAŠTŮVKA, A.; VÁVRA, J.; GREGOR, F. Faunistic records from Czechoslovakia. Acta Entomologica Bohemoslovakia. 1991, vol. 88, s. 217-222.

- MIHAJLOVIĆ, L. J.; GLAVENDEKIĆ, M.; JAKOVLJEVIĆ, I.; MARJANOVIĆ, S. *Obolodiplosis robiniae* (Haldeman) (Diptera: Cecidomyiidae)—nova štetočina bagrema u Srbiji. Glasnik Šumarskog fakulteta. 2008, vol. 97, s. 197-208.
- MORIN, R. S.; COOK, G. W.; BARNETT, C. J.; BUTLER, B. J.; CROCKER, S. J.; HATFIELD, M. A.; KURTZ, C. M.; LISTER, T. W.; LUPPOLD, W. G.; MCWILLIAMS, W. H.; MILES, P. D.; NELSON, M. D.; PERRY, C. H.; PIVA, R. J.; SMITH, J. E.; WESTFALL, J. A.; WIDMANN, R. H.; WOODALL, C. W. West Virginia Forests 2013. Resource Bulletin NRS-105. Newtown Square, PA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northern Research Station. 2016. 128 s.
- NEWMAN, E. Notes on Tenthredinina. The Entomological Magazine. 1836, vol. 4, no. 3, s. 258-263.
- O'NEAL, M. E.; LANDIS, D. A.; ISAACS, R. An inexpensive, accurate method for measuring leaf area and defoliation through digital image analysis. Journal of Economic Entomology. 2002, vol. 95, no. 6, s. 1190-1194.
- PEABODY, F. J. A 350-year-old American legume in Paris. Castanea. 1982, vol. 1, s. 99-104.
- PERGL, J.; SÁDLO, J.; PETRUSEK, A.; LAŠTŮVKA, Z.; MUSIL, J.; PERGLOVÁ, I.; ŠANDA, R.; ŠEFROVÁ, H.; ŠÍMA, J.; VOHRALÍK, V.; PYŠEK, P. Black, Grey and Watch Lists of alien species in the Czech Republic based on environmental impacts and management strategy. NeoBiota. 2016, vol. 28, s. 37.
- RASPLUS, J. Y.; VILLEMANT, C.; ROSA PAIVA, M.; DELVARE, G.; ROQUES, A. Hymenoptera. Chapter 12. In: ROQUES, A. (ed.) Alien terrestrial arthropods of Europe. BioRisk, 2010, vol. 4, s. 669–776.
- ROSE, A. H.; LINDQUIST, O. H. Insects of eastern hardwood trees. Department of the Environment, Canadian Forestry Service, 1982. 304 s.
- SÁDLO, J. Podle skutků poznáte je. Veronica. 2014, vol. 2, s. 2–5.
- SITZIA, T.; CIERJACKS, A.; DE RIGO, D.; CAUDULLO, G. *Robinia pseudoacacia* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. In: SAN-MIGUEL-AYANZ, J.; DE RIGO, D.; CAUDULLO, G.; HOUSTON DURRANT, T.; MAURI, A. (eds.). European Atlas of Forest Tree Species. Publ. Off. EU, Luxembourg, s. e014e79.

- SKUHRAVÁ, M.; SKUHRAVÝ, V. Bejlomorka akátová-Nový invazní druh hmyzu na trnovníku akátu. *Lesnická práce*. 2004, vol. 83, no. 10, s. 520.
- SKUHRAVÁ, M.; SKUHRAVÝ, V.; CSÓKA, G. Invasive spread of the gall midge *Obolodiplosis robiniae* in Europe. *Cecidology*. 2007, vol. 22, no. 2, s. 84-90.
- SKUHRAVÁ, M.; SKUHRAVÝ, V.; SKRZYPCZYŃSKA, M.; SZADZIEWSKI, R. Gall midges (Cecidomyiidae, Diptera) of Poland. Pyszczaarki (Cecidomyiidae, Diptera) Polski. *Annals of the Upper Silesian Museum (Entomology)*. 2008, vol. 16, s. 5-160.
- SMITH, D. R. The abbotii and erythrogaster groups of *Nematus* Panzer (Hymenoptera: Tenthredinidae) in North America. *Proceedings of the Entomological Society of Washington*. 2008, vol. 110, no. 3, s. 647-667.
- ŠEFROVÁ, H. *Phyllonorycter robiniella* (Clemens, 1859) - egg, larva, bionomics and its spread in Europe (Lepidoptera, Gracillaridae). *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. 2002, vol. 50, no. 3, s. 7-12.
- TOLASZ, R.; MÍKOVÁ, T.; VALERIÁNOVÁ, A.; VOŽENÍLEK, V. Atlas podnebí Česka: Climate atlas of Czechia. 1. vyd. Praha: Český hydrometeorologický ústav, 2007. 255 s.
- VIDANO, C.; MARLETTO, F. *Parectopa robiniella* a new pest of *Robinia pseudoacacia* in Europe. In: International Apicultural Congress, 23d, Moscow, 1971 (Konference). 1972, s. 537-539.
- VÍTKOVÁ, M.; TONIKA, J.; VÍTEK, O. Stanovištní charakteristika akátových porostů na území Čech. Habitat characteristics of *Robinia pseudoacacia* stands in Bohemia. *Zprávy České Botanické Společnosti*. 2004, vol. 39, s. 139-153.
- VÍTKOVÁ, M. Péče o akátové porosty. *Ochrana přírody*. 2011, vol. 6, s. 7-12.
- VÍTKOVÁ, M. Management akátových porostů. Management of black locust stands. *Životné prostredie*. 2014, vol. 48, s. 81-87.
- VÍTKOVÁ, M.; PERGL, J.; SÁDLO, J. Black locust: from global ecology to local management—a case study from the Czech Republic. opportunities and challenges, In: KRUMM, F.; VÍTKOVÁ L. (eds.) *Introduced tree species in European forests: opportunities and challenges*. Freiburg: European Forest Institute. 2016, s. 306-318.

- VÍTKOVÁ, M; MÜLLEROVÁ, J.; SÁDLO, J.; PERGL, J.; PYŠEK, P. Black locust (*Robinia pseudoacacia*) beloved and despised: A story of an invasive tree in Central Europe. *Forest Ecology and Management*. 2017, vol. 384, s. 287-302.
- WEAVER, J. E.; DORSEY, C. K. Parasites and predators associated with five species of leaf-mining insects in black locust. *Annals of the Entomological Society of America*, 1965, vol. 58, no. 6, s. 933-934.
- WEAVER, J. E.; DORSEY, C. K. Larval mine characteristics of five species of leaf-mining insects in black locust, *Robinia pseudoacacia*. *Annals of the Entomological Society of America*. 1967, vol. 60, no. 1, s. 172-186.
- WEST VIRGINIA GEOLOGICAL AND ECONOMIC SURVEY. Geologic Map of West Virginia [online]. Morgantown: West Virginia Geological & Economic Survey, 2011 [cit. 10.03.2022]. Dostupné z: [http://: www.wvgs.wvnet.edu](http://www.wvgs.wvnet.edu)
- WHITEBREAD, S. E. *Phyllonorycter robiniella* (Clemens, 1859) in Europe (Lepidoptera, Gracillariidae). *Nota Lepidopterologica*. 1989, vol. 12, no. 4, s. 344-353.
- YANG, Z.; QIAO, X.R.; BU, W.J.; YAO, Y.X.; XIAO, Y.; HAN Y.S. First discovery of an important invasive insect pest, *Obolodiplosis robiniae* (Diptera: Cecidomyiidae) in China. *Acta Entomologica Sinica*. 2006, vol. 49, no. 6, s. 1050-1053.