

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

KATEDRA EKOLOGIE



**Potravní a ovipoziční preference herbivorního hmyzu: vliv
vlastností listů**

Feeding and oviposition preferences in herbivorous insects: the
importance of leaf traits

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Bakalant: Petra Choutková

Vedoucí práce: Ing. Michal Knapp, Ph.D.

2015

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra ekologie

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Petra Choutková

Aplikovaná ekologie

Název práce

Potravní a ovipoziční preference herbivorního hmyzu: vliv vlastností listů

Název anglicky

Feeding and oviposition preferences in herbivorous insects: the importance of leaf traits

Cíle práce

Cílem práce je vypracovat stručnou literární rešerši o vlivu vlastností listů hostitelské rostliny na preference herbivorního hmyzu při žíru a kladení vajíček. Během laboratorního experimentu bude zkoumán vliv poškození listů a velikosti listů olše lepkavé (*Alnus glutinosa*) a olše šedé (*Alnus incana*) na potravní a ovipoziční preference dvou druhů mandelínek (*Agelastica alni* a *Linaeidea aenea*).

Metodika

Literární rešerše bude vypracována na základě vědeckých článků vyhledaných pomocí databáze Web of Knowledge. Při laboratorním experimentu bude zkoumán vliv velikosti listů a aktuálního poškození listů olše lepkavé (*Alnus glutinosa*) a olše šedé (*Alnus incana*) na potravní a ovipoziční preference dvou druhů mandelínek (*Agelastica alni* a *Linaeidea aenea*). Broukům chovaným po párech v plastových krabičkách budou během preferenčního experimentu nabídnuty: A) dva listy stejného stáří, ale různé velikosti, B) dva listy přibližně stejné velikosti, ale lišící se plochou již poškozenou herbivorním hmyzem. Experiment bude zopakován pro všechny druhové kombinace (*A. incana* – *A. alni*; *A. incana* – *L. aenea*; *A. glutinosa* – *A. alni*; *A. glutinosa* – *L. aenea*). Vždy bude změřena plocha sežraného listu a zaznamenána případná poloha snůšky vajíček.

Doporučený rozsah práce

cca 30 stran textu + přílohy dle potřeby

Klíčová slova

Agelastica alni, Alnus glutinosa, Alnus incana, Linaeidea aenea, velikost listu, aktuální poškození listu

Doporučené zdroje informací

- Clancy KM, Price PW, Sacchi CF (1993): Is leaf size important for leaf-galling sawfly (Hymenoptera, Tenthredinidae). *Environmental Entomology* 22: 116-126.
- Giertych MJ, Jagodzinski AM, Karolewski P (2013): Spatial distribution of *Cynips quercusfolii* (Hymenoptera: Cynipidae) galls on leaves and within the crowns of oak trees. *European Journal of Entomology* 110: 657-661.
- Ikonen A (2002): Preferences of six leaf beetle species among qualitatively different leaf age classes of three Salicaceous host species. *Chemoecology* 12: 23-28.
- Wait DA, Coleman JS, Jones CG (2002): *Chrysomela scripta*, *Plagidera versicolora* (Coleoptera: Chrysomelidae), and *Trichoplusia ni* (Lepidoptera: Noctuidae) tracks specific leaf developmental stages. *Environmental Entomology* 31: 836-843.
- Yamawo A, Suzuki N, Tagawa J, Hada Y (2012): Leaf ageing promotes the shift in defence tactics in *Mallotus japonicus* from direct to indirect defence. *Journal of Ecology* 100: 802-809.

Předběžný termín obhajoby

2015/06 (červen)

Vedoucí práce

Ing. Michal Knapp, Ph.D.

Elektronicky schváleno dne 29. 10. 2014

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 6. 11. 2014

prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Děkan

V Praze dne 01. 04. 2015

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením Ing. Michala Knappa, Ph.D. a že jsem uvedla všechny literární prameny, ze kterých jsem čerpala.

V Praze

.....

Poděkování

Chtěla bych poděkovat rodině a přátelům za podporu a trpělivost a především svému školiteli Ing. Michalu Knappovi, Ph.D. za vstřícný přístup při tvorbě této práce. Dále bych chtěla poděkovat Barboře Chovancové a Qiongyan Liu za ochotnou pomoc při řešení problémů s programem na měření listů.

Abstrakt

Cílem této práce je vypracovat stručnou literární rešerši na téma potravní a ovipoziční preference herbivorního hmyzu. Dále byl proveden laboratorní experiment zkoumající preference mandelinkovitých brouků, konkrétně mandelinky olšové (*Linaeidea aenea*) a bázlivce olšového (*Agelastica alni*), pro listy různé velikosti a různého předchozího poškození. Ovipoziční a potravní preference jsou velmi častým tématem mnoha vědeckých prací. Publikované studie se však převážně zabývají velikostí stromů/rostlin, stářím nebo mírou ochlupení listů. Poškození bývá zkoumáno spíše v souvislosti s celkovou obranou rostliny (chemickou nebo mechanickou). Naopak v této práci je pozorována preference z hlediska jednotlivých listů (jejich velikosti a míry předchozího poškození herbivory).

Brouci a listy pro laboratorní experiment byli nasbíráni podél Bertinského potoka v západních Čechách na porostech olše lepkavé (*Alnus glutinosa*) a olše šedé (*Alnus incana*). Pokus byl proveden v polovině června roku 2014, přičemž pár brouků v plastové krabičce měl vždy na výběr ze dvou listů pocházejících ze stejného druhu olše, ale lišících se buď velikostí, nebo mírou předchozího poškození.

Předpokladem byla preference brouků pro velké listy (při výběru velký – malý list) a tento předpoklad byl také experimentálně potvrzen, jak u bázlivců, tak u mandelinek. Při výběru mezi zdravými a dříve poškozenými listy byla předpokládána preference pro zdravé listy. Analýza však ukázala pravý opak. Dále byla testována závislost síly preference žíru brouků na míře rozdílu ve velikosti dvou nabídnutých listů. A stejným způsobem byla pozorovaná závislost síly preference žíru na míře rozdílu u poškozených nabízených listů. Testy potvrdily závislost síly preference žíru u bázlivců na míře rozdílu ve vlastnostech listů všude kromě vlivu velikosti listu u *Alnus incana* a průkazný vliv míry rozdílu ve velikosti listů obou druhů olší na míru preference (žíru) mandelinky olšové.

V závěru byla ještě testovaná preference samic bázlivců a mandelinek při kladení vajíček na stejné kombinace listů jako při testování potravní preference. Byla zde zřejmá tendence samic klást na větší listy (2x více snůšek než na malých), ale přesto nebyl vliv velikosti listu ani jeho předchozího poškození pro mandelinku ani

bázelivce průkazný. Příčinou byl zřejmě celkově nízký počet nakladených (analyzovaných) snůšek.

Klíčová slova:

Agelastica alni, *Linnaeidea aenea*, *Alnus glutinosa*, *Alnus incana*, velikost listu, aktuální poškození listu, potravní preference, ovipoziční preference

Abstract

The aim of the first part of this study is to summarize a short literature review focused on feeding and oviposition preferences in herbivorous insects. The second part consists of the laboratory experiment investigating preference of chrysomelid beetles, *Agelastica alni* and *Linaeidea aenea*, for leaves of different sizes and different previous damage status. Oviposition and feeding preferences are very common topics for many scientific papers. However, published studies focused mainly on the effects of trees/plants size and age or degree of hairness of leaves. The effect of actual damage is examined only rarely.

Beetles and leaves for laboratory experiment have been collected along stream called „Bertinský potok“ in the western part of the Czech Republic on the stands of common alder (*Alnus glutinosa*) and grey alder (*Alnus incana*). The experiment was carried out in mid-June 2014. The couple of the beetles in plastic box had always choice of the two leaves of the same species, but with different size or different degree of damage.

It was assumed that beetles will prefer large over small leaves of the same species. This assumption was experimentally confirmed, both beetles *Agelastica alni* and *Linaeidea aenea* do so. In selecting between intact and damaged leaves of the same species we assumed preference for intact leaves over damaged ones. However, the preference was opposite. We also tested for the relationship between preference strength and the relative difference in investigated leaf trait (leaf size or leaf actual damage). All investigated relationships were significant with the exception of leaf size in *Alnus incana* for *Agelastica alni* and damage status in both alder species for *Linaeidea aenea*.

Finally we tested for preference of *Agelastica alni* and *Linaeidea aenea* females in laying eggs on the leaves of different size or different damage status. There was trend towards laying eggs on larger leaves (twice more clutches were on larger leaves). But the statistical tests were not significant. This was probably caused by low number of analysed clutches.

Key words:

Agelastica alni, *Linnaeidea aenea*, *Alnus glutinosa*, *Alnus incana*, leaf size, actual leaf damage, feeding preference, oviposition preference

Obsah

1. CÍL PRÁCE	12
2. ÚVOD	12
2.1 Definice herbivorie	13
2.2 Obrana rostlin	14
2.3 Reakce herbivorů	16
1.3.1 Morfologické adaptace	17
2.3.2 Potravní avoidance	17
2.3.3 Ovipoziční adaptace	17
2.3.4 Symbionti	18
2.4 Preference herbivorů	18
2.4.1 Ovipoziční preference	19
2.4.2 Potravní preference	21
2.5 Studovaný materiál	25
2.5.1 Mandelinkovití	25
2.5.2 Břízovité dřeviny	28
2.6 Nulové hypotézy	30
3. METODIKA.....	31
3.1 Časové a prostorové umístění experimentu	31
3.2 Data	32
3.3 Analýza dat	34
4. VÝSLEDKY	37
4.1 Potravní preference.....	37
4.1.1 T-testy	37
4.1.2 Lineární regrese	37
4.2 Ovipoziční preference	41
5. DISKUSE	44
5.1 Potravní preference	44
5.2 Ovipoziční preference	46

6. ZÁVĚR.....	48
7. POUŽITÁ LITERATURA	49
8. PŘÍLOHY.....	55

1. Cíl práce

Cílem této práce je vypracovat literární rešerši na téma potravní a ovipoziční preference herbivorního hmyzu a provést laboratorní experiment zkoumající preference bázlivce olšového (*Agelastica alni*) a mandelinky olšové (*Linnaeidea aenea*) k různě velkým a různě poškozeným listům olše lepkavé (*Alnus glutinosa*) a olše šedé (*Alnus incana*).

2. Úvod

Zelené rostliny jsou primárními producenty, kteří tvoří základní kámen potravní pyramidy v terestrických ekosystémech. Potravní pyramidou se rozumí spojení potravních řetězců (pasevně kořistnického a dekompozičního) v ekosystému. Ze sluneční energie rostliny vytváří biomasu, která slouží jako potrava pro býložravce (herbivory), ať už obratlovce či bezobratlé. Ty jsou následně potravou pro masožravce (karnivory), kteří stojí na vrcholu potravní pyramidy. Mrtvá těla těchto živočichů a rostlin se stávají součástí dekompoziční části řetězce, jehož produktem jsou minerální látky. Rostliny jsou také velmi důležitými organismy z toho důvodu, že díky nim je na Zemi kyslík, ale mají i další vlivy na okolní prostředí, např. zmenšují půdní erozi a ovlivňují klima (SLAVÍKOVÁ, 1986).

Díky absenci pohybového aparátu si rostliny vyvinuly několik náhradních způsobů ochrany před působením abiotického a biotického stresu. Rostliny pro svůj růst vyžadují přísun energie (světlo), vodu, uhlík a minerální živiny. Nedostatek těchto faktorů způsobuje abiotický stres, který je definovaný jako podmínky prostředí, které zpomalují nebo zastavují růst rostlin. Změny způsobené abiotickým stresem mohou být elastické (vratné) nebo plastické (nevratné; CRAMER a kol., 2011; SKIRY CZ a INZÉ, 2010). Např. při stresu z nedostatku vody dochází u rostlin, kromě zpomalení (a následnému zastavení) růstu, k rychlým změnám aktivity některých enzymů nebo ke zvýšení koncentrace kyseliny abscisové, která způsobuje zavírání průduchů. Tím dochází ke snížení rychlosti výměny plynů a v důsledku toho snížení rychlosti fotosyntézy a dýchání (PROCHÁZKA a kol., 1998).

Mezi biotický patří stres vyvolaný jinými organismy, např. hmyzem, obratlovci, různými patogeny. Reakcí rostlin na tento druh stresu jsou především morfologické adaptace (např. chlupy, trny, vosky) nebo chemické reakce (vypouštění sekundárních

metabolitů). Odpověď rostlin na stres závisí především na tom, v jaké je rostlina kondici a jak byla napadena (KARBAN a MYERS, 1989).

2.1 Definice herbivorie

Herbivorie je vztah mezi rostlinami a živočichy, kteří konzumují některé části rostlin a způsobují jí tím biotický stres. Zvýšená konzumace může v některých případech fatální důsledky, ale to především tam, kde byly ve větší míře napadeny již oslabené rostliny (PROCHÁZKA a kol., 1998). Živočichové, ať už hmyz či obratlovci, mohou konzumovat listy, kořeny, plody, semena, ale také sát šťávy či minovat – to platí pouze pro hmyz (BEGON a kol., 1997), čímž mohou vyvolat různé obranné reakce. Obranné mechanismy rostlin budou podrobněji rozebrány v následující části bakalářské práce. Napadení rostlin herbivory vede ke snížení biomasy a může způsobit i šíření virů a hub (PROCHÁZKA a kol., 1998). Někteří herbivoři přizpůsobují své životní cykly životním cyklům hostitelské rostliny (např. přezimováním v podobě vajíček místo dospělců) tak, aby došlo k časové synchronizaci doby olistění a maximálního žíru (SHINKAJI a kol., 1979).

Herbivory (neboli fytofágy) lze je rozdělit na monofágy, oligofágy a polyfágy. Monofágové se živí pouze jedním druhem hostitelské rostliny (v České republice je jich poměrně málo), patří sem např. nosatec *Pseudorchesstes purkynei* nebo nosatčík *Rhopalapion longirostre*. Oligofágové se živí rostlinami jednoho druhu, např. bázlivec *Pyrrhalta viburni*, který se živí na obou kalinách rostoucích na území ČR. Polyfágové si potravu příliš nevybírají, lze do této skupiny zařadit některé lalokonosce rodu *Otiorhynchus* nebo nosatce *Trachodes hispidus* (ŠPRYŇAR a STREJČEK, 2012).

Fytofágové se nezaměřují pouze na určitý druh nebo skupinu druhů, ale i na různé části rostlin, např. listy, meristémy, lodyhy, ovoce, pyl, med, květy, dřevo, kůru apod. Jednotlivé tkáně a orgány se významně liší obsahem živin. Kůra a dřevo obsahují velké koncentrace celulózy a ligninu, semena jsou zase bohatá na živiny a dusík. (BEGON a kol., 1997).

Tato práce je zaměřena na herbivorii především z pohledu bezobratlých živočichů, kteří jsou typickými r-stratégy. R-strategie je životní strategie, při které je brán důraz hlavně na rozmnožování. Jedná se o početné organismy malých rozměrů. Rodičovská investice je u těchto druhů minimální. To má za následek rychlý růst, ale

krátký život s nízkou konkurenceschopností a z toho vyplývající i vysokou mortalitou (PIANKA, 1970). Mortalita je dále regulována také nosnou kapacitou prostředí, tedy maximálním možným počtem jedinců, které je schopné dané prostředí uživit (CIHLÁŘOVÁ, 2007). U populací těchto živočichů se často objevují příznivá období, která jsou přerušována nepříznivými obdobími, a v důsledku toho značně kolísá hustota populace (BEGON a kol., 1997).

2.2 Obrana rostlin

Existuje mnoho studií zabývajících se interakcemi rostlin a herbivorů (např. BAUR a KOL, 1991; COPOLOVICI a kol., 2011; COPOLOVICI a kol., 2014; KARBAN a MYERS, 1989; REZNIK, 1991). Interakce z pohledu rostlin lze souhrnně nazvat vyvolanými odpověďmi („induced responses“). Jako vyvolanou odpověď lze považovat vyvolanou obranu či odolnost. Pokud odpověď rostliny na herbivorii zhorší preference herbivora nebo vývoj jeho potomstva, pak lze hovořit o vyvolané odolnosti („induced resistance“). Jestliže ale tato zhoršená preference/vývoj zlepší kondici rostliny, pak je řeč o vyvolané obraně („induced defence“; KARBAN a MYERS, 1989).

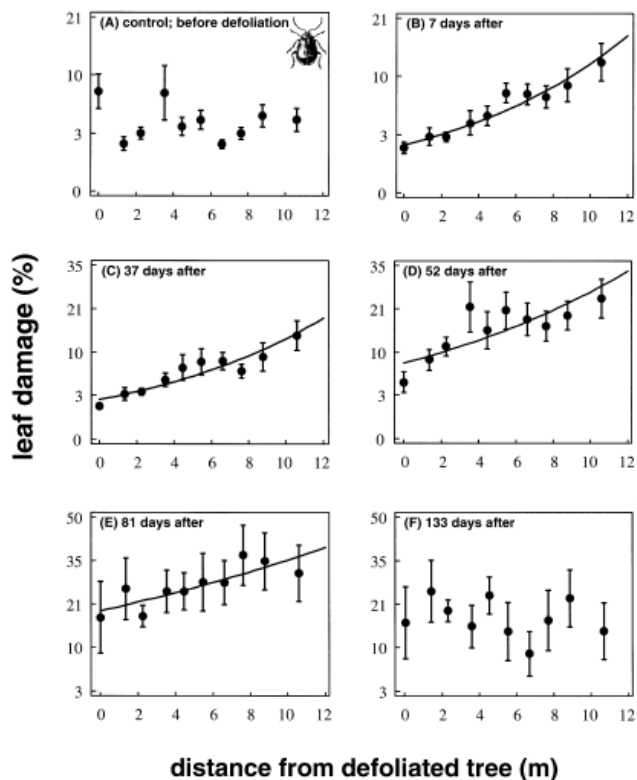
Rostliny se mohou bránit buď přímo tak, že samy reagují na daného jedince, nebo nepřímo, což znamená, že mohou např. uvolňovat specifické látky, které přilákají nepřítel herbivora (KARBAN a MYERS, 1989). Jak přímá, tak i nepřímá obrana může způsobit redukci snůšek, omezit potravní preference nebo úplně odlákat herbivora.

Listy pryšce rodu *Mallotus japonicus* (Euphorbiaceae) mění svou obranu podle stádia vývoje. Mladé listy (1 – 3 týdny) se brání proti herbivorům skrze přímé obranné mechanismy – trichomy a průzračné tečky. Středně staré listy (2 – 8 týdnů) využívající nepřímou obrannou taktiku – ze všech vylučovaných sekretů tvoří 85 % funkční rostlinné sekrety. Dalším způsobem nepřímé obrany je u pryšce produkce tzv. pearl bodies (YAMAWO a kol., 2012), což jsou 0,5 až 3 mm velké perličkovité útvary, které jsou tvořeny listovou pokožkou, řapíky nebo výhony a jsou bohaté na lipidy (O'DOWD, 1982). Počet těchto útvarů se měnil v průběhu stárnutí listů, přičemž největší počty byly zaznamenány mezi 3. a 5. týdnem (YAMAWO a kol., 2012).

ZANGERL a RUTLEDGE (1996) vedle vyvolané obrany definují ještě konstitutivní obranu, která se vyskytuje u často napadaných rostlin. Tyto rostliny uvolňují obranné látky nebo mechanické složky nepřetržitě. Pro rostlinu je to výhodné z toho důvodu, že zde není časová prodleva mezi napadením a vyvoláním odpovědi, kdy je rostlina zranitelná. Patří sem trny, chlupy (trichomy), ostny a vosky, ale také třeba kutikula, která je hydrofobní (částečně zamezuje klíčení spor) a odolná proti patogenům (SEDLÁŘOVÁ a LEBEDA, 2001)

Jako první přichází do kontaktu škodlivý hmyz s mechanickými a chemickými složkami povrchu listu (morfologické adaptace rostlin jsou velmi omezené). Výše zmiňované trny, vosky, žláznaté a nežláznaté trichomy jsou častým projevem mechanické obrany rostlin. První tři jmenované slouží k obraně spíše před obratlovcy, zatímco trichomy, což jsou chlupy vznikající z buněk pokožky rostlinných orgánů, znesnadňují pohyb a možnost dostat se k povrchu listu především u hmyzu menších rozměrů (HOWE a SCHALLER, 2008).

Rostliny mohou také uvolňovat obranné látky (sekundární metabolity). Tímto tématem se zabývalo nepřeberné množství prací (např. KARBAN a MYERS, 1989; DOLCH a TSCHARNTKE, 2000; TSCHARNTKE a kol., 2001). DOLCH a TSCHARNTKE (2000) se ve své práci zabývali vyvolanou obranou olše lepkavé (*Alnus glutinosa*) a mimo jiné i vnitrodruhovým přenosem signálů. Tyto signály slouží jako varování před herbivorem. Mechanická defoliace olší způsobila snížení preference bázlivce *Agelastica alni* jak u poškozené olše, tak u jedinců vyskytujících se v bezprostřední blízkosti (Obrázek č. 1).



Obrázek č. 1 - Vztah mezi mírou poškození listů bázlivcem *Agelastica alni* a vzdáleností jednotlivých stromů druhu *Alnus glutinosa* od ručně odlistěného stromu stejného druhu. Zdroj: DOLCH a TSCHARNTKE (2000)

V důsledku herbivorie bázlivce *A. alni* olšové listy vypouští řadu těkavých látek, např. monoterpeny, sesquiterpeny, homoterpeny, deriváty mastných kyselin a aromatické látky (methyl salicyláty, indoly). Zdravé stromy tyto látky neemitují (TSCHARNTKE a kol., 2001).

2.3 Reakce herbivorů

Vypouštění sekundárních chemických látek rostlinami způsobuje také změny u herbivorů. Tyto změny se projevují jak v potravní a ovipoziční preferenci, tak i morfologickými změnami, či mohou způsobit spojení herbivorů s různými symbionty (KARBAN a AGRAWAL, 2002). Mnoho hmyzích herbivorů začleňuje chemikálie z rostlin do svých vlastních tkání nebo žláz a tím získávají obranu proti predátorům a parazitům (DUFFEY, 1980). Příkladem může být práce, kterou vypracovali EISNER a MEINWALD (1995). Larvy můry *Utetheisa ornatrix* (Lepidoptera: Arctiidae) izolují pyrrolizidinové alkaloidy z hostitelských rostlin. V dospělosti je pyrrolizidinové alkaloidy chrání před predátory. Při páření samečci alkaloidy přesouvají do samičky společně se spermatoforem, ta ho doplní svým

vlastním alkaloidem a poté vše předá vajíčkům. Výsledkem je ochrana vajíček před predátory.

1.3.1 Morfologické adaptace

Příkladem morfologické adaptace může být ústní ústrojí u různých instarů martináčovitých (*Saturniidae*) a lišajovitých (*Sphingidae*) motýlů. Martináčovití, kteří svou potravu odřezávají, inklinovali spíše k starým, tvrdým a na tanniny bohatým listům. Pozdní instary martináčovitých mají čelisti krátké a bez zubů. Lišajovití naopak potravu odtrhnou a rozdrtí, čelisti mají delší, ozubené a hrbolaté. Listy, kterými se lišajovití živí, jsou měkčí, mladší a obsahují malé toxické molekuly (BERNAYS a JANZEN, 1988).

Pohybem brouků na površích rostlin se zabývali GORB a GORB (2003), přičemž bylo zjištěno, že mandelinka *Chrysolina fastuosa* (Coleoptera: Chrysomelidae) má ventrální stranu prvních tří článků končetin pokrytou štětínami, které jí umožňují snadnější pohyb a uchycení na částech rostlin pokrytých trichomy. Štětiny jsou dvojího typu. První typ má zakřivenou ostrou špičku, zatímco druhý typ má hřibovitý tvar. Špičaté štětiny jsou na druhém článku a na okrajích prvního a třetího článku končetiny. Hřibovité štětiny se nachází uprostřed prvního a třetího článku.

2.3.2 Potravní avoidance

Je zřejmé, že pokud rostlina produkuje obranné látky proti herbivorům, budou tyto jedinci orientovat žír na jiné části rostlin, popř. na úplně jiné rostliny. Rozhodující je, jestli dochází k produkci metabolitů pouze v místě napadení nebo systematicky i v nepoškozených částech rostlin. Obranné látky mohou být transportovány žílami nebo v podobě vzdušných signálů (HEIL a TON, 2008).

2.3.3 Ovipoziční adaptace

Emitované látky mají dle mého názoru významný vliv na přeorientování kladení vajíček herbivorů na jiné části rostlin, popř. na jiné rostliny. Snůšky se mohou lišit počtem, ale i velikostí snůšek a vajíček, jejich uspořádáním apod.

Velikost snůšky byla zkoumána na motýlovi *Paraleucoptera sinuella* (Lepidoptera: Lyonetiidae), jehož samičky kladly velké snůšky na velké listy topolu *Populus sieboldii*, zatímco na olších *Salix myiabeana* a *S. sachaliensis* kladly na listy

menších rozměrů menší snůšky. Velikost snůšky byla tedy signifikantně pozitivně korelována s velikostí listu (KAGATA a OHGUSHI, 2002).

Hálky větších rozměrů vyskytující se na větších listech vrb je jedna z predikcí, kterou testoval CLANCY a kol. (1993). Pokus byl prováděn na pilatce *Pontania* sp. (Hymenoptera: Tenthredinidae). Výsledky však průkazně nepotvrdily tuto hypotézu.

2.3.4 Symbionti

Mnoho herbivorů v sobě ukrývá a přenáší mikrobiální symbionty, kteří jim pomáhají využívat hostitelskou rostlinu efektivněji (např. při trávení částí rostlin, které by pro herbivory mohly být toxické; KARBAN a AGRAWAL, 2002). Houboví symbionti ve vnitřnostech červotoče *Lasioderma serricorne* využívají řadu rostlinných allelochemických látek jako zdroj uhlíku a produkují detoxifikační enzymy v reakci na další potenciální toxiny. Z tohoto příkladu vyplývá, že symbionti mohou zlepšit vyživování a využití rostlin herbivory poskytováním živin, trávením a detoxikací (DOWD, 1991).

Více agresivní strategie zahrnují tzv. „očkování“ hostitelů mikroby, které mobilizují živiny či snižují obranu rostlin. Herbivoři (např. třásněnky, roztoči, brouci, stejnokřídílí), kteří přenáší rostlinné nemoci, mohou manipulovat rostlinami ku svému prospěchu skrz infekci. Tímto tématem se zabývali např. FERERES a kol. (1989) a BLUA a kol. (1994).

2.4 Preference herbivorů

Listy vytváří enormní škálu velikostí a tvarů. Herbivoři tedy mohou preferovat jak velké nebo malé listy, ochlupené nebo hladké, dospělé nebo mladé, či listy v různých částech koruny stromů.

Preference může být také ovlivněna velikostí samotné rostliny. Mandelinka *Cassida canaliculata* (Coleoptera: Chrysomelidae) preferuje v terénu velké jedince pro ovipozici. Důvodem je pravděpodobně vyšší obsah dusíku v listech větších rostlin. Při pokusu prováděném v laboratorních podmínkách byl pozorován rychlejší růst larev na listech velkých rostlin. Předpokládá se, že rychlejší vývoj larev je pro potomstvo výhodnější (HEISSWOLF a kol., 2005).

2.4.1 Ovipoziční preference

Bázlivec *Agelastica alni* klade svá vajíčka ve většině případů na abaxiální (spodní) stranu listů (URBAN, 1999). Prvním kritériem pro kladení vajíček je dle mého názoru vybrání správné lokality (např. zdravý vzrostlý strom či strom, nacházející se na místě s maximálním ranním slunečním svitem apod.). Poté přichází na řadu výběr vhodného místa v rámci jednoho jedince. Prostorovým rozložením hálek žlabatky *Cynips quercusfolii* (Hymenoptera: Cynipidae) se zabývali GIERTYCH a kol. (2013) na listech a v korunách dubů. Nerozhodovala výška stromů, nýbrž pozice listu v horní nebo dolní části koruny. Žlabatky umísťovaly své háčky spíše v horní části koruny.

2.4.1.1 Různá velikost listů

Velikost listu je rozhodujícím faktorem u brouků, kteří mají za cíl úspěšné vylíhnutí vajíček a dobrý vývoj larev. Někdy se může zdát, že si samičky záměrně vybírají určitou velikost listu pro ovipozici, ve skutečnosti však častěji rozhodují jiné faktory, např. vhodnost listu pro vývoj potomstva. Tímto tématem se zabývali GRIPENBERG a kol. (2007).

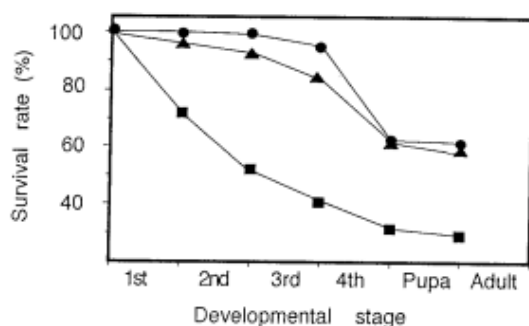
CLANCY a kol. (1993) zkoumali preference samiček pilatky *Pontania* sp. (Hymenoptera: Tenthredinidae) k různě velkým listům. Jejich práce nepodpořila hypotézu, že si samičky pilatky vybírají větší listy pro ovipozici. Dále bylo sledováno, jak se liší přežívání larev na velkých a malých listech. Mortalita larev pilatky se nepřímo vztahovala k velikosti listu, protože velkých listech byly častěji predovány jejich přirozenými nepřáteli (blanokřídlými *Eurytoma fossae* a motýly *Batrachedra striolata*). Vyšší míra přežití byla tedy na menších listech.

U žlabatky *Cynips quercusfolii* (Hymenoptera: Cynipidae) byly listy s háčkami větší než listy bez hálek. Dalším faktorem ovlivňujícím ovipozici žlabatky byla orientace listu v dolní nebo horní části koruny stromu s tím, že dávaly přednost více listům ve vrchní části koruny. V neposlední řadě bylo zkoumáno, kterou část jednotlivých listů žlabatky upřednostňují. Důležitým faktorem byl okraj listu. Háčky se nacházely vždy v přibližně stejné vzdálenosti od okraje. Dále byl prokázán významný vliv žilek. Orientace hálek byla převážně na hlavních či postranních žilách spodní strany listu (GIERTYCH a kol., 2013). Tato studie byla realizována v Polsku na porostech dubu letního (*Quercus robur*).

2.4.1.2 Různé stáří listů

Mandelinka *Plagioderia versicolora* (Coleoptera: Chrysomelidae) klade vajíčka na listy vrb. Ve volné přírodě nebyl počet vajíček ve snůšce závislý na velikosti listu a na jeho pozici na stromě. V laboratorních podmínkách si samičky vybíraly mladé listy pro kladení vajíček. Vývoj larev živících se na mladých listech byl v laboratoři rychlejší, zatímco ve volné přírodě byla úmrtnost vajíček větší na mladých listech (KING a kol., 1998).

HAYASHI a kol. (1994) rozdělili listy pelyňku japonského (*Artemisia princeps*) do tří kategorií - mladé, zralé a stárnoucí. Zralé listy byly nejvhodnější pro délku života a plodnost samiček mandelinky *Chrysolina aurichalcea* (Coleoptera: Chrysomelidae), přestože mandelinky spíše preferovaly mladé listy. Doba dospívání larev byla na mladších listech výrazně kratší, zatímco když se živily stárnoucími listy, růst se naopak zpomalil a mortalita vzrostla (viz Obrázek č. 2).



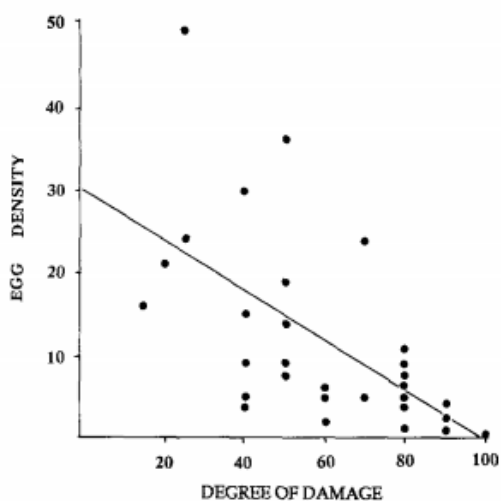
Obrázek č. 2 – Srovnání křivek přežívání kukel mandelinky *Chrysolina aurichalcea* živících se na listech různého stáří: horní křivka představuje mladé, prostřední zralé a spodní stárnoucí listy. Zdroj: HAYASHI a kol. (1994)

2.4.1.3 Napadení rostlin

ANDERSON a ALBORN (1999) se zabývali vlivem chemické obrany bavlníku *Gossypium hirsutum* na ovipoziční chování a vývoj larev motýla *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera: Noctuidae). U rostlin různého věku byla pozorována ovipoziční preference samiček motýla na zdravých rostlinách a rostlinách napadených 3. – 4. či 6. larválním stadiem motýlů stejného druhu. Motýlí samičky u menších rostlin preferovaly napadené rostliny (v 72 % případů), zatímco u velkých rostlin se projevila preference nepoškozených rostlin v 69 % případů. Důvodem může být odlišné stáří rostlin. Když dostaly na výběr mezi mechanicky poškozenými

a nepoškozenými rostlinami, preference se neprojevila. Z tohoto výzkumu tedy vyplývá, že si herbivoři záměrně vybírají rostliny, které budou pro ně samé a tedy i jejich potomstvo bezpečné.

Vlivem poškození rostliny na ovipozici se zabýval REZNIK (1991). Studovaným materiálem byla mandelinka *Zygogramma suturalis* (Coleptera: Chrysomelidae) na ambrózii *Ambrosia artemisiifolia*. Ve výběrových testech *Z. suturalis* dávala přednost pro kladení vajíček nepoškozeným jedincům. Při pokusu byly samičkám *Z. suturalis* podávány ke konzumaci pouze poškozené rostliny, docházelo ke zmenšování počtu nakladených vajíček a u některých jedinců k úplnému zastavení ovipozice (Obrázek č. 3).



FAETH (1985) se zabýval mimo jiné výběrem vhodné velikosti listu pro potravu u minujícího hmyzu *Stilbosis juvantis* (Lepidoptera: Cosmopterigidae) na listech dubů. U *S. juvantis* hlavním faktorem ovlivňujícím výběr listu s největší pravděpodobnosti ale není velikost listu. Tento druh minujícího hmyzu konzumuje relativně malé plochy jednotlivých listů, proto je nepravděpodobné, že by limitujícím faktorem byla velikost listové plochy. Výběr podle velikosti listu nastává pouze tehdy, když jsou abundance hmyzu vysoké natolik, že jsou nuceni obsadit listy současně s jiným hmyzem.

Preferenci k různě velkým listům studovala také BOGACHEVA (1994). Studovaným materiálem byly dva druhy hmyzu s rozdílnou potravní fenologií - nosatec *Polydrusus ruficornis* (Coleoptera: Curculionidae) živící se na bříze pýřité (*Betula pubescens*) převážně v létě a mandelinka *Gonioctena pallidus* (Coleoptera: Chrysomelidae) provádějící žír na vrbě bobkolisté (*Salix phylicifolia*) na jaře. Různá distribuce listů na dlouhých výhonech břízy a vrby vytváří dojem, že *Polydrusus ruficornis* diskriminuje velké listy a *Gonioctena pallidus* naopak malé. Ve skutečnosti hlavním kritériem není velikost listu ale jeho stáří. Oba druhy mají tendenci žít se na mladých listech, ale velikost listu u břízy klesá od báze větve k vrcholu, zatímco u vrby vzrůstá. Oba druhy měly tendenci žít se koncovými listy na dlouhých větvích.

2.4.2.2 Stáří listů

Mladé listy obsahují větší množství primárních metabolitů (živin), ale jsou také mnohem více chráněny sekundárními metabolity, které slouží především k odpuzování herbivorů. Důsledkem tohoto poznatku je, že si brouci vybírají spíše staré listy, které jsou sice málo výživné, jsou ale také méně napadány jinými herbivory či škůdci (MEYER a MONTGOMERY, 1987). Na druhou stranu COLEY a kol. (2006) prokázali opak u larev několika druhů motýlů, jejichž růst probíhal rychleji na mladších listech z důvodu vyššího obsahu dusíku a vody. Rychlost růstu byla dále ovlivněna mírou specializace na určitou potravu. Růst larev specialistů byl výrazně rychlejší než u larev generalistů (Obrázek č. 4).

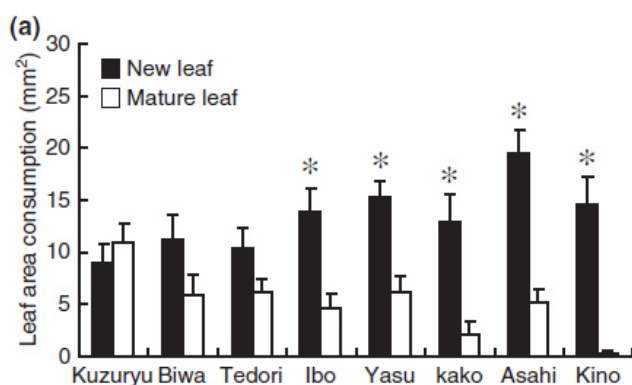


Obrázek č. 4 – Porovnání rychlosti růstu larev motýlů potravních specialistů a generalistů na různě starých listech. Zdroj: COLEY a kol., 2006

Šesti broukům z čeledi mandelinkovitých, mezi kterými se vyskytovala i *Agelastica alni*, byly nabídnuty různě staré listy topolu osiky (*Populus tremula* L.), vrby bobkolisté (*Salix phylicifolia* L.) a vrby pětimužné (*Salix pentaedra* L.). U všech těchto dřevin byl prokázán větší obsah dusíku v mladých listech oproti starším. Topol osika a vrba pětimužná navíc obsahovaly více nízkomolekulárních sekundárních metabolitů, fenolických glukosidů. Naopak obsahovaly méně stravitelnost-snižujících polymerických fenolů, kondenzovaných tanninů než staré listy. Všechny druhy brouků preferovaly mladé listy ve všech testovaných kombinacích herbivor x hostitel. Z výsledků tedy vyplývá, že brouci dávali přednost mladým listům. Čtyři druhy brouků preferovaly mladé listy vrby bobkolisté navzdory vyšší koncentraci kondenzovaných tanninů. Obsah těchto látek tedy nejspíš není příčinou potravní preference, důležitější je pravděpodobně obsah dusíku (IKONEN, 2002).

Vlivem obsahu dusíku na preference herbivorů se zabýval také WAIT a kol. (2002). Tabák viržinský (*Nicotiana tabacum*) a topol bavlíkový (*Populus deltoides*) byly různě hnojeny dusíkem. Rostliny s většími dodávkami dusíku rostly rychleji a měly větší listovou plochu než rostliny s nižšími dodávkami dusíku. Potravní preference byly testovány na mandelinkách *Chrysomela scripta*, *Plagioderma versicolora* (Coleoptera: Chrysomelidae) a můře *Trichoplusia ni* (Lepidoptera: Noctuidae). Všechny zkoumané druhy dávaly přednost mladým (ale již velkým) listům hostitelských rostlin. Listy, které jsou těsně před plným rozvinutím, jsou vzdálenější od vrcholku větve.

Jiný experiment byl prováděn na různě starých listech vrb, přičemž studovaným broukem byla mandelinka *Plagiodera versicolora* (Coleoptera: Chrysomelidae). Byl zde signifikantní pozitivní vztah mezi potravní preferencí nových listů na 8 lokalitách (Obrázek č. 5; UTSUMI a kol, 2009).



Obrázek č. 5 – Konzumace nových a starých (zralých) listů ve výběrovém testu pro 8 japonských populací mandelinky *Plagiodera versicolora*. Zdroj: UTSUMI a kol (2009)

2.4.2.3 Napadení rostlin

Preference napadených či nepoškozených listů úzce souvisí obranným systémem rostlin, který byl popsán výše. Obsah dusíku v listech olše lepkavé (*Alnus glutinosa*) klesá s rostoucím poškozením listů larvami motýla *Cabera pusaria* (larvy se primárně živily na dusík bohatými mezižeberními plochami listu; COPOLOVICI a kol., 2011). Dalo by se tedy očekávat, že si brouci budou vybírat spíše nepoškozené listy.

Rozhodujícím faktorem nemusí být pouze obsah dusíku. Při herbivorním žíru olše lepkavé se uvolňují těkavé organické sloučeniny, které lákají přirozené nepřátele herbivorů (COPOLOVICI a kol., 2011). Dle mého názoru, klíčová je reakce samotných herbivorů na tyto sloučeniny – buď je tato látka odpuzuje, pak budou spíše preferovat nepoškozené listy, nebo je naopak látka bude přitahovat a preference bude opačná.

BOGACHEVA (1991) se zabývala preferencemi motýla *Epirrita autumnata* a nosatce *Phyllobius maculatus* na různě poškozených listech břízy pýřité (*Betula pubescens*). V laboratorních podmínkách byly motýlovi i nosatci nabídnuty vždy 2 poškozené a 2 zdravé (neokousané) listy podobné velikosti (sebrané ze stejné části

koruny stromu). Bylo zjištěno, že larvy motýla se živily jak na zdravých, tak na poškozených listech. Naopak nosatec preferoval poškozené listy. Příčinou mohou být rozdílné chemoreceptory u takto taxonomicky odlišných druhů nebo fakt, že motýli se živí listy během larválního stádia, zatímco nosatci v dospělosti.

2.4.2.4 Další vlastnosti listů

RIVERO-LYNCH a kol. (1996) studovali preference dřepčíka z rodu *Phyllotreta* vzhledem k různým tvarům listů kokošky pastuší tobolky (*Capsella bursa-pastoris*). Výsledkem bylo zjištění, že listy s hluboce vykrojenými okraji byly mnohem více poškozeny, jak u experimentálních rostlin, tak u rostlin rostoucích volně na louce. Více než vykrojení listů bude mít na preferenci zřejmě významnější vliv velikost listů. Bylo prokázáno, že vykrojenější listy mají větší listovou plochu. Dále byl zmíněn fakt, že listy s hluboce vykrojenými okraji se běžněji objevují v pozdní sezóně než celokrajné listy. Vykrojené listy také přežívají více než listy celokrajné a v neposlední řadě zde může být vliv orientace listu v rámci rostliny. U růžovitých rostlin se vykrojené listy častěji nachází v horních partiích rostlin.

Listové trichomy, jako faktor ovlivňující ovipozici a potravní chování, je téma, kterým se zabýval BAUR a kol. (1991). Samička bázlivce *Agelastica alni* preferovala pro kladení vajíček lysé listy před chlupatými, ale většina vajíček (65 %) byla umístěna na hladké stěny plastových krabiček. Při výběru mezi ochlupeným a oholeným listem, byla evidentní potravní preference oholených listů jak u dospělců, tak u larev. Při srovnání oholených a přirozeně hladkých listů si brouci spíše vybírali přirozeně hladké listy. Konzumace mladých listů olší larvami a dospělci bázlivce olšového způsobují vyšší produkci listových trichomů u olší. Tato práce tedy potvrzuje fakt, že napadení rostlin herbivory vyvolává mechanickou obranu rostlin formou listových trichomů.

2.5 Studovaný materiál

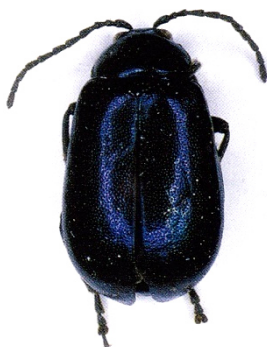
2.5.1 Mandelinkovití

Laboratorní experiment popsany níže byl prováděn na broucích z čeledi mandelinkovitých (*Chrysomelidae*). Tato čeleď má několik podčeledí, např. *Chrysomelinae*, *Galerucinae*, *Cryptocephalinae*. Jsou to převážně oligofágní herbivorní brouci (někdy až monofágní). Listy rostlin tvoří hlavní složku potravy, během žíru většinou pohlavně dospívají. Nejobsazovanějšími čeledmi živných

rostlin jsou rostliny brukvovité (*Brassicaceae*) a vrbovité (*Salicaceae*). Patří sem několik vážných zemědělských a lesních škůdců, např. dřepčící (*Alticinae*). Bázlivec olšový, *Agelastica alni* (Linnaeus, 1758), je z podčeledi Galerucinae a mandelinka olšová, *Linnaeidea aenea* (Linnaeus, 1758), z podčeledi Chrysomelinae (KŘÍSTEK a URBAN, 2013).

2.5.1.1 Bázlivec olšový (*Agelastica alni*)

Bázlivec olšový je asi 5,5 - 7,5 mm velká mandelinka, která má poměrně dlouhá, černá, nitkovitá tykadla (přibližně rovná polovině délky těla) a kovově lesklé tmavě černomodré, fialové nebo zelenomodré zbarvení (Obrázek č. 6). Larvy (Obrázek č. 7) jsou protáhlé, černé s nádechem do zelena, dlouhé až 12 mm (KŘÍSTEK a URBAN, 2013).



Obrázek č. 6 – Bázlivec olšový (*Agelastica alni*). Zdroj: KŘÍSTEK a URBAN (2013)

Brouci přezimují ve stádiu dospělce. Přezimující jedinci se na jaře (od dubna do května) pohybují ze svých zimních útočišť (trhliny v kůře, lesní hrabanka) ke korunám stromů. Samičky kladou vajíčka obvykle na spodní stranu listů. Larva se objevuje o 12 – 17 dní později. Larvy po vylíhnutí skeletují listy ze spodní strany (žilnatinu a epidermis nechávají neporušenou; KŘÍSTEK a URBAN, 2013).

Dospělci okusují listy většinou spíše v prostřední části listu. Konzumují i boční žilky a apikální část hlavní žíly listů. Největší spotřebu mívají loňští brouci v období rozmnožování. Spotřeba u samic je mnohem větší než u samců, což je dáno větší velikostí těla a energetickými výdaji spojenými s produkcí vajíček (URBAN, 1999).

Největší vliv na populační dynamiku má klima. Během dlouhého období dormance dochází k poklesu abundance dospělců. Mírné a vlhké počasí způsobuje extrémní vyhladovění brouků, kteří jsou následně napadáni houbou *Beauveria*

bassiana. Larvy někdy mohou být napadány houbou *Tarichium megaspermum* (SAMŠIŇÁKOVÁ a SAMŠIŇÁK, 1957).

Bázlivec olšový se vyskytuje po celé Evropě – ve Španělsku, Korsice, na Balkánském poloostrově, v Turecku ale i ve Skandinávii a Laponsku. Typickou potravou tohoto druhu je olše lepkavá a olše šedá. V případě holožirů olší může osidlovat břízu, lísku, habr, topol, vrbu či lípu (URBAN, 1999).



Obrázek č. 7 – Larva bázlivce olšového (*Agelastica alni*). Zdroj: HRDINA, 2010

2.5.1.2 Mandelinka olšová (*Linnaeidea aenea*)

Mandelinka olšová je 6 – 8 mm dlouhý, podélně oválný, kovově zelený, modrý či měďově červený brouk (Obrázek č. 8). Krovky jsou drobně tečkované (KŘÍSTEK a URBAN, 2013).

Brouci přezimují ve stadiu dospělce, stejně jako bázlivec, nejčastěji v opadaném listí, v povrchové vrstvě hrabanky či v mechu nebo nahnilých pařezech (URBAN, 2000). Ve střední Evropě ze zimovišť přelétají na hostitelské dřeviny obvykle koncem dubna a začátkem května. Vajíčka se vyskytují převážně na abaxiální straně listů, ve skupinách (průměrně 28 vajíček). V průběhu života vykladou 5 – 7 snůšek, což představuje okolo 175 vajíček. Brouci po skončení rozmnožování často hynou (KŘÍSTEK a URBAN, 2013).

Výskyt mandelinky olšové byl zaznamenán v Evropě od Španělska, Itálie, bývalé Jugoslávie a Bulharska přes střední Evropu do Skandinávie – hojná naleziště jsou ve středním a jižním Norsku, Švédsku a Finsku včetně Karélie a Laponska. V České republice je hned druhým nejhojněji zastoupeným druhem živícím se na olších

po bázlivci olšovém, oba druhy se často vyskytují na lokalitách společně (URBAN, 2000).

Mandelinky olšové jsou oligofágy (živí se oběma druhy olší). Občas se hromadně přemnožují a způsobují tak silné žíry až holožíry. Defoliaci dokážou snášet pouze zdravé olše na vhodných stanovištích, která jsou optimálně zásobována vodou (KŘÍSTEK a URBAN, 2013).



Obrázek č. 8 – Mandelinka olšová (*Linaeidea aenea*). Zdroj: KŘÍSTEK a URBAN (2013)

Přirozenými nepřáteli, kteří snižují populační hustoty v zimovištích, jsou převážně hmyzožravci (*Insectivora*), hlodavci (*Rodentia*), entomopatogenní houby a parazitické hlístice (*Nematoda*). Všechna stadia mandelinky jsou napadána kněžicovitými (*Pentatomidae*) a hmyzožravými ptáky (*Aves*). Slunéčkovití (*Coccinellidae*) napadají hlavně larvy a kukly (výjimečně i vajíčka). S bázlivcem olšovým mají podobný vývoj, tudíž pokud je to nezbytné, je možné oba druhy hubit společně (URBAN, 2000).

2.5.2 Břízovité dřeviny

Studovaným materiálem z říše rostlin byla olše lepkavá (*Alnus glutinosa*) a olše šedá (*Alnus incana*), které patří do čeledi břízovitých (*Betulaceae*). Rozšíření obou druhů olší během pozdní doby ledové a raného období holocénu potvrzuje jejich přítomnost během poslední doby ledové na jižních poloostrovech a na severně položených oblastech západní Evropy, v podhůří Alp, Karpatech a v severovýchodní Evropě. Když ledovce ustoupily, volná krajina začala být osidlována olšemi z několika regionálních refugií. Skandinávie byla s největší pravděpodobností osidlována olšemi severovýchodní evropské oblasti. V severních oblastech expanze postupovala synchronně, zatímco v jižní Evropě, Alpách a Karpatech odlišně na jednotlivých lokalitách (DOUDA a kol., 2014).

Oba druhy olší nejsou příliš náročné na obsah živin v půdě (s výjimkou velmi chudých rašelinišť). Semena se šíří vodou nebo větrem, což je omezeno pouze na blízkou plochu kolem mateřského stromu (McVEAN, 1953)

2.5.2.1 Olše lepkavá (*Alnus glutinosa*)

Olše lepkavá (*Alnus glutinosa*), běžně nazývána černou nebo evropskou olší, se vyskytuje především na vlhkých půdách podél vodních toků. Jsou to poměrně rychle rostoucí stínomilné dřeviny dorůstající výšky 12-15 m, ale mohou dorůst až 24 m. Kmen bývá široký asi 30-45 cm (GILMAN a WATSON, 1993).

Listy jsou jednoduché, okrouhlého tvaru. Poměrně výrazně se liší ve velikosti i v rámci jednoho stromu. Vyznačují se mírným ochlupením a lepkavým povrchem, který má své uplatnění při ochraně před predátory, jak již bylo zmíněno výše. Starší listy mívají tmavší barvu, zůstávají zelené až do opadu (GILMAN a WATSON, 1993). Lepkavé nejsou pouze listy, ale i letorosty a pupeny (MIZÍK, 2008).

Olše lepkavá je rozšířená po celé Evropě, na východě na západní Sibiři a v Malé Asii. V České republice se roztroušeně nachází na celém území (MIZÍK, 2008).

2.5.2.2 Olše šedá (*Alnus incana*)

Olše šedá (*Alnus incana*) osidluje spíše místa ve vyšších nadmořských výškách ale podobně jako olše lepkavá poblíž vodních toků, kde je větší vlhkost půdy. Jde o 6 – 20 m vysoký strom nebo keř s korunou vejčitého tvaru. Listy jsou také vejčitého tvaru s pilovitým okrajem, na povrchu spodní strany listu se nachází poměrně husté ochlupení. Listy, letorosty ani pupeny nejsou lepkavé (JAŠKOVÁ, 2008).

Rozšířená je i v Pobaltských zemích a ve Skandinávii. Během několika posledních desetiletí zde došlo k rapidnímu růstu početnosti olší šedých vzhledem k hospodářským změnám (rozpad SSSR způsobil drastický pokles zemědělské činnosti v 90. letech). Podobný trend lze pozorovat i v Lotyšsku a Litvě (AOSAAR a kol., 2012). Souvislé porosty se nachází ve střední, jihovýchodní, východní a severní Evropě, přičemž na jihu zasahuje po Albánii a Bulharsko. V České republice lze tento druh najít ve všech podhorských a horských oblastech. V nižších oblastech se často nachází podél vodních toků (JAŠKOVÁ, 2008).

2.6 Nulové hypotézy

Nulové hypotézy této práce jsou následující:

- I. U mandelinky olšové (*Linnaeidea aenea*) nebyl předpokládán rozdíl v preferenci mezi malými/velkými a okousanými/neokousanými listy zvláště u olše šedé (*Alnus incana*) a olše lepkavé (*Alnus glutinosa*).
- II. Stejná hypotéza jako (I) platí i pro bázlivce olšového (*Agelastica alni*).
- III. Neexistuje závislost síly preference žíru mandelinky olšové na míře rozdílu ve velikosti dvou nabídnutých listů a závislost síly preference žíru na míře rozdílu v poškození nabízených listů.
- IV. Stejná hypotéza jako (III) platí i pro bázlivce olšového.
- V. Samičky mandelinky olšové nedávají při kladení vajíček přednost velkým či malým listům a zdravým či dříve poškozeným listům.
- VI. Stejná hypotéza jako (V) platí i pro samičky bázlivce olšového.

3. Metodika

3.1 Časové a prostorové umístění experimentu

Experiment probíhal od 14. do 23. června roku 2014 v západních Čechách v obci Břízsko (okres Plzeň – sever), cca 8,5 km jihovýchodně od Kralovic. Lokalita byla vybrána především proto, že je nedaleko stanoviště obou druhů olší podél Bertinského potoka, který protéká přibližně 500 m severozápadně od obce (Obrázek č. 9). Nadmořská výška lokality je přibližně 350 m n. m.



Obrázek č. 9 - Topografická mapa zobrazující území, ve kterém byly sbírány listy olše lepkavé a olše šedé. Měřítko: 1:7560. Zdroj: <http://geoportal.gov.cz>

Pokus byl proveden celkem na 40 párech bázlivců olšových a 40 párech mandelínek olšových, kteří byli po dobu pokusu uloženi do plastových krabiček o rozměrech 180 x 130 x 80 mm. V průběhu pokusu několik brouků zemřelo a bylo nahrazeno novými, kteří byli průběžně sbíráni ve stejné oblasti, kde byly sbírány listy olší.

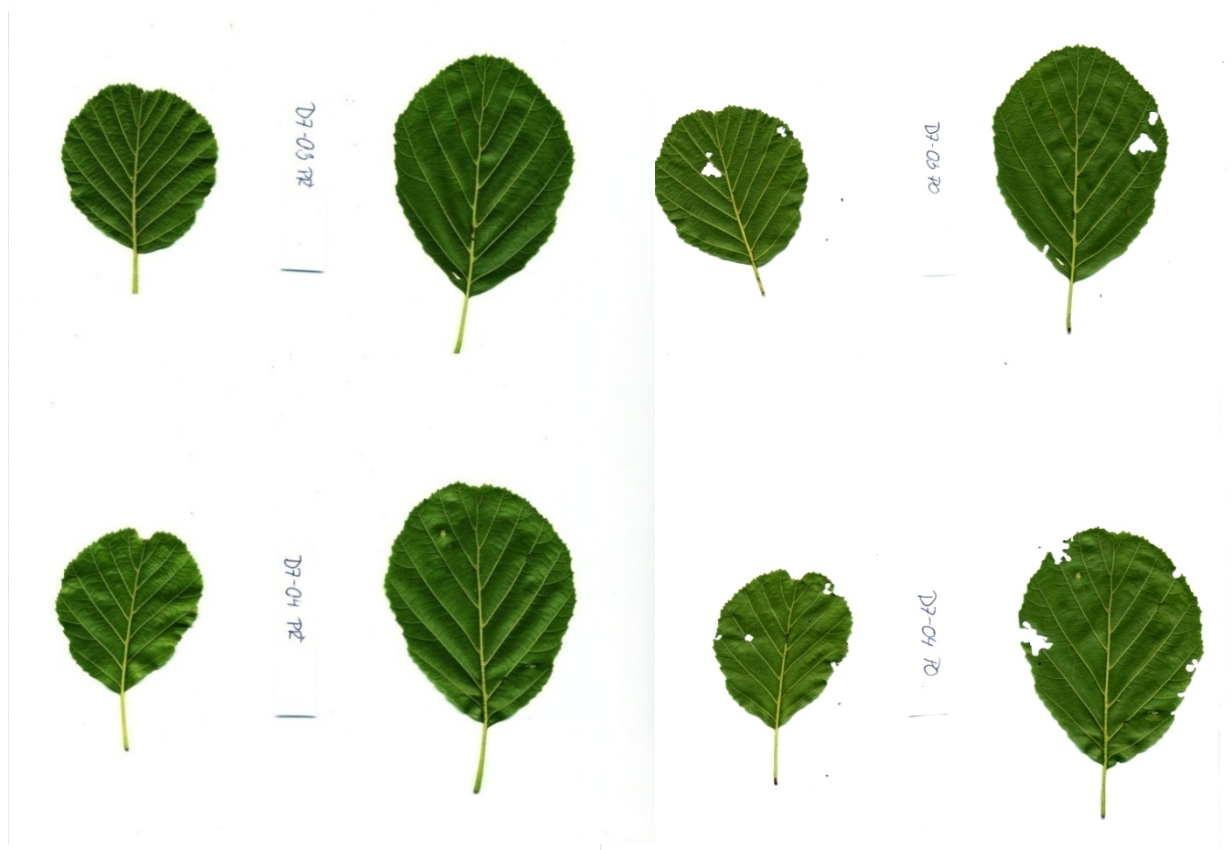
Dohromady pokus trval 9 dní, listy byly vyměňovány vždy po 24 hodinách. První den byly listy vloženy volně v plastových krabičkách a brouci tudíž neměli dobrý přístup k potravě (ke spodní straně listu). Tento den tedy nebyl do pokusu započítán. Další dny byly ve stěnách krabiček vytvořeny otvory, do kterých byly listy zasazeny tak, aby měli brouci přístup ke spodní straně. Listy byly broukům k dispozici 24 hodin, poté byly vyměněny. Dva dny byla testována preference mezi

velkými a malými listy a dva dny mezi celými a okousanými, což se ještě opakovalo zvlášť u obou druhů olší.

3.2 Data

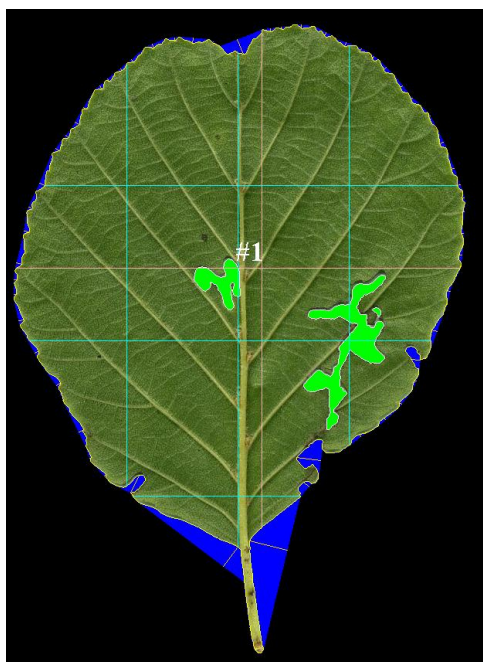
Každý den v dopoledních hodinách byly sesbírány různě velké/okousané listy olší, poté byly naskenovány s identifikačním číslem a vloženy do krabičky s příslušným číslem. Jednotlivé listy byly skenovány před a po expozici. Na každém skenu jsou vždy listy ze 2 krabiček (Obrázek č. 10 a 11). Následně byly tyto skeny přeměřeny programem LAMINA (Leaf shApe deterMINAtion; BYLESJÖ a kol., 2008), který měří plochu samotného listu ale také celkovou plochu listu včetně vykousaných částí (Obrázek č. 12). Před samotným měřením bylo nutné vložit kalibrační obrázek, který stanoví měřítko pro měření listů.

Takovéto skeny musely být připraveny pro měření. Každý list byl vyříznutý v programu Malování zvlášť, mnohdy musel být zvětšený kontrast obrázku, aby více vynikly vykousané plochy uvnitř listu, a program LAMINA je pak mohl lépe (přesněji) změřit. Dále byl upravený sken pojmenovaný tak, aby bylo poznat, o který den se jedná, o které číslo krabičky a zda se je to sken před či po podání broukům (např. D5_01_PR_M je označení pro sken malého listu olše šedé z pátého dne před expozicí, který byl vložen do krabičky s číslem 1). O jakého brouka se jedná, lze poznat podle čísla krabičky – v krabičkách 1 – 30 a 71 – 80 byli vždy bázlivci, v krabičkách 31 – 70 mandelinky. Pro dny 2 – 5 byla použita olše šedá, 6 – 9 olše lepkavá. U kombinace okousaný x neokousaný byl u okousaného listu před expozicí vždy od oka dokreslen okraj (Obrázek č. 13), aby bylo patrné, jak přibližně byl okousaný, než byl nabídnut broukům.



Obrázek č. 10 - vlevo: Ukázka skenu listů *A. glutinosa* před expozicí broukům

Obrázek č. 11 - vpravo: Ukázka skenu stejných listů jako na Obrázku č. 10 po expozici broukům



Obrázek č. 12 - Ukázka změřeného listu programem LAMINA. V případě odlomení části listu byly změřeny všechny části a hodnoty sečteny

3.3 Analýza dat

Výsledkem měření v programu LAMINA byly rozsáhlé tabulky s velkým množstvím dat. K této práci byly však využity pouze 2 sloupce s plochami listů. Sloupec „Area I“ vyjadřuje zelenou plochu listů bez vnitřních vykousaných částí. Druhý sloupec s názvem „Area II“ obsahuje plochy jak zelených částí listů, tak vnitřních vykousaných otvorů v listech. Z těchto dat byl dopočítán sloupec s názvem „rozdíl“ odečtením „Area I“ od „Area II“. Tento rozdíl představuje plochu, která již byla zkonzumována, než byly listy nabídnuty broukům.

Další sloupec s názvem „preference“ vyjadřuje rozdíl žíru na velkém listu a malém listu (vykousaná plocha velkého listu mínus vykousaná plocha malého listu). V případě, že „preference“ vyšla záporně, brouci vykousali větší plochu na malém listu. Stejným způsobem byla dopočítána „preference“ u dříve poškozených listů (vykousaná plocha okousaného listu mínus vykousaná plocha neokousaného). Záporná hodnota vypovídá o větším žíru na neokousaném listu.

Sloupec „plochy“ je rozdíl původní plochy malého listu od původní plochy velkého listu. Tento údaj slouží částečně ke kontrole, zda v průběhu skenování nedošlo k záměně malého listu za velký. U různě poškozených listů je to rozdíl původní plochy poškozeného listu a původní plochy zdravého (neokousaného) listu. U této kombinace listů často záporné hodnoty vychází. Ve většině případů je plocha dříve okousaného listu menší než neokousaného.

„Ozrano_ploch“ je další dopočítaný sloupec, který udává rozdíl v okousanosti původních listů (tedy „rozdíl“ velkého původního listu mínus „rozdíl“ malého původního listu; „rozdíl“ okousaného původního listu mínus „rozdíl“ neokousaného původního listu). „Ozrano_proc“ je rozdíl v procentuální okousanosti originálních listů. Informace o okousanosti listů má význam především pro porovnávání dříve poškozených listů, kde byly záměrně vybírány okousané listy. Dříve okousaným listům byl v programu Malování přibližně dokreslen odkousnutý okraj originálních listů, aby byla patrná míra poškození (Obrázek č. 13). U malých a velkých listů byla snaha sbírat zdravé listy, hodnoty sloupec „ozrano_proc“ se ve většině případů pohybují okolo nuly. Originálními listy jsou myšleny takové listy, které ještě nebyly podány broukům. Data jsou v této podobě již připravená pro analýzu v programu R (R CORE TEAM, 2013).



Obrázek č. 13 – V levé části je ztmavený sken listu a dokreslený okraj (v programu Malování). Jedná se o dříve poškozený list před expozicí broukům

V této práci byla vždy zvlášť testovaná preference mezi malými a velkými listy u *A. glutinosa* a *A. incana*, tyto preference byly testovány pomocí oboustranného párového t-testu. Testování bylo prováděno zvlášť pro bázlivce a mandelinky a zvlášť pro oba druhy olší. K testování vlivu velikosti listu na potravní preference byly tedy celkem provedeny 4 párové t-testy (2 druhy brouků x 2 druhy olší). Stejný postup (4x párový t-test) byl následně použit i pro porovnání preference brouků k žíru na zdravých či již dříve poškozených listů.

Ačkoli byla snaha vybírat pro testování přibližně stejně velké „velké“ listy a stejně malé „malé“ listy, přesto tato podmínka nebyla splněna stoprocentně. V další části proto bylo testováno, zda velikost plochy, kterou brouci zkonzumovali, závisí na vzájemném rozdílu ve velikosti listů porovnávaných uvnitř jedné krabice. Stejným způsobem byla určena závislost míry preference na rozdílu v okousání (poškození) listů před jejich expozicí v experimentu zkoumajícím preference brouků k žíru na zdravých či již dříve poškozených listech. K těmto analýzám byla použita metoda lineární regrese (celkem 8 modelů).

V závěru práce byla ještě testována preference kladení vajíček samičkami brouků na různě velké listy a na poškozené či zdravé listy. K tomuto účelu byl použit test

dobré shody (chí kvadrát test). Testy dobré shody byly provedeny samostatně pro všechny čtyři kombinace testovaných preferencí: bázlivec – velikost; bázlivec – okousanost; mandelinka – velikost; mandelinka – okousanost.

4. Výsledky

4.1 Potravní preference

4.1.1 T-testy

4.1.1.1 Olše šedá

Bázlivec olšový na olši šedé průkazně preferoval větší listy před malými ($t = 4,312$; $P < 0,001$). Při výběru mezi okousaným – neokousaným listem dával přednost okousaným listům olše šedé ($t = 2,501$; $P = 0,014$).

Preference mandelínek se příliš nelišily od preferencí bázlivců. Na olši šedé také dávaly přednost velkým listům ($t = 7,481$; $P < 0,001$). Při preferenci mezi okousaným - neokousaným listem preferovaly okousaný list ($t = 3,667$; $P < 0,001$).

4.1.1.2 Olše lepkavá

Na olši lepkavé bázlivci preferovali velké listy před malými ($t = 8,083$; $P < 0,001$) a okousané listy před neokousanými ($t = 4,024$; $P < 0,001$).

Mandelinky také dávaly přednost velkým listům olše lepkavé ($t = 9,300$; $P < 0,001$). Naopak při výběru mezi okousaným a neokousaným listem preference pro okousané listy průkazně nevyšla ($t = 1,578$; $P = 0,119$). Přesto mandelinky vykousaly větší plochu na dříve poškozených listech oproti neokousaným (Obrázek č. 15).

4.1.2 Lineární regrese

Lineární regrese byla testována závislost síly preference (velikost rozdílu v okousanosti dvou listů z jedné krabičky) na rozdílu ve velikosti listové plochy dvou porovnávaných listů. Stejným způsobem byla testována síla preference na velikosti rozdílu v procentuálním poškození plochy dvou listů z jedné krabičky v experimentu zkoumajícím preference k poškozeným či nepoškozeným listům. Lineární regrese byla prováděna odděleně pro bázlivce a pro mandelinky, pro olši lepkavou a olši šedou. Celkem tedy 4 modely pro preference pro velikost listů a 4 modely pro preference pro poškozenost listů.

4.1.2.1 Olše šedá

Síla preference pro větší listy olše šedé nebyla závislá na rozdílu velikosti nabízených listů pro bázlivce ($F = 0,071$; $P = 0,790$), ale pro mandelinky olšové byl nalezen pozitivní vztah mezi silou preference a rozdílem ve velikosti porovnávaných listů ($F = 9,391$; $P = 0,003$). Právý opak byl pozorován pro sílu preference v závislosti na rozdílu v okousanosti nabízených listů. Bázlivci silněji preferovali relativně více okousané listy ($F = 19,391$; $P < 0,001$), ale mandelinky olšové takovou reakci nevykazovaly ($F = 0,193$; $P = 0,662$).

4.1.2.2 Olše lepkavá

Při konzumaci listů olše lepkavé byla pro oba druhy brouků síla preference pozitivně vztažena k rozdílu ve velikosti srovnávaných listů (bázlivec: $F = 20,062$; $P < 0,001$; mandelinka: $F = 21,691$; $P < 0,001$). Síla preference průkazně rostla s rozdílem v okousanosti srovnávaných listů olše lepkavé pro bázlivce ($F = 7,544$; $P = 0,007$), ale nikoli pro mandelinku olšovou ($F = 0,382$; $P = 0,538$).

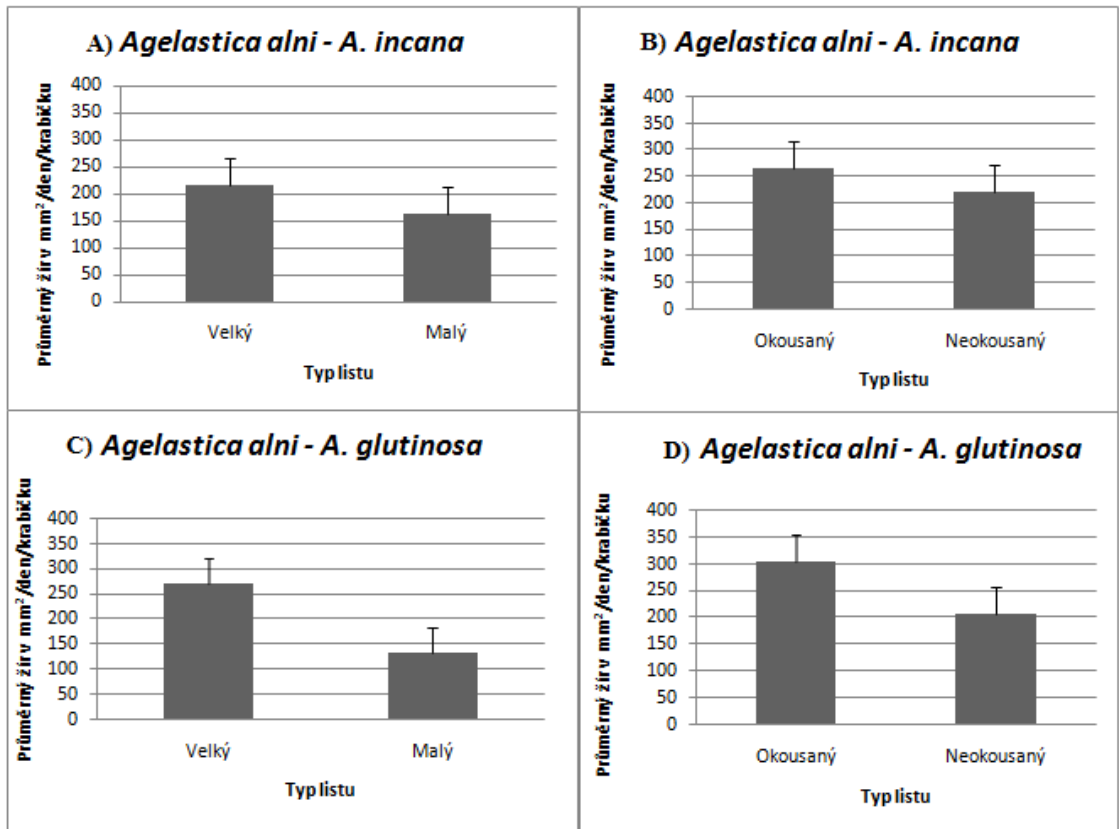
Všechny výše uvedené hodnoty jsou přehledně shrnuty v Tabulce č. 1.

Na Obrázcích č. 14 a 15 je 8 grafů, které srovnávají průměrný žír bázlivců a mandelinek vždy na stejném druhu dřeviny (pro každý druh brouka zvlášť). Každý sloupec představuje průměrný žír na krabíčku obsahující dva brouky (samce a samičku) za 1 den, kdy broukům byl nabídnut stejný typ listu. Tedy např. Obrázek 14 - A) znázorňuje průměrnou vykousanou plochu bázlivce olšového na velkých a malých listech olše šedé. V každém grafu je ještě znázorněna plusová směrodatná odchylka.

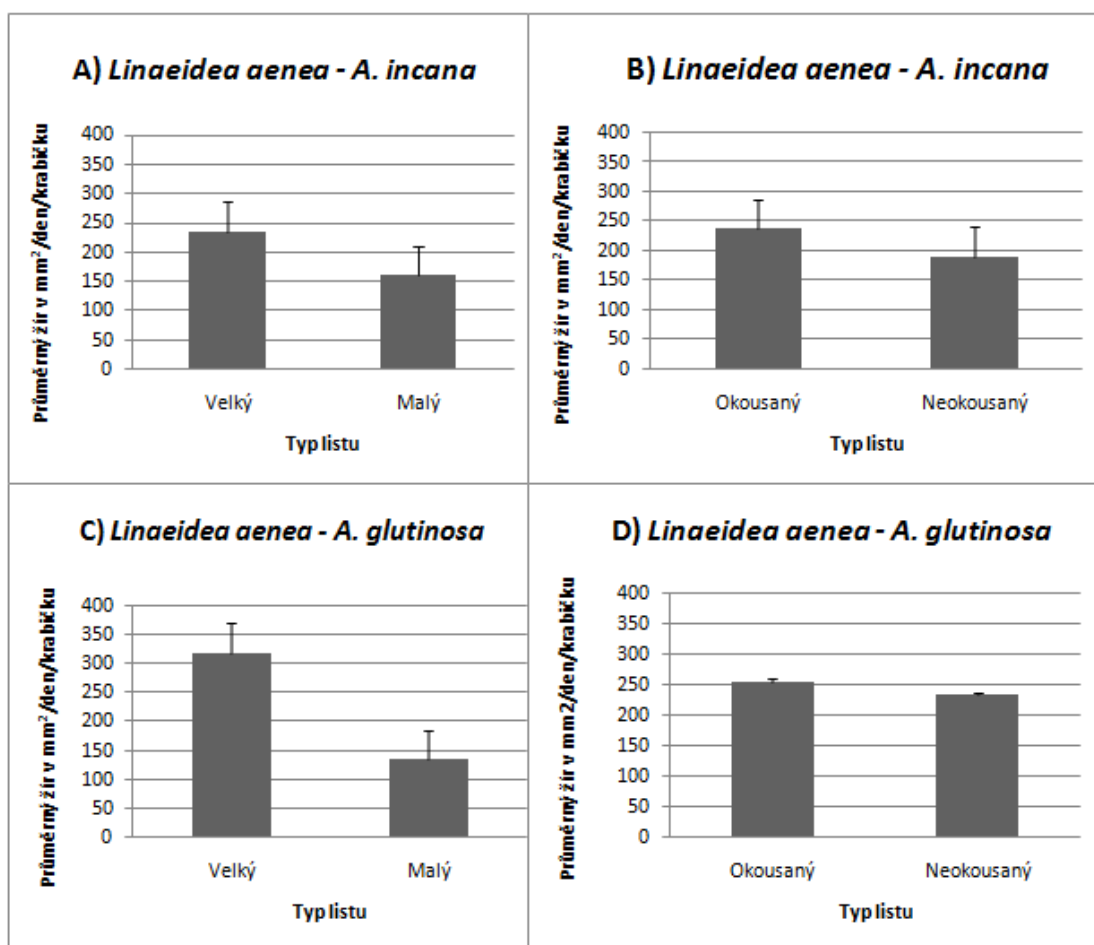
Z jednotlivých grafů je evidentní, že brouci vždy zkonsumovali průměrně větší plochu na větších listech při srovnání velký – malý list. Při srovnání okousaný – neokousaný list vždy průměrně zkonsumovali větší plochu na okousaných listech. Zkonsumované plochy jsou uváděny v mm^2 .

Tabulka č. 1 – Souhrnné hodnoty výsledků párových t-testů a regresních modelů. Průkazné testy jsou zvýrazněné tučně

Dřevina	Brouci	Proměnná	Průměrná preference	T-test		Regrese	
				t	P	F	P
Alnus incana	Bázlivci	Velikost	56,05	4,31	<0,001	0,07	0,790
		Okousanost	43,95	2,50	0,014	19,40	<0,001
	Mandelinky	Velikost	77,56	7,48	<0,001	9,39	0,003
		Okousanost	47,62	3,67	<0,001	0,19	0,662
Alnus glutinosa	Bázlivci	Velikost	159,74	8,08	<0,001	20,10	<0,001
		Okousanost	94,68	4,02	<0,001	7,54	0,007
	Mandelinky	Velikost	190,27	9,30	<0,001	21,69	<0,001
		Okousanost	35,08	1,58	0,119	0,38	0,538



Obrázek č. 14 – Srovnání průměrné zkonsumované plochy bázlivcem olšovým na listech olše šedé a olše lepkavé za 1 den, vždy znázorněno zvlášť pro velké vs. malé listy a pro okousané vs. neokousané listy



Obrázek č. 15 – Srovnání průměrné zkonsumované plochy mandelinkou olšovou na listech olše šedé a olše lepkavé za 1 den, vždy znázorněno zvlášť pro velké vs. malé listy a pro okousané vs. neokousané listy

4.2 Ovipoziční preference

Celkově samičky (obou druhů dohromady) nakladly od druhého do devátého dne výzkumu 83 snůšek na plochu listů (90 pokud počítáme i první den výzkumu). Na stěnu krabičky samičky nakladly 26 snůšek (32 pokud počítáme i první den výzkumu). Následující hodnoty budou uváděny již bez prvního (vyřazeného) dne experimentu.

Na listy olše šedé bylo dohromady nakladeno 38 snůšek, přičemž 15 na velké listy, 8 na malé listy, 9 na celé (zdravé) listy a 6 na okousané listy. Na olši lepkavé bylo nalezeno dohromady 45 snůšek, přičemž 17 jich bylo na velkých listech, 8

na malých listech, 9 na celých a 11 na okousaných listech. Počty snůšek jsou shrnuty v tabulce č. 2 a graficky znázorněny na Obrázku č. 16.

Ani jeden ze čtyř statistických testů nevyšel průkazně. Nebyla tedy odhalena průkazná ovipoziční preference pro velké či malé listy. Nebyla prokázána ani preference při výběru mezi okousaným a neokousaným (zdravým) listem. Výsledky chí kvadrát testů jsou shrnuty v tabulce č. 3.

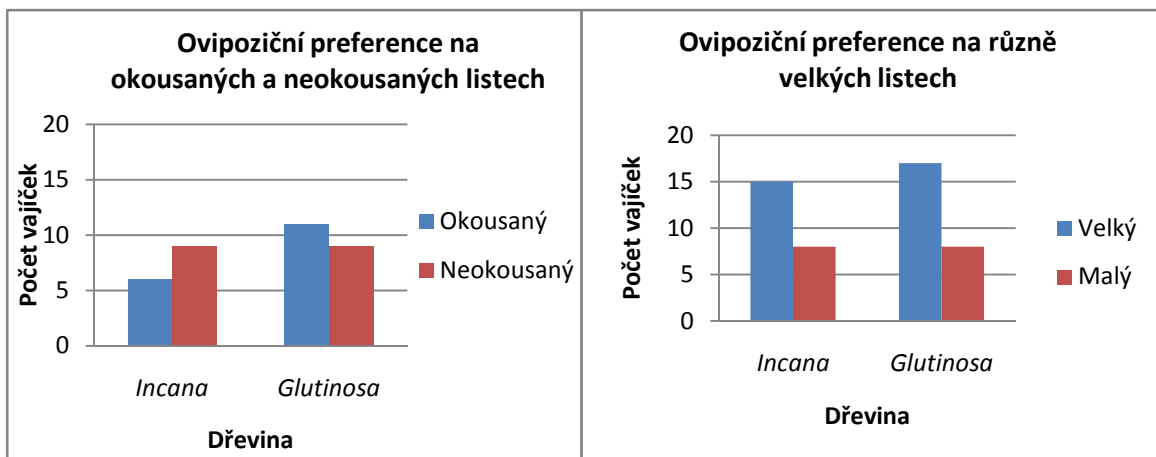
V analýzách sice nevyšla preference pro velké listy u obou druhů olší průkazně, je ale zřejmé, že jedním z důvodů, proč testy nebyly průkazné, je malé množství dat. P hodnota chí kvadrát testu u malých – velkých listů olše lepkavé vychází 0,072. Pokud bychom stejný chí kvadrát test provedli s dvojnásobným množstvím dat (tedy s 34 snůškami na velkých listech a 16 snůškami na malých listech), vychází P hodnota 0,011. Zde už by tedy ovipoziční preference velkých listů byla průkazná.

Tabulka č. 2 – Počty nakladených snůšek na jednotlivých typech listů olše lepkavé a olše šedé

	<i>Incana</i>	<i>Glutinosa</i>
Velký	15	17
Malý	8	8
Neokousaný	9	9
Okousaný	6	11

Tabulka č. 3 – Výsledné hodnoty chí kvadrát testů

		χ^2	p-value
<i>Alnus incana</i>	M-V	2.1304	0.1444
	O-N	0.6	0.4386
<i>Alnus glutinosa</i>	M-V	3.24	0.0719
	O-N	0.2	0.6547



Obrázek č. 16 – Počty vajíček bázlivců a mandelínek na různě velkých a různě okousaných listech olše šedé a olše lepkavé

5. Diskuse

5.1 Potravní preference

Velikost a fitness listu (a samozřejmě celé dřeviny) má podle mého názoru s největší pravděpodobností zásadní vliv na preference herbivorního hmyzu. Jedním z důležitých faktorů při výběru různě velkých listů je dle mého názoru velikost samotných brouků a tím pádem, zda bude listová plocha stačit jako potrava pro sebe a své potomstvo. Mohlo se tedy stát, že se malé listy z výběru velký-malý broukům nezdály dostatečně velké, tudíž svůj žír raději prováděli na velkém listu.

Výhodou velkých listů může být dle mého názoru větší pravděpodobnost úkrytu před predátorem, přesto v práci, kterou zpracovali CLANCY a kol. (1993), larvy pilatky *Pontania* sp. přežívaly více na menších listech, protože se na nich nachází méně přirozených nepřátel. Problematikou preference různě velkých listů se ve své práci zabývala také BOGACHEVA (1994), která ale odhalila spíše preference pro různě staré listy. Nosatec *Polydrusus ruficornis* si vybíral malé listy břízy pýřité a mandelinka *Gonioctena pallidus* naopak velké listy vrby bobkolisté. Analýza však prokázala, že oba druhy si vybírají koncové listy svých hostitelských dřevin na dlouhých větvích (tedy především mladé listy). V našem pokusu byla snaha vybírat listy stejného věku. Přesto se některé listy mohly věkově nepatrně lišit. Stáří listu u olše lepkavé lze poznat na dotek, kdy mladé listy bývají více lepkavé, lesklé, mají světlejší barvu. U olše šedé mladé listy často ještě nejsou plně rozložené (tvar připomíná harmoniku) a mají jasně zelenou barvu. S rostoucím věkem listy tmavnou a vyrovnávají se (MICHAL KNAPP, VI. 2014, in verb.).

V našem experimentu jak mandelinky, tak bázlivci prokázali potravní preference pro velké listy u olše šedé i olše lepkavé. Otázkou ale je, zda si brouci vědomě vybírali listy podle velikosti, nebo zda se živili na velkých listech častěji proto, že takové listy zabírají v plastové krabičce podstatně větší plochu, než listy malé. V takovém případě je tedy větší pravděpodobnost, že brouci začnou provádět žír na velkých listech, protože na něj „narazí“ dříve než na malý, který zabírá pouze malou plochu krabičky.

Při výběru mezi zdravými a okousanými listy jsme předpokládali jasnou preferenci pro zdravé listy. Hlavním důvodem jsou vylučované obranné látky rostlin při napadení (KARBAN a MYERS, 1989). Zdravé i okousané listy byly ale sbírány ze stromů, které vždy měly část listů již okousaných nebo napadených. Pokud rostlina vylučuje obranné látky komplexně, neměly by sekundární metabolity a jiné obranné látky mít vliv na preferenci herbivorů při výběru okousaný – neokousaný list. Jak zdravý, tak okousaný list z jednoho stromu by měly obsahovat stejné obranné látky. Preferenci zdravých listů jsme předpokládali z důvodu větší listové plochy, tedy dostatečný zdroj potravy. Zdravé listy jsou výhodnější i kvůli snadnějšímu pohybu brouků na listech (nemusí se vyhýbat vykousaným plochám při pohybu po listu, větší prostor pro naklazení vajíček).

Všichni brouci vykousali průměrně větší plochu na dřívě okousaných listech olše šedé i olše lepkavé. Pouze u mandelinek na olši lepkavé preference pro poškozené listy nevyšla průkazně. Preference brouků pro dřívě poškozené listy mohla být dána tím, že takové listy se mohou zdát chutné, pokud už na nich dřívě jiný herbivor provedl žír. Důvodem může být také rozdílná reakce herbivorů na emitované látky (BOGACHEVA, 1991). Z jakého důvodu mandelinky na olši lepkavé neprojevovaly preferenci pro okousané listy ani pro ty nepoškozené, však nebylo objasněno. Je možné, že v průběhu provádění pokusu došlo k chybě při sběru listů. Okousané listy mohly být sbírány ze stromu, který mohl být více napadený než jiné stromy, tudíž vylučoval větší množství obranných látek. Je ale málo pravděpodobné, že by z takového stromu byly sebrány pouze listy pro mandelinky a ne i pro bázlivce. Sběr probíhal najednou, k rozdělení listů do krabiček došlo vždy až před skenováním.

Jak již bylo zmíněno ve výsledcích, mandelinky a bázlivci konzumovali průměrně větší plochu listů na olši lepkavé. Důvodem může být například tenčí čepel listů u olše lepkavé oproti olši šedé, brouci tedy musí vykousat větší plochu, aby se zasytili. Olše lepkavé může také obsahovat méně živin, než olše šedá a pak je tedy také potřeba zkonzumovat větší plochu, aby byl živinový příjem vyrovnaný s olší šedou. Dalším důvodem, proč na olši šedé vykousali průměrně menší plochu, by mohlo být větší míra ochlupení listů, tedy větší mechanická obrana olše šedé.

Na potravní preference mohla mít vliv výška, ve které byly listy trhány. U olše šedé sběr probíhal na souvislém porostu. Jednotlivé dřeviny se příliš nelišily výškou

ani stářím. Při sběru však mohlo dojít k tomu, že jeden typ listu se původně nacházel v nižší části stromu a jiný naopak ve větší výšce. Tento fakt může mít vliv na obsah živin v listu a tedy na preferenci žíru brouků. Olše lepkavé tvořily v místě, kde byly sbírány, vyšší porosty, než u olše šedé. Listy byly sbírány jen v nejspodnější části koruny stromů.

Z výsledků lineární regrese vyplývá, že průkazně vyšla závislost preference na rozdílu ve velikosti u kombinací olše šedá – mandelinka, olše lepkavá – bázlivec, olše lepkavá – mandelinka. Závislost preference na rozdílu v okoušanosti vyšla průkazně u kombinace olše šedá – bázlivec, olše lepkavá – bázlivec. Závislost preference na rozdílu ve velikostech listů u obou druhů olší může vypovídat o tom, že mandelinky více vnímají rozdíly ve velikosti listu než bázlivci. Bázlivci mohou naopak více vnímat aktuální poškození listu. Rozdíly ve velikosti listů v rámci jedné krabíčky byly u olše lepkavé pravděpodobně větší než u olše šedé, což by mohlo vysvětlovat průkazné výsledky u obou druhů brouků.

5.2 Ovipoziční preference

Testy ovipoziční preference nepotvrdily, že by samičky brouků dávaly přednost velkým listům oproti malým, přestože téměř jednou tolik vajíček bylo nakladeno na velké listy oproti malým. Důvodem je malé množství dat způsobené nízkou ovipoziční aktivitou těchto druhů. Samičky bázlivce olšového za život nakladou přibližně 5 až 16 snůšek (URBAN, 1999). Průměrný počet snůšek je u samiček mandelinek olšových 5 až 7 (URBAN, 2000). Mnoho samiček obou druhů nenakladlo žádnou snůšku za celých 9 dní výzkumu a nemálo samiček obou druhů brouků nakladlo vajíčka na stěny plastových krabíček. Možnou příčinou malého počtu nakladených snůšek může být skutečnost, že k naklazení vajíček došlo krátce před sběrem brouků.

Studie ovipoziční preference na různě velkých listech, kterou se zabýval CLANCY a kol. (1993), nepotvrdila preference kladení vajíček pilatky *Pontania* sp. na plně vyvinuté velké listy vrby *Salix lasiolepis*. Oproti tomu POTTER a kol. (2012) zkoumal preference kladení vajíček motýla *Manduca sexta* (Lepidoptera: Sphingidae) na různě velkých listech durmanu *Datura wrightii*. Bylo potvrzeno častější kladení vajíček na středně velké a velké listy, zřejmě z důvodu lepší

dostupnosti těchto listů. Stejně tak GIERTYCH a kol. (2013), který mimo jiné testoval počty hálek na velkých listech, potvrdil přítomnost hálek žlabatky *Cynips quercusfolii* na větších listech dubů.

Stejně jako u potravních preferencí mohla mít na ovipozici vliv i pozice, ze které byly listy sesbírány. Například žlabatka *Cynips quercusfolii* dávala při tvorbě hálek na středně vysokých dubech přednost listům, které byly sebrány v horní části koruny (GIERTYCH a kol., 2013). V našem experimentu byly listy sbírány přibližně ze stejné výšky.

Při výběru mezi okousaným a neokousaným listem bylo nakladeno nepatrně více snůšek na neokousané listy olše šedé. U olše lepkavé naopak bylo nakladeno více snůšek na okousané listy. Předpokládali jsme preference kladení snůšek na neokousaných listech prakticky ze stejných důvodů jako u potravních preferencí (větší listová plocha pro samičky i potomstvo, snadnější pohyb po listu). Zdá se tedy, že v našem pokusu oba druhy brouků nedávaly přednost ani jednomu z těchto 2 typů listů.

6. Závěr

V této práci byly vyhodnoceny potravní a ovipoziční preference mandelinek a bázlivců olšových pro různě velké a různě poškozené listy, a to zvláště u olše šedé a olše lepkavé. Výsledky potvrdily předpokládané potravní preference mandelinek olšových k velkým listům jak olše šedé, tak olše lepkavé. Bázlivci olšovní také preferovali velké listy obou druhů olší. U různě poškozených listů bázlivci dávali přednost vždy poškozeným listům jak olše šedé, tak olše lepkavé. U mandelinek olšových vyšla průkazná preference pro poškozené listy jen u olše šedé. Preference pro více poškozené listy olše lepkavé průkazně nevyšly, přesto na těchto listech provedly mandelinky průměrně větší žír než na nepoškozených listech.

Výsledky lineární regrese, pomocí které došlo k testování závislosti síly preference žíru na míře rozdílu u různě velkých listů a různě poškozených listů, vyšly průkazně pro kombinace olše šedá – bázlivec – okousaný list, olše šedá – mandelinka – velký list, olše lepkavá – bázlivec – velký list, olše lepkavá – bázlivec – okousaný list a olše lepkavá – mandelinka – velký list. V ostatních případech závislost síly preference žíru na různě velkých a různě poškozených listech průkazně nevyšla.

Při testování ovipoziční preference byly testovány preference obou druhů brouků dohromady. Ani jeden z testů nepotvrdil průkaznou preferenci pro žádnou z kategorií listů, které jim byly nabídnuty. Hlavním důvodem byly pravděpodobně malé počty snůšek.

Tato práce tedy splnila svůj cíl, i když v oblasti ovipoziční preference by bylo vhodné provádět pokus po delší dobu, abychom získali větší množství dat, ze kterého by bylo možné vyvozovat jasnější závěry. Potravní i ovipoziční preferencí na různě velkých listech hostitelských dřevin se již zabývalo několik jiných prací. Ve většině případů ale bylo zjištěno, že hlavním kritériem je věk místo rozměrů listů. V našem pokusu se věk listů příliš nelišil, měly by tedy rozhodovat opravdu jen rozměry listů. Často studie zkoumaly preference minujícího hmyzu, který se svým způsobem života poměrně výrazně liší od mandelinek a bázlivců, kteří byli použiti pro náš výzkum.

7. Použitá literatura

ANDERSON P., ALBORN H., 1999: Effects on oviposition behaviour and larval development of *Spodoptera littoralis* by herbivore-induced changes in cotton plants. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 92: 45 – 51.

AOSAAR J., VARIK M., URI V., 2012: Biomass production potential of grey alder (*Alnus incana* (L.) Moench.) in Scandinavia and Eastern Europe: A review. *Biomass and Bioenergy* 45: 11 – 26.

BAUR R., BINDER S., BENZ G., 1991: Nonglandular Leaf trichomes as short-term inducible defense of the grey alder, *Alnus incana* (L.), against the chrysomelid beetle, *Agelastica alni* L. *Oecologia* 87: 219 - 226.

BEGON M., HARPER J. L., TOWNSEND C. R., 1997: Ekologie – jedinci, populace a společenstva. Vydavatelství Univerzity Palackého, Olomouc, 949 s.

BERNAYS E. A. a JANSEN D. H., 1988: Saturniid and sphingid caterpillars: two ways to eat leaves. *Ecology* 69: 1153 - 1161.

BLUA M. J., PERRING T. M., MADORE M. A., 1994: Plant virus-induced changes in aphid population development and temporal fluctuations in plant nutrients. *Journal of Chemical Ecology* 20: 691 – 707.

BOGACHEVA I. A., 1991: Repeated damage of leaves by phyllophagous insects: is it influenced by rapid inducible resistance? In Baranchikov Y. N., Mattson W. J., Hain F. P., Payne T. L. (Eds.), 1989: Forest insect guilds: Patterns of interaction with host trees. U. S. Department of Agriculture, Forest service, Siberia, 113 – 123.

BOGACHEVA I. A., 1994: Leaf size selection by insects: a phenomenon created by random sampling. *Oikos* 69: 119 – 124.

BYLESJÖ M., SEGURA V., SOOLANAYAKANAHALLY R. Y., RAE A. M., TRYGG J., GUSTAFSSON P., JANSSON S., STREET N. R., 2008: LAMINA: a tool for rapid quantification of leaf size and shape parameters. *BMC Plant Biology* 8: 82.

CIHLÁŘOVÁ Z., 2007: Nosná kapacita prostředí. Biological library, online: <http://www.biolib.cz/cz/glossaryterm/dir73/id4200/>, cit. 17. 11. 2014.

CLANCY K. M., PRICE P. W., SACCHI CH. F., 1993: Is leaf size important for a leaf-galling sawfly (Hymenoptera: Tenthredinidae)? *Environmental Entomology* 22: 116 – 126.

COLEY P. D., BATEMAN M. L., KURSAR T. A., 2006: The effect of plant quality on caterpillar growth and defense against natural enemies. *Oikos* 115: 219 – 228.

COPOLOVICI L., KÄNNASTE A., REMMEL T., NIINEMETS Ü., 2014: Volatile organic compound emissions from *Alnus glutinosa* under interacting drought and herbivory stresses. *Environmental and Experimental Botany* 100: 55 - 63.

COPOLOVICI L., KÄNNASTE A., REMMEL T., VISLAP V., NIINEMETS Ü., 2011: Volatile emissions from *Alnus glutinosa* induced by herbivory are quantitatively related to the extent of damage. *Journal of Chemical Ecology* 37: 18 – 28.

CRAMER G. R., URANO K., DELROT S., PEZZOTTI M. a SHINOZAKI K., 2011: Effects of abiotic stress on plants: a systems biology perspective. *BMC Plant Biology* 11: 163.

DOLCH R., TSCHARNTKE T., 2000: Defoliation of alders (*Alnus glutinosa*) affects herbivory by leaf beetles on undamaged neighbours. *Oecologia* 125: 504 - 511.

DOUDA J., DOUDOVÁ J., DRAŠNAROVÁ A., KUNEŠ P., HADINCOVÁ V., KRAK K., ZÁKRAVSKÝ P., MANDÁK B., 2014: Migration patterns of subgenus *alnus* in Europe since the last glacial maximum: A Systematic Review. *PLoS ONE* 9: 1 - 14.

DOWD P., 1991: Symbiont-mediated detoxification in insect herbivores. In Bardosa P., Krischik V. A., Jones C. G. (Eds.): *Microbial mediation of plant-herbivore interactions*. Willey and Sons, Inc. New York, 411 – 440.

- DUFFEY S. S., 1980:** Sequestration of plant natural products by insects. Annual Review of Entomology 25: 447 – 477.
- EISNER T., MEINWALD J., 1995:** The chemistry of sexual selection. Proceedings of the National Academy of Sciences USA 92: 50 - 55.
- FAETH S. H., 1985:** Host leaf selection by leaf miners: Interactions among three trophic levels. Ecology 66: 870 – 875.
- FERERES A., LISTER R. M., ARAYA J. E., FOSTER J. E., 1989:** Development and reproduction of the English grain aphid (Homoptera: Aphididae) on wheat cultivars infected with barley yellow dwarf virus. Environmental Entomology 18: 388 – 393.
- GEOPORTAL, 2015:** Základní mapa ČR 1:10 000. Online: <http://geoportal.gov.cz/web/guest/map>, cit. 24. 2. 2015
- GIERTYCH M. J., JAGODZIŃSKI A. M., KAROLEWSKI P., 2013:** Spatial distribution of *Cynips quercusfolii* (Hymenoptera: Cynipidae) galls on leaves and within the crowns of oak trees. European Journal of Entomology 110: 657 – 661.
- GILMAN E. F., WATSON D. G., 1993:** *Alnus glutinosa*: Common Alder. Online: <http://edis.ifas.ufl.edu/st070>, cit: 4. 2. 2015.
- GORB E. V., GORB S. N. (2003):** Attachment ability of the beetle *Chrysolina fastuosa* on various plant surfaces. Entomologia Experimentalis et Applicata 105: 13 – 28.
- GRIPENBERG S., MORRIËN E., CUDMORE A., SALMINEN J., ROSLIN T., 2007:** Resource selection by female moths in a heterogeneous environment: what is a poor girl to do? Journal of Animal Ecology 76: 854 – 865.
- HAYASHI Y., FUJIYAMA S., SUEKUNI J., 1994:** Life-cycle synchronization in *Chrysolina aurichalcea* (Coleoptera: Chrysomelidae) to its host *Artemisia princeps*: Effects of host-leaf age on survival. Applied Entomology and Zoology 29: 149 – 155.
- HEIL M., TON J., 2008:** Long-distance signalling in plant defence. Trends in Plant Science 13: 264 – 272.

HEISSWOLF A., OERMAIER E., POETHKE H. J., 2005: Selection of large host plants for oviposition by a monophagous leaf beetle: nutritional quality or enemy-free space? *Ecological Entomology* 30: 299 – 306.

HOWE G. A., SCHALLER A., 2008: Direct defenses in plants and their introduction by wounding and insect herbivores. In Schaller A. (Eds.): *Induced plant resistance to herbivory*. Springer, Germany, p. 7 – 29.

HRDINA V., 2010: *Agelastica alni* – bázlivec olšový. Biological library. Online: <http://www.biolib.cz/cz/image/id131398/>, cit. 3. 3. 2015.

IKONEN A., 2002: Preferences of six leaf beetle species among quantitatively different leaf age classes of three Salicaceous host species. *Chemoecology* 12: 23 – 28.

JAŠKOVÁ V., 2008: *ALNUS INCANA* (L.) Moench – olše šedá / jelša sivá. Online: <http://botany.cz/cs/alnus-incana/>, cit. 1. 12. 2014.

KAGATA H., OHGUSHI T., 2002: Oviposition stimuli for host plant recognition and clutch size determination in a leaf-mining moth. *Ecological Entomology* 27: 622 – 625.

KARBAN R. a AGRAWAL A. A., 2002: Herbivore offense. *Annual Review of Ecology and Systematics* 33: 641 – 664.

KARBAN R., MYERS J. H., 1989: Induced plant responses to herbivory. *Annual review of Ecology* 20: 331-348.

KING B. H., CROWE M. L., BLACKMORE M. D., 1998: Effects of leaf age on oviposition and on offspring fitness in the imported willow leaf beetle *Plagiodera versicolora* (Coleoptera: Chrysomelidae). *Journal of Insect Behavior* 11: 23 – 36.

KŘÍSTEK J., URBAN J., 2013: *Lesnická entomologie*. Academia, Praha, 448 s.

McVEAN D. N., 1953: Biological flora of the British Isles: *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. *Journal of Ecology* 41: 447 – 466.

MEYER G. A., MONTGOMERY M. E., 1987: Relationships between leaf age and the food quality of cottonwood foliage for the gypsy moth, *Lymantria dispar*. *Oecologia* 72: 527 – 532.

MIŽÍK P., 2008: *ALNUS GLUTINOSA* (L.) Gaertn. – olše lepkavá / jelša lepkavá. Online: <http://botany.cz/cs/alnus-glutinosa/>, cit. 20. 2. 2015.

O'DOWD D. J., 1982: Pearl bodies as ant food: an ecological role for some leaf emergences of tropical plants. *Biotropica* 14: 40 – 49.

PIANKA E. R., 1970: On r- and k- selection. *American naturalist* 104: 592 – 597.

POTTER K. A., BRONSTEIN J., DAVIDOWITZ G., 2012: Choice of oviposition sites by *Manduca sexta* and its consequences for egg and larval performance. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 144: 286 – 293.

PROCHÁZKA S., GLOSER J., HAVEL L., KREKULE J., MACHÁČKOVÁ I., NÁTR L., PRÁŠIL I., SLADKÝ Z., ŠANTRŮČEK J., ŠEBÁNEK J., TESAŘOVÁ M., VYSKOT B., 1998: Fyziologie rostlin. Academia Praha, 484 s.

REZNIK S. Y., 1991: The effects of feeding damage in ragweed *Ambrosia artemisiifolia* (Asteraceae) on populations of *Zygogramma suturalis* (Coleoptera, Chrysomelidae). *Oecologia* 88: 204 – 210.

RIVERO-LYNCH A. P., BROWN V. K., LAWTON J. H., 1996: The impact of leaf shape on the feeding preference of insect herbivores: Experimental and field studies with *Capsella* and *Phyllotreta*. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B Biological Sciences* 351: 1671 – 1677.

SAMŠIŇÁKOVÁ A., SAMŠIŇÁK K., 1957: Nepřátelé a nemoci zádumčivce olšového (*Agelastica alni* L.). *Lesnický časopis* 3: 317 – 322.

SEDLÁŘOVÁ M., LEBEDA A., 2001: Buněčné mechanismy podmiňující interakce rostlin a patogenů. *Živa* 5: 201 - 203.

SHINKAJI N., HAMAMURA T., ASHIHARA W., 1979: Seasonal development of *Pyrrhalta humeralis* (CHEN) (Coleoptera: Chrysomelidae), with

special references to the hatching time of overwintering eggs. Technical Bulletin of Faculty of Horticulture (Chiba University) 26: 67 – 73.

SKIRYCZ A., INZÉ D., 2010: More from less: plant growth under limited water. *Current Opinion in Biotechnology* 21: 197 – 203.

SLAVÍKOVÁ J., 1986: Ekologie rostlin. Státní pedagogické nakladatelství, Praha, 366 s.

ŠPRYŇAR P., STREJČEK J., 2012: Potravní vazby herbivorního hmyzu – nástroj pro hodnocení biotopů a krajiny. *Živa* 4: 200 – 202.

TSCHARNTKE T., THIESSEN S, DOLCH R. a BOLAND W., 2001: Herbivory, induced resistance, and interplant signal transfer in *Alnus glutinosa*. *Biochemical Systematics and Ecology* 29: 1025 – 1047.

URBAN J., 1999: Výsledky studie biologie a škodlivosti bázlivce olšového (*Agelastica Alni* L.) (Chrysomelidae, Coleoptera). Sborník Mendelovy zemědělské a lesnické univerzity v Brně. XLVII 5, 47 – 71.

URBAN J., 2000: Výskyt, biologie a škodlivost mandelinky olšové (*Linnaeidea aenea* L.). *Journal of Forest Science* 46: 468 – 484.

UTSUMI S., ANDO Y., OHGUSHI T., 2009: Evolution of feeding preference in a leaf beetle: the importance of phenotypic plasticity of a host plant. *Ecology Letters* 12: 920 – 929.

WAIT D. A., COLEMAN S. J., JONES C. G., 2002: *Chrysomela scripta*, *Plagioderma versicolora* (Coleoptera: Chrysomelidae), and *Trichoplusia ni* (Lepidoptera: Noctuidae) track specific leaf developmental stages. *Environmental Entomology* 31: 836 – 843.

YAMAWO A., SUZUKI N., TAGAWA J., HADA Y., 2012: Leaf ageing promotes the shift in defence tactics in *Mallotus japonicus* from direct to indirect defence. *Journal of Ecology* 100: 802 – 809.

ZANGERL A. R. a RUTLEDGE C. E., 1996: The probability of attack and patterns of constitutive and induced defense: a test of optimal defense theory. *The American Naturalist* 147: 599 - 608.

8. Přílohy

Tabulka č. 1 – Přehled nakladených vajíček za jednotlivé dny, v jednotlivých krabičkách zvlášť u mandelinek a zvlášť u bázlivců, odděleně na olši šedé a olši lepkavé

Krabičky/dny	2	3	4	5	6	7	8	9
1	NE	NE	NE	ANO	NE	NE	NE	NE
2	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
3	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4	NE	NE	NE	ANO	NE	NE	NE	NE
5	NE	ANO	NE	NE	NE	NE	NE	NE
6	ANO	NE	NE	NE	NE	ANO	NE	NE
7	NE	NE	ANO	NE	NE	NE	NE	NE
8	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
9	ANO	NE	NE	ANO	ANO	NE	NE	NE
10	ANO	NE	NE	NE	ANO	NE	NE	NE
11	NE	ANO	NE	NE	ANO	NE	NE	NE
12	NE	NE	NE	NE	ANO	NE	NE	NE
13	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
14	NE	ANO	NE	NE	NE	ANO	NE	NE
15	ANO	NE	NE	NE	NE	ANO	NE	NE
16	NE	NE	ANO	NE	NE	NE	NE	NE
17	NE	ANO	NE	NE	NE	NE	ANO	NE
18	ANO	NE	NE	NE	NE	NE	NE	ANO
19	NE	ANO	NE	NE	NE	NE	NE	ANO
20	NE	NE	ANO	NE	NE	NE	NE	NE
21	NE	NE	ANO	NE	NE	NE	NE	NE
22	NE	NE	NE	NE	NE	ANO	NE	NE
23	NE	NE	NE	ANO	NE	NE	NE	NE
24	ANO	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
25	NE	NE	NE	NE	ANO	NE	NE	NE
26	ANO	NE	NE	NE	NE	ANO	NE	NE
27	NE	NE	NE	NE	ANO	NE	NE	NE
28	ANO	NE	NE	NE	NE	NE	ANO	NE
29	NE	NE	ANO	NE	NE	NE	NE	NE
30	NE	ANO	NE	NE	NE	NE	ANO	NE
31	ANO	ANO	ANO	NE	NE	ANO	NE	NE
32	NE	ANO	NE	NE	ANO	NE	NE	NE
33	ANO	NE	NE	NE	NE	NE	ANO	NE
34	ANO	NE	NE	NE	ANO	NE	NE	NE
35	NE	NE	NE	ANO	NE	NE	NE	NE
36	ANO	NE	NE	NE	ANO	NE	NE	NE
37	NE	NE	NE	NE	NE	NE	ANO	NE
38	NE	NE	ANO	NE	NE	NE	NE	NE
39	NE	NE	NE	NE	ANO	NE	NE	NE

40	NE	NE	ANO	NE	NE	ANO	NE	NE
41	NE	ANO	NE	NE	NE	NE	ANO	NE
42	NE	NE	NE	NE	ANO	NE	NE	NE
43	NE	NE	NE	ANO	NE	NE	NE	NE
44	ANO	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
45	NE	ANO	NE	NE	NE	NE	NE	NE
46	NE	NE	ANO	NE	NE	NE	ANO	NE
47	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
48	NE	NE	ANO	NE	NE	NE	NE	NE
49	ANO	NE	NE	NE	NE	NE	ANO	NE
50	ANO	NE	NE	NE	NE	ANO	ANO	NE
51	ANO	NE	NE	ANO	NE	NE	NE	NE
52	NE	ANO	NE	NE	NE	NE	NE	ANO
53	NE	ANO	NE	NE	NE	NE	NE	ANO
54	ANO	NE	NE	NE	ANO	NE	NE	NE
55	ANO	NE	NE	ANO	NE	NE	NE	NE
56	NE	NE	NE	NE	ANO	NE	NE	NE
57	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
58	NE	NE	NE	NE	NE	NE	ANO	NE
59	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
60	ANO	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
61	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
62	NE	NE	NE	ANO	NE	NE	NE	NE
63	NE	NE	ANO	ANO	NE	NE	ANO	NE
64	NE	NE	NE	ANO	NE	NE	NE	NE
65	NE	ANO	NE	NE	NE	NE	NE	ANO
66	NE	ANO	NE	NE	NE	ANO	NE	NE
67	NE	NE	NE	NE	ANO	NE	NE	NE
68	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
69	NE	NE	NE	NE	ANO	NE	NE	ANO
70	NE	NE	NE	NE	ANO	NE	NE	NE
71	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
72	ANO	NE	NE	NE	NE	NE	ANO	ANO
73	NE	NE	NE	NE	NE	NE	ANO	NE
74	NE	NE	NE	NE	NE	NE	ANO	NE
75	NE	ANO	ANO	NE	NE	NE	NE	NE
76	NE	NE	ANO	NE	NE	NE	NE	NE
77	NE	NE	ANO	NE	NE	NE	NE	NE
78	NE	ANO	NE	NE	NE	NE	NE	NE
79	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
80	NE	ANO	NE	NE	NE	NE	NE	ANO

Vysvětlivky:

ANO	Přítomnost vajíček
NE	

Bázlivci
Mandelinky

A. incana V-M
A. incana O-N
A. glutinosa V-M
A. glutinosa O-N

Tabulka č. 2 – Sečtené počty snůšek na listech a na krabičkách

Dny	Na listu	Na krabičce
1	7	6
2	10	10
3	13	4
4	8	6
5	7	4
6	16	0
7	9	0
8	13	1
9	7	1

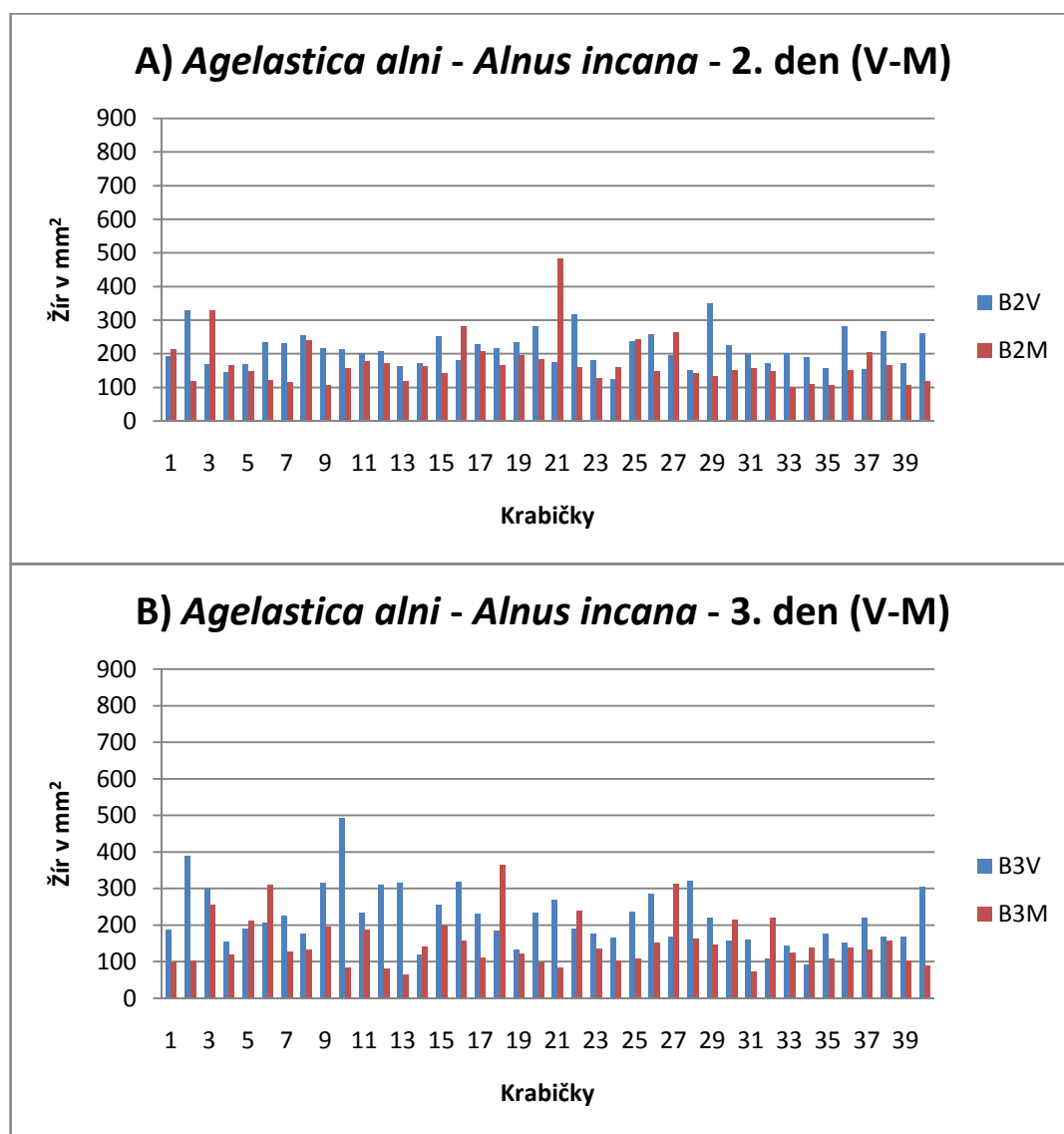
Tabulka č. 3 – Počty vajíček na jednotlivých typech listů v jednotlivé dny u olše šedé (*Alnus incana*)

Dny	Velký	Malý
2	6	4
3	9	4
	Celý	Okousaný
4	5	3
5	4	3

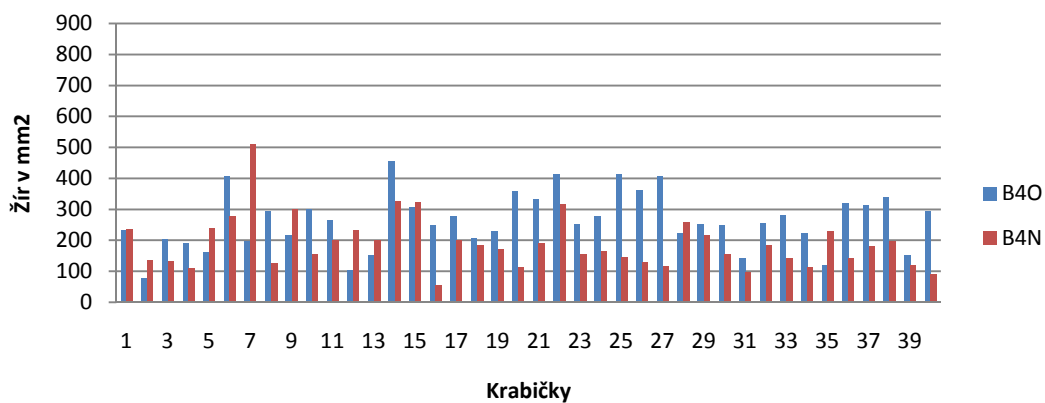
Tabulka č. 4 – Počty vajíček na jednotlivých typech listů v jednotlivé dny u olše lepkavé (*Alnus glutinosa*)

Dny	Velký	Malý
6	11	5
7	6	3
	Celý	Okousaný
8	5	8
9	4	3

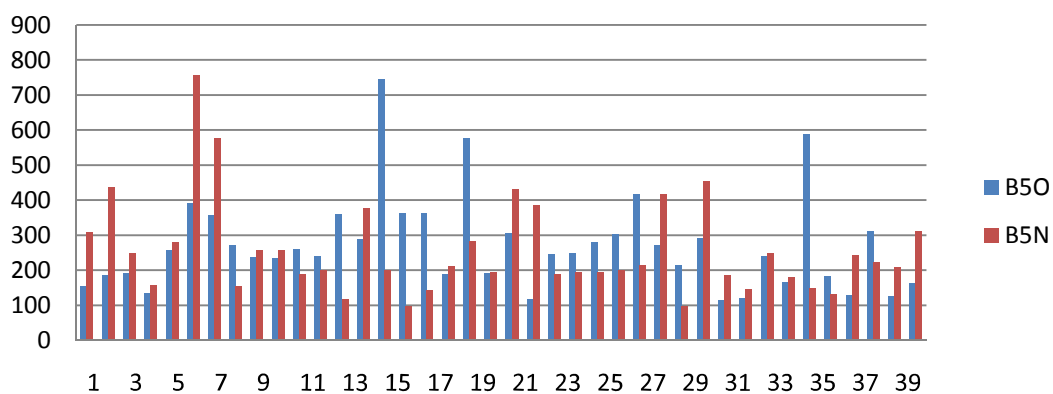
Graf č. 1 – Srovnání žíru bázlivců olšových na různě velkých a různě poškozených listech obou druhů olší za jednotlivé dny v jednotlivých krabičkách



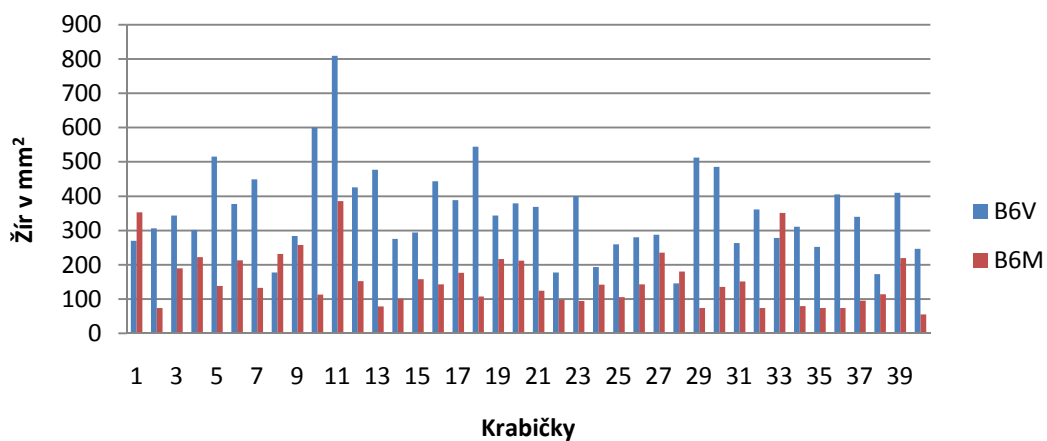
C) *Agelastica alni* - *Alnus incana* - 4. den (O-N)



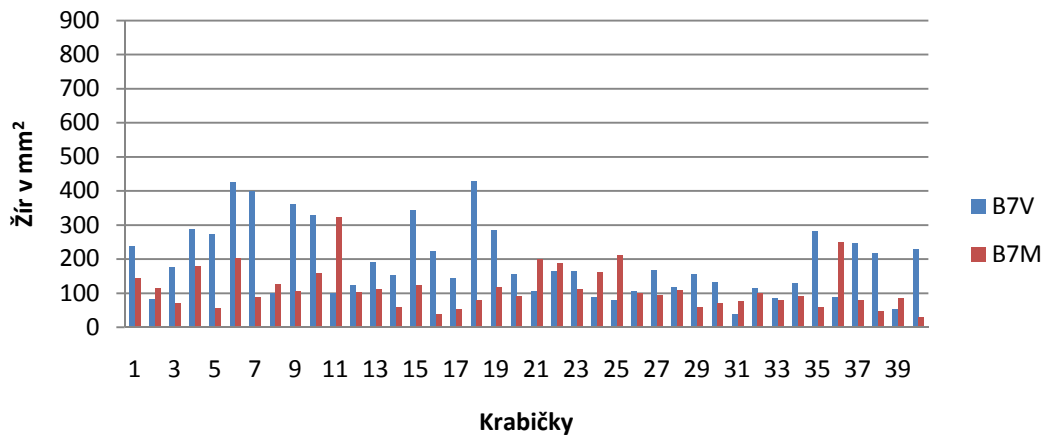
D) *Agelastica alni* - *Alnus incana* - 5. den (O-N)



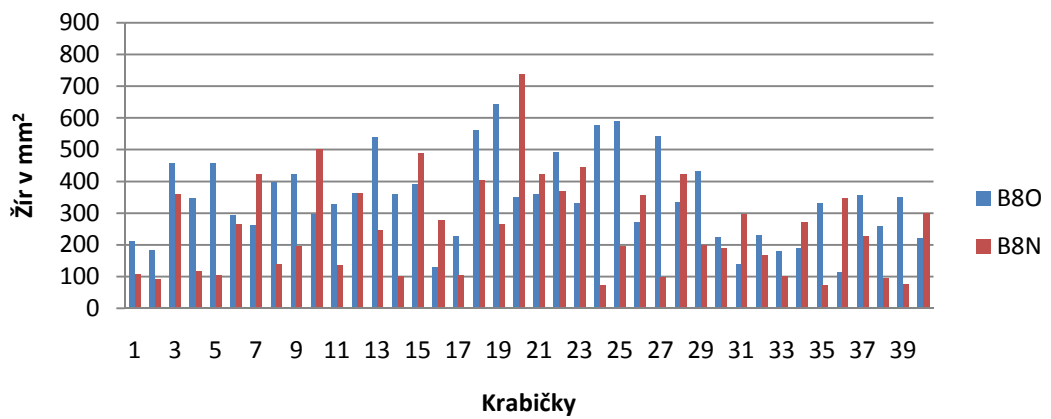
E) *Agelastica alni* - *Alnus glutinosa* - 6. den (V-M)



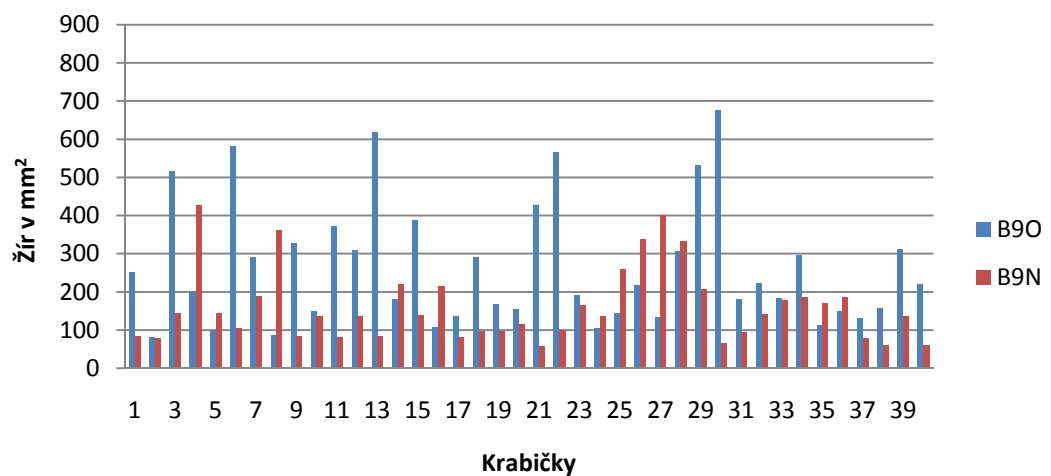
F) *Agelastica alni* - *Alnus glutinosa* - 7. den (V-M)



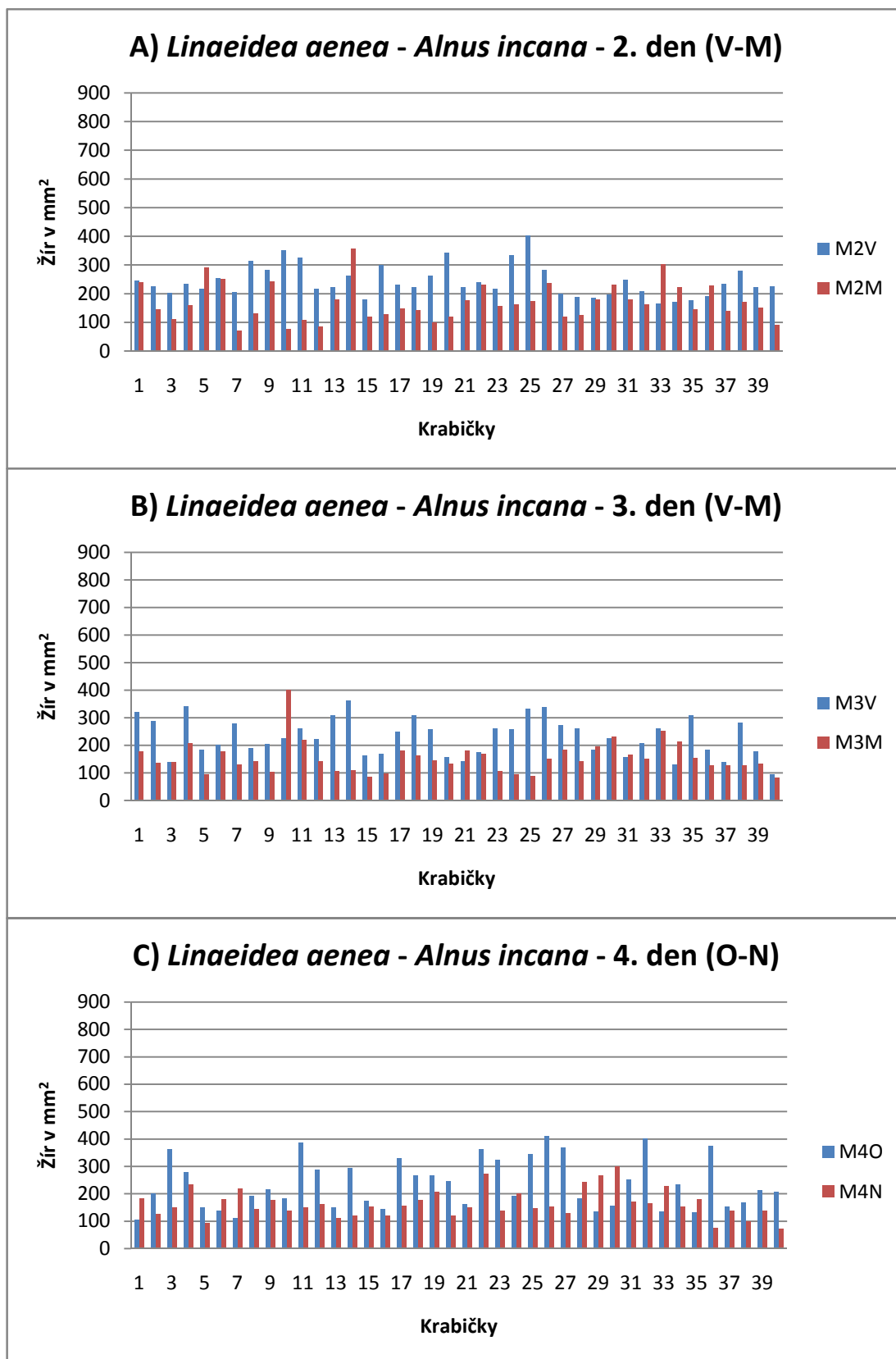
G) *Agelastica alni* - *Alnus glutinosa* - 8. den (O-N)



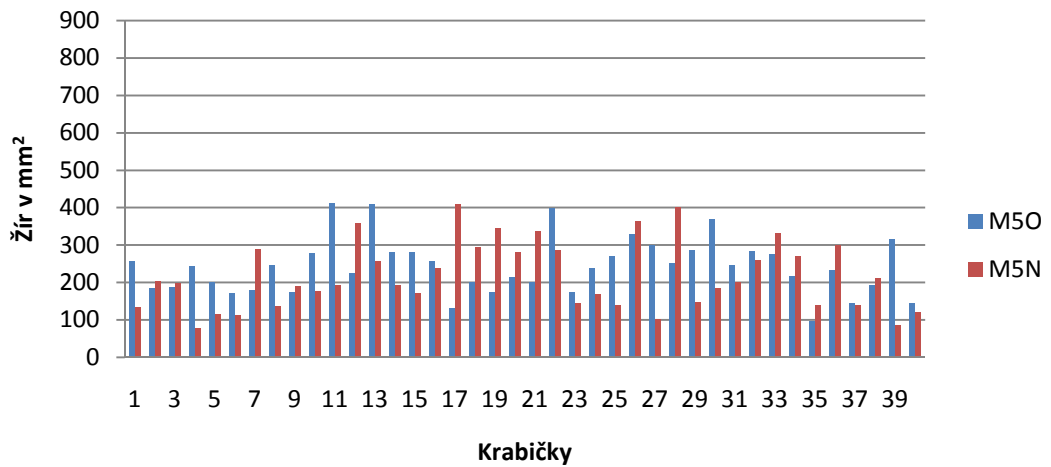
H) *Agelastica alni* - *Alnus glutinosa* - 9. den (O-N)



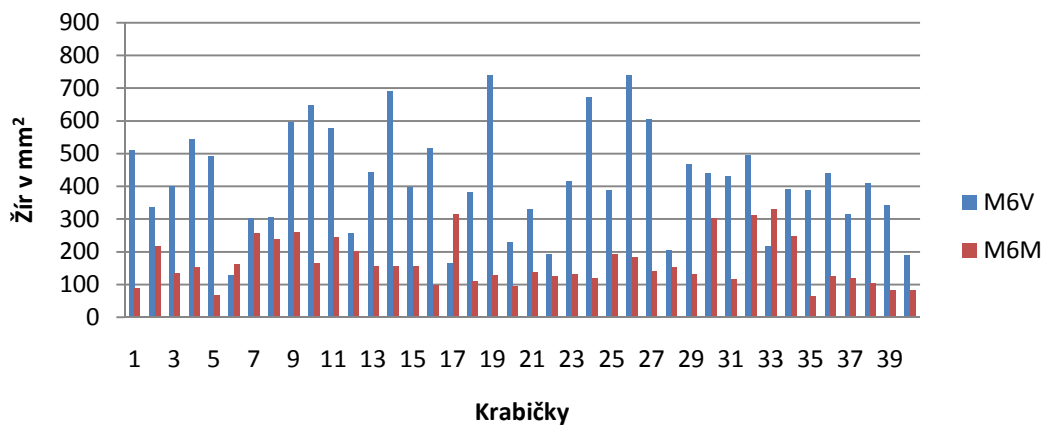
Graf č. 2 - Srovnání žíru mandelínek olšových na různě velkých a různě poškozených listech obou druhů olší za jednotlivé dny v jednotlivých krabičkách



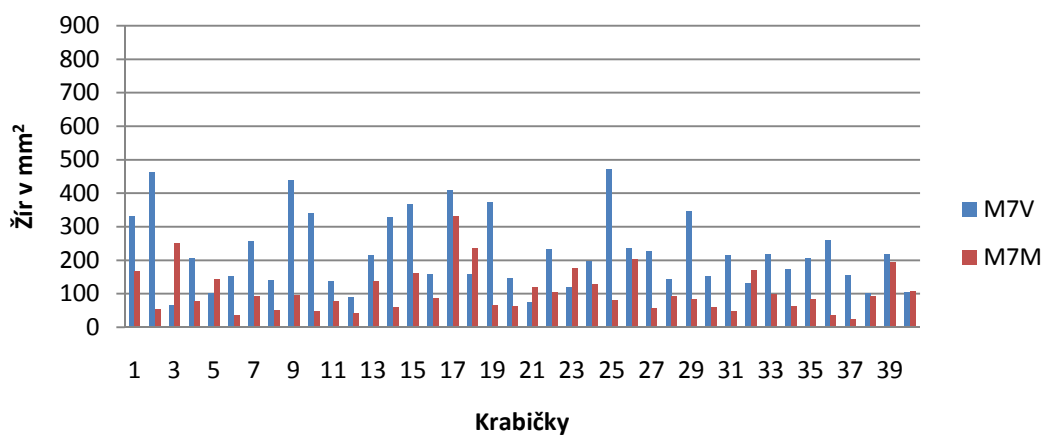
D) *Linnaeidea aenea* - *Alnus incana* - 5. den (O-N)



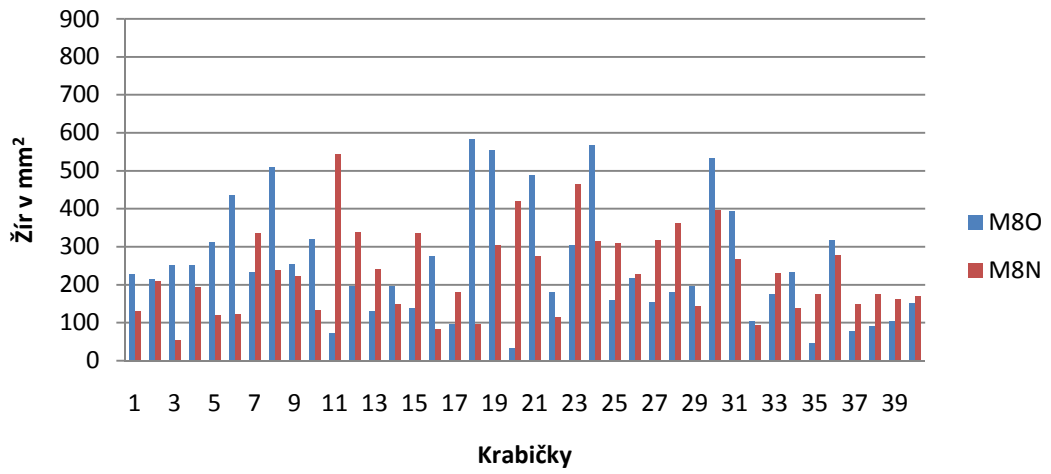
E) *Linnaeidea aenea* - *Alnus glutinosa* - 6. den (V-M)



F) *Linnaeidea aenea* - *Alnus glutinosa* - 7. den (V-M)



G) *Linnaeidea aenea* - *Alnus glutinosa* - 8. den (O-N)



H) *Linnaeidea aenea* - *Alnus glutinosa* - 9. den (O-N)

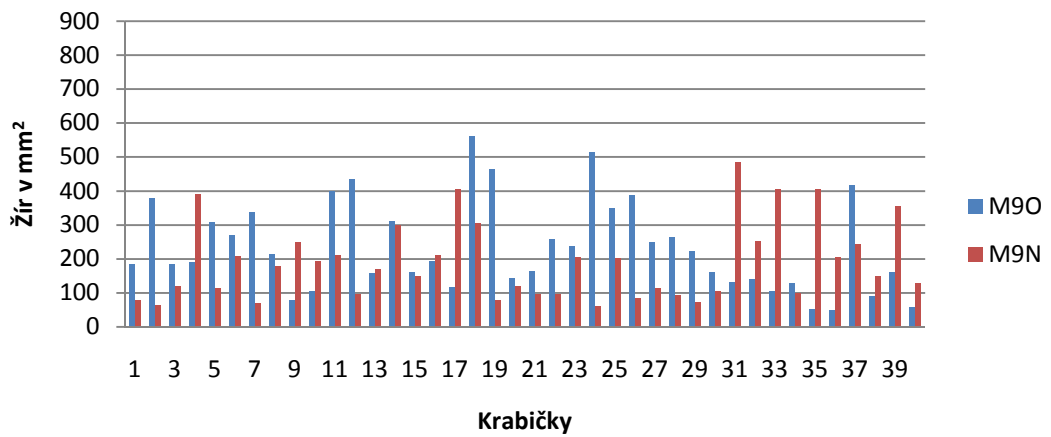


Foto č. 1 – První den pokusu, listy volně vložené v krabičkách – data nepoužita



Foto č. 2 – Ostatní dny pokusu, listy zasazené do otvorů ve stěnách krabiček



Foto č. 3 – Listy s identifikačním lístkem připravené na skenování

