

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroekologie a rostlinné produkce



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

**Chov strašilky *Sungaya inexpectata* Zompro, 1996 a vliv
stravy na její vývoj**

Bakalářská práce

Tereza Pošíková

Chov zájmových zvířat, PETIBE

Doc. Mgr. Stanislav Korenko, Ph.D.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Chov strašilky *Sungaya inexpectata* Zompro, 1996 a vliv stravy na její vývoj" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 28.4.2024

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala svému vedoucímu bakalářské práce panu doc. Mgr. Stanislavu Korenkovi, Ph.D. za poskytnutí odborných rad při výzkumu, věnovaný čas, úsilí, ochotu, vstřícnost a především velikou trpělivost.

Chov strašilky *Sungaya inexpectata* Zompro, 1996 a vliv stravy na její vývoj

Souhrn

V teoretické části byla detailněji popsána obtížnost taxonomie strašilek, jejich široký výskyt a rozšíření včetně predátorů, základní anatomie a morfologie, potravy a rozmnožování. Dále práce obsahuje základní informace o jejich chovu.

V rámci experimentu, jehož cílem bylo posoudit vliv stravy na vývoj strašilky *Sungaya inexpectata*, byly založeny tři pokusné skupiny. Celkem bylo pozorováno osm jedinců, z toho dvě samice. Pro jejich odchov byl využit ostružiník, dub a břechťan. Skupina krmená ostružiníkem byla složená pouze ze samců. Další skupina obsahovala dva samce a jednu samici. Poslední skupina se skládala z jednoho samce a jedné samice. Všichni jedinci byli po celou dobu pečlivě sledováni a byly zaznamenávány datумы jednotlivých klíčových fází vývoje, dále hmotnost a velikost těla.

Výsledky byly následně zhodnoceny a porovnány mezi jednotlivými skupinami. Pro demonstraci a lepší přehlednost byly zvoleny jak tabulky, tak jednotlivé sloupcové a skládané spojnicové grafy. Zároveň je práce doplněná o značné množství autorské fotodokumentace.

Klíčová slova: strašilka, *Sungaya inexpectata*, potrava, chov, vývoj

Rearing of the stick insect *Sungaya inexpectata* and the effect of diet on its development

Summary

In the theoretical part, the difficulty of taxonomy of scarecrows, their wide occurrence and distribution including predators, anatomy and morphology, food and reproduction were described. Furthermore, the thesis contains basic information on their breeding.

Three experimental groups were established to assess the effect of diet on the development of the scarecrow *Sungaya inexpectata*. A total of eight individuals, including two females, were observed. Blackberry, oak and ivy were used for their rearing. The group fed on blackberry was composed of males only. The other two groups contained one female. All individuals were carefully monitored and the dates of each key developmental stage were recorded, as well as weight and body size.

The results were then assessed and compared between groups. Both tables and individual bar and stacked line graphs were chosen for demonstration and better clarity. At the same time, the work is supplemented by a considerable amount of author's photographic documentation.

Keywords: scarecrow, *Sungaya inexpectata*, breeding, development

Obsah

1 Úvod.....	7
2 Cíl práce.....	8
3 Literární rešerše.....	9
3.1 Taxonomie strašilek.....	9
3.1.1 Anareolatae.....	9
3.1.2 Areolatae.....	9
3.1.3 Zařazení <i>Sungaya inexpectata</i>	11
3.2 Výskyt a rozšíření.....	11
3.3 Predátoři.....	13
3.3.1 Pavouci.....	13
3.3.2 Člověk.....	14
3.3.3 Obrana.....	14
3.4 Anatomie a morfologie.....	14
3.4.1 Tělo.....	14
3.4.2 Končetiny.....	16
3.4.3 Křídla.....	17
3.4.4 Hlava.....	17
3.5 Potrava.....	18
3.6 Rozmnožování.....	18
3.6.1 Partenogeneze.....	19
3.6.2 Plodnost.....	19
3.6.3 Vajíčka.....	19
3.7 Chov <i>strašilek</i>.....	20
3.7.1 Insektárium.....	20
3.7.2 Podčeleď Heteropteryginae.....	22
3.7.3 Sběr vajíček.....	22
3.7.4 Nymfy.....	22
3.7.5 Imága.....	22
3.7.6 Potrava.....	23
4 Metodika.....	24
4.1 Chov <i>Sungaya inexpectata</i>.....	24
4.1.1 Vajíčka.....	25
4.1.2 Nymfy.....	26
4.2 Zhodnocení výsledků.....	28
5 Výsledky.....	29
5.1 Vliv potravy na vývoj jedince.....	29

5.1.1	Ostružiník	30
5.1.1.1	Jedinec 1 (Samec-Male)	31
5.1.1.2	Jedinec 2 (Samec-Male)	31
5.1.1.3	Jedinec 3 (Samec-Male)	31
5.1.2	Dub	31
5.1.2.1	Jedinec 4 (Samice-Female)	32
5.1.2.2	Jedinec 5 (Samec-Male)	32
5.1.2.3	Jedinec 6 (Samec-Male)	33
5.1.3	Břečťan	33
5.1.3.1	Jedinec 7 (Samec-Male)	33
5.1.3.2	Jedinec 8 (Samice-Female)	34
5.2	Porovnání mezi skupinami.....	34
5.2.1	Hmotnost a délka těla	34
5.2.2	Délka vývoje.....	35
6	Diskuze	37
6.1	Vajíčka	37
6.2	Vliv potravy na vývoj jedince	37
6.3	Doporučení.....	37
7	Závěr	39
8	Literatura.....	40
9	Samostatné přílohy	45

1 Úvod

Strašilky jsou jednou z nejstarobylejších skupin hmyzu. Díky svému mnohokrát až bizarnímu vzhledu, neuvěřitelné schopnosti maskování a různými obrannými mechanismy vyvolávají velký zájem vědců i laiků. Do popředí zájmu se dostává mimo jiné také díky své nenáročnosti na chov.

Tato bakalářská práce popisuje složitou taxonomii strašilek, téměř celosvětový výskyt a rozšíření, základní anatomii a morfologii, kterou se taktéž liší a souhrnné informace o chovu strašilek, který získává stále větší popularitu mezi chovateli. Porozumění základním potřebám a požadavkům různých druhů strašilek je klíčový pro úspěšný chov i rozmnožování těchto fascinujících živočichů.

V rámci experimentální části byl zkoumán vliv zvolené potravy pro co nejefektivnější chov. Jako modelový druh byla zvolena strašilka *Sungaya inexpectata* (Zompro, 1996), jež patří k jednomu z nejrozšířenějších druhů.

2 Cíl práce

Cílem práce bylo vypracovat souhrnnou literární rešerši k tématu chov strašilek v zajetí a v laboratorních podmínkách studovat vliv typu potravy na jejich vývoj. Práce byla zaměřená na druh strašilky *Sungaya inexpectata*.

3 Literární rešerše

3.1 Taxonomie strašilek

V důsledku značné variability mnoha taxonů je velmi obtížné určování rodů nebo druhů v různých podskupinách (Hennemann & Conle 2008). Systematické studie prošly vývojem, z tohoto důvodu bylo mnohokrát zapotřebí druhy překlasifikovat a i nadále se taxonomie stále upravuje a mění, protože čím více autorů, tím více názorů nejen na samostatné druhy a rody, ale i celou systematiku. Nyní je známo vícero modelů zařazování strašilek, které se od sebe liší. Dle Hennemanna & Conlea (2008) je nejlepším způsobem pro správné zařazení jedinců metoda ootaxonomie (podle vajíček), poněvadž vnější a vnitřní morfologie vajíček vykazuje nejmenší rozsah variability.

Na zařazení (myšleno od říše po řád) se většina entomologů shodne na tom, že se strašilky řadí do říše Animalia (živočichové), podříše Metazoa (mnohobuněční), kmene Anthropoda (členovci), podkmene Tracheata (vzdušnicovití), nadtřídy Hexapoda (šestinozí), třídy Insecta (hmyz), podtřídy Pterygota (křídlatí), nadřádu Neoptera (Novokřídlí) a řádu Phasmida (strašilky), taktéž nazývané Phasmatodea (Brock & Hasenpusch 2009), který patří do širší skupiny tzv. ortopteroidních řádů, kam se kromě nich řadí rovnokřídlí (*Orthoptera*), cvrčkovci (*Grylloblattodea*), škvoři (*Dermoptera*), hryzenky (*Diploglossata*), švábi (*Blattaria*), kudlanky (*Mantodea*), všekazi (*Isoptera*), drobněnky (*Zoraptera*) a snovatky (*Embioptera*) (Motyčková & Motyčka 2012).

Dále je podrobnější taxonomie poměrně složitá a nestálá (Obrázek 1). Řád strašilek se dělí na tři podřády: Agathemerodea, Timematodea a podkmene Verophasmatodea = Euphasmatodea (The Phasmids 2012), jenž se rozděluje na dva infrařády Areolatae a Anareolatae (Brunner-von Wattenwyl 1907) na základě přítomnosti *area apicalis*, což je ostře ohraničená trojúhelníková oblast umístěna ventrálně na vrcholu tibie (Bradler & Buckley 2018).

3.1.1 Anareolatae

Infrařád se rozděluje na dvě čeledi. První z nich je Diapheromeridae, která má pět podčeledí: Dipheromerinae (taktéž nazývaná Heteronemiinae), Lonchodinae (Prisomerinae), Necrosciinae, Pachymorphinae (Clitumninae) a Palophinae. Druhou z čeledí je Phasmatidae, jenž má šest podčeledí: Cladomorphinae, Eurycanthinae, Phasmatinae, Platycraninae, Tropicoderinae (= Podacanthinae) a Xeroderinae (Zajíček 2001).

3.1.2 Areolatae

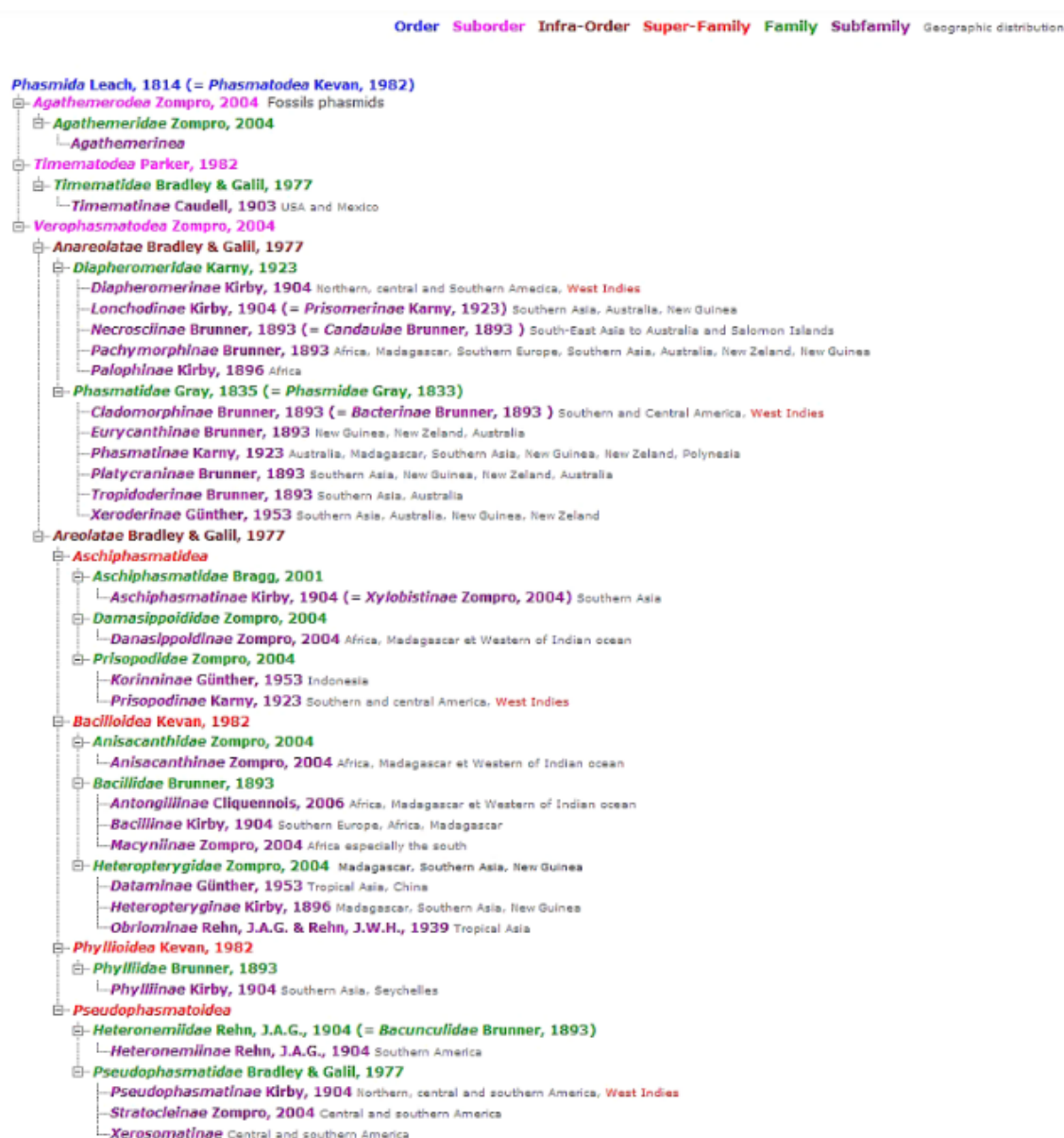
Dle The phasmids (2012) se infrařád Areolatae dělí na čtyři nadčeledi: Aschiphasmatidea, Bacilloidea, Phylloidea a Pseudophasmatoidea. Každá z těchto nadčeledí zahrnuje jednu nebo více čeledí a každá z nich má jednu či více podčeledí, kterých je dohromady 27.

Nadčeleď Aschiphasmatidae obsahuje celkem tři čeledi: Aschiphasmatidae s jednou podčeledí Aschiphasmatinae, Damasippoididae taktéž s jednou podčeledí Danasippoisinae a třetí čeleď je Prisopodidae, která má dvě podčeledi: Korinninae a Prisopodinae.

Druhá nadčeleď Bacilloidea se rozděluje na tři čeledi: Anisacanthidae s jednou podčeledí Anisacanthinae, dále čeleď Bacillidae (pakobytkovití), která má tři podčeledi: Antongiliinae, Bacillinae (pakobytky) a Macyniinae. Poslední čeledí je Heteropterygidae, jenž se skládá ze tří podčeledí: Dataminae, Heteropteryginae a Obriomiinae.

Třetí nejjednodušší nadčeleď je Phylloidea, do které spadá čeleď Phylliidae (lupenitkovití) a podčeleď Phylliinae.

Poslední nadčeleď je Pseudophasmatoidea, která má dvě čeledi. První z nich je Heteronemiidae, co má pouze jednu podčeleď Heteronemiinae. Druhou z čeledí je Pseudophasmatidae do níž spadají tři podčeledi: Pseudophasmatinae, Stratocleinae a Xerosomatinae.



Obrázek 1: Taxonomie strašilek (The Phasmids 2012).

Karny (1923) však tyto dva infrařády (Areolatae a Anareolatae) přejmenoval na Phylliidae a Phasmatidae, dále uznal podčeleď Phasminae, kterou Bradley & Galil (1977) upravili na Phasmatinae a Günther (1953) jej rozdělil do sedmi tribusů: Phasmini, což bylo

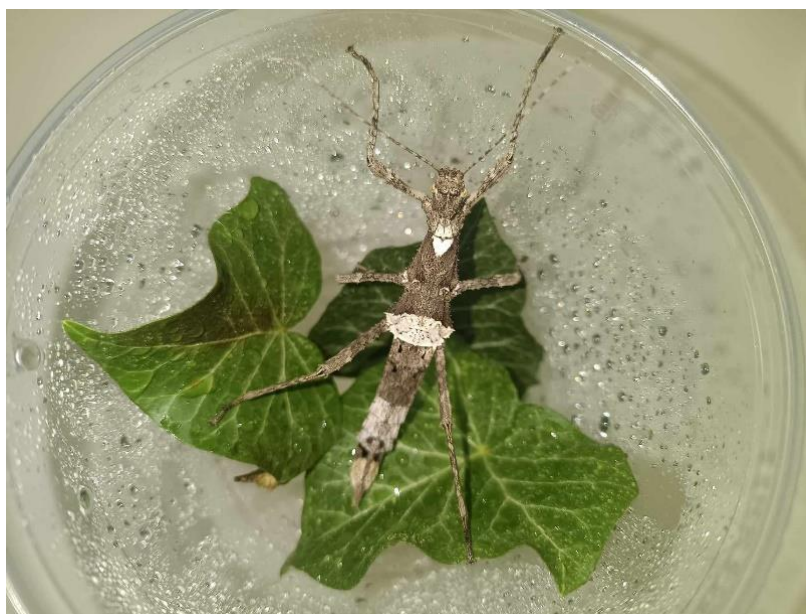
upraveno Grayem (1835) na Phasmatini, dále Stephanacridini, Acanthomimini, Achriopterini, Pharnaciini, Baculini, které později přejmenoval Brunner-von Wattenwyl (1907) na Clitumnini, a poslední Macracanthini, což bylo taktéž předěláno Bradleyem & Gaillem (1977) na Acanthoxylini.

3.1.3 Zařazení *Sungaya inexpectata*

Tabulka 1: Taxonomické zařazení strašilky *Sungaya inexpectata* (autor práce).

Říše:	Animalia	živočichové
Kmen:	Arthropoda	členovci
Třída:	Insecta	hmyz
Řád:	Phasmida	strašilky
Čeleď:	Bacillidae	pakobylkovití
Rod:	<i>Sungaya</i>	-
Druh:	<i>inexpectata</i>	-

Konkrétně u tohoto druhu strašilek je přítomna apikální trojúhelníková oblast, tudíž dle Bank et al. (2021) spadá do již zmíněného infrařádu Areolatae, dále patří do nadčeledi Bacilloidea, čeledi Heteropterygidae a podčeledi Heteropteryginae. Naproti tomu Motyčková & Motyčka (2012) druh zařazují do čeledi Bacillidae. Zajíček (2001) uvádí rozšířenější zařazení do tribusu Obrimini, kam patří dalších 49 druhů rozdělených do mnoha rodů. Nicméně obecně zjednodušené taxonomické zařazení, které se u strašilky *Sungaya inexpectata* (Obrázek 2) nejčastěji uvádí je zobrazeno v Tabulce 1.



Obrázek 2: Nymfa *S. inexpectata* (autor práce).

3.2 Výskyt a rozšíření

Strašilky jsou celosvětově rozšířený hmyz (Bedford 1978). Můžeme je nalézt prakticky na všech kontinentech kromě Antarktidy (Obrázek 3). Některé druhy se vyskytují i v Africe,

Severní Americe či na jihu Evropy a podstatně větší množství druhů žije v Austrálii. Pobývají převážně v tropických a subtropických oblastech, většina se zdržuje konkrétněji ve vlhčích lesních biomech (Bradler 2009).



Obrázek 3: Rozšíření strašilek ve světě (ASPER 2012).

Dle Nakata (1961) je pravděpodobné, že se vajíčka šíří způsobem splavování a i živí jedinci mohou být rozptýleni například na plovoucích kmenech nebo přeneseny či dovezeny člověkem na živých rostlinách. Uvarov (1944) uvedl náhodné zavlečení nejstaršího známého druhu z Nového Zélandu *Acanthoxyla prasina* (Westwood, 1859), který se usídlil na Britských ostrovech v důsledku dovozu rostlin z původního místa. Existují záznamy i o nevídaných lokalitách výskytu strašilek, například *Dryococelus australis* (Montrouzier, 1855) žije na sopečném ostrově Lord Howe v Tasmanově moři (Honan 2008). V letech 1918 až 2001 byl tento druh považován za vyhynulý kvůli predaci krysy černé (*Rattus rattus* Linnaeus, 1758). Navzdory tomu však došlo ke znovunalezení (Priddel et al. 2003; Honan 2008). Dvě z nevelké nalezené populace se staly základem pro chov tohoto druhu v lidské péči. Na záchraně této unikátní a kriticky ohrožené (CR) strašilky humří v Austrálii se spolu s australskou ZOO v Melbourne podílí i naše pražská ZOO, jež snahy o návrat strašilek do původní domoviny a zejména související genetický výzkum strašilek finančně podporuje (Bobek et al. 2020). Klíčovým cílem programu je intenzivní výzkum chování, biologie a genetiky. Zásadní roli v chovu tohoto druhu hraje ZOO Melbourne, kde bylo odchováno více než 14 000 jedinců. 15. generace se vylíhla v roce 2019. Několik populací těchto strašilek je chováno ve volné expozici v ZOO Victoria. Při tomto způsobu chovu lze projevit přirozené chování a chování spojené s hledání potravou. Několik jedinců bylo také odesláno do různých institucí například do ZOO v Bristol a San Diego (ZOOs Victoria 2007). ZOO Praha vykazuje zájem o strašilky humří už od roku 2016, zejména po vybudování australského pavilonu. Nicméně dodnes těmito druhy i přes veškerou snahu nedisponuje. Podílí se tedy alespoň na záchranném programu pro ochranu tohoto druhu (ZOO Praha 2016; ZOO Praha 2022).

Velké zastoupení v Oceánii vedlo k rozvoji místních endemických druhů, které se nevyskytují nikde jinde na světě. Nalezení jedinci se řadí do různých čeledí. Slabě zastoupena je tu čeleď Phylliidae, naproti tomu čeleď Phasmatidae se na tichomořských ostrovech

vyskytuje v hojném počtu. Je zastoupena hned čtyřmi podčeleďmi: Podacanthinae, Phasmatinae, Eurycanthinae a Xeroderinae. Dále se tu vyskytuje podčeleď Platycraninae a Pachymorphinae. V této oblasti žije celkově přibližně 61 druhů a 2 poddruhy patřících do 30 rodů, z čehož 46 druhů, 2 poddruhy a 16 rodů jsou endemické. Například na Fidži je endemitem rod *Pterobrimus* (Redtenbacher, 1906). Naopak jsou zde i druhy, které se jsou široce rozšířené, *Graeffea crouanii* (Le guillou, 1841) se vyskytuje v Austrálii, na Šalamounových ostrovech, v Nové Kaledonii, na Fidži, v Samoi, Tongu a na Markézách (Nakata 1961). V samotné Austrálii žije zhruba sto padesát až dvě stě různých druhů (Brock & Hasenpusch 2009). Největší výskyt strašilek, především z čeledi Heteropterygidae, bychom našli v jihovýchodní Asii, konkrétněji v indomalajské oblasti, Malajsii, dále jsou rozšířeny na Borneu, Filipínách nebo v Nové Guinei. Z čeledi Bacillidae jsou jedinou podčeleď vyskytující se převážně na Borneu (Bragg 1992). Původním druhem pocházejícím z Filipín je *S. inexpectata* (Wareham 2010). Podčeleď Necrosiinae má ze všech podčeledí největší druhové zastoupení, zahrnuje více než 50 rodů, nevyskytuje se na oceánských ostrovech, ale je rozšířena na Velkých Sundách, v Číně, Japonsku a mnoho rodů a druhů je známo z Nové Guinei. Conle et al. (2011) uvádí 182 druhů známých z Jižní Ameriky z Kolumbie, při čemž je jich spousta dalších ještě neobjevených. V Brazílii je zaznamenáno 224 druhů (Torres et al. 2022; V Evropě je známo 15 druhů, u kterých se předpokládá, že byli zavlečeni (Rasplus & Roques 2010).

Dle Arnetta (2000) je celkově evidováno zhruba dva tisíce druhů strašilek, na proti tomu Brock & Hasenpusch (2009), Liehr et al. (2017), Blackmon et al. (2017), Bradler & Buckley (2018) a Shi et al. (2019) uvádí existenci přibližně třech tisíců druhů po celém světě a tvrdí, že se počet druhů v řádu let opět zvýší, poněvadž jsou oblasti, které nejsou ještě dostatečně prozkoumané.

3.3 Predátoři

Existuje jen málo záznamů o přirozených predátorech, jelikož během dne chrání strašilký jejich přirozené vynikající maskování tvaru větviček, kůry, nebo listí, pod kterým se i ukrývají (Bradler 2009). Úkryty opouštějí pouze v noci, aby se nakrmily a obvykle se v časných ranních hodinách vrací zpět do stejného úkrytu místo hledání nového.

Jedná se převážně o noční tvory, tudíž jejich predátoři budou taktéž pravděpodobně noční (Bragg 1992). Je znám pouze jeden případ, kdy kudlanka nábožná (*Mantis religiosa* Linnaeus, 1758) požírala dospělou strašilku za dne ve volné přírodě (Paine 1968). Více případů je spíše nočních, kdy jsou strašilký nejvíce predovány pavouky a překvapivě i lidmi (Baker 2015). I v zajetí jsou potravou pro řadu živočichů jako jsou například pavouci, ještěři, axolotlové, mloci, štíři a žáby (Bragg 1992).

3.3.1 Pavouci

Bylo zaznamenáno několik případů predace pavouků na strašilkách. Jedním z nich je *Nephila pilipes* (Fabricius, 1793), která predovala rod *Eurycnema* (Audinet-Serville, 1838) (Robinson, Robinson 1973). Dále byly nalezeny nymfy v pavučině rodu *Fecenia* (Simon, 1887) (Robinson, Lubin 1979).

3.3.2 Člověk

Podobně jako zvířata, tak i lidé pojídají strašilky. Konkrétně se jedná o kmen domorodců známých jako Ibanové, kteří obývají stát Sarawak v Malajsii a konzumují nejen vajíčka, ale i samotný druh *Haaniella echinata* (Redtenbacher, 1906). Dalším příkladem je rod *Eurycantha*, jehož členy obyvatelé Papui-Nové Guinei připravují formou napíchnutí těla na špičaté větve a následného opékání, dokud jim neodpadnou končetiny (Baker 2015), které jsou následně použity jako rybářské háčky (Balfour 1915).

3.3.3 Obrana

Kromě mimeze jim poskytuje ochranu jejich specializované chování zvané katalepsie, neboli adaptivní nehybnost či strnulost (Bradler & Buckley 2018). Dalším obranným mechanismem je thanatóza, kdy jedinec strne a staví se mrtvým, to je často doprovázeno pádem do podrostu, ve kterém se obvykle predátorovi ztratí (Kovařík 2000). Jiné se začnou aktivně bránit vykopáváním končetinami s trny, při čemž zaujmají tzv. „štíří“ postoj se zadečkem ohnutým nad tělo, takže jim nepřekáží mezi nohama a zesiluje obranný efekt i podobou se skutečně nebezpečným živočichem (Motyčková & Motyčka 2012). Další druhy dávají přednost obraně chemické jako například Strašilka krascovitá (*Anisomorpha buprestoides* Stoll, 1813), která se vyskytuje zejména na Floridě a vyznačuje se specifickou schopností obrany vystřikováním páchnoucí a silně dráždivé chemické sekrece z prothorakálních žláz. (Conle et al. 2009). Nejdrastičtějším způsobem obrany je autotomie, při které strašilka uvolní některou ze svých končetin, aby si tak unikem zachránila život (Maginnis 2008).

3.4 Anatomie a morfologie

Phasmatodea, běžně známý jako tyčkový, větvičkový nebo listový hmyz, patří díky svému pozoruhodnému přizpůsobení a podobnosti okolí k nejnápadnějším a největším druhům hmyzu (Nakata 1961). Vzhledem k velikosti, která dominuje zejména u samic, a různosti zbarvení je zde výrazný pohlavní dimorfismus (Bradler & Buckley 2018). Tělo se skládá ze tří velkých částí, čímž je hlava, trup a zadeček. Všechny strašilky charakterizuje proměna nedokonalá, kdy mladí jedinci (nymfy), podobní dospělým jedincům až na absenci reprodukčních orgánů a křídel, pozvolna dorůstají po řadě svlékání až k proměně v imago (Shi et al. 2019). Jednotlivé druhy se rozlišují na základě počtu, tvaru a rozmístění trnů na těle, zbarvení a velikosti křídel, tvaru a skulptury vajíček a především dle morfologie zejména samčích zevních reprodukčních orgánů (Motyčková & Motyčka 2012). Trávicí soustava se postupně skládá ze slinného rezervoáru, jícnu, slinných žláz, volete, lemovaného proventiculusu, dále se nachází mesenteron, kde se tráví a vstřebávají živiny, vláknité střevní slepé výběžky, malpighické orgány, zadní střevo a rectum (Shelomi et al. 2015).

3.4.1 Tělo

Strašilky jsou nepochybně nejdelším hmyzem na světě, největším zaznamenaným jedincem je samice *Ctenomorpha gargantua* (Brock & Hasenpusch, 2006), která měřila 61,5 centimetrů včetně končetin (Brock & Hasenpusch 2009). Naprostá většina má protáhlé

trubicovité tělo s dlouhými štíhlými končetinami (Bradler & Buckley 2018), v řádu strašilek existují i druhy s hůlkovitě protaženým tělem (pakobyly) nebo listovitě rozšířeným tělem (lupenitky) (Motyčková & Motyčka 2012). Nárůst tělesné hmotnosti je doprovázen výrazným zvětšením těla hmyzu, a tím i zvětšením délky tibie (Schmitt et al 2018).

Tělo se skládá ze tří článků. Předohruď (Prothorax) je nápadně malá, mesothorax, jehož délka a tvar je odlišný podle čeledí a rodů, je vždy nejdelším z článků. Charakteristickým znakem strašilek je „*segmentum medianum*“, což je první abdominální článek zadečku pevně spojený s methatoraxem. U samců se zadeček skládá z deseti článků, poslední bývá obvykle značně rozšířen, někdy i rozdvojen. (Motyčková & Motyčka 2012).

Samice *Sungaya inexpectata* dorůstá délky zhruba osmi centimetrů, mají pokryté robustní tělo kutikulou s drobnými trny a na zadním konci těla je vyvinuté kladélko (Obrázek 4A-C).



Obrázek 4: A – zavřené kladélko, B – otevřené kladélko, C – otevřené kladélko s vajíčkem *S. inexpectata* (autor práce).

Samci jsou naproti tomu menšího vzrůstu, měří přibližně šest centimetrů, jsou štíhlejší a poslední zadečkové články jsou rozšířené (Obrázek 5). Existuje mnoho barevných forem u obou pohlaví, které jsou závislé na typu populace. Zbarvení do zelena nebo odstíny světle hnědé barvy s mramorováním jsou typickými zbarveními dospělců partenogenetické populace. Naproti tomu sexuální populace mají daleko atraktivnější fenotyp. Nejvíce zajímavá a odlišná barevná kombinace od ostatních forem je u samic zbarvených tmavě hnědě až černě s bíle vodorovnými pruhy (Zajíček 2001). Dalšími variantami zbarvení jsou: tmavohnědá až černá s bělavými skvrnami na končetinách, hnědá s velkými bělavými skvrnami na těle a malými

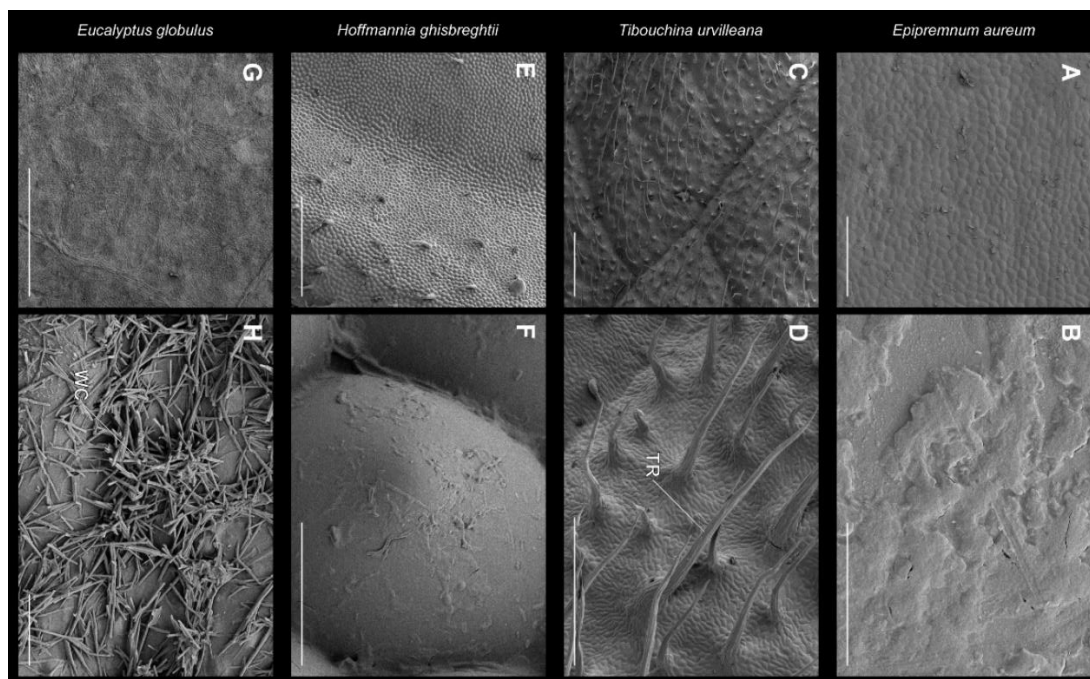
skvrnami stejné barvy na nohou a popelavě hnědá s podélným krémovým až zářivě bílým pruhem po celé délce hřbetu až k zadečku (Motyčková & Motyčka 2012).



Obrázek 5: Pohlavní dimorfismus *S. inexpectata* - samec vlevo, samice vpravo (autor práce).

3.4.2 Končetiny

Obecně značně prodloužené končetiny, s dlouhými a štíhlými tibiemi, které se od nymfálního stádia až po dospělce zvětšují, jsou pro strašilky charakteristickými znaky. (Schmitt et al. 2018). Skládají se ze tří (podřád Timematodea) nebo pěti článků (Büscher et al 2020). Rozmanitá struktura a povrch rostlin vedly k evoluci vysoce přizpůsobivých přichytávacích struktur. Jako upevňovací zařízení pro přichycení k podkladu, nebo k jinému organismu, jim slouží drápy a dva typy polštářků na končetinách – euplantulae (třecí) na tarsech (patách) a arolia (přilnavé) na pretarsu (prstech) (Büscher et al. 2018). Každý z nich má odlišnou funkci - při vzpřímeném postoji na podkladu se hmyz opírá pouze o třecí polštářky, naopak při visení hlavou dolů využívá adhezivní polštářky (Labonte & Federle 2013). První výrazné modifikace polštářků jsou zaznamenány během postembryonálního vývoje (Gottardo et al. 2015). Jejich funkcí je nejen adheze, ale umožňují i efektivní chůzi po rostlinách a všech možných podkladech (Gorb et al. 2002). Burack et al. (2022) mezi sebou porovnávali dva druhy strašilek a jejich schopnost udržet se na různých površích. Konkrétně se jednalo o druhy pakobylka rohatá (*Medauroidea extradentata* Brunno von Wattenwyl, 1907) a *Sungaya inexpectata*, které se vyznačují rozdíly v utváření končetin. Bylo prokázáno, že jejich uchycení je ovlivněno charakterem a uspořádáním listu (Obrázek 6).



Obrázek 6: Různé povrchy rostlin pod elektronovým mikroskopem. A-B – šplhavnice zlatá, C-D – tibouchina modrokvětá, E-F – Hoffmannia ghiesbreghtii, G-H – blahovičnick kulatoplodý (Burack et al. 2022).

V důsledku útěku před predátorem může dojít ke ztrátě končetiny, kterou jedinec zanechá za sebou jako návnadu a sám uprchne. Narozdíl od dospělců, dojde-li u nymf ke ztrátě končetiny, dochází každým svlekem k postupné regeneraci dané části těla, v důsledku ztráty už však končetina nedoroste do stejné délky jako ostatní. Tento proces se nazývá autotomie (Brock & Hasenpusch 2009). Ke ztrátě končetiny může také dojít zmračením v zajetí chovatelem nebo jako následek přemnoženého chovu (Conle & Hennemann 2000).

3.4.3 Křídla

Strašilky vykazují rozmanité velikosti křídel na mezidruhové i mezipohlavní úrovni. Existují taxony s dlouhými, středně dlouhými, miniaturními (Zeng et al. 2020) i žádnými křídly (Tilgner 2002). Dospělí jedinci mají první pár křídel (pokud jsou vyvinuta) přeměněn na kožovité krytky, druhý pár je blanitý a vyznačuje se primitivní žilnatinou tvořící tzv. vanální vějíř, který je často barevný (Kovařík 2000). Obvykle jsou však zcela nelétavé nebo nejsou aktivními letci a létání je omezeno na krátké vzdálenosti mezi listy, větvemi stromů nebo keřů, mezi nimiž se přes den ukrývají (Nakata 1961). Některé druhy mají buď nápadně zkrácená (brachypterní) nebo zcela redukovaná (apterní) křídla (Bradler & Buckley 2018; Whiting et al. 2003), další pak mají místo křídel pestře zbarvená mikrokřídélka, které používají při zastrašování nepřátel. Pohlavní dimorfismus se vyskytuje v celé linii a převážně se jedná o samice, co jsou okřídlená (Bank & Bradler 2022). Přední křídla jsou většinou zakrnělá, kdežto zadní mohou být různě velká s dobře vyvinutými letovými blánami (Zeng et al. 2020).

3.4.4 Hlava

Hlava strašilek je oválného až obdélníkového tvaru a mohou se na ní vyskytovat různé ostny, rohy, nebo výběžky. V krční oblasti je velmi pohyblivá (Brock & Hasenpusch 2009).

Dále může být přítomna sada tří fotorecepčních orgánů zvané ocelli (Bank & Bradler 2022), které slouží ke zpracovávání úrovně světla a orientaci v prostoru (Krapp 2009). Mají složené oči, které jim umožňují vyhodnocovat prostředí a pozorovat okolí. Z hlavy vyrůstají tykadla, u *S. inexpectata* jsou delší než přední nohy a sahají až do poloviny délky jejich těla (Motyčková & Motyčka 2012) (Obrázek 7). Složitě ústní ústrojí je kousací. Svrchní pysk je zřetelně oddělen od čelního štítku. (Kovařík 2000).



Obrázek 7: Detail hlavy samice *S. inexpectata* (autor práce).

3.5 Potrava

V říši strašilek se setkáváme s různými potravními strategiemi. Některé druhy jsou monofágní a specializují se na konzumaci jednoho druhu potravy, zatímco jiné, jako například pakobylka indická (*Carausius morosus*, Brunner 1907) jsou polyfágní, to znamená, že jejich potrava zahrnuje několika druhů rostlin (Baker 2015). Dále lze nalézt i obligofágní jedince, kteří jako potravu preferují jednu skupinu obvykle příbuzných rostlin (Motyčková & Motyčka 2012). Jedná se o pozemní, noční hmyz (Tilgner 2002), který je striktně býložravý a jejich přežití a usídlení závisí na dostupnosti živných rostlin. Oblíbeným stanovištěm jsou keře nebo stromy (Bradler 2009). Obvykle se zdržují ve vyvýšených vegetacích (Büscher & Gorb 2017) a spořádají velké množství zeleně (Hengqing et al. 2001). Jsou známy případy, kdy se strašilky živí netypickou potravou, například *Graeffea crouanii* nebo *Hermarchus pythonius* (Westwood, 1859) pojídá listy kokosových palm (Nakata 1961). Jeden z největších druhů Brazílie *Cladomorphus phyllinus* (Gray, 1835) se živí převážně listy guavy *Psidium guajava* (Torres et al. 2022).

3.6 Rozmnožování

Existují druhy, které se rozmnožují pouze sexuálně (strašilka ďábelská), pouze partenogeneticky (Lupenitka obrovská *Phyllium giganteum* Hausleithner, 1984) anebo

kombinací obou způsobů (*Sungaya inexpectata*) (Pérez-Ruiz et al. 2015). Některé druhy se vyznačují tím, že se samci vozí na těle samic i mimo rozmnožování jako například strašilka d'ábelská, *sungaya inexpectata* a další. Samci nemají vychlípitelný penis, pouze sklerotizované blanité útvary, které při kopulaci přitisknou k samicímu pohlavnímu orgánu. Samice mají kladélko, které je tvořeno šesti štítky a většinou se nachází za osmou destičkou ze spodu těla tělního článku (sternit) (Motyčková & Motyčka 2012).

3.6.1 Partenogeneze

Partenogeneze je definována jako vývoj jedinců bez oplození. V přírodě i v chovech se vyskytují partenogenetické populace. Nepohlavní rozmnožování je u řady druhů Phasmatodea běžným jevem (Bedford, 1978). Zhruba 10 až 20 % Phasmatodea je obligátně nebo fakultativně partenogenetických (Liehr et al. 2017). Je známo, že se přibližně třicet sedm druhů rozmnožuje partenogeneticky (Blackmon et al. 2017), ale je zde velké procento mortality (Mittwoch, 1978). Tento jev se projevuje v různých formách, například „Thelytokní partenogeneze“, kdy samice z neoplozených vajíček produkují pouze další samice (Vershinina & Kuznetsova 2016).

3.6.2 Plodnost

Strašilky obecně kladou velké množství vajíček, u kterých je vysoká mortalita (úmrtnost) stejně jako u nymfálních stádií (Neumann 1976). Existuje řada predátorů napadající Phasmatodea i specialistů, kteří se zaměřují přímo na vajíčka strašilek jako například řady Diptera a Hymenoptera (Baker 2015), anebo mravenci (Linnaeus, 1758) (Hughes & Westoby 1992; Hinton 1981). U partenogenetických populací je vývoj embrya stejný jako u populace sexuální

3.6.3 Vajíčka

Vajíčka mají velmi tvrdou a dobře chráněnou skořápku. Stejně jako dospělci, tak i vajíčka mají ochrannou mimiku, poněvadž svým vzhledem připomínají spíše semena rostlin. Jsou velmi odolná vůči nepříznivým podmínkám (Nakata 1961). Existují různé strategie kladení vajíček, většinou je samice kladou na zem, ale existují i jedinci, kteří kladou vajíčka přímo do půdy, jímž je *Dryococelus australis* (Buckley et al. 2009) nebo *Sungaya inexpectata* asi tři týdny po posledním svleku. Dále jsou rody *Denhama* a *Hyrtacus*, které lepí svá vajíčka na listy, nebo větve (Brock & Hasenpusch 2009). Strašilka australská (*Extatosoma tiaratu* Macleay, 1826) vajíčka volně vypouští nebo tak zvaně vystřeluje prudkým pohybem, což je nejčastější způsob kladení (Zajíček 2001) Samice druhů s touto strategií mají subgenitální plošku podobnou lžici a vajíčka vrhají tímto zařízením aktivním pohybem zadečku. Subgenitální a supragenitální ploška vytváří hrotité nepravé kladélko (Kovařík 2000). V rámci řádů se vajíčka tvarově liší, některé mají kulatý tvar, jiné válcovitý či diskovitý, společně však všichni mají zřetelné kapitulum, operkulum a mikropylární destičku, těmito znaky jsou naprosto unikátní a žádný jiný druh hmyzu tuto stavbu vajíček nemá (Sellick 1992).

Kapitulum existuje ve dvou formách, otevřené má proražený povrch a vede do dutého vnitřku, kdežto uzavřené má povrch uzavřený a střed může být dutý nebo vláknitý (Clarke Sellick 1988). Operkulum je víčko na skořápce vajíčka, skrze které se vylíhne nymfa (Hughes & Westoby 1992) současně se svléká z embryonální kutikuly, která zůstává ve vajíčku (Kovařík 2000). Mikropylární destička je oblast hřbetního povrchu vaječné schránky, která je obvykle

Ať už se chovatel rozhodne pro kteroukoliv možnost, chov nesmí být vystaven přímému slunci a je důležité splňovat obecné aspekty pro bezproblémový chov. Prvním je snadný přístup, který je potřeba při výměně živné rostliny, čištění ubikace, sběru vajíček nebo přesunu jedinců, je důležité mít dostatek prostoru pro manipulaci. Mnohem důležitější jsou však větrací otvory kvůli cirkulaci vzduchu. Nejlépe by měly být dva – jeden ve stropu zařízení a druhý na boční stěně (Siegel 2017). Důležité je také časté vlažení insektária (například pomocí rozprašovače) nejlépe navečer, poněvadž strašilky jsou nočními tvory a dostatečný prostor pro pohyb a svlékání. Výška ubikace by měla alespoň třikrát přesahovat délku strašilek (Motyšková & Motyčka 2000).

Pokud chováme druhy, které kladou vajíčka do zeminy pomocí kladélka (*S. inexpectata*), je potřeba do ubikace zajistit 5-10 centimetrů vysokou vrstvu substrátu jako je například písek nebo zemina (Zajíček 2001). Optimální způsob zajištění kladiště a zdroje vody je mech. Do chovného prostředí je vhodné umístit vyšší lahvičku s vodou, do které se dávají krmné rostliny a utěsníme je tak, aby nedocházelo k utopení strašilek. Pro delší udržení čerstvosti rostlin doporučují Conle & Hennemann (2000) dát do nádoby sladkou vodu, šikmo seříznout stonek rostliny a většinu ponořit do vody. Dále se doporučuje přidat různé větvičky, které jim jsou nápomocné při svlékání, při kterém visí.

V chovech je častá přemnoženost způsobená společným chovem dospělců a mladších i starších nymf v jedné ubikaci. V důsledku toho dochází k deformacím těla, tak jako například nejčastěji u lupenitek, které jsou náchylné k tak zvanému „behaviorálnímu kanibalismu“, kdy zaměňují sami sebe za listy a okusují se navzájem (Conle & Hennemann 2000).



Obrázek 9: Chov strašilek v Akva-Tera ZOO Plzeň: A – *S. inexpectata*, B – strašilka ďábelská (autor práce)

3.7.2 Podčeled' Heteropteryginae

Všichni členové této podčeledi jsou noční. V zajetí hmyz přes den obvykle odpočívá na zemi, buď pod listy nebo pod kusy kůry (záleží na výbavě ubikace), můžeme je ale i nalézt nehybné na pletivu, listech či větvích rostlin. Většina druhů se po odchytu živí různými druhy rostlin, které ve volné přírodě nemusí být součástí jejich běžné potravy. Jedincům se může v zajetí podávat například ostružiník (*Rubus sp.*), šípková růže (*Rosa canina*), bez černý (*Sambucus nigra*), blahovičnická gunnův (*Eucalyptus gunnie*), břečťan popínavý (*Hedera helix*), dub (*Quercus sp.*), ptačí zob vejčitolistý (*Ligustrum ovalifolium*) nebo bříza bělokrká (*Betula pendula*) (Bragg 1998).

3.7.3 Sběr vajíček

U druhů, které vajíčka přilepují na větvičky, listy, kůru nebo stěny insektária je inkubační doba nejkratší a trvá zhruba 1-4 měsíce. Vajíčka můžeme ponechat uvnitř a nechat vylíhnout v ubikaci, ale je lepší porosit podklad a sejmut je. Naopak u jedinců, co kladou vajíčka do půdy jej můžeme ponechat v substrátu. Obecně se nedoporučuje vajíčka odstraňovat tvrdou pinzetou (Zajíček 2001). Po odebrání vajíček je potřeba uložení do inkubačních boxů o velikosti odpovídající líhnoucích se nymf. Při malé velikosti dochází ke zmrzačení a často i neživotaschopnosti nymf. Pokud jsou vajíčka během líhnutí nevložena, může dojít k zaseknutí nymfy uvnitř, což vede k úhynu. Naproti tomu není dobré inkubovat vajíčka ani na velmi vlhkém substrátu, jelikož velká vlhkost podporuje růst plísní (Conle & Hennemann 2000).

3.7.4 Nymfy

Strašilky mají proměnu nedokonalou, což znamená, že se z vajíček líhnou nedospělí jedinci zvaní nymfy podobné dospělým jedincům - imágům. Inkubační doba je druhově rozdílná. U *Sosibia parvipennis* (Stal, 1877) se nymfy líhnou za 3 až 4 týdny, kdežto například u rodu *Haaniella* (Kirby, 1904) může trvat i více než rok. Zvláště u lepenitek (*Phyllium Illiger*, 1798) je důležité, aby se nymfa hned po vylíhnutí napila, v opačném případě hyne (Siegel 2017).

Conle & Hennemann (2000) doporučují u čerstvě vylíhnutých nymf odříznout okraje kolem listů pro snadnější rozkrmení. Je možné ponechat jedince u starších nymf, aby našly již okousané listy, ale nejlepší způsob je oddělený chov z důvodu ochrany mladých nymf při svlékání a přehledu o stavu vývoje jedince.

3.7.5 Imága

Imágem se u hmyzu rozumí dospělý jedinec s vyvinutým pohlavním ústrojím, schopný reprodukce. U strašilek se tak označují jedinci po posledním svleku. Samci mají většinou o svlek (*instar*) méně než samice (Motyčková & Motyčka 2012).

3.7.6 Potrava

Živné rostliny podávané jedincům v zajetí jsou náhradou jejich běžné potravy v přírodě, nemusí tedy pokrýt všechny jejich nutriční potřeby. Částečně je to kompenzováno širší škálou nabízené potravy, která se jednou za týden obměňuje za jiný druh rostliny. Jedná se o býložravý hmyz (Büscher et al. 2020), jako náhradní živnou potravou v zajetí se chovatelům osvědčily různé druhy rostlin. Nejvíce žádaný je u strašilek ostružiník, ale dokáží si navyknout také na růže, maliník, dub, břečťan nebo kaštanovník (*Castanea*). Strašilky vyžadují potravu stále čerstvou, proto je nutné větvičky rostlin pravidelně vyměňovat. V zimním období je někdy velice těžké obstarat potravu, poněvadž většina stromů opadá a keře vadnou. Ideálním je proto právě ostružiník, který můžeme nalézt pod sněhem ještě z léta anebo břečťan, jenž je celoročně zelený (Motyčková & Motyčka 2012). Stejně jako u jiných živočichů platí, že různé druhy mají různé chutě. Může tedy nastat nepřijmutí potravy, zatímco u jiných je přijmutí bez problémů.

Značně nebezpečné je kupování rostlin z květinářství a zahradních center, jelikož jsou často ošetřovány pesticidy, které jsou jedovaté. Rostliny absorbují jed svými kořeny nebo listy a integrují je do tkání, kde jsou aktivní po velmi dlouhou dobu. V takovém to případě nepomáhá omytí listů, rostlina zůstane jedovatá a při pozření jedinec zahyne. Existuje pár výjimek, které nejsou ošetřovány toxickými látkami a lze je kupovat a následně zkrmovat: blahovičnick (*Eucalyptus*), libavka shalon (*Gaultheria shallon*) bez kořenů a řečík lentišek (*Pistacia Lentiscus*), který je pro některé druhy rodu *Bacillus* přirozená živná rostlina (Conle & Hennemann 2000). Nejlepším způsobem, jak se vyhnout otravě chovu je pořídit si vlastní zdroj potravy.

4 Metodika

Dospělým strašilkám *Sungaya inexpectata* byla odebírána vajíčka, která se po jednom umísťovala do inkubačních plastových lahviček se sádrou. Po inkubační době se začaly líhnout nymfy, které byly přemístěny do plastových chovných boxů. Dále byly rozřazeny do tří experimentálních skupin a byl jim až do dospělosti podáván buď ostružiník, dub anebo břechťan jako živná rostlina. V průběhu růstu a vývoje proběhla výměna chovných boxů za větší a po celou dobu výzkumu byli jedinci měřeni a váženi. Při ukončení růstu, kdy se ze subjektů staly imága, byly údaje porovnány a vyhodnoceny, zdali má daný typ potravy vliv na vývoj jedince.

4.1 Chov *Sungaya inexpectata*

Imága (dospělí jedinci) druhu *Sungaya inexpectata* byli po celou dobu výzkumu chováni v laboratoři na Fakultě agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů České zemědělské univerzity v Praze. Chov strašilek v laboratoři probíhal při pokojové teplotě o výši přibližně $23^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$. Pro chov parentální (rodičovské) generace byl použit plastový box (Obrázek 10) o rozměrech $8 \times 8 \times 18$ centimetrů, který byl vybaven odnímatelným víkem společně s připevněným pletivem využívaném k zabránění úniku jedinců a k umožnění volného proudění vzduchu. V této nádobě žilo dohromady pět dospělých jedinců ve složení tří samic a dvou samců. Dno chovného boxu bylo pokryto pouze několika vrstvami papírových bílých ubrousků z důvodu snadnějšího odebírání vajíček. Zbytek ubikace byl vyplněn větvemi s listy jako zdroj potravy. Nejčastěji se jednalo o ostružiník, méně často pak o dub, břechťan či maliník. Vzhledem k velmi dobré adaptabilitě na variabilitu potravy, bylo možné střídání druhů rostlin dle dostupnosti. Ať už kvůli vysokému stupni apetitu strašilek nebo zachování čerstvosti potravy, bylo zapotřebí v průměru dvakrát týdně měnit či doplňovat listy. Každodenním rosením boxu byl zajišťován zdroj vody, potřebná vlhkost.



Obrázek 10: Chovný box s dospělci (autor práce).

4.1.1 Vajíčka

Před začátkem chovu dospělců byly připraveny dva typy plastových válcovitých nádob se zhruba centimetrovou vrstvou sádry, která je ideální na udržení potřebné vlhkosti v prostředí okolo vajíčka. První typ nabýval rozměrů 5×10 centimetrů a obsahoval sádro s přídavkem karbonu (šedá), díky němuž byla sterilnější. Druhým typem byla podstatně menší nádoba o rozměrech $3,5 \times 4$ centimetrů obsahující vrstvu klasické bílé sádry. U obou typů se materiál vždy před vložením vajíčka navlhčil. Vytvořilo se tak ideální prostředí pro vylíhnutí nymf. Vlhkost bílé sádry byla pravidelně kontrolována formou dotyku, u šedé sádry postačil i pouhý pohled, jelikož jsme mohli zpozorovat podstatně světlejší odstín šedi při schnutí a dle potřeby probíhalo opětovně vlažení, i když jsou relativně odolná vůči vyschnutí.

Od tří samic se nám podařilo získat celkem 40 vajíček v časovém úseku 27 dní. Všechna nakladená vajíčka byla každodenně šetrně odebírána pomocí pinzety z chovného boxu a následně zcela nahodile a jednotlivě umístěna do jednoho ze dvou typů navlhčených nádob, které se uzavřely proděravělými víčky kvůli cirkulaci vzduchu. Každá lahvička byla řádně označena štítkem s informacemi o datumu naklazení vajíčka a názvu druhu nacházejícím se nádobě (Obrázek 11A). Inkubační doba trvala přibližně 3 až 4 měsíce, po této době se postupně začaly líhnout mladé nymfy (Obrázek 11B).



Obrázek 11: A – vajíčka, B – vylíhlé nymfy (autor práce).

4.1.2 Nymfy

Všechny nymfy byly hnědé barvy a měřily 1,7 centimetrů. Ihned po vylíhnutí byly přendány do plastové krabičky s rozměry 4 × 3,5 centimetrů s porosenými listy, uzavřeny proděravěným víčkem a popsány štítkem (Obrázek 12).



Obrázek 12: Vylíhlé nymfy po přesunu do chovného boxu (autor práce).

Vylíhnutí jedinci byli rozděleni do tří experimentálních skupin, při čemž každé skupině byl podáván jiný druh potravy. První skupině vylíhnutých nymf byl podáván ostružiník (*Rubus* sp.), druhé dub (*Quercus* sp.) a třetí břečťan (*Hedera* sp.). Po celou dobu vývoje byly živné rostliny společně s insektáři každodenně roseny z důvodu zdroje vody a potřebné vlhkosti k bezproblémovým svlekům (Obrázek 13). Svlečku jedinci většinou spořádali ihned po svléknutí.



Obrázek 13: Svlečka samice (autor práce).

Po třetím svleku, kdy jedinci měřili průměrně 2,7 centimetrů bylo zapotřebí strašilky přesunout do větší plastové nádoby vybavené proděravělým víčkem ve tvaru kopule, díky které se prostor pro jedince o to víc rozšířil. Rozměry většího chovného boxu byly 9,5 × 14,5 centimetrů plus 4,5 centimetrů vysoké víčko (Obrázek 14).



Obrázek 14: Strašilky po 3. svleku ve větším boxu (autor práce).

V tomto prostředí strašilky zůstaly až do dospělosti. Box byl každý den zavlažován a dle potřeby se měnily či doplňovaly listy.

4.2 Zhodnocení výsledků

Získané výsledky byly následně zhodnoceny a porovnány mezi jednotlivými skupinami. Pro demonstraci a lepší přehlednost byly zvoleny jak tabulky, tak jednotlivé sloupcové a skládané spojnicové grafy.

5 Výsledky

Po přibližně třech měsících inkubace se ze získaných 40 vajíček od chovné skupiny vylíhlo celkem osm nymf ve složení šesti samců a dvou samic. Všechny jedince se nám podařilo odchovat až do dospělosti. U několika vajíček došlo k výskytu plísní, což způsobilo jejich poškození a zabránilo vylíhnutí životaschopných jedinců.

5.1 Vliv potravy na vývoj jedince

Výsledky průběhu vývoje experimentálních skupin s vybranou živnou rostlinou byly vypsané podrobně v jednotlivých kapitolách vždy u každého jedince zvlášť. Čím více svleků jedinci absolvovali, tím více se zvyšovala hmotnost (někdy až několikanásobně) mezi jednotlivými svleky. Všichni samci se svlékli šestkrát a dosahovali zhruba šesti centimetrů. Samice měly o svlek navíc, tudíž se svlékaly sedmkrát a jejich konečná délka byla osm centimetrů. Veškerá získaná data jsou zobrazena v Tabulce 2.

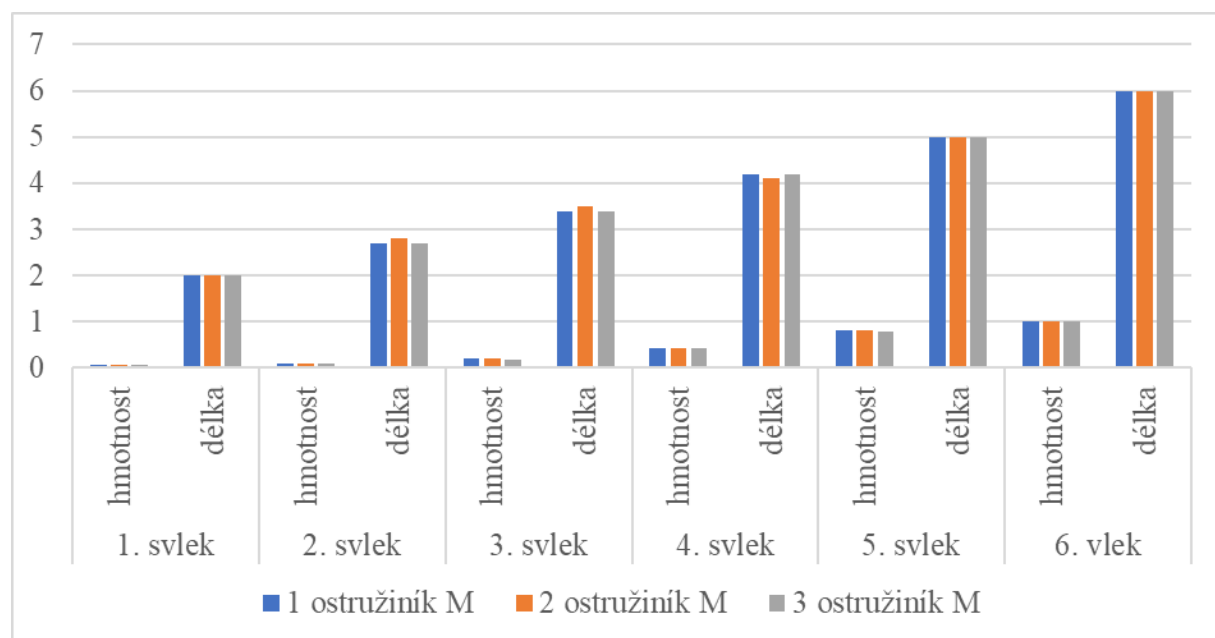
Tabulka 2: Analyzovaná data vývoje strašilek *S. inexpectata*.

jedinec	1	2	3	4	5	6	7	8
strava	ostružiník	ostružiník	ostružiník	dub	dub	dub	břečťan	břečťan
sex	M	M	M	F	M	M	M	F
vajíčko	7.5.	10.5.	19.5.	5.5.	23.5.	22.5.	23.5.	28.5.
vylíhnutí	21.8.	25.8.	4.9.	4.9.	4.9.	10.9.	10.9.	21.9.
1. svlek	28.8.	31.8.	10.9.	19.9.	10.9.	17.9.	15.9.	7.10.
den svleku od vylíhnutí	7.	6.	6.	15.	6.	7.	5.	16.
váha [g]	0,0715	0,0723	0,0705	0,0869	0,0663	0,0631	0,0545	0,0851
délka [cm]	2	2	2	2,6	2	2	2	2,6
2. svlek	5.9.	10.9.	19.9.	3.10.	19.9.	25.9.	25.9.	22.10.
den svleku od vylíhnutí	15.	16.	15.	29.	15.	17.	15.	31.
váha [g]	0,0923	0,0931	0,0907	0,1852	0,0758	0,1197	0,0849	0,1331
délka [cm]	2,7	2,8	2,7	3,5	2,7	2,7	2,7	3,5
3. svlek	25.9.	26.9.	3.10.	20.10.	3.10.	7.10.	9.10.	2.11.
den svleku od vylíhnutí	35.	32.	29.	46.	29.	29.	29.	42.
váha [g]	0,1918	0,1927	0,1899	0,4435	0,1476	0,2042	0,1625	0,3902
délka [cm]	3,4	3,5	3,4	4,4	3,4	3,4	3,4	4,6
4. svlek	11.10.	12.10.	20.10.	5.11.	16.10.	22.10.	3.11.	27.11.
den svleku od vylíhnutí	51.	48.	46.	62.	42.	44.	54.	67.
váha [g]	0,4253	0,4199	0,4138	0,6968	0,2678	0,4021	0,5183	0,6955
délka [cm]	4,2	4,1	4,2	5,2	4,2	4,3	4,4	5,2

5. svlek	27.10.	28.10.	13.11.	22.11.	5.11.	7.11.	19.11.	22.12.
den svleku od vylíhnutí	67.	64.	70.	79.	62.	60.	70.	92.
váha [g]	0,8096	0,8141	0,7981	0,8992	0,4855	0,5757	0,6761	1,0987
délka [cm]	5	5	5	5,9	4,7	5	5	6
6. svlek	19.11.	20.11.	4.12.	2.12.	23.11.	6.12.	15.12.	11.1.
den svleku od vylíhnutí	90.	87.	91.	89.	80.	87.	96.	112.
váha [g]	0,9981	0,9974	0,9948	1,3902	0,7532	0,7667	0,8095	1,6037
délka [cm]	6	6	6	6,8	5,6	5,7	6	6,8
7. svlek	-	-	-	7.1.	-	-	-	3.2.
den svleku od vylíhnutí	-	-	-	125.	-	-	-	135.
váha [g]	-	-	-	2,5181	-	-	-	2,3594
délka [cm]	-	-	-	8	-	-	-	7,9

5.1.1 Ostružiník

V první experimentální skupině byli zkoumáni tři samci, kterým byl podáván ostružiník (Graf 1). Výsledky mezi těmito 3 jedinci se stejnou stravou se lišily ve váze i délce minimálně. Zásadní byl u všech čtvrtý a pátý svlek, kdy se hmotnosti jedinců výrazně zvýšily a nabývaly hodnot přibližně dvakrát větších než u předchozího svleku. Všichni imága dovršili stejné délky 6 centimetrů a hmotnosti měli mezi sebou s minimálním rozdílem v rámci desítek.



Graf 1: Porovnání hmotnosti [g] a délky těla [cm] strašilek po celou dobu vývoje v rámci všech testovaných skupin krměných ostružiníkem.

5.1.1.1 Jedinec 1 (Samec-Male)

Inkubační doba trvala 106 dní. První svlek proběhl 7. den po vylíhnutí, Jedinec vážil 0,0715 gramů a měřil 2 centimetry. Druhý svlek proběhl 15. den po vylíhnutí s váhou 0,0923 gramů a délkou těla 2,7 centimetrů. Třetí svlek nastal až po 35 ti dnech od vylíhnutí, váha se zvýšila na 0,1918 gramů a jedinec se zvětšil o 0,7 centimetrů. Hmotnost i délka se rapidně zvýšila po čtvrtém svleku, který nastal 51. den po vylíhnutí. Jedinec vážil 0,4253 gramů a měřil 4,2 centimetrů. Předposledním svlekem, který proběhl 90. den po vylíhnutí, se hmotnost téměř zdvojnásobila a jedinec vážil 0,8096 gramů při délce 5 centimetrů. U posledního svleku nebyl tak výrazný nárůst hmotnosti (0,9981 g), ale délka se zvětšila o 1 centimetr. Dospělý jedinec tedy měřil 6 centimetrů.

5.1.1.2 Jedinec 2 (Samec-Male)

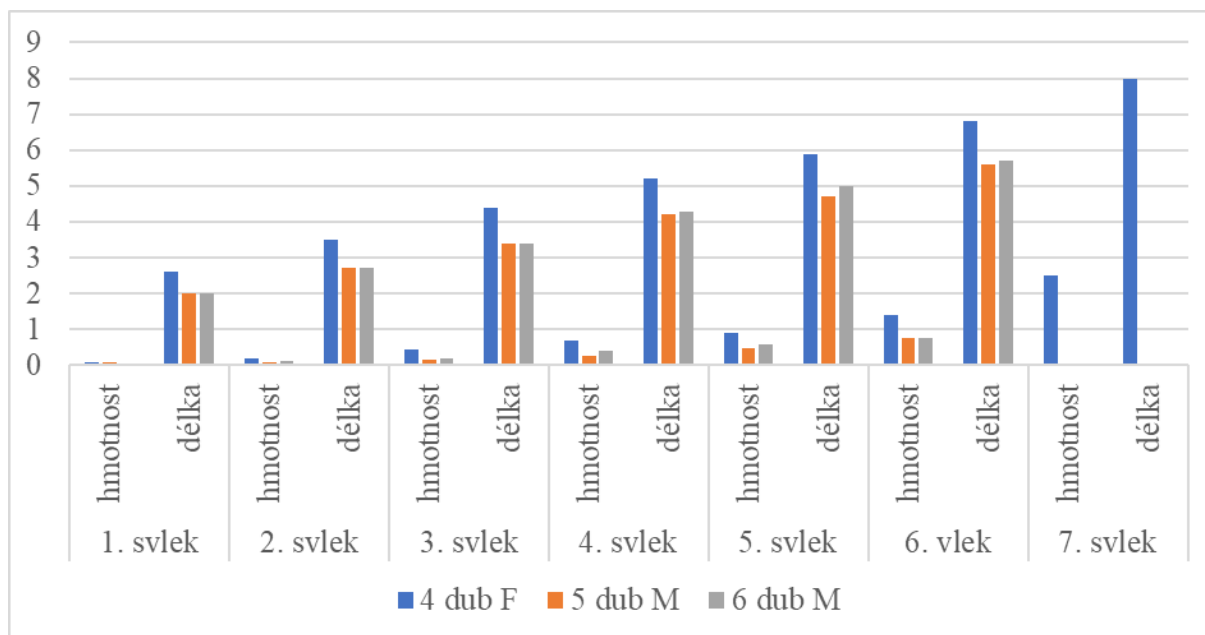
U druhého pozorování se výsledky lišily minimálně. Inkubační doba trvala 107 dní. První svlek nastal 6. den po vylíhnutí, jedinec vážil 0,0723 gramů a měřil 2 centimetry. Druhý svlek proběhl 16. den po vylíhnutí, čili o den déle nežli u jedince 1. Váha byla 0,0931 gramů a délka 2,8 centimetrů. Třetím svlekem (32. den po vylíhnutí) se zvýšila hmotnost na 0,1927 gramů a délka na 3,5 centimetrů. Po čtvrtém svleku (48. den) došlo opět k vysokému zvýšení váhy na 0,4199 gramů a míry na 4,1 centimetrů. Pátý svlek probíhal 64. den po vylíhnutí, váha se zdvojnásobila na 0,8141 gramů a délka se zvýšila o 1 centimetr. Poslední svlek byl 87. den po vylíhnutí, konečná váha byla 0,9974 gramů při délce 6 centimetrů.

5.1.1.3 Jedinec 3 (Samec-Male)

Inkubační doba trvala po dobu 108 dní. První svlek proběhl po stejném počtu dní jako u jedince 2, nymfa vážila 0,0705 gramů a taktéž měřila 2 centimetry. Patnáctý den po vylíhnutí nastal druhý svlek, po kterém se váha strašilky zvýšila na 0,0907 gramů s délkou 2,7 centimetrů. Třetí svlek proběhl 29. den po vylíhnutí, váha vzrostla o 992 gramů a délka se zvýšila o 0,7 centimetrů. O 17 dní později se strašilka svlékla po čtvrté a jako u ostatních jedinců této skupiny se váha výrazně zvýšila. Hmotnost nymfy byla 0,4138 gramů a délka 4,2 centimetrů. Předposlední svlek probíhal 70. den po vylíhnutí, váha opět podstatně narostla (0,7981 g) a nymfa se protáhla na 5 centimetrů. Devadesátý první den byla nalezena svlečka od posledního svlékání se, jedinec nabýval hodnot: 0,9948 gramů a 6 centimetrů.

5.1.2 Dub

Druhá experimentální skupina se skládala z jedné samice a dvou samců. Všem byl po celou dobu vývoje podáván dub (Graf 2). Od prvního svleku byly jasně viditelné časové, váhové a mírové rozdíly mezi samicí a samci. Samice měla podstatně delší rozestupy mezi svleky, vyšší hmotnost i délku těla. Samci měli po celou dobu vývoje velice podobnou, mnohdy i stejnou délku těla, kdežto u hmotnosti to takto nebylo. Jedinec 5 měl od druhého až po pátý svlek podstatně nižší hodnoty hmotnosti než Jedinec 6, který od prvního svleku velice nabral na váze a intenzivně přibíral až po předposlední svlek, kdy se hmotnost lehce ustálila a oba samci nakonec v dospělosti vážili velice podobně, v délce se lišili o 1 milimetr.



Graf 2: Porovnání hmotnosti [g] a délky těla [cm] strašilek po celou dobu vývoje v rámci všech testovaných skupin krmených dubem.

5.1.2.1 Jedinec 4 (Samice-Female)

Samice se vylíhla po 127 dnech inkubační doby. První svlek proběhl 15. den po vylíhnutí a už zde můžeme vidět patřičné rozdíly, jak v hmotnosti, tak v délce. Nymfa vážila 0,0869 gramů a měřila 2,6 centimetrů. Další svlek proběhl za 14 dní, samička vážila 0,1852 a měřila 3,5 centimetrů. Třetím svlekem, který byl 46. den po vylíhnutí, došlo k rapidnímu vzrůstu hmotnosti na 0,4435 gramů a zvětšení délky o 0,9 centimetrů. Čtvrtý svlek nastal 62. od vylíhnutí, nymfa vážila 0,6955 gramů a měla délku 5,2 centimetrů. Sedmdesátý devátý den od vylíhnutí proběhl pátý svlek, po kterém byla hmotnost 0,8992 gramů a délka těla 5,9 centimetrů. Šestým svlekem (89. den) hmotnost opět vygradovala a samička vážila 1,3902 gramů při délce 6,8 centimetrů. Na rozdíl od samců mají samice svleků sedm. Poslední z nich nastal 125. den po vylíhnutí, hmotnost se téměř zdvojnásobila na 2,5181 gramů a konečná délka těla byla 8 centimetrů.

5.1.2.2 Jedinec 5 (Samec-Male)

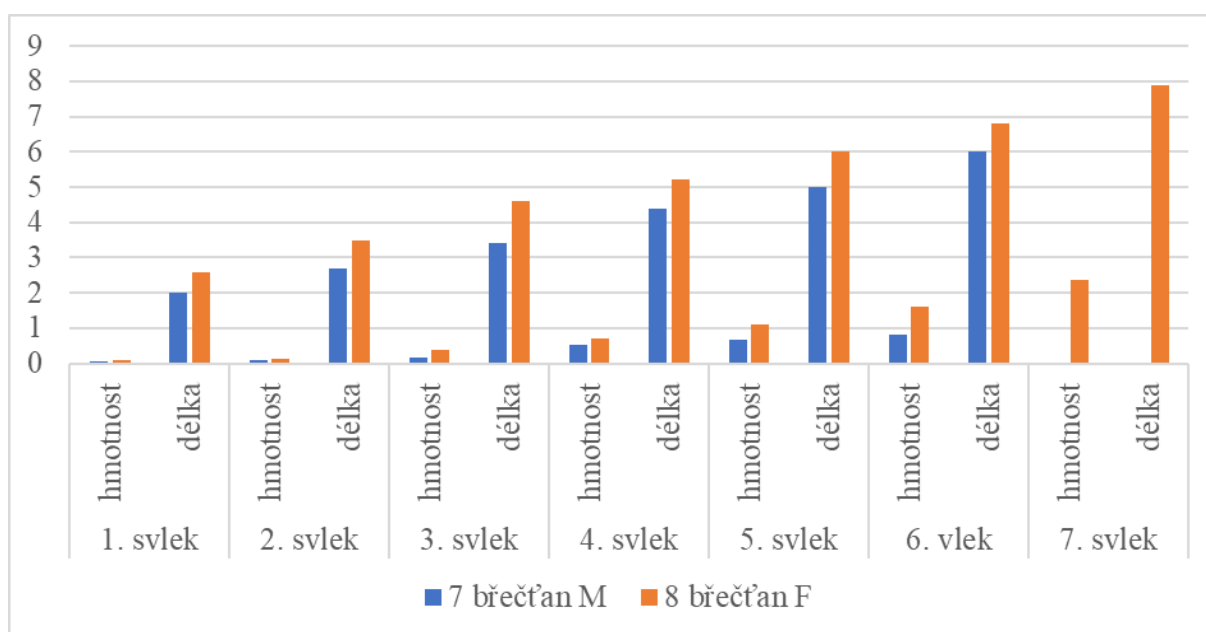
Inkubační doba nymfy byla 104 dní, poprvé se svlékla 6. den od vylíhnutí, vážila 0,0663 gramů a měřila 2 centimetry. Druhý svlek nastal již 15. den od vylíhnutí, kdy hmotnost jedince byla 0,0758 gramů a délka 2,7 centimetrů. Jedinec nabral vyšší váhu a míru až po třetím svleku (29. den), kdy vážil 0,1476 gramů při délce 3,4 centimetrů. Hmotnost se jednou tolik zvýšila po dalším svleku (42.den), kdy jedinec vážil 0,2678 gramů a měřil 4,2 centimetrů. Předposlední svlek proběhl 62. den po vylíhnutí a opět došlo k téměř zdvojnásobení váhy (0,4855 gramů). Osmdesátým dnem od vylíhnutí se ukončil růst jedince posledním svlekem. Imágo vážilo 0,7532 a měřilo 5,6 centimetrů.

5.1.2.3 Jedinec 6 (Samec-Male)

Poslední samec břechťanem krmné skupiny se vylíhl 111 dní po naklazení vajíčka. První svlek proběhl 7. den od vylíhnutí, jedinec vážil 0,0631 gramů a měřil 2 centimetry. Další svlek nastal o 10 dní později, kdy váha překvapivě velmi vzrostla na 0,1197 gramů, délka těla byla 2,7 centimetrů. Třetím svlekem (29. den od vylíhnutí) se váha zdvojnásobila na 0,2042 gramů a jedinec vyrostl o 0,7 centimetrů. Hmotnost se nepřestávala nadměrně zvyšovat, po čtvrtém svleku (44. den od vylíhnutí) totiž jedinec vážil 0,4021 gramů a měřil 4,3 centimetrů. Hmotnost stále rostla, ale už v menší rychlosti, nymfa vážila po předposledním svleku (60. den) 0,5757 gramů a měřila 5 centimetrů. Šestým svlekem (87. den od vylíhnutí) se váha ustálila na 0,7667 gramů a délka těla byla 5,7 centimetrů.

5.1.3 Břechťan

Poslední experimentální skupině byl podáván břechťan (Graf 3). Skládala se z jednoho samce a jedné samice. Samec se poprvé svlíkl po velice krátké době, do třetího svleku však přibýval na váze po menších hodnotách, pak se ale hmotnost přibližně trojnásobně značně zvýšila, váha po posledních dvou svlecích byla ovšem zase přiměřené. Samice už od prvního svleku až po celou dobu vývoje jasně převládala mírou i váhou nad samcem.



Graf 3: Porovnání hmotnosti [g] a délky těla [cm] strašilek po celou dobu vývoje v rámci všech testovaných skupin krmných břechťanem.

5.1.3.1 Jedinec 7 (Samec-Male)

Inkubační doba sedmého jedince trvala 110 dní a první svlek proběhl již 5. den po vylíhnutí, přičemž hmotnost byla 0,0545 gramů a délka 2 centimetry. Druhý svlek nastal 15. den od vylíhnutí, váha narostla pouze na 0,0849 gramů a jedinec povyroste o 0,7 centimetrů. Po třetím svleku (29.den) byla strašilka jedenkrát více těžší (0,1625 gramů) a měřila 3,4 centimetrů. Od tohoto bodu nastal opět rapidní nárůst hmotnosti, poněvadž po čtvrtém svleku

(54. den) jedinec vážil 0,5183 gramů a délka těla byla 4,4 centimetrů. Do předposledního svleku již moc strašilka nenabrala, jelikož po něm (70. den od vylíhnutí) byla hmotnost 0,6761 gramů při míře 5 centimetrů. Šestý svlek nastal 96. den od vylíhnutí a finální hmotnost jedince byla 0,8095 gramů, délka těla se prodloužila na 6 centimetrů.

5.1.3.2 Jedinec 8 (Samice-Female)

Nymfa se vylíhla 116 dní po naklazení vajíčka. První svlek proběhl 16. den od vylíhnutí, samice vážila 0,0851 gramů a byla dlouhá 2,6 centimetrů. Třicátý první den života se strašilka po druhé svlékla a nabývala těchto parametrů: hmotnost 0,1331 gramů, délka těla 3,5 centimetrů. Třetí svlek nastal 42. den po vylíhnutí a došlo k podstatnému nárůstu hmotnosti (0,3902 gramů) a zvětšení délky těla o 1,1 centimetrů. Od této chvíle začaly váhové parametry astronomicky stoupat. Po 25 dnech se jedinec svlékl po čtvrté a vážil 0,6955 gramů s délkou těla 5,2 centimetrů. Pátý svlek proběhl 92. den od vylíhnutí, hmotnost byla 1,0987 gramů a délka těla 6 centimetrů. O 20 dní později nastal předposlední svlek, kdy samice vážila 1,6037 gramů a délka těla vzrostla o 0,8 centimetrů. Po sedmém svleku (135. den života) samička dovršila dospělosti, vážila 2,3594 gramů a byla dlouhá 7,9 centimetrů.

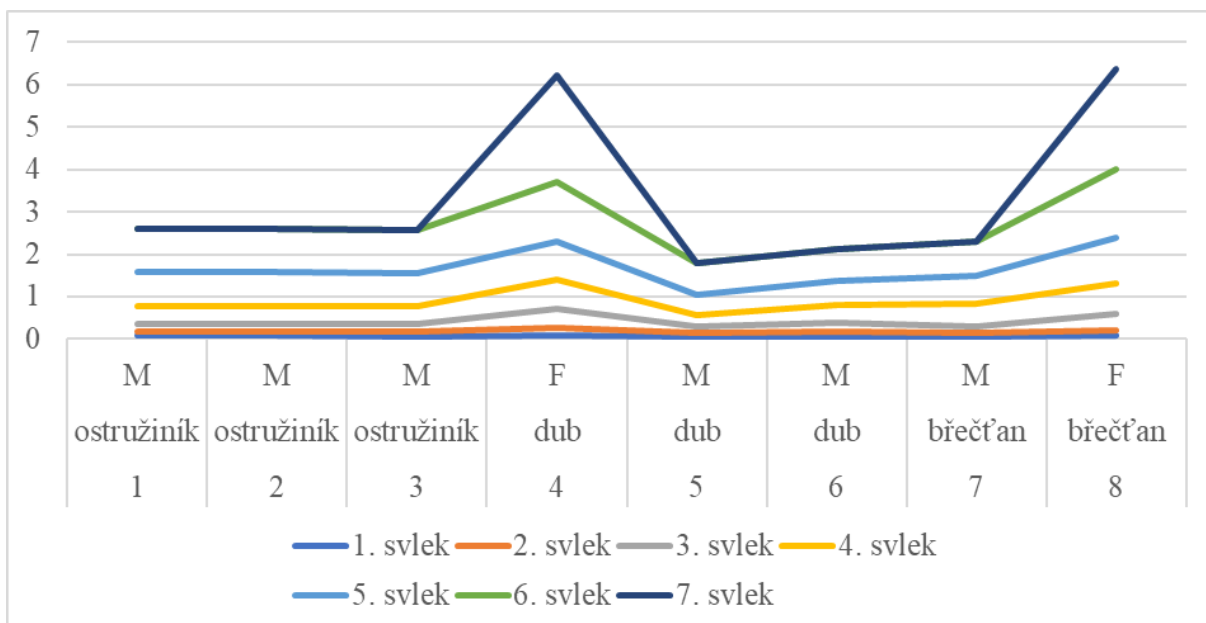
5.2 Porovnání mezi skupinami

Již od prvního svleku byly jasně viditelné váhové (Graf 4) i délkové (Graf 5) rozdíly hodnot mezi pohlavími. Samice byly podstatně těžší a delší než samci po celou dobu vývoje, nezávisle na potravě. Pozorované hodnoty aspektů výzkumu byly tudíž rozděleny zvlášť na samce a zvlášť na samice. Celkový komplexní přehled získaných dat, vážení a měření všech odchovaných jedinců zobrazuje Tabulka 1.

5.2.1 Hmotnost a délka těla

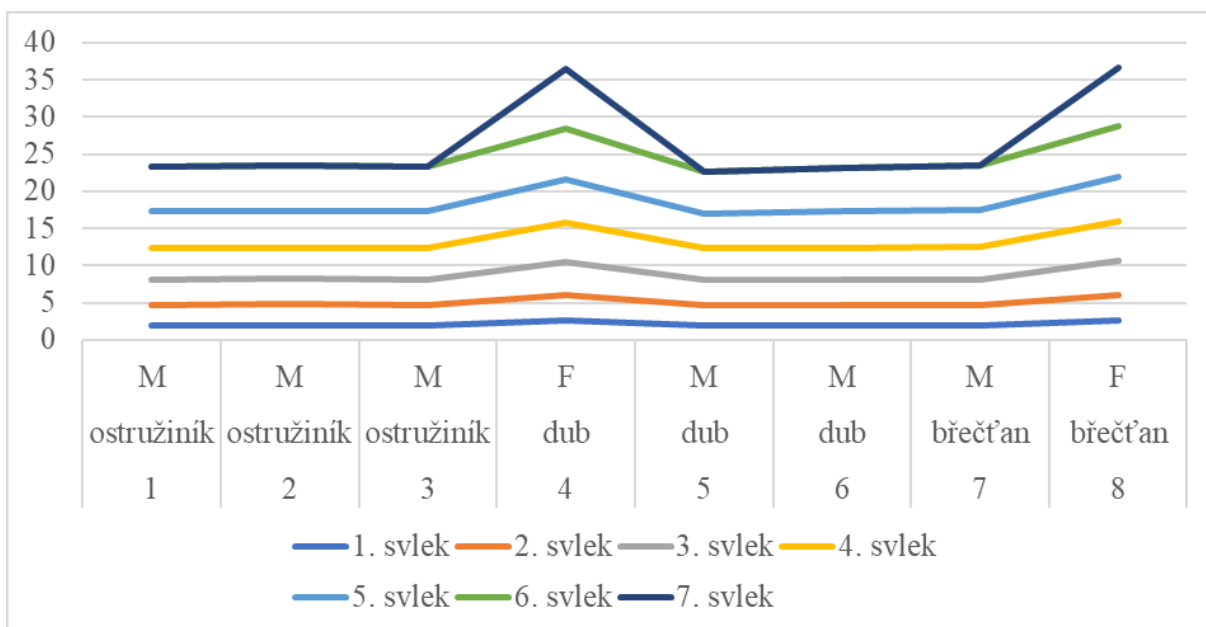
První váhové rozdíly mezi krmnými skupinami byly u samců zaznamenány hned po prvním svleku. Nejmenší hmotnost měl jedinec, kterému byl podáván břečťan, o trošku lépe na tom byli samci krmeni dubem a nejlepší hodnoty měla krmná skupina s ostružiníkem. Všem samcům, nezávisle na potravě, se po třetím svleku rapidně zvýšila hmotnost, která se nepřestávala intenzivně zvyšovat až do posledního svleku. Po celou dobu růstu se všichni tři samci, krmeni ostružiníkem, drželi hodnotami velice těsně u sebe a právě tato skupina měla na konci vývoje největší hmotnost. Naproti tomu dva jedinci krmeni dubem měli podobné hodnoty pouze po prvním svleku a při dosažení dospělosti, ale po celou dobu růstu měli zcela odlišné průběžné výsledky. Do třetí skupiny patřil jedinec krmený břečťanem, který nabíral váhu nejpomaleji ze všech skupin, ale po čtvrtém svleku došlo k masivnímu zvýšení hmotnosti a měl největší váhu ze všech jedinců. Poslední dva svleky bylo zvyšování hmotnosti relativně stabilní a v dospělosti měl větší hmotnost než skupina s dubem, která měla nejnižší váhu.

U dvou vylíhnutých samic byly po prvním a čtvrtém svleku výsledky téměř stejné, i když jedna byla krmena dubem a druhá břečťanem. Po druhém a třetím svleku byla větší hmotnost u nymfy krmené právě dubem, ale po pátém a šestém svleku byly vyšší hodnoty u nymfy krmené břečťanem. V dospělosti však měla o trochu větší hmotnost samice s dubem.



Graf 4: Porovnání hmotnosti strašilek mezi všemi testovanými skupinami [g].

U měření délky těla v jednotlivých fázích se neobjevily žádné velké rozdíly. Maximální odchylky růstu mezi jedinci v průběhu vývoje byly $\pm 1-2$ centimetry, ovšem po dovršení dospělosti se u samců krmených dubem nepodařilo dosáhnout délky 6 centimetrů jako u ostatních.



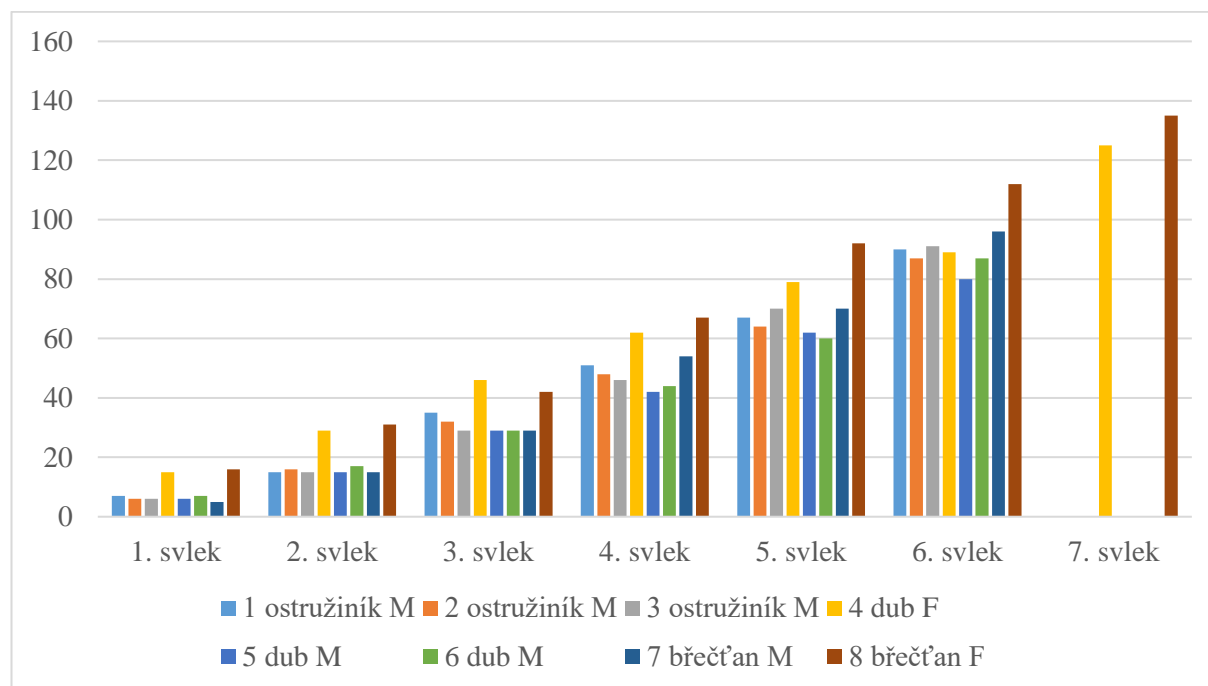
Graf 5: Porovnání délky těla strašilek mezi všemi testovanými skupinami [cm].

5.2.2 Délka vývoje

Počet dnů se od vylíhnutí z vajíčka po jednotlivé svleky mezi experimentálními skupinami vlivem živné rostliny zásadně lišil (Graf 6). Nejvýraznější rozdíl v délce vývoje byl

zaznamenán u samic, které vykazovali značně delší dobu vývoje, neboť oproti samcům prochází ještě jedním a to sedmým svlekem.

Délka doby od vylíhnutí jedince po posledního svleku byla u všech samců po zprůměrování vyhodnocena pro obě pohlaví zvlášť. Nejkratší dobu vývoje měli samci krmeni dubem (83,5 dní), u jedinců krmených ostružiníkem byla průměrná doba vývoje 89,3 dní a nejdéle se vyvíjel jedinec, kterému byl podáván břečťan (96 dní). U samic měla kratší vývoj nymfa krmena dubem (125 dní), nežli břečťanem (135 dní).



Graf 6: Porovnání délky vývoje mezi všemi testovanými skupiny ve vztahu počtu dnů od vylíhnutí ke konkrétnímu svleku [dny].

6 Diskuze

6.1 Vajíčka

Inkubace vajíček je nedílnou součástí úspěšného chovu strašilek. Phasmidi kladou velké množství vajíček, takže se očekává vysoká mortalita vajíček i nymf (Baker 2015). Toto tvrzení potvrzuje, že ze 40 získaných vajíček se vylíhlo pouze osm životaschopných jedinců. Při líhnutí vajíček byla zaznamenána rozsáhlá kontaminace plísněmi, která zapříčinila značný úbytek zkoumaného materiálu. Možnou alternativou k líhnutí vajíček na vlhké sádře v uzavřených prodyšných nádobách, jež bylo provedeno při našem zkoumání, je líhnutí vajíček nad vodní hladinou, při níž se tento velmi častý problém při odchovu strašilek nevyskytuje (Krejsa 2023). Přestože bylo v námi použitých inkubačních nádobách hojné množství otvorů, pravděpodobně nedošlo k dostatečné cirkulaci vzduchu. Výskyt plísní je pro tuto metodu obecně typický.

6.2 Vliv potravy na vývoj jedince

Vzhledem k velikostním rozdílům mezi samci a samicemi strašilek, nebylo překvapivé, že samice oproti samcům vykazovaly znatelně vyšší hodnoty. Rozdíly se netýkaly pouze výše narůstajících hodnot v porovnání se samci, ale také délky rozestupu mezi svleky, která byla od vylíhnutí významně vyšší. Z námi testovaných skupin se vzhledem k délce vývoje jeví jako neefektivnější odchovávat strašilky na listech ostružníku, nicméně absence samic v této skupině zapříčinila významnou nepřesnost v rámci další analýzy a hodnocení dat. Dále následoval dub a břechťan, u takto krmených skupin je patrná nižší hmotnost sameců. To může být zapříčiněno charakterem listů a apetitem strašilek. U samic, přestože dosahovaly cirka totožných hodnot, stále byl dub vyhodnocen jako přívětivější než břechťan. Při volbě použité potravy při odchovu je esenciálním faktorem dostupnost rostlin se zelenými listy po celý rok, neboť bývá značně obtížné převést chované jedince strašilek na jiný typ stravy. Takovéto radikální transformace ve výživě monofágních druhů strašilek bývají často spojeny s markantními úhyny (Motyčka & Motyčková 2012). Tento aspekt splňují v rámci naší použité experimentální stravy pouze ostružník a břechťan. Nicméně námi vybraný experimentální druh *S. inexpectata* je druh polyfágní, čili není vázaný na jeden druh potravy a je možné druhy rostlin, jejichž listy předkládáme strašilkám střídat dle potřeby (Zajíček 2008). I přesto je vždy nutná ostražitost vůči toxickým látkám a chemickému ošetření rostlin, ať už v důsledku přirozeného obsahu škodlivých látek (nevyzrálост listů, alkaloid emetin, glykosid hederin), anebo preventivnímu zásahu u rostlin na veřejně přístupných prostranstvích (pesticidy).

6.3 Doporučení

V našem experimentu byly porovnávány strašilky odchované pouze na úzké škále zvolených krmiv. Pro další experimenty by bylo vhodné zařadit do diet různorodější zastoupení krmiv včetně širšího počtu genderově vyrovnaných jedinců, aby došlo k získání co nejpřesnějších dat. Boucher & Varady-Szabo (2005) zařadili do výživy pakobylek rohatých kromě standardně předkládaných listů také mrkev, špenát a hlávkový salát. Výsledky použití alternativních krmiv nemělo nikterak pozitivní hodnoty, až na ekologický hlávkový salát, který

se svými výsledky co nejlíže přiblížil dubovým listům. Další zkoumání alternativních krmiv ve výživě strašilek by do chovu mohlo přinést také nové perspektivy.

7 Závěr

V této bakalářské práci bylo prokázáno, že typ potravy ovlivňuje vývoj jedince. Nejvíce pozitivní vliv byl zaznamenán u experimentální skupiny krmené ostružníkem. Vzhledem ke sledovaným samicím pak dub. Všem samcům krmených ostružníkem se od nymfy až po dospělce zvyšovala hmotnost stabilně a rovnoměrně bez jakýchkoliv odchylek. Naproti tomu jedinci, kterým byl podáván dub, měli mezi sebou znatelné odlišnosti a kolísání hodnot v průběžných výsledcích vážení. Stejně tak u jedince krmeným břechťanem nebyly hodnoty v první polovině vývoje příliš adekvátní. Mj. samci s tímto typem potravy (dub) byli v dospělosti patrně menší než ostatní. Nejnižší hodnoty byly získány při odchovu jedinců za použití břechťanu.

Zároveň by bylo vhodnější pro větší přesnost a komplexnost získaných dat, aby zkoumané experimentální skupiny byly sestaveny ze stejného počtu samců a samic, nebo aby alespoň v každé skupině bylo zastoupení obou pohlaví.

8 Literatura

- Arnett JR RH. 2000. American insects: A Handbook of the Insects of America North of Mexico. CRC Press, Florida.
- ASPER. 2012. The phasmids. Available at http://www.asper.org/menu/en_phasm.htm?
- Baker E. 2015. The worldwide status of phasmids (Insecta: Phasmida) as pests of agriculture and forestry, with a generalised theory of phasmid outbreaks. *Agriculture & Food Security* **4**:1-19.
- Balfour H. 1915. Note on a new kind of fish-hook from Goodenough Island, d'Entrecasteaux Group, New Guinea. *Man* **15**:9-10.
- Bank S, Bradler S. 2022. A second view on the evolution of flight in stick and leaf insects (Phasmatodea). *BMC Ecology and Evolution* **22**:1-17.
- Bank S, Buckley TR, Büscher TH, Bressel J, Constant J, de Haan M, Dittmar D, Dräger H, Kahar RS, Kang A, Kneubühler B, Langton-Myers SS, Bradler S. 2021. Reconstructing the nonadaptive radiation of an ancient lineage of ground-dwelling stick insects (Phasmatodea: Heteropterygidae). *Systematic Entomology* **3**:487-507.
- Bedford GO. 1978. Biology and Ecology of the Phasmatodea. *Annual Review of Entomology* **23**:125-149.
- Blackmon H, Ross L, Bachtrog D. 2017. Sex Determination, Sex Chromosomes, and Karyotype Evolution in Insects. *Journal of Heredity* **108**:78-93.
- Bobek M, Valášková I, Šimek J, Petáková H. 2020. Pomoc pro Austrálii. *Zoologická zahrada hl. m. Prahy, Praha*.
- Boucher S, Varady-Szabo H. 2005. Effects of different diets on the survival, longevity and growth rate of the Annam stick insect, *Medauroidea extradentata* (Phasmatodea: Phasmatidae). *Journal of Orthoptera Research* **14**:115-118.
- Bradler S, Buckley TR. 2018. Biodiversity of Phasmatodea. *Insect Biodiversity: Science and Society* **11**:281-313.
- Bradler S. 2009. Die Phylogenie der Stab- und Gespenstschrecken (Insecta: Phasmatodea). *Phylogeny and Evolution* **2**:3-139.
- Bradley JC, Galil BS. 1977. The taxonomic arrangement of the Phasmatodea with keys to the subfamilies and tribes. *Entomological Society of Washington* **79**:176-208.
- Bragg PE. 1992. Phasmids and cockroaches as prey of spiders and mantids. *Aes Bulletin* **51**:19-20.
- Bragg PE. 1998. A revision of the Heteropteryginae (Insecta: Phasmida: Bacillidae) of Borneo, with the description of a new genus and ten new species. *Zoologische Verhandelingen* **316**:1-135.
- Brock PD, Hasenpusch JW. 2009. *The Complete Field Guide to Stick and Leaf Insects of Australia*. CSIRO Pub., Kokosové Ostrovy.

- Brunner-von Wattenwyl KF. 1907. Die Insektenfamilie der Phasmiden. II. Phasmidae Anareolatae (Clitumnini, Lonchodini, Bacunculini). Verlag W. Engelmann, Leipzig.
- Buckley TR, Attanayake D, Bradler S. 2009. Extreme convergence in stick insect evolution: phylogenetic placement of the Lord Howe Island tree lobster. *Royal Society B: Biological Sciences* **276**:1055-1062.
- Burack J, N. Gorb S, H. Büscher T. 2022. Attachment Performance of Stick Insects (Phasmatodea) on Plant Leaves with Different Surface Characteristics. *Insects* **13**:952.
- Büscher TH, Becker M, Gorb SN. 2020. Attachment performance of stick insects (Phasmatodea) on convex substrates. *Journal of Experimental Biology* **223**:1-11.
- Büscher TH, Buckley TR, Grohmann C, Gorb SN, Bradler S. 2018. The Evolution of Tarsal Adhesive Microstructures in Stick and Leaf Insects (Phasmatodea). *Frontiers in Ecology and Evolution* **6**:1-11.
- Büscher TH, Gorb SN. 2017. Subdivision of the neotropical Prisopodinae Brunner von Wattenwyl, 1893 based on features of tarsal attachment pads (Insecta, Phasmatodea). *ZooKeys* **645**:1-11.
- Clarke Sellick JT. 1988. The capitula of phasmid eggs: an update with a review of the current state of phasmid ootaxonomy. *Zoological Journal of the Linnean Society* **93**:273–282.
- Clarke Sellick JT. 1998. The micropylar plate of the eggs of Phasmida, with a survey of the range of plate form within the order. *Systematic Entomology* **23**:203–228.
- Conle O, Henemann F, Gutiérrez Y. 2011. The Stick Insects (Phasmatodea) of Colombia. Books on Demand.
- Conle O, Hennemann F. 2000. Phasmatodea. Available at Phasmatodea.com (accessed April 22, 2024).
- Conle OV, Hennemann FH, Dossey AT. 2009. Survey of the Color Forms of the Southern Twostriped Walkingstick (Phasmatodea: Areolatae: Pseudophasmatidae: Pseudophasmatinae: Anisomorphini), With Notes on Its Range, Habitats, and Behaviors. *Annals of the Entomological Society of America* **102**:210-232.
- Foote C. 2015. The incredible voyage of the Mauritian stick insect. Available at <https://blogs.biomedcentral.com/bmcseriesblog/2015/09/17/incredible-voyage-mauritian-stick-insect/> (accessed April 22, 2024).
- Gorb SN, Beutel RG, Gorb EV, Jiao Y, Kastner V, Niederegger S, Popov VL, Scherge M, Schwarz U, Vötsch W. 2002. Structural Design and Biomechanics of Friction-Based Releasable Attachment Devices in Insects. *Integrative and Comparative Biology* **42**:1127-1139.
- Gottardo M, Vallotto D, Beutel RG. 2015. Giant stick insects reveal unique ontogenetic changes in biological attachment devices. *Arthropod Structure & Development* **44**:195-199.
- Gray GR. 1835. Synopsis of the species of insects belonging to the family of Phasmidae. Longman.

- Günther K. 1953. Über die taxonomische Gliederung und die geographische Verbreitung der Insektenordnung der Phasmatodea. Beiträge zur Entomologie = Contributions to Entomology **3**:541-563.
- Hengqing J, Xianquan L, Wenzhong L, Zheng H. 2001. Baculum pingliense Chen et He--Its capacity of food taking and excreting faeces. Sichuan Dong wu= Sichuan Dongwu= Sichuan Journal of Zoology **20**:6-8.
- Hennemann FH, Conle OV. 2008. Revision of Oriental Phasmatodea: The tribe PharnaciiniGünther, 1953, including the description of the world's longestinsect, and a survey of the family Phasmatidae Gray, 1835 withkeys to the subfamilies and tribes (Phasmatodea: "Anareolatae": Phasmatidae). Zootaxa **1906**:1-316.
- Hinton HE. 1981. Biology of insect eggs. Pergamon Press, Oxford.
- Honan P. 2008. Notes on the biology, captive management and conservation status of the Lord Howe Island Stick Insect (*Dryococelus australis*) (Phasmatodea). Insect Conservation and Islands **12**:399–413.
- Hughes L, Westoby M. 1992. Capitula on Stick Insect Eggs and Elaiosomes on Seeds: Convergent Adaptations for Burial by Ants. Functional Ecology **6**:642-648.
- Karny HH. 1923. Zur Nomenklatur der Phasmoiden. Treubia **3**:230-242.
- Kovařík F. 2000. Hmyz. Madagaskar, Jihlava.
- Krapp HG. 2009. Ocelli. Current Biology **19**:435-437.
- Krejsa V. 2023. Effective method of incubating stick insect eggs using a breathable material above a water surface. Journal of Entomology and Zoology Studies **11**:30-32.
- Labonte D, Federle W. 2013. Functionally Different Pads on the Same Foot Allow Control of Attachment: Stick Insects Have Load-Sensitive “Heel” Pads for Friction and Shear-Sensitive “Toe” Pads for Adhesion. PLoS One (e81943) DOI: 10.1371/journal.pone.0081943.
- Liehr T, Buleu O, Karamysheva T, Bugrov A, Rubtsov N. 2017. New Insights into Phasmatodea Chromosomes. Genes **8**:327.
- Maginnis TL. 2008. Autotomy in a Stick Insect (Insecta: Phasmida): Predation Versus Molting. Florida Entomologist **91**:126-127.
- Marescalchi O, Zauli C, Scali V. 2002. Centrosome Dynamics and Inheritance in Related Sexual and Parthenogenetic Bacillus (Insecta Phasmatodea). Molecular Reproduction and Development **63**:1-141.
- Mittwoch U. 1978. Parthenogenesis. Journal of Medical Genetics **15**:165-181.
- Motyčková H, Motyčka V. 2012. Strašilky. Robimaus.
- Nakata S. 1961. Some notes on the occurrence of Phasmatodea in Oceania. Pacific Insects Monograph **2**:107-121.

- Neumann FG. 1976. Egg production, adult longevity and mortality of the stick insect *didymuria violescens* (Leach) (Phasmatodea: Phasmatidae) inhabiting mountain ash forest in Victoria. *Australian Journal of Entomology* **15**:183-190.
- Paine RW. 1968. Investigations for the biological control in Fiji of the coconut stick-insect *Graeffea crouanii* (Le Guillou). *Bulletin of Entomological Research* **57**:567-604.
- Pérez-Ruiz M, Martínez-Rodríguez P, Herranz J, Bella JL. 2015. A survey of *Wolbachia*, *Spiroplasma* and other bacteria in parthenogenetic and non-parthenogenetic phasmid (Phasmatodea) species. *European Journal of Endocrinology* **112**:409-418.
- Priddel D, Carlile N, Humphrey M, Fellenberg S, Hiscox D. 2003. Rediscovery of the ‘extinct’ Lord Howe Island stickinsect (*Dryococelus australis* (Montrouzier)) (Phasmatodea) and recommendations for its conservation. *Biodiversity & Conservation* **12**:1391–1403.
- Rasplus JY, Roques A. 2010. Dictyoptera (Blattodea, Isoptera), Orthoptera, Phasmatodea and Dermaptera. *BioRisk* **4**:807-831.
- Robinson MH, Lubin YD. 1979. Specialists and generalists: the ecology and behavior of some web-building spiders from Papua New Guinea II. *Psechrus argentatus* and *Fecenia* sp. (Araneae: Psechridae). *Pacific Insects* **21**:133-164.
- Robinson MH, Robinson B. 1973. *Ecology and Behavior of the Giant Wood Spider Nephila maculata* (Fabricius) in New Guinea. Smithsonian Institution Press, Washington.
- Rybka J. 2009. Strašilky - Phasmatodea. Available at <https://phasmatodea.cz/> (accessed April 21, 2024).
- Sellick J. 1992. The Phasmid Egg. *Phasmid studies* **1**:8-9.
- Shelomi M, Sitepu IR, Boundy-Mills KL, Kimsey LS. 2015. Review of the Gross Anatomy and Microbiology of the Phasmatodea Digestive Tract. *Journal of Orthoptera Research* **24**:29-40.
- Shi C, Shih C, Chen S, Ren D. 2019. Phasmatodea – Stick Insects and Leaf Insects. *Rhythms of Insect Evolution* **13**:165-173.
- Schmitt M, Büscher TH, Gorb SN, Rajabi H. 2018. How does a slender tibia resist buckling? Effect of material, structural and geometric characteristics on buckling behaviour of the hindleg tibia in stick insect postembryonic development. *Journal of Experimental Biology* **221**:1-10.
- Siegel M. 2017. *Morfologie, latina a taxonomie strašilek*. Available at <https://michalsiegel.wixsite.com/exotikadoma/strasilky> (accessed April 19, 2024).
- Tilgner EH. 2002. *Systematics of Phasmida* [Dissertation]. The University of Georgia, Georgia.
- Torres LDS, Benítez HA, Costa J. 2022. Longevity, fertility, and average eggs viability of parthenogenetic females of *Cladomorphus phyllinus* Gray (Phasmatodea - Phasmatidae). *EntomoBrasilis* **15**:1-4.
- Uvarov B. 1944. A New Zealand Phasmid (Orthoptera) established in the British Isles. *Systematic Entomology* **13**:94-96.

- Wareham DC. 2010. Prickly Subjects Rearing Heteropterygidae. *Practical Reptile Keeping* **6**:58-61.
- Whiting MF, Bradler S, Maxwell T. 2003. Loss and recovery of wings in stick insects. *Nature* **421**:264-267.
- Zajíček J. 2001. PSG195 - Sungaya inexpectata. Available at <https://strasilky.cz/index.htm> (accessed April 20, 2024).
- Zajíček J. 2008. Začínáme. Available at <https://strasilky.cz/zaciname.htm> (accessed April 21, 20024).
- Zeng Y, O'Malley C, Singhal S, Rahim F, Park S, Chen X, Dudley R. 2020. A tale of winglets: evolution of flight morphology in stick insects. *Frontiers in Ecology and Evolution* **8**:1-30.
- ZOO Praha. 2016. Největší a nejvzácnější aneb stromový humr. Available at <https://www.zoopraha.cz/aktualne/pohledem-reditele/10079-nejvetsi-a-nejvzacnejsi-aneb-stromovy-humr> (accessed April 22, 2024).
- ZOO Praha. 2022. Plánujeme chovat „stromové humry“. Available at <https://www.zoopraha.cz/aktualne/pohledem-reditele/13615-planujeme-chovat-stromove-humry> (accessed April 22, 2024).
- ZOOs Victoria. 2007. Lord Howe Island Stick Insect. Available at <https://www.zoo.org.au/fighting-extinction/local-threatened-species/lord-howe-island-stick-insect/> (accessed April 22, 2024).

9 Samostatné přílohy

Příloha I: Variabilita vajíček u různých druhů strašilek (Foote 2015).

