

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
KATEDRA EKOLOGIE



Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního
prostředí

LARVÁLNÍ MORFOLOGIE MRCHOŽROUTOVITÝCH
BROUKŮ, SE ZAMĚŘENÍM NA DRUH *OICEOPTOMA*
THORACICUM (COLEOPTERA: SILPHIDAE)

DIPLOMOVÁ PRÁCE

VEDOUCÍ PRÁCE: doc. Mgr. Jan Růžička, Ph.D.

KONZULTANTI: Ing. Pavel Jakubec, Ph.D.; Ing. Bc. David Sommer

DIPLOMANT: Bc. Anna Schwarzbacherová

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Anna Schwarzbacherová

Environmentální vědy

Aplikovaná ekologie

Název práce

Larvální morfologie mrchožroutovitých brouků, se zaměřením na druh *Oiceoptoma thoracicum* (Coleoptera: Silphidae)

Název anglicky

Larval morphology of carrion beetles, with focus on *Oiceoptoma thoracicum* (Coleoptera: Silphidae)

Cíle práce

Larvální stádia nekrofágních brouků jsou využitelná ve forenzní entomologii. Brouci podčeledi Silphinae mají vývoj na mřšinách delší než většina dvojkřídých, a proto výskyt jejich larev může sloužit k odhadu délky rozkladu v pozdějších fázích degradační sukcese.

Navržená diplomová práce zpracuje rešerší týkající se morfologie, systematiky a rozšíření brouků čeledi Silphidae.

Konkrétním tématem práce budou mrchožrouti rodu *Oiceoptoma*, se zaměřením na larvální morfologii transpalearktického druhu *Oiceoptoma thoracicum*. V rámci praktické části bude zpracován detailní morfologický popis preimaginálních stádií tohoto druhu, se zřetelem k rozdílu morfologie larev od dalších středoevropských druhů podčeledi Silphinae. Dále bude pozornost věnována kvantitativním i kvalitativním morfologickým znakům, které spolehlivě umožní odlišení jednotlivých tříd larválních instarů. Výsledky mohou vyústit do rukopisu článku, který bude publikovatelný v některém časopise s forenzně entomologickým zaměřením.

Metodika

Čerstvý materiál preimaginálních stádií druhu *Oiceoptoma thoracicum* (vajíčka, larvy tří instarů a kukly) byly získány chovem v laboratorních podmínkách z dospělců, sebraných ve středních Čechách. V rámci DP bude zhotoven morfologický popis pomocí modifikované matice znaků a klíčové morfologické struktury budou dokumentovány pomocí optického digitálního mikroskopu (Keyence VHX5000) a detaily senzil na hlavových přívěscích a povrchové mikroskulptury i pomocí SEM (s využitím elektronového mikroskopu). Změřeny budou standardní rozměry hlavové kapsule a délky vybraných tělních přívěsků (pomocí měřicího software, Keyence VHX5000). Popis larev bude zpracován do formálního popisu, dokumentované morfologické struktury budou graficky upraveny a smontovány do obrazových tabulí. Rozměry vybraných struktur larev budou jednoduše statisticky zpracovány, se zřetelem k případným překryvům mezi jednotlivými instary.

Doporučený rozsah práce

cca 50 stran

Klíčová slova

larvální morfologie, Silphidae, Silphinae, mrchožroutovití, odlišení instarů

Doporučené zdroje informací

- Ikeda H., Kagaya T., Kubota K. & Abe T. 2008: Evolutionary relationships among food habit, loss of flight, and reproductive traits: life-history evolution in the Silphinae (Coleoptera: Silphidae). *Evolution*, 62: 2065-2079.
- Jakubec P., Novák M., Qubaiová J., Šuláková H. & Růžička J. 2019: Description of immature stages of *Thanatophilus sinuatus* (Coleoptera: Silphidae). *International Journal of Legal Medicine*, 133: 1549-1565.
- Klausnitzer B. 1997: 19. Familie: Silphidae, pp. 39-65. In: Klausnitzer B. (ed.): *Die Larven der Käfer Mitteleuropas. 4. Band, Polyphaga, Teil 3, sowie Ergänzungen zum 1. bis 3. Band.* Krefeld: Goecke & Evers, 370 pp.
- Ratcliffe B. C. 1996: The carrion beetles (Coleoptera: Silphidae) of Nebraska. *Bulletin of the University of Nebraska State Museum*, 13: 1-100.
- Růžička J., Háva J. & Schneider J. 2004: Revision of Palaearctic *Oiceoptoma* (Coleoptera: Silphidae). *Acta Societatis Zoologicae Bohemicae*, 68: 30-51.
- Růžička J. 2015: Silphidae, pp. 5, 291-304. In: Löbl I. & Löbl D. (eds): *Catalogue of Palaearctic Coleoptera Volume 2. Hydrophiloidea – Staphylinoidea*, Revised and Updated Edition. Brill, Leiden, Boston, xxvi + 1702 pp.
- Sikes D. S. 2005: Silphidae Latreille, 1807, pp. 288-296. In: Beutel R. G. & Leschen R. A. B. (eds): *Handbook of Zoology, Volume IV: Arthropoda: Insecta, Part 38: Coleoptera, Beetles. Volume 1: Morphology and Systematics (Archostemata, Adephaga, Myxophaga, Polyphaga partim)*. Berlin & New York: Walter de Gruyter, 632 pp.
- Šustek Z. 1981: Mrchožroutovití Československa (Coleoptera, Silphidae). [Key to identification of insects: Carrion beetles of Czechoslovakia (Coleoptera, Silphidae)]. *Zprávy Československé Společnosti Entomologické při ČSAV, Klíče k určování hmyzu*, 2: 1-47.
-

Předběžný termín obhajoby

2020/21 LS – FŽP

Vedoucí práce

doc. Mgr. Jan Růžička, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra ekologie

Konzultant

ing. Pavel Jakubec, Ph.D.; ing. David Sommer

Elektronicky schváleno dne 25. 1. 2021

prof. Mgr. Bohumil Mandák, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 27. 1. 2021

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 28. 01. 2021

Abstrakt:

Zástupci čeledi Silphidae Latreille, 1806 jsou velmi důležitou součástí ekosystému střední Evropy. Tato práce shrnuje klasifikaci a základní morfologii dospělců i larev zástupců čeledi Silphidae. Zaměřena je na larvální morfologii zástupců rodu *Oiceoptoma* Leach, 1815.

Teoretická část je rozdělena na tři celky. První část zahrnuje obecnou morfologii, fylogenezi a rozšíření brouků (Coleoptera). Druhá část se věnuje morfologii čeledi Silphidae, se zvláštním zřetelem na rozdíly mezi zástupci jejích dvou podčeledí, Nicrophorinae Kirby, 1837 a Silphinae Latreille, 1806. Poslední část obsahuje morfologii dospělců a larev se zvláštním zaměřením na zástupce rodu *Oiceoptoma*.

Praktická část práce je zaměřena na druh *Oiceoptoma thoracicum* (Linnaeus, 1758). Výzkum byl proveden měřením délek vybraných struktur larev jednotlivých instarů v laboratorních podmínkách s následnou fotodokumentací. Příslušné rozdíly byly vyhodnocovány programem R a následně byly popisovány morfologické rozdíly mezi jednotlivými instary.

Klíčová slova: larvální morfologie, *Oiceoptoma*, Silphinae, Silphidae, mrchožroutovití, odlišení instarů

Abstract:

Carrion beetles (family Silphidae Latreille, 1806) is a very important part of the Central European ecosystems. This thesis summarizes the classification and basic morphology of adults and larvae of Silphidae. In particular it focuses on the larval morphology of the genus *Oiceoptoma* Leach, 1815.

The theoretical part is divided into three parts. The first one comprises the general morphology, phylogeny and spatial distribution of beetles (Coleoptera). The second one focuses on the morphology of the family Silphidae and its two subfamilies, Silphinae and Nicrophorinae Kirby, 1837 and Silphinae Latreille, 1806. The last part contains the description of the morphology of adults and larvae of the genus *Oiceoptoma*.

The practical part focuses on the species *Oiceoptoma thoracicum* (Linnaeus, 1758). The research was undertaken by measuring lengths of selected structures on larvae of all three instars and their subsequent photographing in laboratory conditions. Subsequently, morphological differences between all instars were described and evaluated using R software.

Keywords: larval morphology, *Oiceoptoma*, Silphinae, Silphidae, carrion beetles, instar differentiation

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně, pod vedením pana doc. Mgr. Jana Růžičky, Ph.D. Uvedla jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpala.

31. 3. 2021

.....

Poděkování

Chtěla bych poděkovat vedoucímu mojí práce panu doc. Mgr. Janovi Růžičkovi, Ph.D. za jeho cenné rady a připomínky, které mi poskytoval během psaní mé diplomové práce. Také bych mu chtěla poděkovat za jeho velkou trpělivost a čas, který mi věnoval při konzultacích po celou dobu zpracování mé práce. Dále bych chtěla poděkovat svému konzultantovi Ing. Bc. Davidovi Sommerovi za jeho vstřícnou spolupráci při mém výzkumu a konzultantovi Ing. Pavlovi Jakubcovi, Ph.D. za jeho spolupráci, poskytnutí materiálů v rámci programu R a především za jeho pomoc při statistickém vyhodnocování výsledků. Nakonec bych ráda poděkovala svým rodičům, kteří mě podporovali po celou dobu mého studia.

31. 3. 2021

Obsah

1. Úvod.....	12
2. Řád brouci (Coleoptera).....	12
2.1 Morfologie dospělců brouků	13
2.2 Morfologie larev brouků.....	18
2.3 Vývoj brouků.....	19
2.4 Vývoj larev u brouků.....	20
2.5 Systematika a taxonomie brouků.....	22
3. Morfologie dospělců čeledi Silphidae	23
3.1 Morfologie dospělců podčeledi Silphinae	24
3.2 Morfologie dospělců podčeledi Nicrophorinae	25
3.3 Morfologie larev čeledi Silphidae	25
3.3.1 Morfologie larev podčeledi Silphinae	26
3.3.2 Morfologie larev podčeledi Nicrophorinae	26
3.4 Rozmnožování a péče o potomstvo	27
3.4.1 Ekologie a vývoj larev podčeledi Silphinae	27
3.4.2 Ekologie a vývoj larev podčeledi Nicrophorinae	28
4. Taxonomie a fylogeneze čeledi Silphidae	28
5. Druhová bohatost čeledi Silphidae	29
6. Rozšíření čeledi Silphidae	29
6.1 Rozšíření podčeledi Silphinae	29
6.2 Rozšíření podčeledi Nicrophorinae	30
7. Rod <i>Oiceoptoma</i>	30
7.1 Morfologie dospělců rodu <i>Oiceoptoma</i>	30
7.2 Rozšíření a taxonomie rodu <i>Oiceoptoma</i>	31
7.3 Vývoj larev rodu <i>Oiceoptoma</i>	32
8. Mrchožrout rudoprsý (<i>Oiceoptoma thoracicum</i>).....	33
8.1 Ekologie mrchožrouta rudoprsého	33
8.2 Rozšíření mrchožrouta rudoprsého.....	34
8.3 Morfologie dospělců mrchožrouta rudoprsého	34
9. Metodika a materiál	35
9.1 Chov dospělců mrchožrouta rudoprsého	36
9.2 Měření larev mrchožrouta rudoprsého	37
9.3 Měření kukly mrchožrouta rudoprsého	40
9.4 Fotodokumentace larev	42

9.5	Statistická analýza	46
10.	Výsledky	47
10.1	Popis základních morfologických rozdílů mezi instary	53
11.	Diskuse.....	53
12.	Závěr	56
	Seznam použité literatury.....	59

Seznam použitých zkratek:

Ex.	Exemplář
Lm	Lineární model
SEM	Skenovací elektronový mikroskop
Larvae instar 1 (L1)	První larvální stádium
Larvae instar 2 (L2)	Druhé larvální stádium
Larvae instar 3 (L3)	Třetí larvální stádium
Instary	Larvální stádium
Head width (at the widest point) (HW)	Šířka hlavy
Length of labial palpomere I (LPI)	Délka prvního článku labiálních palp
Length of labial palpomere II (LPII)	Délka druhého článku labiálních palp
Length of maxillary palpomere I (MPI)	Délka prvního článku maxilárních palp
Length of maxillary palpomere II (MPII)	Délka druhého článku maxilárních palp
Length of maxillary palpomere III (MPIII)	Délka třetího článku maxilárních palp
Pronotal length (N1L)	Délka proterga (pronota)
Pronotal width (at the widest point) (N1W)	Šířka proterga (pronota)
Mesonotal length (N2L)	Délka druhého článku mesonota
Mesonotal width (at the widest point) (N2W)	Šířka druhého článku mesonota
Metanotal length (N3L)	Délka metanota
Metanotal width (at the widest point) (N3W)	Šířka metanota
Length of urogomphal segment I (URI)	Délka prvního článků urogomfů
Length of urogomphal segment II (URII)	Délka druhého článků urogomfů
Body length (BL)	Délka celého těla

Cíle práce:

Cílem mé diplomové práce bylo v rámci teoretické části shrnout poznatky o morfologii, systematice a rozšíření brouků čeledi Silphidae a v rámci praktické části provést sběr, měření a fotodokumentaci transpalearktického druhu *Oiceoptoma thoracicum* se zaměřením na larvální morfologii a zvláštním zřetelem na příslušné rozdíly mezi jednotlivými instary.

1. Úvod

Zástupci čeledi mrchožroutovitých (Silphidae) z řádu brouků (Coleoptera) patří mezi významnou složku v ekosystému a sama o sobě je tato skupina velmi pozoruhodná. Tato čeleď je nepostradatelná pro rozklad (dekompozici) uhynulých těl živočichů a snížení populační hustoty některých zástupců řádu dvoukřídlých (Diptera) (Kočárek & Benko, 1997). Do čeledi Silphidae patří i zástupci rodu *Oiceoptoma*, který je dosud málo prozkoumaný (Anderson & Peck, 1985).

Přesto, že druh *Oiceoptoma thoracicum* je široce rozšířený a v rámci svého areálu výskytu poměrně běžný druh, dostupných informací o jeho životě i morfologii larev je v literatuře stále poměrně málo. Výzkumem tohoto druhu včetně fotodokumentace můžeme docílit lepší identifikace larev všech tří instarů. Tyto poznatky mohou mít různé využití zejména v oboru forenzní entomologie a kriminalistiky.

2. Řád brouci (Coleoptera)

Brouci (Coleoptera) patří mezi nejpočetnější a nejdiverzifikovanější řád hmyzu na světě s obrovskou morfologickou a ekologickou rozmanitostí i evoluční historií (Engel & Grimaldi, 2005). Zástupce řádu Coleoptera známe z fosilního záznamu již od spodního permu (Engel & Grimaldi, 2005).

Brouci jsou široce rozšířený a velice početný řád. Brouků je popsáno přibližně kolem 420 tisíc druhů a tvoří asi 40 % všech popsaných druhů hmyzu (Engel & Grimaldi, 2005). Všechny druhy brouků jsou rozdělené do více než 160 různých čeledí (Newton, 2021). V České republice je zaznamenáno přibližně 7000 druhů brouků a kolem 110 různých čeledí (Hůrka, 1996).

Mezi druhově nejbohatší patří čeleď drabčíkovitých (Staphylinidae) s více než 56 tisíci formálně popsanými druhy, nosatcovitých (Curculionidae), která čítá přibližně 82 tisíc druhů a čeleď střevlíkovitých (Carabidae) zahrnující přibližně 39 tisíc druhů (Hůrka, 1996). V České republice se střevlíkovitých vyskytuje přes 500 druhů (Hůrka, 1996). I přes svou značnou mnohotvárnost, různý způsob života a vývoj, představují brouci poměrně homogenní řád (Hůrka, 1996).

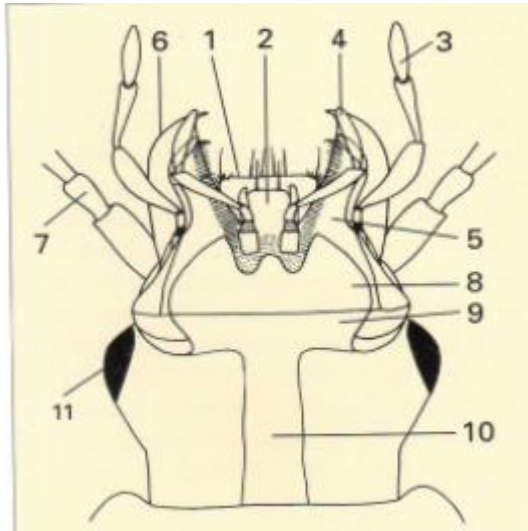
2.1 Morfologie dospělců brouků

Řád brouci patří mezi poměrně rozmanitou skupinu živočichů, se kterou se můžeme setkat téměř po celém světě (Hůrka, 2005). Mezi veškerým hmyzem jsou brouci poměrně snadno rozeznatelní (Zahradník, 2008). Tělo brouků (obr. 2, 3) je pevné, silně sklerotizované a pigmentované (Zahradník, 2008). Skládá se ze tří základních částí (tagmat): hlavy (obr. 1), hrudi a zadečku. Rozeznáváme tři základní formy postavení hlavy: prognátní – hlava směřuje dopředu v ose těla s ústním ústrojím nasměrovaným dopředu (např. mrchožroutovití brouci), ortognátní – hlava směřuje mírně dolů kolmo k ose těla (tzv. hypognátní či ortognátní) a do určité míry může být skryta až pod štítem (například nosatcovití brouci) a opistognátní – hlava směřuje v ostrém úhlu dozadu pod tělo. Přední část broučího těla je hlava (caput), která bývá často špatně pohyblivá. Zcela vpředu hlavy je svrchní pysk (labrum), za ním následuje čelní štítek (clypeus), na nějž navazuje čelo (frons) a téměř (vertex). Makadla často bývají pětičlenná. V části hlavy mezi ústním ústrojím a očima se nacházejí líce (genae).

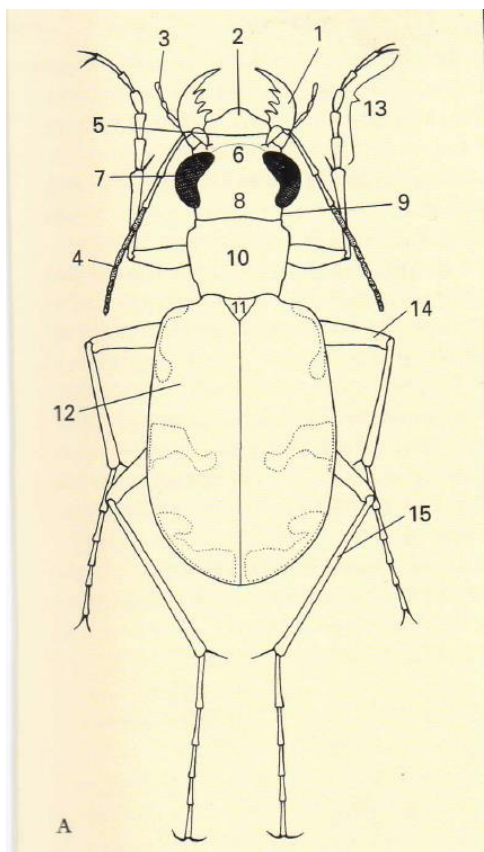
Na hlavě se nachází ústní aparát, složené oči (oculi) a tykadla (antennae). Brouci mají kousací ústní ústrojí, které je tvořené ostrými kusadly (mandibulami) (obr. 1), z důvodu přijímání tuhé potravy, a čelistmi (maxillae). Kusadla jsou většinou silně sklerotizovaná a často značně vyvinutá. Čelisti jsou členěné a nesou tříčlenná až čtyřčlenná čelistní makadla (palpi maxillares) (Zahradník, 2008).

Nejnápadnější orgán na hlavové části jsou párová jedenáctičlenná tykadla (obr. 4), která slouží jako smyslové orgány (hmat a čich) a pro život brouka mají zásadní význam. Tykadla brouků jsou velice různotvará, utvářena podle způsobu života dospělců (Hůrka, 2005) a u mnohých čeledí mají více méně jednotnou stavbu. Složené (facetové) oči jsou většinou umístěné po obou stranách hlavy. Jsou velké, dobře vyvinuté a složené z mnoha jednotlivých oček (ommatidií) (Ractliffe, 1996), které se navzájem těsně dotýkají. Stemmata jsou jednoduchá očka, které najdeme u většiny larev brouků místo složených očí (Ractliffe, 1996). Jejich počet se pohybuje od jednoho do šesti na jedné straně, ale mnoho druhů je zcela postrádá (Ractliffe, 1996). Oko brouků může mít různý tvar i jiné odlišnosti. Někdy je okrouhlé, jindy oválné, ledvinovité či nepravidelné. Je zpravidla hladké, jen někdy chloupkovité. Velikost oka není závislá na velikosti těla brouků (například drobní stěvlíci rodu *Elaphrus* Fabricius, 1775 a rod *Notiophilus* Duméril, 1806 mají v poměru k tělu velmi výrazné

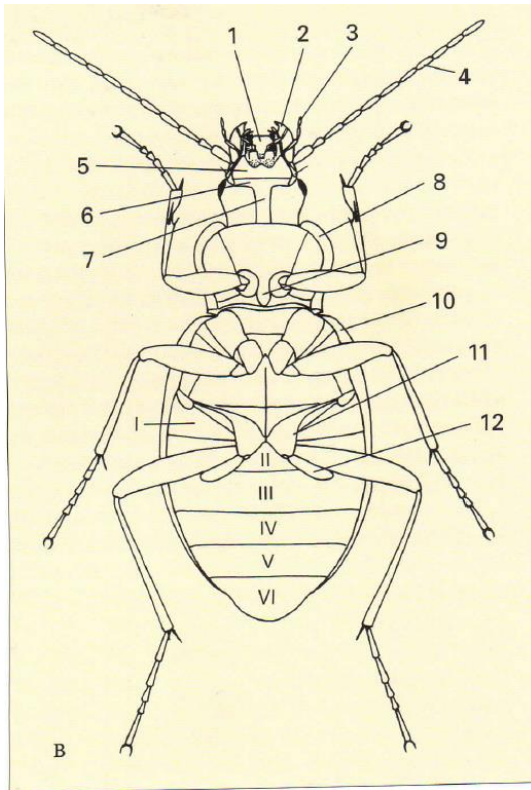
oči). Naopak, u některých druhů brouků mohou oči úplně chybět (např. slepí střevlíci rodu *Duvalius* Delarouzeé, 1859 nebo slepí drabčáci z podčeledi Aleocharinae, kteří žijí pod zemí) (Thomas, 2001).



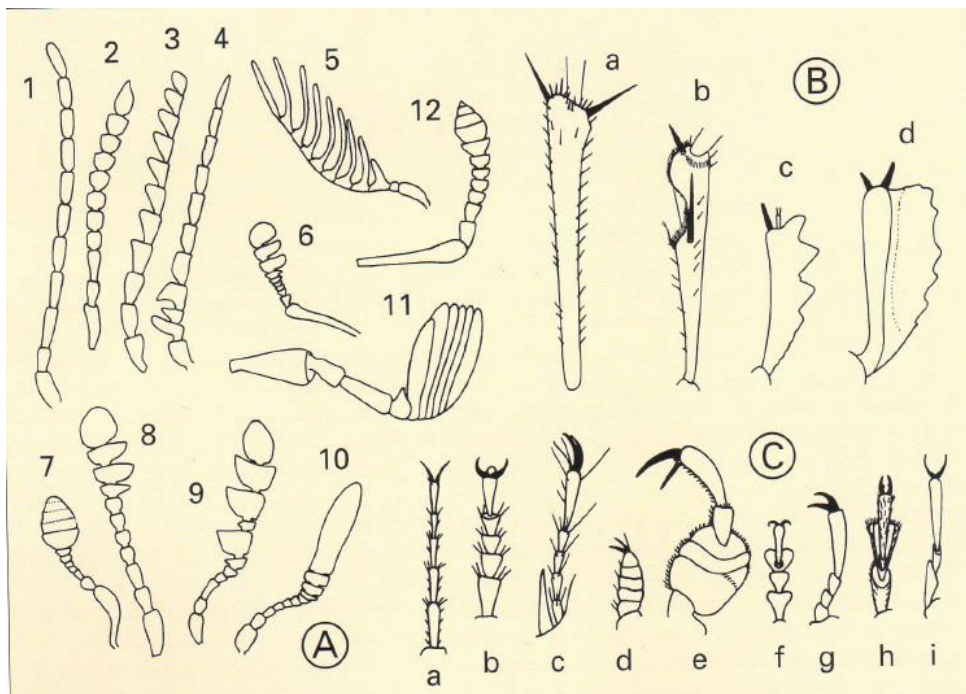
Obr.1. Pohled na hlavu dospělé brouka zespodu (Zahradník, 2008).



Obr. 2. Schéma těla dospělé brouka shora (Zahradník, 2008).



Obr.3. Pohled zespedu na dospělce brouka (Zahradník, 2008).



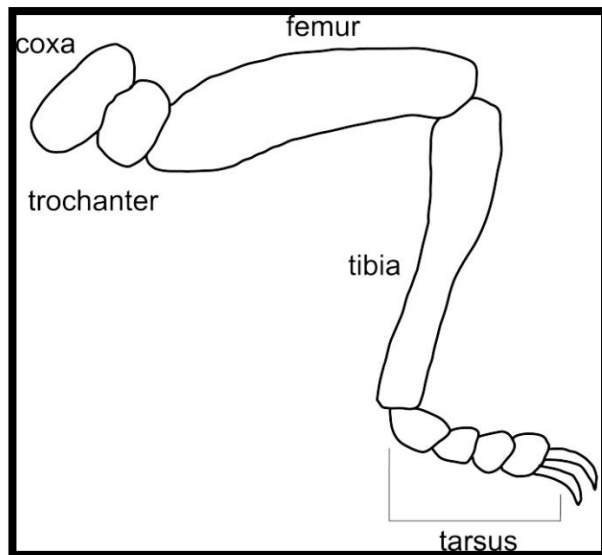
Obr.4. Typy tykadel a nohou u různých skupin brouků (Zahradník, 2008).

Druhým tělním oddílem (tagmatem) je hrud' (thorax). Hrud' bývá heteronomní a při pohledu zespu je dobře rozlišitelná a dělíme ji na tři základní části: předohrud' (prothorax), středohrud' (mesothorax) a zadohrud' (metathorax). Na prvním oddílu se nachází první pár končetin a překrývá ho štít (scutum, protergum, pronotum). Prothorax je vždy u brouků dobře vyvinut a skládá se z různých skleritů jako je pronotum, proventrum a propleuron na každé straně. Pronotum je velké a rozšířené. Na každé části hrudi je umístěn jeden pár končetin. Druhá část je středohrud'. Na horní části středohrudi se nachází první pár křídel, modifikovaný u brouků v krovky. Někdy jsou krovky druhotně srostlé v jeden celek. Krovky mohou být rýhované, hladké nebo tečkované (Šustek, 1981).

Část mezi kořenem krovek se nazývá štítek (scutellum). Štítku si můžeme všimnout na dorsální straně krovek. Je to malá, většinou trojúhelníková, část na bázi mezi nimi (Lawrence & Šlipiński, 2013).

Končetiny u brouků jsou většinou kráčivé, ale u řady skupin je přední nebo zadní pár modifikován podle způsobu života, například plovací nohy zástupců čeledi potápníkovití (Dyticidae) (Lawrence & Šlipiński, 2013). Bazálním článkem končetiny u většiny brouků je kyčel (coxa). Kyčel je mohutná a také může být různě modifikována (plochá, válcovitá nebo kulovitá apod.). Tvar kyčle a kyčelní dutina (vzdálenost mezi oběma) patří mezi významné určovací znaky (Zahradník, 2008). Malé příkyčlí (trochanter) pak spojuje kyčel (coxa) se stehnem (femur) (obr. 5), následuje holeň (tibia) a chodidlo (tarsus) (Smrž, 2013). Chodidlo (tarsus) je tříčlenné až pětičlenné (počet článků může být i nižší) a bývá zpravidla zakončeno dvěma drápkami (unguiculi) (Smrž, 2013).

Zadeček (abdomen) představuje největší část těla a skládá se z 8 až 12 viditelných článků (ventritů) a ukrývá většinu důležitých orgánů. Zpravidla je shora přikryt krovkami, u zástupců se zkrácenými krovkami jsou některé jeho články shora viditelné (například u drabčů). Na spodu zadečku lze rozeznat pět až šest článků (sternitů), které jsou silněji sklerotizované nebo ochlupené (Zahradník, 2008). Poslední zadečkový článek se nazývá pygidium a vyúsťují z něj trávicí trubice a pohlavní orgány (Smrž, 2013).



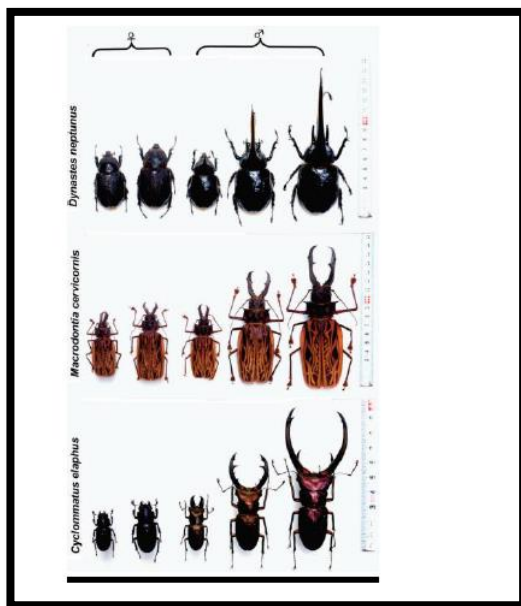
Obr. 5. Stavba nohy u dospělců brouků (Zahradník, 2008).

Některé druhy brouků mají stridulační orgán. Stridulační orgán je zvláštní útvar na těle hmyzu s jehož pomocí dochází ke komunikaci mezi jedinci. Stridulace je chápána jako vyluzování zvuků třením částí těla o sebe. Například zvuk třením pátého abdominálního článku a dalších částí se vytváří zvuk (u hmyzu). Frekvence vydávaných zvuků se může pohybovat od 4 až do 18 kHz (Sikes, 2008). Potápníkovití (Dytiscidae) stridulují pomocí krovek a tesaříkovití (Cerambycidae) stridulují třením zadních nohou o krovky. Chrobákovití (Geotrupidae) stridulují třením středohrudí a zadohrudí o sebe (Smrž, 2013).

U brouků je typická pohlavní dvoutvárnost (dimorfismus) (Emlen, 2007). Pohlavní dimorfismus představuje významný fenomén z hlediska evoluční biologie a je chápán jako existence dvou forem (samic a samců) v rámci živočišné říše a jejich znaků fyziologických, anatomických a behaviorálních (Smrž, 2013). Hlavní rozdíly spočívají v pohlaví daného živočicha (pohlavní orgány), ale i v sekundárních pohlavních znacích, jako je velikost, zbarvení a tvar těla (Sikes, 2008). Pohlavní dvoutvárnost je vzhledová odlišnost pohlaví, přičemž samci jsou většinou vybaveni sekundárními sexuálními znaky (Darwin, 1964). Je přirozené předpokládat, že se pohlavní dimorfismus vyvinul z pohlavně monomorfních druhů (Blanckenhorn, 2005).

U většiny skupin brouků je pohlavní dimorfismus nenápadný, samec a samice se mohou lišit jen malými mikroskopickými morfologickými rozdíly (Blanckenhorn, 2005). Naopak, například u roháčů velkých (*Lucanus cervus* (Linnaeus, 1758)) z čeledi roháčovití (Lucanidae) je u dospělců (imag) nápadná pohlavní dvoutvárnost na první

pohled. Samci mají vyvinuté mandibuly do tvaru parohů kvůli vzájemným soubojům o samice (Smrž, 2013). Mandibuly u samic nejsou tak velké jako u samců (Emlen, 2007). Stejně je tomu tak i u dalších druhů roháčů (Lucanidae) nebo tesaříkovitých brouků (Cerambycidae) (obr. 6). Dalším typickým znakem pohlavního dimorfismu jsou výrůstky na štítu či hlavě v podobě rohů, například u nosorožníků (Scarabaeidae: Dynastinae) (obr. 6). Mezi rozdílné znaky u jedinců opačného pohlaví můžeme zařadit i zbarvení a strukturu krovek. Samice mají většinou méně výrazné zbarvení a mají hrubší strukturu krovek než samci (Blanckenhorn, 2005). Jedná se o různé znaky a zbraně, které mohou zvýšit šance na úspěšné rozmnožení (Emlen, 2007).



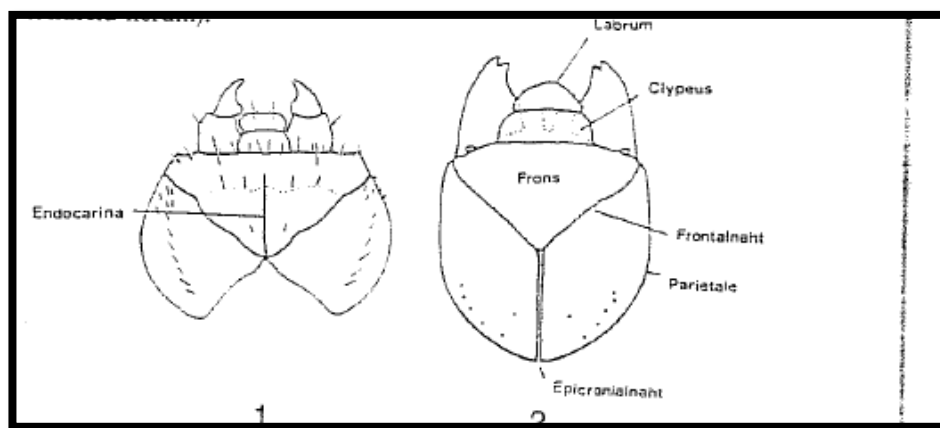
Obr. 6. Pohlavní dimorfismus u brouků (www.hmyz.net/index.php).

2.2 Morfologie larev brouků

Postavení hlavy a přítomnost švů je jedním z důležitých znaků u larev brouků (obr. 7). Rozeznáváme dva typy postavení hlavy u larev brouků v podélné ose těla: prognátní a ortognátní (Klausnitzer, 1978). Mezi důležité švy řadíme: klypeolabrální, klypeofrontální, frontální a epikraniální (Klausnitzer, 1978).

Další důležité části hlavy tvoří: čelní štítek (klypeus), nepárový horní pysk (labrum), čelo (sklerit frontale) a líce (parietale). Na hlavě identifikujeme také epikranium. Epistoma je přední nepárová část peristomatu. Stemmata jsou boční jednotlivé oči a na každé straně je jich maximálně šest (Klausnitzer, 1978). Labrum je přívěsek čelního

štítku (klypeus). Do ústního ústrojí dále řadíme maxilu, mandibulu, pysk (labium) a hltan (hypopharynx). Hltan může být různě silně sklerotizovaný. Hrud' (thorax) a břišní segmenty nesou na sobě různé sklerity, které jsou označeny následovně: zádový štítek (tergit) a břišní štítek (ventrit). Pleurit často splývá se sternitem a spolu tvoří ventrit (Klausnitzer, 1978). Pleurální šev leží mezi sternitem a pleuritem nebo mezi tergitem a pleuritem. Epipleury jsou horní boční sklerity a hypopleury jsou dolní boční sklerity. Notum (praetergum) je přední, zvláště sklerotizovaná část tergitu. Paratergit je plochý a rovný, rozšířený v boční části tergitů. Střední šev na tergitech je často světlý na hrudních a břišních segmentech (Klausnitzer, 1978).



Obr. 7. Popis morfologie hlavy u larev brouků (Klausnitzer, 1978).

Nohy u larev brouků jsou složeny stejně jako u dospělců. Jediný rozdíl je ten, že u podřádu všežraví (Polyphaga) jsou tibie a tarsus srostlé do tibiotarsu (Klausnitzer, 1978).

2.3 Vývoj brouků

Ontogenetický vývoj probíhá u brouků pomocí dokonalé proměny (holometabolie). Jejich vývoj prochází čtyřmi vývojovými stupni: vajíčko, larva, kukla (přítomnost klidového stádia) a dospělec (imago). Juvenilní stádium se morfologicky výrazně liší od dospělého. Larva žije většinou jiným způsobem než dospělec a v rámci dokonalé proměny se můžeme setkat i s nadproměnou (hypermetamorfózou) (Smrž, 2013).

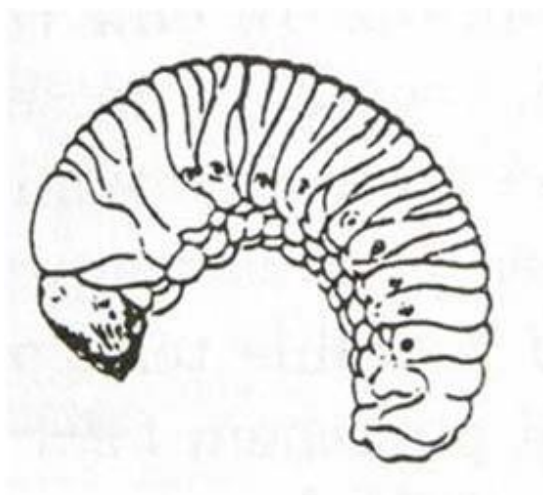
2.4 Vývoj larev u brouků

Součástí vývoje u larev brouků je svlékání (ekdyze). Svlékáním označujeme jev, při kterém se larva zbaví kutikuly a nahradí ji novou. Během svlékání dochází ke skokovému růstu. Jednotlivá vývojová stádia mezi svlékáními se nazývají instary. Instary (L) se často liší velikostí i strukturou kutikuly. Celkový vývoj v dospělce může trvat od několika týdnů až po několik let, během kterého larvy prochází jednotlivými instary. Počet jednotlivých instarů u hmyzu je značně různorodý. Počet larválních instarů se u brouků může pohybovat od jednoho až do třiceti, ale obvykle prochází třemi až pěti instary (tento počet záleží na konkrétní skupině). U čeledi Silphidae prochází larva třemi instary (Heymons & Lengerken, 1929).

Například u chroustů (rod *Melolontha* Linnaeus, 1758), roháčů (rod *Lucanus* Linnaeus, 1758) nebo tesaříků (čeleď Cerambycidae Linnaeus, 1758) trvá stádium larvy až několik let. Tyto larvy se vyvíjejí velmi pomalu, žijí v půdě nebo ve dřevě. Vývoj tesaříka obrovského (*Cerambyx cerdo* Linnaeus, 1758) trvá přibližně dva roky (Heymons & Lengerken, 1929). U chrousta obecného (*Melolontha melolontha* Linnaeus, 1758) trvá vývoj larev tři až čtyři roky a u roháče obecného (*Lucanus cervus* Linnaeus, 1758) dokonce pět až osm let (Heymons & Lengerken, 1932). Dospělé larvy těchto druhů si v půdě, popřípadě v jiném úkrytu, vytvářejí okolo sebe kolébku (kokon) a zakuklí se.

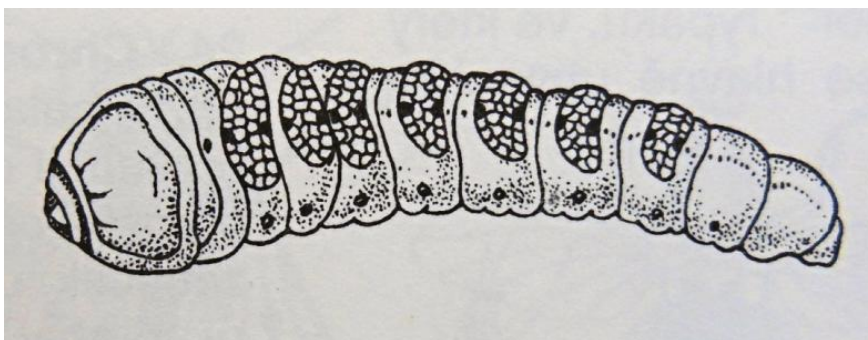
Podle vzhledu a způsobu života se larvy jednotlivých druhů výrazně liší. Rozlišují se čtyři základní typy larev: apodní, eruciformní, kampodeiformní a skarabeoidní (Papáček, 1994).

Apodní larva má silně redukované nohy i ústní ústrojí, různý počet článků a různě vyvinutou hlavu (obr. 8) (Papáček, 1994). Většinou žijí tyto larvy v půdě, častěji se však vyskytují v rozkládajícím se dřevě.



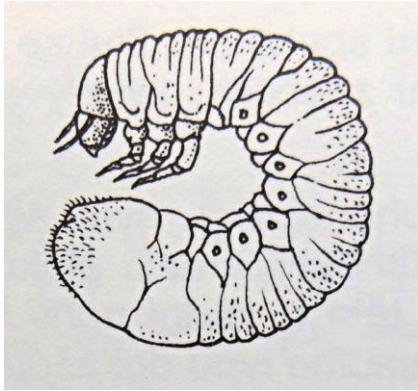
Obr. 8. Apodní larva (Papáček, 1994).

Eruciformní larva se vyznačuje válcovitým měkkým tělem s výrazným stočením do tvaru písmene C (houseskového tvaru) (obr. 9) a žije většinou v půdě jako hrabající saprofág (Papáček, 1994). Tělo je lehce pigmentované bez sklerotizace (vyjma hlavy a nohou). Má krátké nohy, pohybuje se méně a pomaleji. Larva je často býložravá (Papáček, 1994).



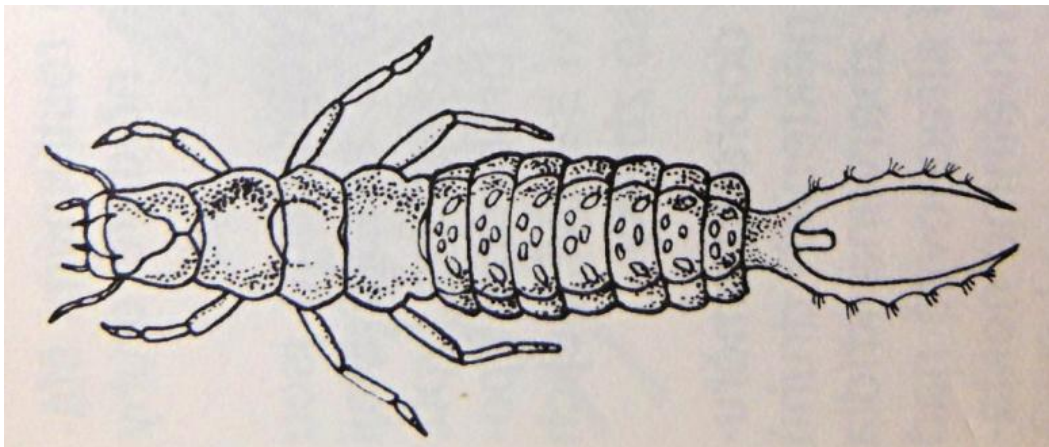
Obr. 9. Eruciformní larva (Papáček, 1994).

Skarabeoidní larva, známější pod názvem ponrava, je druh larvy, která je u vrubounovitých brouků (nadčeleď Scarabaeoidea). Tyto larvy mají většinou bílou barvu a tvar písmene C (obr. 10) se třemi páry nohou. Jejich vývoj se skládá ze 3 instarů a obvykle trvá jeden až tři roky (Papáček, 1994).



Obr. 10. Skarabeoidní larva (Papáček, 1994).

Kampodeiformní larva (obr. 11) má vyvinuté všechny tři páry končetin, ústní ústrojí a tykadla. Tělo je zploštělé a sklerotizované. Tyto larvy bývají většinou dravé a tento typ larvy se vyskytuje zpravidla u mrchožroutů (Silphidae), střevlíků (Carabidae) a drabčíků (Staphylinidae) (Papáček, 1994).



Obr.11. Kampodeiformní larva (Papáček, 1994).

2.5 Systematika a taxonomie brouků

Řád brouci (Coleoptera) patří do třídy Insecta (hmyz) a nadřádu Neoptera (novokřídli). Řád brouci dělíme na čtyři podřády: Adepaga (masožraví), Polyphaga (všežraví), Archostemata (prvožraví) a Myxophaga (řasožraví) (Lawrence & Šlipiński, 2013). Čeleď Silphidae patří do nadčeledi Staphylinoidea (Lawrence & Šlipiński, 2013). (tabulka 1). Silphidae dělíme na dvě monofyletické podčeledi, Silphinae a Nicrophorinae.

Tabulka 1. Zařazení mrchožroutovitých brouků ve vyšší klasifikaci brouků (Lawrence & Ślipiński, 2013).

Řád	Brouci (Coleoptera)
Podřád	Všežraví (Polyphaga)
Nadčeleď	Staphylinoidea (Latreille, 1802)
Čeleď	Mrchožroutoví (Silphidae)
Podčeledi	Hrobařici (Nicrophorinae), Mrchožrouti (Silphinae)

3. Morfologie dospělců čeledi Silphidae

Většina mrchožroutovitých druhů jsou střední až velcí brouci, délka těla u dospělců se může pohybovat mezi 7 až 45 mm (Lawrence & Ślipiński, 2013). V rámci jednotlivých druhů je ve velikosti těla velká různorodost (Jakubec et al., 2019). Mezi velikostně nejmenší patří zástupci rodu *Thanatophilus* Leach, 1815, jejich velikost se pohybuje mezi 8 až 12 mm (Portevin, 1926; Kočárek, 2002).

Zástupci mrchožroutů mají oválné, ploché nebo mírně klenuté tělo (Sikes, 2005). Většinou bývá lysé, neochlupené. Zbarvení je většinou tmavé, černé nebo šedohnědé, často s žlutými, oranžovými nebo červenými skvrnami na krovkách, které slouží k ochraně proti predaci (Sikes, 2005).

Hlava je v prognátním postavení, mírně protažená dopředu, se silnými, zahnutými kusadly, která většinou jsou zakončena dvěma zuby. Kusadla jsou dlouhá a symetrická. Čelistní makadla jsou čtyřčlenná a pysková tříčlenná. Oči jsou velké, silně vystupující do stran (Sikes, 2005).

Tykadla jsou vkloubena nad bází kusadel a zpravidla jsou jedenáctičlenná. Směrem ke konci bývají tykadla kyjovitě rozšířená nebo zesílená, někdy jsou zakončena kulatou paličkou (Portevin, 1926; Sikes, 2005).

Povrch štítu je většinou holý, téměř bez chlupů. Štítek může být buď trojúhelníkový, pětiúhelníkový nebo příčně oválný a na špici bývá zaoblený. Shora je štítek vždy zřetelně viditelný (Šustek, 1981).

Krovky mají obvykle hnědé, tmavě šedé nebo černé zbarvení. Na krovkách jsou nápadná, vystupující žebra. U hrobaříků jsou žebra často redukována, málo zřetelná (Sikes, 2005). Mezi žebry najdeme tečky nebo je tento prostor vrásčitý. Krovky jsou poměrně velké (u hrobaříků nekryjí celý zadeček). Epipleury krovek jsou mírně zakřivené nahoru. Krovky jsou příčně oválné, polokruhovitě nebo čtvercovité (Šustek, 1981).

Kyčle u čeledi Silphidae jsou většinou kuželovitého tvaru a samci hrobaříků mají často zesílenou zadní stranu stehen. Holeně (tibia) jsou u většiny druhů přizpůsobeny k hrabání. Chodidla jsou zpravidla pětičlenná a na spodní straně mohou být hustě žlutě ochlupená (Sikes, 2005).

3.1 Morfologie dospělců podčeledi Silphinae

Dospělci podčeledi Silphinae mají většinou černé zbarvení (Sikes, 2005). Některé druhy mají aposematické zbarvení, tedy nápadné výstražné zbarvení (obrana před predátory) (Portevin, 1926). Tvar těla je většinou oválný (Portevin, 1926; Sikes, 2005).

Hlava je vždy prognátní. Čelní štítek (klypeus) a nepárový pysk (labrum) nejsou u této podčeledi oddělené frontoklypeálním švem, mandibuly jsou symetrické (Sikes, 2005; Peck, 1990). Hrdlo je ve střední části výrazně zúžené. U některých druhů můžeme pozorovat skupinu sít za očima.

Tato podčeleď má okrouhlý štít, obvykle širší než delší (Anderson & Peck, 1985). Tykadla jsou postupně rozšířená a zakončená kyjovitou paličkou. Skládají se z jedenácti dobře rozlišitelných segmentů. Druhý článek (segment) je největší a snadněji se rozpozná (Anderson & Peck, 1985). Nejvíce rozšířené jsou poslední tři nebo čtyři články tvořící paličku (Ractliffe, 1996; Sikes, 2005).

Krovky jsou u některých druhů zkrácené, obvykle s třemi podélnými žebry. Toto neplatí pro hrobaříky (podčeleď Nicrophorinae), ale také pro rod *Ablattaria* Reitter, 1885, jejich zástupci totiž nemají zřetelná žebra na krovkách. Apex krovek je většinou zaoblený nebo ostrý. Krovky jsou většinou zkrácené (např. u rodu *Thanatophilus* Leach, 1815). Krovky jsou zkrácené také u rodu *Necrodes* Leach, 1815 (Šustek, 1981). Na pátém abdominálním tergitu u podčeledi Silphinae chybí stridulační orgán (Ractliffe, 1996).

3.2 Morfologie dospělců podčeledi Nicrophorinae

Velikost larev u podčeledi Nicrophorinae kolísá přibližně mezi 12 až 40 mm. Jejich tělo má obdélníkový tvar a je zpravidla aposematically zbarvené (různé kombinace žluté, oranžové, červené a černé barvy). Toto zbarvení slouží k ochraně proti predaci zejména ze strany ptáků (Komárek, 2004; Růžička & Jakubec, 2016). Například hrobařík obecný (*Nicrophorus vespillo* (Linnaeus, 1758)) má černé zbarvení a krovky mají nápadnou oranžovou kresbu. Hrobařík černý (*Nicrophorus humator* (Gleditsch, 1767)) je celý černý (s výjimkou paliček tykadla, která jsou oranžová), ale vzácně může být i hnědý (imaturní jedinec) (Komárek, 2004; Růžička & Jakubec, 2016).

Hlava bývá velká, vzadu zaškrčená a je řídce tečkovaná. Samci mají často širší hlavu a výraznější boule za očima (Šustek, 1981; Ratcliffe, 1996; Sikes, 2008). Temeno a čelo jsou oddělené od ostatních částí hlavy švy (Šustek, 1981). Oči a dlouze ochlupené spánky vystupují do stran. Báze kusadel je dlouze ochlupená. Kusadla jsou asymetrická, přední okraj labra je opatřen řadou žlutých chlupů (Šustek, 1981).

Tykadla jsou paličkovitá, jsou složená z jedenácti segmentů, často jsou mohutná, zakončená výraznou, kulovitou čtyřčlennou paličkou (Anderson & Peck, 1985).

Povrch štítu je jemně tečkovaný, s několika rýhami rozdělujícími štít na samostatně klenutá pole. Okraj štítu bývá u některých druhů žlutě ochlupený.

Zkrácené krovky odkrývají tři až čtyři zadečkové články, na pátém abdominálním tergitu se nachází stridulační orgán u obou pohlaví. Odkryté články jsou volné, lesklé a často se žlutým či černým ochlupením. Žebra na krovkách jsou pouze naznačena a povrch mají lesklý až jemně tečkovaný. Postranní a zadní okraje krovek jsou hustě žlutě ochlupené (Anderson & Peck, 1985). Krovky jsou zkrácené také u rodu *Necrodes* Leach, 1815 (Silphinae) (Šustek, 1981).

U většiny druhů hrobaříků existuje pohlavní dimorfismus, samci mají rozšířená přední a někdy i střední chodidla a často robustnější hlavu než samice (Šustek, 1981; Ratcliffe, 1996).

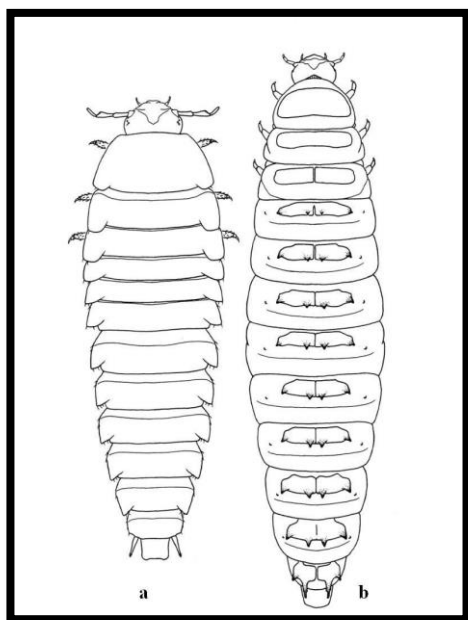
3.3 Morfologie larev čeledi Silphidae

Velikost larev se pohybuje přibližně mezi 12 až 40 mm (Sikes, 2005). Mezi charakteristické znaky larev mrchožroutovitých brouků patří mandibuly bez

molárního regionu a jednočlánekové nebo dvoučlánekové urogomfy (Newton, 1991). (Mandibuly mají obecně apikální řeznou hranu a více bazální molární region, který potravu drtí). Larvy čeledi Silphidae se dělí na dvě skupiny, které odpovídají vnitřnímu členění čeledi. Tělo larvy je buď silně pigmentované až sklerotizované (Silphinae) nebo lehce pigmentované a slabě sklerotizované (Nicrophorinae) (Ratcliffe, 1996).

3.3.1 Morfologie larev podčeledi Silphinae

Larvy této podčeledi jsou většinou kampodeiformní (obr. 12a) a většinou jsou tmavě zbarvené. Hlava je malá, po jejích stranách je šest omatidií. Ústní ústrojí směřuje dopředu nebo směrem dolů. Čelistní makadla jsou tříčlenná a pysková makadla jsou dvoučlenná. Sklerity vybíhají do laterotergitů, které po stranách překrývají měkké části těla. První dva páry nohou jsou kratší než poslední pár. Zadeček kampodeoidních larev se skládá z deseti zadečkových článků, na posledním jsou vyvinuty dvoučlenné nebo jednočlenné urogomfy (Šustek, 1981).



Obr. 12: a) Typ larvy podčeledi Silphinae, b) Typ larvy podčeledi Nicrophorinae (Ratcliffe, 1996).

3.3.2 Morfologie larev podčeledi Nicrophorinae

Tato podčeď má typ larvy eruciformní (obr. 12b). Pigmentace není téměř žádná nebo jen slabá a zbarvení mají světlé – bílé nebo žlutavé. Na každé straně hlavy mají jen jedno omatidium (nepigmentované). Sklerotizované tergity jsou malé, s dvěma páry

posteriorních výběžků, ventrity buď úplně chybí nebo jsou u některých druhů jen velmi malé, rudimentální (Růžička, 1992). Neslouží tak k ochraně před predátorem. Zadečkové články nejsou překryty hřbetními malými sklerity. Urogomfy jsou většinou dvoučlenné (Šustek, 1981; Růžička, 1992; Ratcliffe, 1996; Sikes, 2005).

3.4 Rozmnožování a péče o potomstvo

Hmyz, který se podílí na rozkladu mrtvého těla (dekompozice) se souhrnně nazývá nekrobiotní (z řeckých slov nekros=mrtvola a bios=život).

Podčeledi Silphinae (mrchožrouti) a Nicrophorinae (hrobařici) se mezi sebou významně liší nejen v rozmnožování, ale i v následné péči o své potomstvo (Sikes, 2008). Některé druhy se starají jen o larvy prvního instaru, jiné pečují o ně až do třetího instaru, ale nějaká péče o larvy je vždy přítomna (Anderson & Peck, 1985). Péči o potomstvo u brouků známe z několika skupin nadčeledí Staphylinoidea a Scarabaeoidea (Sommer, 2017). V rámci hmyzu (především u brouků) byla prokázána biparentální péče několikrát nezávisle na sobě (Tallamy, 1984; Clutton-Brock, 1991). Některé druhy hrobařiků v našich klimatických poměrech mají často jednu nebo dvě generace potomků v roce. Někteří z nich přezimují ve stádiu larev a dospělci se líhnou až příští rok, jiní přezimují již ve stádiu dospělců (Klausnitzer, 1978). Vznik dvou generací má zřejmě souvislost se střídáním přebytku mršin v jarních a v pozdějších letních měsících a se soupeřením o tyto mršiny mezi druhy (Novák, 1961).

Základním principem obživy u obou podčeledí je nalezení mršiny. Bylo prokázáno, že dominantní pár u hrobařiků většinou vyžene ostatní páry. Pokud je mršina dostatečně velká, dochází k soužití ostatních párů a ty pak společný zdroj potravy zahrabají do země (Scott, 1998).

3.4.1 Ekologie a vývoj larev podčeledi Silphinae

Vývoj brouků podčeledi Silphinae probíhá pomaleji než u podčeledi Nicrophorinae. U mrchožroutů trvá životní cyklus z vajíčka do dospělého přibližně dvacet šest až padesát osm dní (Heymonds & Lengerken, 1932). Mrchožrouti hledají oproti hrobařikům relativně větší mrtvolky (o velikosti přibližně 300 g) (Ratcliffe, 1996; Johnson, 1974; Sikes, 2008). Zástupci z podčeledi Silphinae opouští mršinu po třetím larválním

instaru a poté dochází ke kuklení v zemi v blízkosti mrtvoly (Novák et al., 2018). Během této fáze dochází k velkým (např. růstovým) morfologickým změnám (Dekeirsschieter et al., 2011).

3.4.2 Ekologie a vývoj larev podčeledi Nicrophorinae

U podčeledi Nicrophorinae probíhá vývoj poměrně rychle. Délka vývoje mezi prvním a druhým larválním instarem (L1 a L2) může trvat jen několik hodin (Šípková & Růžička, 2020). Délka vývoje u třetího larválního instaru (L3) je přibližně 6 až 10 dnů. Celkový vývoj od vajíčka až po dospělého u zástupců podčeledi Nicrophorinae trvá až 41 dnů (Šípková & Růžička, 2020). Hrobařící se o své potomky starají během celého larválního vývoje.

Krmí je pomocí drobných malých obratlovců (do 100 g), které pohřbí do půdy (Scott, 1998). Například dospělci hrobařníků z rodu *Nicrophorus* se starají o své larvy (platí jen pro některé zástupce) až do doby, než se zakuklí (Anderson & Peck, 1985). Pohřbí je do půdy, kde si vytvoří své krypto („podzemní hnízdo“). Samice krmí své larvy natráveným rozkládajícím se masem. Larvy se za nějakou dobu živí již samostatně rozkládající se mršinou, ale i zde záleží na konkrétním druhu (Sikes, 2005).

4. Taxonomie a fylogeneze čeledi Silphidae

Historicky (do první poloviny 20. století) čeleď Silphidae obsahovala i další skupiny, které v dnešním pojetí mají samostatný statut (Lawrence & Ślipiński, 2013). Například dnes samostatná čeleď Agyrtidae byla dlouhou dobu chápána jako vnitřní skupina čeledi Silphidae (Ikeda et al., 2008; Lawrence & Ślipiński, 2013). Formálně byla čeleď primitivní mrchožrouti (Agyrtidae) vyčleněna na základě morfologie dospělců a larev (Lawrence & Newton, 1982). Dalším taxonem, historicky patřícím do čeledi Silphidae, je čeleď Leiodidae (Jeannel, 1914; Hatch, 1928). Stejně jako Agyrtidae je však dnes považována za samostatný taxon na úrovni čeledi (Newton & Thayer, 1992). V nedávné době fylogenetické studie na základě morfologických i molekulárních dat potvrzují blízkou příbuznost čeledí Leiodidae a Agyrtidae. Někdy také jako vnitřní skupina čeledi Staphylinidae (Beutel & Leschen, 2005; Caterino et al., 2005; McKenna

et al., 2015; Newton, 2021). V některých pracích jsou však navrženy i jiné příbuzenské vztahy (Lawrence & Ślipiński, 2013).

5. Druhová bohatost čeledi Silphidae

Čeď mrchožroutovití (Silphidae) aktuálně zahrnuje přibližně 188 druhů (z toho 116 druhů z podčeledi Silphinae a 72 druhů z podčeledi Nicrophorinae) (Sikes, 2005; Newton, 2021). V České republice se vyskytuje pouze 25 druhů (Hůrka, 2005).

6. Rozšíření čeledi Silphidae

Čeď Silphidae je kosmopolitní (Sikes, 2005). Těžiště výskytu je v Evropě, Asii a Severní Americe. Rozšíření této čeledi je zřejmě dáno kombinací ekologických nároků a evoluční historie. Předpokládá se, že čeď Silphidae (mrchožroutovitých) vznikla v severní části superkontinentu Pangea (Sikes, 2008). V recentní době je většina druhů svým výskytem vázána na mírný pás severní polokoule a jen menší část druhů žije na jižní polokouli (Šustek, 1981; Sommer, 2017). Sikes (2008) udává, že nejvyšší druhová diverzita je ve východní části jihozápadní Číny. Silphidae obecně preferují chladnější a zároveň vlhčí klima (Sikes et al., 2002; Sikes, 2008).

6.1 Rozšíření podčeledi Silphinae

Podčeď Silphinae zahrnuje 12 rodů obsahujících přibližně 111 druhů (Sikes, 2008). Tyto rody jsou: *Aclypea* Reitter, 1885, *Dendroxena* Motschulsky, 1885, *Diamesus*, Hope, 1840, *Heterosilpha* Portevin, 1926, *Heterotemna* Wollaston, 1864, *Nicrodes* Leach, 1815, *Necrophila* Kirby & Spence, 1858, *Oiceoptoma* Leach, 1815, *Oxelytrum* Gistel, 1848, *Ptomaphila* Kirby & Spence, 1858, *Silpha* Linnaeus, 1758 a *Thanatophilus* Leach, 1815 (Peck, 2001). Rody *Phosphuga* Leach, 1817 a *Ablattaria* Reitter, 1885 podle Pecka (2001) tvoří podrody rodu *Silpha*.

Rody *Aclypea*, *Nicrodes*, *Necrophila* a *Oiceoptoma* jsou rozšířeny v Holarktické oblasti. V Austrálii najdeme rody *Diamesus* Hope, 1840 a rod *Ptomaphila* Kirby & Spence (Peck, 2000).

Podčeleď Silphinae je oproti Nicrophorinae heterogenní v počtu rodů i geografickém rozšíření (Dobler & Müller, 2000). Zástupci podčeledi Silphinae jsou patrně tolerantnější vůči teplu (Sikes, 2005).

6.2 Rozšíření podčeledi Nicrophorinae

Podčeleď Nicrophorinae zahrnuje pouze tři rody (*Eonecrophorus* Kurosawa, 1985, *Nicrophorus* Kirby, 1837 a *Ptomascopus* Kraatz, 1876) s přibližně 72 popsány taxony (Sikes, 2002). Rod *Ptomascopus* je zastoupen čtyřmi druhy a jeden z nich je fosilní (druh *Ptomascopus eveyronensis* Flach, 1890) (Sikes 2008; Růžička 2002).

Za čtvrtý rod, dnes již vyhynulý, považujeme rod *Palaeosilpha* Flach, 1890, pravděpodobně s jediným zástupcem, který žil v období svrchního oligocénu (Flach, 1890).

Ve střední Evropě nalézáme jen rod *Nicrophorus*, který je zastoupen 13 druhy, v Asii přibližně 33 druhy a v Africe se vyskytují jen dva druhy. Palearktická a nearktická oblast je považována za centrum jejich rozšíření (Dekeirsschieter et al., 2011). Rod *Ptomascopus* je zastoupen třemi druhy v Asii a jeden druh rodu *Eonecrophorus* Kurosawa, 1985 se vyskytuje v Nepálu (Sikes, 2005).

Zástupci podčeledi Nicrophorinae jsou rozšíření méně široce než zástupci podčeledi Silphinae. Podčeleď Nicrophorinae je rozšířena především v mírném pásmu severní polokoule. Rody *Eonecrophorus* a *Ptomascopus* se nerozšířily do tolika míst jako rod *Nicrophorus* a najdeme je výhradně na území Asie (Sikes, 2005). Rod *Nicrophorus* obývá kromě Asie i další kontinenty. Kromě Nové Guinei a Malajského souostroví ho můžeme najít i v horských oblastech Jižní Ameriky a v severní Africe například v horských oblastech Alžírsko (Sikes, 2005). Jeden druh rodu *Nicrophorus* byl dokonce nalezen i na ostrově Hispaniola (Sikes, 2005).

7. Rod *Oiceoptoma*

7.1 Morfologie dospělců rodu *Oiceoptoma*

Zástupci rodu *Oiceoptoma* Leach, 1815 jsou střední až velcí brouci. Velikost těla se pohybuje mezi 12,1 až 16,2 mm. Tvar těla dospělců je oválný. Tělo mají ploché, dorsoventrálně zploštělé. Hlava je za očima zaškrcena (Peck, 2001). Jeden z důležitých

morfoložických znaků jsou dlouhé odstávající chlupy za očima. Rod *Oiceoptoma* má většinou aposematické zbarvení (tři zástupci jsou ale úplně černí) (Jakubec et al., 2019). Zbarvení těla dospělců je oranžové, hnědé až černé (Anderson & Peck, 1985; Peck, 2001; Růžička et al., 2004). Tykadla jsou jedenáctičlenná, zakončená čtyřčlennou paličkou. Štít (protergum, pronotum) je nepravidelně zprohýbaný a často hustě ochlupený (Peck, 2001). Krovky mají znatelný zoubek v humerální oblasti (Anderson & Peck, 1985; Růžička et al., 2004)

7.2 Rozšíření a taxonomie rodu *Oiceoptoma*

Rod *Oiceoptoma* (tabulka 2) je klasifikován jako jedna ze samostatných vývojových linií v korunové skupině čeledi mrchožroutovitých (Silphidae), jehož sesterské linie zahrnují několik rodů. Rody: *Dendroxena* Motschulsky, 1858, *Necrophila* Kirby & Spence, 1828 a rod *Silpha* Linnaeus, 1758 (Ikeda et al., 2008; Ikeda et al., 2012; Sommer, 2019, Sommer et al., 2021). Rod *Oiceoptoma* zahrnuje celkově jedenáct druhů a má holarktické rozšíření (Růžička et al., 2004; Růžička, 2015; Newton, 2021; Sommer et al., 2021). Tři druhy nacházíme v nearktické oblasti, osm druhů se vyskytuje v palearktické a částečně i v orientální oblasti (Portevin, 1926; Hatch, 1928; Miwa, 1937; Anderson & Peck, 1985; Peck & Kaulbars, 1987; Sommer 2019, Sommer et al., 2021). V minulosti samostatný rod *Isosilpha* Portevin, 1920 je dnes považován za mladší synonymum rodu *Oiceoptoma* (Peck, 2001; Růžička et al., 2004).

Růžička et al. (2004) publikovali revizi palearktických zástupců rodu *Oiceoptoma* (tabulka 2), s diagnózami jednotlivých druhů, označením lektotypů některých druhů, vyřešením synonym některých jmen a mapami rozšíření jednotlivých druhů (Peck, 2001). Další druh byl recentně popsán z východní Číny (Sommer et al., 2021).

Tabulka 2. Rozšíření rodů *Oiceoptoma* (Portevin, 1926; Růžička et al., 2014)

Druh	Rozšíření druhů
<i>Oiceoptoma hypocrita</i> (Portevin, 1903)	Himalájské pohoří, centrální a jihozápadní Čína
<i>Oiceoptoma nakabayashii</i> (Miwa, 1937)	Tchaj-wan
<i>Oiceoptoma inaequale</i> (Fabricius, 1781)	Severní Amerika
<i>Oiceoptoma nigropunctatum</i> (Lewis, 1888)	Japonsko, části Honšú, Šikoku a Kjúšú
<i>Oiceoptoma noveboracense</i> (Forster, 1771)	Severní Amerika
<i>Oiceoptoma picescens</i> (Fairmaire, 1894)	Západní Čína (provincie S'-čchuan a Jün-nan)
<i>Oiceoptoma rugulosum</i> (Portevin, 1903)	jihovýchod USA
<i>Oiceoptoma subrufum</i> (Lewis, 1888)	střední a severovýchodní Čína, Korea, Dálný východ Ruska, Japonsko
<i>Oiceoptoma tangi</i> (Sommer, Růžička, Nishikawa & Schneider, 2021)	východní Čína (provincie Če-tiang)
<i>Oiceoptoma thoracicum</i> (Linnaeus, 1758)	Transpalearktický druh (Evropa, Čína, Východní Sibiř, Dálný východ Ruska, Japonsko)

7.3 Vývoj larev rodu *Oiceoptoma*

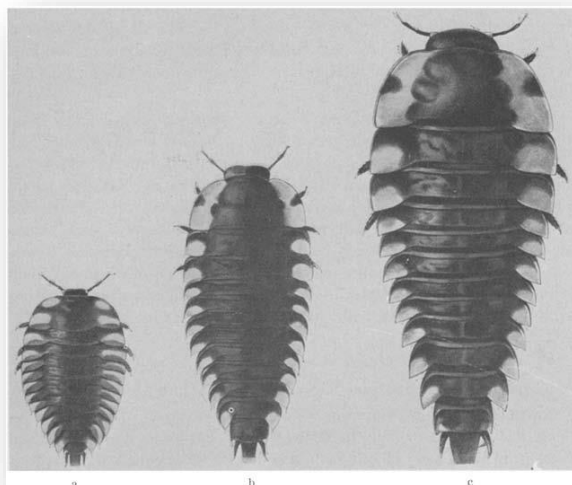
Vývoj larev u rodu *Oiceoptoma* je poměrně krátký. Larvy rostou velmi rychle, svou hmotnost dokáží zdvojnásobit během sedmi hodin. Po druhém svlékání přijímají potravu samostatně (Heymonds & Lengerken, 1932).

Při průměrné pokojové teplotě 19 až 20 stupňů trvá vývoj mladého brouka kolem 34 dnů. Přitom první larvální stádium trvá 3,5 dne, druhé 3,3 dne a třetí 6,3 dne. Larva se kuklí v hloubce dva až tři centimetry pod povrchem země.

Dalších deset až jedenáct dnů trvá klidová fáze prepupy (Heymonds & Lengerken, 1932). Prepupa je nepohyblivá larva před kuklením ve třetím instaru.

Než se z kukly vylíhne dospělec, prochází postupně vybarvováním od červené až po hnědou barvu. Oči jsou černé. U tykadel také dochází k barevné proměně – k postupnému zesvětlení na spodní straně paličky tykadel (Heymonds & Lengerken, 1932).

V prvním larválním stádiu jsou larvy nejtmavší kromě světlejšího zbarvení v oblasti kaudální poloviny paratergitu. Dle Heymondse se velikost instarů liší. V prvním larválním stádiu larva (obr. 13) měří přibližně 8 až 10 mm, v druhém larválním stádiu kolísá od 12 až 14 mm a ve třetím larválním stádiu může měřit přibližně až 15,7 mm (Heymonds & Lengerken, 1932).



Obr.13. Vývoj larev třech instarů (Ractliffe, 1996).

Velikost těla se zvětšuje rovnoměrně, na rozdíl od některých dalších částí jako jsou například tykadla, která jsou v poměru k tělu nejmenší ve třetím stádiu. Ve druhém larválním stádiu jsou larvy jen o něco světlejší než v prvním larválním stádiu. Můžeme si všimnout zcela nevýznamné střední linie na dorsální straně těla a tmavé skvrny na přední straně (Heymons & Lengerken, 1932).

Kukla je dvanáct až třináct mm dlouhá a šíře pronota může být až šest mm. Kukly dvou různých druhů mrchožroutů je poměrně jednoduché rozlišit dle základních rozlišovacích znaků (Heymonds & Lengerken, 1932).

8. Mrchožrout rudoprsý (*Oiceoptoma thoracicum*)

8.1 Ekologie mrchožrouta rudoprsého

Oiceoptoma thoracicum (Linnaeus, 1758) se často vyskytuje na mršinách a na hnilých houbách, případně nalétává na starší plodnice hadovky smrduté (*Phallus impudicus*) a na kvasící mizu (Šustek, 1981). V České republice je tento druh hojný a preferuje zalesněný terén (Šustek, 1981). Larvy žijí podobným způsobem a mohou se tak nacházet na stejných místech.

U druhu *O. thoracicum* byla zaznamenána největší sezónní aktivita od poloviny dubna až do počátku října se dvěma vrcholy aktivity na přelomu května až června a v srpnu (Kočárek & Benko, 1997; Růžička 1994).

Morfologie a chování mrchožrouta rudoprsého je intenzivně zkoumána, především díky využití ve forenzní entomologii (Midgley et al., 2010).

8.2 Rozšíření mrchožrouta rudoprsého

Oiceoptoma thoracicum je palearktický druh (obr. 14, 15) rozšířený v celé Evropě, východní Sibiři, Dálném východě, v Číně a v Japonsku (Růžička, 2015).

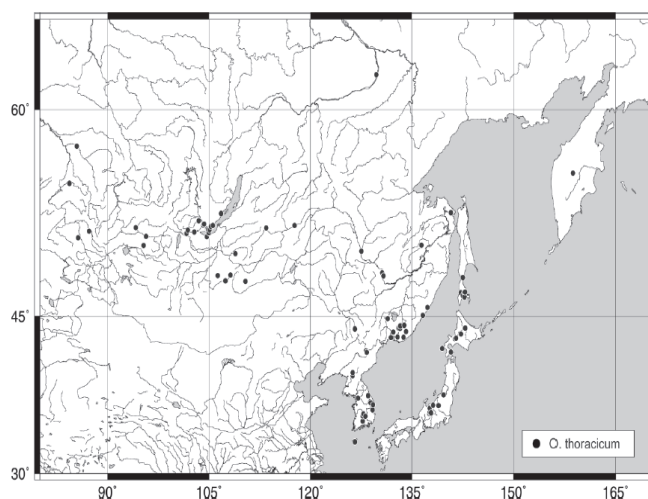


Fig. 24. Eastern Palaearctic distribution of *O. thoracicum* (Linnaeus).

Obr. 14. Rozšíření druhu *Oiceoptoma thoracicum* (Růžička et al., 2004).

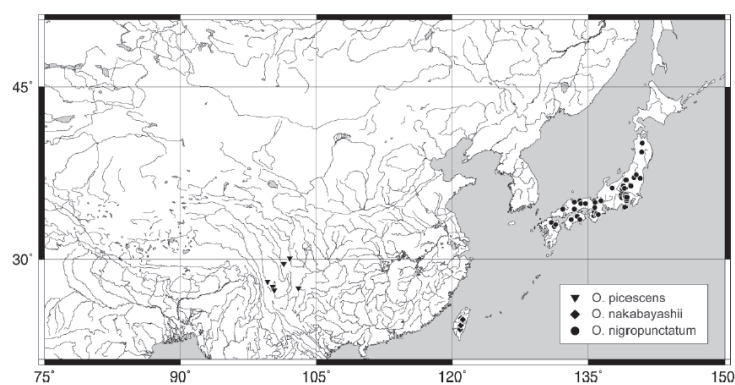


Fig. 23. Distribution of *Oiceoptoma picescens* (Fairmaire), *O. nakabayashi* (Miwa) and *O. nigropunctatum* (Lewis).

Obr. 15. Rozšíření druhů *Oiceoptoma picescens*, *O. nakabayashi* a *O. nigropunctatum* (Růžička et al., 2004).

8.3 Morfologie dospělců mrchožrouta rudoprsého

Tělo druhu *O. thoracicum* (obr. 14) je poměrně velké, oválné až ploché, dlouhé mezi 11 až 16 mm. Hlava je celá černá. Štít (protergum, pronotum) je matně červený až

oranžového zbarvení. Je pokrytý dlouhými oranžovými sétami. Tento druh má krovky hedvábně lesklé s šedomodrým nádechem. Povrch krovek má sametový vzor a jejich postranní okraj je mírně zdvižený (Šustek, 1981). Žebra jsou tenká, obvykle ostrá a často jsou dobře viditelná (Šustek, 1981). Samci mají penis s protáhlým robustním vrcholem (Růžička et al., 2004).



Obr. 16. Mrchožrout rudoprsý (*Oiceoptoma thoracicum*) (Zdroj: www. bioweb.cz).

II. Praktická část

9. Metodika a materiál

Cílem praktické části bylo změřit rozměry vybraných struktur na larvách (obr. 18) a kuklách mrchožrouta rudoprsého (*Oiceoptoma thoracicum*), statisticky je zpracovat pomocí programu R a vizualizovat je pomocí krabicových grafů se zřetelem k případným rozdílům mezi jednotlivými instary.

Čerstvý materiál preimaginálních stádií druhu (vajíčka, larvy všech tří instarů (L1–L3) a kukly) byl získán chovem v laboratorních podmínkách. Dospělci byli sbíráni do zemních pastí v průběhu roku 2020 v lokalitě středních Čechy: Karlštejn a env., 49.946°N, 14.198°E, přibližně 360 m n.m., 9.V. – 15.X. 2020, L. Hružová, A. Schwarzbacherová & D. Sommer lgt et det.

Zaměřila jsem se na morfologický popis larev, měření jejich parametrů na vybraných strukturách a fotodokumentaci larev i kukel. Celkově bylo vybráno 60 nepoškozených larev všech tří instarů, tedy 20 ex. prvního larválního stádia, 20 ex. druhého a 20 ex.

třetího a také 20 kukel (bez rozlišení pohlaví). Celkově z dvaceti kukel bylo změřeno jen deset a u nich byla také provedena popisná statistická analýza. Jednotlivým vzorkům larev bylo přiděleno pořadové číslo (1–60).

9.1 Chov dospělců mrchožrouta rudoprsého

Brouci byli chytáni pomocí zemních pastí s návnadou (filé a zrající sýr). U nacytaných jedinců bylo určeno pohlaví a poté byli jedinci umístěni do chovných boxů o rozměrech 60×40×30 cm. Boxy byly naplněny hlínou do výšky 15 cm, na kterou byl umístěn listový opad z lesa. Do každého boxu byla umístěna jedna chovná skupina skládající se z 10 samic a 10 samců. Boxy byly po celou dobu experimentu umístěny ve venkovních podmínkách, čímž bylo dosaženo maximální simulace podmínek přirozeného prostředí. Pokud došlo k úmrtí u dospělců z chovné skupiny, byli postupně doplňováni čerstvě odchycenými exempláři.

Dospělci byli krmeni jednou týdně kusem rybiho masa (sumeček rodu *Pangasius*) o rozměrech 8×8×2 cm. Larvy byly odebírány z boxů jednou až dvakrát týdně. Selektivně byly preferovány nejprve larvy z prvních dvou vývojových stádií (L1–L2) a po získání dostatečného množství studijního materiálu byly intervaly kontrol prodlouženy, aby měly larvy šanci přejít do třetího larválního stádia (L3) a později do kukel. Kukly byly vybírány až v úplném závěru chovu vysypáním obsahu celého boxu a probráním substrátu pomocí síta. Odchován byl rozsáhlý materiál čítající nejméně 25 vajíček, 80 larev prvního larválního stádia (L1), 100 larev druhého larválního stádia (L2), 150 larev třetího larválního stádia (L3) a 20 kukel.

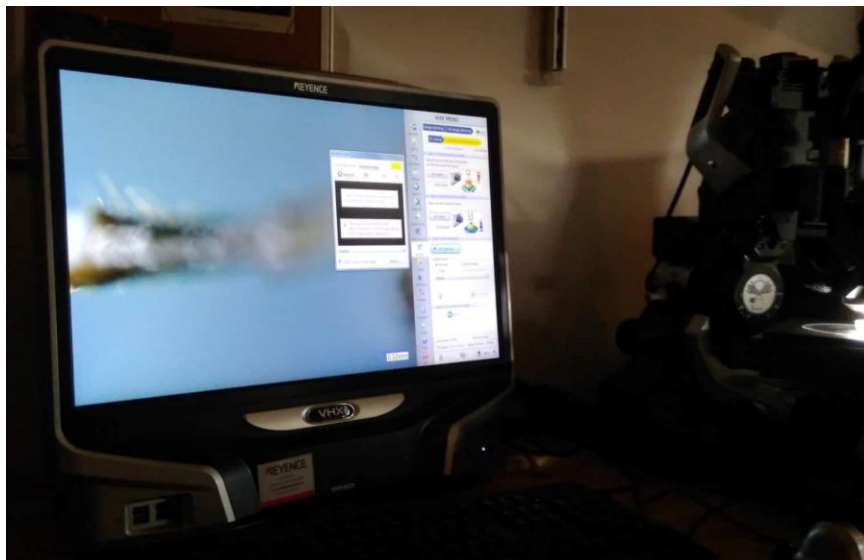
Larvy mrchožrouta rudoprsého byly usmrceny pomocí octanu ethylnatého. Poté byly umístěny na krátkou dobu do vroucí vody (100 °C) kvůli denaturaci proteinů. Po několika minutách byly larvy převedeny do Pamplova roztoku a zde byly fixovány po dobu jednoho týdne. Pamplův roztok se skládá ze 4 dílů kyseliny octové, 6 dílů 40% formaldehydu, 15 dílů 96% etyletanolu a 30 dílů destilované vody (Voet, 1995).

Po fixaci byly larvy převedeny do 75% etyletanolu, ve kterém mohou být dlouhodobě uchovány. Vybrané larvy jsou skladovány v mikrozkuvkách (obr. 18) označeny příslušným číslem v lednici při teplotě přibližně 4,5 °C (4–8 °C), popřípadě v mrazáku. Nevybrané a neměřené larvy nejsou skladovány v mikrozkuvkách, ale ve 100 ml lahvičkách se 75% ethanolu v lednici. Sníženou teplotou při skladování

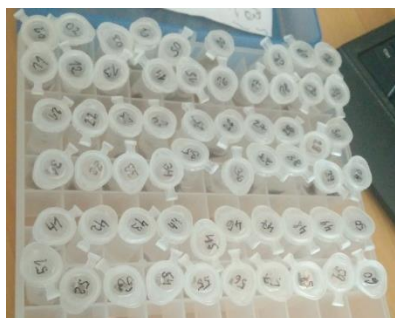
v kombinaci s etanolem se zabrání rozkladným procesům, změně barev a zkreslení tvaru larev.

9.2 Měření larev mrchožrouta rudoprsého

Měření larev bylo provedeno u vybraných 60 larev pomocí měřícího softwaru a digitálního mikroskopu Keyence VHX6000 (obr. 17).

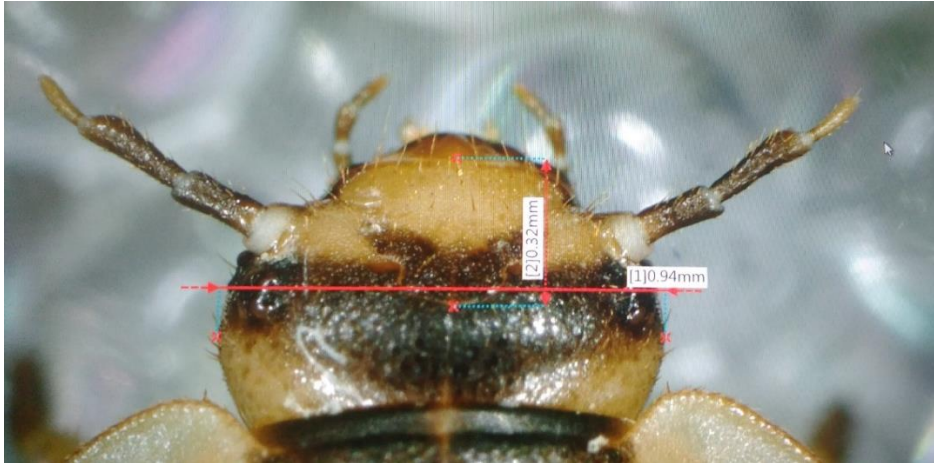


Obr. 17. Pohled na digitální mikroskop VHX6000 (Zdroj: A. Schwarzbacherová).



Obr. 18. Larvy mrchožrouta rudoprsého všech tří instarů použité k měření (Zdroj: A. Schwarzbacherová).

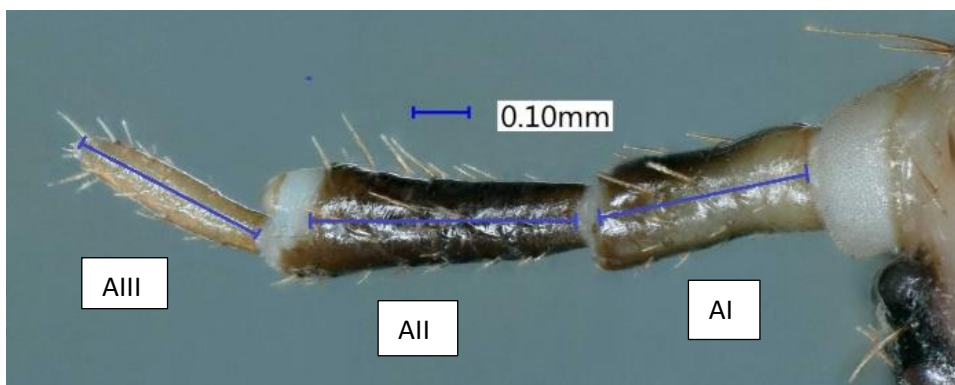
Měřila jsem šířku hlavy a šířku labra (HW, Hwl) (obr. 19). Šířku hlavy jsem změřila v dorzálním pohledu od jednoho nejširšího bodu kránie horní části hlavy až do druhého kontralaterálního bodu (většinou za očima) (obr. 19).



Obr. 19. Měření hlavové kapsule (Zdroj: A. Schwarzbacherová).

Délku těla (BL) brouka jsem měřila celou od předního okraje proterga až po apex desátého článku zadečku (tedy bez hlavy a bez urogomfů).

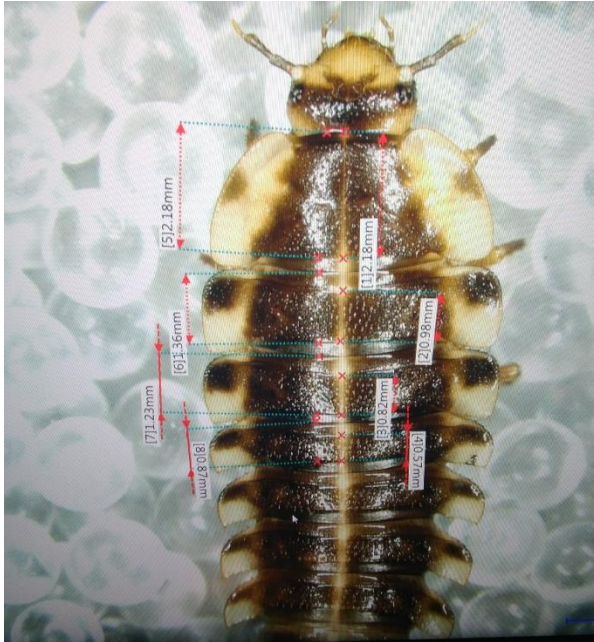
Změřila jsem délky všech tří tykadlových článků (AI, AII, AIII), a to vždy jen u levého tykadla. Každý tykadlový článek byl měřen zvlášť a vždy byla změřena pouze délka sklerotizované části příslušného článku podél mediální osy (obr. 20). U jedné larvy třetího tykadlového článku (AIII) nemohlo být měření provedeno z důvodu poškození (konkrétně u L3).



Obr. 20. Měření tykadlových článků (Zdroj: A. Schwarzbacherová).

Vždy musel být zachován způsob měření v podélné ose (mediální) těla u vybraných tělních struktur. Na hlavové kapsuli se nachází první a druhý labiální segment palpů (LPI, LPII). Jejich měření jsem provedla jako u tykadlového článku.

Po hlavové kapsuli následovalo měření délky a šířky proterga (obr. 21) a dalších dvou tergů hrudi (N1L, N1W, N2L, N2W, N3L, N3W). Měřena byla délka a max. šířka sklerotizované části. Stejně bylo provedeno měření délky a šířky prvního zadečkového segmentu (A1L, A1W).



Obr. 21. Měření dorzální strany segmentů hrudi a zadečku (Zdroj: A. Schwarzbacherová).

Dále jsem měřila délky obou urogomfových segmentů (URI, UR II), které byly měřeny pouze u levého urogomfu. Délka obou článků urogomf byla měřena podél mediální osy na dorzální straně (obr. 22).

Nakonec byla změřena délka urogomfových sít (URS). U třech larev s ulomenou sítou nebylo měření provedeno (jednou u L1, dvakrát u L3).



Obr. 22. Měření dorzální strany články urogomfů (Zdroj: A. Schwarzbacherová).

Změřené struktury:

Změřeny byly tyto části:

Tabulka 3. Změřené struktury larev (Zdroj: A. Schwarzbacherová).

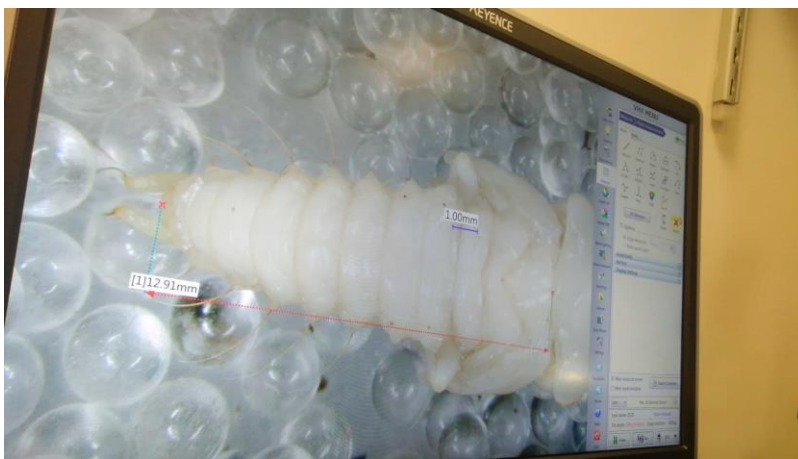
Anglický název	Zkratka	Český název
Body length	BL	Celková délka těla
Head width (labrum)	Hwl	Šířka labra
Head width	HW	Šířka hlavy
Length of labial palpomere I	LPI	Délka prvního článku palp
Length of labial palpomere II	LPII	Délka druhého článku palp
Length of maxillary palpomere I	MPI	Délka prvního článku max. palp
Length of maxillary palpomere II	MPII	Délka druhého článku max. palp
Length of maxillary palpomere III	MPIII	Délka třetího článku max. palp
Pronotal length	N1L	Délka pronota
Pronotal width (at the widest point)	N1W	Šířka pronota
Mesonotal length	N2L	Délka mesonota
Mesonotal width (at the widest point)	N2W	Šířka mesonota
Metanotal length	N3L	Délka metanota
Metanotal width	N3W	Šířka metanota
Length of Abdominal segment	A1L	Délka prvního zadečkového segmentu
Width of Abdominal Segment I	A1W	Šířka prvního zadečkového segmentu
Length of urogomphal segment I	URI	Délka prvního článků urogomfů
Length of urogomphal segment II	URII	Délka druhého článků urogomfů
Length of Urogomphal Terminal Seta	URS	Délka terminální sety urogomfů

9.3 Měření kukly mrchožrouta rudoprsého

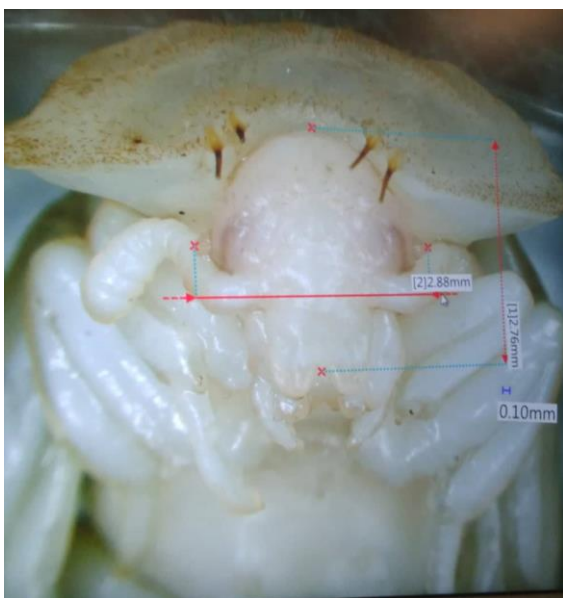
Měření jsem provedla u 10 kukel (obr. 23, 24) mrchožrouta rudoprsého (příloha 1) na digitálním mikroskopu (obr. 17). Následně byla provedena popisná statistická analýza. Změřila jsem základní části u těla larev ze všech pohledů (dorsální a laterální pohled) (tabulka 4). Pro zjištění popisné statistiky jako je například maximum, minimum, medián, rozptyl, a průměr (příloha 9) jsem provedla následující měření vybraných struktur a to: celková délka těla (BL), šířka hlavy (HW), délka hlavy (HL), délka proterga (N1L) a šířka proterga (N1W). Celková délka těla (BL) byla změřena bez hlavy a proterga a bez samčích a samičích genitálií.

Tabulka 4. Změřené struktury u kukly (Zdroj: A. Schwarzbacherová).

Anglický název	Zkratka	Český název
BL (Body length)	BL	Celková délka těla
HW (at the widest point)	HW	Šířka hlavy
HL (Head length)	HL	Délka hlavy
N1L (Pronotal width)	N1L	Délka proterga
N1W (at the widest point)	N1W	Šířka proterga



Obr. 23. Měření celkové délky u kukly (Zdroj: A. Schwarzbacherová).



Obr. 24. Měření šířky hlavy u kukly (Zdroj: A. Schwarzbacherová).

9.4 Fotodokumentace larev

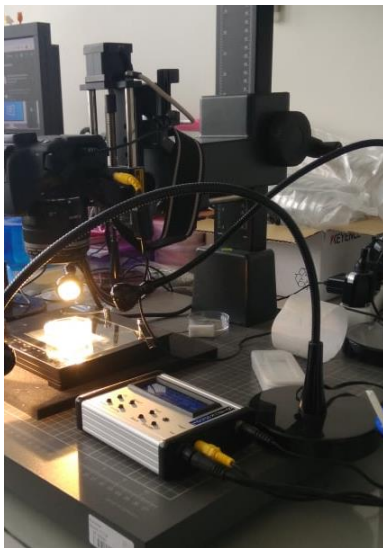
K focení jsem si vybrala od každého instaru jednu larvu bez viditelných anomálií a bez zjevných poškození, která sloužila k pořízení makrofotografií celkového habitatu. Z každého larválního stádia byla vybrána jedna larva: L1 – 051, L2 – 022, L3 – 015 a u ní byly nafoceny habituální fotografie (obr. 25) v následujících pozicích (dorzální pohled, ventrální pohled a laterální pohled). Larvy je možno fotit na „mokro“ (larva je umístěna v 75% lihu) i na „sucho“ (bez chemické látky, po oschnutí fixačního média). V mém výzkumu byly fotografie larev většinou pořízeny metodou „na sucho“. Habituální fotografie byly foceny fotoaparátem (obr. 27) Canon 550D s objektivem EF-S 60 mm a zařízením Cognysis STACKSHOT MACRO RAIL k automatickému posunu skládaných fotografií (přílohy 1–4). Jednotlivých fotografií bylo přibližně 60 a z nich byly složeny výsledné makrofotografie. Fotografie morfologických detailů larev byly pořízeny pomocí digitálního mikroskopu VHX6000 s objektivem VHZ20T. Jednotlivé složené makrofotografie larev byly dále upraveny (odstranění pozadí, nečistot a nastavení jednotné šedé barvy na pozadí) v programu Adobe Photoshop ver. 7. 0 CE. Čištění larev bylo prováděno před fotografováním mechanicky pomocí štětečku a v ultrazvukové čistící vaně (obr. 26).



Obr. 25. Ventrální pohled na celou larvu ve třetím instaru (Zdroj: A. Schwarzbacherová).



Obr. 26. Pohled na ultrazvukovou čistící vanu (Zdroj: A. Schwarzbacherová).



Obr. 27. Pohled na fotoaparát Canon 550D s objektivem EF-S 60 mm a zařízení Cognisys STACKSHOT MACRO RAIL k automatickému posunu skládaných fotografií (Zdroj: A. Schwarzbacherová).

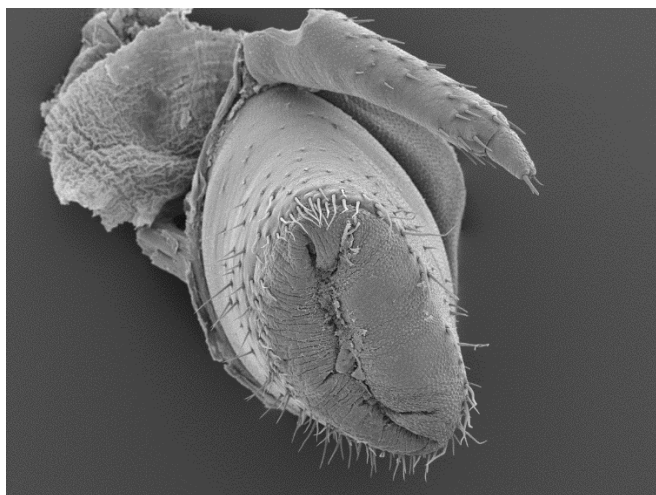
Skenovací elektronový mikroskop (SEM)

Skenovací elektronový mikroskop je užitečný pro studování důležitých detailů. Poprvé SEM navrhl Manfred von Ardenne v roce 1937 (Goldstein, 2013). Maximální rozlišení u SEM se pohybuje mezi 0,5 až 1,2 nm.

Čištění larev pro SEM (obr. 30) se provádí leptáním jejich povrchu a následným pokovením zlatem, platinou a jinými kovy v naprašovačce SCD 050. Dále probíhá fixace vzorků lepením různých typů vzorků (C páska, koloidní Ag, Tempfix kit) (Goldstein, 2013).

Nejdříve byly rozebrány příslušné struktury na larvě. Struktury studované pomocí elektronového mikroskopu (obr. 29) byly poté očištěny v ultrazvukové čistící vaně SilverCrest a následně na jeden den ponořeny v 10% roztoku kyseliny mléčné ($C_3H_6O_3$). Druhý den byly z kyseliny mléčné vyjmuty a štětečkem očištěny od hrubých nečistot. Později následovalo konečné očištění v ultrazvukové vaně. Příprava vzorků probíhala nejprve postupným odvodněním přes alkoholovou řadu se vzrůstající koncentrací v sekvenci (60%, 70%, 80%, 90% a 95%) a acetonu po půl hodiny (tabulka 4). Poté byly na tři až čtyři hodiny přeneseny do exikátoru. Dehydratované vzorky byly vysušeny pomocí metody trojného bodu, poté byly připevněny na hliníkový terčík a pozlaceny v Bal-Tec Sputter Coater SCD 050 (obr. 30), aby byla zajištěna elektrická vodivost. Po pozlacení byly připravené k prohlížení v elektronovém mikroskopu.

Takto připravené vzorky byly vhodné k pořízení vybraných makrofotografií (obr. 28). Měřítko u těchto makrofotografií bylo 200 μm (většinou rozsah od 200–400 μm). Katodové napětí bylo u L3 15 V (většinou rozsah kolísá od 15–40 V).



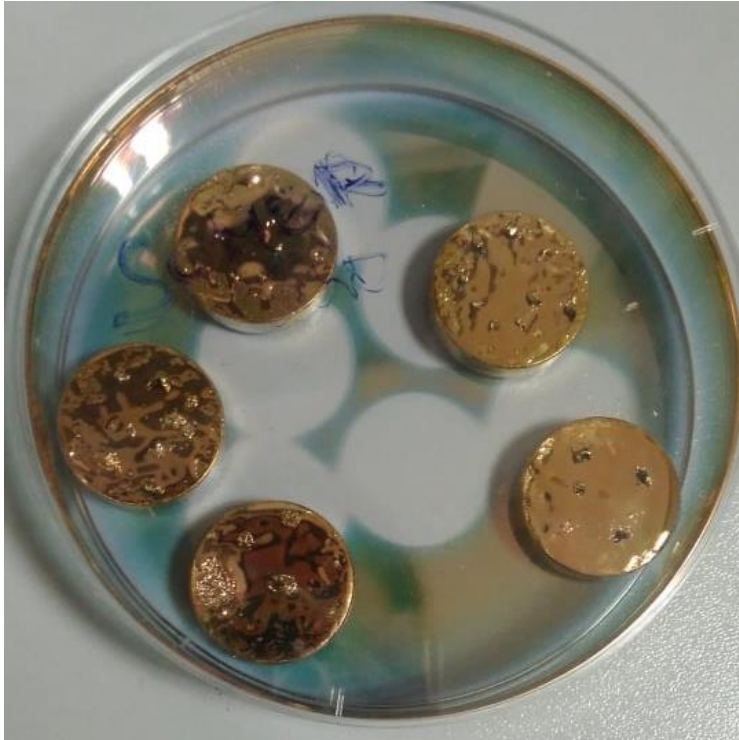
Obr. 28. Ukázka ze SEM: abdomen *Oiceoptoma thoracicum* (Zdroj: A. Schwarzbacherová).

Tabulka 4. Odvodňování přes alkoholovou řadu (Zdroj: A. Schwarzbacherová).

Odvodňování alkoholovou řadou				
	EtOH [%]	EtOH [ml]	H ₂ O [ml]	čas [min]
1	35%	45,5	61	10
2	50%	65	46	10
3	70%	91	26	10-15
4	80%	104	16	10-15
5	96%			10-15
6	100%			10-15
Sušení v acetonu				
	aceton	EtOH 100 %		čas [min]
7	1	2		5
8	1	1		5
9	2	1		5
10	1	0		5
11	1	0		5



Obr. 29. Pohled na skenovací elektronový mikroskop JEOL 6380 LV (Zdroj: A. Schwarzbacherová).



Obr. 30. Pohled na pozlacené vzorky (Zdroj: A. Schwarzbacherová).

9.5 Statistická analýza

Data jsem hodnotila ve statistickém programu R (<https://www.r-project.org>). Prvním krokem byl import dat do statistického programu, ve kterém jsem s nimi dále pracovala. Pro naměřené hodnoty jsem používala zkratky instarů a příslušných měřených struktur. Pro všechny tři instary (L1–L3) u larev jsem zjistila popisnou statistickou analýzou hodnoty: maximum, průměr, medián, minimum a rozptyl. Snahou bylo zjistit, zda jsou statisticky významné rozdíly mezi jednotlivými třemi instary (přílohy 5–8).

Pro podrobnou statistickou analýzu byl použit nejdříve lineární model s normálním rozdělením pro 20 testovacích hodnot. Jako závislá proměnná byla použita velikost a případně poměr velikostí a vysvětlující proměnnou byly larvální stádia (instary). Následně byl použit Tukey test pro mnohonásobné porovnání mezi instary (L1–L2, L2–L3, L1–L3) pro všech 20 měřených struktur (hodnot) (příloha 10). Tukey test („honestly“ significant difference test) je spíše „konzervativní“ způsob testování. Pod konzervativním způsobem testování je myšleno, že ošetřuje chybu prvního druhu a je menší pravděpodobnost, že se zamítne nulovou hypotézu a výsledky jsou hodně spolehlivé (Pekár, 2009). Dochází k porovnávání dvojic středních hodnot. Mezi

závislou proměnnou jsem zvolila měřené struktury jako například: AI, AII, AIII a za nezávislou jsem zvolila proměnnou instary. Nakonec jsem testovala poměry mezi jednotlivými strukturami (články) jako například urogomfy, tykadlové články a následně byla provedena popisná statistika.

Vizualizace výsledků byla provedena pomocí krabicových grafů z balíčků ggplot2. Pro přehlednost a možnost zpracování v programu R byly použity tyto zkratky, které byly už použity výše: BL, AI, AII, AIII, MPI, MPIO, UR, URS, A1W, A1L, A2L, A3L, A4L atd. Krabicové grafy (boxploty) znázorňují grafickou vizualizaci numerických dat pomocí kvartilů. Střední část diagramu je shora ohraničena třetím kvantilem, zesponu prvním kvantilem a mezi nimi se nachází linie vymežující medián. Odlehlé hodnoty mohou být vykresleny jako jednotlivé body. Krabicové grafy mohou zobrazovat rozdíly mezi datovými soubory bez jakýchkoliv předpokladů o jejich typu rozložení. Rozteče mezi jednotlivými prvky střední části diagramu indikují stupeň rozptylu a šikmosti dat (Pekár, 2009).

10. Výsledky

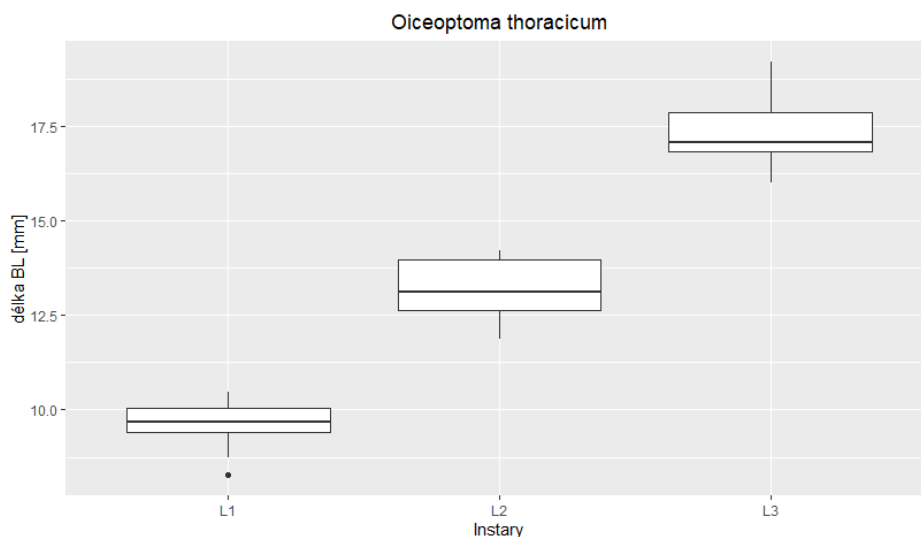
Statistické analýze bylo podrobno celkově 60 larev. V rámci těchto výsledků jsou zpracované hypotézy, které byly analyzovány pomocí programu R. Nulová hypotéza zní: velikost, případně poměr délek jednotlivých struktur se mezi instary statisticky významně neliší. Na základě naměřených dat byly zjištěny popisné statistiky (medián, průměr, rozptyl, maximum a minimum) u larev (přílohy 5–7) i u kukel (příloha 8).

Následující text shrnuje rozdíly mezi instary u vybraných struktur (BL, HW, N1L, N3W, URI, poměr URIO/URI), které vykazují signifikantní rozdíly. Ostatní měřené struktury jsou v tabulkách (přílohy 9–10) a v grafech (příloha 11).

1) Délka těla (BL):

V rámci testování rozdílů délky těla (BL) mezi jednotlivými instary byl použit lineární model (lm). Velikost délky těla (BL) larev u L1 je $9,64 \pm 0,17$ mm. Velikost délky těla (BL) larev u L2 se zvětšuje o $3,55 \pm 0,24$ mm ($p < 0,001$) oproti L1. Velikost délky těla (BL) larev u L3 se zvětšuje o $7,70 \pm 0,24$ mm ($p < 0,001$) oproti L1. Porovnáním délky těla (BL) dle Tukey testu mezi dvojicemi srovnávaných instarů (L1–L2, L2–L3, L1–

L3) byl zjištěn signifikantní rozdíl (příloha 10). U všech dvojic srovnávaných instarů vyšla p hodnota stejná ($p < 0,001$).



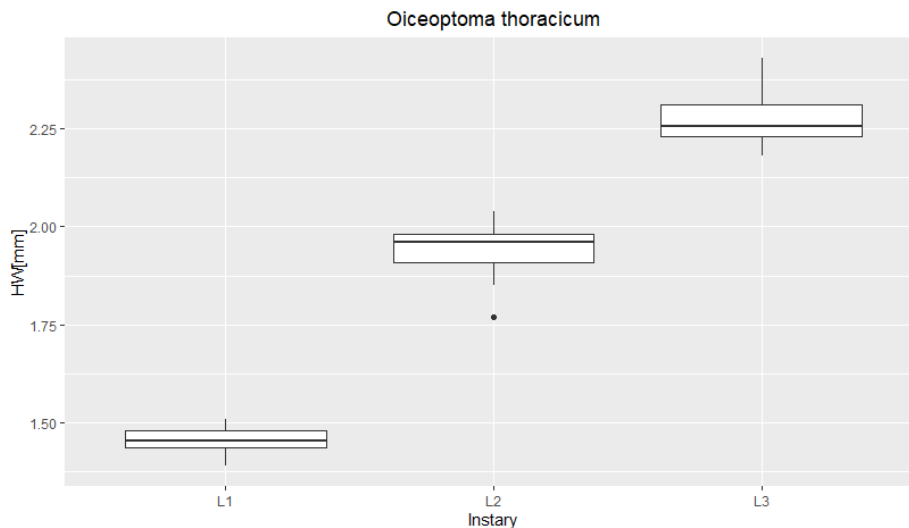
Obr. 31. Délka těla (BL) jednotlivých instarů *Oiceoptoma thoracicum* v mm (Zdroj: A. Schwarzbacherová).

Délka těla (BL) larvy byla změřena od proterga až po apex desátého článku zadečku (bez hlavy a bez urogomfů). Medián délky těla larev (BL) je 9,68 mm a jejich hodnoty kolísají mezi 8,28 až 10,28 mm, u L2 je medián 13,10 mm a jejich hodnoty kolísají mezi 11,87 až 14,20 mm. U L3 je medián 17,06 mm a jejich hodnoty kolísají mezi 16,01 až 19,19 mm (obr. 31).

2) Šířka hlavy (HW):

V rámci testování šířky hlavy (HW) je velikost u L1 $1,46 \pm 0,01$ mm, u L2 se velikost zvětšuje o $0,48 \pm 0,02$ mm ($p < 0,001$) oproti L1. U L3 se velikost zvětšuje o $0,82 \pm 0,02$ mm ($p < 0,001$) oproti L1.

Porovnáním šířky hlavy (HW) dle Tukey testu mezi dvojicemi srovnávaných instarů (L1–L2, L2–L3, L1–L3) byl prokázán signifikantní rozdíl ($p < 0,001$) (příloha 10).

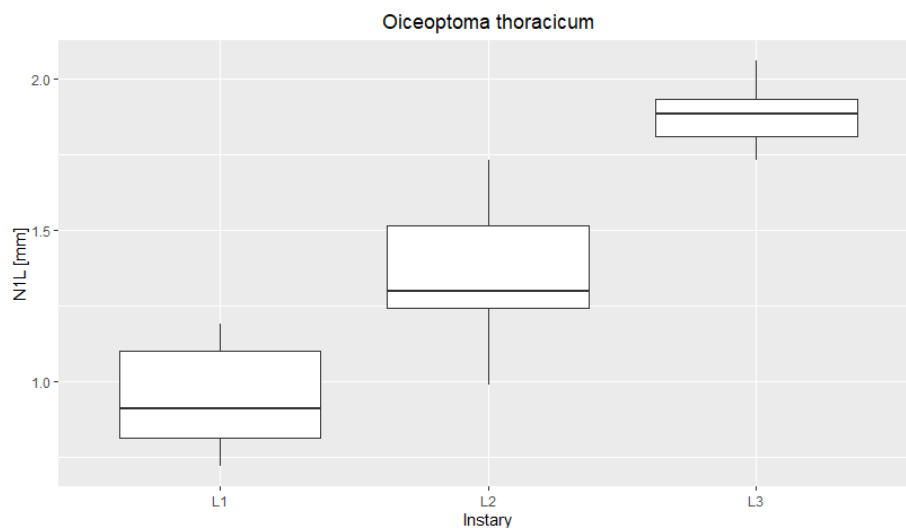


Obr. 32. Šířka hlavy (HW) jednotlivých instarů *Oiceoptoma thoracicum* v mm (Zdroj: A. Schwarzbacherová).

Medián šířky hlavy (HW) u L1 je 1,46 mm a jejich hodnoty kolísají mezi 1,39 až 1,51 mm. U L2 je medián 1,96 mm a jejich hodnoty kolísají mezi 1,77 až 2,04 mm. U L3 je medián 2,26 mm a jejich hodnoty kolísají mezi 2,18 až 2,43 mm (obr. 32).

3) Délka proterga (N1L):

V rámci testování rozdílů lm (N1L) je u L1 velikost $0,94 \pm 0,03$ mm, u L2 se velikost zvětšuje o $0,43 \pm 0,05$ mm ($p < 0,001$) oproti L1. U L3 se velikost zvětšuje o $0,94 \pm 0,05$ mm ($p < 0,001$) oproti L1. Porovnáním délky proterga (N1L) dle Tukey testu mezi dvojicemi srovnávaných instarů (L1–L2, L2–L3, L1–L3) byl prokázán signifikantní rozdíl (příloha 10). U všech dvojic srovnávaných instarů vyšla p hodnota stejná ($p < 0,001$).



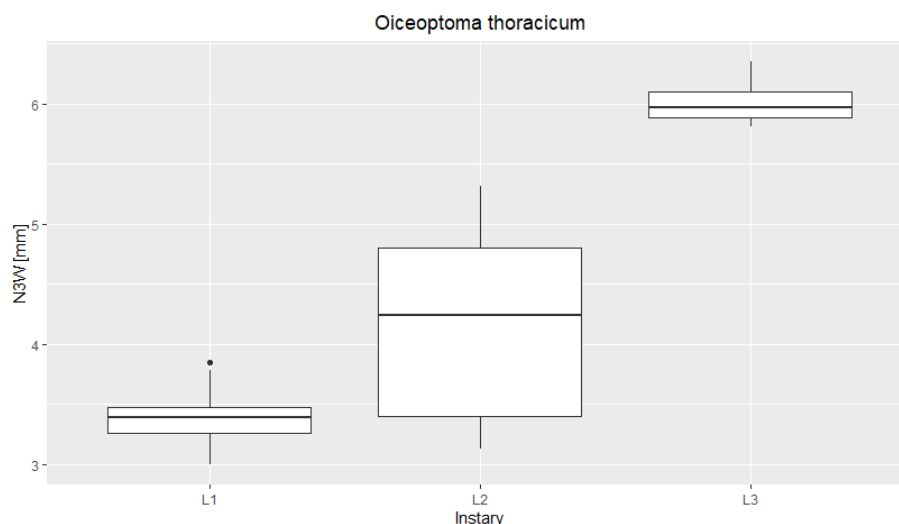
Obr. 33. Délka mesonota (N1L) jednotlivých instarů *Oiceoptoma thoracicum* v mm (Zdroj: A. Schwarzbacherová).

Medián délky proterga u L1 je 0,91 mm a jejich hodnoty kolísají mezi 0,72 až 1,19 mm. L2 je medián 1,30 mm a jejich hodnoty kolísají mezi 0,99 až 1,73 mm. U L3 je medián 1,89 mm a jejich hodnoty kolísají mezi 1,73 až 2,06 mm (obr. 33).

4) Šířka metanota (N3W):

V rámci testování lm rozdílů šířky třetího článku hrudi (metanota) (N3W) u L1 je velikost $3,39 \pm 0,11$ mm. U L2 se velikost zvětšuje o $0,76 \pm 0,15$ mm ($p < 0,001$) oproti L1. U L3 se velikost zvětšuje o $2,62 \pm 0,15$ mm oproti L1.

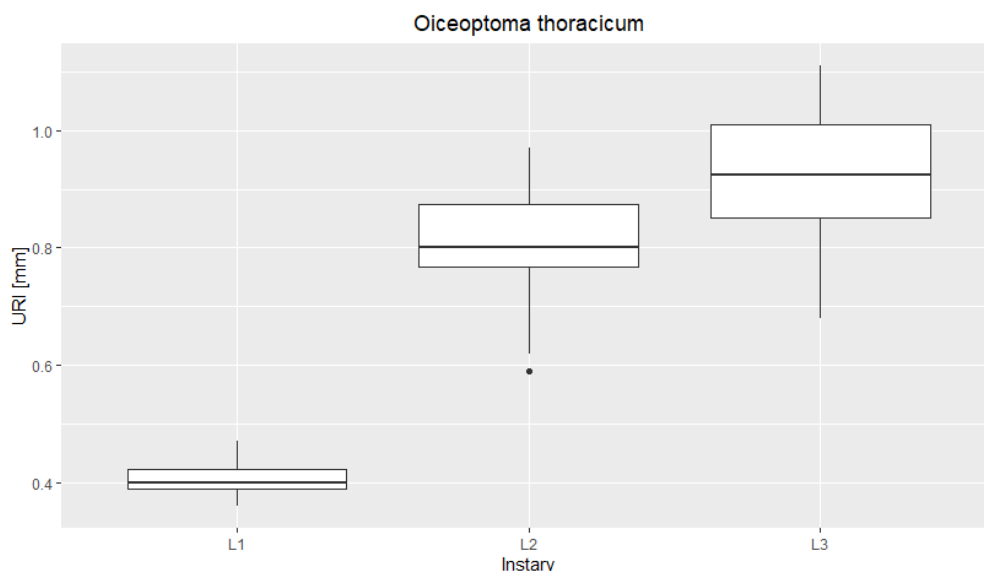
V rámci porovnání šířky metanota (N3W) dle Tukey testu mezi dvojicemi srovnávaných instarů (L1–L2, L2–L3, L1–L3) byl prokázán signifikantní rozdíl (příloha 10). U všech dvojic srovnávaných instarů vyšla p hodnota stejná ($p < 0,001$). Medián šířky třetího článku metanota (N3W) u L1 je 3,39 mm a jejich hodnoty kolísají mezi 3,00 až 3,85 mm. U L2 je medián 4,25 mm a jejich hodnoty kolísají mezi 3,13 až 5,31 mm. U L3 je medián 5,97 mm a jejich hodnoty kolísají mezi 5,81 až 6,35 mm (obr. 34).



Obr. 34. Šířka třetího článku metanota (N3W) jednotlivých instarů *Oiceoptoma thoracicum* v mm (Zdroj: A. Schwarzbacherová).

5) První článek urogomfů (URI):

V rámci testování 1m rozdílů (URI) u L1 je velikost $0,41 \pm 0,02$ mm. U L2 se velikost zvětšuje o $0,40 \pm 0,03$ mm ($p < 0,001$). U L3 se velikost zvětšuje o $0,51 \pm 0,03$ mm ($p < 0,001$) oproti L1. Porovnáním délky prvních urogomfových článků (URI) dle Tukey testu mezi dvojicemi srovnávaných instarů (L1–L2, L2–L3, L1–L3) byl prokázán signifikantní rozdíl (příloha 10). U všech dvojic srovnávaných instarů vyšla p hodnota stejná ($p < 0,001$).



Obr. 35. Délka prvních urogomfových článků (URI) jednotlivých instarů *Oiceoptoma thoracicum* v mm (Zdroj: A. Schwarzbacherová).

Medián urogomfových článků (URI) u L1 je 0,40 mm a jejich hodnoty kolísají mezi 0,36 až 0,47 mm. U L2 je medián 0,80 mm a jejich hodnoty kolísají mezi 0,59 až 0,97 mm. U L3 je medián 0,93 mm a jejich hodnoty kolísají mezi 0,68 až 1,11 mm (obr. 35).

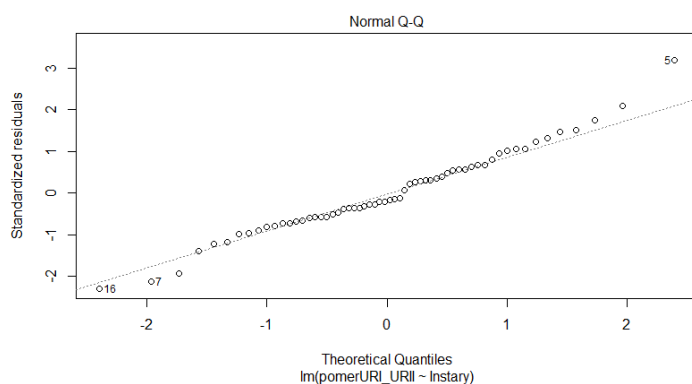
6) Poměry délek (URII/URI):

Boxplot (obr. 37) představuje poměr délky mezi články urogomfů (URII/URI). Existuje řada statistických metod, jak lze prokázat, že data mají normální rozdělení. U poměrů délek článků urogomfů jsem testovala, zda rezidua mají normální rozdělení. K určení normality dat slouží například testy normality (Shapirův test) nebo grafické znázornění (Q-Q graf). Poměry délek jsem si následně ověřila i na testu normality. Bylo zjištěno, že rezidua poměrů délek URII/URI mají normální rozdělení (obr. 36). U L1 je medián 0,31 a hodnoty poměrů kolísají mezi 0,24 až 0,42. U L2 je medián

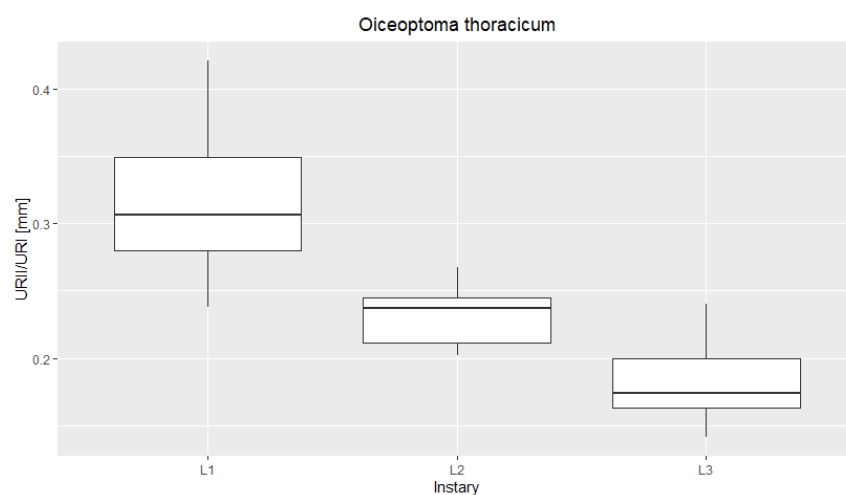
0,24 a hodnoty poměrů kolísají mezi 0,20 až 0,27. U L3 je medián 0,17 a hodnoty poměrů kolísají mezi 0,14 až 0,24 (tabulka 5). V rámci testování poměrů délek mezi instary byl použit Tukey test. Mezi dvojicemi srovnávaných instarů (L1–L2, L1–L3) byl zjištěn signifikantní rozdíl ($p < 0,001$). Naopak mezi dvojicemi srovnávaných instarů (L2–L3) nebyl prokázán signifikantní rozdíl ($p = 0,99$) (příloha 10).

Tabulka 5. Základní popisná statistika u poměrů délky URII/ URI (Zdroj: A. Schwarzbacherová).

Poměr URII/URI	Průměr	Minimum	Maximum	Medián
L1	0,31	0,24	0,42	0,31
L2	0,24	0,2	0,27	0,24
L3	0,18	0,14	0,24	0,17



Obr. 36. Q-Q graf u poměrů URII/URI (Zdroj: A. Schwarzbacherová).



Obr. 37. Poměry délky URII/URI v mm (Zdroj: A. Schwarzbacherová).

7) Kukla:

Medián délky (BL) u kukly je 13,88 mm a hodnoty délek kolísají mezi 12,57 až 15,52 mm. Medián délky proterga (N1L) je 3,84 mm a jejich hodnoty kolísají mezi 3,63 až 4,08 mm. Medián šířky proterga (N1W) je 7,22 mm a jejich hodnoty kolísají mezi 6,82 až 7,67 mm. Medián šířky hlavy (HW) je 2,80 mm a jejich hodnoty kolísají mezi 2,61 až 2,89 mm. Medián délky hlavy (HL) u kukly 2,81 mm a jejich hodnoty kolísají mezi 2,72 až 3,02 mm (příloha 9).

10.1 Popis základních morfologických rozdílů mezi instary

1. Instar – Délka larev: 8,28–10,28 mm. V prvním larválním stádiu jsou larvy nejtmavší kromě světlejšího zbarvení v oblasti kaudální poloviny paratergitu, směrem k okraji ventritů je barva světlejší s mohutnými tmavými skvrnami na větší části. Zbarvení se směrem k zadečku ztmavuje. Tykadla jsou paličkovitá. První urogomfový článek (URI): 0,36–0,47 mm.

2. Instar – Délka larev: 12–14,20 mm. Tmavší zbarvení na dorsální straně všech tergů je světle hnědá, ale tmavší než na laterální straně (světlejší zbarvení), skvrny (světle hnědé) jsou menší po obou stranách tergů. Tykadla jsou paličkovitá. První urogomfový článek (URI): 0,59–0,97 mm.

3. Instar – Délka larev: 16–19 mm. Tmavší zbarvení na dorsální straně než na ventrální straně (světlejší zbarvení). Tykadla jsou paličkovitá. První urogomfový článek (URI): 0,68–1,11 mm. Ve všech třech instarech se významně liší černá kresba na protergu.

11. Diskuse

Tato práce by měla přispět k upřesnění larvální morfologie druhu *O. thoracicum* se zvláštním zřetelem k příslušným morfologickým rozdílům mezi jednotlivými instary. Mezi dobře rozlišitelné struktury s vazbou na využití ve forenzní entomologii řadíme: šířku hlavy (HW), délku proterga (N1L), šířku metanota (N3W), délku prvních urogomfových článků (URI) a délku těla (BL). V rámci diskuse se zmíním o několika strukturách, které jsem porovnávala: zbarvení, délka těla (BL), šířka hlavy (HW), první článek labiálních palpů (LPI), tykadlové články (AI, AII, AIII) a první

urogomfový článek (URI). V rámci diskuse budu porovnávat publikace Nováka et al. (2018) a Jakubce et al. (2019), kteří v článcích uvádějí podrobnou morfologii larev mrchožrouta *Thanatophilus sinuatus* (Portevin, 1905) a mrchožrouta vrásčitého (*T. rugosus* (Fabricicus, 1775)). V rámci diskuse budu také porovnávat publikace Heymondse & Lengerkena (1932), kteří v článku uvádějí výzkum měření druhu *O. thoracicum*. Jakubec et al. (2019) vytvořili morfologický klíč a následně popsali morfologii larev obou druhů, jak se tyto dva druhy od sebe morfologicky liší mezi všemi instary.

Ve zbarvení těla larev je poměrně jasný rozdíl. Jakubec et al. (2019) popisují zbarvení tergítů larev u zkoumaných druhů. Popsal, že u druhu *T. sinuatus* jsou tergity tmavě hnědé. U paratergítů jsou plně krémově bílé na jejich bočních koncích. U L2 jsou tergity tmavě hnědé, ale u proterga (a případně u dalších tergítů) mají světlejší průsvitné skvrny na paratergitech, které nikdy nedosahují zcela bočních konců. Jakubec et al. (2019) uvádějí, že u druhu *T. rugosus* u L3 jsou tergity uniformně tmavě hnědé. Distální konce téměř všech paratergítů u L3 jsou bílé. Liší se jejich uniformní zbarvení na tergitech oproti druhu *O. thoracicum*. Dle mého výzkumu u druhu *O. thoracicum* je světlejší zbarvení v oblasti kaudální poloviny paratergítu u L1. Se stupněm larválního stádia se zvětšují či zmenšují skvrny na dorsální straně tergítů a dají se tak od sebe dobře rozlišit všechny rody *Oiceoptoma*.

Jeden z velkých morfologických rozdílů je ve tvaru těla mezi oběma druhy. Délka těla larvy (BL) je pouze orientační (například záleží na tom, jak je daná larva měřena a zda je larva zkroucená nebo naopak není). Měření tak není úplně přesné. Existují různé fixační metody a také hodně záleží na tom, jaká chemická látka byla použita v daném výzkumu na fixaci larev (Midgley et al., 2010). Tvar larev u rodu *Thanatophilus* je spíše válcovitý, naopak tělo rodu *Oiceoptoma* je ploché. Heymonds & Lengerken (1932) se zmiňují o výsledcích měření larev druhu *O. thoracicum*. Jejich práce je věnována morfologii, sběru larev a výzkumu se zaměřením na velikost larev (měření bylo prováděno bez hlavy a bez urogomfů) tohoto druhu ve všech třech instarech.

Jakubec et al. (2019) uvádějí průměrnou délku těla larev (BL) druhu *Thanatophilus sinuatus*, která je u L1 6,21 mm, u L2 je 9,56 mm a u L3 je 14,84. Heymonds & Lengerken (1932) ve svém článku říkají, že délka těla larev (BL) druhu *O. thoracicum* u L1 (obr. 13) kolísá mezi 5 až 10 mm (průměrná hodnota 8 mm), u L2 mezi 9 až 14 mm (průměr 11,8 mm) a u L3 kolísá mezi těla 13 až 18 mm (průměr 15,7 mm). Novák

et al. (2018) popisují morfologii druhu *T. rugosus*. Dle jejich výzkumu je velikost délky těla (BL) u L1 $5,96 \pm 0,868$ mm, u L2 je velikost větší o $9,22 \pm 1,450$ mm oproti L1 a u L3 je velikost větší o $13,25 \pm 1,488$ mm oproti L2. Dle mého výzkumu kolísá délka těla (BL) larev druhu *O. thoracicum* mezi 8 mm až 19 mm ve všech instarech. Z mého výzkumu (detailního měření délek těla v každém instaru) v prvním instaru kolísá délka těla (BL) larvy mezi 8,28 až 10,28 mm (průměr 9,64 mm), v druhém larválním stádiu se pohybuje mezi 12,00 až 14,20 mm (průměr 13,19 mm) a ve třetím larválním stádiu délka těla kolísá mezi 16,16 až dokonce 19,00 mm (průměr 17,34 mm). V obou výzkumech bylo zjištěno, že se délka těla (BL) larev ve všech instarech významně liší. Při porovnání výsledků měření druhu *O. thoracicum* v práci Heymondse & Lengerkena (1932) a mého výzkumu jsou patrné odchylky zejména v maximální délce těla larvy. Druh *T. sinuatus* má daleko menší tělo v rámci L1, L2, L3 oproti druhu *O. thoracicum*.

Novák et al. (2018) uvádějí ve svém článku velikost šířky hlavy (HW) ve všech třech instarech, která u druhu *T. rugosus* je následující: Velikost HW u L1 je $1,108 \pm 0,49$ mm, velikost u L2 je větší o $1,484 \pm 0,082$ mm oproti L1 a u L3 je velikost větší o $1,953 \pm 0,15$ mm oproti L2. Heymonds & Lengerken (1932) ve svém článku uvádějí průměrnou hodnotu šířky hlavy (HW) ve všech třech instarech. Průměrná hodnota šířky hlavy druhu *O. thoracicum* je následující: HW u L1 je 1,48 mm, u L2 je 1,90 mm a u L3 je 2,24 mm. Naměřené průměrné hodnoty šířky hlavy (HW) dle mého výzkumu taktéž druhu *O. thoracicum* jsou následující: HW u L1 je 1,46 mm, u L2 je 1,94 mm a u L3 je 2,27 mm. Měření silně sklerotizované hlavy je mnohem přesnější a spolehlivější než měření celé délky těla larev.

Ve svém článku uvádějí Jakubec et al. (2019) rozdílly struktur prvních labiálních palpů (LPI) mezi druhy *T. rugosus* a *T. sinuatus*. U druhu *T. sinuatus* je u L1 velikost prvního článku labiálních palpů (LPI) $0,05 \pm 0,01$ mm. Naopak u druhu *T. rugosus* je velikost LPI u L1 $0,08 \pm 0,006$ mm. Dle mého výzkumu druhu *O. thoracicum* je velikost prvního článku labiálních palpů (LPI) u L1 $0,07 \pm 0,004$ mm. Velikost LPI u L2 v mém souboru je větší o $0,004 \pm 0,006$ mm oproti L1 a u L3 je velikost LPI větší o $0,02 \pm 0,006$ mm oproti L2. V rámci porovnání mezi třemi druhy má *T. rugosus* největší články (LPI).

Heymonds & Lengerken (1932) ve svém výzkumu měřili u druhu *O. thoracicum* celou délku tykadlového článku i se sklerotizovanou částí a uvádějí u L1 průměrnou hodnotu

prvního tykadlového článku (AI) 0,26 mm, u L2 je průměrná hodnota (AI) 0,33 mm a u L3 je průměrná hodnota (AI) 0,41 mm. U L1 je průměrná hodnota druhého tykadlového článku (AII) 0,43 mm, u L2 (AII) je průměrná hodnota 0,52 mm a u L3 je průměrná hodnota (AII) 0,60 mm. U L1 je průměrná hodnota třetího tykadlového článku (AIII) 0,33 mm, u L2 je průměrná hodnota (AIII) 0,41 mm a u L3 je průměrná hodnota (AIII) 0,34 mm. V mém měření jsou průměrné hodnoty ve všech třech instarech u druhu *O. thoracicum* následující: u L1 je AI: 0,23 mm, AII: 0,44 mm, AIII: 0,39 mm, u L2 je AI: 0,31 mm, AII: 0,52 mm, AIII: 0,41 mm, u L3 je AI: 0,37 mm, AII: 0,52 mm, AIII: 0,41 mm. Ve srovnání s mým výzkumem délek tykadlových článků jsou patrné malé rozdíly oproti práci Heymondse & Lengerkena (1932) a to nejspíše z důvodu způsobu měření.

Jedním z dobře rozlišitelných dalších znaků podle velikosti u všech rodů *Oiceoptoma* je první urogomfový článek (URI). Heymonds & Lengerken (1932) uvádějí, že průměrné hodnoty prvních urogomfových článků (URI) jsou následující: L1: 0,34 mm, L2: 0,60 mm a u L3: 0,76 mm. Dle mého výzkumu jsou průměrné hodnoty URI následující: L1: 0,41 mm L2: 0,81 mm a L3: 0,92 mm. Dle porovnání prvních urogomfových článků (URI) se naměřené hodnoty dle Heymondse & Lengerkena (1932) u druhu *O. thoracicum* významně liší oproti mému výzkumu, ve kterém jsou URI ve všech instarech větší než v jejich práci. Jakubec et al. (2019) se zmiňují o poměrech mezi urogomfovými články ve všech instarech. Jakubec et al. (2019) uvádějí velikost (URI) u L1 $1,22 \pm 0,21$ mm. Uvádějí také, že u druhu *T. sinuatus* je první urogomfový článek (URI) delší než druhý urogomfový článek (URII).

Ve výzkumu bylo použito 60 ex. larev. Na základě vyhodnocení daného vzorku larev jsem došla k závěru, že bych pro další výzkum doporučila rozšířit soubor vzorků v rámci každého instaru (cca o 15 až 20 ex.). Zvětšila by se tak šance na zjištění rozdílů mezi danými instary a případné prokázání statistických chyb a různých odchylek při měření v daném výzkumu.

12. Závěr

Cílem mé diplomové práce bylo popsat morfologii, systematiku a rozšíření čeledi Silphidae se zaměřením na rod *Oiceoptoma*, včetně rozdílů mezi jednotlivými instary u transpalearktického druhu mrchožrouta rudoprsého (*Oiceoptoma thoracicum*). Tato

rešerše v diplomové práci shrnula dosud popsanou morfologii dospělců i larev brouků čeledi mrchožroutovitých (Silphidae) a rozdílů mezi jejími podčeleděmi, Silphinae a Nicrophorinae. U podčeledi Silphinae je dosud poměrně málo informací o rozmnožování a jejich morfologii oproti podčeledi Nicrophorinae.

Praktická část zahrnuje odchyt dospělců mrchožrouta rudoprsého a následný chov. Cílem bylo změřit vybrané struktury larev a následně je popsat. Poté zhodnotit a popsat příslušné morfologické rozdíly mezi všemi instary u druhu *O. thoracicum*.

V rámci vyhodnocování výsledků byl použit pro srovnání rozdílů lineární model mezi instary a následně byl použit Tukey test, který porovnává signifikantní rozdíly mezi jednotlivými instary a tyto poznatky doporučuji publikovat v mezinárodním odborném článku.

Seznam obrázků a tabulek:

- Obr. 1. Pohled na hlavu dospělé brouka zespodu (Zahradník, 2008).
- Obr. 2. Schéma těla dospělé brouka shora (Zahradník, 2008).
- Obr. 3. Pohled zespodu na dospělé brouka (Zahradník, 2008).
- Obr. 4. Typy tykadel + různé typy nohou u různých skupin brouků (Zahradník, 2008).
- Obr. 5. Stavba nohy u dospělců brouků (Zahradník, 2008).
- Obr. 6. Pohlavní dimorfismus u brouků (www.hmyz.net/index.php).
- Obr. 7. Popis larev morfologie hlavy u larev brouků (Klausnitzer, 1978).
- Obr. 8. Apodní larva (Papáček, 1994).
- Obr. 9. Eruciformní larva (Papáček, 1994).
- Obr. 10. Skarabeoidní larva (Papáček, 1994).
- Obr. 11. Kampodeiformní larva (Papáček, 1994).
- Obr. 12: a) Typ larvy podčeledi Silphinae, b) Typ larvy podčeledi Nicrophorinae (Ratcliffe, 1996).
- Obr. 13. Vývoj larev třech instarů (Ratcliffe, 1996).
- Obr. 14. Mrchožrout rudoprsý (*Oiceoptoma thoracicum*) (www.bioweb.cz).
- Obr. 15. Rozšíření druhu *Oiceoptoma thoracicum* (Růžička et al., 2004).
- Obr. 16. Rozšíření druhů *Oiceoptoma picescens*, *O. nakabayashi* a *O. nigropunctatum* (Růžička et al., 2004).
- Obr. 17. Pohled na měřicí přístroj Keyence VHX6000 (Zdroj: A. Schwarzbacherová).
- Obr. 18. Larvy mrchožrouta rudoprsého všech tří instarů použité k měření (Zdroj: A. Schwarzbacherová).

- Obr. 19. Měření hlavové kapsule (Zdroj: A. Schwarzbacherová).
- Obr. 20. Měření tykadlových článků (Zdroj: A. Schwarzbacherová).
- Obr. 21. Měření dorzální strany článků hrudi a zadečku (Zdroj: A. Schwarzbacherová).
- Obr. 22. Měření dorzální strany článků urogomfů (Zdroj: A. Schwarzbacherová).
- Obr. 23. Měření celé délky kukly BL (Zdroj: A. Schwarzbacherová).
- Obr. 24. Měření šířky hlavy u kukly (Zdroj: A. Schwarzbacherová).
- Obr. 25. Ventrální pohled na celou larvu ve třetím instaru (Zdroj: A. Schwarzbacherová).
- Obr. 26. Pohled na ultrazvukovou čistící vanu (Zdroj: A. Schwarzbacherová).
- Obr. 27. Pohled na fotoaparát CANON 550D s objektivem EF-S 60 mm a zařízení Cognysis STACKSHOT MACRO RAIL k automatickému posunu skládaných fotografií (Zdroj: A. Schwarzbacherová).
- Obr. 28. Ukázka ze SEM: abdomen *Oiceoptoma thoracicum* (Zdroj: A. Schwarzbacherová).
- Obr. 29. Pohled na skenovací elektronový mikroskop JOEL 6380 LV (Zdroj: A. Schwarzbacherová).
- Obr. 30. Pohled na pozlacené vzorky (Zdroj: A. Schwarzbacherová).
- Obr. 31. Délka těla (BL) jednotlivých instarů *Oiceoptoma thoracicum* v mm (Zdroj: A. Schwarzbacherová).
- Obr. 32. Šířka hlavy (HW) jednotlivých instarů *Oiceoptoma thoracicum* v mm (Zdroj: A. Schwarzbacherová).
- Obr. 33. Šířka metanota (N3W) jednotlivých instarů *Oiceoptoma thoracicum* v mm (Zdroj: A. Schwarzbacherová).
- Obr. 34. Délka urogomfových článků (URI) jednotlivých instarů *Oiceoptoma thoracicum* v mm (Zdroj: A. Schwarzbacherová).
- Obr. 35. Šířka hlavy (HW) jednotlivých instarů *Oiceoptoma thoracicum* v mm (Zdroj: A. Schwarzbacherová).
- Obr. 36. Q-Q graf u poměrů URII/URI (Zdroj: A. Schwarzbacherová).
- Obr. 37. Poměry délky URII/URI v mm (Zdroj: A. Schwarzbacherová).

Seznam tabulek:

Tabulka 1. Zařazení mrchožroutovitých brouků ve vyšší klasifikaci brouků (Lawrence & Silipinski, 2013).

Tabulka 2. Rozšíření rodů *Oiceoptoma* (Růžička et al., 2004).

Tabulka 3. Změřené struktury u larev (Zdroj: A. Schwarzbacherová).

Tabulka 4. Odvodňování přes alkoholovou řadu (Zdroj: A. Schwarzbacherová).

Tabulka 5. Základní popisná statistika u poměrů délky URII/ URI (Zdroj: A. Schwarzbacherová).

Seznam použité literatury

- ANDERSON, R.S. & PECK, S.B. 1985. *The carrion beetles of Canada and Alaska, (Coleoptera: Silphidae and Agyrtidae). The Insects and Arachnids of Canada, Part 13.* Agriculture Canada, Ottawa., 121 pp.
- ARNETT, R.H. & THOMAS, M.,C., 2001. *American beetles. Vol. 1. Archostemata, Myxophaga, Adepaga, Polyphaga: Staphyliniformia.* CRC Press LLC, Boca Raton, London, New York, Washington, 464 pp.
- BARTLETT, J., 1987. Evidence for a sex attractant in burying beetles. *Ecological Entomology* 12: 471–472.
- BEUTEL, R. G. & LESCHEN, R. A. 2005. Phylogenetic analysis of Staphyliniformia (Coleoptera) based on characters of larvae and adults. *Systematic Entomology* 30: 510–548.
- BLANCKENHORN, W.U., 2005. Behavioral causes and consequences of sexual size. *Ethology* 111: 977–1016.
- CAI, C. Y., THAYER, M. K., ENGEL, M. S., NEWTON, A. F., ORTEGA-BLANCO, J., WANG, B., WANG, X.-D. & HUANG, D. Y., 2014. Early origin of parental care in Mesozoic carrion beetles. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 111: 14170–14174.
- CLUTTON-BROCK, T. H. 1991. *The evolution of parental care.* Princeton University Press, Princeton, 352 pp.
- DARWIN, C. 1964. *On the origin of species.* London, Harvard University Press, 513 pp.
- DEKEIRSSCHIETER, J. VERHEGGEN, F., LOGNAY, G., & HAUBUGE, E. 2011. Large carrion beetles (Coleoptera, Silphidae) in Western Europe: a review. *Biotechnology, Agronomy, Society and Environment* 5: 435–447.
- DOBLER, S. & MÜLLER, J.K. 2000. Resolving Phylogeny at the Family Level by Mitochondrial Cytochrome Oxidase Sequences: Phylogeny of Carrion Beetles (Coleoptera, Silphidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 15: 390–402.
- DORSEY, K., 1940. A comparative study of the larvae of six species of Silpha. *Annals of the Entomological Society of America* 33: 120–139 pp.
- ENGEL, M.S. & GRIMALDI, D. 2005. *Evolution of insects.* Cambridge University Press, New York, 755 pp.
- EMLÉN, D.J. & EWEN-CAMPEN, B. 2007. On the Origin and Evolutionary Diversification of Beetle Horns. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 104 (Suppl. 1): 8661–8668.
- FLACH, K. 1890. Ueber zwei fossile Silphiden (Coleoptera) aus den Phosphoriten von Caylux. *Deutsche Entomologische Zeitschrift* 1: 105–109.

- GOLDSTEIN, J.I. 2003. *Scanning Electron Microscopy and X-Ray Microanalysis*. Kluwer, New York, 689 pp.
- HATCH, M.H., 1928. Silphidae II. Pp. 63–244. In: SCHENKLING S. (ed.): *Coleopterorum catalogus pars 95*. W. Jung, Berlin, 244 pp.
- HEYMONDS, R. & LENGERKEN, H. 1932. Studien über die Lebenserscheinungen der Silphini (Coleopt.). VIII. Ablattaria laevigata F. *Zeitschrift für Morphologie und Ökologie der Tiere* 24: 259–259.
- HŮRKA, K. 1996. *Carabidae of the Czech and Slovak Republics. České a Slovenské republiky*. Kabourek, Zlín, 565 pp.
- HŮRKA, K. 2005. *Brouci České a Slovenské republiky*. Kabourek, Zlín, 390 pp.
- IKEDA, H., KAGAYA T., KUBOTA, K. & ABE, T. 2008. Evolutionary relationships among food habit, loss of flight, and reproductive traits: life-history evolution in the Silphinae (Coleoptera: Silphidae). *Evolution* 62: 2065–2079.
- KIRBY, W. & SPENCE, W. 1828. *An Introduction to Entomology, or Elements of the Natural history of Insects, with Plates. Fifth Edition. Vol. 4*. Longman, Hurst, Rees, Orme & Brown, London, . iv + 634 pp.
- KLAUSNITZER, B. & ZERCHE L. 1978: 5.6. Silphidae. Pp. 87–90. In: KLAUSNITZER B. (ed.): *Bestimmungsbücher zur Bodenfauna Europas, Lieferung 10: Ordnung Coleoptera (Larven)*. Akademie-Verlag, Berlin, vi + 378 pp.
- KOČÁREK, P., 2002. Decomposition and Coleoptera succession on exposed carrion of small mammal in Opava, the Czech Republic. *European Journal of Soil Biology* 39: 31–45.
- KOMÁREK, S., 2004. *Mimikry, aposematismus a příbuzné jevy: mimetismus v přírodě a vývoj jeho poznání*. Dokořán, Praha, 192 pp.
- LAWRENCE, J. F. & SLIPINSKI, A. 2013. *Australian Beetles. Volume 1: morphology, classification and keys*. Csiro Publishing, Collingwood, 576 pp.
- LAWRENCE, J.F. & NEWTON, A.F. 1995. Families and subfamilies of Coleoptera (with selected genera, notes, references and data on family-group names). Pp. 779–1006. In: PAKALUK, J., & SLIPINSKI, S. A. (eds): *Biology, Phylogeny, and Classification of Coleoptera: Papers Celebrating the 80th Birthday of Roy A. Crowson*. Muzeum i Instytut Zoologii PAN, Warszawa, 1092 pp.
- MARGINI, P. & SBODONI, V. 2020. A new cave dwelling Duvalius from the Aurunci Mountains (Lazio)(Coleoptera: Carabidae). *Fragmenta Entomologica* 52 (1): 1–6 pp.
- MCKENNA D. D., FARELL B. D., CATERINO M. S., FARNUM C. W., HAWKS D. C., MADDISON D. R., SEAGO A. E., SHORT A. E. Z., NEWTON A. F. & THAER M. K. 2015: Phylogeny and evolution of Staphyliniformia and Scarabaeiformia: forest litter as a stepping stone for diversification of nonphytophagous beetles. *Systematic Entomology* 40: 35–60.

- MIDGLEY, J. M., RICHARDS, C. S., & VILLET, M. H. 2010. The Utility of Coleoptera in Forensic Investigations. Pp. 57–68. In: AMENDT, J., LEE GOFF, M., CAMPOBASSO, C. P., & GRASSBERGER, M.: *Current Concepts in Forensic Entomology*. Springer, Dordrecht, 376 pp.
- MIWA, Y. 1937. Description of a new species of Silphidae from Formosa (Coleoptera). *Transactions of the Natural History Society of Formosa* 27: 244–245.
- NEWTON, A.F. 2021. StaphBase: Staphyliniformia world catalog database (version January 2021). In: ROSKOV, Y., OWER, G., ORRELL, T., NICOLSON, D., BAILLY, N., KIRK, P.M., BOURGOIN, T., DEWALT, R.E., DECOCK, W., NIEUKERKEN, E., VAN ZAAARUCCHI, J. & PENEV, L. (Eds.), *Species 2000 & ITIS Catalogue of Life, 20th February 2019*. Naturalis, Leiden. Digital resource. Available from: www.catalogueoflife.org/col.
- NEWTON, A.F., 1991. Silphidae. Pp. 339–341. In: STEHR, F.W. (ed.): *Immature Insects. Volume 2*. Kendall/Hunt, Dubuque, 974 pp.
- NEWTON, A.F. & THAYER, M.K. 1992. Current classification and family-group names in Staphyliniformia (Coleoptera). *Fieldiana, Zoology (New Series)* 67: 1–92.
- NOVÁK, B. 1961. Sezónní výskyt hrobaříků v polních entomocenózách (Col. Silphidae). (Saisonmässiges Vorkommenn von Totengräbern in Feldbiozönosen (Col. Silphidae)). *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis, Facultas Rerum Naturalium*, 6: 45–114.
- NOVÁK, M., JAKUBEC, P., QUBAIOVÁ, J., ŠULÁKOVÁ, H. & RŮŽIČKA, J. 2018. Revisited larval morphology of *Thanatophilus rugosus* (Coleoptera: Silphidae). *International Journal of Legal Medicine* 133: 1549–1565.
- JAKUBEC, P., NOVÁK, M., QUBAIOVÁ, J., ŠULÁKOVÁ, H. & RŮŽIČKA, J. 2019. Revisited larval morphology of *Thanatophilus sinuatus* (Coleoptera: Silphidae) *International Journal of Legal Medicine* 133: 1549–1565.
- PAPÁČEK, M., MATĚNOVÁ V., MATĚNA J. & SOLDÁN T. 1994: *Zoologie*. [Zoology.] Scientia, Praha, 286 pp.
- PECK, S.B. 1990. Insecta: Coleoptera Silphidae and the associated families Agyrtidae and Leiodidae. Pp. 1113–1136. In: DINDAL D.L. (ed.): *Soil Biology Guide*. John Wiley & Sons, New York, xviii + 1349 pp.
- PECK, S.B. & KAULBARS, M.M. 1987. A synopsis of the distribution and bionomics of the carrion beetles (Coleoptera: Silphidae) of the conterminous United States. *Proceedings of the Entomological Society of Ontario* 118: 47–81.
- PECK, S.B., 2001. Silphidae Latreille, 1807. Pp. 268–271. In: ARNETT, R.H. & THOMAS, M.C. (eds): *American Beetles, Volume 1: Archostemata, Myxophaga*. CRC Press, Boca Raton, London, New York & Washington, 443 pp.
- PEKÁR, S. & BRABEC, M. 2005. *Moderní analýza biologických dat*. 1.vydání. Scientia, Praha, 225 pp.

- PORTEVIN, G., 1926. *Les Grands Nérophages du Globe. Silphini – Necrodini – Necrophorini. Encyclopédie Entomologique (Série A), Vol. 6.* Lechevalier, Paris, 269 pp.
- PUKOWSKI, E., 1933. Ökologische Untersuchungen an *Necrophorus* F. *Zeitschrift für Ökologie und Morphologie der Tiere* 27: 518–586.
- RŮŽIČKA, J., HÁVA, J. & SCHNEIDER, J. 2004: Revision of Palaearctic *Oiceoptoma* (Coleoptera: Silphidae). *Acta Societatis Zoologicae Bohemicae* 68: 30–51.
- RŮŽIČKA, J. 2015. Silphidae. Pp. 5, 291–304. In: LÖBL, I. & LÖBL, D. (eds): *Catalogue of Palaearctic Coleoptera Volume 2. Hydrophiloidea – Staphylinoidea, Revised and Updated Edition.* Brill, Leiden & Boston, xxvi + 1702 pp.
- RACTLIFFE, B.C. 1996. The carrion beetles (Coleoptera: Silphidae) of Nebraska. *Bulletin of the University of Nebraska State Museum* 13: 1–100.
- SCOTT, M.P., 1998. The ecology and behavior of burying beetles. *Annual Review of Entomology* 43: 595–618.
- SIKES, D.S. 2005. Silphidae Latreille, 1807. Pp. 288–296. In: BEUTEL R. G. & LESCHEN R.A.B. (eds): *Handbook of Zoology, Volume IV: Arthropoda: Insecta, Part 38: Coleoptera, Beetles. Volume 1: Morphology and Systematics (Archostemata, Adephaga, Myxophaga, Polyphaga partim).* Walter de Gruyter, Berlin & New York, 632 pp.
- SIKES, D.S. 2008. Carrion beetles (Coleoptera: Silphidae). Pp. 749–758. In: CAPINERA, J.L. (ed.): *Encyclopedia of Entomology, 2nd Edition.* Springer, Berlin, 4346 pp.
- SMRŽ, J., 2013. *Základy biologie, ekologie a systému bezobratlých živočichů.* Karolinum Press, Praha, 194 pp.
- SOMMER, D. 2017. *Systematika a ekologie afrotropických mrchožroutů rodu Silpha (Coleoptera: Silphidae).* [Systematics and ecology of afrotropical species of genus *Silpha* (Coleoptera: Silphidae).]. Unpublished BSc. thesis, Czech University of Life Sciences Prague, Praha, 84 pp.
- SOMMER D. 2019: Taxonomie mrchožroutů rodu *Oiceoptoma* (Coleoptera: Silphidae). (Taxonomy of carrion beetles of the genus *Oiceoptoma* (Coleoptera: Silphidae)). Unpublished MSc. thesis, Czech University of Life Sciences Prague, Prague, 109 pp (In Czech, English abstract).
- SOMMER D., RŮŽIČKA J., NISHIKAWA, M. & SCHNEIDER, J. 2021. *Oiceoptoma tangi* (Coleoptera: Silphidae: Silphinae), a new species of carrion beetle from eastern China. *Zootaxa*, 4949 (3): 445–472.
- ŠÍPKOVÁ, H. & RŮŽIČKA, J. 2020. Larval morphology of *Nicrophorus* (*Nicrophorus*) *nepalensis* Hope (Coleoptera: Silphidae: Nicrophorinae). *Zootaxa* 4743: 167–180.
- ŠUSTEK, Z., 1981. Mrchožroutovití Československa (Coleoptera, Silphidae). *Zprávy Československé Společnosti Entomologické při ČSAV, klíče k určování hmyzu* 2: 1–42.

TRUMBO, S.T., BORST, D.W. & ROBINSON, G. E. 1995. Rapid elevation of juvenile hormone titer during behavioral assessment of the breeding resource by the burying beetle, *Nicrophorus*. *Journal of Insect Physiology* 41: 535–543.

VOET, D. & VOET, J., 1995. *Biochemie. 1. vyd.* Victoria Publishing, Praha, 1325 pp.

ZAHRADNÍK, J., 2008. *Brouci*. Aventinum, Praha, 284 pp.

Přílohy

Seznam příloh:

Příloha 1 A–C. Larvy mrchožrouta rudoprsého u L3 - dorsální, ventrální a laterální pohled.

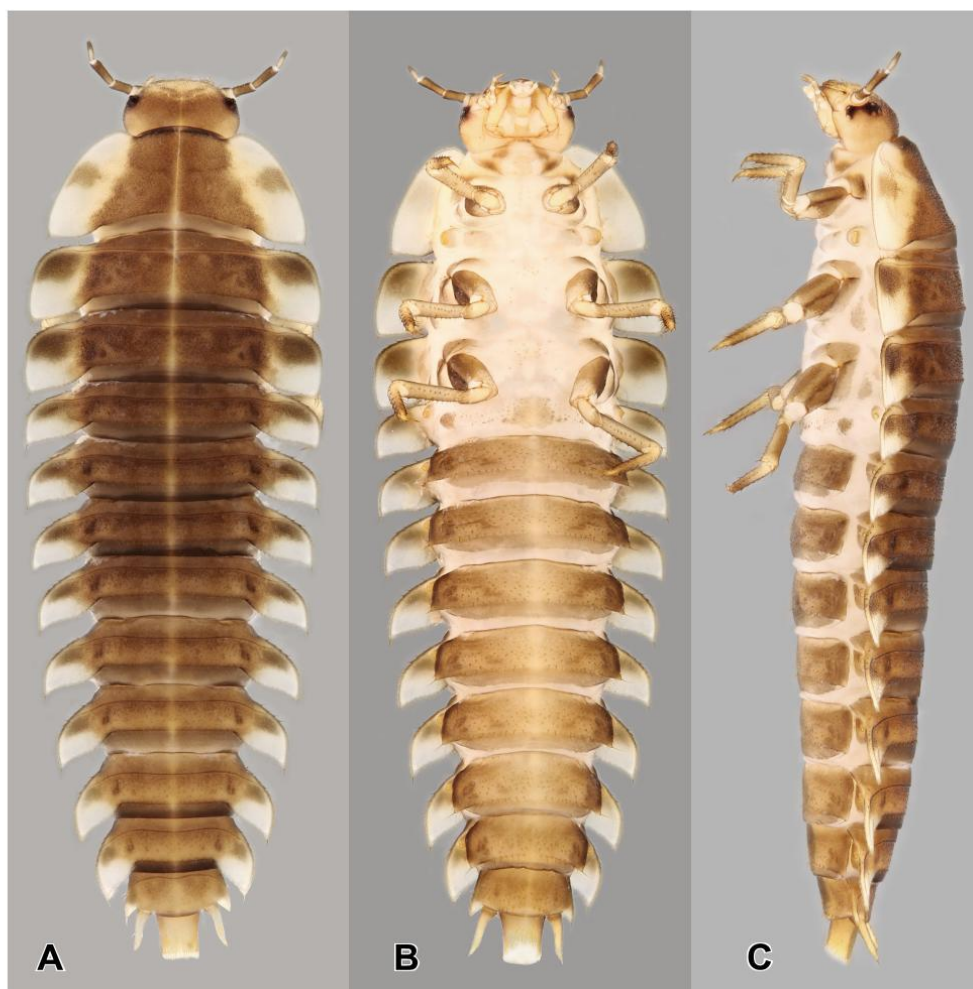
Příloha 2 A–C. Larvy mrchožrouta rudoprsého u L2 - dorsální, ventrální a laterální pohled.

Příloha 3 A–C. Larvy mrchožrouta rudoprsého u L1 - dorsální, ventrální a laterální pohled.

Příloha 4 A–C. Kukly mrchožrouta rudoprsého - dorsální, ventrální a laterální pohled.



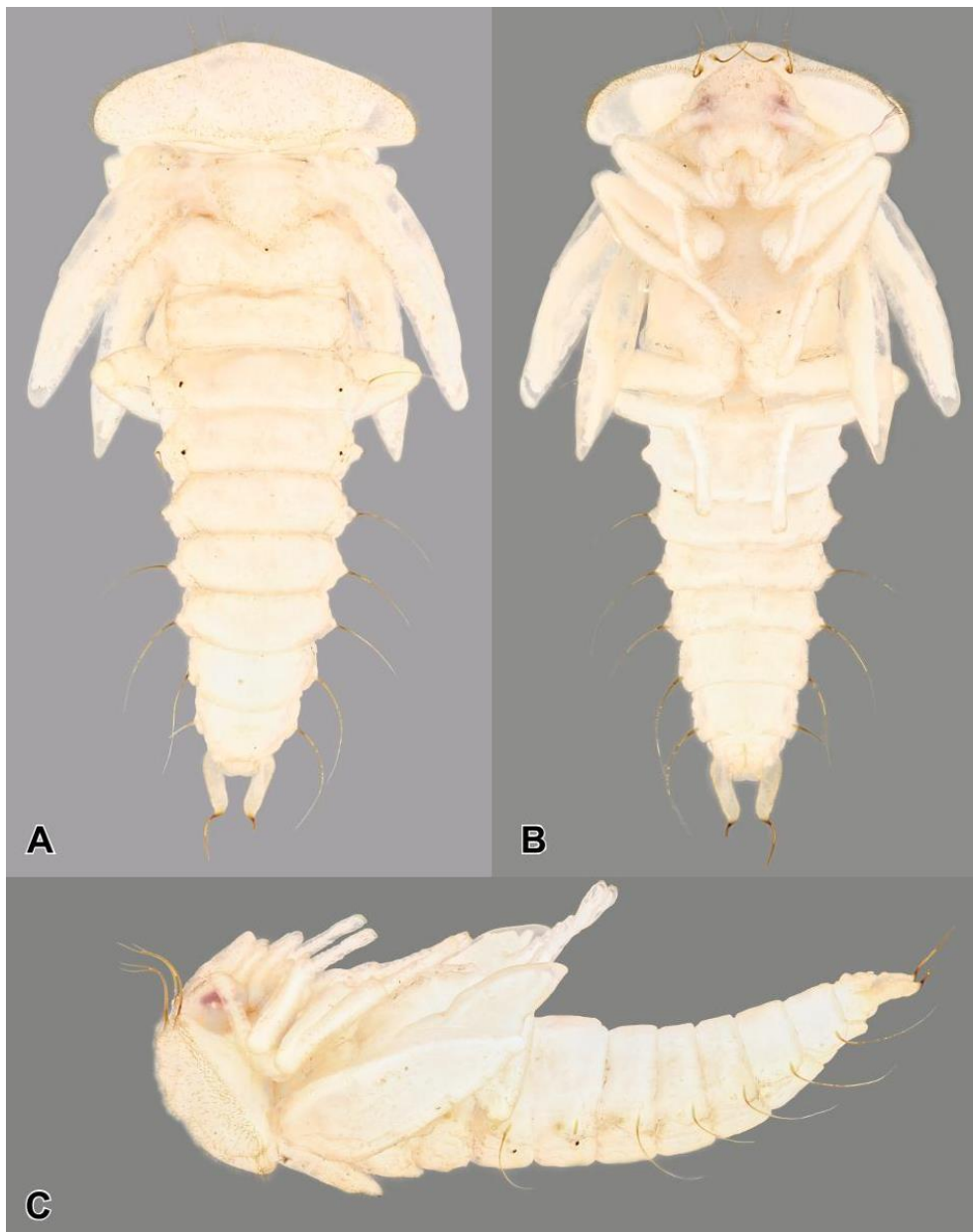
Příloha 1 A–C. Larvy mrchožrouta rudoprsého u L3 - dorsální, ventrální a laterální pohled
(Zdroj: Růžička, J. & Sommer D., 2021).



Příloha 2 A–C. Larvy mrchožrouta rudoprsého u L2 - dorsální, ventrální a laterální pohled
(Zdroj: Růžička, J. & Sommer D., 2021).



Příloha 3 A–C. Larvy mrchožrouta rudoprsého u L1 - dorsální, ventrální a laterální pohled (Zdroj: Růžička, J. & Sommer, D., 2021).



Příloha 4 A–C. Kukly mrchožrouta rudoprsého - dorsální, ventrální a laterální pohled (Zdroj: Růžička, J. & Sommer D., 2021).

Příloha 5. Základní popisná analýza pro L1 v mm (Zdroj: A. Schwarzbacherová).

Struktury (Zkratky)	Základní charakteristika – L1 [mm]				
	PRŮMĚR	MEDIÁN	ROZPTYL	MAXIMUM	MINIMUM
AI	0,23	0,22	0,02	0,27	0,19
AII	0,44	0,44	0,05	0,57	0,38
AIII	0,39	0,39	0,03	0,44	0,31
LPI	0,07	0,06	0,02	0,09	0,04
LPII	0,08	0,08	0,01	0,09	0,06
MPI	0,01	0,09	0,03	0,15	0,07
MPII	0,09	0,09	0,02	0,12	0,07
MPIII	0,22	0,23	0,02	0,27	0,11
HWL	0,71	0,70	0,05	0,84	0,62
HW	1,46	1,46	0,03	1,51	1,39
N1L	0,94	0,91	0,15	1,19	0,72
N1W	2,95	2,91	0,19	3,32	2,48
N2L	0,53	0,50	0,10	0,76	0,39
N2W	3,27	3,23	0,21	3,76	2,94
N3L	0,52	0,55	0,09	0,74	0,41
N3W	3,39	3,39	0,21	3,85	3,00
A1L	0,39	0,37	0,06	0,55	0,30
A1W	3,38	3,38	0,19	3,76	3,00
URI	0,41	0,4	0,25	0,47	0,36
URII	0,13	0,13	0,02	0,16	0,10
URS	0,12	0,12	0,02	0,16	0,08
BL	9,64	9,68	0,58	10,47	8,28

Příloha 6. Základní statistická analýza pro L2 v mm (Zdroj: A. Schwarzbacherová).

Struktury (Zkratky)	Základní charakteristika – L2 [mm]				
	PRŮMĚR	MEDIÁN	ROZPTYL	MAXIMUM	MINIMUM
AI	0,31	0,31	0,03	0,35	0,23
AII	0,52	0,52	0,07	0,62	0,31
AIII	0,41	0,42	0,07	0,53	0,24
LPI	0,07	0,06	0,03	0,16	0,05
LPII	0,07	0,07	0,02	0,1	0,04
MPI	0,08	0,07	0,02	0,15	0,04
MPII	0,11	0,11	0,03	0,14	0,05
MPIII	0,24	0,24	0,04	0,3	0,14
HWL	0,9	0,91	0,06	0,98	0,79
HW	1,94	1,96	0,06	2,04	1,77
N1L	1,37	1,30	0,20	1,73	0,99
N1W	3,54	3,63	0,63	4,40	2,48
N2L	0,72	0,74	0,07	0,81	0,59
N2W	3,4	4,12	0,77	5,00	2,94
N3L	0,63	0,65	0,08	0,73	0,40
N3W	4,15	4,25	0,77	5,31	3,13
A1L	0,45	0,49	0,04	2,00	0,43
A1W	4,1	4,17	0,75	5,15	3,05
URI	0,81	0,80	0,10	0,97	0,59
URII	0,19	0,19	0,02	0,23	0,15
URS	0,09	0,09	0,02	2,12	0,04
BL	13,19	13,10	0,78	14,20	11,87

Tabulka 7. Základní statistická analýza pro L3 v mm (Zdroj: A. Schwarzbacherová).

Struktury (Zkratky)	Základní charakteristika – L3 [mm]				
	PRŮMĚR	MEDIÁN	ROZPTYL	MAXIMUM	MINIMUM
AI	0,37	0,37	0,04	0,42	0,31
AII	0,56	0,57	0,09	0,68	0,28
AIII	0,39	0,41	0,06	0,49	0,23
LPI	0,08	0,09	0,02	0,12	0,05
LPII	0,07	0,06	0,01	0,08	0,04
MPI	0,11	0,11	0,02	0,17	0,08
MPII	0,15	0,14	0,03	0,19	0,11
MPIII	0,25	0,26	0,03	0,29	0,19
HWL	0,99	1,00	0,05	1,08	0,9
HW	2,27	2,26	0,07	2,43	2,18
N1L	1,88	1,89	0,10	2,06	1,73
N1W	5,32	5,31	0,17	5,72	4,95
N2L	0,94	0,95	0,07	1,07	0,79
N2W	5,95	5,96	0,17	6,34	5,70
N3L	0,84	0,86	0,06	0,94	0,73
N3W	6,01	5,97	0,17	6,35	5,81
A1L	0,62	0,62	0,17	0,69	0,56
A1W	5,89	5,87	0,19	6,29	5,62
URI	0,92	0,93	0,12	1,11	0,68
URII	0,17	0,20	0,03	0,25	0,12
URS	0,09	0,20	0,03	0,13	0,02
BL	17,34	17,06	0,85	19,19	16,01

Příloha 8. Souhrnná statistika lm pro všechny instary (Zdroj: A. Schwarzbacherová).

Struktury (zkratka)	F statistika	Stupně volnosti	P hodnota	N (počet)
BL	535,3	57	2×10^{-16}	60
URS	10,09	54	$1,86 \times 10^{-4}$	57
URI	179,5	57	2×10^{-16}	60
URII	27,46	57	$4,46 \times 10^{-9}$	60
A1L	112,3	57	2×10^{-16}	60
A1W	157,7	57	2×10^{-16}	60
N3W	163,7	57	2×10^{-16}	60
N3L	95,89	57	2×10^{-16}	60
N2L	172,8	57	2×10^{-16}	60
N2W	129,2	57	2×10^{-16}	60
N1L	185,5	57	2×10^{-16}	60
N1W	197,6	57	2×10^{-16}	60
HW	1098	57	$2,2 \times 10^{-16}$	60
Hwl	154,9	57	2×10^{-16}	60
AI	113,9	57	2×10^{-26}	60
AII	14,31	57	2×10^{-16}	60
AIII	1,74	56	$1,85 \times 10^{-2}$	59
LPI	4,33	57	$1,77 \times 10^{-3}$	60
LPII	8,4	57	$6,34 \times 10^{-4}$	60
MPI	4,51	57	$1,52 \times 10^{-3}$	60
MPII	30,04	57	$1,231 \times 10^{-09}$	60
MPIII	2,23	57	$1,1 \times 10^{-2}$	60

Příloha 9. Popisná statistika pro kuklu ve všech instarech v mm (Zdroj: A. Schwarzbacherová).

Kukla	Průměr	Rozptyl	Medián	Minimum	Maximum
BL	13,91	0,92	13,88	12,57	15,52
N1W	7,21	0,28	7,22	6,82	7,67
N1L	3,84	0,16	3,84	3,63	4,08
HW	2,80	0,10	2,80	2,61	2,89
HL	2,81	0,11	2,81	2,72	3,02

Příloha 10. Porovnání mezi dvojicemi instarů (Tukey test) (Zdroj: A. Schwarzbacherová).

AI		AII		AIII	
Instar	P hodnota	Instar	P hodnota	Instar	P hodnota
L2-L1	<0,001	L2-L1	<0,001	L2-L1	0,22
L3-L1	<0,001	L3-L1	<0,001	L3-L1	0,99
L3-L2	<0,001	L3-L2	0,21	L3-L2	0,28

LPI		LPII	
Instar	P hodnota	Instar	P hodnota
L2-L1	<0,001	L2-L1	<0,001
L3-L1	<0,001	L3-L1	<0,001
L3-L2	<0,001	L3-L2	<0,001

HW		HWI	
Instar	P hodnota	Instar	P hodnota
L2-L1	<0,001	L2-L1	<0,001
L3-L1	<0,001	L3-L1	<0,001
L3-L2	<0,001	L3-L2	<0,001

URI		URII		URS	
Instar	P hodnota	Instar	P hodnota	Instar	P hodnota
L2-L1	<0,001	L2-L1	<0,001	L2-L1	<0,001
L3-L1	<0,001	L3-L1	<0,001	L3-L1	<0,001
L3-L2	<0,001	L3-L2	<0,001	L3-L2	0,92

N3W		N3L	
Instar	P hodnota	Instar	P hodnota
L2-L1	<0,001	L2-L1	<0,001
L3-L1	<0,001	L3-L1	<0,001
L3-L2	<0,001	L3-L2	<0,001

N2W		N2L	
Instar	P hodnota	Instar	P hodnota
L2-L1	<0,001	L2-L1	<0,001
L3-L1	<0,001	L3-L1	<0,001
L3-L2	<0,001	L3-L2	<0,001

N1L		N1W	
Instar	P hodnota	Instar	P hodnota
L2-L1	<0,001	L2-L1	<0,001
L3-L1	<0,001	L3-L1	<0,001
L3-L2	<0,001	L3-L2	<0,001

MPI		MPII		MPIII	
Instar	P hodnota	Instar	P hodnota	Instar	P hodnota
L2-L1	0,13	L2-L1	0,10	L2-L1	0,28
L3-L1	0,59	L3-L1	<0,001	L3-L1	0,12
L3-L2	<0,01	L3-L2	<0,001	L3-L2	0,88

A1L		A1W	
Instar	P hodnota	Instar	P hodnota
L2-L1	<0,001	L2-L1	<0,001
L3-L1	<0,001	L3-L1	<0,001
L3-L2	<0,010	L3-L2	<0,001

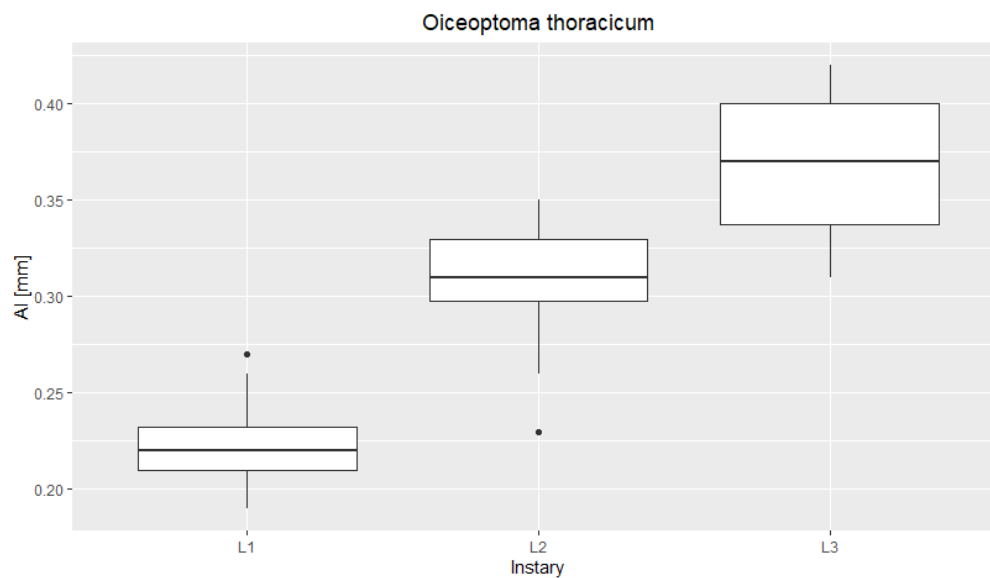
BL	
Instar	P hodnota
L2-L1	<0,001
L3-L1	<0,001
L3-L2	<0,001

Poměr AII/AI		Poměr AIII/AII	
Instar	P hodnota	Instar	P hodnota
L2-L1	<0,001	L2-L1	<0,001
L3-L1	<0,001	L3-L1	<0,001
L3-L2	<0,01	L3-L2	<0,01

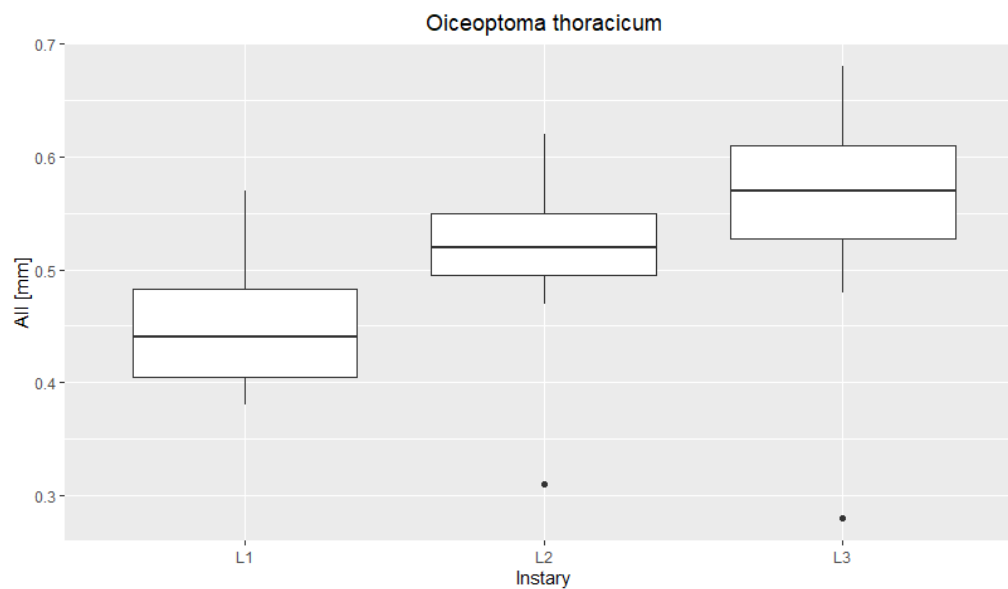
Poměr URII/URI	
Instar	P hodnota
L2-L1	<0,001
L3-L1	<0,001
L3-L2	<0,001

Příloha 11. Grafy:

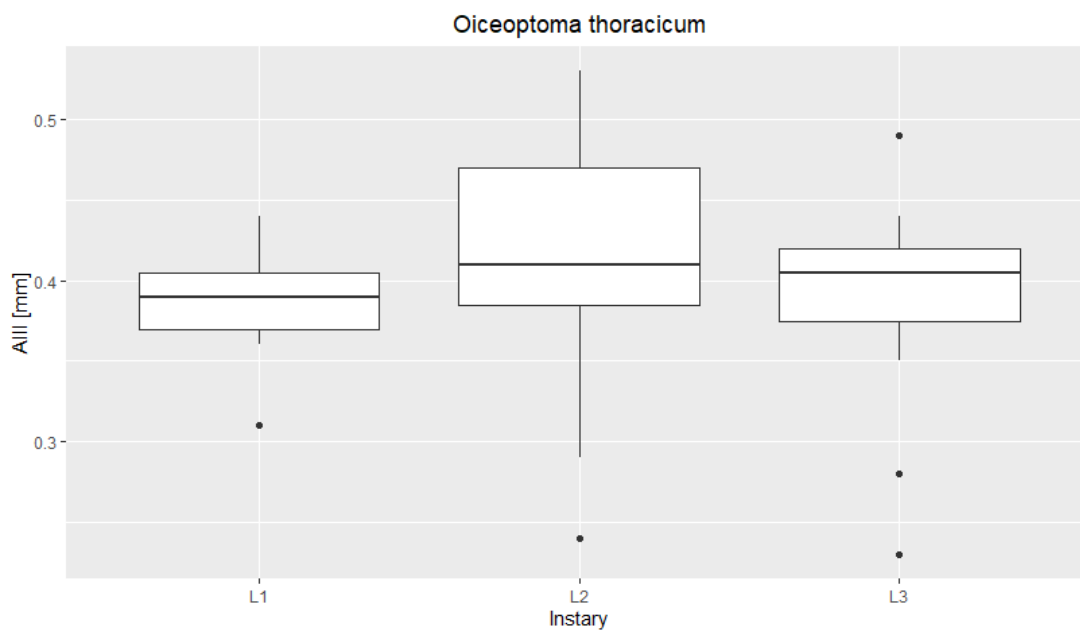
Příloha 12a) Délka prvního tykadlového článku (AI) jednotlivých instarů *Oiceoptoma thoracicum* v mm (Zdroj: A. Schwarzbacherová).



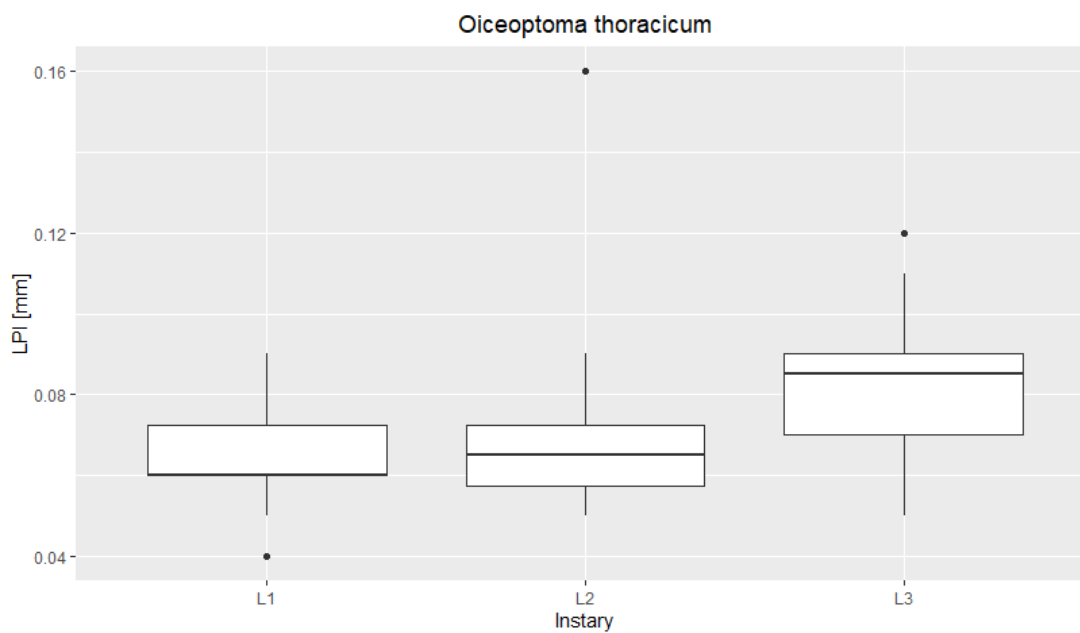
Příloha 12b). Délka prvního tykadlového článku (AII) jednotlivých instarů *Oiceoptoma thoracicum* v mm (Zdroj: A. Schwarzbacherová).



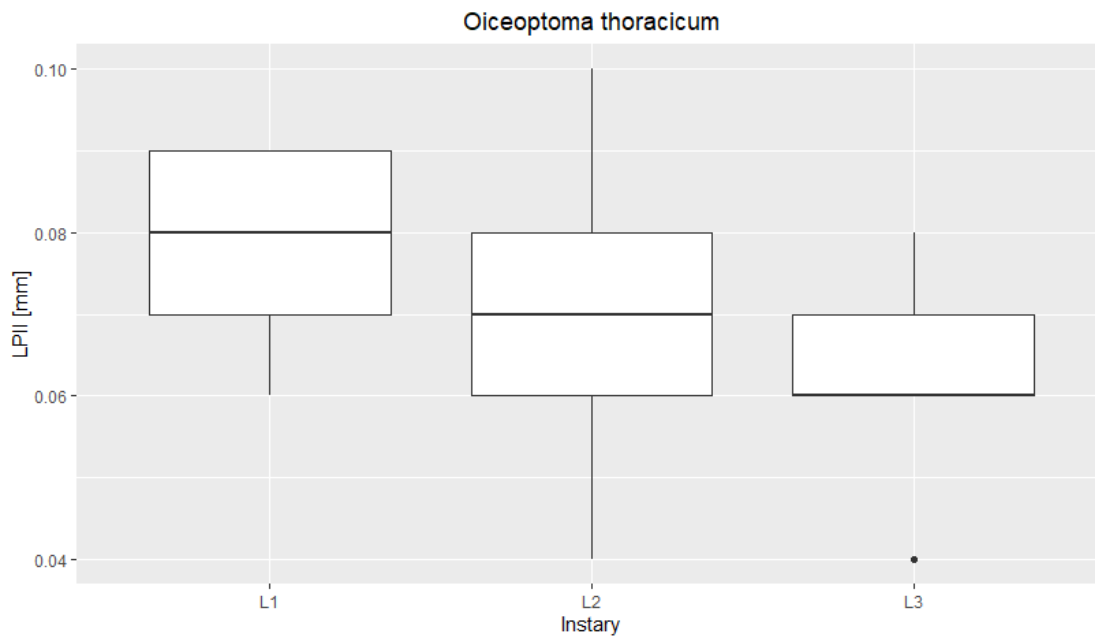
Příloha 12c). Délka třetího tykadlového článku (AIII) jednotlivých instarů *Oiceoptoma thoracicum* v mm (Zdroj: A. Schwarzbacherová).



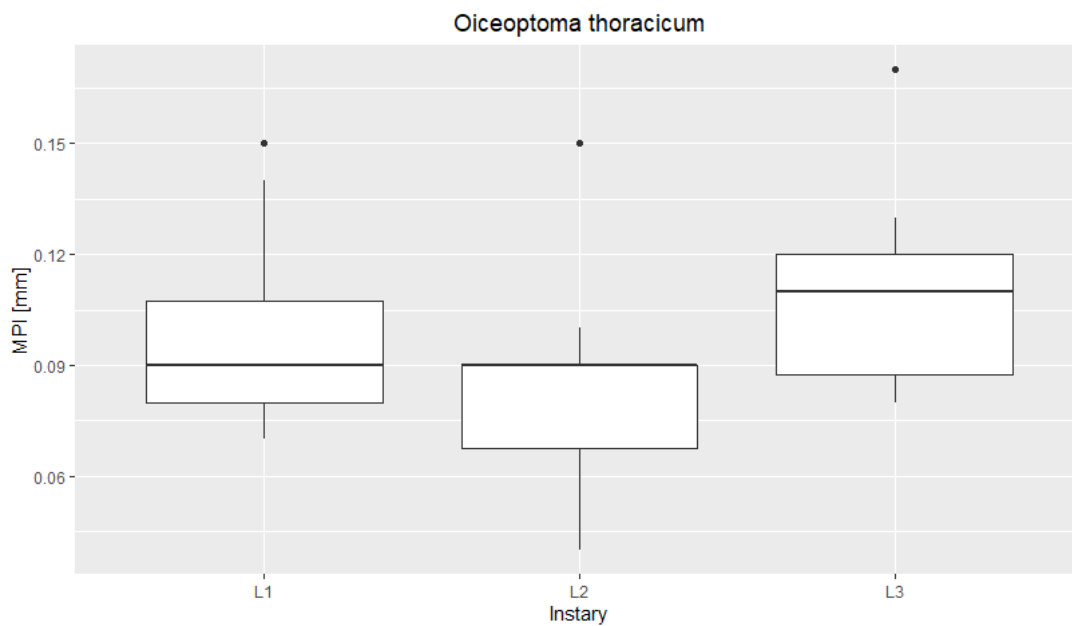
Příloha 12d). Délka prvních labiálních palp (LPI) jednotlivých instarů *Oiceoptoma thoracicum* v mm (Zdroj: A. Schwarzbacherová).



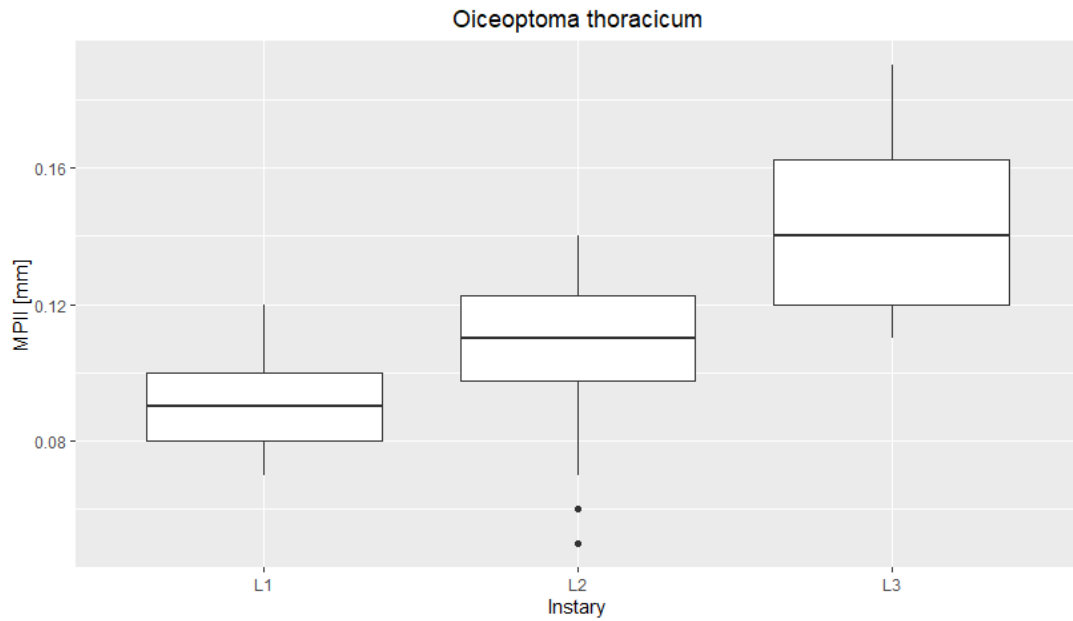
Příloha 12e). Délka druhých labiálních palců (LPII) jednotlivých instarů *Oiceoptoma thoracicum* v mm (Zdroj: A. Schwarzbacherová).



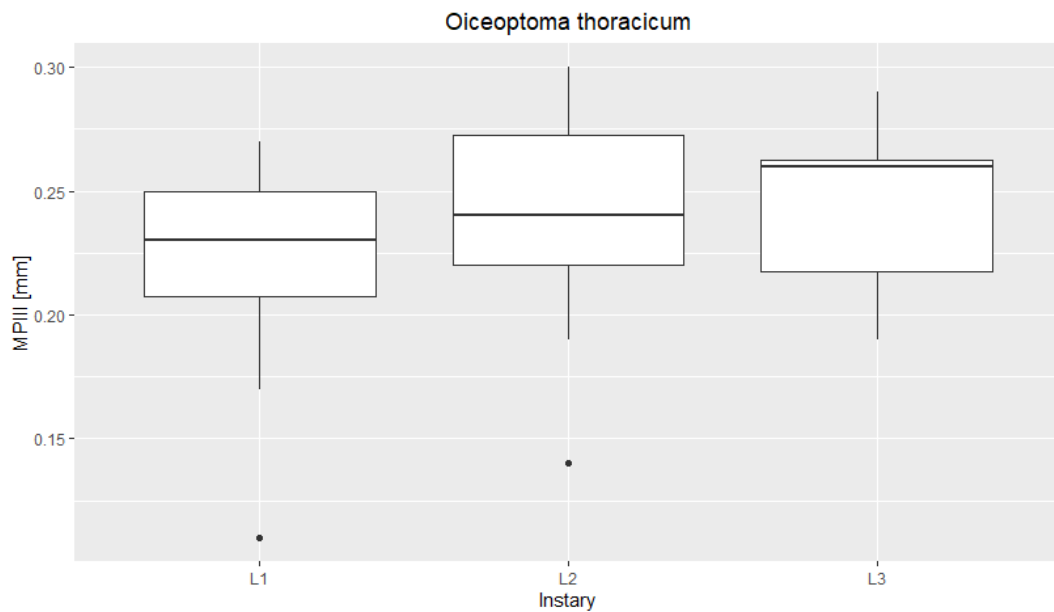
Příloha 12f). Délka prvních článků maxilárních palp (MPI) jednotlivých instarů *Oiceoptoma thoracicum* v mm (Zdroj: A. Schwarzbacherová).



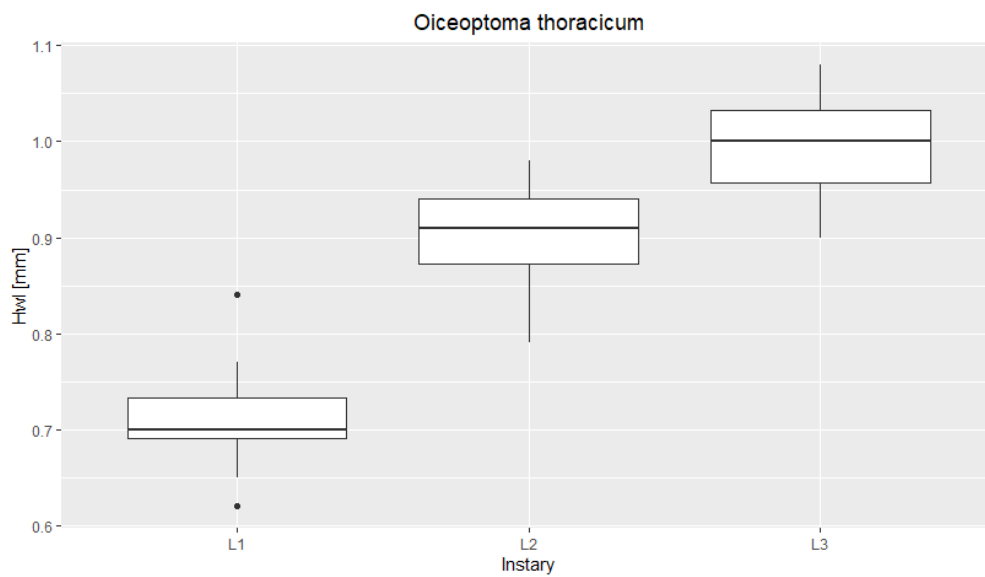
Příloha 12g). Délka druhého článků maxilárních palp (MPII) jednotlivých instarů *Oiceoptoma thoracicum* v mm (Zdroj: A. Schwarzbacherová).



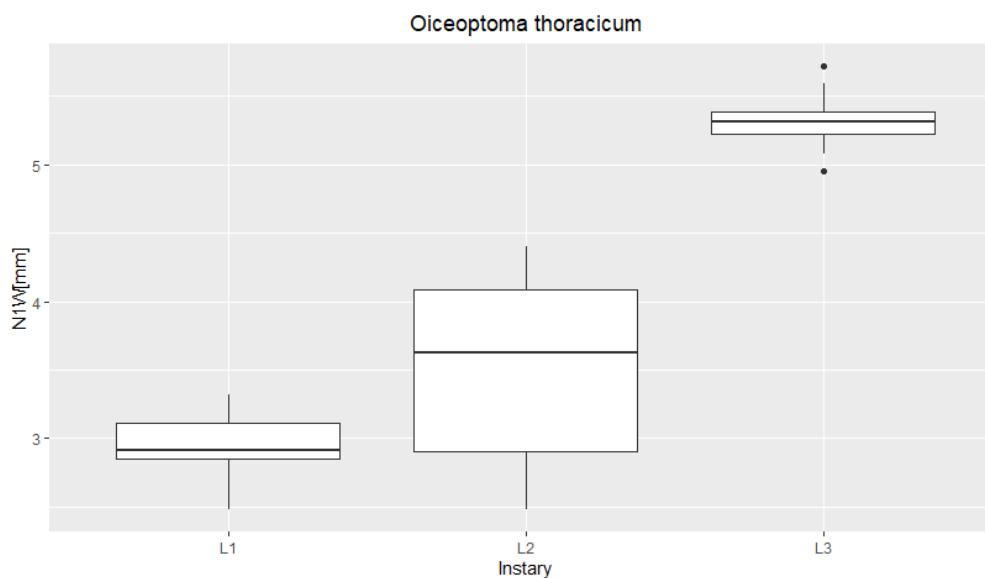
Příloha 12h). Délka třetího článků maxilárních palp (MPIII) jednotlivých instarů *Oiceoptoma thoracicum* v mm (Zdroj: A. Schwarzbacherová).



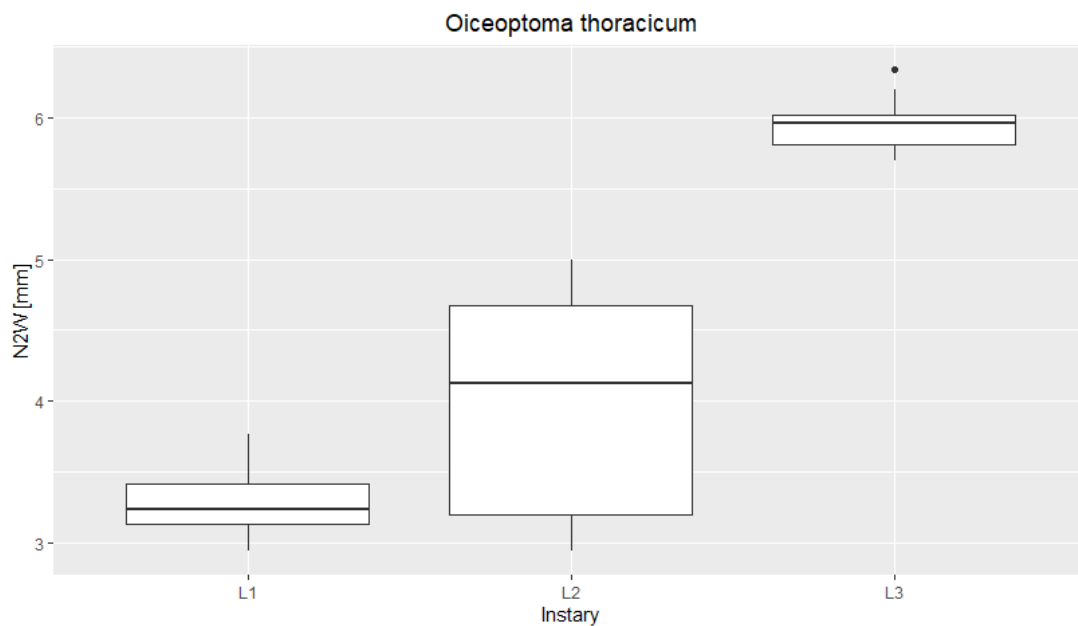
Příloha 12i). Šířka labra (HWl) jednotlivých instarů *Oiceoptoma thoracicum* v mm (Zdroj: A. Schwarzbacherová).



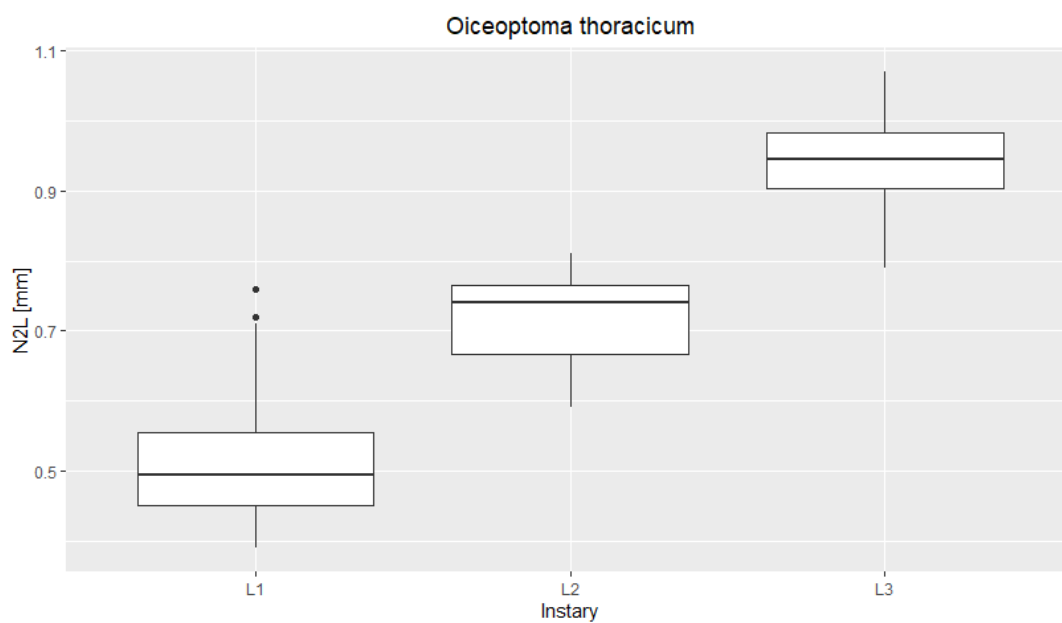
Příloha 12j). Šířka proterga (N1W) jednotlivých instarů *Oiceoptoma thoracicum* v mm (Zdroj: A. Schwarzbacherová).



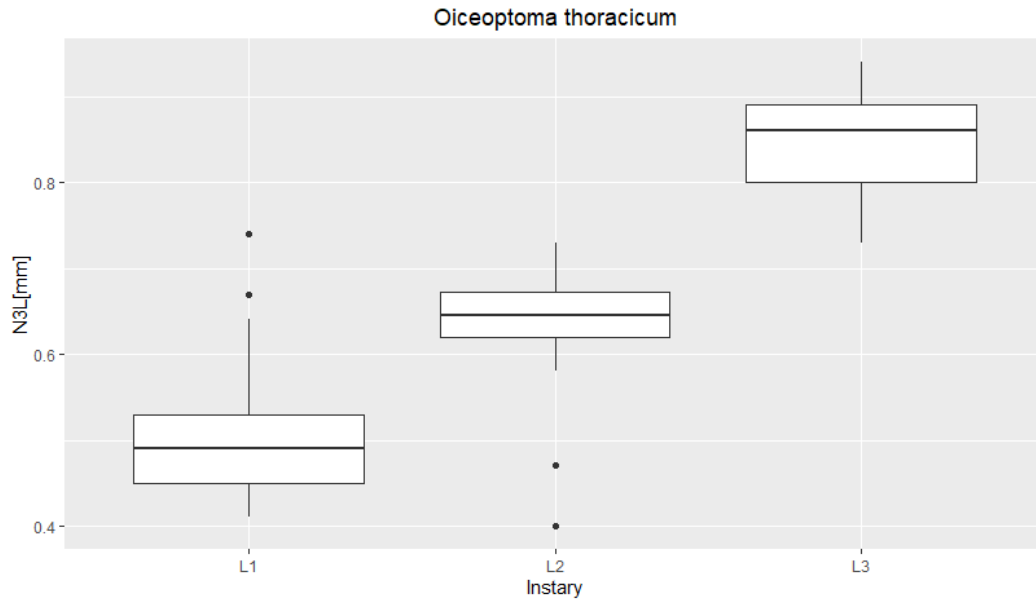
Příloha 12l). Šířka mesonota (N2W) jednotlivých instarů *Oiceoptoma thoracicum* v mm
(Zdroj: A. Schwarzbacherová).



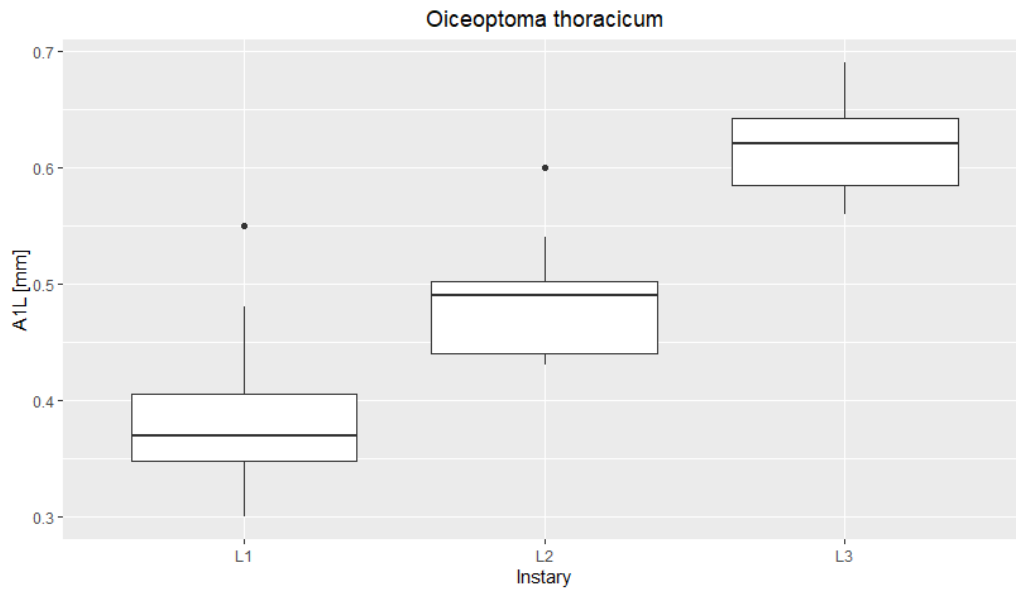
Příloha 12m). Délka mesonota (N2L) jednotlivých instarů *Oiceoptoma thoracicum* v mm
(Zdroj: A. Schwarzbacherová).



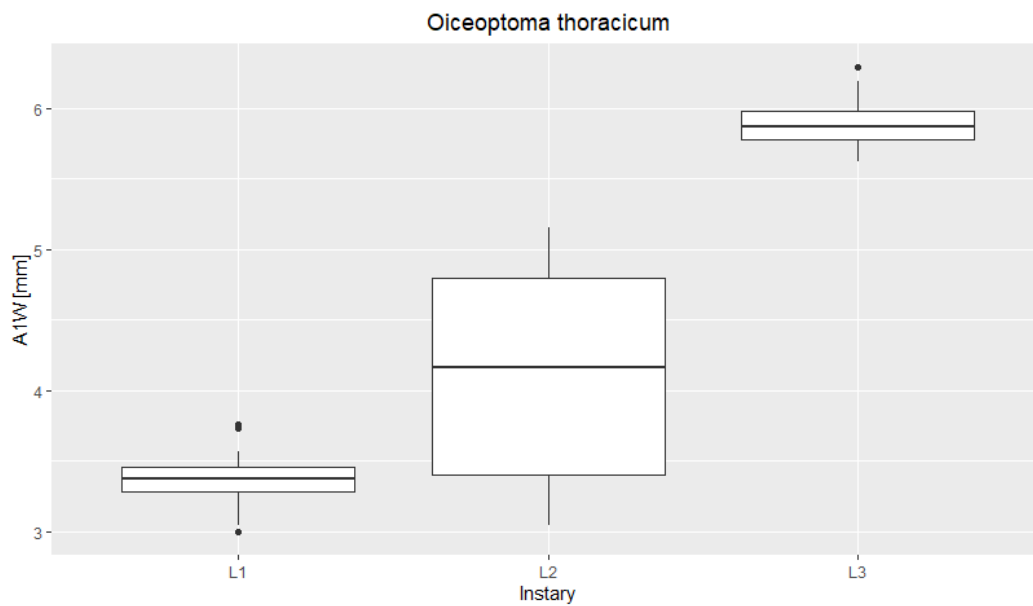
Příloha 12n). Délka metanota (N3L) jednotlivých instarů *Oiceoptoma thoracicum* v mm (Zdroj: A. Schwarzbacherová).



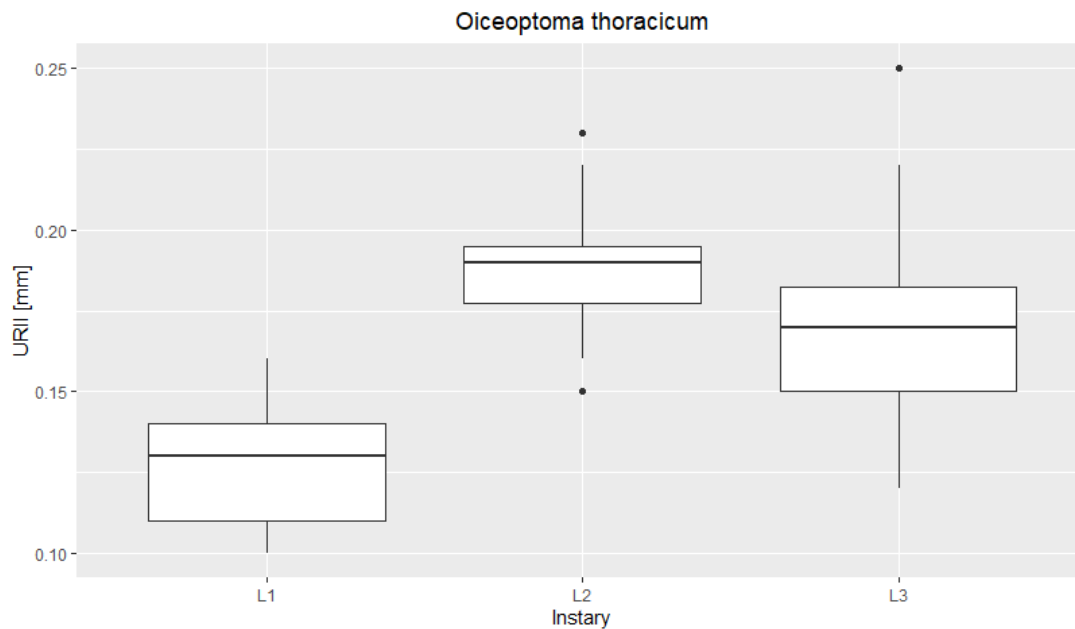
Příloha 12n). Délka prvního zadečkového článku (A1L) jednotlivých instarů *Oiceoptoma thoracicum* v mm (Zdroj: A. Schwarzbacherová).



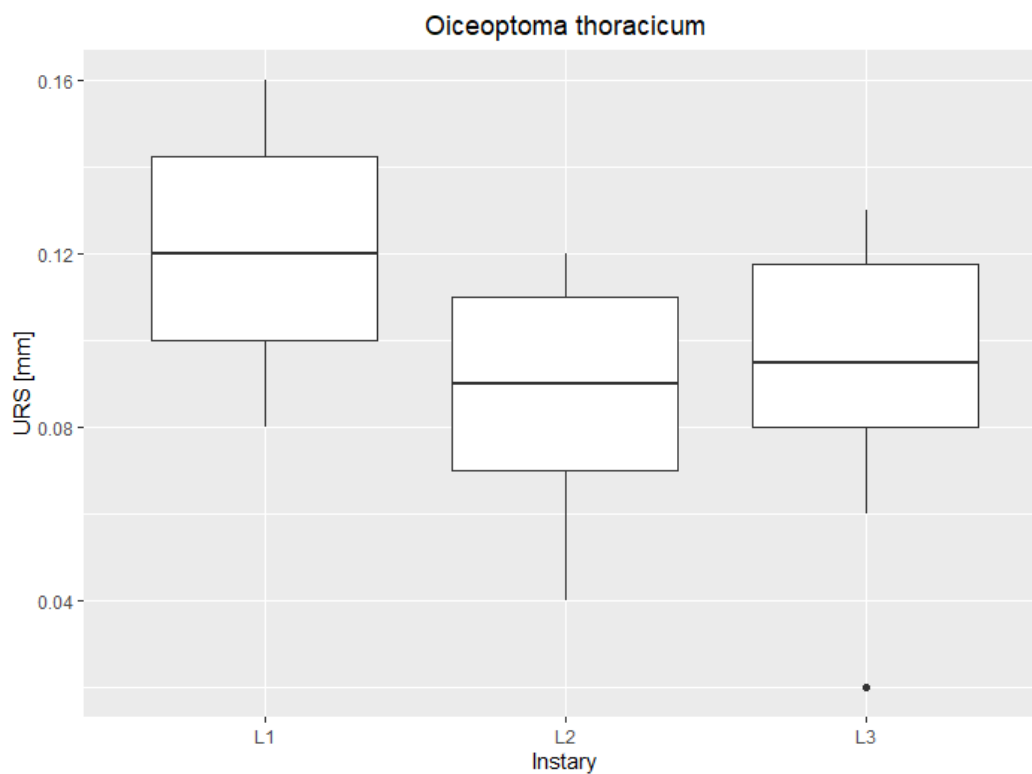
Příloha 12q). Šířka zadečkového článku (A1W) jednotlivých instarů *Oiceoptoma thoracicum* v mm (Zdroj: A. Schwarzbacherová).



Příloha 12r). Délka druhého urogomfového článku (URII) jednotlivých instarů *Oiceoptoma thoracicum* v mm (Zdroj: A. Schwarzbacherová).

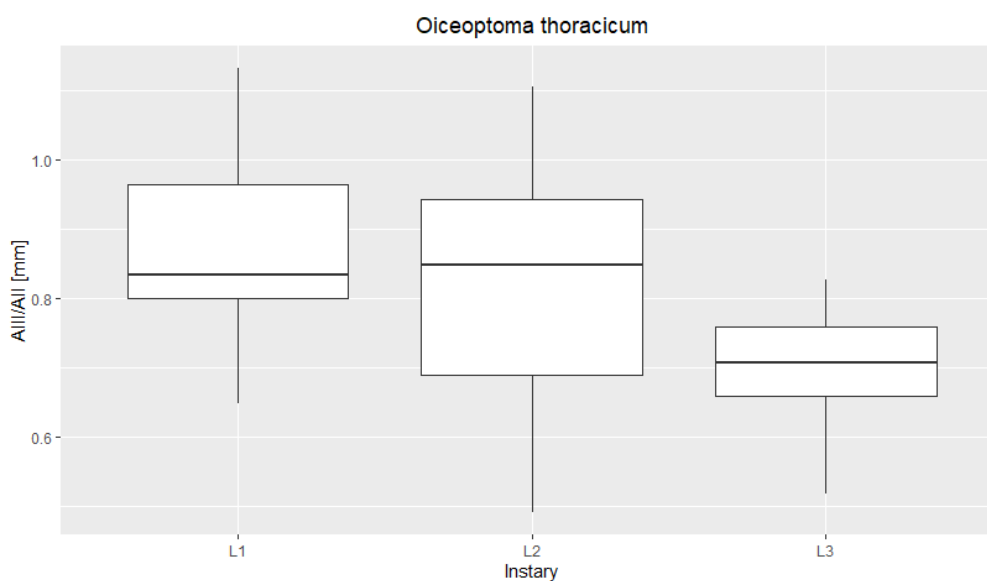


Příloha 12s). Délky urogomfových sít (URS) jednotlivých instarů *Oiceoptoma thoracicum* v mm (Zdroj: A. Schwarzbacherová).



Příloha 13. Poměry délek:

Příloha 13a). Poměry délky AIII/ AII v mm (Zdroj: A. Schwarzbacherová).



Příloha 13b). Poměry délky AII/ AI v mm (Zdroj: A. Schwarzbacherová).

