

**Klíč k larvám mrchožroutů České republiky
(Coleoptera: Staphylinidae: Silphinae: Silphini)**

**Key to the carrion beetle larvae of the Czech Republic
(Coleoptera: Staphylinidae: Silphinae: Silphini)**

Martin NOVÁK, Pavel JAKUBEC & Jan RŮŽIČKA

Fakulta životního prostředí, Česká zemědělská univerzita v Praze, Kamýcká 129,
165 00 Praha-Suchbát;
e-mails: novak22@fzp.czu.cz, jakubecp@fzp.czu.cz, ruzickajan@fzp.czu.cz

Coleoptera, Silphidae, Silphinae, Silphini, larvae, instars, morphology, determination, key, forensic entomology

Abstract. The tribe Silphini is a small group of beetles, with 13 extant species currently known from the Czech Republic, which despite the group's common name (large carrion beetles), have various diets and lifestyles. While the morphology of the adult stages is well known, the descriptions of larvae and their instars are mostly outdated, inaccurate, or even absent. There is however a growing demand for new information, as the larvae of some species can be utilised in crime investigations within forensic entomology. We have reviewed all the available literature regarding species relevant for the Czech Republic and revised it based on comparison with available larval specimens. As a result, we have compiled the most accurate dichotomous key to larvae of the tribe Silphini to-date. The key can be used for species identification and, for the first time, for instar determination as well.

ÚVOD

Mrchožroutovití brouci (Silphinae) čítají celosvětově jen kolem 190 recentních druhů (Sikes 2008, Newton 2023). Nejnovější fylogenetické studie již neuvádí tuto skupinu jako samostatnou čeleď, nýbrž jako podčeleď drabčíkovitých brouků (Staphylinidae) se dvěma triby: Nicrophorini (hrobařici) a Silphini (mrchožrouti) (Cai et al. 2022, Newton 2023). Z tribu Silphini se v Evropě vyskytuje 34 druhů, přičemž v České republice z nich recentně lze nalézt 13 (Růžička 2015).

Zatímco morfologie dospělců je dobře známá, popisy larev včetně informací o rozdílech mezi jednotlivými instary jsou spíše útržkovité. Obecnou charakteristiku larev podčeledi Silphinae shrnují Dorsey (1940) a Newton (1991). Popisy larev jednotlivých druhů jsou roztroušené ve většinou desítky let starých publikacích, často jsou nejednoznačné a v některých případech popisují zjevně nesprávné druhy (Paulian 1941). Seznam středoevropských druhů s publikovanými popisy larev je uveden v Tabulce 1, přičemž nejobsáhlejší studie včetně popisů rozdílů mezi instary lze najít v pracích Lengerkena (1938), Heymonse & Lengerkena (1930, 1932a, b, 1934) a Heymonse et al. (1926, 1927, 1928, 1929, 1930a, b). Jediný determináční klíč pro středoevropské druhy tribu Silphini relevantní pro Českou republiku zpracovala Byzova (1946). Ze zbylých tří existujících larválních klíčů tohoto tribu jsou dva zpracované pouze na úrovni rodů (Klausnitzer & Zerche 1978, Klausnitzer 1997) a třetí popisuje rozdíly jen mezi šesti relevantními druhy se zaměřením na západní Evropu (Díaz et al. 2018). Ani jeden z těchto klíčů však neumožňuje determinovat larvy na úrovni jednotlivých instarů.

Tabulka 1. Přehled publikované literatury s popisy larev středoevropských zástupců tribu Silphini.
Table 1. Overview of published works with larval descriptions of Central European Silphini.

Druh / species	Recentně v ČR / Recently occurring in CZ		Autoři / authors
<i>Ablattaria laevigata</i> (Fabricius, 1775)	ano		Heymonds & Lengerken (1932a), Lengerken (1938), Paulian (1941), Byzova (1964), Klausnitzer & Zerche (1978), Klausnitzer (1997)
<i>Aclypea opaca</i> (Linnaeus, 1758)	ano		Heymonds et al. (1929), Lengerken (1938), Paulian (1941), Byzova (1964), Klausnitzer & Zerche (1978), Klausnitzer (1997)
<i>Aclypea undata</i> (O. F. Müller, 1776)	ano		Heymonds et al. (1930b), Lengerken (1938), Paulian (1941), Byzova (1964), Klausnitzer (1997)
<i>Dendroxena quadrimaculata</i> (Scopoli, 1771)	ano		Heymonds et al. (1928), Lengerken (1938), Paulian (1941), Byzova (1964), David & Bouletreau (1968), Klausnitzer & Zerche (1978), Klausnitzer (1997)
<i>Necrodes littoralis</i> (Linnaeus, 1758)	ano		Böving & Craighead (1931), Paulian (1941), Byzova (1964), Klausnitzer & Zerche (1978), Klausnitzer (1997)
<i>Oiceoptoma thoracicum</i> (Linnaeus, 1758)	ano		Heymonds & Lengerken (1930), Lengerken (1938), Paulian (1941), Byzova (1964), Klausnitzer (1997)
<i>Phosphuga atrata atrata</i> (Linnaeus, 1758)	ano		Verhoeff (1919), Heymonds et al. (1927), Lengerken (1938), Byzova (1964), Klausnitzer & Zerche (1978), Klausnitzer (1997)
<i>Silpha carinata</i> Herbst, 1793	ano		Xambeau (1892), Heymonds & Lengerken (1932b), Lengerken (1938), Paulian (1941), Byzova (1964), Klausnitzer (1997)
<i>Silpha tristis</i> Illiger, 1798	ano		Xambeau (1898), Heymonds & Lengerken (1934), Lengerken (1938), Paulian (1941), Byzova (1964), Klausnitzer (1997)
<i>Silpha tyrolensis</i> Laicharting, 1781	ano		Heymonds et al. (1930a), Lengerken (1938), Paulian (1941), Klausnitzer (1997)
<i>Silpha obscura obscura</i> Linnaeus, 1793	ano		Verhoeff (1919), Heymonds et al. (1926), Lengerken (1938), Paulian (1941), Byzova (1964), Klausnitzer (1997)
<i>Thanatophilus dispar</i> (Herbst, 1793)	ne		Lengerken (1929, 1938), Klausnitzer (1997)
<i>Thanatophilus rugosus</i> (Linnaeus, 1758)	ano		Xambeau (1900), Lengerken (1929), Byzova (1964), Klausnitzer (1997)
<i>Thanatophilus sinuatus</i> (Fabricius, 1775)	ano		Xambeau (1892), Lengerken (1929, 1938), Paulian (1941), Kawada (1960), Byzova (1964), Klausnitzer (1997)

Ekologie zástupců tribu Silphini je velmi rozmanitá. Jednotlivé druhy se liší preferovanými habitaty a dají se rozdělit na typicky lesní (*Dendroxena quadrimaculata*, *Necrodes littoralis*, *Oiceoptoma thoracicum*, *Phosphuga atrata atrata*) a na druhy otevřené krajiny (*Thanatophilus rugosus*, *T. sinuatus*) (Růžicka 1994, Kočárek 2003, Jakubec & Růžicka 2015). Odlišné jsou i jejich potravní preference. Kromě nekrofágů, a to i jen příležitostných (rody *Thanatophilus* Leach, 1815, *Necrodes* Leach, 1815, *Oiceoptoma* Leach, 1815 a část rodu *Silpha* Linnaeus, 1758), sem patří také predátoři (rody *Phosphuga* Leach, 1817, *Ablattaria* Reitter, 1885, *Dendroxena* Motschulsky, 1858 a část rodu *Silpha*) i fytofágové (rod *Aclypea* Reitter, 1885) (Sikes 2008, Ikeda et al. 2013).

Larvy nekrofágních druhů jsou v současnosti využívány ke stanovení doby kolonizace lidských nebo zvířecích ostatků v rámci forenzní entomologie (Byrd & Tomberlin 2020). Ve střední Evropě se jedná zejména o druhy *Necrodes littoralis*, *Oiceoptoma thoracicum*, *Thanatophilus rugosus* a *T. sinuatus* (Matuszewski et al. 2010, 2011, Novák et al. 2018, Jakubec et al. 2019).

Ačkoliv tato práce pojednává o všech zástupcích tribu Silphini s recentním výskytem v České republice, existují ještě historické záznamy o dvou dalších druzích, které se měly alespoň v minulosti na našem území vyskytovat a náš klíč je neuvádí. *Silpha alpestris* Kraatz, 1876 je známá z Čech pouze z jediného nálezu dospělého ve Všenorech z roku 1948 (Šustek 1981). Růžička & Jakubec (2016) však považují tento údaj za problematický vzhledem k výskytu tohoto druhu výhradně v Karpatské oblasti. Jedná se pravděpodobně o záměnu údajů o lokalitě nebo zavlečení. Naproti tomu *Thanatophilus dispar* se na území České republiky v minulosti prokazatelně vyskytoval, ale v současnosti je zde považován za vyhynulého (Růžička & Jakubec 2017).

Na základě tohoto klíče lze určit všechna vývojová stádia larev tribu Silphini. Textová část je tvořena dichotomickým klíčem a obrazová část se skládá z přehledu základních morfologických struktur larev (obr. 1–3) a konkrétních určovacích znaků (obr. 4–11).

MATERIÁL A METODIKA

Larvální materiál byl částečně získán z odchovů jedinců sebraných pomocí padacích pastí a částečně zapůjčen ze sbírek Jana Růžičky. Získané vzorky byly určeny do druhu a instaru, a poté nafoceny za použití objektivu Canon macro photo lens MP-E 65 mm namontovaném na těle fotoaparátu Canon 550D. Morfologické znaky pozorované na larvách a rozdíly mezi jednotlivými druhy i vývojovými stádii byly důkladně zdokumentovány a porovnány s existující literaturou.

Klíč uvedený v této práci vznikl kombinací takto analyzovaných vzorků a chybějící informace jsou doplněny syntézou z dostupné literatury popisující morfologii a morfometrii larev tribu Silphini relevantních pro Českou republiku. Informace o morfologii *Silpha tyrolensis* byly čerpány výhradně z literatury (Heymons et al. 1930a). Z dostupné literatury byly rovněž získané veškeré morfometrické informace k rozlišení jednotlivých instarů všech druhů (Heymons & Lengerken 1930, 1932a, b, 1934, Heymons et al. 1926, 1927, 1928, 1929, 1930a, b) s výjimkou druhů *Necrodes littoralis*, *Oiceoptoma thoracicum*, *Thanatophilus rugosus* a *T. sinuatus*.

VÝSLEDKY

Klíč k určování larev brouků tribu Silphini České republiky

- 1 (35) Larva při pohledu shora jednoduše zbarvená, tmavá, černá nebo tmavě hnědá.
- 2 (18) Urogomphi zhruba stejně dlouhé nebo kratší než pygidium.
- 3 (9) Paratergity proterga vpředu vystouplé, tvoří „laloky“ (obr. 8); tykadla při natažení dozadu nepřesahují zadní okraj proterga.
- 4 (5) Délka těla + délka × šířka hlavy mezi bázemi tykadel: 8 mm + 1,3 × 1,6 mm. *Aclypea opaca* (Linnaeus, 1758), II. instar
- 5 (6) Délka těla + délka × šířka hlavy mezi bázemi tykadel: 5 mm + 0,9 × 1,1 mm. *Aclypea opaca* (Linnaeus, 1758), I. instar
- 6 (7) Délka těla + délka × šířka hlavy mezi bázemi tykadel: 18 mm + 2,0 × 2,6 mm. *Aclypea undata* (O. F. Müller, 1776), III. instar
- 7 (8) Délka těla + délka × šířka hlavy mezi bázemi tykadel: 13 mm + 1,6 × 2 mm. *Aclypea undata* (O. F. Müller, 1776), II. instar
- 8 (9) Délka těla + délka × šířka hlavy mezi bázemi tykadel: 7,5 mm + 1,2 × 1,6 mm. *Aclypea undata* (O. F. Müller, 1776), I. instar

- 9 (3) Protergum v přední části bez výstupků; tykadla při natažení dozadu přesahují zadní okraj proterga.
- 10 (14) Urogomphi tvořeny jedním segmentem (obr. 2; u1). *Ablattaria laevigata*, (Fabricius, 1775)
- 11 (12) Délka těla × šířka těla v nejširší části: 15,8–24 mm × 5,5–6 mm. *Ablattaria laevigata*, III. instar
- 12 (13) Délka těla × šířka těla v nejširší části: 10–15,3 mm × 3–4,5 mm. *Ablattaria laevigata*, II. instar
- 13 Délka a těla × šířka těla v nejširší části: 7,5–10 mm × 2,8–3,7 mm. *Ablattaria laevigata*, I. instar
- 14 (10) Urogomphi tvořeny dvěma segmenty (obr. 2; u1, u2). *Phosphuga atrata atrata* (Linnaeus, 1758)
- 15 (16) Délka těla + délka tykadla: 16,6 mm + 3,8 mm. *Phosphuga atrata atrata*, III. instar
- 16 (17) Délka těla + délka tykadla: 12,2 mm + 3 mm. *Phosphuga atrata atrata*, II. instar
- 17 Délka těla + délka tykadla: 9 mm + 2,4 mm. *Phosphuga atrata atrata*, I. instar
- 18 (2) Urogomphi delší než pygidium.
- 19 (28) Paratergit prvního zadečkového segmentu široký, dosahuje nejméně 1/5 celkové šířky segmentu.
- 20 (24) Tělo černé s hnědými tóny, výskyt v celé ČR od nížin do hor. *Silpha carinata* Herbst, 1793
- 21 (22) Délka těla × šířka těla v nejširší části: 20,9 × 7,4 mm. *Silpha carinata*, III. instar
- 22 (23) Délka těla × šířka těla v nejširší části: 16,5 × 5,8 mm. *Silpha carinata*, II. instar
- 23 Délka těla × šířka těla v nejširší části: 11 × 4,6 mm. *Silpha carinata*, I. instar
- 24 (20) Tělo černé s nazelenalým metalickým odleskem, výskyt pouze v alpské zóně hor (severní Morava).
..... *Silpha tyrolensis* Laicharting, 1781
- 25 (26) Délka těla × šířka těla v nejširší části: 20 × 7,5 mm. *Silpha tyrolensis*, III. instar
- 26 (27) Délka těla × šířka těla v nejširší části: 14 × 5,5 mm. *Silpha tyrolensis*, II. instar
- 27 Délka těla × šířka těla v nejširší části: 8 × 4 mm. *Silpha tyrolensis*, I. instar
- 28 (19) Paratergit prvního zadečkového segmentu úzký, dosahuje nanejvýš 1/8 celkové šířky segmentu.
- 29 (30) Femury všech nohou ventrálně bílé; zadečkové sklerity kropenaté (obr. 4).
..... *Thanatophilus rugosus* (Linnaeus, 1758), III. instar
- 30 (29) Femury všech nohou ventrálně stejně tmavé jako zbytek nohy; zadečkové sklerity jednolitě tmavé (obr. 5).
- 31 (32) První článek urogomphu zhruba dvakrát delší než druhý. *Thanatophilus rugosus*, II. instar
- 32 (31) První článek urogomphu méně než 1,5× delší než druhý.
- 33 (34) První segmenty labiálních a maxilárních palpů o rozměrech 0,08 ± 0,01 mm a 0,11 ± 0,01 mm.
..... *Thanatophilus rugosus*, I. instar
- 34 (33) První segmenty labiálních a maxilárních palpů o rozměrech 0,05 ± 0,01 mm a 0,06 ± 0,01 mm.
..... *Thanatophilus sinuatus* (Fabricius, 1775), I. instar
- 35 (1) Larva při pohledu shora vícebarevná, s plochami či částmi těla zbarvenými bíle nebo jinou barvou.
- 36 (41) Paratergity tmavě hnědé nebo černé, jednobarevné.
- 37 Tělo černé, hlava a pygidium červenohnědé. *Dendroxena quadrimaculata* (Scopoli, 1771)
- 38 (39) Délka těla × šířka těla v nejširší části + šířka hlavy mezi bázemi tykadel: 23 × 6 mm + 2,3 mm.
..... *Dendroxena quadrimaculata*, III. instar
- 39 (40) Délka těla × šířka těla v nejširší části + šířka hlavy mezi bázemi tykadel: 16 × 4,5 mm + 1,9 mm.
..... *Dendroxena quadrimaculata*, II. instar
- 40 Délka těla × šířka těla v nejširší části + šířka hlavy mezi bázemi tykadel: 10 × 3 mm + 1,5 mm.
..... *Dendroxena quadrimaculata*, I. instar
- 41 (36) Paratergity dvojbarevné, s tmavou i světlou kresbou.
- 42 (46) Tělo celkově světlé, okrově hnědé s tmavou kropenatou kresbou.
..... *Silpha obscura obscura* Linnaeus, 1793
- 43 (44) Délka těla + šířka hlavy mezi bázemi tykadel: 19 + 4 mm. *Silpha obscura obscura*, III. instar
- 44 (45) Délka těla + šířka hlavy mezi bázemi tykadel: 15 + 2 mm. *Silpha obscura obscura*, II. instar
- 45 Délka těla + šířka hlavy mezi bázemi tykadel: 7 + 1,3 mm. *Silpha obscura obscura*, I. instar
- 46 (42) Tělo celkově tmavé, černé nebo tmavě hnědé, kromě světlých skvrn na protergu, případně paratergitech.
- 47 (49) Světlé skvrny na okrajích proterga a případně několika dalších nejbližších paratergitech (ale nikdy ne na všech).
- 48 Femury všech nohou ventrálně stejně tmavé jako zbytek nohy (obr. 5). Zadečkové sklerity jednolitě tmavé.
Délka těla 9,56 ± 1,20 mm; šířka hlavy v nejširší části 1,57 ± 0,08 mm.
..... *Thanatophilus sinuatus*, II. instar
- 49 (47) Světlé skvrny na okrajích proterga a paratergitů všech hrudních a prvních osmi zadečkových článků.
- 50 (59) Skvrny na paratergitech mimo proterga pouze na zadních rozích (obr. 6–7).
- 51 (55) Protergum se skvrnami pouze na zadních rozích (obr. 6). *Silpha tristis* Illiger, 1798

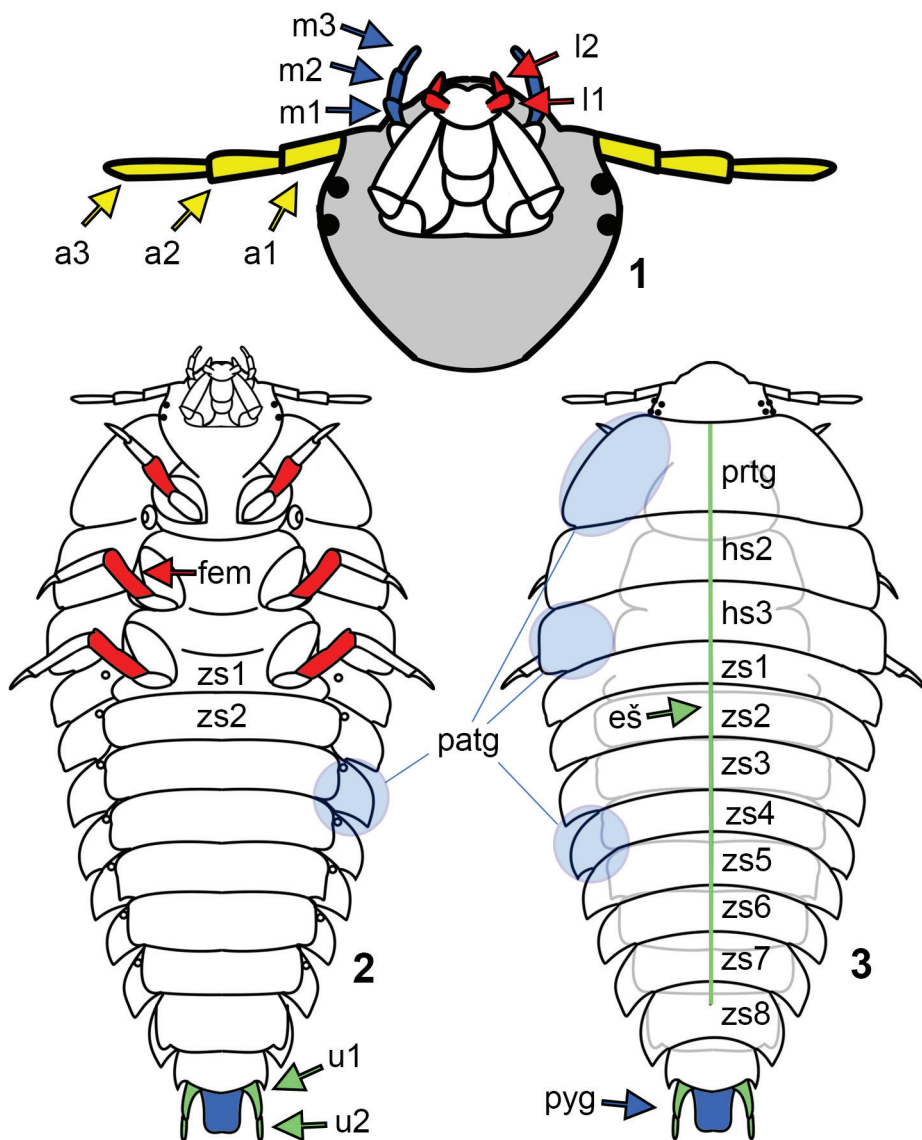
- 52 (53) Délka těla × šířka těla v nejširší části + šířka hlavy mezi bázemi tykadel: $20 \times 6 \text{ mm} + 2,4 \text{ mm}$ *Silpha tristis*, III. instar
- 53 (54) Délka těla × šířka těla v nejširší části + šířka hlavy mezi bázemi tykadel: $15 \times 5,5 \text{ mm} + 1,9 \text{ mm}$ *Silpha tristis*, II. instar
- 54 Délka těla × šířka těla v nejširší části + šířka hlavy mezi bázemi tykadel: $10 \times 4 \text{ mm} + 1,4 \text{ mm}$ *Silpha tristis*, I. instar
- 55 (51) Protergum se skvrnami na zadních rozích i předních okrajích, mohou se po stranách slévat (obr. 7). *Oiceoptoma thoracicum* (Linnaeus, 1758)
- 56 (57) Délka těla + šířka hlavy v nejširší části: $16\text{--}19,2 \text{ mm} + 2,2\text{--}2,4 \text{ mm}$. .. *Oiceoptoma thoracicum*, III. instar
- 57 (58) Délka těla + šířka hlavy v nejširší části: $11,9\text{--}14,2 \text{ mm} + 1,8\text{--}2 \text{ mm}$ *Oiceoptoma thoracicum*, II. instar
- 58 Délka těla + šířka hlavy v nejširší části $8,2\text{--}10,3 \text{ mm} + 1,4\text{--}1,5 \text{ mm}$ *Oiceoptoma thoracicum*, I. instar
- 59 (50) Skvrny na okrajích proterga a paratergitů po celém vnějším okraji (obr. 8, 11).
- 60 (62) Paratergity proterga vepředu vystouplé, tvoří „laloky“ (obr. 8); urogomphi kratší nebo stejně dlouhé jako pygopod.
- 61 Délka těla 11 mm *Aclypea opaca* (Linnaeus, 1758), III. instar
- 62 (60) Protergum v přední části bez výstupků; urogomphi delší než pygopod.
- 63 (67) Ekdysiální šev se širokou výraznou bílou pigmentací, paratergity světlé po celé ploše s tmavým lemováním, tibiotarsy nohou světlé (obr. 11). *Necrodes littoralis* (Linnaeus, 1758)
- 64 (65) První segment urogomphu zhruba $5 \times$ delší než druhý. *Necrodes littoralis*, III. instar
- 65 (66) První segment urogomphu zhruba $3,5 \times$ delší než druhý. *Necrodes littoralis*, II. instar
- 66 První segment urogomphu zhruba $2 \times$ delší než druhý. *Necrodes littoralis*, I. instar
- 67 (63) Ekdysiální šev bez pigmentace (obr. 10), paratergity světlé na vnější polovině (obr. 9), tibiotarsy nohou tmavé (obr. 4–5).
- 68 Délka těla $14,84 \pm 1,72 \text{ mm}$; šířka hlavy v nejširší části $2,13 \pm 0,08 \text{ mm}$ *Thanatophilus sinuatus*, III. instar

DISKUSE

Při studiu popisů znaků z dostupné literatury a zejména při jejich porovnávání se sbírkovým materiálem se nám podařilo odhalit některé nepřesnosti. Například Paulian (1941) popisuje larvy poddruhu *Silpha obscura obscura* jako téměř úplně tmavé. Heymons & Lengerken (1926) sice uvádí, že některé individuální kusy se mohou na první pohled jako tmavé jevit, ale při bližším zkoumání si lze všimnout jasně definovaného tmavého vzoru na světle žlutohnědém pozadí. V případě Pauliana (1941) tedy mohlo jít buď o přehlédnutí tohoto detailu pravděpodobně způsobené faktem, že popisovaný vzorek pocházel z muzejní sbírky a mohl ztmavnout nevhodnou metodou uložení, nebo šlo o jiný druh rodu *Silpha*, pravděpodobně *S. carinata*. Ve stejné publikaci navíc Paulian (1941) popisuje také poddruh *S. obscura orientalis* Brullé, 1832 (v práci jako *S. orientalis*), kde již zbarvení uvádí správně.

Nepřesnosti jsme objevili také ve všech dostupných klíčích. Klausnitzer & Zerche (1978) a Klausnitzer (1997) uvádí jako určovací znak rodu *Thanatophilus* výrazně sklerotizovaná atria zadečkových stigmat larev a výslovně uvádí, že tato nejsou přítomná u rodu *Necrodes*. To však nesouhlasí s výsledky našeho studia morfologie larev těchto druhů, protože stigmata, která jsou velmi výrazná jak mírou sklerotizace, tak barevností, mají ve skutečnosti zástupci obou rodů. Tento znak lze nicméně použít alespoň pro odlišení obou rodů od zbytku zástupců tribu Silphini přinejmenším v rámci druhů vyskytujících se na území České republiky.

Byzova (1964) ve svém klíči používá specifický znak pro odlišení larev rodů *Necrodes* a *Thanatophilus*. Jedná se o stav, ve kterém je břišní část druhého zadečkového článku – sternum (uvedeno jako sternit) – rozdělena na tři sklerity. Tento znak je nicméně problematický, protože ačkoliv je skutečně nejvýraznější u těchto rodů, lze jej pozorovat i u mrchožroutů *A. laevigata*, *P. atrata atrata* a do jisté míry u *D. quadrimaculata*, *O. thoracicum* a dalších. Tento



znak je navíc proměnlivý v závislosti na instaru, takže zatímco u rodů *Necrodes* a *Thanatophilus* je nejvýraznější u prvních dvou instarů, ve třetím je pigmentace těchto skleritů nejvíce „rozpuštěná“ (v klíči je popisujeme jako klopenaté, viz obr. 4) a stav tohoto znaku je tím pádem mnohem těžší s jistotou určit. Na druhou stranu u *D. quadrimaculata* a *O. thoracicum* je sternum v prvních dvou instarech jednolitě a až ve třetím instaru jsou rozeznatelné tři části tvořené tmavě pigmentovanými okraji a světlejším středem. Obecně však platí, že u třetích instarů většiny zkoumaných larev lze najít nějakou míru rozdělení sternu druhého zadečkového článku na tři části.

Popisy znaků některých larválních instarů uvedené v tomto klíči byly kvůli absenci vzorků čerpány pouze z dostupné literatury. Jsme si vědomi, že tyto informace mohou být neúplné a obsahovat nepřesnosti, které jsme však nebyli schopni ověřit. I přes tyto nedostatky však naše práce představuje zatím nejucelenější a nejpodrobnější verzi klíče k určování larev tribu Silphini pro střední Evropu.

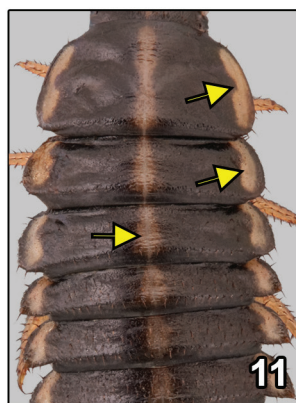
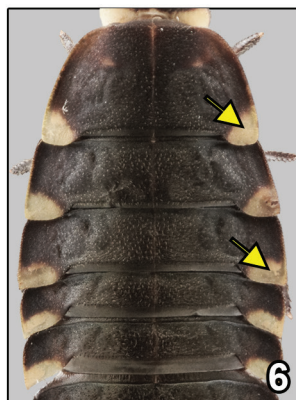
PODĚKOVÁNÍ. Tato práce vznikla s podporou Ministerstva vnitra České republiky (grant VI20192022130).

LITERATURA

- BÖVING A. G. & CRAIGHEAD F. C. 1931: An illustrated synopsis of the principal larval forms of the order Coleoptera. *Entomologica Americana (New Series)* **11**: 1–351.
- BYRD J. H. & TOMBERLIN J. K. 2020: *Forensic Entomology, The Utility of Arthropods in Legal Investigations, Third Edition*. CRC Press, Taylor & Francis Group, 620 pp.
- BYZOVA Yu. B. 1964: Semeystvo Silphidae – mertvoedy. [Family Silphidae – carrion beetles]. Pp. 212–224. In: GILYAROV M. S. (ed.): *Opredelitel obitayushchikh v pochve lichinok nasekomykh. [Key to soil-dwelling insect larvae]*. Nauka, Moskva, 920 pp. (in Russian).
- CAIC C., TIHELKA E., GIACOMELLI M., LAWRENCE J. F., ŚLIPIŃSKI A., KUNDRATA R., YAMAMOTO S., THAYER M. K., NEWTON A. F., LESCHEN R. A. B., GIMMEL M. L., LÜ L., ENGEL M. S., BOUCHARD P., HUANG D., PISANI D. & DONOGHUE P. C. J. 2022: Integrated phylogenomics and fossil data illuminate the evolution of beetles. *Royal Society Open Science* **9**: 211771.
- DAVID J. & BOULETREAU M. 1968: Contribution à l'étude de la biologie et de l'écologie d'un coleoptere entomophage: *Xylodrepa quadripunctata* (Schreb) (Silphidae). *Bulletin Mensuel de la Société Linnéenne de Lyon* **37**: 73–83.
- DÍAZ L. M., MARTÍN-VEGA D., BAZ A. & CIFRIÁN B. 2018: Larval identification key to necrophagous Coleoptera of medico-legal importance in the western Palaearctic. *International Journal of Legal Medicine* **132**: 1795–1804.
- DORSEY C. K. 1940: A comparative study of the larvae of six species of Silpha (Coleoptera, Silphidae). *Annals of the Entomological Society of America* **33**: 120–134.

Obr. 1–3. 1 – Morfologie hlavy. Tykadla vyznačena žlutě; první (a1), druhý (a2) a třetí (a3) segment. Maxilární palpy vyznačeny modře; první (m1), druhý (m2) a třetí (m3) segment. Labiální palpy vyznačeny červeně; první (l1) a druhý (l2) segment. 2 – Celkový habitus těla, ventrální pohled. 3 – Celkový habitus těla, dorsální pohled. Zkratky: fem = femury nohou, vyznačeny červeně; ul-2 = první a druhý segment urogomphů, vyznačeny zeleně; pyg = pygidium, vyznačeno modře; eš = ekdysiální šev, vyznačen zeleně; patg = paratergity; prtg = protergum, hs2-3 = hrudní segment 2-3; zs1-8 = zadečkový segment 1-8.

Figs 1–3. 1 – Head morphology. Antennae marked in yellow; first (a1), second (a2) and third (a3) segment. Maxillary palps marked in blue; first (m1), second (m2) and third (m3) segment. Labial palps marked in red; first (l1) and second (l2) segment. 2 – Body, ventral view. 3 – Body, dorsal view. Abbreviations: fem = femora of legs, marked in red; ul-2 = first and second segment of urogomphi, marked in green; pyg = pygidium, marked in blue; eš = ecdysial suture, marked in green; patg = paratergites; prtg = protergum, hs2-3 = thoracic segment 2-3; zs1-8 = abdominal segment 1-8.



- HEYMONS R., LENGERKEN H. von & BAYER M. 1926: Studien über die Lebenserscheinungen der Silphini (Col.). I. *Silpha obscura* L. *Zeitschrift für Morphologie und Ökologie der Tiere* **6**: 287–332.
- HEYMONS R., LENGERKEN H. von & BAYER M. 1927: Studien über die Lebenserscheinungen der Silphini (Col.). II. *Phosphuga atrata* L. *Zeitschrift für Morphologie und Ökologie der Tiere* **9**: 271–312.
- HEYMONS R., LENGERKEN H. von & BAYER M. 1928: Studien über die Lebenserscheinungen der Silphini (Col.). III. *Xylodrepa quadripunctata* L. *Zeitschrift für Morphologie und Ökologie der Tiere* **10**: 330–352.
- HEYMONS R., LENGERKEN H. von & BAYER M. 1929: Studien über die Lebenserscheinungen der Silphini (Col.). IV. *Blitophaga opaca* L. (Glattstreifiger Rübenaskäfer). *Zeitschrift für Morphologie und Ökologie der Tiere* **14**: 234–260.
- HEYMONS R., LENGERKEN H. von & BAYER M. 1930a: Studien über die Lebenserscheinungen der Silphini (Col.). V. *Silpha tyrolensis* Laich. *Zeitschrift für Morphologie und Ökologie der Tiere* **17**: 262–274.
- HEYMONS R., LENGERKEN H. von & BAYER M. 1930b: Studien über die Lebenserscheinungen der Silphini (Col.). VI. *Blitophaga undata* Müll. (Buckelstreifiger Rübenaskäfer). *Zeitschrift für Morphologie und Ökologie der Tiere* **18**: 170–188.
- HEYMONS R. & LENGERKEN H. von 1930: Studien über die Lebenserscheinungen der Silphini (Col.). VII. *Oiceoptoma thoracica* L. *Zeitschrift für Morphologie und Ökologie der Tiere* **20**: 691–706.
- HEYMONS R. & LENGERKEN H. von 1932a: Studien über die Lebenserscheinungen der Silphini (Col.). VIII. *Ablattaria laevigata* F. *Zeitschrift für Morphologie und Ökologie der Tiere* **24**: 259–287.
- HEYMONS R. & LENGERKEN H. von 1932b: Studien über die Lebenserscheinungen der Silphini (Col.). IX. *Silpha carinata* F. *Zeitschrift für Morphologie und Ökologie der Tiere* **25**: 534–548.
- HEYMONS R. & LENGERKEN H. von 1934: Studien über die Lebenserscheinungen der Silphini (Col.). X. *Silpha tristis* Illig. *Zeitschrift für Morphologie und Ökologie der Tiere* **28**: 469–479.
- IKEDA H., KAGAYA T., KUBOTA K. & ABE T. 2013: 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. & RŮŽIČKA J. 2015: Is the type of soil an important factor determining the local abundance of carrion beetles (Coleoptera: Silphidae)? *European Journal of Entomology* **112**: 747–754.
- JAKUBEC P., NOVÁK M., QUBAIOVÁ J., ŠULÁKOVÁ H. & RŮŽIČKA J. 2018: Description of immature stages of *Thanatophilus sinuatus* (Coleoptera: Silphidae). *International Journal of Legal Medicine* **133**: 1549–1565.
- KAWADA A. (ed.) 1959: *Illustrated insect larvae of Japan*. Hokuryukan Co., Tokyo, [iv] + 712 + 73 + 50 pp., 4 pls.
- 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*. Goecke & Evers, Krefeld, 370 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. 2003: Decomposition and Coleoptera succession on exposed carrion of small mammal in Opava, the Czech Republic. *European Journal of Soil Biology* **39**: 31–45.

Obr. 4–11. 4 – *Thanatophilus rugosus* (Linnaeus, 1758), III. instar. Femury ventrálně bílé; zadečkové sklerity kropenaté. 5 – *Thanatophilus* sp., I. instar. Femury ventrálně tmavé jako zbytek nohy; zadečkové sklerity jednoduše tmavé. 6 – *Silpha tristis* Illiger, 1798. Skvrny na paratergitech pouze na zadních rozích. 7 – *Oiceoptoma thoracicum* (Linnaeus, 1758). Protergum se skvrnami na zadních rozích i předních okrajích. 8 – *Achypea opaca* (Linnaeus, 1758), III. instar. Paratergity proterga vpředu vystouplé, tvoří „laloky“; světlé skvrny na okrajích proterga a paratergitů po celé podélné délce. 9 – *Thanatophilus sinuatus* (Fabricius, 1775), III. instar. Paratergity světlé pouze na vnější polovině. 10 – *Thanatophilus* sp. Ekdysiální šev bez pigmentace. 11 – *Necrodes littoralis* (Linnaeus, 1758). Ekdysiální šev se širokou výraznou světlou pigmentací; paratergity světlé po celé ploše s tmavým lemováním.

Figs 4–11. 4 – *Thanatophilus rugosus* (Linnaeus, 1758), III. instar. Femora ventrally white; abdominal sclerites speckled. 5 – *Thanatophilus* sp., I. instar. Femora ventrally dark as the rest of leg; abdominal sclerites uniformly dark. 6 – *Silpha tristis* Illiger, 1798. Spots on paratergites only on their posterior corners. 7 – *Oiceoptoma thoracicum* (Linnaeus, 1758). Protergum with spots on posterior corners and anterior edges. 8 – *Achypea opaca* (Linnaeus, 1758), III. instar. Paratergites of protergum pronounced in front, forming “ears”; light marks on edges of protergum and paratergites along their entire longitudinal length. 9 – *Thanatophilus sinuatus* (Fabricius, 1775), III. instar. Paratergites light-pigmented on outer halves only. 10 – *Thanatophilus* sp. Ecdysial suture without pigmentation. 11 – *Necrodes littoralis* (Linnaeus, 1758). Ecdysial suture with broad distinct light pigmentation; paratergites light on the whole surface with dark rims.

- LENGERKEN H. von 1929: Studien über die Lebenserscheinungen der Silphini (Col.). XI-XIII. *Thanatophilus sinuatus* F., *rugosus* L. und *dispar* Herbst. *Zeitschrift für Morphologie und Ökologie der Tiere* **14**: 654–666.
- LENGERKEN H. von 1938: Beziehungen zwischen der Ernährungsweise und der Gestaltung der Mandibeln bei den Larven der Silphini (Coleopt.). *Zoologischer Anzeiger* **122**: 171–175.
- MATUSZEWSKI S., BAJERLEIN D. KONWERSKI S. & SZPILA K. 2010: Insect succession and carrion decomposition in selected forests of Central Europe. Part 1: Pattern and rate of decomposition. *Forensic Science International* **194**: 85–93.
- MATUSZEWSKI S., BAJERLEIN D. KONWERSKI S. & SZPILA K. 2011: Insect succession and carrion decomposition in selected forests of Central Europe. Part 3: Succession of carrion fauna. *Forensic Science International* **207**: 150–163.
- 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. 2023: Staphyliniformia world catalog database. In: BÁNKI O., ROSKOV Y., DÖRING M., OWER G., VANDEPITTE L., HOBERN D., REMSEN D., SCHALK P., DEWALT R. E., KEPING M., MILLER J., ORRELL T., AALBU R., ABBOTT J., ADLARD R., ADRIAENSSENS E. M., AEDO C., AESCHT E., AKKARI N. et al. (eds): *Catalogue of Life Checklist (Version 2023-03-09)*, <https://doi.org/10.48580/dfrt> (accessed 4 April 2023).
- NOVÁK M., JAKUBEC P., QUBAIOVÁ J., ŠULÁKOVÁ H. & RŮŽIČKA J. 2018: Revisited larval morphology of *Thanatophilus rugosus* (Coleoptera: Silphidae). *International Journal of Legal Medicine* **132**: 939–954.
- PAULIAN R. 1941: Les premiers états des Staphylinioidea. Étude de morphologie comparée. *Mémoires du Muséum National d'Histoire Naturelle (Nouvelle Serie)* **15**: 1–361, pls. 1–3.
- RŮŽIČKA J. 1994: Seasonal activity and habitat associations of Silphidae and Leiodidae: Cholevinae (Coleoptera) in central Bohemia. *Acta Societatis Zoologicae Bohemicae* **58**: 67–78.
- RŮŽIČKA J. 2015: Silphidae. Pp. 5, 291–304. In: LÖBL I. & LÖBL D. (eds): *Catalogue of Palaearctic Coleoptera Volume 2. Hydrophiloidae – Staphylinoidae, Revised and Updated Edition*. Brill, Leiden & Boston, xxvi + 1702 pp.
- RŮŽIČKA J. & JAKUBEC P. 2016: Icones Insectorum Europae Centralis. Coleoptera: Agyrtidae, Silphidae. *Folia Heyrovskyana, Series B* **26**: 1–17.
- RŮŽIČKA J. & JAKUBEC P. 2017: Silphidae (mrchožroutovití). Pp. 417–418. In: HEJDAR., FARKAČ J. & CHO-BOT K. (eds): *Červený seznam ohrožených druhů České republiky. Bezobratlí. (Red list of threatened species of the Czech Republic. Invertebrates)*. Příroda (Praha) **36**: 1–612 (in Czech and English).
- SCHWARZBACHEROVÁ A. 2021: Larvální morfologie mrchožroutovitých brouků, se zaměřením na druh *Oiceoptoma thoracicum* (Coleoptera: Silphidae). [Larval morphology of carrion beetles, with a focus on the species *Oiceoptoma thoracicum* (Coleoptera: Silphidae)]. Unpubl. diploma thesis, deposited at Fakulta životního prostředí, Česká zemědělská univerzita v Praze, 82 pp. (in Czech).
- SIKES D. S. 2008: Carrion Beetles (Coleoptera: Silphidae). Pp. 749–758. In: CAPINERA J. L. (ed.): *Encyclopedia of Entomology, Second Edition*. Springer, Dordrecht, 4346 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 (in Czech).
- VERHOEFF K. W. 1919: Zur Lebens- und Entwicklungsgeschichte sowie Regeneration der *Silpha obscura* und *Phosphuga atrata* (Col.). *Supplementa Entomologica* **8**: 41–116.
- XAMBEAU P. V. 1892: Moeurs et métamorphoses d'insectes (Suite). *Annales de la Société Linnéenne de Lyon* **39**: 137–194.
- XAMBEAU P. V. 1898: Moeurs et métamorphoses d'insectes. *Revue d'Entomologie de Caen* **17**: 1–63.
- XAMBEAU P. V. 1900: Moeurs et métamorphoses d'insectes, 9e mémoire, deuxième partie. *Revue d'Entomologie de Caen* **19**: 1–56.

SUMMARY

There are 34 extant species of the tribe Silphini in Europe, of which 13 can be found in the Czech Republic (Sikes 2008, Newton 2023). The ecology of these beetles is very diverse and includes species whose larvae have a high potential for use in forensic entomology (Byrd & Tomberlin 2020). These include especially *Necrodes littoralis*, *Oiceoptoma thoracicum*,

Thanatophilus rugosus and *T. sinuatus* (Matuszewski et al. 2010, 2011, Novák et al. 2018, Jakubec et al. 2019). While the morphology of adults is well known, descriptions of larvae, including individual instars, are mostly obsolete. A list of Central European species with published larval descriptions is given in Table 1. There are in total four determination keys for larval Silphini relevant for Central Europe (Byzova 1946, Klausnitzer 1997, Klausnitzer & Zerche 1978, Díaz et al. 2018), of which only one (Byzova 1946) contains all the species relevant for the Czech Republic.

We managed to uncover some inaccuracies while studying the character descriptions from the available literature and especially when comparing them with samples. For example, Paulian (1941) describes the larvae of the subspecies *Silpha obscura obscura* as almost completely dark, which is incorrect, while the correct description can be found in what he describes as *S. obscura orientalis* (in this work as *S. orientalis*). We also discovered inaccuracies in all the available keys. Klausnitzer & Zerche (1978) and Klausnitzer (1997) state markedly sclerotised atria of the posterior stigmata in larvae as a distinguishing feature of *Thanatophilus* and specifically claim that these are not present in *Necrodes*. However, this is not true, because both genera actually have stigmata that are very distinctive in both degree of sclerotization and colour. Byzova (1964) uses the division of the sternum of the second abdominal segment into three sclerites as a specific trait for *Necrodes* and *Thanatophilus* larvae. However, this can also be observed in other species like *A. laevigata*, *D. quadrimaculata*, *O. thoracicum*, *P. atrata*, and the trait is variable depending on the instar, which makes it highly unreliable.

The key presented in this work includes larvae of all representatives of the tribe Silphini that can be found in the territory of the Czech Republic and can be used to determine all the developmental stages. The text part consists of a dichotomous key, and the pictorial part consists of an overview of the basic morphological structures of the larvae (Figs 1–3) and specific identifying characters (Figs 4–11). Information on morphology based on a mere study of literature was used only for the species *Silpha tyrolensis*, due to the unavailability of specimens. All morphometric information to distinguish individual instars was also obtained from the studied literature, except for *Oiceoptoma thoracicum*, *Necrodes littoralis*, *Thanatophilus rugosus* and *T. sinuatus*. Although we are aware of shortcomings due to the incompleteness of the study material used, this key represents the most comprehensive available key to-date for the identification of Silphini larvae of Central Europe.