

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Pavel Trávníček

Aplikovaná ekologie

Název práce

Historie rozšíření v závislosti na granivorii střevlíků rodu *Ophonus* (Coleoptera: Carabidae) ve střední Evropě

Název anglicky

Granivory-dependent distribution history of ground beetles of the genus *Ophonus* (Coleoptera: Carabidae) in Central Europe

Cíle práce

Granivorie (semenožravost) je u střevlíkovitých brouků poměrně běžná. Mezi nejvýznamnější skupiny alespoň částečně granivorních střevlíků patří podčeleď Harpalinae, zejména pak rody *Zabrus*, *Amara*, *Harpalus*, *Dixus* a *Ophonus* (Brandmayr & Brandmayr, 1975; Zetto Brandmayr 1983; Talarico et al. 2016). Je známo, že u řady granivorních rodů střevlíků existuje potravní specializace na určité skupiny rostlin, přičemž tato specializace se může lišit u larev a dospělců. Mezi takové specialisty patří také druhy rodu *Ophonus*, které se specializují na semena miříkovitých rostlin (Apiaceae) (Brandmayr et al., 1990). Ve střední Evropě je tento rod zastoupen celkem 20 druhy ze čtyř podrodů (*Hesperophonus*, *Metophonus*, *Ophonus* s. str. a *Incisophonus*) (Hůrka, 1996; Kataev & Wrase, 2017).

Je známo, že řada miříkovitých rostlin patří mezi kulturní rostliny rozšířené do střední Evropy až s příchodem zemědělství (Gruszecki et al., 2018). Nastává proto otázka, zda jsou opravdu všechny známé druhy střevlíků rodu *Ophonus* ve střední Evropě původní a došlo u nich pouze k adaptaci na nový zdroj potravy (člověkem rozšířené Apiaceae), či byly rozšířeny společně s počátky pěstování kulturních rostlin, jako je například mrkev obecná (*Daucus carota*), která patří mezi nejvíce využívané živné rostliny pro larvy a dospělé rodu *Ophonus* (Talarico et al., 2016).

Předložená práce by měla shrnout dosud známé informace o bionomii a rozšíření stredoevropských druhů rodu *Ophonus* a rozšíření stredoevropských druhů známých i potencionálních živných rostlin z čeledi miříkovitých (Apiaceae), a získat tím dostatek informací k úvahám, zde existuje korelace v rozšíření predátora a potravy. Jsou opravdu všechny druhy rodu *Ophonus* ve střední Evropě původní, či mohly být rozšířeny se zemědělstvím?

Metodika

První část by měla sumarizovat informace o potravních specializacích v čeledi Carabidae a shrnout dosavadní znalosti o bionomii, taxonomii, fylogenezi a rozšíření druhů rodu *Ophonus* střední Evropy (metodicky podle Martinez-Navarro et al., 2005). Následující kapitoly by měly shrnovat znalosti o původu a rozšíření druhů známých a potencionálních živných rostlin z čeledi miříkovitých (Apiaceae) a historie jejich šíření do střední Evropy. Následné pojednání o získaných faktických informacích bude zpracovávat teorie šíření rodu *Ophonus* do střední Evropy, doplněná o znalost jejich fylogenetických vztahů, které by mohla napovědět více o původu a průběhu historického šíření a vytváření potravních specializací na určité druhy rostlin.

Doporučený rozsah práce

30 stran

Klíčová slova

bionomics, granivorous ground beetles, Carabidae, Ophonus, Apiaceae

Doporučené zdroje informací

- Brandmayr, P., Pizzolotto, R. & Zetto Brandmayr, T. (1990). The spermophagy in Carabid beetles. *Ethology Ecology & Evolution*, 2, 299-300.
- Brandmayr, Z. & Brandmayr, P. (1975). Biologia di *Ophonus puncticeps* Steph. Cenni sulla fitofagia delle larve e loro etologia (Coleoptera, Carabidae). *Annali della Facoltà di Scienze Agrarie della Università degli Studi di Torino*, 9, 421-430.
- Geoffriau, E. & Simon, P.W. (Eds.). (2020). Carrots and related Apiaceae crops, 2nd edn. CABI, Wallingford, 368 pp.
- Gruszecki, R., Caruso, G., Pokluda, R., Walasek, M. & Sekara, A. (2018). Multithreaded role of Apiaceae vegetables through Polish history. In: Grzebelus, D., & Baranski, R. (eds.): *II International Symposium on Carrot and Other Apiaceae 1264*, pp. 231-240.
- Hengeveld, R. (1979). Food specialization in ground beetles: an ecological or a phylogenetic process? (Coleoptera, Carabidae). *Netherlands Journal of Zoology*, 30(4), 585-594.
- Hůrka, K. (1996) Carabidae of the Czech and Slovak Republics. Kabourek, Zlín, 566 pp.
- Kataev, D.M. & Wrase, D.W. (2017): Carabidae: Harpalina. In: Löbl, I. & Löbl, D. (eds.): *Catalogue of Palaearctic Coleoptera. Volume 1. Archostemata – Myxophaga – Adephaga. Revised and Updated Edition*. Brill, Leiden & Boston, pp. 515–562.
- Martinez-Navarro, E.M., Galian, J. & Serrano, J. (2005) Phylogeny and molecular evolution of the tribe Harpalini (Coleoptera, Carabidae) inferred from mitochondrial cytochrome-oxidase I. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 35, 127-146.
- Talarico, F., Giglio, A., Pizzolotto, R. & Brandmayr, P. (2016) A synthesis of feeding habits and reproduction rhythm in Italian seed-feeding ground beetles (Coleoptera: Carabidae). *European Journal of Entomology*, 113, 325–336.
- Zetto Brandmayr, T. (1983): Life cycle, control and propagation rhythm and fecundity of *Ophonus rotundicollis* Fairm. et Lab. (Coleoptera, Carabidae, Harpalini) as an adaptation to the main feeding plant *Daucus carota* L. (Umbelliferae). In: Brandmayr, P., Den Boer, P.J. & Weber, F. (eds): *Ecology of Carabids: The Synthesis of Field Study and Laboratory Experiment. Proc. 4th Symp. Carab. '81, Haus Rothenberge, Westphalia, September 24-26. Westphalia, Münster*, pp. 93-103.
-

Předběžný termín obhajoby

2023/24 LS – FŽP

Vedoucí práce

prof. Mgr. Jan Růžička, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra ekologie

Elektronicky schváleno dne 4. 3. 2024

prof. Mgr. Bohumil Mandák, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 18. 3. 2024

prof. RNDr. Michael Komárek, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 19. 03. 2024

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

KATEDRA EKOLOGIE

**HISTORIE ROZŠÍŘENÍ V ZÁVISLOSTI NA GRANIVORII
STŘEVLÍKŮ RODU OPHONUS (COLEOPTERA:
CARABIDAE) VE STŘEDNÍ EVROPĚ**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí práce: prof. Mgr. Jan Růžička, Ph.D.

Bakalant: Pavel Trávníček

2024

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, pod vedením prof. Mgr. Jana Růžičky, Ph.D. a že jsem uvedl všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

V Dřítči, dne 25.3.2024

.....

Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce prof. Mgr. Janu Růžičkovi, Ph.D. za trpělivost a ochotu korigovat a vést mou bakalářskou práci. Děkuji také RNDr. Věře Samkové, Ph.D. za připomínky k botanické části rešerše a kolegům střevlíkářům Tomáši Kopeckému, za nápad a konzultaci, Petru Veselému, Pavlu Moravcovi a Martinu Linhartovi za cenné údaje o vlastním pozorování bionomie střevlíků.

V neposlední řadě také děkuji rodině za podporu po celou dobu studia a toleranci k vášni ve sbírání a studiu brouků. Zejména pak děkuji bratru Martinu Trávníčkovi za toleranci a ohleduplnost při psaní této práce a dalším kolegům a přátelům ze spolku ochránců přírody Pestré Polabí z.s.

Abstrakt

Bakalářská práce v rešeršní části komplexně shrnuje poznatky o významných potravních specializacích u střevlíkovitých brouků, zejména se zaměřením na rozsáhlou skupinu druhů granivorních.

Druhá část rešerše se věnuje střevlíkům z rodu *Ophonus*, jejich bionomií, larválními stádii, rozšířením a známým faktům o druzích střední Evropy a také fylogenetickému zařazení rodu *Ophonus* v rámci dosud sestavených fylogenetických stromů.

Následuje kapitola o miříkovitých rostlinách (*Apiaceae*) s výskytem ve střední Evropě s potenciaální možností tvořit živné rostliny druhům rodu *Ophonus*.

Poslední rešeršní část se týká historického pohledu na možné šíření archeofytních miříkovitých rostlin i střevlíků rodu *Ophonus* do střední Evropy, včetně zjištěné fluktuaace rozšíření některých miříkovitých rostlin v rámci čvrtohor na základě palynologických výzkumů.

V rámci bakalářské práce je také odprezentován terénní pilotní výzkum odchytu střevlíků druhu *Ophonus puncticeps* pomocí zemních pastí s atraktantem v podobě různých semen *Apiaceae* na lokalitě Milíř u Vysoké nad Labem (Česká republika, východní Čechy).

Závěrem práce je propojení informací získaných z rešerše a nastínění možného historického rozšíření střevlíků rodu *Ophonus* ve střední Evropě především za posledních 6000 let, kdy docházelo k významnému vlivu člověka na strukturu krajiny střední Evropy z důvodu zemědělské činnosti.

Klíčová slova: bionomie, granivorní střevlíci, *Ophonus*, *Apiaceae*, archeofyty, antropochorie

Abstract

The bachelor's thesis in the literature review part comprehensively summarizes knowledge about important food specializations in ground beetles, especially focusing on a large group of granivorous species.

The second part of the literature review is devoted to ground beetles from the genus *Ophonus*, their bionomy, larval stage, distribution and known facts about the species of Central Europe, as well as the phylogenetic classification of the genus *Ophonus* within the phylogenetic trees compiled so far.

This is followed by a chapter on Apiaceae occurring in Central Europe with the potential to be food plants for species of the genus *Ophonus*.

The last part of the literature review concerns the historical perspective on the possible spread of archaeophyte umbellifers plants and ground beetles of the genus *Ophonus* to Central Europe, including the observed fluctuation in the distribution of some umbellifers plants within the Quaternary on the basis of palynological research.

The bachelor's thesis also presents field pilot research on the capture of ground beetles of the species *Ophonus puncticeps* using ground traps with an attractant in the form of various *Apiaceae* seeds at the locality Milíř near Vysoká nad Labem (Czech Republic, eastern Bohemia).

The conclusion of the thesis is the linking of the information obtained from the literature review and the outline of the possible historical distribution of ground beetles of the genus *Ophonus* in Central Europe, especially during the last 6000 years, when there was a significant human influence on the landscape structure of Central Europe due to agricultural activity.

Keywords: bionomics, granivorous ground beetles, *Ophonus*, *Apiaceae*, archaeophytes, anthropochory

Osnova BP

1. Úvod

2. Potravní specializace u čeledi Carabidae

2.1 Potravní specializace

2.2 Granivorie a morfologické adaptace na granivorii

3. Rod *Ophonus* Dejean, 1821

3.1 Obecné informace o rozšíření

3.2 Zařazení v rámci Carabidae (taxonomie)

3.3 Bionomie (zaměření na granivorii a potravní specializace u larev a dospělců)

3.4 Zástupci rodu ve střední Evropě

3.5 Fylogeneze rodu *Ophonus* v rámci tribu Harpalini

4. Rostliny čeledi *Apiaceae* ve střední Evropě

4.1 Původní druhy miříkovitých rostlin

4.2 Archeofyty a neofyty miříkovitých rostlin

5. Antropochorie

5.1 Šíření rostlinných druhů díky zemědělství

5.2 Historie druhů *Apiaceae* na území střední Evropy

5.3 Šíření brouků díky zemědělství

6. Metodika pilotního výzkumu

7. Výsledky pilotního výzkumu

8. Diskuze

8.1 Historické šíření druhů rodu *Ophonus* díky zemědělství?

8.2 Jsou druhy rodu *Ophonus* původní ve střední Evropě?

9. Závěr

10. Seznam použité literatury

1. Úvod

Potravní specializace střevlíkovitých brouků jsou často špatně pochopeny. Navzdory obecně rozšířenému tvrzení, že většina střevlíků patří mezi nesespecifické dravce (karnivory), patří řada druhů mezi potravní specialisty, často dobře vyhraněné v rámci jednotlivých tribů. Mezi velmi běžně střevlíky využívané potravní příležitosti patří semena rostlin, tzv. granivorie (semenožravost). Mezi nejvýznamnější skupiny alespoň částečně granivorních střevlíků patří podčeledi Harpalinae, Pterostichinae a Platyninae, zejména pak rody *Zabrus* Clairville, 1806, *Amara* Bonelli, 1810, *Harpalus* Latreille, 1802, *Dixus* Billberg, 1820 a *Ophonus* Dejean, 1821 (Brandmayr & Brandmayr, 1975; Zetto Brandmayr 1983; Talarico et al. 2016). Je známo, že u řady granivorních rodů střevlíků existuje potravní specializace na určité skupiny rostlin, přičemž tato specializace se může lišit u larev a dospělců. Mezi takové specialisty patří také druhy rodu *Ophonus*, které se specializují na semena miříkovitých rostlin (*Apiaceae*) (Brandmayr et al., 1990). Ve střední Evropě je tento rod zastoupen celkem 20 druhy ze čtyř podrodů (*Hesperophonus* Antoine, 1959, *Metophonus* Bedel, 1897, *Ophonus* s. str. Dejean, 1821 a *Incisophonus* Sciaky, 1987) (Hůrka, 1996; Kataev & Wrase, 2017).

Je známo, že řada miříkovitých rostlin patří mezi kulturní rostliny rozšířené do střední Evropy až s příchodem zemědělství (Gruszecki et al., 2018). Nastává proto otázka, zda jsou opravdu všechny známé druhy střevlíků rodu *Ophonus* ve střední Evropě původní a došlo u nich pouze k adaptaci na nový zdroj potravy (člověkem rozšířené *Apiaceae*), či byly rozšířeny společně s počátky pěstování kulturních rostlin, jako je například mrkev obecná (*Daucus carota*), která patří mezi nejvíce využívané živné rostliny pro larvy a dospělé rodu *Ophonus* (Talarico et al., 2016).

Předložená práce by měla shrnout dosud známé informace o bionomii a rozšíření střeoevropských druhů rodu *Ophonus* a rozšíření střeoevropských druhů známých i potencionálních živných rostlin z čeledi miříkovitých (*Apiaceae*), a získat tím dostatek informací k úvahám, zde existuje korelace v rozšíření predátora a potravy. Jsou opravdu všechny druhy rodu *Ophonus* ve střední Evropě původní, či mohly být rozšířeny se zemědělstvím?

2. Potravní specializace u čeledi Carabidae

2.1. Potravní specializace

Různé potravní specializace u střevlíkovitých brouků jsou známy u řady podčeledí. Dle Forsythe (1991) existuje přímá korelace mezi tělesným habitem a potravní specializací u různých střevlíkovitých brouků. Tyto potravní specializace se vyskytují se jak u larev, tak u dospělců. Nejvíce zkoumané, i díky velikosti a nápadnosti, jsou potravní specializace u velkých střevlíků z tribu **Carabini**.

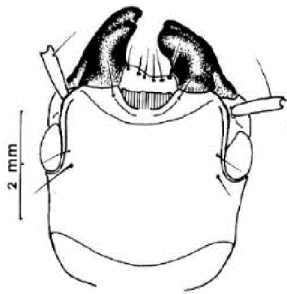
Mezi nejznámější specialisty patří krajníci rodu *Calosoma* Weber, 1801, kteří jsou specializováni na lov housenek bekyní v korunách stromů, využívají k tomu do široka roztažené nohy s velkými drápkami pro lepší pohyb po kůře, a mohutná kusadla na zachycení kořisti (Bostick 1945).

Poměrně častá u tribu Carabini je i malakofagie (specializace na měkkýše), která se vyvinula zejména u druhů rodu *Cychrus* Fabricius, 1794, kteří mají protáhlou hlavu a napřímená kusadla, aby se dostaly dovnitř ulit suchozemských měkkýšů, tento proces protažení hlavy a kusadel se nazývá tzv. cychridizace (podobně vznikla např. u malakofágního mrchožrouta *Phosphuga atrata* Linnaeus, 1758). Naopak další malakofágní rod, *Procerus* Dejean, 1826, má kusadla a hlavu velmi mohutnou, aby dokázaly ulity rozlámat, jedná se o tzv. procerizaci. Obě tyto specializace se dokonce mohou vyskytovat v rámci populací jednoho druhu (viz střevlík *Carabus (Damaster) blaptoides* (Kollar, 1836) (Konuma & Chiba 2007).

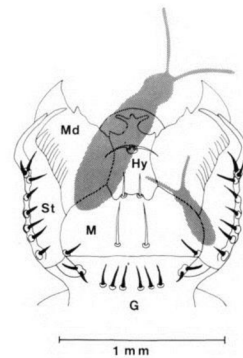
Mezi další malakofágní specialisty patří řada druhů z tribu **Licinini**, zejména rod *Licinus* Latreille, 1802, který se také adaptoval na lámání tvrdých měkkýších ulit, a to podobně jako *Procerus* Dejean, 1826, totiž rozšířenými mohutnými kusadly, přičemž levá část kusadla přesahuje pravou tak, aby dokázaly ulity pákovitě odlámat (obr. 1) (Brandmayr & Brandmayr 1986).

Zástupci příbuzného rodu *Badister* Clairville, 1806, mají velmi podobně uzpůsobená kusadla pro lov stejnonožců (Isopoda), kteří mají tvrdý exoskelet tvořený chitinem se složkami vápníku, tudíž je pro většinu predátorů nedostupný (Forsythe 1983).

Další skupina střevlíků má adaptace na lov chvostoskoků (Collembola). Tam patří velmi adaptovaný rod *Loricera* Latreille, 1802. Ten je typický výraznými setami na bazálních



Obr. 1: Hlava a kusadla adaptovaná na malakofagii, *Loricera cassideus* (Fabricius, 1792), kresba Brandmayr & Brandmayr



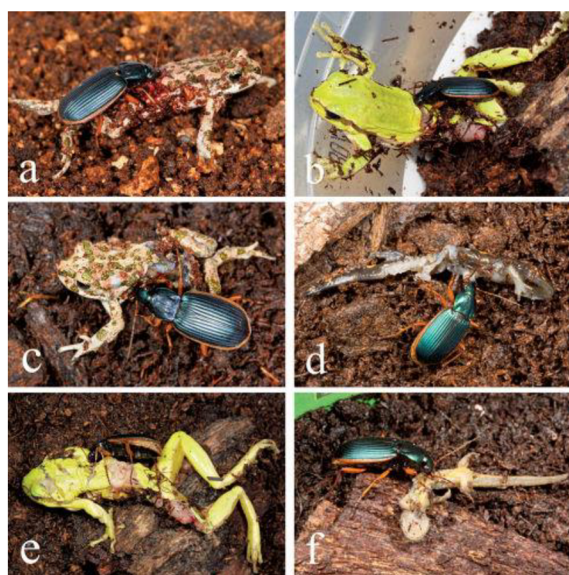
Obr. 2: Hlava a kusadla adaptovaná na lov chvostoskoků, *Leistus* Frölich, 1799, kresba Bauer (1985).

člancích tykadel a kolem ústního ústrojí. Dle Bauera (1982) tyto sety využívají jak na vyhledávání chvostoskoků pomocí chemoreceptorů, které se na nich vyskytují, tak na odchyt kořisti a zabránění jeho úniku. Velmi podobně specializované ústní ústrojí a sety na tykadlech mají také některé skupiny z podčeledi **Nebriinae**, zejména rod *Leistus* Frölich, 1799 (obr. 2) (Bauer 1985).

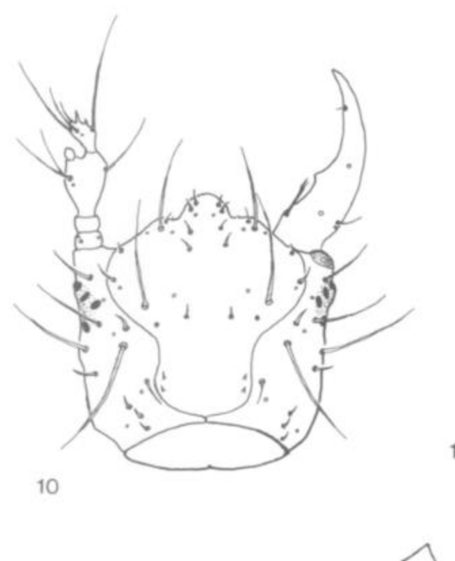
Podobně specializovaní jsou taktéž druhy podčeledi **Dryptinae**, jejich protažená trnitá kusadla jsou adaptovaná na lov křísů (Auchenorrhyncha) (Itoh 2017, 2020), či druhy z tribu Odacanthini (např. rod *Ophionea* Klug, 1821, či *Odacantha* Paykull, 1798), kteří mají protáhlou šiji a protáhlé nohy k pohybu v rákosinách, podmáčených travních porostech, či rýžových polích, kde predování křísů žijí (Samal & Misra 1978).

Mezi potravní specialisty patří také někteří halofilní a ripikolní střevlíci z tribu **Dyschiriini**, kteří se vyznačují jednak hrabavými končetinami na hloubení nor (které souvisí zejména s péčí o potomstvo), ovšem používají je také k vyhrabávání larev a dospělců drabčků rodu *Bledius* Leach, 1819, které dokáží vyhledat chemoreceptory reagujícími na sekret vypouštěný ze zadečkových článků (Steidle & Dettner 1995), a larev brouků z čeledi Heteroceridae, které jim slouží jako potrava (Sazhnev 2018).

Zejména v tropické a subtropické oblasti je u střevlíků značně rozšířená myrmekofágie (Brandmayr et al. 2000). Všeobecně známy jsou zejména příklady predace mravenců střevlíky (zejména larvami) z podčeledi **Paussinae**. Zajímavá je jejich adaptace (chemické mimikry) speciálních žláz a trichomů na rozšířených zploštělých tykadlech, ze kterých vylučují látky podobné mravenčím feromonům, díky jimž mohou se mohou pohybovat v mraveništích bez vyvolané agresivity samotnými mravenci (Geiselhardt et al. 2007). Další myrmekofágní podčeleď je **Siagoninae**, zastoupená středomořským mikrokavernikolním druhem *Siagona europaea* Dejean, 1826. Laboratorní výzkumy ukázaly, že tento druh svým chováním při



Obr. 3: Predace druhu *Epomis circumscriptus* (Duftschmid, 1812) jednotlivých druhů obojživelníků. Fotografie: Gil Wizen (Wizen & Gasith 2011).



Obr. 4: Kresba hlavy a kusadel larvy druhu *Lebia viridis* Say, 1823 (Capogreco 1989).

predaci nespécifických mravenců na sebe nechává vypouštět mravenčí chemické sloučeniny, které mu pak následně pomáhají zmást mravence při další predaci. Je proto považován za přechodný evoluční stupeň ke skutečnému myrmekofágnímu stylu života, který můžeme vidět například u již zmíněných Paussinae (Talarico et al. 2009).

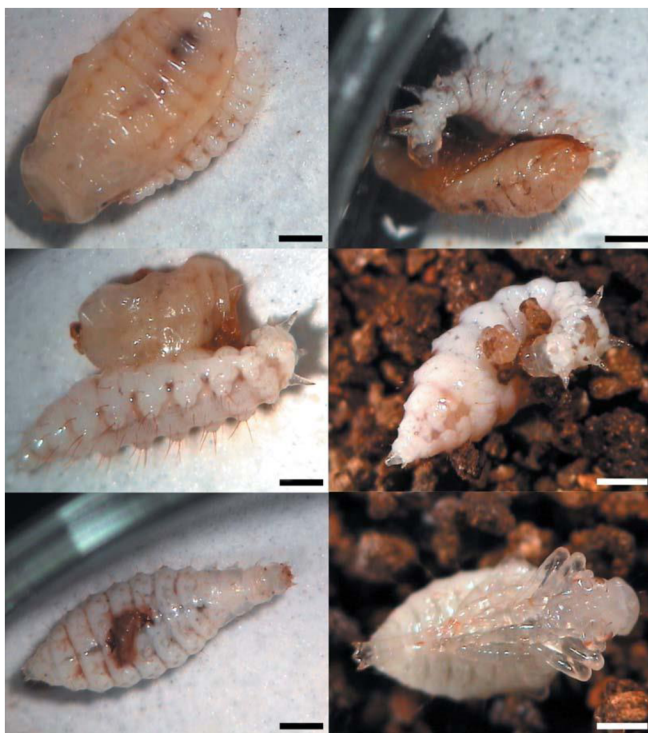
Naprostu unikátní potravní strategii mají střevlíci z podrodu *Epomis* Bonelli, 1810 (včetně několika dalších rodů tribu **Chlaenini**). Dospělci i larvy se živí výhradně obojživelníky, žábami jako jsou rosničky (*Hyla Laurenti*, 1768), ropuchy (*Bufo Laurenti*, 1768 a *Bufo* Rafinesque, 1815), či skokani (*Rana Linnaeus*, 1758 a *Pelophylax Fitzinger*, 1843), ale také čolky (*Triturus Rafinesque*, 1815 a *Lissotriton Bell*, 1839) a mloky (*Salamandra Laurenti*, 1768). Střevlíci rodu *Epomis* obojživelníky loví v noci aktivně, přičemž obvykle postupně natráví části skákacích stehien, či oblasti za hlavou (obr. 3) (Wizen & Gasith 2011).

U některých skupin střevlíků jsou potravní specializace známy pouze u larev, přičemž dospělci jsou nespecifičtí karnivorové. Jedná se zejména o prskavce – **Brachinini** a střevlíky z tribu **Lebiini** a **Peleciini**.

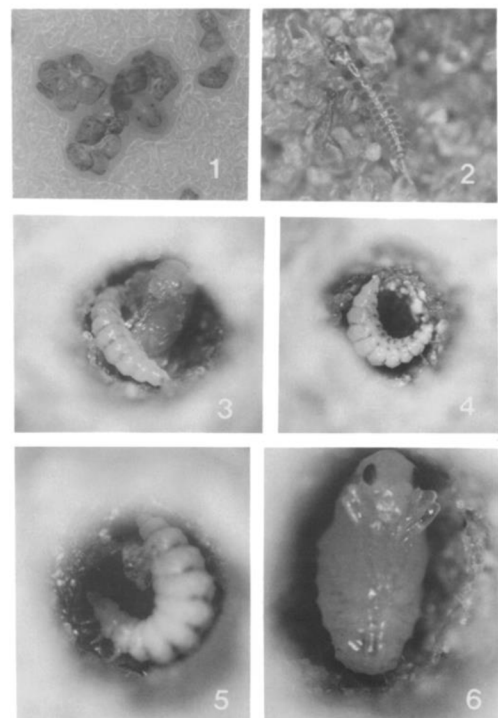
Larvy prskavců z rodu *Brachinus* Weber, 1801 jsou ektoparazitoidi larev a kukel jiných brouků, mezi známé hostitele patří vodní brouci z čeledí Gyrinidae, Hydrophilidae a Dytiscidae (Erwin 1967), dále pak střevlíci z rodu *Amara* Bonelli, 1810, známé u našich středoevropských druhů *B. crepitans* Duftschmid, 1812 a *B. explodens* (Linnaeus, 1758) (Saska & Honek 2004). Zajímavé výsledky přinesl také výzkum prskavců z rodu *Pheropsophus* Solier, 1833, u kterých byl zjištěn ektoparazitismus na krtonožkách rodu *Scapteriscus* S.H. Scudder, 1868 (Weed & Frank 2005).

Larvy střevlíků z rodu *Lebia* Latreille, 1802 jsou ektoparazitoidi larev a kukel různých mandelínek – Chrysomelidae. Mezi nejznámější příklad patří ektoparazitoidismus druhu *Lebia grandis* Hentz, 1830 na amerických mandelinkách rodu *Leptinotarsa* Chevrolat, 1836 (Grodén 1990).

Larvy střevlíků rodu *Pelecium* Kirby, 1817 jsou dle práce Salt (1928) ektoparazitoidi na mladých stádiích mnohonožek a na mandelinkách.



Obr. 5: Ektoparazitoidismus larvy rodu *Brachinus* Weber, 1801 na kukle střevlíka rodu *Amara* Bonelli, 1810 (Saska a Honek A. 2004).



Obr. 6: Ektoparazitoidismus larvy druhu *Lebia viridis* Say, 1823 na kukle dřepčika rodu *Altica* Geoffroy, 1762 (Capogreco 1989).

2.2 Granivorie a morfologické adaptace na granivorii

Specifickou potravní adaptací rozšířenou u střevlíkovitých je granivorie (semenožravost).

U řady skupin čeledi Carabidae se vyskytuje pouze jako částečné doplnění (zvětšení) možnosti potravní nabídky (Goldschmidt & Toft 1997). To je známé zejména u polyfágních omnivorních střevlíků, kam patří například střevlíci z tribu **Pterostichini**. Ze střední Evropy jsou publikovány zejména údaje o žíru semen u rodů *Abax* Bonelli, 1810 a *Pterostichus* Bonelli, 1810. Přičemž predovanými semeny jsou zejména běžné luční rostliny a polní plevely. Jedná se například o práci Hurst & Doberski (2003), kdy byl zkoumán druh *Pterostichus maddidus* (Fabricius, 1775) a jeho predace semen *Centaurea scabiosa* L., *Galium verum* L., *Leucanthemum vulgare* Lam., ačkoliv více preferovanou stravou byly kusy masa, či výzkum druhů *P. melanarius* (Illiger, 1798), *P. vernalis* (Panzer, 1796) a *P. niger* (Schaller 1783) a jejich predace polních plevelů (Jonason et al. 2013). Podobný částečný žír semen je znám také u některých druhů tribu **Trechini**, zkoumaný např. u druhu *Trechus quadristriatus* (Schrank, 1781) (Jonason et al. 2013).

Další záznamy predace semen patří k tribu **Sphodrinini**, velkou polyfágnost včetně predace semen má rod *Calathus* Bonelli, 1810. Známý jsou údaje o druhu *Calathus micropterus* (Duftschmid, 1812) a jeho predaci semen borovice lesní (*Pinus sylvestris*) spolu s druhem *Pterostichus oblongopunctatus* (Fabricius, 1787) (Nystrand & Granström 2000). Při průzkumech predace semen jsou také nezdědky zaznamenávány druhy *Calathus fuscipes* (Goeze, 1777) a *C. melanocephalus* (Linnaeus, 1758). Dle vlastního pozorování z Kypru (2023) byly v noci zaznamenány druhy *Calathus longicollis* Motschulsky, 1865 a *Calathus (Neocalathus) leptodactylus* Putzeys, 1873 při požívání olejnatých semen na semenících ostropestřece mariánského (*Silybum marianum* L.) a to dokonce ve velkých počtech několika desítek kusů. Na stejné lokalitě (Kiti Dam) byl pozorován na semenících ostropestřece také žír střevlíka z rodu *Laemostenus* Bonelli, 1810 (T. Kopecký, pers. obs. 2023). K občasným predátorům semen patří také některé omnivorní rody tribu **Platynini**, zejména rod *Agonum* Bonelli, 1810 a včetně příbuzného (pod)rodu *Europhilus* Chaudoir, 1859, ale také například druh *Anchomenus dorsalis* Bonelli, 1810 (pers. obs. Kypr 2023).

Druhou velkou skupinou jsou střevlíci preferující granivorii jako hlavní zdroj potravy, včetně druhů, které bez granivorie nedokážou dokončit svůj vývoj, či u nich nedojde k dozrání pohlavních orgánů. Nejvýznamnější jsou druhy z tribu **Zabrini**, na které existuje velké

množství výzkumů zejména z hlediska predace semen plevelů na polích. Rod *Zabrus* Clairville, 1806 vykazuje velkou míru specializace, přičemž řada druhů bývá považována za významné škůdce zemědělských plodin. Nejvíce prací existuje na fytofágii druhu *Zabrus tenebroides* (Goeze, 1777) a jeho predaci semen obilovin (Johnson & Cameron 1968, Thiele 1977). Larvy i dospělci tohoto druhu však nevyžirají pouze semena, ale okusují také mladé listy (Thiele 1977). Bylo zjištěno, že preferují pšenici (*Triticum* L.), žito (*Secale* L.) a ječmen (*Hordeum* L.) nad ovsem (*Avena* L.) a travami z rodu lipnice (*Poa* L.) a žitňák (*Agropyron* Gaertn.) (Thiele 1977; Bassett 1978). Preference semen a listů obilovin byla prokázána také u dalších 11 druhů rodu (Altinayar 1976).

Ve střední Evropě se výzkumy nejvíce zabývají rodem *Amara* Bonelli, 1810, kde najdeme jak druhy poměrně polyfágní, tak i významné specialisty na určité druhy semen (Thiele 1977). Příkladem polyfágního druhu může být *Amara (Bradytus) apricaria* (Paykull, 1790), *Amara* (s. str.) *eurynota* (Panzer, 1796), či *A.* (s. str.) *aenea* (DeGeer, 1774), u všech těchto druhů je známa i omnivorie (Zhavoronkova 1969, Hagley et al. 1982, Saska & Jarošík 2001), naopak mezi specialisty patří některé druhy z podrodu *Curtonotus* Stephens, 1828, například *Amara (Curtonotus) aulica* (Panzer, 1796) s potravní vazbou na pcháče a bodláky (*Cirsium* spp. a *Carduus* spp.) a několik málo dalších druhů hvězdicovitých rostlin (Asteraceae) (Lindroth



Obr. 7: Střevlíček *Amara (Curtonotus) aulica* predující nedozrálá semena bodláku (*Carduus* sp.) SK, Cerová vrchovina, Gemerský Jablonec 2022, foto: P. Trávníček

1945). Z dalších specialistů je známá vazba druhů *Amara* (s. str.) *ovata* (Fabricius, 1792) a *A.* (s. str.) *similata* (Gyllenhal, 1810) na brukvovité rostliny (Brassicaceae), z nichž preferovaná semena ve výzkumech patřila hlavně kokošce pastuší tobolce (*Capsella bursa-pastoris* L.).

Bylo zjištěno, že při podávané masité stravě (mšice) nebyly larvy schopné dokončit vývoj (Jorgensen & Toft 1997). Další běžný středoevropský druh, *Amara* (s. str.) *familiaris* (Duftschmid, 1812) je spojována se semeny ptačinců (*Stellaria media*) (Saska & Jarošík 2001). Velmi zajímavá pozorování provedl Burakowski (1967), který při výzkumech druhu *Amara pseudocommunis* Burakowski, 1957 (dnes *A. makolskii* Roubal, 1923) popsal omnivorní chování prvních dvou instarů larev a karnivorní chování larev třetího instaru. Imaga byla opět omnivorní, ovšem s preferovanou predací semen bříz (*Betula* spp.) a olší (*Alnus* spp.), přičemž předvídá korelaci predace těchto semen s dozráváním pohlavních orgánů a možností kladení vajíček.

Tribus **Stenolophini** zahrnuje také velkou řadu granivorních, či alespoň částečně granivorních druhů. Rod *Stenolophus* Dejean, 1821 byl zaznamenán se semeny trav (*Setaria*, vlastní pozorování Kypr 2023), i plevelů z čeledi Brassicaceae a Asteraceae (např. druh *Stenolophus teutomus* (Schrank, 1781), Honek et al. 2007), jedná se proto pravděpodobně o generalisty. Dle studií provedených Pauschem (1979) se larvy i dospělci živí jak karnivorně, tak granivorně. (Výzkum byl proveden u amerických druhů *Stenolophus comma* (Fabricius, 1775) a *S. lecontei* (Chaudoir, 1868) a sledoval jejich predaci semen kukuřice) (Acorn & Ball 1991).



Obr. 8: Druh *Stenolophus abdominalis persicus* Mannerheim in Chaudoir, 1844 při odnosu semene trav rodu *Setaria*, Kypr-Kannaviou 2023, foto: P. Trávníček.

Nejvýznamnější granivorní druhy tribu Stenolophini jsou druhy rodu *Bradycellus* Erichson, 1837, u kterých je známa řada specializací. Druh *Bradycellus ruficollis* (Stephens, 1828), ale i další druhy rodu *Bradycellus* preduje semena vřesu *Calluna vulgaris* Salisb. (Delany 1960).

Velkou druhovou diverzitu má rod *Bradycellus* také na Kanárských ostrovech, Madeiře a Azorech, kde lze předpokládat predace semen vřesovců (*Erica* spp.).

Rod *Acupalpus* Latreille in Cuvier, 1829 byl zkoumán zejména s predací semen polních plevelů. U druhů *A. meridianus* (Linnaeus, 1761) byla zjištěna preference semen kokošky (*Capsella bursa-pastoris*) a heřmánkovce (*Tripleurospermum inodorum* L.) (Saska 2007).

Tribus **Anisodactylini** patří taktéž mezi granivorii preferující skupiny.

Z rodu *Anisodactylus* Dejean, 1829 byl zkoumán druh *Anisodactylus sanctaecrucis* (Fabricius, 1798) žijící v Severní Americe. Bylo zjištěno, že druh preferuje běžné druhy plevelů, zejména merlíky (*Chenopodium album* L.) a vojtěšku (*Medicago sativa* L.) (Lundgren & Rosentrater 2007). U druhu *Anisodactylus punctatipennis* A. Morawitz, 1862, byl porovnáván rozdíl mezi larvami i dospělci krmenými semeny a masem. Bylo zjištěno, že kusy krmené semeny byly vitálnější a měly vyvinuté pohlavní znaky, na rozdíl od kusů krmených masem, které měly velkou mortalitu a nedovyvinuté pohlavní znaky samců i samic. To dokládá nutnost granivorie u rodu *Anisodactylus* (Sasakawa 2009).

Rod *Notiobia* Perty, 1830, rozšířený zejména v Neotropické a Australské oblasti, má také velkou míru specializace. Zejména larvy mají kusadla uzpůsobená k predaci semen. Dle morfologie kusadel larev lze dokonce rozdělit jednotlivé druhy podle specializace na určitá semena různých čeledí rostlin. Druhy s protaženými a velmi zubatými kusadly jsou predátoři semen z čeledi Moraceae (*Notiobia pseudolimbipennis* Arndt, 1998 – predace semen rodu *Ficus* L.), či Clusiaceae (*N. nebrioides* Perty, 1830). Naopak druhy s krátkými mandibuly a s nízkým počtem zubů jsou predátoři semen čeledi Melastomataceae, viz. druh *Notiobia aulica* (Dejean, 1829). To vše koreluje také s fylogenetickým zařazením druhů (Arndt et al. 1996).

Největší a nejvíce diverzifikovanou granivorii preferující skupinu tvoří tribus **Harpalini**. Jde o druhově bohatý tribus s širokou ekologickou valencí a rozšířením, avšak nejvíce preferovanými biotopy jsou zejména stepní a polní ekosystémy (Bertrandi & Brandmayr 1991).

Unikátní skupinou je podtribus **Ditomina**, kde je u řady druhů známa nejen potravní specializace, ale také péče o potomstvo (Brandmayr 1974). Jejich úzkou specializací potvrzuje i tvar mandibul. Většina druhů z tohoto podtribu má rozšíření v suchých oblastech v jižní a jihovýchodní Evropě. Schremmer (1960) popsal predaci středomořského druhu *Dixus clypeatus* (P. Rossi, 1790) na semenech jitrocele druhu *Plantago lanceolata* L., přičemž imaga tohoto

druhu aktivně vylézají na semeníky jitrocelů, které přímo ožirají, či je tahají a nechávají dozrát ve vytvořených podzemních komorách, které připravují pro budoucí larvy. Další velmi příbuzný druh, *Ditomus calydonicus* (Rossi, 1790), má velmi podobnou strategii se semeny rodu *Daucus* L. s tím rozdílem, že se o potomstvo stará i v době jejich vývoje. Brandmayr & Brandmayr Zetto (1974) zjistili, že jedna samice může odchovat i více než 25 ponravovitých a slepých larev. U druhů rodu *Carterus* Dejean et Boisduval, 1829 byla také zjištěna predace semen miříkovitých rostlin (*Daucus*, *Foeniculum* Mill.) (Larochelle 1990). To bylo ověřeno také vlastním pozorováním druhu *Carterus gilvipes* (Piochard de la Brûlerie, 1873) na Kypru 2023 (viz fotografie). Zajímavé na tomto pozorování bylo, že imaga na okolíky fenyklu (*Foeniculum vulgare* Mill.) vylézala pouze v brzkých ranních hodinách (8 – 9 ráno, lokalita byla kontrolována také odpoledne, večer a v noci, kdy nebyl nalezený jediný kus) přičemž požírali jak nedozrálá semena, tak okvětní lístky rostliny. Preferenci ranní hodiny žíru jsem si vysvětloval vyšší vlhkostí a tedy dostatkem vody v květech rostliny, než kdyby druh prováděl žír při odpoledních vysokých teplotách. I další příbuzné druhy Ditomina mají podobný tvar těla, kusadel i bionomie a je u nich proto předpokládána granivorie i péče o potomstvo.



Obr. 9: Střevlíček *Carterus gilvipes* predující nedozrálá semena kopru (*Anethum* sp.).
Kypr-Germasogeia 2023, foto: P. Trávníček.

V podtribu **Harpalina** jsou početně největší granivorní a částečně granivorní střevlíci z rodu *Harpalus* Latreille, 1802. Mnoho prací se týká predace plevelů středoevropskými druhy

Harpalus rufipes (DeGeer, 1774) a *Harpalus affinis* (Schrank, 1781). Oba tyto druhy patří v larválním stadiu mezi granivorní generalisty, zejména larvy druhu *Harpalus (Pseudophonus) rufipes* (DeGeer, 1774) se ve všech instarech živí výhradně semeny. Luff (1980) zkoušel larvám druhého instaru podávat různé druhy semen, přičemž jich larva konzumovala 18 z 24 nabízených druhů, to svědčí o velké polyfágnosti. Toft (1997) zkoumal fekunditu samic a počet kladených vajec v závislosti na krmení jedním druhem semen, masem a směsí semen. Z výzkumu vyšlo, že samice krmené masem kladly nejméně vajec, či nekladly vůbec. Dále pak zkoumal také přežívání larválních instarů. Zajímavý byl výsledek, že při krmení jedním druhem semen (*Poa annua* L.) trval vývoj stejně rychle jako při krmení směsí semen, naopak při krmení směsí živočišné potravy trval vývoj téměř dvakrát tak dlouho jako při krmení směsí semen. Ekvivalentním zkoumaným druhem v Nearktické oblasti je druh *Harpalus (Pseudophonus) pensylvanicus* (Degeer, 1774), u kterého byla taktéž zjištěna velká polyfagie, ve výzkumu predace polních plevelů bylo imagem zkonsumováno 14 z 16 podávaných druhů semen (Lund & Turpin 1977). Nicméně při pokusu s nabízenou živočišnou potravou (housesky píďalek z rodu *Agrotis* Ochsenheimer, 1816) druh preferoval housesky. Bylo také zjištěno, že si oba zmiňované druhy podrodu *Pseudophonus* staví v druhém larválním instaru hluboké podzemní chodby, kam si ukládají semena, která následně konzumuje třetí, málo pohyblivý instar přes zimu (Luff 1980, Kirk 1972). Podobně jako u výzkumu Tofta (1997) byla potvrzena preference semen dalšími druhy rodu *Harpalus*. Za zmínku stojí zejména práce Bertrandi a Brandmayr (1991), která se týká druhu *H. honestus* (Duftschmid, 1812), kde bylo zjištěno, že při krmení larev živočišnou stravou dochází k velmi zvýšené mortalitě jak larev, tak dospělců. Severský druh *H. fuliginosus* (Duftschmid, 1812) byl zkoumán s predací semen myrmekochorní *Carex pilulifera* L. (Kjellsson 1985).

Další středomořský rod *Acinopus* Dejean, 1821, s výrazně uzpůsobenými kusadly, se živí semeny trav z čeledi Poaceae (Fadda 2007).

Rod *Parophonus* Ganglbauer, 1891 byl předmětem pouze několika málo výzkumů, dle práce Honek et al. (2007) druh *Parophonus maculicornis* (Duftschmid, 1812) predoval menší semena plevelů čeledi Brassicaceae a Caryophyllaceae.

Nejvíce specializovanou skupinou je rod *Ophonus* Dejean, 1821, kde najdeme pouze granivorní druhy s často omezením na pár či pouze jednu živnou rostlinu (oligofágií až monofágií). Dle tvaru mandibul patří mezi více specializované skupiny. Larvy se také živí čistě granivorně, u

larev je známo, že aktivně dokáží vyhledávat semena a ukládat si je do chodeb, kde následně probíhá žír (Brandmayr a Brandmayr 1975).

Vysvětlivky: A = dospělci, L = larvy, + = americké druhy, * = druh nedávno zařazený do samostatného rodu (*Cryptophonus* Brandmayr & Zetto Brandmayr, 1981), který je příbuznější rodu *Ophonus* než *Harpalus*.

Zleva: 1. sloupec: vybrané druhy rodu *Harpalus*, 2. sloupec: karnivorie, 3. sloupec: granivorie, 4. sloupec: omnivorie, 5. sloupec = zdroj (autoři)

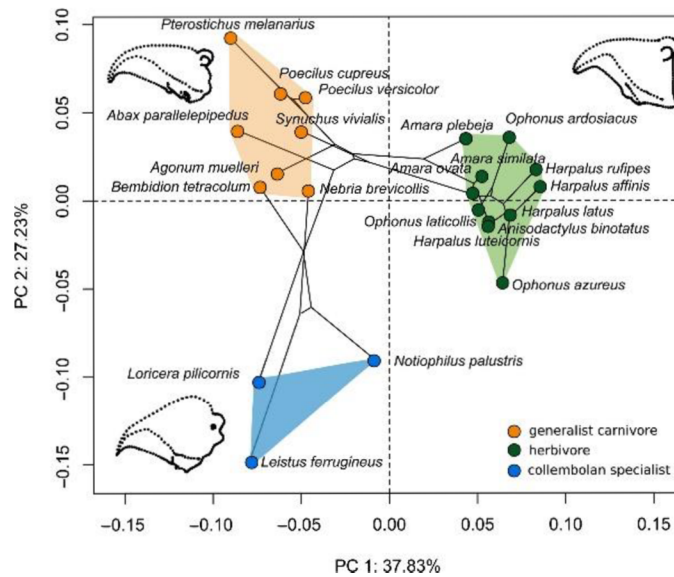
Tab. 1: Nota: A = adulti; L = larve; + = specie americane; * = specie posta recentemente in un sottogenere (genere) a sè stante (BRANDMAYR et al., 1980; SCIACY, 1989), da inserire in o presso *Ophonus*: il sottogenere *Cryptophonus*.

Osservazioni effettuate su: specie	dieta proteica		spermofagia		entrambe		autori
	A	L	A	L	A	L	
<i>Harpalus acneus</i> FBR. (affinis SCHRANK)					•	•	LINDROTH, 1945
<i>H. amputatus</i> SAY +	•	•					ALLEN, 1979
<i>H. anxius</i> DFT.					•		BRANDMAYR, ined.
<i>H. atratus</i> LATR.					•		BRANDMAYR, ined.
<i>H. basilaris</i> KIRBY +	•						ALLEN, 1979
<i>H. (Pardileus) calceatus</i> DFT.					•		LINDROTH, 1945
<i>H. caliginosus</i> FABR. +					•	•	ALLEN, 1979
<i>H. cautus</i> DEJ. +			•	•			ALLEN, 1979
<i>H. (Harpalophonus) circum-</i> <i>punctatus italicus</i> SCHAUM			•	•			Z. BRANDMAYR & BRANDMAYR, 1978
<i>H. compar</i> LE CONTE +				•			ALLEN, 1979
<i>H. dimidiatus</i> ROSSI					•		BRANDMAYR, ined.
<i>H. distinguendus</i> DFT. (psittacinus FOURC.)					•		LINDROTH, 1945
<i>H. erraticus</i> SAY +					•	•	KIRK, 1972
<i>H. funerarius</i> CSIKI +	•	•					ALLEN, 1979
<i>H. (Pseudophonus) griseus</i> PANZ.		•			•		LINDROTH, 1945
<i>H. herbivagus</i> SAY +					•		ALLEN, 1979
<i>H. marginellus</i> DEJ.					•		BRANDMAYR, ined.
<i>H. pennsylvanicus</i> DE GEER +					•	•	KIRK, 1972
<i>H. pleuriticus</i> KIRBY +	•						ALLEN, 1979
<i>H. (Pseudophonus) pubescens</i> MÜLL. (rufipes DE GEER, ruficornis FBR.)					•	•	LINDROTH, 1945
<i>H. rubripes</i> DFT.					•		BRANDMAYR, ined.
<i>H. rufus</i> BRÜGG. (ferrugineus FBR., flavescens PILL. & MITT.)	•						LINDROTH, 1945
<i>H. servus</i> DFT.			•				LINDROTH, 1945
<i>H. serripes</i> QUENS					•		BRANDMAYR, ined.
<i>H. tardus</i> PANZ.			•				LINDROTH, 1945
<i>H. tenebrosus</i> *			•				BRANDMAYR, ined.

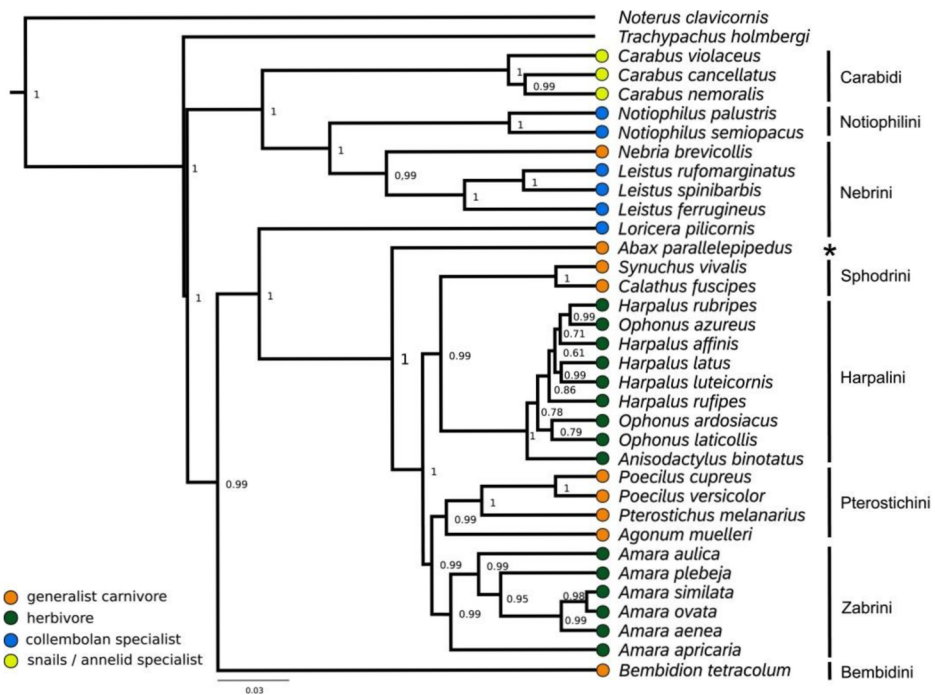
Tabulka 1: Vybrané druhy rodu *Harpalus* Latreille, 1802 a jejich potravní preference (Bertrandi & Brandmayr 1991).

Morfologie mandibul

Práce Acorn a Ball (1991) se zabývá morfologickými znaky na kusadlech jednotlivých granivorních druhů střevlíků. Z výsledků studie vyplývá, že druhy s protáhlými kusadly patří mezi primitivnější skupiny, např. rod *Stenolophus*, tomu také odpovídá pouze jeho částečná granivorie. Naopak široká a silná kusadla druhů tribu Zabrinini nebo podtribu Ditomina vykazují vysokou míru specializace. Graf 1 znázorňuje postavení zkoumaných druhů a jejich morfologický typ kusadel srovnaný s fylogenetickými příbuznostmi na základě analýzy genu COI.



Graf 1: Znárodnění rozmístění několika druhů střevlíků ve vztahu k morfologii kusadel, potravní preferenci (karnivorní generalisté – oranžová, herbivorní – zelená a specialisté na chvostokoky – modrá) a v závislosti na fylogenetické příbuznosti všech druhů. Nebyly zahrnuty druhy specializované na lov měkkýšů (Baulechner et al 2020).



Graf 2: Ultrametrický fylogenetický strom založený na analýze genů 18S, 28S, COI a eIF. Jednotlivé triby jsou zmíněny vpravo. U každého uzlu je zmíněn bootstrap value (Baulechner et al (2020)).

3. Rod *Ophonus* Dejean, 1821

Rod *Ophonus* Dejean, 1821 byl popsán podle typového druhu *Carabus sabulicola* Panzer, 1796.

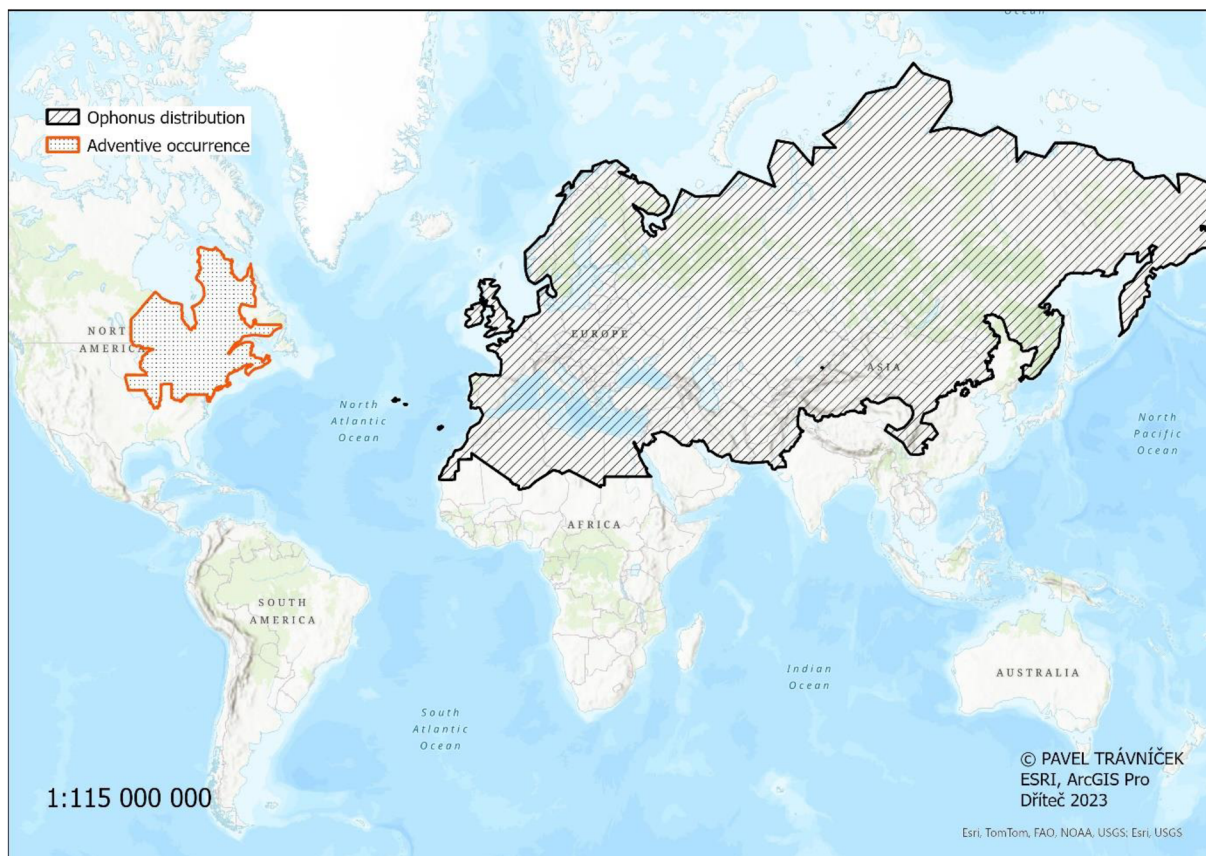
Etymologie slova není přesně známa, uvádí se buď spojením řecké předpony ob- (k, naproti apod.) a slova „phonos“ (zabít, zavraždit), či dle Desmaresta (1851) slovo vzniklo podle mytologického jména Ophioneus.

V rodě *Ophonus* je známo 70 druhů v šesti podrodech (Lorenz, W. 2021).

3.1 Obecné informace o rozšíření

Střevlíci rodu *Ophonus* jsou rozšířeni v Palearktické zóně s centrem rozšíření (a s největší druhovou diverzitou) ve Středomoří a na Blízkém východě ve stepních oblastech. Hranice areálu tvoří na západě souostroví Madeira. Na jihu okraj severní Afriky (přibližně severní okraj pouště Sahara). Úplně chybí na Arabském poloostrově. Jihovýchodní hranice areálu prochází přes Pákistán a Afganistán, kde je rod zastoupen pouze druhem *Ophonus (Hesperophonus) chlorizans* Solsky, 1874, dále pokračuje přes Tádžikistán, Kyrgyzstán a Mongolsko. V Číně je rod nalezen pouze v několika oblastech (Sichuan, Gansu, Beijing, Liaoning). Východní areál výskytu je ohraničen výskytem druhu *Ophonus (Metophonus) stricticollis* Tschitschérine, 1893 na Dálném východě (Löbl & Löbl 2018).

Z Nearktické zóny jsou známy 2 druhy zavlečené ze západní Evropy do USA v minulém století: *Ophonus puncticeps* Stephens, 1828, zavlečen pravděpodobně v roce 1954 na Long Island a posléze i do mnoha dalších oblastí USA i Kanady, a *O. rufibarbis* (Fabricius, 1792) zavlečen v roce 1953 do oblasti Montreal a Quebec (Bousquet 2012).



Mapa 1: Znárodnění rozšíření rodu *Ophonus* dle Palearktického a Nearktického katalogu.

3.2 Zařazení v rámci Carabidae (taxonomie)

Rod *Ophonus* Dejean, 1821 patří v rámci čeledi Carabidae do podčeledi Harpalinae, tribu Harpalini a společně s příbuznými 78 rody do podtribu Harpalina (Lorenz, W. 2021). Je tedy příbuzný s významnými rody jako je např. *Harpalus*, *Parophonus*, *Acinopus*, *Selenophorus* Dejean, 1829, které spojuje mimojiné právě adaptace na granivorii.

Rod *Ophonus* se dále dělí na 6 podrodů

Podrod – počet druhů: (Kataev & Wrase 2017)

Brachyophonus Sciaky, 1987 – 2 druhy

Hesperophonus Antoine, 1959 – 16 druhů

Incisophonus Sciaky, 1987 – 1 druh

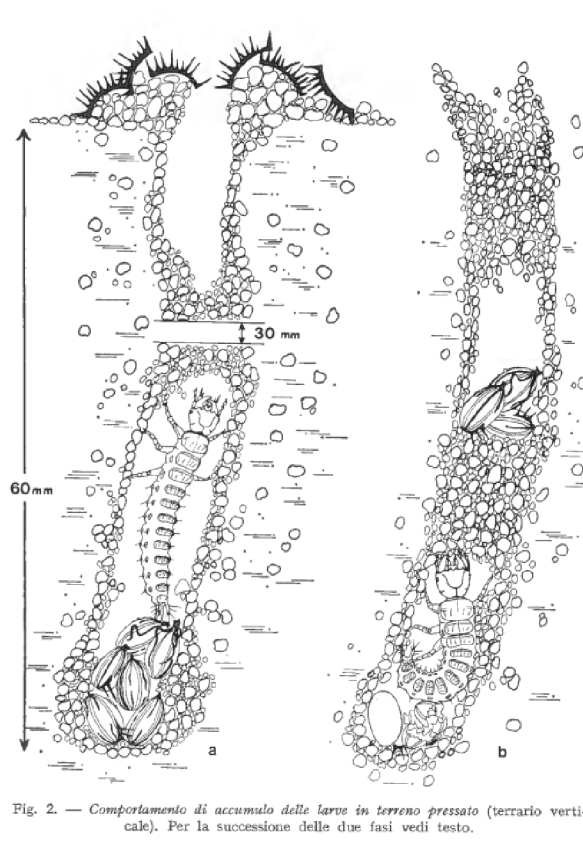
Macrophonus Tschitschérine, 1901 – 3 druhy

Metophonus Bedel, 1897 – 39 druhů

Ophonus s. str. Dejean, 1821 – 9 druhů

3.3 Bionomie (zaměření na granivorii a potravní specializace u larev a dospělců)

Mezi nejvýznamnější práce o bionomii a chování larev rodu *Ophonus* patří studie Brandmayr & Brandmayr (1975), kdy byl poprvé popsán způsob laboratorního chovu těchto střevlíků na vybraném druhu *O. puncticeps*. Bylo zjištěno, že každá chovaná larva měla tendenci vytvářet asi 5–6 cm hluboký tunel (zřejmě záleží i na typu půdy, u některých druhů byly zjištěny komůrky i více jak 15 cm hluboké), do kterého následně nosila nabízená semena mrkve (*Daucus*). Před vložení semene do „zásobárny“ si každé semeno kusadly upravila (byly odstraněny žebra a trny semene). Poté tato semena rozdělila do dvou komor (zřejmě z důvodu nadbytku) a probíhal žír (viz obr. 10). Velmi podobné chování popsal i Veselý & Kresl (2021) v případě druhu *O. subsinuatus*, krmeném semeny *Anethum graveolens* L. V tomto larválním chování se velmi liší od příbuzných granivorních druhů



Obr. 10: Chodba larvy druhu *O. puncticeps* se zásobárnou semen rodu *Daucus*, kresba P. Brandmayr (Brandmayr & Brandmayr 1975).

tribu Ditomina, jejichž larvy jsou téměř nepohyblivé a zásobárnu semen jim tvoří matka před naklazením vajec.



Obr. 11: Nález komory vyplněné semeny miříkovitých (pravděpodobně *Foeniculum* sp.) s čerstvě vylíhlými dospělci druhu *Ophonus* (*Metophonus*) *puncticeps*, Kypr-Amargeti, břehové porosty řeky Xeropotamos, 6.5.2023, foto: P. Trávníček.

Díky sladnému životnímu cyklu s živnými rostlinami se naprostá většina druhů rodu *Ophonus* rozmnožuje v pozdním létě až na podzim, kdy dozrávají semena většiny miříkovitých rostlin. Po naklazení vajíček se dle dat ze střední Evropy larvy I. instaru líhnou obvykle v první polovině září. Následuje tvorba komůrky a sběr semen pro žír druhého a třetího méně pohyblivého instaru (III. instar se líhne v průběhu října). Přezimuje obvykle III. instar (který bývá prodloužen dormancí), u některých druhů také dospělci, např. *O. rufibarbis* (Molík 1972), výjimkou je druh *O. puncticollis* přezimující v II. larválním instaru (Brandmayr, 1981). Po přezimování již nejsou na jaře larvy III. instaru příliš aktivní a dospělci se obvykle kuklí a líhnou až v průběhu června a začátku července. Ovšem termíny se mohou velmi měnit v závislosti na druhu i místě a podmínkách výskytu.



Obr. 12: *Ophonus (Metophonus) puncticeps* při žíru v květenství pastiňáku *Pastinaca sativa*, SK, Tvrdošovce, ruderalizovaná louka u žel. trati, 2022, foto: P. Trávníček.



Obr. 13: *Ophonus (Metophonus) puncticeps* v odkvetlém květenství mrkve *Daucus carota*, SK, Gemerský Jablonec, 2022, foto: P. Trávníček.



Obr. 14: *Ophonus (Metophonus) laticollis* v květenství *Pastinaca sativa*, SK, Gemerský Jablonec 2022, foto: P. Trávníček.

3.4 Zástupci rodu ve střední Evropě

Ve střední Evropě je známo 20 druhů ze 4 podrodů. Z nichž velké množství druhů má ve střední Evropě severní hranici rozšíření (*O. incisus*, *O. brevicollis*, *O. subsinuatus*, *O. cribricollis*).

Poznámka: Známé rozšíření může být často ovlivněno obtížnou determinací druhů, zejména v rámci podrodu *Metophonus* Bedel, 1897.

***Ophonus (Hesperophonus) azureus* (Fabricius, 1775)**

Druh s rozsáhlým areálem zahrnující oblast od Španělska přes Francii na sever po Velkou Británii, Dánsko, Švédsko, Litvu a severní oblast Ruska. Na východ po západní Sibiř, Kazachstán, provincii Sin-ťiang v Číně. Jižní hranice areálu prochází Íránem, Irákem a Tureckem. V severní Africe znám pouze v Alžírsku (Kataev & Wrase 2017).

Vzhledem k potravní ekologii je druh spojován s predací semen rodu *Daucus*. Byl zaznamenán i v květech rostlin (P. Veselý, pers. obs.). Jedná se o jediný druh, u kterého bylo v laboratorním chovu zjištěno občasné pozření malých kousků masa (Brandmayr 1981).

***Ophonus (Hesperophonus) cribricollis* (Dejean, 1829)**

Teplomilný druh s rozšířením od Španělska se severní hranicí v teplých oblastech Francie, Rakouska, České republiky (pouze jižní Morava), Slovenska až na Ukrajinu, jižní Rusko a Kavkazskou oblast. Na východ se vyskytuje po Írán, na jih po Irák a Izrael. V severní Africe není výskyt známý (Kataev & Wrase 2017).

Potravní preference pravděpodobně nejsou známé, ani nejsou zmiňovány v žádné dohledatelné literatuře, pravděpodobně z důvodu poměrně vzácných nálezů tohoto druhu.

***Ophonus (Hesperophonus) similis* (Dejean, 1829)**

Teplomilný druh rozšířený v jižní Evropě od Portugalska, Španělska, jižní Francie, Itálie, nejseverněji zasahující do Slovinska, dále rozšířený v zemích Balkánského poloostrova a na východ přes Turecko až na Ukrajinu, jižní oblast evropského Ruska a Kavkazských zemí po Ázerbájdžán (Kataev & Wrase 2017).

Potravní preference pravděpodobně nejsou známé, ani nejsou zmiňovány v žádné dohledatelné literatuře, pravděpodobně z důvodu poměrně vzácných nálezů tohoto druhu.

***Ophonus (Incisophonus) incisus* (Dejean, 1829)**

Jediný známý zástupce podrodu *Insisophonus* Sciaky, 1986 má poměrně malý areál rozšíření zahrnující okolí Středozemního moře: severní oblasti Maroka, dále země Pyrenejského, Apeninského a Balkánského poloostrova a přímořské části Turecka. Ve střední Evropě pouze sporadicky nacházen ve Slovinsku (severní hranice rozšíření) (Kataev & Wrase 2017).

Druh byl odchován na semenech *Daucus* a *Foeniculum* a často vylézá do květenství těchto rostlin (Brandmayr 1981).

***Ophonus (Metophonus) brevicollis* (Audinet-Serville, 1821)**

Druh rozšířený v Evropské části Středomoří od Portugalska přes Itálii, Řecko až do Turecka, Sýrie a Izraele. Severní hranici rozšíření tvoří teplé oblasti Francie, Německa a České republiky (jižní Morava) (Kataev & Wrase 2017).

Potravní preference pravděpodobně nejsou známé, ani nejsou zmiňovány v žádné dohledatelné literatuře, pravděpodobně z důvodu poměrně vzácných nálezů tohoto druhu.

Ophonus (Metophonus) cordatus (Duftschmid, 1812)

Druh rozšířený od severní Afriky (Maroko, Alžírsko) přes Evropu od Portugalska, Španělska, na sever po Anglii, Nizozemí, Polsko, Ukrajinu a jižní Rusko, na východ po západní Sibiř, Kazachstán, Turkmenistán a Írán. Chybí jižně od Turecka a Íránu (Kataev & Wrase 2017).

Brandmayer (1981) uvádí jako živnou rostlinu *Daucus*, nicméně larvy se mu nepodařilo úspěšně dochovat, semena predovala pouze imaga. Imaga do květů rodu *Daucus* také v noci vylézají. Vzhledem k častému výskytu na stepních stanovištích se dá předpokládat například žír semen druhů rodu *Seseli* (L.), v jejichž porostech bývá nacházen (P. Veselý, P. Kopecký a P. Trávníček, pers. obs.).

Ophonus (Metophonus) gamelli (Schauberger, 1932)

Druh s nevelkým areálem rozšíření zahrnující zejména země Balkánského poloostrova a okolní státy jako je Itálie, Rakousko, Maďarsko, Slovensko, Moldavsko, Ukrajina a západní část jižního Ruska a Turecka (Kataev & Wrase 2017).

Potravní specializace nebyla dlouho známa. Poslední pozorování a výzkumy ovšem ukazují na souvislost výskytu *O. gamelli* s porosty tromínu prorostlého (*Smyrniium perfoliatum* L.), pod kterými bývá na slovenských a maďarských lokalitách nacházen (M. Linhart a M. Škorpík, pers. obs.).

Ophonus (Metophonus) laticollis (Mannerheim, 1825)

Druh s rozsáhlým areálem zahrnující téměř celou Evropu od Francie a Anglie na východ. Na severu je rozšíření ohraničeno teplejšími oblastmi v Dánsku, Švédsku, Finsku a severní částí evropského Ruska. V Asii areál pokračuje až do západní části Sibiře a na východě je ohraničen provincií Sin-ťiang na západě Číny. V Asii jižní hranice prochází Tureckem, Kavkazskou oblastí, Kazachstánem a Kyrgyzstánem (Kataev & Wrase 2017).

Často nacházen na mezofilních stanovištích, v lesních lemech až po ruderalizované suché biotopy. Bývá nacházen v okolicích *Daucus* a *Pastinaca* (obr. 14), ale pravděpodobně jde o polyfágní druh predující semena i dalších miříkovitých rostlin, jako je např. krabilice zápašná, *Chaerophyllum aromaticum* L. (P. Veselý, pers. obs.).

Ophonus (Metophonus) melleti (Heer, 1837)

Druh v areálu vytvářející dvě subspecie. Nominální poddruh se vyskytuje od Španělska přes Francii, na sever po Anglii, Dánsko, jižní oblast Švédska, Polsko a severní Rusko. Na východ po Ázerbájdžán. Na jih po Sýrii a Izrael. Subspecie *O. melleti hyrcanus* Kataev et Belousov, 2001 se vyskytuje pouze v oblasti jižního Ázerbájdžánu, Íránu a Turkmenistánu (Kataev & Wrase 2017).

Druh obývající stanoviště od mezofilních luk a lesních lemů, po stepní biotopy. Bývá nacházen v okolí rostlin rodu *Daucus* (Lindroth, 1945). Brandmayr (1981) zmiňuje, že se mu tento, či velmi podobný druh *O. parallelus* podařilo odchovat na semenech druhů *Daucus* a *Foeniculum*. Nelze vyloučit predaci i dalších semen z čeledi *Apiaceae*, pod kterými bývá nacházen, např. *Conium maculatum* L., *Chaerophyllum temulum* L., či *Torylis arvensis* Huds. (P. Veselý, pers. obs.).

***Ophonus (Metophonus) parallelus* (Dejean, 1829)**

Teplomilný druh rozšířený od Portugalska přes Španělsko, Francii na sever po Velkou Británii, Belgii, teplé oblasti Německa, České republiky (Morava), až na Slovensko, Ukrajinu a jižní oblast evropského Ruska a Turecko. V severní Africe není znám (Kataev & Wrase 2017).

Vyhledává xerothermní stanoviště s vápencovým podkladem. Jak bylo zmíněno u předešlého druhu, byl možná odchován na *Daucus* a *Foeniculum* (Brandmayr 1981). Výskyt na *Daucus* také potvrzují další pozorování (P. Veselý, pers. obs.). Žír imag na okolí rostlin nebyl zjištěn.

***Ophonus (Metophonus) puncticeps* (Stephens, 1828)**

Široce rozšířený druh s výskytem od Maroka přes Španělsko a většiny států Evropy na severu ohraničený Britskými ostrovy, Dánskem, Švédskem, Polskem, Litvou a severními částmi Ruska. V Asii rozšířený zejména na Blízkém východě s východní hranicí v Turkmenistánu (Kataev & Wrase 2017).

Druh byl zavlečen do severní Ameriky, první záznam pochází z Long Islandu, New York 1954, (Dietrich 1958), odkud se rozšířil do většiny států východní části USA a jihovýchodní Kanady.

Hojně preduje semena rodu *Daucus*, velmi často se imaga v denních i nočních hodinách nachází přímo v okolí rostlin (viz foto), ale bývá také nacházen při žiru dalších rostlin, zejm. pastináku *Pastinaca sativa* L. (P. Trávníček, pers. obs.).



Obr. 15: *Ophonus (Metophonus) puncticeps* v květenství mrkve *Daucus carota*, ČR, Pardubice – Červeňák 2023, foto: P. Trávníček.

***Ophonus (Metophonus) puncticollis* (Paykull, 1798)**

Druh s rozsáhlým areálem rozšířený od Španělska, Francii na sever do Velké Británie, všech zemí Skandinávie, až do severního Ruska a celé oblasti Sibiře vyjma Dálného východu. Jihovýchodně areál zasahuje do Tádžikistánu, ale chybí jižně od Turecka, Kavkazu a Kazachstánu (Kataev & Wrase 2017).

Jako u jediného druhu uvádí Brandmayr (1981) přezimování již ve II. larválním instaru.

Brandmayr (1981) uvádí žír na druzích *Daucus*, *Laserpitium* L. a *Seseli* L., přičemž žír imag přímo v květech *Daucus* uvádí i další autoři, např. Burmeister (1939). Byl také nalezen při žíru smlidníku jeleního *Peucedanum cervaria* L. (P. Moravec, pers. obs.).

***Ophonus (Metophonus) rufibarbis* (Fabricius, 1792)**

Druh s jedním z největších původních areálů ze všech druhů rodu. Vyskytuje se v severní Africe (Maroko), přes většinu států Evropy, od Portugalska na sever po Britské ostrovy, celou Skandinávii až do severního Ruska a západní Sibiře. Jihovýchodně po Tádžikistán, Afghánistán a Írán. Jižně od Turecka a Kavkazu pouze na Kypru a v Izraeli (Kataev & Wrase 2017).

Druh byl zavlečen do severní Ameriky, konkrétně do kanadské provincie Quebec (první záznam z Montrealu pochází z roku 1953), kde ale nedochází k výraznému šíření (Bousquet 2012).

Lindroth (1945) uvádí žír na okolicích *Anthriscus sylvestris* L. Nalezen byl také na květech mrkve *Daucus* sp. (P. Veselý, pers. obs.). Nelze vyloučit predaci semen i dalších rostlin čeledi *Apiaceae*.

***Ophonus (Metophonus) rupicola* (Sturm, 1818)**

Druh rozšířený v Evropě od Španělska, Francii a Velkou Británií, na severu po teplé oblasti Švédska, Polska a Litvy. Na východ až po Ázerbájdžán (Kataev & Wrase 2017).

Brandmayr (1981) larvy druhu úspěšně odchoval na semenech rodu *Daucus*. Preferenci tohoto druhu potvrzují i další nálezy v porostech této rostliny. Imaga do okolíků mrkví vylézají jen velmi vzácně.

***Ophonus (Metophonus) schaubergerianus* (Puel, 1937)**

Druh rozšířený v Evropské části Středomoří od Španělska po Turecko. Severní hranici rozšíření tvoří Britské ostrovy, Nizozemí, Německo, Česká republika, Slovensko a Ukrajina. Zajímavé jsou údaje o izolovaném výskytu v Litvě a Finsku. Ve střední Evropě nacházen pouze v teplejších oblastech nížin (Kataev & Wrase 2017).

Nacházen v porostech s převahou *Daucus*. Ovšem potravní nároky jsou špatně pochopeny z důvodu časté záměny za *O. rufibarbis* (Brandmayr 1981).

***Ophonus (Metophonus) subsinuatus* (Rey, 1886)**

Druh rozšířený ve Středomoří od Maroka a Portugalska přes Itálii až na Ukrajinu. Severní hranici rozšíření tvoří Britské ostrovy, Francie, Německo, Česká republika, Slovensko a Ukrajina. Není znám v Alpských oblastech (Švýcarsko, Rakousko, Slovinsko) a na Balkáně. Zajímavý je izolovaný výskyt v Izraeli (Kataev & Wrase 2017).

Dlouho nebyly potravní nároky známy, až do výzkumu Veselého & Resla (2021), kteří zjistili preferovanou predaci semen kopru (*Anethum graveolens* L.) díky založení experimentálního záhonu s živnou rostlinou. Toto zjištění také vysvětluje časté výskyty v intravilánech měst a

obcí, viz např. (Marggi et al. 2021). Díky experimentům bylo také zjištěno a popsáno chování jednotlivých instarů larev, velmi podobné s druhem *O. puncticeps* zjištěné výzkumem Brandmayra (1975).

Ophonus (s. str.) ardosiacus (Lutshnik, 1922)

Široce rozšířený druh od Madeiry přes severní Afriku, západní Evropu a jižní Evropu až na blízký východ. Severní hranice areálu se prochází Britskými ostrovy, Nizozemím, Německem a Polskem. Ve střední Evropě nacházen pouze v teplejších oblastech nížin (Kataev & Wrase 2017).

Dle práce Brandmayr (1976) byla zjištěna preference larev i dospělců v predaci semen druhů rodu *Daucus* a *Foeniculum*. Přičemž dospělci jsou často nalézáni přímo v květenství těchto rostlin. Výskyt v okolících *Daucus* podporují i další záznamy z ČR například na Krušnohorské výsypce (Veselý et al. 2012).

Ophonus (s. str.) diffinis (Dejean, 1829)

Druh je rozšířen v Evropské části Středomoří od Portugalska přes Itálii, Řecko, Turecko až do Kavkazských zemí a Íránu. Severní hranici tvoří Francie, Německo, Česká republika, Slovensko a Ukrajina (Kataev & Wrase 2017).

Larvy druhu byly odchovány úspěšně na semenech *Daucus carota* (Brandmayr 1981). Dospělci jsou často nalézáni přímo v květenství rodu *Daucus*.

Ophonus (s. str.) sabulicola (Panzer, 1796)

Druh s rozšířením v Evropské části Středomoří od Portugalska přes Itálii, Řecko, Turecko do Asie, kde je rozšířen v Izraeli, Sýrii, Kavkazských zemích, Íránu, Ázerbájdžánu a dále v jižní části evropského Ruska. Severní hranici tvoří Velká Británie, Belgie, Německo, Česká republika, Slovensko, Ukrajina a jižní Rusko (Kataev & Wrase 2017).

Dle četných pozorování P. Moravce v Českém středohoří, se druh živí dejvorcem velkoplodým (*Caucalis platycarpus* L.), P. Veselý dále udává ze Slovenska výskyt na okolících *Daucus*. Larvy druhu se Brandmayr (1981) nepodařilo dochovat.

Ophonus (s. str.) stictus (Stephens, 1828)

Druh s širokým rozšířením od Azorských ostrovů přes Portugalsko, Itálii, Řecko, Turecko do Asie přes Kavkazské země, Ázerbájdžán a v Rusku až na východní Sibiř. Severní hranici tvoří Velká Británie, Nizozemí, Německo, Polsko, Litva, severní evropská část Ruska až Sibiř (Kataev & Wrase 2017).

Zřejmě jde o polyfágní druh. Larvy druhu se dle Brandmayr (1981) živí velkou škálou miříkovitých, přičemž v Itálii byl zaznamenán na druhu *Seseli gouani*. Dále byl zaznamenán v květech *Daucus* sp. a *Pastinaca sativa* (P. Trávníček pers. obs.). P. Moravec a P. Veselý (pers. comm.) udávají z Českého Středoohoří výskyt také na *Peucedanum cervaria* L. a *Libanotis pyrenaica* L.



Obr. 16: *Ophonus* (s.str.) *stictus* v květenství mrkve *Daucus carota*, SK, Tvrdošovce, ruderalizovaná louka u žel. trati, 2022, foto: P. Trávníček.

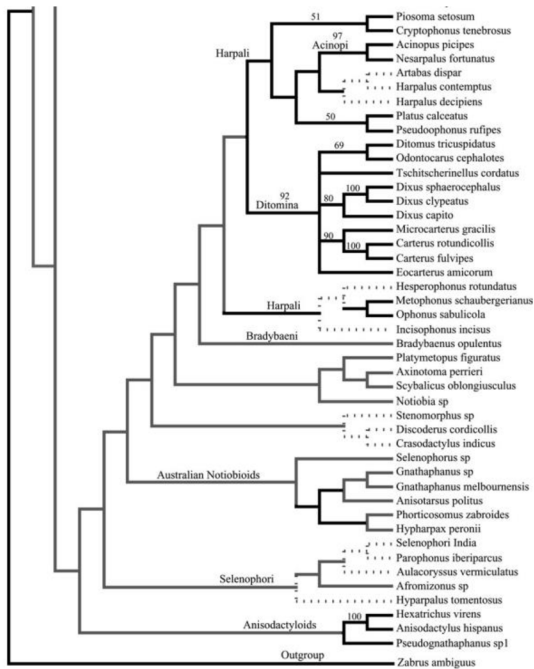
3.5 Fylogeneze rodu *Ophonus* v rámci tribu Harpalini

Dle výzkumů za pomoci genetických metod (analýza genů COI vybraných taxonů tribu Harpalini) (Martinez-Navarro et al. 2005) bylo zjištěno, že rod *Ophonus* Dejean, 1821 patří do samostatné dobře oddělitelné větve od příbuzných rodů z podkmene Harpalina (*Harpalus* a *Acinopus*), avšak velice fylogeneticky blízké mu jsou rody *Cryptophonus* Brandmayr et Zetto Brandmayr, 1981, který byl ještě donedávna chybně začleněn do rodu *Harpalus*, ačkoliv morfologie a potravní nároky jsou bližší právě rodu *Ophonus* (Kryzhanovskij et al. 1995, Lorenz 1998), a dále afrotropickému rodu *Bradybaenus* Dejean, 1829. Bylo také zjištěno, že rod *Ophonus*, navzdory podobné tělesné pubescenci a krátké metatarsomeře není blíže příbuzný podtribu Ditomina, což vyvrací hypotézu Antoina (1959), že Ditomina patří s rodem *Ophonus* do kmene Ophonini.

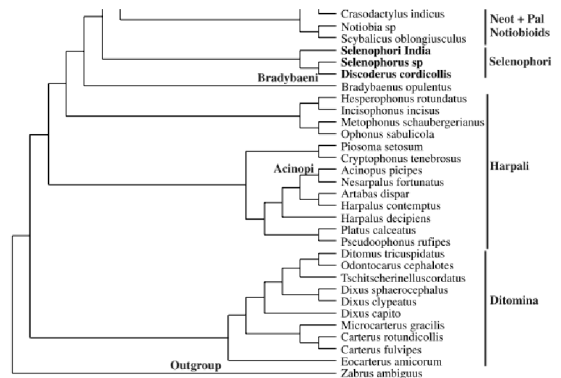
U řady morfologicky příbuzných rodů však stále nebyla provedena genová analýza (např. rody *Ophoniscus* H.W. Bates, 1892, *Penthophonus* Reitter, 1900, *Platymetopus* Dejean, 1829, ...) a tak nelze dobře stanovit přesnější zařazení do jejich příbuzenských vztahů.

V práci Martinez-Navarro et al. (2005), ze které pocházejí následující fylogenetické stromy, byl sekvenován mitochondriální fragment COI o velikosti 759 bp. Celkově bylo osekvenováno 119 vzorků (107 druhů) 52 rodů a podrodů, které představují hlavní linie harpalinů, a 3 druhů jiných střevlíků z jiných tribů použitých jako outgroups. Byla zjištěna progresivní akumulace sekvenční divergence a klesající poměr ts:tv (poměru purinových bází A↔G a pyrimidinových bází C↔T) od nižších k vyšším taxonomickým úrovním. Stromy vzniklé metodou maximální parsimonie (MP – maximum parsimony), maximální věrohodnosti (ML – maximum likelihood) a metodou minimální evoluční vzdálenosti (ME – minimum evolution method) vykazovaly podobné hlavní klady uvnitř tribu.

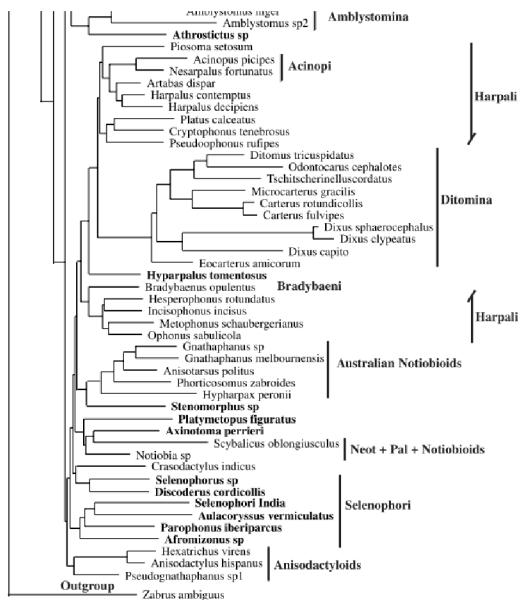
Data sekvence COI byla porovnána pomocí programu Clustal W. Nukleotidová datová matice byla analyzována pomocí programu MEGA (ver. 1.01).



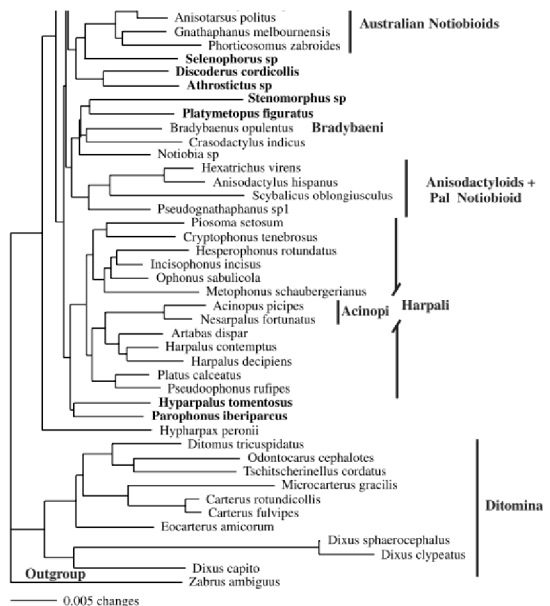
Graf 3: Část fylogenetického stromu tribu Harpalini získaný z kombinované analýzy mitochondriálního fragmentu COI 60 taxonů Harpalini. Nevážená analýza metodou maximum parsimony (MP). Černé jsou označeny větve, které byly shodující ve všech statistických metodách použitých metodách (MP, ML, ME) (Martinez-Navarro et al. 2005).



Graf 4: Část fylogenetického stromu tribu Harpalini získaný dle metody nejvyšší věrohodnosti – maximum likelihood (ML) (Martinez-Navarro et al. 2005).



Graf 5: Část fylogenetického stromu tribu Harpalini získaný jako výsledek analýzy založené na minimální evoluční vzdálenosti (ME method) (Martinez-Navarro et al. 2005).



Graf 6: Část fylogenetického stromu tribu Harpalini získaný při použití transversál všech metod (Martinez-Navarro et al. 2005).

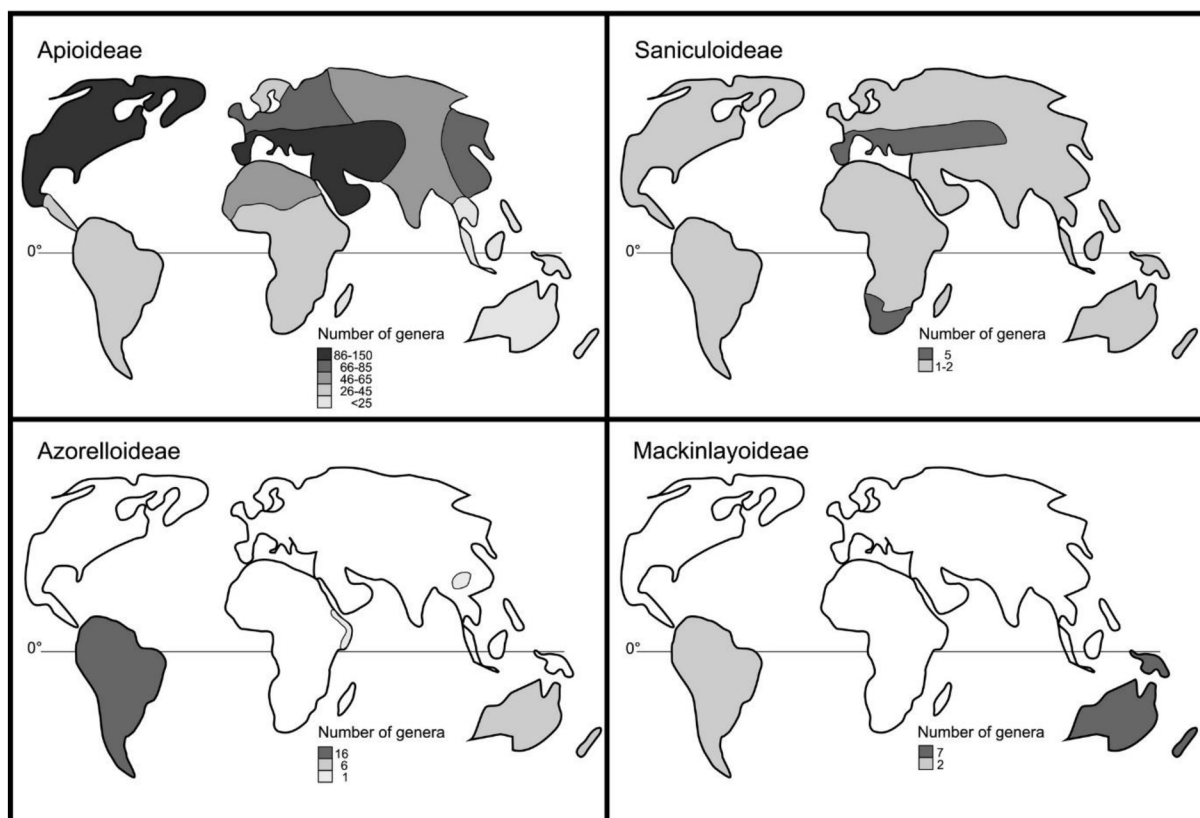
4. Rostliny čeledi *Apiaceae* ve střední Evropě

Míříkovité rostliny – *Apiaceae* Lindl. jsou vyšší dvouděložné rostliny z řádu miříkotvaré (*Apiales*).

Etymologie slova vznikla odvozením od latinského názvu rodu celer – *Apium*, to zřejmě vzniklo od slova *Apis* (včela), tedy pravděpodobně souvislost s entomogamií, či od keltského slova Apon (voda), související s výskytem některých druhů v mokřadních biotopech (Johnson a Smith 1972).

V celé čeledi je známo 446 rodů a přibližně 3 820 druhů (Stevens 2001) z nichž cca 70 % roste na severní polokouli (Calviño et al. 2016). Aktuální největší druhová diverzita (centrum rozšíření) se nachází v suchých subtropích a teplejší části temperátní zóny, zejména ve východním Středomoří a na Blízkém východě (Wang et al. 2022). Pravděpodobný původ čeledi se datuje do paleogénu v oblasti tehdejší Australasie (Banasiak et al. 2013).

Velké množství míříkovitých rostlin je, či bylo využíváno lidmi díky obsahu velkého množství sekundárních metabolitů a bioaktivních látek, zejména pak v potravinářství a léčitelství díky obsahu flavonoidů, karotenoidů, derivátů kumarinu, vitamínů a minerálů (Pollastro et al. 2020).



Graf. 7: Počty jednotlivých rodů *Apiaceae* dle regionů v rámci celého světa (Calviño et al. 2016).

4.1 Původní druhy miříkovitých rostlin

Z důvodu ekologie střeblíků rodu *Ophonus* byly vybrány pouze druhy sloužící potenciálně jako potrava, tudíž druhy miříkovitých rostoucí na podobných biotopech (tzn. byly vynechány striktně mokřadní, vodní a vysokohorské druhy čeledi *Apiaceae*).

Bršlice kozí noha *Aegopodium podagraria* L. je jednou z nejhojnějších miříkovitých rostlin ve střední Evropě. Jedná se o nitrofilní druh rostoucí ve středně vlhkých až vlhkých půdách zejména v lužních lesích, křovinatých lemech a na dalších eutrofních místech, např. na zanedbaných loukách, okrajích polí a velmi hojně na synantropních stanovištích a v intravilánech obcí. Ve střední Evropě je plošně rozšířená v celé oblasti zejména ve středních polohách, vyznívá směrem na jih do nejsušších oblastí Panonie. Lidmi byla využívána jako léčivka především pro zklidňující a hojivé účinky na rány (Přikrylová 2014).

Děhel lékařský *Angelica archangelica* L. je druh s původním výskytem v severovýchodních částech Evropy, Skandinávie, Islandu a izolovaně pak v Alpách a nejvyšších oblastech Karpat. Do ostatních pohoří střední Evropy (zejm. Český masiv a nižší polohy Karpat) byl rozšířen díky pěstování pro své léčivé účinky pravděpodobně již během středověku, ale většího rozšíření a zplanění dosáhl až v novověku a to i do nižších poloh zejména podél velkých vodních toků. Dnes se vyskytuje roztroušeně ve většině vyšších pohoří (Krása 2007).

Kerblík lesní *Anthriscus sylvestris* L. je nejhojnější ze středoevropských původních druhů kerblíků. Vyhledává živinami bohaté půdy na vlhkých loukách a okrajích lesů. Často také jako apofyt (původní druhy, které se šíří z přirozených stanovišť na náhradní antropogenní stanoviště) v intravilánech obcí na skládkách zeminy, násypch apod. V minulosti i současnosti je občasně využíván jako doplněk jídel díky jedlým a chutným mladým výhonkům a listům (Dorušková 2008).

Prorostlíky *Bupleurum* spp. jsou vyjma druhů *B. ramunculoides* L. a *B. longifolium* subsp. *vapincense* (Vill.) (které jsou omezeny na horské oblasti střední a jihovýchodní Evropy) obvykle teplomilné druhy vyskytující se zejména ve světlých lesích a křovinatých lemech a skalních stepích na bazickém podkladě. Ve střední Evropě je výskyt omezen na nížinné oblasti od Maďarska, východního Rakouska, jižního a středního Slovenska, v ČR Pomoraví a Polabí a dále v nejteplejších oblastech Polska a Německa (Šourková a Hrouda in Slavík 1997). V dřívějších dobách byl sbírán pro léčivé účinky (účinné látky v kořenech), avšak pravděpodobně spíše vzácně.

Kmín kořený *Carum carvi* L. je druh s širokým rozšířením v oblasti od západní Evropy přes střední a východní Evropu až do Mongolska a Číny. Díky pěstování byl rozšířen do dalších oblastí světa, zejména Severní a Jižní Ameriky a Nového Zélandu (Preedy, V. R., Ed., 2015). Vyhledává spíše čerstvě vlhké půdy na mírně disturbovaných stanovištích (zejména pastviny). Ve střední Evropě byl a je stále pěstován z důvodu používání jakožto koření, ale často roste i na původních stanovištích v původní formě s menšími semeny hojně od nížin do hor (Dorušková 2010).

Jedním z nejrozšířenějších druhů z čeledi *Apiaceae* je mrkev obecná *Daucus carota* L., pěstovaná ve všech světových regionech. Dodnes je zařazená mezi tzv. anekofyty (druhy bez známosti původního rozšíření). Od severní Afriky přes jižní a střední Evropu až do Asie je rozšířená zřejmě původní planá *D. carota* subsp. *carota*, která nemá tak velký dužnatý kořen, ale pouze bílý rozšířený a více rozvětvený kořen. Původní výskyt pěstované mrkve *D. carota* subsp. *sativa* se udává přibližně do oblasti dnešního Afghánistánu, odkud se díky pěstování rozšířila do celého světa. Dnešní odrůdy byly šlechtěny zejména ve Francii (Geoffriau et al. 2020). Druh obsazuje zejména rozrušované půdy (často druhotné stanoviště) v okolí cest, okrajů polí, bývalých těžebních prostorů a disturbovaných stepí. Není proto příliš zřejmé, nakolik je dnešní rozšíření ovlivněné vlivem člověka (např. příchodem zemědělství a orby) (Tomšovic in Slavík 1997).

Máčky *Eryngium* spp. jsou ve střední Evropě zastoupeny více druhy, ovšem hojněji se zde vyskytuje pouze *E. campestre* L. a i ta patří ve střední Evropě spíše ke vzácnějším druhům rozšířeným pouze v teplých oblastech na skalních stepích, suchých ruderalizovaných loukách a pastvinách, zejména na vápnitém podkladě. Místy zplaňuje na druhotných stanovištích jako jsou násypy železnic apod. Lidmi byla využívána již ve starověku jako léčivka při zažívacích a dýchacích potížích a také pro čištění krve (Sayre 2001). V pozdějších dobách však její význam pro lékařské účely nebyl příliš využíván.

Srpek obecný *Falcaria vulgaris* Bernh. je druh vyhledávající suché, vápnité půdy často na rozrušovaných půdách na stepích, v okolí cest a silnic. V teplejších oblastech také jako plevel na polích. Hranice areálu prochází od Španělska přes střední a jižní Evropu až do jižního Ruska, Afghánistán a jihozápadní Sibiř. Ve střední Evropě je rozšířen spíše v nížinách a teplých oblastech. Díky obsaženým léčivým látkám byl dříve využíván k léčbě domácích zvířat (Kovář 2008).

Hvězdnatec zubatý *Hacquetia epipactis* Scop. je druh roztroušeně až hojně rostoucí ve světlých listnatých lesích, rozšířený zejména od pahorkatin do hor. Na rozdíl od většiny ostatních druhů čeledi *Apiaceae* kvete ještě před olistěním stromů v dubnu až květnu. Jeho rozšíření se rozkládá v karpatské oblasti od jižního Polska až do Chorvatska. Jako okrasná rostlina je pěstován pouze vzácně (Tomšovic in Slavík 1997).

Bolševník obecný *Heracleum sphondylium* L. je ve střední Evropě velmi hojným druhem rostoucím na mezofilních loukách a v listnatých lesích od nížin do hor. Druh vyhledává živinami bohaté půdy, proto také často roste na druhotných stanovištích v příkopech, navážkách apod (Holub in Slavík 1997). V historii se druh používal v léčitelství zejména na otoky a jako afrodisiakum (Bělohoubková 2009).

Krabilice *Chaerophyllum* spp. jsou velmi hojné druhy preferující humózní půdy s dostatkem živin od nížin do hor. Velmi často rostou v zástínu například v lužních nebo suťových lesích (Slavík 1997). Většina druhů obsahuje pro člověka toxické látky a nebyla tudíž lidmi využívána a pěstována (Bělohoubková 2009).

Timoj trojlaločný *Laser trilobum* L. je teplomilný druh rostoucí v listnatých lesích od Francie po Blízký východ. Ve střední Evropě je poměrně vzácný a pouze ostrůvkovitě rozšířený v oblastech zejména na bazickém podkladu (Grulich in Slavík 1997). I díky své vzácnosti druh nebyl lidmi využíván ani pěstován (Bělohoubková 2009).

Hladýše *Laserpitium* spp. jsou druhy často s širokým rozšířením a různou ekologickou valencí. V Evropě včetně střední Evropy se vyskytují spíše ve vyšších nadmořských výškách (zejm. *L. archangelica* Wulfen., *L. halleri* Crantz.), často také na vápnitěm podkladě (*L. latifolium* L., *L. siler* L.), či podmáčených stanovištích (*L. prutenicum* L.) (Grulich in Slavík 1997). Většina druhů pravděpodobně nebyla navzdory obsahu léčivých látek lidmi využívána (Bělohoubková 2009).

Žebřice pyrenejská *Libanotis pyrenaica* L. patří mezi druhy vyhledávající zejména xerothermní a bazická stanoviště, především opuky a vápence. Ve střední Evropě se vyskytuje v několika poddruzích a v rámci areálu se také vyskytuje ve dvou ploideích (Přívozníková 2013). Ve střední Evropě roste hlavně v nížinných oblastech, hojná je např. v Maďarsku, zejména v oblasti Panonské nížiny, dále je její výskyt známý v Moravských úvalech a Polabí, zasahuje až do nejteplejších oblastí Německa a Polska. Dodnes není zcela objasněno, jak velkou roli v jejím rozšíření měl vliv člověka díky pěstování jakožto léčivé rostliny, toto tvrzení koreluje i s častými výskyty kolem hradních zřícenin a hradišť (Gutzerová 2009).

Koprník štětínolistý *Meum athamanticum* Jacq. roste zejména v západní Evropě v horských a podhorských oblastech na mezofilních loukách, pastvinách a okrajích lesů. Ve střední Evropě druh dosahuje východní hranice areálu. Druh byl lidmi velmi využíván zejména v léčitelství. Ve Skandinávii se rovněž používá jako koření a byly konzumovány jeho kořeny. V mnoha místech byl také pěstován a vysazován (Čvančara in Slavík 1997).

Smlodníky *Peucedanum* spp. jsou ve střední Evropě v původních bylinných společenstvech velmi rozšířené původní druhy miříkovitých rostlin. V několika druzích obsazují různá stanoviště, od mokřých luk (*P. palustre* L.), přes horské louky (*P. ostruthium* L.) až po suché xerothermní stráně a teplomilné lesní lemy (většina středoevropských druhů – *P. cervaria* L., *P. oroselinum* L., ...). Lidmi byl pěstován a úmyslně rozšiřován pravděpodobně pouze horský druh *P. ostruthium* a to díky svým léčivým účinkům (Krása 2007).

Bedrníky *Pimpinella saxifraga* L. a *P. major* L. jsou dva původní druhy bedrníků rostoucích ve střední Evropě. Spolu s bršlicí (*Aegopodium podagraria*), kerblíkem lesním (*Anthriscus sylvestris*) a planou mrkví (*Daucus carota*) patří mezi nejhojnější druhy rodu *Apiaceae* ve střední Evropě. Vyskytují se velmi hojně od suchých po mezofilní louky od nížin do hor. Oba druhy byly odjakživa používány v tradiční medicíně, vyhledávány byly zejména kvůli širokým léčivým účinkům na trávení a imunitní systém (Prančl 2011). Do rodu *Pimpinella* také patří pěstovaný bedrník anýz (*Pimpinella anisum*), který bývá vysazován zejména v intravilánech obcí a bývá využíván jako koření (Bělohoubková 2009).

Žindava evropská *Sanicula europaea* L. je téměř výhradně lesní druh rostoucí ve stinných lesích na vlhčích, neutrálních až lehce kyselých půdách. Ve střední Evropě je v listnatých lesích hojná (Tomšovic in Slavík 1997). Dříve byla využívána jako léčivá rostlina zejména k hojení ran.

Olešník kmínolistý *Selinum carvifolia* L. patří mezi velmi rozšířený původní druh rostoucí zejména v nížinách a podhůří na vlhkých a střídavě vlhkých loukách (Křisa in Slavík 1997). Druh zřejmě nebyl lidmi v historii využíván a ani pěstován.

Sesele *Seseli* spp. patří mezi teplomilné a bazifilní druhy rozšířené zejména v nížinných oblastech na vápencích a opukách. Centrum rozšíření s největší druhovou diverzitou najdeme ve Středomoří. Ve střední Evropě jde spíše o druhy vzácné a nepříliš hojné známé zejména z Panonské oblasti zasahující až na jižní Moravu, dále reliktně z oblasti stepí Českého Středohoří a Lounska a nejteplejších oblastech Německa. Druhy rozšířené ve střední Evropě na

rozdíl od jiných druhů rodu (zejména druhů z Asie) nebyly využívány a kultivovány člověkem, jejich výskyt je proto považován za reliktní. (Hrouda in Slavík 1997).

Koromáč olešníkový *Silaum silaus* L. je vlhkomilná bylina rostoucí od nížin do pahorkatin. Ve střední Evropě roste spíše vzácně na slatinných a vlhkých loukách v teplejších oblastech (Křísa in Slavík 1997). Druh zřejmě nebyl lidmi v historii využíván a ani pěstován.

Tořice japonská *Torilis japonica* Houtt. je druh vyhledávající polostinné stanoviště v lesních lemech, okolí cest, ale i ruderálních stanovištích, jako jsou skládky stavebního odpadu. Roste velmi hojně v nížinných oblastech, roztoušeně i ve vyšších polohách. Druh zřejmě nebyl lidmi v historii využíván a ani pěstován (Cibulka 2009).

Bezobalky *Trinia glauca* L. Dumort. a *T. ucrainica* Schischk. jsou xerothermofilní druhy rostoucí na výslunných stepních stanovištích a světlých doubravách v nižších polohách. Ve střední Evropě jde o velmi vzácné stepní druhy rozšířené pouze v Panonské oblasti a v Porýní. Druh zřejmě nebyl člověkem využíván (Holub in Slavík 1997).

4.2 Archeofyty a neofyty miříkovitých rostlin

Po celém světě je známa velká řada nepůvodních, člověkem zavlečených druhů rostlin z čeledi miříkovitých, což je dáno právě jejich častým a tradičním využíváním v léčitelství a potravinářství.

Ve střední Evropě jde zejména o druhy pocházející ze Středomoří a Blízkého východu a jedná se především o archeofyty, přičemž u řady druhů lze původ i dobu zavlečení zjistit jen velice obtížně a je spíše předmětem dohadů.

Mezi jisté archeofyty patří hojně pěstovaný kopr vonný *Anethum graveolens* L., je to druh pocházející z jižní Evropy, oblasti východního Středomoří a Blízkého východu, a byl pravděpodobně pěstován a zavlékán na řadu míst mimo svůj areál výskytu už ve starověku. První zmínky o zavlečení do českých zemí pocházejí z raného středověku (Pyšek et al. 2022). Dnes je ve střední Evropě poměrně běžně zastoupen zejména v nížinách, a to na bývalých polích, úhorech, případně také stepních a xerothermních stanovištích v nížinách a pahorkatinách a stále velice hojně je pěstován (Tomšovic in Slavík 1997).

Kerblíky *Anthriscus cerefolium* Hoffm. a *Anthriscus caucalis* M. Bieb. původem pocházejí ze Středomoří. Předpokládané období zavlečení se datuje přibližně do raného a vrcholného středověku, kdy byly využívány zejména jako koření, či v lidovém léčitelství. Oba druhy dnes

již nejsou příliš využívány a jejich aktuální výskyty souvisí zejména s historickými pěstovanými kulturami a nachází se obvykle na rozrušovaných místech v intravilánech obcí a měst (Pyšek et al. 2022).

Mířík celer *Apium graveolens* L. původem pochází z jižního a západního evropského pobřeží. Již od starověku byl využíván jako léčivá bylina a byly využívány pouze listy (v ČR se zřejmě tyto formy pěstovaly už ve středověku). Po vyšlechtění bulvové formy v 16. století se pěstování rozšířilo do většiny evropských zemí. Dnes se vyskytuje téměř pouze v intravilánech obcí a měst jako zelenina (Tomšovic in Slavík 1997).

Bulvuška hlíznatá *Bunium bulbocastanum* L. je západoevropský druh s malým areálem výskytu zasahující od Španělska, Francie a Anglie a zemích Beneluxu. Do střední Evropy původně zasahuje pouze do západní části Německa a Švýcarska. Místy zplanělá jako neofyt i v dalších zemích střední Evropy. Jedná se o geofyt rostoucí zejména na ruderalních stanovištích, pastvinách, úhorech. Díky jedlým hlízám byl druh využíván a pěstován jako potravina (Tomšovic in Slavík 1997).

Conopodium majus Gouan je vytrvalý druh miříkovité rostliny vyskytující se zejména v západní Evropě od Španělska podél Atlantiku do Anglie a na sever až na západní pobřeží Norska. Díky jedlému zduřenému kořenu byl pravděpodobně již od mezolitu vyhledáván a sbírán, v pozdější době pravděpodobně také pěstován a kultivován prvními zemědělci. První archeobotanické nálezy pocházejí z Dánska (Halsskov – mezolit, Kubiak Martens 2002) a neolitickém Windmill Hill v Anglii (Fairbairn 1999) a Barrow Hills a Mile Oak z doby bronzové taktéž v Anglii (Moffett 1991, Hinton 2002).

Koriandr setý *Coriandrum sativum* L. je druh pocházející ze Středomoří. Ve střední Evropě se pravděpodobně začal pěstovat s jistotou v pozdním středověku (1200–1500). Jako koření i léčivo se používá již od neolitu, první nálezy vysušených rostlin nalezené v jeskyni Nahal Hemar v Izraeli pocházejí již z doby 8000–7500 př. n. l. (Kislev et al. 1988). Dnes je občas pěstovaný na zahradách zejména v intravilánech obcí a měst (Tomšovic in Slavík 1997).

Další archeofytní a pěstovaný druh je fenykl obecný *Foeniculum vulgare* Mill., který pochází z východní části Středomořské oblasti. Jeho zavlečení na území střední Evropy dle Pyšek et al. (2022) pochází z doby pozdního středověku. Dnes je místy rozšířen na úhorech, okrajích polí a zejména zahrádkách, kde bývá často pěstován (Tomšovic in Slavík 1997).

Libeček lékařský *Levisticum officinale* Hill je velmi rozšířená a hojně využívaná bylina zejména jako koření. Původní výskyt se zřejmě nachází v oblasti Íránu a Afghánistánu. Do střední Evropy byla zavlečena pravděpodobně v pozdním středověku (1200–1500). Současné výskyty jsou vázány zejména na zahrady v intravilánech obcí, kde je často pěstována (Tomšovic in Slavík 1997).

Čechřice vonná *Myrrhis odorata* Scop. je horský druh známý původem z pohoří jižní Evropy (Pyreneje, Alpy, Dinárské hory). Do hor Karpatského oblouku a Českého masivu byla zavlečena zejména německým obyvatelstvem žijícím v pohraničí. Byla používána jako léčivka, zejména ve veterinární medicíně, dále také jako koření do polévek a sladkých jídel. Současné výskyty u nás představují vesměs zbytky někdejších kultur (Grulich 2011).

Pastinák setý *Pastinaca sativa* L. je ve střední Evropě široce rozšířený druh vyhledávaný zejména výhřevná stanoviště s narušovanou půdou v okolí cest, bývalých těžebních prostorů a dalších ruderalních stanovišť. Jako významný a lidmi zřejmě historicky velmi využívaný druh nejprve pro své léčivé účinky, posléze i jedlé kořeny byl velmi pěstován a vysazován. Je proto obtížné stanovit míru původního rozšíření této rostliny. Jako původní areál se nejčastěji předpokládá pouze jihovýchodní Evropa a Blízký východ (Hrouda in Slavík 1997).

Petržel zahradní *Petroselinum crispum* Fuss. pochází ze Středomořské oblasti a byla do střední Evropy zavlečena pravděpodobně v pozdním středověku (1200–1500). Jako plodina, koření i léčivo byla využívána již ve starověku, první pěstované formy byly vyšlechtěny pravděpodobně již ve 3. stol. na Sardinii (Agyare et al. 2017).

Tromín prorostlý *Smyrniium perfoliatum* L. je aromatická rostlina dříve pravděpodobně pěstovaná jako léčivka, která se zřejmě sporadicky také využívala jako potravina. Její původní výskyt probíhá stepními oblastmi evropské části jižního Ruska, Ukrajiny až do Maďarska. Na Slovensku je původní výskyt sporný, druhotný výskyt je známý z Rakouska, Německa, České republiky, Švýcarska, Dánska a Anglie (Křisa 1997). Dnes se již téměř nevyužívá a tudíž jsou jeho nálezy spíše řídké a vázané na urbanizované oblasti (Praha), na Slovensku a Maďarsku je místy rozšířen v nejteplejších oblastech na ruderalizovaných stepích a v lesních lemech.

Archeofytní polní plevely

Tetlucha kozí pysk *Aethusa cynapium* L. je co se týče původního rozšíření problematický druh. Ve střední Evropě se vyskytuje téměř výhradně na antropogenních stanovištích, jako jsou zejména navážky v intravilánech, úhory, okraje cest apod. Oblast původního rozšíření se

předpokládá v jihovýchodní Evropě, či Malé Asii, ovšem dnes patří mezi poměrně hojné druhy téměř v celé Evropě. Zavlečení do oblasti střední Evropy se předpokládá již ve starověku. Rostlina je silně jedovatá a bývá občasně zaměňována za pěstovanou petržel (*Petroselinum crispum*). V historii byla používána také v lidovém léčitelství, pro své protizánětlivé účinky (Leung & Foster 1996).

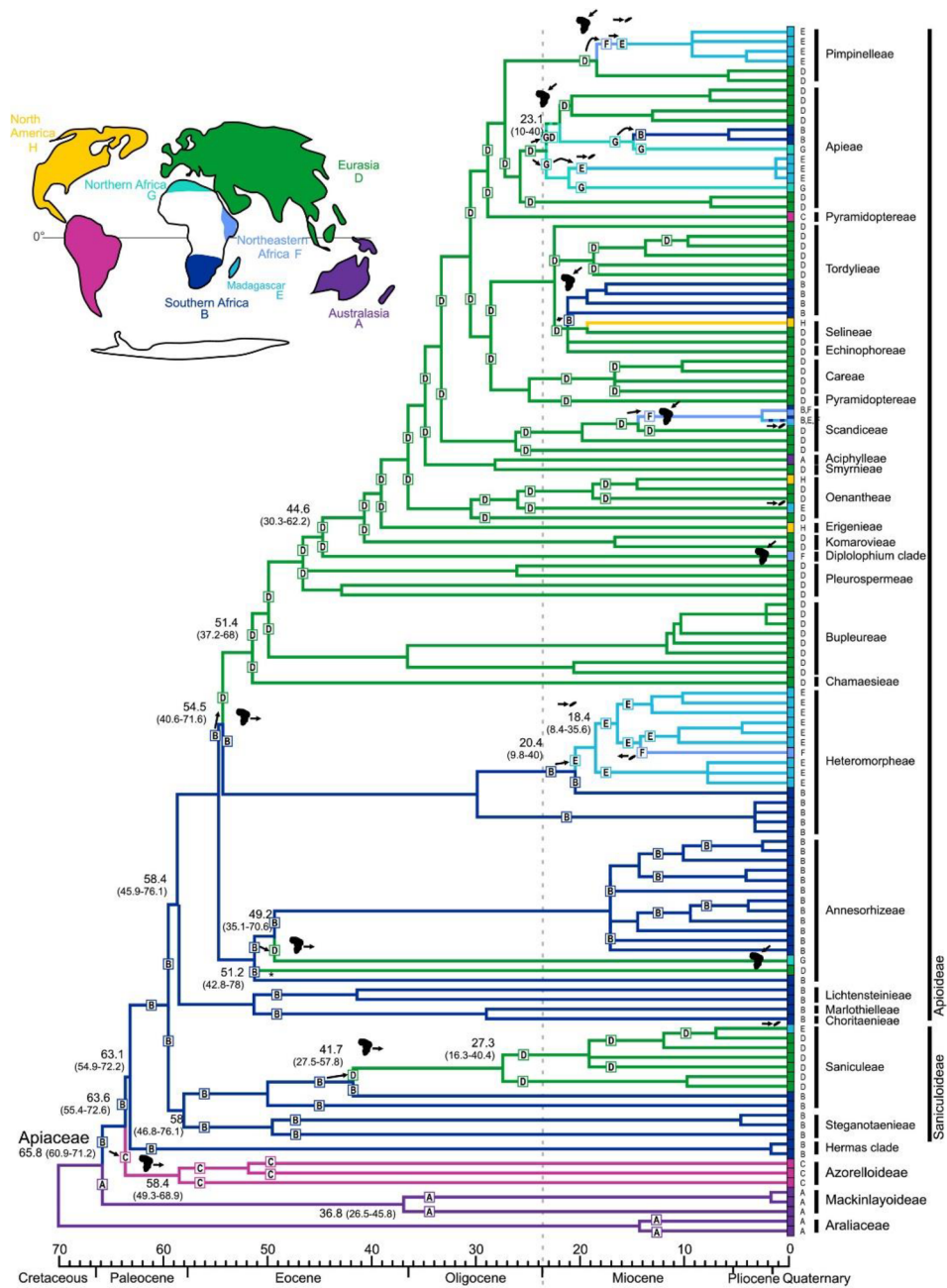
Tořice rolní *Torilis arvensis* Link je teplomilný polní plevel, který byl z jižní do střední Evropy zavlečen již s neolitickými zemědělci (5600–4200 př. n. l.). Dnešní rozšíření je velmi ostrůvkovité a obvykle je vázáno na místa s velkou historickou kontinuitou (okolí hradů, hradišť, starosídlní oblasti) (Pyšek et al. 2022).

Podobně tomu je i v případě dnes již vzácného dejvorce velkoplodého *Caucalis platycarpus* L., prorostlíku okrouhlolistého *Bupleurum rotundifolium* L., štěničniku paprskujícího *Bifora radians* M. Bieb, štetináče širolistého *Turgenia latifolia* L. a vochlice hřebenité *Scandix pecten-veneris* L., která patří v ČR dnes již mezi druhy téměř vyhynulé (známa 1 lokalita).

Invazní druhy

Bolševník velkolepý *Heracleum mantegazzianum* Sommier et Levier je druh původem rostoucí ve vysokobylinné vegetaci podél toků v pohoří Kavkaz (průměrně ve výškách okolo 1500–1800 m.n.m.). První záznamy o cíleném pěstování pochází z roku 1817 z Londýnské botanické zahrady. Postupně začal být pěstován i ve zbytku evropských zemí jako nektarodárná rostlina a krmivo pro dobytek. Od roku 1828 existují v Anglii záznamy o šíření do volné krajiny a v polovině 20. stol. již osidluje většinu ruderalních stanovišť zejména podél vodních toků v celé západní a střední Evropě, kde dokáže tvořit monodominantní porosty (Pyšek et al. 2012). V posledních desetiletích se však daří jeho výskyt se zákazem volného pěstování, likvidací s využitím chemie i standardizovaných postupů postupně eliminovat. Kvůli obsaženým látkám ze skupiny furanokumarinů je bolševník velkolepý považován za silný alergen, který může způsobovat vážné zdravotní komplikace (Nielsen et al. 2005).

Bolehlav plamatý *Conium maculatum* L. pochází ze západní Asie. Ve střední Evropě roste hojně v nižších polohách zejména na nitrofilních stanovištích, často přetvořených člověkem, jako jsou např. navážky, skládky, komposty apod. (Křisa in Slavík 1997). Díky obsahu velkého množství jedovatých látek byl již od starověku byl používán pro výrobu jedů, ale byl využíván i v léčitelství (Bělohoubková 2009).



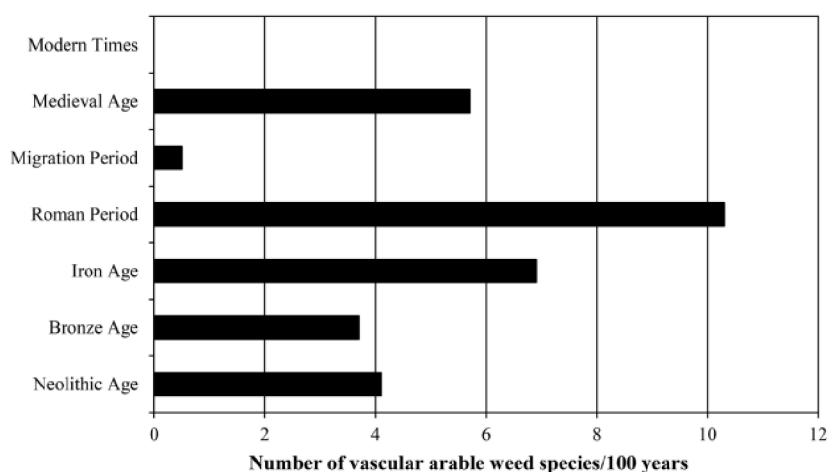
Graf 8: Chronogram znázorňující odhad časů divergence podčeledí a tribů *Apiaceae*. Strom byl vytvořen metodou maximální věrohodnosti (ML method). Barvy a písmena na větvích odpovídají oblastem uvedeným na mapě vlevo nahoře a představují nejpravděpodobnější rozšíření předků *Apiaceae*, jejich podčeledí, kmenů a dalších hlavních kladů (Calviño et al. 2016).

5. Antropochorie

5.1 Šíření rostlinných druhů díky zemědělství

Již od neolitu pravděpodobně docházelo k distribuci osiva mezi jednotlivými kmeny. Nejstarší záznamy semen pěstovaných plodin v keramických nádobách známe z oblasti Blízkého východu, včetně nálezů semen rostlin z čeledi *Apiaceae*. Již z pozdně neolitických vrstev je známo pěstování pšenice *Triticum timopheevii* s.l. z panonských oblastí podél Dunaje, ale také jižní Moravy a dokonce některých oblastí Německa a Polska (Filipović et al. 2023).

V době bronzové a železné díky poměrné vyspělosti kultur ve střední Evropě (zejména Keltové), a kontaktem s vyspělými státy ve Středomoří, již byla zdejší krajina ovlivněná pěstováním nepůvodních rostlin. Velký vliv na šíření a zavlékání středomořských druhů rostlin měla mimo cíleného pěstování také změna prostředí. Díky rozšiřování zemědělské plochy, cílenému vypalování pro vznik polí a také narušováním půdy v podobě orby se do střední Evropy měly šanci šířit teplomilné ruderalní druhy. To vše bylo umocněno i výpady a expanzí Římské říše, do jejichž nově zabraných oblastí si často nepřiliš čisté osivo ze Středomoří přiváželi. Od počátků vlivu Římské říše je tedy znám výskyt řady pro střední Evropu nových druhů původně středomořských rostlin, zejména polních plevelů (Poschlod 2015).



Graf 9: Počet nových druhů plevelů na orné půdě (za 100 let) v archeobotanických nálezech střední Evropy pro každé archeologické/historické období (podle Willerding 1986, Poschlod 2015).

Typickým příkladem druhů které se začali díky změně prostředí šířit a dominují v palynologických výzkumech v sedimentárních vrstvách zejména od starověku jsou *Aegopodium podagraria* a *Daucus carota* (Biňka 2003).

Z důvodu převažujícího entomogamního způsobu šíření pylu rostlin z čeledi *Apiaceae* nemáme z palynologických výzkumů příliš záznamů těchto rostlin a jsou tedy nacházeny spíše výjimečně a předpokládá se, že většina výskytů souvisí s akumulací zbytků hmyzu (např. pestřenek) a jejich trusu s obsahem pylu *Apiaceae*, ale také trusu jejich predátorů (např. ptáků), kde bývají také pylová zrna nacházena (Biňka 2003).

Další často opomíjeným způsobem distribuce semen mohl být také obchod se zvířaty, přičemž například v ovčí vlně se často dokáží zachytávat různé druhy semen, které se tak spolu se zvířetem může při obchodu dostat mimo svůj původní areál (Fischer et al. 1996). V případě rostlin z čeledi *Apiaceae* je tento přenos u některých druhů velmi pravděpodobný a to díky častým morfologickým strukturám na povrchu semen jako jsou chlupy, trny, háčky apod. Významně epizoochorní jsou se zdají být druhy rodu *Torylis*, *Daucus*, *Libanotis*, jejichž semena byly při experimentu, kdy došlo k vypuštění ovcí do vysokého porostu bylin na vápencových trávnících v pohoří Švábská Jura, hojně nalézány v jejich vlně (Fischer et al. 1996).

Tyto teorie potvrzuje také častý výskyt teplomilných archeofytních plevelů zejména ve starosídelních oblastech, jaké je Porýní, Panonská oblast, nicméně tyto oblasti právě často sledují také nejteplejší oblasti střední Evropy, je proto možné že zde měli pouze lepší možnost se zde udržet do nynějších dob.

5.2 Historie druhů *Apiaceae* na území střední Evropy

Záznamy rozšíření ve střední Evropě (zejména na základě pylových analýz).

Střední Pleistocén – Hojné nálezy dokladující občasnou expanzi teplomilných druhů do střední Evropy během interglaciálů. Nálezy např. *Pleurospermum austriacum*, *Bupleurum* spp., první záznamy *Eryngium* sp., záznamy *Pastinaca sativa* (poté zřejmě ve střední Evropě až od rozšíření člověka vyhynul). Vzácně také první záznamy *Heracleum* (které se od té doby vyskytuje s abundancemi v interglaciálech až do současnosti) (Biňka 2003).

Eemský interglaciál – První záznamy *Anthriscus sylvestris/nitida*, *D. carota*, *Falcaria vulgaris* a *Peucedanum palustre*. (Biňka 2003).

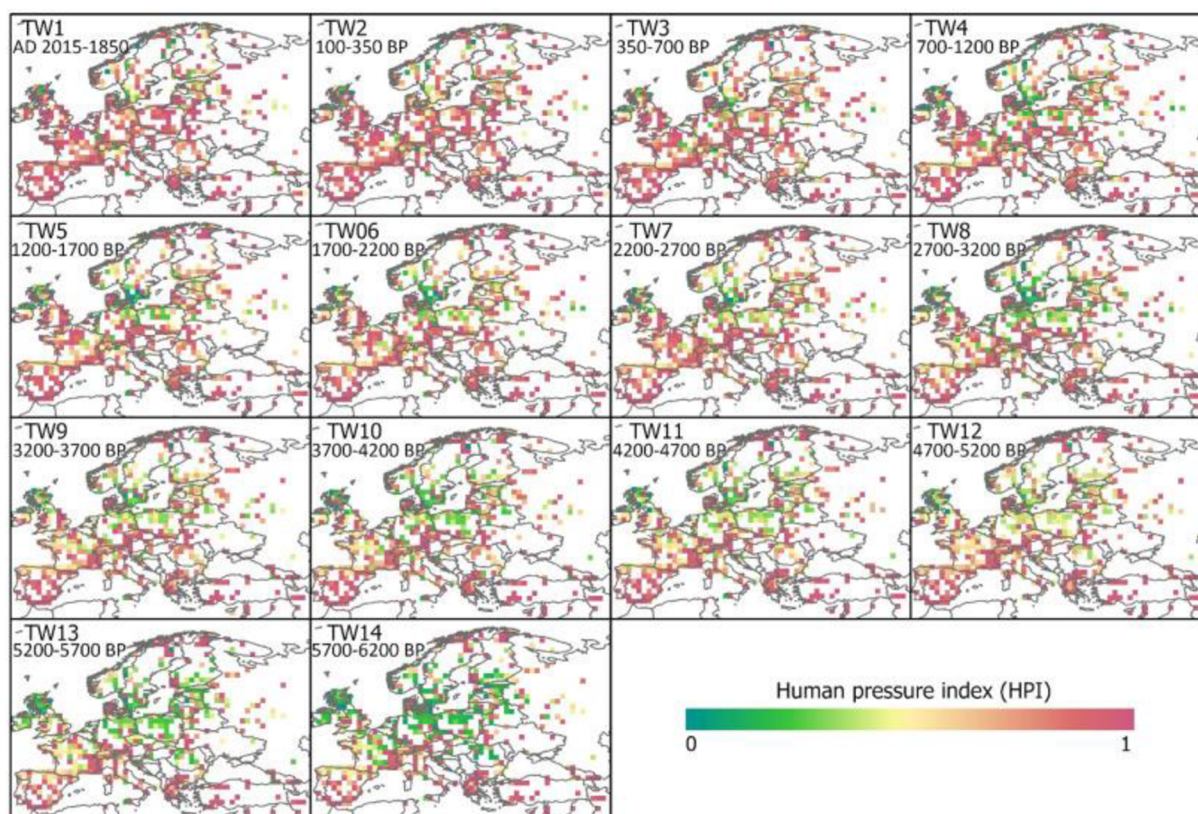
Würm – V teplejších obdobích dochází k občasnému šíření teplomilných druhů jako jsou *Eryngium* sp., *Bupleurum* spp., *Laserpitium* sp., *Seseli annuum* a *Daucus* sp. Od konce mladšího

Dryasu pak kontinuální výskyt *Angelica*, *Pimpinella* spp. a *Heracleum* sp. Hojněji také *Anthriscus* sp. a *Carum carvi* (Karpaty) (Bińka 2003).

Preboreál a Boreál – Expanze *Falcaria vulgaris*. Poměrně hojné nálezy zejména vápnomilných a stepních prvků *Seseli anuum* a *Peucedanum cervaria* (Bińka 2003).

Atlantikum – Postupná expanze lesních a stínomilných druhů, např. *Sanicula*. V období od 5500–5000 (mapa 2) se ve střední Evropě projevuje významný vliv neolitického člověka, hlavně vypalování a první zemědělská činnost, která vede k rozsáhlému šíření ruderálních druhů (to dokládají také pylové analýzy), například druhy *Torilis japonica*, *Aegopodium podagraria*, *Daucus* sp., *Falcaria vulgaris*, hojněji se objevují také *Aethusa cynapium* a *Anthriscus* sp. (Bińka 2003).

Otázkou je, jak některé druhy jedlých a hojně v medicíně využívaných druhů *Apiaceae* mohlo naopak potlačovat cílené vysbírávání neolitickými lidmi. Tato teorie se opírá o zjištěný úbytek některých využívaných druhů v sedimentárních vrstvách z období neolitu. Týká se to například druhů rodu *Angelica* a *Heracleum* (Bińka 2003).



Graf 10: Index lidského tlaku na landcover v Evropě od TW14 (6200–5700) do současnosti TW1. 1 – nejvyšší lidský tlak, 0 – nejnižší lidský tlak (Zapolska et al. 2023).

Starověk

Během vlivu římské říše na střední Evropu výrazně narůstají (dominují) záznamy *Daucus carota* v pylových analýzách. Velmi se daří také *Pimpinella* sp. a *Aegopodium podagraria* (Bińka 2003).

S expanzí Římanů do některých německých oblastí se na základě pylových analýz datují také první výskyty *Pastinaca sativa* (Kórber-Grohne 1995). Expanze je zaznamenána také u polních teplomilných polních plevelů jako je *Caucalis platycarpos* (Bińka 2003).

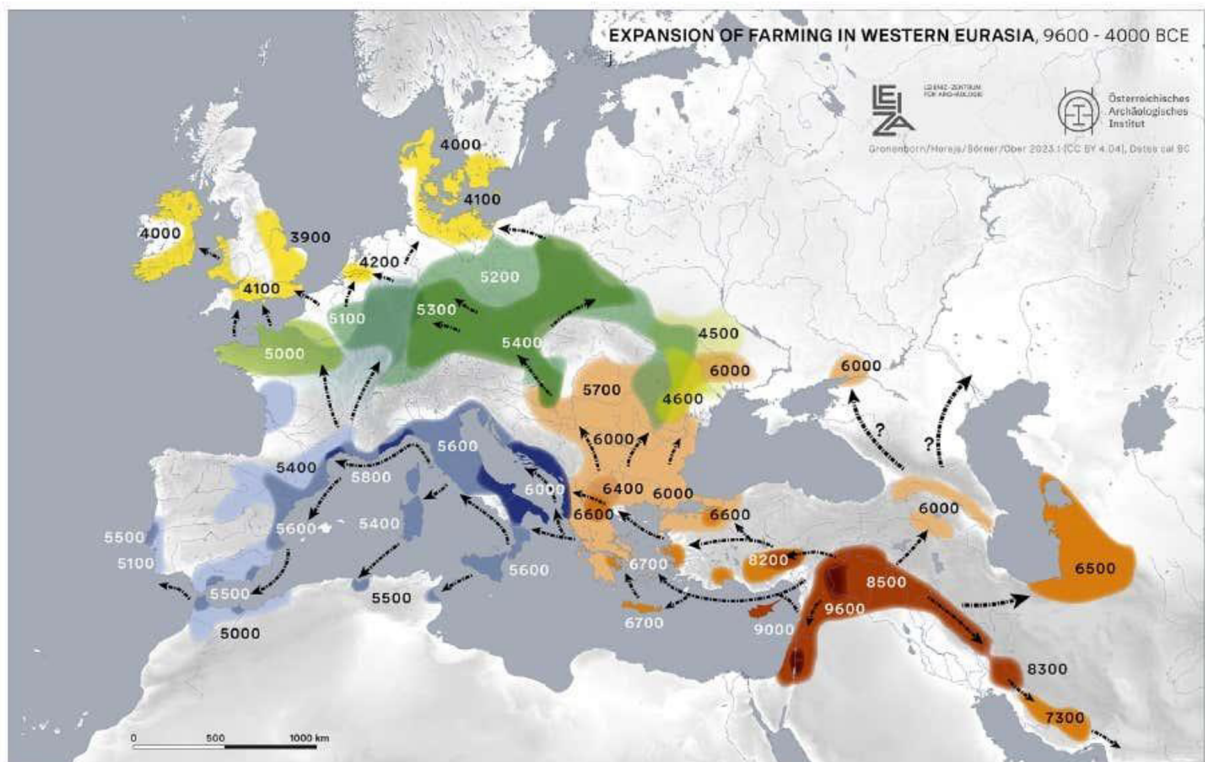
Středověk

Od raného středověku se hojně nacházejí pylové záznamy pěstovaných odrůd *D. carota*.

Z období středověku existují první doklady pylu *Pastinaca sativa* z Polska (Latałowa 1999). Mezi další rostliny, které se také v tomto období z důvodu využívání a pěstování velmi rozšířily, byly *Libanotis pyrenaica* a *Chaerophyllum bulbosum* (Celka 1999).

Novověk

Objevují se neofyty *Conium maculatum*, či *Heracleum mantegazzianum*. Dále přibývá ruderalizovaných stanovišť s výskytem *Daucus carota* a *Pastinaca sativa* a postupně dochází k šíření a dominanci nitrofilních druhů (především v posledním století) jako jsou *Aegopodium podagraria* a *Chaerophyllum* spp. V posledních 80 letech následuje značný úbytek polních plevelů z důvodu používání chemizace (např. úbytek *Caucalis platycarpos*, *Falcaria vulgaris*, *Scandix pecten-veris*), který z velké části trvá dodnes (Bińka 2003).



Mapa 2: Expanze zemědělství v západní Eurasii, 9600–4000 BCE (Gronenborn a Horejs 2023).

5.3 Šíření brouků díky zemědělství

V historii, ale i v dnešních dobách patří mezi nejčastěji zavlékané druhy se zemědělstvím fytofágní druhy patřící do nadčeledí **Curculionoidea** a **Chrysomeloidea**. Velmi často dochází k šíření přímo s převozem živých rostlin, například vajíček, či larev na listech, stoncích, květech, či kořenech rostlin. Jako typický příklad můžeme uvést šíření jihoevropské mandelinky *Chrysolina americana* (Linnaeus, 1758) na pěstovaných druhích levandulí *Lavandula* spp. (Hadjiconstantis & Zoumides 2021), ale i velmi známý příklad mandelinky bramborové (*Leptinotarsa decemlineata* Say, 1824) a jejím šíření téměř do celé Evropy v minulém století. Zdaleka největší vliv má na invazi fytofágních druhů brouků tvorba monokulturních porostů na velkých rozlohách (rozlehlé lány polí s jednou plodinou), kde se mohou z pár jedinců za krátkou dobu namnožit do extrémních počtů. Typickým příkladem druhů, kteří tuto krátkodobou bohatou potravní nabídku dokážou využít jsou dřepčící podčeledi Alticinae, např. šíření amerického druhu *Epitrix hirtipennis* (F. E. Melsheimer, 1847) (Bieńkowski & Orlova-Bienkowskaja 2018).

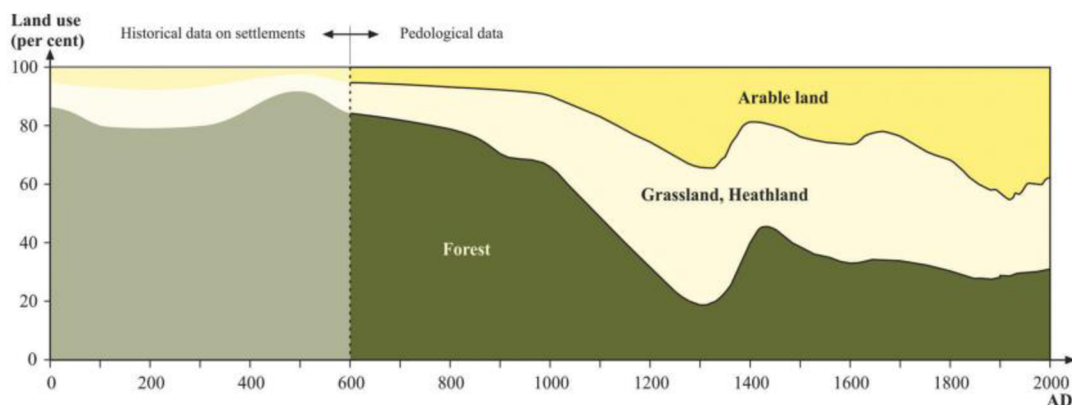
Velkou skupinou často zavlékaných druhů jsou granivorní zrnokazi (**Bruchidae**). Nejčasteji se šíří přímo s osivem. V případě, že se převážná semena dostatečně neošetří, mohou larvy v semenech prevoz přežít a následně invadovat do území s pěstovanou, třeba i nepůvodní plodinou (Tuda 2007). Typický příklad můžeme vidět ve městech, kde se různé druhy invazních

zrnokazů vyskytují na různých bobovitých rostlinách, zejména keřích, např. *Megabruchidius* spp. (Salgado & Martin 2023).

Mezi střevlíkovitými brouky (**Carabidae**) tolik invadujících a nepůvodních druhů nenajdeme. Ze střední Evropy jsou známy závleky společně s distribucí dřeva (*Pterostichus caspius* Ménériés, 1832) (Hůrka 1996), či těžebních materiálů (*Tachyura dulcis* Andrewes, 1925). Ovšem málokterý zavlečený druh dokáže na nové lokalitě vytvořit životaschopnou a rostoucí populaci (např. závek *Gynandromorphus etruscus* (Quensel in Schönherr, 1806) ve středních Čechách, ale i jednotlivé výskyty dalších středomořských druhů, které mívají charakter jednotlivých náhodných záznamů, pravděpodobně zavlečených s dopravou).

Častěji, než přímo s převozem materiálu s dospělci, či larvami, docházelo v minulosti k pravděpodobnému kontinuálnímu šíření jihoevropských stepních a polních střevlíků na sever do střední Evropy na místa antropogenní, především do tzv. kulturní stepi, krajiny dlouhodobě využívané lidmi zejména k obdělávání půdy. Vliv člověka na strukturu krajiny je totiž ve střední Evropě (zejména teplých nížinách) velmi podstatný a kontinuální v podstatě od počátků přetváření krajiny neolitickým člověkem kolem 4500 let př. n. l. (Zapolska et al. 2023).

Takové šíření částečně granivorních střevlíků do polních ekosystémů známe i z dnešní doby u řady druhů rodu *Harpalus*, např. *H. affinis* (Schrank, 1781).



Graf 11: Chronologické zastoupení otevřených antropogenních biotopů (orné půdy – žlutě), travnatých biotopů (primárních i sekundárních – bíle) a lesů (zeleně) v krajině Německa od počátku našeho letopočtu (podle Bork 2006, Poschlod 2015).



Obr. 17: Typický biotop druhů rodu *Ophonus*, hustý porost miříkovitých rostlin. Lokalita Kypr, Kritou Terra, biotop druhu *O. battus* Reitter, 1900 (ex. vlevo nahoře) s pravděpodobnou živnou rostlinou *Scaligeria* sp., za povšimnutí stojí, že jde o druhotné stanoviště na bývalém poličku (vzadu vpravo je vidět agrární val), foto P. Trávníček.

6. Metodika

Mimo čepání dat z literatury a vlastního pozorování v terénu byl proveden pilotní výzkum na predaci semen miříkovitých rostlin střevlíky rodu *Ophonus*.

Zvolena byla lokalita Vysoká nad Labem – stepní stráň Milíř (východní Čechy, okres Hradec Králové), kde již třetím rokem probíhá monitoring hmyzu (zejména brouků – Coleoptera a motýlů – Lepidoptera) a aktuálně je zde známo 6 druhů rodu *Ophonus* (P. Trávníček, nepublikovaná data). Jmenovitě *Ophonus* (s. str.) *diffinis*, *Ophonus* (*Hesperophonus*) *azureus*, *Ophonus* (*Hesperophonus*) *laticollis*, *Ophonus* (*Metophonus*) *melletii*, *Ophonus* (*Metophonus*) *rufibarbis*, *Ophonus* (*Metophonus*) *subsiniatus*.

Na lokalitě bylo v období od 1.VIII.2023 – 9.IX.2023 zakopáno 12 živochytných zemních pastí (byly použity plastové kelímky o průměru 10 cm)

– 6 pastí na svah se západní expozicí

– 6 pastí na svah s jižní expozicí.

Do každé pasti bylo jakožto návnada nasypáno přibližně stejné množství semen miříkovitých rostlin, vždy 2 pasti od každého druhu semen. Dvě pasti byly zakopány bez návnady a zvoleny jako kontrola.

Bylo použito 5 následujících druhů *Apiaceae*: *Daucus carota* subsp. *sativa*, *Foeniculum vulgare*, *Carum carvi*, *Pimpinella anisum* a *Pastinaca sativa*.

V období expozice pastí byly provedeny 2 výběry.

1. výběr 17.VIII.2023
2. výběr 9.IX.2023

Zachycené druhy brouků – Coleoptera (vyjma čeledi Staphylinidae) byly určeny do druhu, ostatní skupiny pouze orientačně do řádu, případně čeledi, a byly následně zapsány do excelovské tabulky.

7. Výsledky

Zemní pasti Milůf výběr 17.8.2023	západní svah						jižní svah					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
číslo pasti	kmin	fenykl	anyz	pastiňák	mrkev	kontrola	kmin	fenykl	anyz	pastiňák	mrkev	kontrola
návnada	počet jedinců (ks, případně interval)											
druh												
<i>Abax carinatus</i>									1			
<i>Abax ovalis</i>										1		
<i>Calathus fuscipes</i>		1										
<i>Harpalus caspius roubali</i>												
<i>Harpalus rubripes</i>							1					
<i>Microlestes minutulus</i>	1											
<i>Nebria brevicollis</i>												
<i>Ophonus puncticeps</i>									5		11	
<i>Poecilus cupreus</i>												
<i>Pseudophonus rufipes</i>				1		1						
<i>Trechus quadristriatus</i>												
Larvae Carabidae												
<i>Agriotes sputator</i> (Elateridae)												
<i>Byrrhus pilula</i> (Byrrhidae)										1	1	
<i>Dermestes</i> sp. (Dermestidae)									1			
<i>Onthophagus joannae /ovatus</i> (Scarabaeidae)			1	2					2	20-40		
<i>Onthophagus coenobita</i> (Scarabaeidae)									1			
<i>Tripocoprns vernalis</i> (Geotrupidae)												
<i>Hypera adspersa</i> (Curculionidae)												
Staphylinidae spp.	20-40	1		1	1				1	1		
Formicidae			40-60		1	20-40	20-40	20-40		40-60	3	3
Hemiptera	1		2									
Dermaptera		1							1	1		
Collembola												
Araneae						2						2
Opliones						1					2	
Julidae												
Isopoda	4	20-40		20-40								

Zemní pasti Milůf výběr 9.9.2023	západní svah						jižní svah					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
číslo pasti	kmin	fenykl	anyz	pastiňák	mrkev	kontrola	kmin	fenykl	anyz	pastiňák	mrkev	kontrola
návnada	počet jedinců (ks, případně interval)											
druh												
<i>Abax carinatus</i>				1								
<i>Abax ovalis</i>												
<i>Calathus fuscipes</i>		1	1	2	2			1	1		2	
<i>Harpalus caspius roubali</i>								1				
<i>Harpalus rubripes</i>						1					1	
<i>Microlestes minutulus</i>												
<i>Nebria brevicollis</i>		1								1		
<i>Ophonus puncticeps</i>							1	1	1		2	
<i>Poecilus cupreus</i>									1		2	1
<i>Pseudophonus rufipes</i>												
<i>Trechus quadristriatus</i>												
Larvae Carabidae		1										
<i>Agriotes sputator</i> (Elateridae)												
<i>Byrrhus pilula</i> (Byrrhidae)												
<i>Dermestes</i> sp. (Dermestidae)												
<i>Onthophagus joannae /ovatus</i> (Scarabaeidae)								3			15	
<i>Onthophagus coenobita</i> (Scarabaeidae)											1	
<i>Tripocoprns vernalis</i> (Geotrupidae)												1
<i>Hypera adspersa</i> (Curculionidae)												
Staphylinidae spp.	20-40	3	1		2		8	6				
Formicidae	2				2	2						
Hemiptera					1						1	
Dermaptera												
Collembola							4					
Araneae						2		1				1
Opliones												
Julidae								1				
Isopoda		20-40	40-60	20-40	10	20-40		20-40				3

Tabulka 2 a 3: Počty jednotlivých druhů spadlých do zemních pastí s návnadou, **žlutě** je vyznačen cílový druh *Ophonus puncticeps*, **zeleně** pak další druhy, u kterých je známa častá preference granivorie.

V **prvním výběru** zemních pastí po 17 dnech bylo navzdory poměrně nevlídného počasí zachyceno 16 jedinců druhu *Ophonus puncticeps*, a to zejména v zemní pasti se semeny mrkve *Daucus carota* subsp. *carota* (11 ex.). V menších počtech (5 ex.) byl zachycen druh *O. puncticeps* i v semenech anýzu (*Pimpinella anisum*). Poměr samců a samic byl 1:1 (8 samců, 8 samic). Ostatní druhy čeledi Carabidae byly zachyceny pouze minoritně obvykle v počtech 1–2 exemplářů, přičemž se často jednalo také o granivorii preferující druhy.

V **druhém výběru**, po 23 dnech od předešlého výběru, bylo nalezeno 5 exemplářů druhu *Ophonus puncticeps*. Tentokrát byly záchyty více rozdělené mezi více druhů semen. Po jednom kusu byl zaznamenán v semenech fenyklu, kmínu, anýzu a po dvou kusech také opět v semenech mrkve. Oproti prvnímu výběru byly všechny zachycené exempláře samice, to by mohlo značit větší délku dožití oproti samcům (pravděpodobně z důvodu potřeby času na naklazení vajec).

Zajímavá je preference **jižního svahu**, to může být ovlivněno více faktory, jako například strukturou, druhovou skladbou vegetace v okolí pastí a jejich zastíněním. Na jižním svahu se jedná o výškově diverzifikovaný porost s poměrně druhově bohatou spíše suchomilnou vegetací včetně přirozeného výskytu několika druhů čeledi *Apiaceae* (*Daucus carota*, *Pimpinella saxifraga*), zastínění stromy bylo poměrně malé. Naopak plocha na západním svahu se nacházela na drobných méně bujně porostlých a mezofilnějších loukách mezi roztroušeným porostem borovice lesní (*Pinus sylvestris*), proto zde bylo také větší zastínění.

Z výsledků vlastního pilotního výzkumu je zřejmé, že metoda odchyty dospělců, minimálně druhu *Ophonus puncticeps*, je velmi efektivní. Toto zjištění je v souladu s výzkumem na druhu *O. subsinutatus*, který byl úspěšně lákán na semena kopru (Veselý & Kresl 2021). V budoucích výzkumech by bylo velmi vhodné tímto způsobem zkoumat výskyt a jejich okolnosti na různých lokalitách, včetně využití většího spektra semen, případně také v různých termínech včetně pozdějších termínů podzimu, kdy předpokládám také zachycení I. instaru larev, které jsou pohyblivé a aktivně vyhledávají semena na odnos do svých tunelů a chodeb pro následný vývoj.

8. Diskuse

8.1 Historické šíření druhů rodu *Ophonus* díky zemědělství?

Z výsledků rešerše je patrné, že již v minulosti prokazatelně docházelo k poměrně razantním změnám v prostředí krajiny střední Evropy a to zejména v posledních přibližně 4000 let vlivem člověka a jeho zemědělské aktivity. Tato změna struktury krajiny, ale také klimatických podmínek, byla nejprve omezena pouze lokálně na starosídelní oblasti (obvykle teplé nížiny s černozeměmi), ale posléze se dotkla většiny území střední Evropy. S tím, jak řada výzkumů ukazuje, docházelo k šíření některých druhů rostlin, zejména plevelů a lidmi kultivovaných druhů, do oblastí, kde se buď dříve vůbec nevyskytovaly nebo byly velice vzácné. (Případně se zde vyskytovaly pouze v teplejších obdobích hlubší historie, ranný holocén, pleistocenní interglaciály). Mezi ně patřila velká řada živných rostlin střevlíků rodu *Ophonus*, miříkovitých rostlin z čeledi *Apiaceae*, které často patří právě mezi polní plevely (např. *Falcaria*, *Aegopodium*, *Daucus*), tak také mezi druhy hojně kultivované (např. *Daucus*, *Pastinaca*, *Anethum*, *Foeniculum*,...). S tímto šířením živných rostlin tedy prokazatelně muselo docházet také k šíření některých jejich predátorů, kterými jsou střevlíci rodu *Ophonus*.

Největší vliv měla historická změna krajiny pravděpodobně na početnost populací střevlíků rodu *Ophonus*. Jak z palynologických záznamů víme, hlavní živná rostlina, *Daucus carota*, nebyla před příchodem člověka do střední Evropy rozhodně tak hojná jako dnes. Lidský faktor, zejména ruderalizace prostředí ale i cílené pěstování, početnost této rostliny zmnohonásobil a tím tak pravděpodobně podpořil populace druhů *Ophonus*.

Otázkou nadále zůstává, proč je druh *Daucus carota* nejvyužívanější potravním zdrojem pro střevlíky rodu *Ophonus*. Zda to je širokým areálem rozšíření a „všudypřítomností“ tohoto druhu v podstatě v celé západopalearktické oblasti, či souvisí s místem vzniku rodu *Ophonus* přibližně v Blízkovýchodní oblasti, kde se tito střevlíci měli nejdříve se na tuto velmi dostupnou potravu přizpůsobit. Tyto otázky by mohla do budoucna napovědět například fylogenetická analýza jednotlivých druhů rodu *Ophonus*.

Zajímavým návrhem k dalšímu výzkumu může být také má teorie o šíření miříkovitých druhů rostlin díky larvám střevlíků rodu *Ophonus*, jelikož jak bylo v laboratorních chovech, ale i v terénu pozorováno, larvy I. instaru si často nasbírají do svých chodeb více semen, než jsou během vývoje schopni pozřít. Nepoškozená semena pak mohou pod povrchem půdy snadněji vyklíčit a dochází tedy, dá se říct, k symbiotickému vztahu, kdy může dojít ke snadnějšímu

šíření semen miříkovitých rostlin, které by jinak skončili na povrchu půdy jako potrava jiných organismů, či by mohli snadněji podlehnout zplesnivéni a jiným způsobům poškození.

8.2 Jsou druhy rodu *Ophonus* původní ve střední Evropě?

Většina pramenů týkajících se střevlíků rodu *Ophonus* zmiňuje velmi obecně potravní vazbu na miříkovité rostliny, přičemž naprosto dominantními konzumovanými semeny jsou semena mrkvi (*Daucus* sp.). Občasně je zmiňován také pastináček setý (*Pastinaca sativa*). Dosud jediný experimentální výzkum predace jiného druhu než mrkve *Daucus carota* je znám u druhu *O. subsinuatus* a jeho predaci kopru (*Anethum graveolens*). Avšak z řady vlastních terénních pozorování, ale i pozorování mnoha dalších kolegů (M. Linhart, P. Veselý, P. Moravec, T. Kopecký) zabývajících se střevlíky, je známo, že některé druhy dokáží predovat také semena ostatních miříkovitých rostlin a to ve střední Evropě konkrétně druhů *Caucalis*, *Peucedanum* a *Smyrniium*. V rámci zde odprezentovaného pilotního výzkumu bylo zjištěno, že druh *Ophonus puncticeps* je lákán také na semena druhu *Pimpinella anisum* (ačkoliv není ve střední Evropě původní) a možná i kmínu (*Carum carvi*) a fenyklu (*Foeniculum vulgare*), z toho vyplývá, že tento druh bude velmi polyfágní, zřejmě proto je také tak úspěšný v kolonizaci nových oblastí mimo původní areál, například v USA a Kanadě.

Je naprosto zřejmé, že monofágní druhy jako jsou *Ophonus subsinuatus* s potravní vazbou na archeofytickou rostlinu (kopr, zavlečený do střední Evropy ve středověku), nemohou být ve střední Evropě původní a lze tedy jejich původ označit za druhotný. Stejně tak často zvláštní výskyt těchto druhů mimo souvislý areál výskytu lze téměř s jistotou označit za lidmi zavlečený (*O. subsinuatus* v Anglii a Izraeli, či *O. schaubergerianus* v Litvě a Finsku, apod.). Kompletní posouzení původního rozšíření všech středoevropských druhů v současné době ovšem nelze dobře interpretovat, a to zejména z důvodu stále nepříliš prozkoumaných potravních preferencí jednotlivých druhů. Ty jsou totiž prozatím spíše útržkovité a založené na různých pozorování z terénu. Z nejpravděpodobnějších druhů jejichž výskyt se po vlivu člověka na krajinu střední Evropy rozšířili bych si troufl zařadit druhy s lépe poznanou bionomií a zejména o druhy monofágní, či oligofágní s preferencí 2–3 rostlin (případně se jedná o druhy, které preferují obvykle jeden druh rostliny, ale při silném nedostatku potravy dokáží na úkor horšího fitness využít i jiné příbuzné druhy). Jedná se tedy o zmíněný druh *O. subsinuatus*, dále druh *Ophonus gamelli*, s vazbou na archeofyt *Smyrniium perfoliatum*, velmi pravděpodobně také druh *Ophonus sabulicola*, s preferencí plevelu *Caucalis platycarpus*. Rozsáhlé šíření také pravděpodobně zasáhlo druhy *O. ardosiacus*, který se v severněji položených oblastech často

vyskytuje výhradně na druhotných stanovištích, dále *Ophomus diffinis*, ovšem u tohoto druhu lze nedávné šíření na sever vysvětlit i důvody klimatických změn dopadajících na střední Evropu v posledních desetiletích.

Velkou pomocí v zjišťování původního rozšíření druhů rodu *Ophomus* by mohlo být porovnání genů v rámci jednoho druhu, například u druhu *Ophomus sabulicola*, kde dnes najdeme uzavřené střeoevropské populace v Českém Středohoří a v německém Durynsku (například v porovnání genů populací stejného druhu ve jihovýchodní části Francie a populací na jižní Moravě). Další významnou pomůckou by byla celková analýza fylogenetických poměrů mezi druhy střevlíků rodu *Ophomus*. Jediná fylogenetická studie (Martinez-Navarro et al. 2005), která se zatím významněji rodu *Ophomus* dotkla, byla založena pouze na 1 genu (COI) a zahrnuje pouze několik málo druhů, do budoucna by proto bylo velmi vhodné analýzy o druhu i geny rozšířit. Velmi významná by také mohla být analýza DNA zbytků rostlin čeledi *Apiaceae* v trávícím traktu dospělců, či larev druhů rodu *Ophomus*, která by tak mohla poskytnout další data o potravních preferencích.

9. Závěr

V práci bylo shrnuto dosavadní poznání většiny potravních specializací u střevlíkovitých brouků. V úvodu se jedná se o specializaci na housenky u krajníků (Calosoma), malakofágie (specializace na měkkýše) u střevlíků z tribu Carabini a Licinini, specializace na chvostokoky (Collembola) u tribů Notiophilini, Loricerini a Nebriini a křísy (Auchenorrhyncha) u tribu Odacanthini. Mezi vzácnější specializaci patří myrmekofágie rozšířená u druhů podčeledi Paussinae a Siagoninae. Pouze u třech tribů Brachinini, Lebiini a Peleciini je znám ektoparazitismus larev na larvách a kuklách brouků, ale také na mladých stádiích rovnokřídlých a mnohonožek. Poměrně unikátní je pak specializace některých druhů rodu *Chlaenius* a jejich predace obojživelníků.

Druhá velká část řešese potravních specializací se věnuje granivorii a granivornímu chování střevlíků z podčeledi Harpalinae, Platyninae a Pterostichinae (zvláště tribu Zabrinini), kteří jsou z velké míry predátoři semen bylin a trav, tak vzácněji i semen stromů (např. *Amara makolskii*). Velmi často patří mezi druhy s vazbou na člověkem ovlivněné ekosystémy, např. pole, či ruderaly a proto často patří mezi významné predátory polních plevelů. Najdeme zde jak druhy monofágní (menšina), tak druhy polyfágní (většina), dokonce často i s kombinovanou karnivorií a fytofágií, případně se potravní preference liší v době vývoje a jednotlivých instarů larev.

Významnou část práce tvoří řešese známých informací o striktně granivorním rodu *Ophonus*. Shrnuto je světové rozšíření rodu původně omezené na Palearktickou oblast, dnes však díky expanzivnímu šíření druhu *Ophonus puncticeps* obohacené o velkou část zóny Nearktické. Známé je aktuálně 70 druhů z rodu *Ophonus*, přičemž v řešené střední Evropě je známo druhů 20. U každého středoevropského druhu jsou zpracovány dosavadní poznatky a pozorování autorů zabývajících se střevlíky. Řada z nich je výskytem omezena pouze na nejteplejší oblasti střední Evropy a některé druhy jsou na sever ohraničené právě výskytem živné rostliny (*Ophonus gamelli*, *O. subsinuatus*). Nastíněna je také příbuznost rodu *Ophonus* s dalšími příbuznými rody na základě jedné z nemnoha fylogenetických analýz podčeledi Harpalinae.

Následuje řešese rostlin čeledi *Apiaceae* a komentáře k jednotlivým rodům, či druhům rostoucím ve střední Evropě s předpokladem potenciálu být živnými rostlinami střevlíků rodu *Ophonus* (celkem vybráno 43 rodů čeledi *Apiaceae*). Jde o druhy původní rostoucí na velmi rozmanitých biotopech, zejména stepi, mokřady, světlé lesy, velmi často také ale na druhotných

stanovištích jako jsou pole, ruderální porosty, skládky a navážky apod. Specifickou kategorií jsou druhy pěstované, často zařazené mezi archeofyty, či neofyty.

V poslední rešeršní části jsou shrnuty poznatky týkající se historického vývoje střeoevropské krajiny od Pleistocénu a především jejímu ovlivňování lidmi od příchodu neolitických zemědělců (cca 4000 př. n. l.). Rozebrány jsou možnosti šíření rostlin a jejich semen (hlavně *Apiaceae*) díky zemědělské činnosti (orba, vypalování, pastva dobytka) a jejím vlivům na změnu struktury krajiny. Dále výskyt druhů čeledi *Apiaceae* a jejich relativní hojnost na základě palynologických výzkumů. A také možnosti a příklady šíření nejen granivorních brouků díky lidské činnosti.

Pilotní výzkum s použitím tzv. semenných zemních pastí zmíněný po rozsáhlé rešerši poukazuje na možnost využití této poměrně efektivní metody při odchytu a zjišťování bionomie střevlíků rodu *Ophonus* a poprvé s jistotou dokladuje lákání druhu *O. puncticeps* na semena anýzu (*Pimpinella anisum*).

Následná diskuse řeší původnost některých druhů rodu *Ophonus* ve střední Evropě, zejména těch, kteří jsou dle dosavadních výzkumů a pozorování monofágní, tzn. *Ophonus subsinuatus* a *O. gamelli*, kde se zřejmě jedná o druhy zavlečené do střední Evropy s archeofytní rostlinou (*Anethum graveolens*, *Smyrniium perfoliatum*). Dále se zabývá pravděpodobným kolísání populací střevlíků rodu *Ophonus* v historii, zejména v souvislosti s výskytem a hojností živných rostlin ve střední Evropě, například šíření druhu *Daucus carota* a *Pastinaca sativa* díky ruderalizaci krajiny a počátky pěstování jejich kultivarů od starověku.

Literatura

Acorn, J. H. & Ball, G. E. (1991). The mandibles of some adult ground beetles: structure, function, and the evolution of herbivory (Coleoptera: Carabidae). *Canadian Journal of Zoology*, 69(3), 638-650.

Agyare, C., Appiah, T., Boakye, Y. D. & Apenteng, J. A. (2017). *Petroselinum crispum*: a review. Medicinal spices and vegetables from Africa, Victor Kuete ed., Elsevier, Academic Press, 527-547.

Altınayr, G. (1976). Chemical control of *Zabrus* species in Turkey. Wheat pests. Report, Regional Plant Protection Research Institute, Ankara, Turkey, 53-56.

Antoine, M. (1959). Coléoptères Carabiques du Maroc (3ème partie). *Mémoires de la Société des Sciences Naturelles et Physique du Maroc, Revue d'Écologie*, 6, 315-465.

Arndt, E., Paarmann, W. & Adis, J. (1996). Description of larvae and larval specializations to a specific food in the genus *Notiobia* Perty (Coleoptera: Carabidae) from Amazonian lowlands. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 31(3-4), 205-216.

Banasiak, Ł., Piwczyński, M., Uliński, T., Downie, S. R., Watson, M. F., Shakya, B., & Spalik, K. (2013). Dispersal patterns in space and time: a case study of Apiaceae subfamily Apioideae. *Journal of Biogeography*, 40(7), 1324-1335.

Bassett, P. (1978). Damage to winter cereals by *Zabrus tenebrioides* (Goeze)(Coleoptera: Carabidae). *Plant Pathology*, 27(1), 148.

Bauer, T. (1985). Beetles which use a setal trap to hunt springtails: the hunting strategy and apparatus of *Leistus* (Coleoptera, Carabidae). *Pedobiologia (Jena)*, 28(4), 275-287.

Bauer, T. (1982). Predation by a carabid beetle specialized for catching Collembola. *Pedobiologia*, 24(3), 169-179.

Baulechner, D., Jauker, F., Neubauer, T. A., & Wolters, V. (2020). Convergent evolution of specialized generalists: implications for phylogenetic and functional diversity of carabid feeding groups. *Ecology and Evolution*, 10(20), 11100-11110.

Bertrandi, F., & Zetto Brandmayr, T. (1991). Osservazioni sulla dieta e cenni sulla bionomia del genere *Harpalus* Latreille (Coleoptera, Carabidae). *Berichte des naturwissenschaftlichen-medizinischen Verein Innsbruck*, 78, 145-155.

Bělohoubková, E. (2009). Využití rostlin z čeledi Mrkvovité ve výživě, Brno, Bakalářská práce. Masarykova univerzita, Lékařská fakulta. Vedoucí práce Jan Šimůnek, 59 pp.

- Bieńkowski, A. O., & Orlova-Bienkowskaja, M. J. (2018). Alien leaf beetles (Coleoptera, Chrysomelidae) of European Russia and some general tendencies of leaf beetle invasions. *PLOS One*, 13(9), 1-23.
- Bińka, K. (2003). Apiaceae-contribution to the flora history in light of pollen analysis with a special reference to the Holocene site at Błędowo (Central Poland). *Studia Quaternaria*, 20, 35-59.
- Bohan, D. A., Boursault, A., Brooks, D. R., & Petit, S. (2011). National-scale regulation of the weed seedbank by carabid predators. *Journal of Applied Ecology*, 48(4), 888-898.
- Bousquet, Y. (2012). Catalogue of Geadephaga (Coleoptera, Adephaga) of America, north of Mexico. *ZooKeys*, (245), 1-1722.
- Bostick, B. O. (1945). The Morphology of the Carabid Beetle *Calosoma scrutator* (Fabricius). *Annals of the Entomological Society of America*, 38(1), 14-32.
- Brandmayr, P. (1974). Sulle cure parentali e su altri aspetti della biologia di *Carterus (Sabienus) calydonius* Rossi, con alcune considerazioni sui fenomeni in cura della prole sino ad oggi riscontrati in Carabidi (Coleoptera, Carabidae). *Redia*, 55, 143-175.
- Brandmayr, Z., & Brandmayr, P. (1975). Biologia di *Ophonus puncticeps* Steph. Cenni sulla fitofagia delle larve e loro etologia (Coleoptera, Carabidae). *Annali della Facoltà di Scienze Agrarie della Università degli Studi di Torino*, 9, 421-430.
- Brandmayr, T. Z. (1976): Nutrizione e allevamento di Carabidi esclusivamente fitofagi: spermofagia larvale di *Ophonus ardosiacus* Lutsh. *Redia*, 59: 197-206.
- Brandmayr, P., Ferrero, E., & Zetto-Brandmayr, T. (1980). Larval versus imaginal taxonomy and the systematic status of the ground beetle taxa *Harpalus* and *Ophonus* (Coleoptera: Carabidae: Harpalini). *Entomologia Generalis*, 6(2-4), 335-353.
- Brandmayr, P., & Brandmayr, T. Z. (1981). Identificazione di larve del genere *Ophonus* Dejean, 1821 (sensu novo) e note bionomiche. *Memorie della Società Entomologica Italiana*, 60, 67-103.
- Brandmayr, P., & Brandmayr, T. Z. (1986). Food and feeding behaviour of some *Licinus* species (Coleoptera Carabidae Licinini). *Monitore Zoologico Italiano-Italian Journal of Zoology*, 20(2), 171-181.
- Brandmayr, Z. T., De Rose, E., Giglio, A., & Pizzolotto, R. (Eds.) (2000). Morphological and behavioural aspects favouring ant predation in *Siagona europaea* (Coleoptera, Carabidae). *Natural history and applied ecology of Carabid Beetles*. Pensoft. 103-109.
- Burakowski, B. (1967). Biology, ecology and distribution of *Amara pseudocommunis* Burak. (Coleoptera, Carabidae), *Annales Zoologici*, 24(9), 485-526.

- Burmeister, F. (1939). *Biologie, Ökologie und Verbreitung der europäischen Käfer. I. Band: Adephaga*. Goecke, Krefeld, 307 pp.
- Calviño, C. I., Teruel, F. E., & Downie, S. R. (2016). The role of the Southern Hemisphere in the evolutionary history of Apiaceae, a mostly north temperate plant family. *Journal of Biogeography*, 43(2), 398-409.
- Capogreco, J. V. (1989). Immature *Lebia viridis* Say (Coleoptera: Carabidae): bionomics, descriptions, and comparisons to other *Lebia* species. *The Coleopterists' Bulletin*, 43(2), 183-194.
- Celka, Z. (1999). Rosliny naczyniowe grodzisk Wielkopolski. *Prace Zakładu Taksonomii Roślin Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu*, 9, 1-160.
- Delany, M. J. (1960). The food and feeding habits of some earth-dwelling invertebrates, *Proceedings of the Zoological Society of London*, Oxford, UK, Blackwell Publishing Ltd., 135(2), 303-311.
- Dietrich, H. (1958). *Harpalus puncticeps* Steph. on Long Island, N.Y. *The Coleopterists Bulletin*, 11, 46.
- Duke, J., Bogenschutz, M., Cellier, J. & Duke, A. (2002). *Handbook of Medicinal Herbs*. Boca Raton, CRP Press, 870 pp.
- Erwin, T. L. (1967). Bombardier beetles (Coleoptera, Carabidae) of North America: part II. Biology and behavior of *Brachinus pallidus* Erwin in California. *The Coleopterists' Bulletin*, 21(2), 41-55.
- Fadda, S. (2007). *Organisation des communautés de coléoptères terricoles en écosystème multi-perturbé: le cas des écosystèmes de pelouses sèches* (Doctoral dissertation, Thèse Doctorat, Univ. Paul Cézanne, Aix-Marseille III). 160 pp.
- Fadda, S., Orgeas, J., Ponel, P., Buisson, E., Torre, F., & Dutoit, T. (2007). Past cultivation is a factor driving organization of dry grassland ground-active beetle communities. *Environmental Conservation*, 34(2), 132-139.
- Filipović, D., Jones, G., Kirleis, W., Bogaard, A., Ballantyne, R., Charles, M., ... & Valamoti, S. M. (2023). *Triticum timopheevii* sl ('new glume wheat') finds in regions of southern and eastern Europe across space and time. *Vegetation History and Archaeobotany*, 33, 1-14.
- Fischer, S. F., Poschlod, P., & Beinlich, B. (1996). Experimental studies on the dispersal of plants and animals on sheep in calcareous grasslands. *Journal of Applied Ecology*, 33, 1206-1222.
- Forsythe, T. G. (1983). Mouthparts and feeding of certain ground beetles (Coleoptera: Carabidae). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 79(4), 319-376.
- Forsythe, T. G. (1991). Feeding and locomotory functions in relation to body form in five species of ground beetle (Coleoptera: Carabidae). *Journal of Zoology*, 223(2), 233-263.

- Frank, J. H. (1985). Associations of Scaritini and Bledius in the New World (Coleoptera: Carabidae and Staphylinidae). *The Florida Entomologist*, 68(3), 480-482.
- Geiselhardt, S. F., Peschke, K., & Nagel, P. (2007). A review of myrmecophily in ant nest beetles (Coleoptera: Carabidae: Paussinae): linking early observations with recent findings. *Naturwissenschaften*, 94, 871-894.
- Geoffriau, E., & Simon, P. W. (Eds.). (2020). Carrots and related Apiaceae crops (Vol. 33). Vegetable Crops Research Unit, CABI, Madison, Wisconsin, USA, 370 pp.
- Giglio, A., Brandmayr, P., Ferrero, E. A., Giulianini, P. G., Perrotta, E., Talarico, F. F., & Brandmayr, T. Zetto (2008). Ultrastructure of the antennal sensorial appendage of larvae of *Ophonus ardosiacus* (Lutshnik, 1922)(Coleoptera, Carabidae) and possible correlations between size and shape and the larval feeding habits. *Zoologischer Anzeiger, A Journal of Comparative Zoology*, 247(3), 209-221.
- Goldschmidt, H. & Toft, S. (1997). Variable degrees of granivory and phytophagy in insectivorous carabid beetles. *Pedobiologia*, 41, 521-525.
- Groden, E. (1990). Natural mortality of the Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Say). PhD dissertation, Michigan State University, USA, 221 pp.
- Hadjiconstantis, M., & Zoumides, C. (2021). First records of the pest leaf beetle *Chrysolina* (*Chrysolinopsis*) *americana* (Linnaeus, 1758)(Coleoptera, Chrysomelidae) in Cyprus-a study initiated from social media. *Biodiversity Data Journal*, 9, 1-10.
- Hagley, E. A. C., Holliday, N. J., & Barber, D. R. (1982). Laboratory studies of the food preferences of some orchard carabids (Coleoptera: Carabidae). *The Canadian Entomologist*, 114(5), 431-437.
- Hejný, S., Slavík, B. (1988). *Květena České socialistické republiky 1.*, Praha, Academia, 558 pp.
- Hejný, S., Slavík, B. (1990). *Květena České republiky 2.*, Praha, Academia, 542 pp.
- Hejný, S., Slavík, B. (1992). *Květena České republiky 3.*, Praha, Academia, 540 pp.
- Honek, A., Martinkova, Z., Saska, P., & Pekar, S. (2007). Size and taxonomic constraints determine the seed preferences of Carabidae (Coleoptera). *Basic and Applied Ecology*, 8(4), 343-353.
- Hurst, C., & Doberski, J. (2003). Wild flower seed predation by *Pterostichus madidus* (Carabidae: Coleoptera). *Annals of Applied Biology*, 142(2), 251-254.
- Hůrka, K. (1996). Carabidae of the Czech and Slovak Republics. *Carabidae České a Slovenské republiky*. Zlín, Kabourek, 565 pp.

- Ingerson-Mahar, J. M. (2014). Relating diet and morphology of the head, mandibles and proventriculus in adult carabid beetles. PhD dissertation, Holland, J.M. (Ed.), *The agroecology of carabid beetles*. Intercept, Andover. 89 pp.
- Itoh, T. (2017). First record of predation on the planthopper, *Nilaparvata lugens* by the carabid beetle, *Drypta fulveola* distributed only in Kanto Area on central Japan. *Natural History Report of Kanagawa*, 38, 49-52.
- Itoh, T. (2020). First records of predation on two types of leafhoppers, *Nephotettix cincticeps* and *Pagaronia* sp. by the carabid beetle, *Drypta fulveola*. *Izunuma-Uchinuma Wetland Researches*, 14, 55-61.
- Johnson, A. T., Smith, H. A. (1972). *Plant Names Simplified: Their pronunciation, derivation and meaning*. Landsman Bookshop Ltd, Buckenhill, UK, 128 pp.
- Johnson, N. E., & Cameron, R. S. (1969). Phytophagous ground beetles. *Annals of the Entomological Society of America*, 62(4), 909-914.
- Jonason, D., Smith, H. G., Bengtsson, J., & Birkhofer, K. (2013). Landscape simplification promotes weed seed predation by carabid beetles (Coleoptera: Carabidae). *Landscape Ecology*, 28, 487-494.
- Jørgensen, H. B., & Toft, S. (1997). Role of granivory and insectivory in the life cycle of the carabid beetle *Amara similata*. *Ecological Entomology*, 22(1), 7-15.
- Kataev, D.M. & Wrase, D.W. (2017): Carabidae: Harpalina. In: Löbl, I. & Löbl, D. (Eds.): *Catalogue of Palaearctic Coleoptera. Volume 1. Archostemata – Myxophaga – Adephaga*. Revised and Updated Edition. Brill, Leiden & Boston, 515–562.
- Kirk, V. M. (1972). Seed-caching by larvae of two ground beetles, *Harpalus pensylvanicus* and *H. erraticus*. *Annals of the Entomological Society of America*, 65(6), 1426-1428.
- Kirk, V. M. (1975). Biology of *Stenolophus* (= *Agonoderus*) comma, a ground beetle of cropland. *Annals of the Entomological Society of America*, 68(1), 135-138.
- Kislev M. E. (1988). Nahal Hemar Cave, Desiccated plant remains, an interim report. *Atiqot* 38. Department of Antiquities and Museums, Jerusalem, 76-81.
- Kjellsson, G. (1985). Seed fate in a population of *Carex pilulifera* L. II. Seed predation and its consequences for dispersal and seed bank. *Oecologia*, 67, 424-429.
- Konuma, J., & Chiba, S. (2007). Trade-offs between force and fit: extreme morphologies associated with feeding behavior in carabid beetles. *The American Naturalist*, 170(1), 90-100.
- Korber-Grohne, U. (1995). *Nutzpflanzen in Deutschland von der Vorgeschichte bis heute. Das kompetente Nachschlagewerk*. Nikol, Hamburg, 490 pp.

- Kryzhanovskij, O.L., Belousov, I.A., Kabak, I.I., Kataev, B.M., Makarov, K.V., Shilenkov, V.G. (1995). A checklist of the ground-beetles of Russia and adjacent lands (Insecta, Coleoptera, Carabidae). Pensoft Publishers, Saint-Petersburg, 275 pp.
- Larochelle, A. (1990). Food of Carabid Beetles (The):(Coleoptera: Carabidae, Including Cicindelinae). Fabrieres Suppl 5. Quebec City, Quebec, Canada Sillery, Association des Entomologistes du Québec, 132 pp.
- Latalowa, M. (1999). Palaeoecological reconstruction of the environmental conditions and economy in early medieval Wolin. *Acta Palaeobotanica*, 39(2), 183-271.
- Lemmen, C., Gronenborn, D., & Wirtz, K. W. (2011). A simulation of the Neolithic transition in Western Eurasia. *Journal of Archaeological Science*, 38(12), 3459-3470.
- Leung, A., Foster, S. (1996). Encyclopedia of common natural ingredients used in food, drugs and cosmetics. New York, John Wiley & Sons Inc., 409 pp.
- Lindroth, C. H. (1945). Die Fennoskandischen Carabidae. Göteborg, Wettergren & Kerbers. Kungl. Vetensk. Vitterh. Samh. Handl. (Ser. B4). 709 pp.
- Lindroth, C. H., (1985–1986). The Carabidae (Coleoptera) of Fennoscandia and Denmark, *Fauna Entomologica Scandinavica* 15. Brill, Scandinavian Science Press, 497 pp.
- Lorenz, W. (1998). *Nomina Carabidarum* a directory of the scientific names of ground beetles ; (Insecta, Coleoptera "Geadephaga": Trachypachidae and Carabidae incl. Paussinae, Cicindelinae, Rhysodinae). Tutzing, W. Lorenz, 937 pp.
- Luff, M. L. (1980). The biology of the ground beetle *Harpalus rufipes* in a strawberry field in Northumberland. *Annals of Applied Biology*, 94(2), 153-164.
- Lund, R. D., & Turpin, F. T. (1977). Carabid damage to weed seeds found in Indiana cornfields. *Environmental Entomology*, 6(5), 695-698.
- Lundgren, J. G., & Rosentrater, K. A. (2007). The strength of seeds and their destruction by granivorous insects. *Arthropod-Plant Interactions*, 1, 93-99.
- Lundgren, J. G. (2009). The seed feeders. Relationships of natural enemies and non-prey foods, *Springer Science & Business Media*, 7, 143-165.
- Lundgren, J. G., & Harwood, J. D. (2012). Functional responses to food diversity: the effect of seed availability on the feeding behavior of facultative granivores. *Journal of Entomological Science*, 47(2), 160-176.
- Malhotra, S. (2006). Spices, Medicinal and Aromatic crops. Hyderabad, Singh University Press, pp. 815.

- Marggi, W., Luka, H., & Wozniak, A. (2021). *Ophonus* (*Metophonus*) *subsinuatus* Rey, 1886 (Coleoptera: Carabidae: Harpalini)-nowy dla fauny Polski gatunek chrząszcza. *Wiadomości Entomologiczne*, Poland, 40(4), 24-27.
- Martinez-Navarro E. M., Galian J. & Serrano J. (2005). Phylogeny and molecular evolution of the tribe Harpalini (Coleoptera, Carabidae) inferred from mitochondrial cytochrome-oxidase I. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 35, 127-146.
- Molík, P. (1972). Doba rozmnožování a vývoj některých druhů rodu *Harpalus* Latr. (Coleoptera, Carabidae). [The reproduction period and development of some species of the genus *Harpalus* Latr.]. Diploma work, unpublished manuscript, Faculty of Science, Charles University, Praha, 135 pp.
- Nielsen C., Ravn H.P., Nentwig W. & Wade M. (eds.) (2005). *Bolševník velkolepý: Praktická příručka o biologii a kontrole invazního druhu*. Forest & Landscape Denmark, Hoersholm, 44 pp.
- Nystrand, O., & Granström, A. (2000). Predation on *Pinus sylvestris* seeds and juvenile seedlings in Swedish boreal forest in relation to stand disturbance by logging. *Journal of Applied Ecology*, 37(3), 449-463.
- Paarmann, W., Faust, N., Arndt, E., Lühtrath, I., & Rohe, W. (2006). Constant seed size and mandible growth—a fundamental problem for granivorous ground beetle larvae (Coleoptera: Carabidae). *Entomologica Fennica*, 17(3), 334-339.
- Pausch, R. D. (1979). Observations on the biology of the seed corn beetles, *Stenolophus comma* and *Stenolophus lecontei*. *Annals of the Entomological Society of America*, 72(1), 24-28.
- Pollastro F, Gaeta S. (2020). Apiaceae, a family of species rich in secondary metabolites: aromatic compounds and medicinal attributes. In: Geoffriau E., Simon P.W., (eds.) *Carrots and Related Apiaceae Crops*, 2nd ed. CABI Publishing, London, UK, 35-46.
- Ponel, P., Coope, R., Antoine, P., Limondin-Lozouet, N., Leroyer, C., Munaut, A. V., ... & Guiter, F. (2005). Lateglacial palaeoenvironments and palaeoclimates from Conty and Houdancourt, northern France, reconstructed from Beetle remains. *Quaternary Science Reviews*, 24 (23-24), 2449-2465.
- Poschlod, P. (2015). The origin and development of the central European man-made landscape, habitat and species diversity as affected by climate and its changes—a review. *Interdisciplinaria Archaeologica, Natural Sciences in Archaeology*, 6, 197-221.
- Preedy, V. R. (2015). *Essential oils in food preservation, flavor and safety*. Academic press. London, 896 pp.
- Přikrylová, V. (2014). Vybrané biologické charakteristiky druhu bršlice kozí noha (*Aegopodium podagraria* L.) ve vztahu k expanzivní schopnosti druhu. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 54(1), 71-82.

Přivozníková, H. (2013). *Libanotis pyrenaica* – unikátní polyploidní komplex v čeledi Apiaceae. Bakalářská práce, vedoucí Chrtek J. Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta, Katedra botaniky, 36 pp.

Pyšek P., Danihelka J., Sádlo J., Chrtek J. Jr., Chytrý M., Jarošík V., Kaplan Z., Krahulec F., Moravcová L., Pergl J., Štajerová K. & Tichý L. (2012): Catalogue of alien plants of the Czech Republic (2nd edition): checklist update, taxonomic diversity and invasion patterns. *Preslia*, 84, 155-255.

Pyšek, P., Sádlo, J., Chrtek, J. Jr., Chytrý, M., Kaplan, Z., Pergl, J., Pokorná, A., Axmanová, I., Čuda, J., Doležal, J., Dřevojan, P., Hejda, M., Kočár, P., Kortz, A., Lososová, Z., Lustyk, P., Skálová, H., Štajerová, K., Večeřa, M., Vítková, M., Wild, J. & Danihelka, J. (2022). Catalogue of alien plants of the Czech Republic (3rd edition): species richness, status, distributions, habitats, regional invasion levels, introduction pathways and impacts. *Preslia*, 94, 447-577.

Quah, E. S., Wood Jr, P. L., Grismer, L. L., Espinoza, R. E., Murdoch, M. L., Thura, M. K., & Lin, A. L. (2023) Carabid beetle larva (*Epomis*) predation on *Microhyla heymonsi* Vogt, 1911, with a review of predation by carabid beetles on amphibians. *Herpetology Notes*, 16, 443-451.

Salgado, S. E., & Martin, G. D. (2023). Distribution and impact of the Asian seed beetle, *Megabruchidius tonkineus* (Pic, 1904)(Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae) on *Gleditsia triacanthos* L. seeds in South Africa. *African Entomology*, 31, 1-4.

Salt, G. (1928). Notes on the life history of *Pelecium sulcatum* Guerin. *Psyche*, 35, 131-134.

Samal, P., Misra, B. C. (1978). *Casnoidea indica* (Thumb.) a carabid ground beetle predated on Brown Plant Hopper, *Nilaparvata lugens* (Stal) of rice. *Current Science*, 47, 688–689.

Sasakawa, K. (2009). Diet affects male gonad maturation, female fecundity, and larval development in the granivorous ground beetle *Anisodactylus punctatipennis*. *Ecological Entomology*, 34(3), 406-411.

Saska, P. (2008). Composition of weed community determines carabid assemblage. Back to the roots and back to the future. In: Penev L., Erwin T., Assmann T. (eds.) *Towards a new synthesis amongst taxonomic ecological and biogeographical approaches in carabidology*. Pensoft Publishers, Sofia-Moscow, pp. 339-351.

Saska, P., & Honek, A. (2004). Development of the beetle parasitoids, *Brachinus eximius* and *B. crepitans* (Coleoptera: Carabidae). *Journal of Zoology*, 262(1), 29-36.

Saska, P. & Jarošík, V. (2001). Laboratory study of larval food requirements in nine species of *Amara* (Coleoptera: Carabidae). *Plant Protection Science* 37, 103-110.

Sayre, J. (2001). *Ancient Herbs and Modern Herbs*. San Carlos, Bottlebrush Press, 14 pp.

Sazhnev, A. S. (2018). On the position of Heteroceridae (Insecta: Coleoptera) in food webs in riparian communities. *Ecosystem Transformation*, 1, 49-56.

- Sciaky, R. (1987). Revisione delle specie paleartiche occidentali del genere *Ophonus* Dejean, 1821 (Coleoptera, Carabidae). – Memorie della Società Entomologica Italiana, Genova 65, 29-120.
- Schremmer, F. (1960). Beitrag zur Biologie von *Ditonus clypeatus* Rossi, eines körnersammelnden Carabiden. Zeitschrift der Arbeitsgemeinschaft Österreichischer Entomologen, 3, 140-146.
- Silvestri, F. (1904). Contribuzione alla conoscenza della metamorfosi e dei costume della *Lebia scapularis* con descrizione dell'apparato sericiparo della larva. Redia, 2, 67-84.
- Slavík, B. (1995). Květena České republiky. 4.díl, Academia, Praha, 531 pp.
- Slavík, B. (1997). Květena České republiky. 5.díl, Academia, Praha, 569 pp.
- Slavík, B. (2000). Květena České republiky. 6.díl, Academia, Praha, 770 pp.
- Slavík, B. & Štěpánková, J. (2004). Květena České republiky. 7.díl, Academia, Praha, 767 pp.
- Steidle, J. L., & Dettner, K. (1995). Abdominal gland secretion of *Bledius rove* beetles as an effective defence against predators. Entomologia Experimentalis et Applicata, 76(2), 211-216.
- Talarico, F., Bonacci, T., Brandmayr, P., Dalpozzo, R., De Nino, A., Giglio, A., ... & Zetto Brandmayr, T. (2009). Avoiding ant detection in *Siagona europaea* Dejean 1826 (Coleoptera Carabidae): an evolutionary step towards true myrmecophily. Ethology, Ecology & Evolution, 21(1), 45-61.
- Thiele, H. U. (1977). Carabid beetles in their environments: a study on habitat selection by adaptations in physiology and behaviour. Zoophysiology and Ecology, Springer-Verlag, Berlin, 10, 369 pp.
- Toft, S. & Bilde, T. (2002). Carabid diets and food value. The agroecology of ground beetles. Holland (Ed.), Aarhus university, Aarhus, Denmark, pp. 81-110.
- Tuda, M. (2007). Applied evolutionary ecology of insects of the subfamily Bruchinae (Coleoptera: Chrysomelidae). Applied Entomology and Zoology, 42(3), 337-346.
- Veselý, P., Šlachta, M., Blížek, J. & Hejkal, J. (2012). Pozoruhodný výskyt střevlíka *Ophonus* (*Ophonus*) *ardosiacus* (Lutshnik, 1922) v západních Čechách. Erica, 19, 129-137.
- Veselý, P., Resl, K., Stanovský, J., Farkač, J., Grycz, F., Kašpar, L., Kmeco, R., Kopecký, T., Křivan, V., Láska, R., Mikyška, A., Mlejnek, R., Moravec, P., Nakládal, O., Prouza, J., Řiha, J., Vonička, P. & Zúber, M. [eds] (2009). Zajímavé nálezy střevlíkovitých brouků (Coleoptera, Carabidae) z České republiky v letech 2002–2006 a doplněk údajů o sběrech z předcházejícího období. Interesting findings of ground beetles (Coleoptera, Carabidae) from the Czech Republic in the years 2002–2006 with supplementary earlier data, Klapalekiana, 45, 83-116.

Veselý, P., Resl, K. (2021). Bionomie, životní cyklus a rozšíření druhu *Ophonus* (*Metophonus*) *subsiniatus* Rey, 1886 (Coleoptera: Carabidae) ve střední Evropě. *Klapalekiana*, 57, 301-311.

Wang, X. J., Luo, Q., Li, T., Meng, P. H., Pu, Y. T., Liu, J. X., ... & Xiong, A. S. (2022). Origin, evolution, breeding, and omics of Apiaceae: a family of vegetables and medicinal plants, *Horticulture Research*, Vol. 9, pp. 78.

Weed, A. S., & Frank, J. H. (2005). Oviposition behavior of *Pheropsophus aequinoctialis* L. (Coleoptera: Carabidae): a natural enemy of *Scapteriscus* mole crickets (Orthoptera: Gryllotalpidae). *Journal of Insect Behavior*, 18, 707-723.

Willerding, U. (1986). Zur Geschichte der Unkräuter Mitteleuropas. *Göttinger Schriften zur Vor und Frühgeschichte*, Wachholtz K. (Ed.), Neumünster, 22, 382 pp.

Wizen, G., & Gasith, A. (2011). Predation of amphibians by carabid beetles of the genus *Epomis* found in the central coastal plain of Israel. *ZooKeys*, 100, 181–191.

Zapolska, A., Serge, M. A., Mazier, F., Quiquet, A., Renssen, H., Vrac, M., ... & Roche, D. M. (2023). More than agriculture: Analysing time-cumulative human impact on European land-cover of second half of the holocene. *Quaternary Science Reviews*, 314, 1-16

Zhavoronkova, T. N. (1969). Certain structural peculiarities of the Carabidae (Coleoptera) in relation to their feeding habits. *Entomol Review*, 48, 462–471

Internetové zdroje

Cibulka, R. BOTANY.cz: *Torilis japonica* (Houtt.) DC. [online]. O. s. Přírodovědná společnost, BOTANY.cz, rev. 12. 8. 2009, , dostupné z <https://botany.cz/cs/torilis-japonica/>

Dorušková, V. BOTANY.cz: *Carum carvi* L. [online]. O. s. Přírodovědná společnost, BOTANY.cz, rev. 12. 1. 2010, , dostupné z <https://botany.cz/cs/anthriscus-sylvestris/>

Dorušková, V. BOTANY.cz: *Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm. [online]. O. s. Přírodovědná společnost, BOTANY.cz, rev. 12. 1. 2010, , dostupné z <https://botany.cz/cs/carum-carvi/>

Gronenborn, D., & Horejs, B. (2023). Map: Expansion of farming in western Eurasia, 9600 - 4000 BCE (update vers. 2023.1), dostupné z https://www.academia.edu/9424525/Map_Expansion_of_farming_in_western_Eurasia_9600_4000_BCE_update_vers_2023_1_

Grulich, V. BOTANY.cz: *Myrrhis odorata* (L.) Scop. [online], ,]. O. s. Přírodovědná společnost, BOTANY.cz, rev. 23. 7. 2011, dostupné z <https://botany.cz/cs/myrrhis-odorata/>

Gutzerová, N. BOTANY.cz: *Libanotis pyrenaica* (L.) [online]. O. s. Přírodovědná společnost, BOTANY.cz, rev. 8. 9. 2009, dostupné z <https://botany.cz/cs/libanotis-pyrenaica/>

Kovář, L. BOTANY.cz: *Falcaria vulgaris* Bernh. [online]. O. s. Přírodovědná společnost, BOTANY.cz, rev. 03.01.2008, dostupné z <https://botany.cz/cs/falcaria-vulgaris/>

Krásá, P. BOTANY.cz: *Angelica archangelica* L. [online]. O. s. Přírodovědná společnost, BOTANY.cz, rev. 5. 7. 2007, dostupné z <https://botany.cz/cs/angelica-archangelica/>

Krásá, P. BOTANY.cz: *Peucedanum ostruthium* (L.) W. D. J. Koch. [online]. O. s. Přírodovědná společnost, BOTANY.cz, rev. 8. 7. 2007, dostupné z <https://botany.cz/cs/imperatoria-ostruthium/>

Lorenz, W. (2021): Carabcat Database. In: Bánki, O., Roskov, Y., Döring, M., Ower, G., Hernández Robles, D. R., Plata Corredor, C. A., Stjernegaard Jeppesen, T., Örn, A., Vandepitte, L., Hobern, D., Schalk, P., DeWalt, R. E., Ma, K., Miller, J., Orrell, T., Aalbu, R., Abbott, J., Adlard, R., Aedo, C., et al. (2024). Catalogue of Life Checklist (Version 2024-02-22).

Prančl, J. BOTANY.cz: *Pimpinella saxifraga* L. [online]. O. s. Přírodovědná společnost, BOTANY.cz, rev. 30. 8. 2011, dostupné z <https://botany.cz/cs/pimpinella-saxifraga/>

Stevens, P. F. (2001). Angiosperm Phylogeny Website, Version 14, July 2017, dostupné z <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>.