

Pyrofilní hmyz – milovníci ohně, kouře a spálenišť

Mezi hmyz nejohroženější lesním hospodařením vylučujícím oheň se řadí pyrofilní druhy, které svým vývojem na ohni závisejí a pro které jiné metody obhospodařování nejsou alternativou. Pyrofilní hmyz kolonizuje oblast požáru ve velkých počtech, obvykle když ještě hoří, aby pak opět zmizel během relativně krátkého časového období (několika málo generací). Mimo čerstvá spálenišť jsou tyto druhy poměrně vzácné, v ohněm nezasažené krajině téměř zcela chybějí a bývají známy jen z několika exemplářů.

Termín pyrofilní (z řeckého milující oheň) se u hmyzu používá v různých ekologických kontextech, často pro všechny druhy, které přitahuje aktivní oheň, kouř nebo spálené prostředí. Aaron J. Bell (2023) sestavil přehled dosavadních poznatků o pyrofilním hmyzu, jeho biologii a ekologii, a pokusil se o jejich kritické vyhodnocení. Ke svému přehledu připojil seznam 227 druhů „pyrofilního“ hmyzu, v němž se vyskytují především brouci (Coleoptera, 181 druhů), ale i 29 druhů dvoukřídlých (Diptera), 13 druhů ploščic (Heteroptera) z čeledi podkornicovití (Aradidae), dva druhy blanokřídlých (Hymenoptera) a po jednom druhu motýlů (Lepidoptera, holarktická osenice finská – *Actebia fennica*) a vážek (Odonata, kosmopolitní vážka *Pantala flavescens*). Tento seznam zcela jistě není kompletní, jak dokládají např. inventarizační průzkumy žahadlových blanokřídlých (Aculeata) na spálenišťích v severních Čechách, které zaznamenaly přes 200 druhů (Blažej a Trýzna 2008, Bogusich a kol. 2015). Všechny tyto druhy jsou při-

tahovány ohněm, teplem, kouřem nebo popelem, a vykazují tedy pyrofilní chování, avšak v řadě případů na oheň nemají přímou biologickou vazbu (např. vážka *P. flavescens*). Zatímco spálenišťe (obr. 1) nabízejí příznivé prostředí i pro některé nepyrofilní zástupce (vyšší teploty, zvýšenou mikrobiální aktivitu v půdě, množství mrtvého dřeva), skutečné pyrofilní druhy jsou jedinečně přizpůsobené ohni a jiné typy disturbancí pro ně vhodné podmínky nevytvoří. A. J. Bell tak ve svém přehledu rozlišuje pravé pyrofilní druhy, jejichž dlouhodobé přežití na ohni závisí (fire-dependent species), od pionýrských druhů přitahovaných obecně disturbancemi (disturbance-favoured species). K rozlišení těchto dvou kategorií budeme v našem článku používat pro první skupinu termín obligátně pyrofilní (termín pyrobiontů se všeobecně nepoužívá) a pro druhou fakultativně pyrofilní. Fakultativně pyrofilní hmyz je sice přitahován ke spálenišťím a je schopen na nich prosperovat, ale podobně jsou pro něj příznivé i jiné



typy disturbancí, které poškozují či zabíjejí velké množství hostitelských stromů (např. polomy, holoseče, gradace hmyzu). Rozlišení mezi obligátně a fakultativně pyrofilními druhy však často není jednoduché. Např. kozlíčci rodu *Monochamus* z čeledi tesaříkovití (Cerambycidae) jsou prokazatelně přitahováni ohněm, ale dokážou využít i zvýšené množství mrtvého nespáleného dřeva po jiných typech disturbancí. Bell tak zvolil tři následující kritéria k rozřídění pyrofilních druhů:

- pyrofilní chování – druhy jsou aktivně přitahovány k probíhajícímu ohni, teplu, kouři nebo popelu;
- pyrofilní adaptace pro vyhledávání požárů, přežití v jejich blízkosti či využívání nedávno vypálených stanovišť;
- zda se tyto druhy vyskytují převážně na spálených stanovištích, a to ve vyšších počtech než na těch nespálených.

1 Rozsáhlé lesní spálenišťe na vrchu Kobylka u Hřenska bezprostředně po požáru v srpnu 2022, Labské pískovce. Foto L. Blažej

2 Na lovu kouřomilek (*Microsania*) v Jizerských horách (na snímku M. Tkoč). Foto M. Roháček



Tab. 1 Přehled obligátně pyrofilního hmyzu podle A. J. Bella (2023), jeho rozšíření a zjištěné „pyrofilní“ adaptace

Taxon	Rozšíření	Pyrofilní adaptace
krasci <i>Melanophila</i> (Coleoptera: Buprestidae) – 14 druhů (obr. 3)	holarktická, afrotropická a orientální oblast	výjimečná citlivost tykadel vůči guajakolu (v kouři ze dřeva), infračervené smyslové orgány, synchronizace rozmnožování
krasec <i>Merimna atrata</i> (Coleoptera: Buprestidae)	Austrálie	tykadla se zatažitelnými senzory používanými za letu k detekci kouře, infračervené smyslové orgány, synchronizace rozmnožování
popelík <i>Acanthocnemus nigricans</i> (Coleoptera: Acanthocnemidae)	Austrálie, nepůvodní v Africe, Asii, jižní a východní Evropě, jediný recentní druh popelíkovitých (nadčeleď Cleroidea)	infračervené smyslové orgány
střevlíčci <i>Sericoda obsoleta</i> a <i>S. quadripunctata</i> (Coleoptera: Carabidae)	Severní Amerika (<i>S. obsoleta</i>), holarktická a orientální oblast (<i>S. quadripunctata</i>)	synchronizace rozmnožování
korovník <i>Stenopachys linearis</i> (Coleoptera: Bostrichidae)	palearktická oblast (boreomontánní)	larva se vyvíjí v pletivech jizev po popáleninách na borovici lesní (<i>Pinus sylvestris</i>) nebo smrku ztepilém (<i>Picea abies</i>)
větevničec bělavý (<i>Platystomos albinus</i> , Coleoptera: Anthribidae)	palearktická oblast	larvální vývoj v antrakofilních houbách sazovkách (<i>Daldinia</i>)
maločlenec <i>Henoticus serratus</i> (Coleoptera: Cryptophagidae)	holarktická oblast	larvální vývoj v antrakofilních houbách sazovkách
hladkokrovečník dvoupásý (<i>Litargus connexus</i> , Coleoptera: Mycetophagidae)	holarktická oblast	larvální vývoj v antrakofilních houbách sazovkách
kouřomilky (<i>Microsania</i> , Diptera: Platypezidae) – 22 druhů (obr. 4)	všechny kontinenty vyjma Antarktidy	smyslové jamky na bázi tykadel sloužící patrně k detekci kouře, synchronizované rozmnožování v rojích přímo v kouři z ohně
kroužilký (<i>Hormoepa brevicornis</i> , <i>H. copulifera</i> , <i>H. oblitterata</i> , Diptera: Empididae)	holarktická oblast (<i>H. oblitterata</i>), Severní Amerika (<i>H. brevicornis</i> , <i>H. copulifera</i>)	smyslové jamky na bázi tykadel sloužící patrně k detekci kouře, synchronizované rozmnožování v rojích přímo v kouři, v kouři loví přítomné kouřomilky (Kessel 1965)
hrbilka <i>Hypocerides nearcticus</i> (Diptera: Phoridae)	Severní Amerika, Evropa, Austrálie	na tykadlech a ústním ústrojí chemoreceptory detekující oxid uhličitý
uhlatka <i>Syntexis libocedrii</i> (Hymenoptera: Symphyta: Anaxyelidae)	Severní Amerika (Skalisté hory), jediný recentní druh čeledi uhlatkovití	larvální vývoj výhradně v ohořelém dřevě cypřišovitých dřevin (<i>Cupressaceae</i>)
podkornice (<i>Aradus</i> , Hemiptera: Heteroptera: Aradidae) – 7 druhů (obr. 5)	holarktická a afrotropická oblast, Barma, Austrálie	infračervené smyslové orgány (zjištěny u pěti druhů, z našich u <i>A. lugubris</i>), vývoj vázaný na antrakofilní houby

Schopnost vnímat složky kouře, byť ve výrazně vyšších koncentracích, je patrně vyvinuta i u řady fakultativně pyrofilních druhů, ale pouze ty obligátně pyrofilní splňují všechna tři kritéria, přičemž nejsilnějším z nich je právě důkaz některé z těchto adaptací. K nim řadíme behaviorální, vývojové, reprodukční nebo fyziologické adaptace na oheň a stanovištní podmínky bezprostředně po požáru. Patří mezi ně přítomnost smyslových orgánů vnímajících infračervené (IČ) záření, modifikovaná morfologie tykadel pro vnímání kouře, reprodukční synchronizace (rozmnožování vyvolané ohněm) nebo závislost na pyrofilních (čili antrakofilních) hostitelských houbách (více na str. 232–235), např. sazovkách (*Daldinia*). Na základě uvedených kritérií A. J. Bell klasifikoval 54 druhů jako obligátně pyrofilní (tab. 1). V případě některých brouků – větevničeka bělavého (*Platystomos albinus*), maločlence *Henoticus serratus* a hladkokrovečníka dvoupásého (*Litargus connexus*) – je však tato klasifikace zjevně přehnaná, neboť se vyskytují běžně i mimo spáleniště a *P. albinus* a *L. connexus* se navíc vyvíjejí v řadě druhů dřevokazných hub, nepatřících mezi

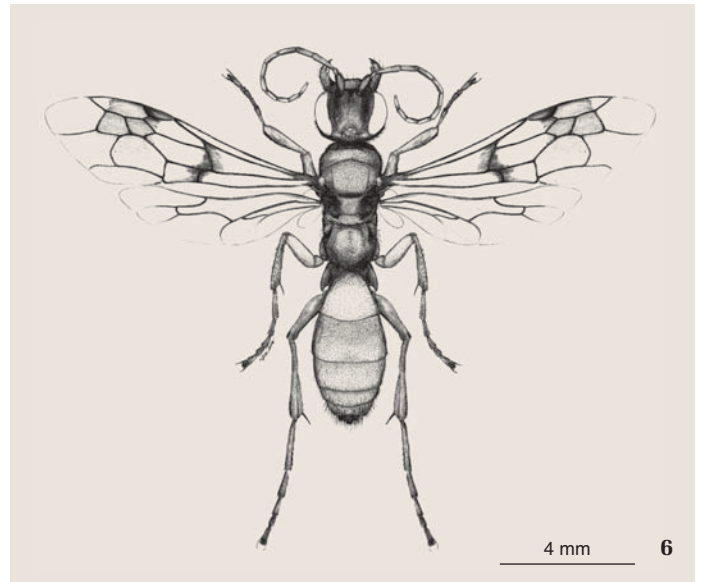
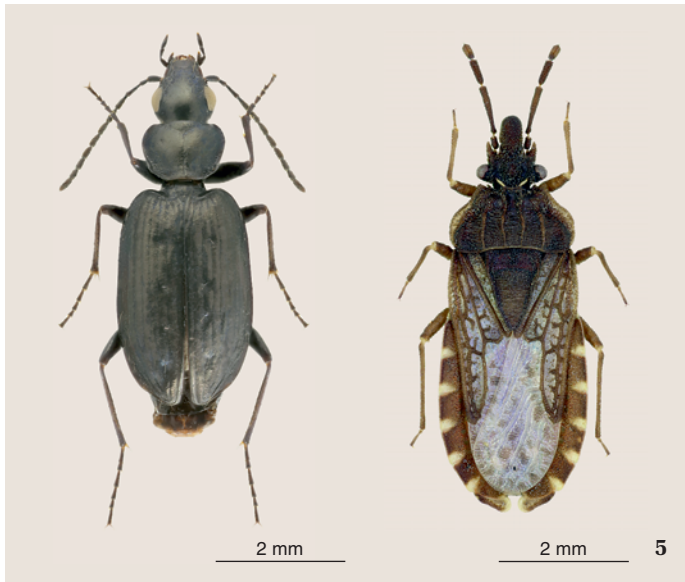
antrakofilní (Anonymus 2023). Naopak u korovníků rodu *Stenopachys* je obligátně pyrofilních všech 6 druhů.

Podivuhodný účinek přitahující obligátně pyrofilní hmyz k ohni je nejlépe zdokumentovaným aspektem jejich chování – velmi rychle a ve velkém množství kolonizují oblast aktivního požáru a po jeho uhasnutí v relativně krátkém časovém období zmizí. Tak např. Boyd E. Wickman (1964) pozoroval přilet krasců *Melanophila consputa* k aktivnímu požáru s tím, že vrchol početnosti nastal první dva dny požáru a prudce poklesl čtvrtým dnem, kdy byl oheň uhašen. V Austrálii Anke Schmitz se spolupracovníky (2015) zdokumentovali přilet velkého počtu krasců *Merimna atrata*, když byl oheň stále aktivní, přičemž nejvyšší početnosti dosáhli hned v první den požáru, poté následoval pokles až do čtvrtého dne, kdy již nebyli nalezeni žádní brouci. Po průchodu hlavní vlny požáru zbývají na spáleništi malé bodové ohně, tvořené např. hojícími mraveništi rodu *Formica*. Mohou vytrvat i několik dní a sloužit jako centra přitahující pyrofilní hmyz, jak bylo pozorováno u krasec ohňového (*Melanophila acuminata*, obr. 3),

střevlíčka spáleništního (*Sericoda quadripunctata*, obr. 5 vlevo), podkornice štíhlé (*Aradus lugubris*, obr. 5 vpravo) a p. spáleništní (*A. crenaticollis*), zaznamenaných v bezprostřední blízkosti řeřavého mraveniště, občas i kopulujících (Wikars 1992). Střevlíčci z rodu *Sericoda* se rovněž objevují náhle a ve velkém množství při lesních požárech, aby pak ze spáleniště zmizeli během jednoho až tří let po požáru. Sledování ze severozápadních Čech ukazují, že rok po požáru střevlíčci spáleništní obsadili všechny niky spáleniště: desítky jedinců pobíhaly volně po zemi, v keřovém patře, pod kůrou, na ležících i stojících stromech apod. (Blažej 2022, 2023).

Právě pozorování u aktivních požárů byla důležitá k pochopení pyrofilní povahy některých druhů. Před objevením jejich „kouřomilnosti“ byly kouřomilky (*Microsania*, obr. 4) z řádu dvoukřídílí považovány za velmi vzácné. Eduard L. Kessel (1947) byl dlouho neúspěšný při jejich sběru v Kalifornii, dokud nechytil více než tucet kusů *M. occidentalis* přivábených kouřem z grilování přímo na své zahradě (viz obr. 2). Tendence nacházet zdánlivě vzácné druhy v mnohem větších počtech





3 Krasec ohňový (*Melanophila acuminata*) je asi nejznámějším druhem naší fauny vázaným na spáleniště. Tito brouci s oblibou naletují na ještě horké spálené dřevo. Délka těla průměrně 9,0 mm. Doksy, září 1979. Foto L. Blažej

4 Samice kouřomilky *Microsanía pectipennis* chycená na lokalitě Kořenov-Jizerka (22. července 2013) dokládá úspěšnost lovecké techniky zachycené na obr. 2. Foto M. Tkoč

5 Vlevo střevlíček spáleništní (*Sericoda quadripunctata*). Jetřichovice, říjen 2006. Vpravo podkornice štíhlá (*Aradus lugubris*). Ostrov Brač, Chorvatsko.

Foto P. Baňar (obrázky 5 vlevo) a P. Kment (vpravo)

6 Samice hrabalky *Dipogon vechti*, nalezená tři roky po požáru v r. 2009 na spáleništi u Jetřichovic v Labských pískovcích. Orig. L. Blažej

7 Fakultativně pyrofilní střevlíček *Pterostichus quadrioveolatus* na lesním ohništi po pálení kletu v Bynovci u Děčína. Foto L. Blažej

8 Horský tesařík *Euracmaeops septentrionis* se mnohdy vyvíjí ve stojících smrcích poškozených ohněm nebo bleskem. Vysoká Lípa u Jetřichovic. Foto P. Krásenský

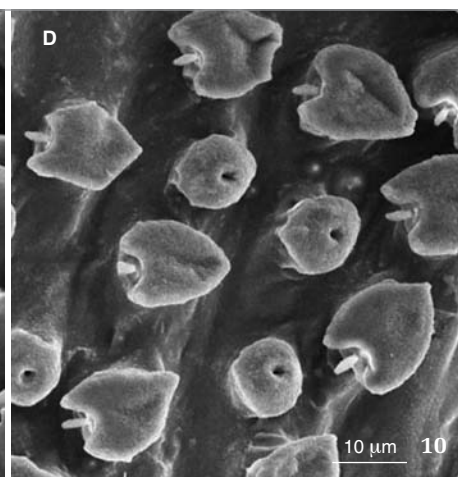
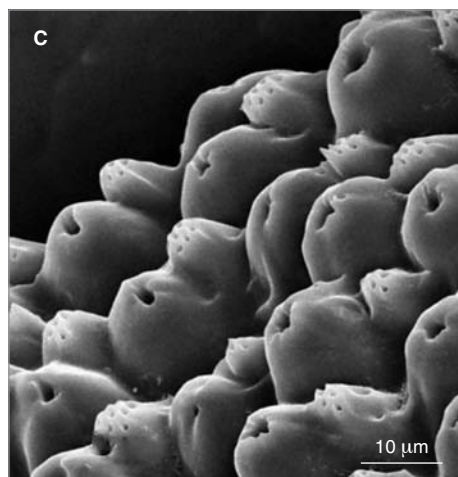
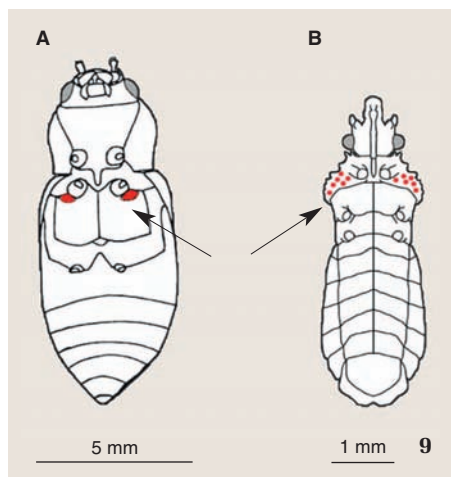
u aktivních požárů platí také pro uhlatku *Syntexis libocedrii* (blanokřídle), která byla dlouho známa pouze ze série tří samic. Poté, co bylo objeveno její spojení s ohněm, podařilo se během čtyř let na

spáleništích doložit více než 90 jedinců včetně dříve nepopsaných samic. Dokumentována je i řada nálezů pyrofilních druhů u průmyslových zdrojů tepla a kouře. Např. různé druhy krasců rodu *Melanophila* přivábil žár a kouř vycházející z ropných požárů, cementáren, hutí a cukrovarů. Uvedené případy pomohly prokázat, že právě teplo a kouř (a související těkavé látky) přitahují zmíněný hmyz k ohni. Kuriózní případ z této kategorie známe z pražského Václavského náměstí, kde v 50. letech 20. století žila populace střevlíčka spáleništního ve vrstvách odpadků s popelem a nedopalky cigaret (Veselý 2002). Pouze výjimečně byly obligátně pyrofilní druhy pozorovány v oblastech bez zjevných požárů nebo kouře. Rovněž antrakofilní houba sazovka, důležitý hostitel některých pyrofilních druhů hmyzu, byla vzácně nalezena na nespálených stromech, a slouží tedy jako refugium i mimo spáleniště.

Četné zprávy zaznamenávají velkou toleranci pyrofilních druhů vůči teplu a jejich schopnost pohybovat se v teplotně velmi proměnlivém prostředí aktivního požáru. William E. Sharp (1918) sbíral krasec ohňového na hořícím borovém pařezu, přičemž pozoroval, že mnoho brouků běhalo po zemi, která byla horká na dotek. Carl H. Lindroth (1969, 1972) popisuje, jak viděl střevlíčky rodu *Sericoda* letící směrem k lesnímu požáru, kde přistávali přímo na hořícím dřevě nebo mezi žhavým popelem. Pro řadu obligátně pyrofilních

druhů slouží toto horké prostředí k rozmnožování. Kladení vajíček do spálených stromů bylo zjištěno nejen u krasců rodu *Melanophila*, ale i u korovníka *Stephanopachys linearis* a uhlatky *Syntexis libocedrii*. Larvy *S. linearis* se vyvíjejí pouze v oblasti mezi živým a mrtvým kambiem popálených živých stromů, kde se tkáň aktivně regeneruje. Samci již zmíněných kouřomilek se po přeletu ke zdroji kouře shromažďují v rojích nad oblakem nebo přímo uvnitř oblaku kouře. Edward L. Snoddy a Hamlin H. Tippins (1968) popsali roje kouřomilek *M. imperfecta* jako kulovité, o průměru zhruba 30–60 cm, tvořené až stovkami samečků. Teploty zaznamenané uvnitř kouřového oblaku byly výrazně vyšší (40–65 °C) než v okolí a změny pohybu oblaku vedly k tomu, že se roj kouřomilek vždy odpovídajícím způsobem posunul a zůstal v kouři. Samice vletující do roje byly samci rychle za letu uchopeny a tyto páry se usadily na zemi pod oblakem a kopulovaly zhruba po dobu jedné minuty. Ačkoli autoři několika studií sledovali samice nebo pářící se páry usedající mezi horkým popelem (např. Chandler 2001), larvy kouřomilek a jejich habitat zůstávají neznámé a není jasné, zda opravdu kladou vajíčka na spálený materiál. Gunilla Ståhls a Elvira Rättel (2013) kouřomilky proto označují jako fumotropní – přitahované kouřem z hořících rostlinných zbytků nebo dřeva (obrázky 2). Jasně známky ovipozice do popela spáleniště byly u dvoukřídle pozorovány





pouze u ostrožky *Anabarynychus hyalipennis* (Therevidae).

Specifické adaptace pyrofilního hmyzu

Schopnost pyrofilního hmyzu rychle lokalizovat požáry a šířit se mezi spáleništi na velké vzdálenosti naznačuje, že k tomu mají výjimečné smyslové adaptace. Předpokládá se, že většina hmyzích tykadel je vybavena termo- a chemoreceptory detekujícími teplo nebo kouř z lesního požáru. Avšak tykadla krasců ohňových byla více než desetkrát citlivější na guajakol (fenolickou sloučeninu obsaženou v kouři ze dřeva) než u krasce *Phaenops cyanea*, který se občas také rozmnožuje v ohněm poškozených stromech, a téměř stokrát citlivější než u lýkožrouta smrkového (*Ips typographus*) nebo mandelinky bramborové (*Leptinotarsa decemlineata*). Tato zjištění naznačují, že krasce ohňové využívají čich k detekci těkavých látek v kouři vycházejících ze stromů poškozených požárem a že to dokáže v mnohem nižších koncentracích než druhy, které na oheň nejsou vázány. Další studie čichu pyrofilního hmyzu naznačují, že složení těchto těkavých látek poskytuje důležité informace i o potenciálních hostitelských rostlinách a rozsahu jejich poškození ohněm. Např. krasce *Merimna atrata* je vysoce citlivý na hlavní složky eukalyptového oleje a přitahují ho požáry blahovičníků (*Eucalyptus*), zatímco požáry v čistých porostech banksií (*Banksia*) obvykle nikoli. Morfologické studie tykadel ukázaly, že mouchy kroužilký (*Hormopeza*) a kouřomilky mají na třetím tykadlovém článku po páru smyslových jamek, o nichž se předpokládá, že slouží k detekci kouře.

Existence infračervených receptorů u některých skupin obligátně pyrofilního hmyzu je možná nejnápadnějším příkladem adaptace k využívání čerstvých spálenišť. Tyto mimotykadlové senzory známe u čtyř rodů, přičemž rozdíl ve stavbě a funkci naznačují jejich čtyřnásobný nezávislý vznik. U krasců rodu *Melanophila* jsou IČ senzory soustředěny v jamkách na zadohrudí (obr. 9A), se skupinami zhruba 70 malých kupulovitých smyslových jednotek – senzil. Pyrofilní plošnice podkornice mají obdobné senzily, byť v menším počtu (zhruba 12), rozmístěné volně na bocích před- a případně i středohrudí (obr. 9B). Každou senzilu zvnějšíku kryje kutikulární polokoule o průměru 12–15 µm, pod níž se nachází dutina (obr. 10C, D). Dutina

je vyplněná jemnou mnohvrstevnou exokutikulární koulí s mikrofluidním jádrem (obr. 11E, F). Kouli zesponu inervuje jediná nervová buňka, jejíž dendrit (dostředivý výběžek) má vrchol ukotvený uvnitř tekutého jádra. Infračervené záření je absorbováno kupolí senzily, což způsobuje zahřátí a zvýšení vnitřního tlaku uvnitř dutiny a stlačení dendritu. Protože zahřívání přeměňuje IČ záření na mechanický podnět, jsou tyto senzily klasifikovány jako fotomechanické a předpokládá se, že se vyvinuly z původních jednoduchých ciliárních mechanoreceptorů. Tyto senzily rovněž posloužily technikům jako inspirace k myšlence nahradit plynné médium vyráběných IČ senzorů kapalinou (Klocke a kol. 2011). U brouka popelíka *Acanthocnemus nigricans* najdeme IČ senzily umístěny na páru předohrudních disků, které jsou zavěšeny malým výběžkem okraje předních kyčlí nad dutinou naplněnou vzduchem. IČ senzory krasce *Merimna atrata* jsou funkčně podobné jako u popelíka, ale nacházejí se na břišní straně zadečku, a jsou doplněny o chordotonální orgán schopný vnímat teplotu, složený ze dvou scolopidií (mechanoreceptorů vnímajících vibrace substrátu nebo zvuk). Mají tak zároveň termo- i mechanosenzorické vlastnosti.

Otázkou zůstává primární funkce IČ smyslových orgánů. William G. Evans (1964, 1966) se domníval, že u krasce ohňového umožňuje detekci a orientaci při letu ke vzdáleným požárům. Intenzita tohoto signálu ale prudce klesá s rostoucí vzdáleností od jeho zdroje, tudíž současné odhady minimální prahové citlivosti IČ senzorů u rodu *Melanophila* ukazují, že jsou pro detekci tepla ze vzdáleného požáru nedostatečné, a krasci spoléhají hlavně na čichový smysl. IČ senzory proto pyrofilní hmyz využívá především při navigaci v nebezpečném, teplotně dynamickém prostředí aktivního požáru, kde tyto druhy létají a páří se blízko otevřeného ohně.

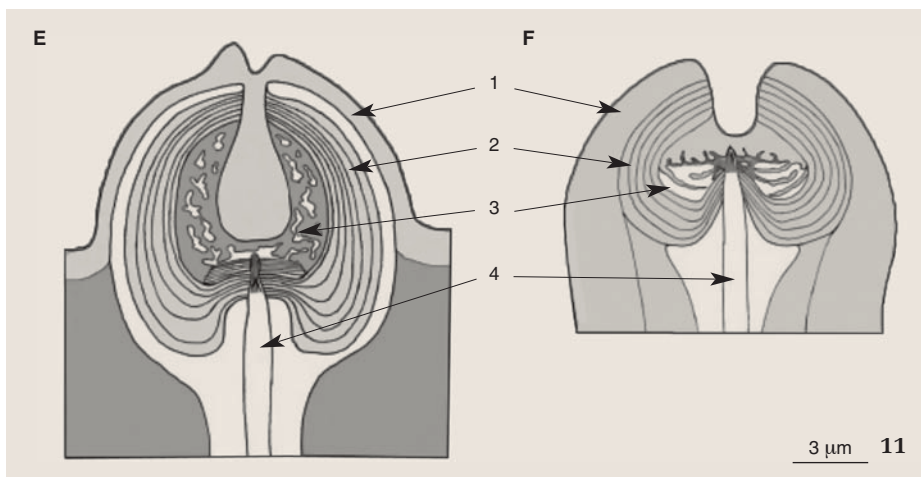
Nepředvídatelnost požáru a skutečnost, že čerstvá spálenišť jsou pro pyrofilní druhy vhodným prostředím jen po krátkou dobu, naznačují, že tento hmyz se musí rychle šířit na značné vzdálenosti. Schopnost pyrofilních druhů kolonizovat nedávno vypálená stanoviště závisí na blízkosti zdrojových populací, avšak vzdálenosti, na které tyto druhy dokážou migrovat, se zjišťují jen velmi obtížně. Nepřímé důkazy poskytla pozorování krasců rodu

9 až 11 Infračervené (IČ) receptory krasců rodu *Melanophila* (A, C, E) a podkornic rodu *Aradus* (B, D, F). A, B – umístění receptorů na těle (červená plocha vyznačená šipkou), C – kupulovité IČ senzily doplněné pórovitými voskovými žlázami krasců, D – kupulovité IČ senzily promíchané s obrvenými mechanoreceptory u podkornic, E, F – schematický řez IČ senzily: 1 – vnější exokutikula, 2 – exokutikulární slupka vnitřní koule, 3 – mikrofluidní jádro, 4 – vrchol mechanosenzorického dendritu (výběžku nervové buňky). Orig. D. Klocke a kol. (2011), upraveno

Melanophila v blízkosti umělých požárů (barely s ropou, cementárny) v aridních oblastech Kalifornie, přičemž nejbližší jehličnaté lesy (s potenciálními zdrojovými populacemi) byly vzdálené přibližně 32–130 km. Rovněž fyziologické studie aerodynamiky letu naznačují, že jsou pyrofilní druhy v šíření zdatnější než jejich nepyrofilní příbuzní. Např. fakultativně pyrofilní střevlíček *Pterostichus quadrioveolatus* (obr. 7) má větší velikost křídel vzhledem k rozměru těla ve srovnání s nepyrofilním druhem *P. oblongopunctatus* a krasce ohňové má více létacích svalů a nižší poměr hmotnosti těla k ploše křídel než dva nepyrofilní druhy krasců rodu *Phaenops*. Významnou komplikací je i fakt, že navigace ke vzdálenému požáru vyžaduje let proti větru unášejícímu těkavé složky, navíc se směr větru může měnit i během trvání jediného požáru. Dálkové šíření pyrofilního hmyzu tak zatím obestírá mnoho nejasností.

Hypotézy o vzniku pyrofilie

Spálenišť nabízí novým hmyzím kolonistům řadu výhod (např. dostupnost mrtvého dřeva, zvýšenou okolní teplotu), které pravděpodobně vysvětlují jejich přitažlivost pro řadu fakultativně pyrofilních i nepyrofilních pionýrských druhů. Jaké faktory však mohly vést k evoluci obligátně pyrofilních druhů, které se vyskytují a rozmnožují výhradně na čerstvých spálenišťích? Až donedávna se většina navrhovaných vysvětlení omezovala na jednotlivé taxony bez ohledu na kontext celého společenstva tohoto hmyzu. Např. náhlý výskyt střevlíčků rodu *Sericoda* u aktivních požárů byl vysvětlován tím, že žijí v hnízdech hlodavců a jsou ohněm vyhnáni na povrch (Lindroth 1992). Podle Larse-



-Oveho Wikarse (1997) se pyrofilie vyvinula díky tomu, že rychlá kolonizace spáleniště umožňuje vyhnout se predátorům. Navíc jsou substráty pro snášení vajíček sterilizovány žářem ohně a poskytují reprodukční výhodu pro rychlé kolonisty. Nedávno spálené substráty jsou víceméně zbaveny patogenů, predátorů a dalších biologických činitelů, kteří pravidelně ničí vajíčka. Jedinci obou pohlaví jsou proto u pyrofilních druhů přitahováni ohněm, kopulují a kladou vajíčka přímo do substrátů velmi blízko aktivních horkých míst. Vyhřátý substrát může i urychlovat vývoj vajíček. Vhodné však zůstávají pouze krátce, rychle jsou kolonizovány i dalšími organismy, které soutěží o místa pro vajíčka nebo přímo přispívají k jejich mortalitě.

Ohněm indukované reprodukční chování a potenciální adaptivní výhody pyrofilie naznačují, že tato strategie se mohla vyvinout i jako forma reprodukční synchronie – shlukování reprodukčních událostí v čase. Synchronie mohla vzniknout též jako reakce proti predátorům nebo jako prostředek koordinace rozmnožování s hojností sezonních zdrojů. Proloužení sezonní aktivity pyrofilních druhů může být adaptivní strategií, jak se vyrovnat s časově nepředvídatelnými lesními požáry.

Ohrožení pyrofilního hmyzu

Potlačování požárů a oteplování klimatu způsobené člověkem postupně mění přirozený požárový režim řady krajin. Např. ve Fennoskandinávii, kde se téměř podařilo eliminovat přirozeně se vyskytující požáry, populace mnoha lesních (tedy nejen pyrofilních) druhů poklesla. I když je obtížné odhalit hlavní příčiny těchto poklesů (např. odstranění mrtvého dřeva, vyloučení požárů a ztráta následné heterogenity porostů), zdá se pravděpodobné, že potlačení požárů přispívá ke ztrátě a fragmentaci stanovišť pro mnoho druhů, zejména pak těch pyrofilních. Subfossilní doklady přítomnosti pyrofilních druhů v oblastech, kde nejsou v současnosti známy, naznačují, že některé z nich byly kdysi rozšířeny ve velké části Evropy a jejich početnost pravděpodobně poklesla až v důsledku změn v požárových režimech vyvolaných člověkem. I když oteplování klimatu a s ním související zvýšení četnosti požárů naznačují, že budoucí dostupnost spálených biotopů se v mnoha oblastech zvýší, málo se ví, jaké budou mít změny jednotlivých složek požárového režimu (rozsahu,

intenzity a frekvence požárů) dopad na populační dynamiku pyrofilního hmyzu. Probíhající změny v průběhu požárů a neúplné znalosti jejich přirozené historie ztěžují posouzení dlouhodobého rizika vymírání pyrofilních druhů. Mnoho druhů tohoto hmyzu je považováno za vzácné kvůli úzké ekologické nische a závislosti na ohni, avšak jsou relativně hojně a široce rozšířené tam, kde tato stanoviště dosud existují. Současné hodnocení rizika vyhynutí spojeného s aspekty vzácnosti ukázalo, že zmenšení areálu vedlo k výraznému zvýšení dlouhodobého rizika vyhynutí.

Pyrofilní hmyz v České republice

Ve střední Evropě s původní převahou listnatých lesů jsou lesní požáry a studium jejich vlivu na přírodní prostředí dlouhodobě podceňovány (Živa 2020, 5: 222–224). Pyrofilní hmyz v tomto ohledu není výjimkou a citované poznatky pocházejí ve směs z oblastí jehličnatých lesů Severní Ameriky a Fennoskandinávie. Výzkum fauny spálenišť byl donedávna jen předmětem nahodilých faunistických sběrů, soustřeďujících se hlavně na sběratelsky atraktivní skupiny brouků. Soustavnější pozornost spálenišťům začala být u nás věnována teprve nedávno v souvislosti s lesními požáry v oblasti Labských pískovců. Od r. 2006 zde byla sledována fauna stěvlíkovitých brouků a žahadlových blanokřídlých spálenišť v Jetřichovicích (Blažej a Trýzna 2008, Bogusch a kol. 2015, Blažej 2022, 2023).

Z obligátně pyrofilního hmyzu z českých zemí známe následující druhy, z nichž některé jsou zahrnuty ve stávajících červených seznamech ohrožených druhů: stěvlíček spáleništní, krasec ohňový (ohrožený), korovník *Stephanopachys linearis* (kriticky ohrožený), kouřomilky *M. collaris*, *M. pectipennis* a *M. straeleni* (všechny tři kriticky ohrožené), podkornice spáleništní (kriticky ohrožená) a p. štíhlá. Zajímavé jsou však i související nálezy dalších druhů, byť pouze fakultativně pyrofilních. Ze stěvlíčků lesních spálenišť je to *Pterostichus quadriveolatus*, který v Jetřichovicích společně se stěvlíčkem spáleništním po požáru v r. 2006 bezprostředně a dlouhodobě dominoval (Blažej 2023). Ze saproxylických brouků je příkladem eurosibiřský tesařík *Euracmaeops septentrionis*, považovaný u nás za ohroženého. Žije v jehličnatých porostech horských poloh, kde se larva vyvíjí dva roky především ve

smrkovém dřevě, často právě poškozeném ohněm. Larvy jsou přítomny zejména ve stojících stromech, kolem nichž poletují dospělí brouci. V letech 1995–97 byla sledována jeho expanze v Kyjovském údolí v Labských pískovcích v souvislosti s lesním spálenišťem. Dospělci v desítkách naletovali na rozštěpené kmeny po polomích a na ohořelé dřevo smrků i borovic. Vývoj těchto tesaříků zde hojně probíhal až do r. 1996, ale po rozsáhlejším opadu kůry ze zasažených stromů byli již v r. 1997 pouze ojedinelí, až v dalších letech zmizeli úplně (Benda a Vysoký 2000, Brůha a kol. 2022). Bezprostřední pozorování po požáru u Hřenska v r. 2022 se týkají kriticky ohroženého chrobáka černého (*Typhaeus typhoeus*). Tento koprofágní druh zde využil vzniklé otevřené plochy a zaznamenán byl již v okrajové části požářiště v místech, odkud dříve nebyl znám. Tato souvislost nemusí být náhodná. V severněji položených oblastech výskytu je chrobák černý druhem vřesovišť (tedy exponovaných, vysychavých míst s řídkým lesem tvořeným borovicí a břízou, náchylnými k požárům). Navíc letní období s nejčastějším výskytem požárů přechází jako larva zahrabaná se svým „bobjem“ hluboko v písčité půdě (Blažej 2022).

Fauna žahadlových blanokřídlých na spálenišťích je všeobecně opomíjená, jak dokládá i absence jakéhokoli článku o této skupině v přehledu A. J. Bella (2023). Vzhledem k vývoji, během něž si žahadloví blanokřídlí budují (nebo vzájemně kradou) hnízda, která samice zásobují buď živočišnou kořistí (hrabalky, kutilky atd.), nebo pylem a nektarem (včely), nebude tato skupina zahrnovat obligátně, ale pouze fakultativně pyrofilní nebo všeobecně pionýrské druhy. Spáleniště pro ně mohou být atraktivní hlavně strukturně a klimaticky, protože tmavé plochy dřeva a obnaženého substrátu s popelem výrazně akumulují teplo, a troficky – specifickou nabídkou pylu konkurenčně slabších druhů rostlin během iniciálních stadií sukcese. Na rozsáhlé plochy s příznivými podmínkami pro hnízdění reagují svým výskytem stovky druhů blanokřídlých, včetně některých zcela jedinečných, které mohou být regionálně dlouhodobě v latentních stavech populací (pod hranicí zjistitelnosti). Příkladem je hrabalka *Dipogon vechti* (obr. 6) – v Jetřichovicích byla zjištěna v České republice poprvé po 100 letech, a to včetně samčího pohlaví, které nebylo do té doby ani popsáno. Druhové spektrum převyšující 200 druhů zde bylo zaznamenáno během druhého až čtvrtého roku po požáru (Bogusch a kol. 2015). Monitorováním společenstev hmyzu sukcesních stadií lesních požářišť lze dosáhnout zajímavých výsledků v širokém spektru ekologických skupin, jejichž složení se rychle mění v prostoru i čase.

Článek byl sestaven na základě přehledových publikací A. J. Bella (2023) a L. Blažej (2022, 2023), které obsahují i další bohatou bibliografii k tomuto tématu. Česká jména čeledí popelíkovití a uhlatkovití jsou zde navržena jako nová.

Použitou literaturu uvádíme na webových stránkách Živa.