bylo ukázáno ve studiích ze Skandinávie (např. Gongalsky a Persson 2013).

Zatímco střevlíkovití (Carabidae), tesaříkovití (Cerambycidae), krascovití (Buprestidae), síťokřídlí (Neuroptera) a mravencovití (Formicidae) se na spálených plochách objevují již v prvních dnech po požáru (některé druhy patří dokonce mezi pyrofilní, blíže na str. 253–257), žížaly, měkkýši či stonožkovci (Myriapoda) jsou mnohem pomalejší. Studie z boreálních lesů ukazují, že k plné obnově společenstev půdních bezobratlých při větších požárech dochází zhruba za 80 let. Při maloplošných požárech, i při velmi intenzivních, je rekolonizace rychlejší. Tak např. po maloplošném požáru lesa s dominancí borovice lesní (*Pinus sylvestris*) v Českém Švýcarsku se první pavouci, draví brouci a mravenci objevili téměř okamžitě, pravděpodobně využívajíce těla hmyzu uhynulá vlivem vysokých teplot. Požáry, zejména ty maloplošné nebo řízené, navíc vytvářejí mozaiku různých typů habitatů, a pozitivně tím ovlivňují širokou skupinu pionýrských a oportunistických druhů i druhů přímo pyrofilních. Příkladem může být severoamerický krajník *Calosoma frigidum*, jehož larvy žijí v půdě a přeměna v dospělce je stimulována nižším albedem půdy, což nastává právě po požáru. Rekolonizace požárových ploch závisí na společenstvu rostlin, které se uchytí, a především na druhu a kvalitě opadu jimi vyprodukovaného. Rostlinný opad je prvním vstupem živin do prostředí a jeho rozložitelnost částečně předurčuje i rychlost vývoje společenstev dekompozitorů a návazně i jejich predátorů a dalších skupin bezobratlých, které půdu významně přetvářejí, např. žížal. Vedle rostlin jsou pro iniciální stadia popožárových půd důležité řasy, vytvářející půdní krusty. Nejenže produkují první rozložitelnou organickou hmotu na obnažených substrátech, krusty zároveň stabilizují povrch půdy, která je po požáru obecně náchylná k erozi. To je i případ písčitých půd Českého Švýcarska.

Současný výzkum dopadu požáru na půdní faunu v Českém Švýcarsku

Dlouhodobý vliv požárů v národním parku České Švýcarsko je předmětem výzkumů pracovníků Ústavu půdní biologie a biogeochemie Biologického centra AV ČR v Českých Budějovicích již od r. 2021. Tým pod vedením Miloslava Devettera se zaměřuje na sledování širokého spektra zástupců půdní fauny, ale i dalších charakteristik a probíhajících procesů. Pro tyto účely byla vytipována série lesních ploch, kde byl požár zaznamenán před různě dlouhou dobou, a srovnána s kontrolními plochami bez evidovaného požáru, nejméně za posledních 100 let. Zatímco půdní vlastnosti jako celkový obsah uhlíku, dusíku a fosforu se vrátily k úrovním před požárem až za 110 let, půdní bakterie a houby potřebovaly k obnově 14–45 let. Podobně reagovala společenstva půdních hlístic, k jejichž obnově došlo už za 14 let po požáru. Předběžné výsledky však ukazují (výzkum stále probíhá), že počet jedinců půdní a opadové makrofauny klesá v počtech jedinců jen ihned po požáru v porovnání s neshořelými plochami (obr. 4). To je nejspíše dáno velkou pohyblivostí zaznamenaných bezobratlých, kteří se na shořelé plochy rychle vracejí. Např. pavouci a mravenci je kolonizovali téměř okamžitě po požáru. Většina studovaných požárů totiž zasáhla jen několik desítek metrů čtverečních. Šlo o malé plochy, rychle rekolonizované mobilními bezobratlými z okolních lesních porostů nebo těmto termofilním taxonům posloužily jako otevřená lovná teritoria. V navazujícím výzkumu se budeme dále zabývat i reakcí jednotlivých druhů a vlivem různé intenzity požárů na půdní organismy.

Práce byla podpořena projektem COST LTC20: Effect of fire on soil organic matter and the community of soil transforming organisms a Strategií AV 21.

Použitá literatura uvedena na webu Živy. K dalšímu čtení Živa 2020, 1–4 a 6; 2021, 1–4 a 6.

Lucie Juřičková

Plži v plamenech aneb Požárová dynamika především ve Středozemí

1

Trochu zjednodušeně bychom mohli říci, že čím více se blížíme ke Středozemnímu moři, tím častěji tamní vegetace hoří. Zatímco u nás vzbuzují občasné požáry emoce, ve Středozemí jsou na ně zvyklí jak lidé, tak příroda. Pohybliví živočichové před plameny uprchnou, ale ti nepohybliví musejí časté požáry nějak přežít, jinak by vyhynuli. Suchozemští plži jsou příslovečně pomalí a ve Středozemí mají velmi malé areály, zdálo by se tedy, že jsou požáry extrémně ohrožení. Přesto zde jejich druhová diverzita dosahuje vysoké úrovně. Je jasné, že jsou schopni se s ohněm nějak vypořádat.

Tvrdolistá mediterránní vegetace je dlouhodobě spjatá s požárovou dynamikou. Řada dřevin je bohatá na silice, které urychlují hoření a způsobují, že požár postihne nadzemní části rostlin, které rychle shoří, zatímco podzemní části nestihnou prohořet a přežijí. Požár odstraní vrstvu suchého opadu, do prostředí se uvolní živiny a dřeviny mohou v následující sezoně obrazit, ale i snadněji vyklíčit ze semen. Tento režim je umocněný i klimaticky. Ve Středozemí bývají srážky sice vysoké, roční úhrny mají hodnoty srovnatelné třeba s nejvlhčími horskými oblastmi u nás, ale jejich rozložení v průběhu roku je zcela nerovnoměrné. Naprostá většina srážek spadne během zimy, léta jsou dlouhá a suchá, takže požár vznikne velmi snadno. Frekvence požárů ale zjevně stoupá se zvyšujícím se vlivem lidí na krajinu. Uvádí se, že každoročně vznikne ve Středozemí kolem 50 tisíc požárů postihujících 600–800 tisíc ha. Středozemí ovlivňují lidé svou činností po celý holocén. Obvykle je těžké posoudit, zda procházíme přirozenou, nebo člověkem vytvořenou krajinou. V každém případě jsou současná středozemní společenstva rostlin i živočichů výsledkem tohoto více než 10 tisíc let trvajícího vývoje krajiny včetně její požárové dynamiky.

Jak už jsme zmínili, živočichy, kteří obývají takové prostředí, můžeme v zásadě rozdělit do dvou skupin. Ti pohybliví, jako většina obratlovců nebo hmyzu, dokážou před požárem uprchnout (podrobněji na str. 253–257 této Živy), zatímco ti málo pohybliví či nepohybliví se musejí požáru přizpůsobit. Je třeba předznamenat, že většina z nich požár nepřežije, a to zejména v jeho epicentru, kde je žár největší a nejdelší. Přeživším pak může vadit ztráta jejich mikrohabitatů, k nimž patří hostitelské rostliny, rostlinný opad nebo padlé dřevo, a hynou tedy také, jen později. Existují však i živočichové, kteří dovedou uvolněný prostor využít a po požáru se rychle

© Nakladatelství Academia, SSČ AV ČR, v. v. i., 2023. Přetisk článků včetně obrázků se výslovně zapovídá. Veškerá práva včetně práva reprodukce jsou vyhrazena.

1 Přestože jsou suchozemští plži příslovečně pomalí a nemohou před požárem utéct, mají řadu možností, jak jej přežít. Může tomu napomoci i estivace v suchém létě, tedy v době nejčastějších požárů. Foto J. Simonová
2 Dřeviny středozemské macchie jsou bohaté na silice a rychle ohoří, ale jejich kořeny zůstanou neporušené. Již rok po požáru začínají znovu obrážet, jak je vidět na příkladu trnovce Kristova (*Paliurus spina-christi*).
3 Také duby cesmínovité (*Quercus ilex*) rychle regenerují a již po třech letech (na tomto snímku) vytvoří mikroklima vhodné pro růst dalších rostlin, zde ostružiníku středozemského (*Rubus ulmifolius*), ale i pro život suchozemských plžů.
4 Porosty borovice halepské (*Pinus halepensis*) regenerují pomalu a dlouho, což rychlé obnově měkkýších společenstev nepřispívá, protože krajina plošně vysychá.
5 V krasových závrtech je spousta prostorů, kam mohou plži zalézt a požár bezpečně přežít. Navíc tak snadno neprohoří.
6 Skalní plži zvládají středozemské požáry nejlépe. Už rok po požáru nacházíme na skalách třeba bohaté populace závornatek *Medora almissana*.

namnožit. To bývá případ některých druhů členovců. Spálená krajina je otevřenější a světlejší, takže přeje spíš suchomilným a světlomilným živočichům. Teplota při povrchu půdy se navíc ve spálené krajině může zvýšit až o 17 °C. Během 10, maximálně 20 let se ekosystém dostane do původního stavu. Pouze pokud je frekvence požárů kratší než 10 let, vede to k celkové redukci vegetace a změně složení společenstev živočichů.

Suchozemští plži obývají listový opad nebo prostory pod kameny, žijí v suchých a vyprahlých částech Středozemí také často na skalách a ve skalních štěrbinách. Před požárem nejsou schopni nijak utéct, představují tedy ideální modelovou skupinu pro studium vlivu požárů na živočichy bez schopnosti aktivní disperze. Plži jsou kromě toho velmi citliví na vysychání stanovišť a ztrátu mikrohabitatů, takže i období po požáru je pro ně kritické.

Studie ve francouzské Provence ukázaly, že bezprostředně po požáru přežijí necelá 3 % měkkýší fauny daného stanoviště (např. Kiss a Magnin 2006). Během třetího roku po požáru se ale může početnost plžů až zdesetinásobit. Po pěti letech obvykle dosahují společenstva měkkýšů stavu před požárem, přičemž, na rozdíl třeba od členovců, původní společenstva nejsou nahrazena xerofilními společenstvy otevřených stanovišť, ale zůstávají prakticky stejná. Ekologické nároky jednotlivých druhů nijak neovlivňují jejich schopnost přežít požár, takže mezi přeživšími najdeme druhy travnatých biotopů, stejně jako macchie i tvrdolistých lesů. Jiná studie uskutečněná v převážně borových lesích na Pyrenejském poloostrově ukázala výraznější redukci druhů po požáru – až o 44 %, což se ale týkalo především druhů žijících v lesním opadu. Resilience, tedy pružnost měkkýších společenstev Středozemí je ale

© Nakladatelství Academia, SSČ AV ČR, v. v. i., 2023. Přetisk článků včetně obrázků se výslovně zapovídá. Veškerá práva včetně práva reprodukce jsou vyhrazena.

7 Jarní vypalování mezí a pastvin je na Balkáně běžné. Většinou je menšího rozsahu a shoří při něm jen suchá tráva. Snímky L. Juřičkové, není-li uvedeno jinak
8 až 10 V Bosně jsme hledali hlemýždě pruhované (*Helix thessalica*) kvůli studiu genetické diverzity. Ukázalo se, že ve spálené trávě jsou dobře vidět, a přestože leželi na povrchu půdy a prošli tedy požárem, díky zimnímu víčku prakticky všichni požár přežili. Mrtví byli jen jedinci přímo uprostřed spáleniště. Foto J. Simonová (obr. 8–10)

přesto nečekaně vysoká. Čím může být způsobena jejich tak rychlá regenerace?

Řada druhů tráví léto, kdy je frekvence požárů největší, zahrabaná v substrátu, kde estivuje s ústím zakrytým trvalým vápenitým víčkem (u předožábrých plžů) nebo zvápenatělou epifragmou (u plicnatých plžů). Tím jsou plži do jisté míry chráněni, zejména když se vyskytují na okrajích požářiště, kde oheň působí kratší dobu a je méně intenzivní, např. spálí jen trávu. V takových místech může přežít až 20 % jedinců. Obecně je ale půda na požářišti propálená jen několik málo centimetrů pod povrch, proto když se plži zahrabou během estivace hlouběji, snadno přežijí. Třeba různé druhy hlemýžďů se mohou zahrabávat i několik desítek centimetrů hluboko. Samostatnou kapitolou jsou pak skalní druhy. Ty v létě estivují zalezlé hluboko do skalních štěrbin, takže se jich požár prakticky vůbec nedotkne. Nemusí přitom jít o vysoké skály. Řadu oblastí Středozemí tvoří zkrasovatělé vápence ve formě různých závrtů a škrapů, které poskytují podzemní prostory či hluboké štěrbiny, tedy ideální prostředí pro úkryty. Tak např. na chorvatském Hvaru jsme rok po požáru pozorovali silné populace závornatek rodu *Medora*, úzce vázaných na vápencové skály.

Řada mediteránních druhů plžů má jednoletý nebo dvouletý životní cyklus, přičemž některé z nich si ho v případě suché sezony mohou prodloužit hibernací o rok, což vysvětluje pozorovaný prudký nárůst abundance třetí rok po požáru. Přestože většina suchozemských plžů je hermafroditických, málokdy u nich dochází k samooplození. To mohou výjimečně vyvolat stresové podmínky, jako např. právě oheň. Po požáru tedy může dojít k rozmnožení zbylých jedinců. Je ovšem třeba poznamenat, že regeneraci měkkých společenstev silně ovlivňuje počasí v letech následujících po požáru. Pokud nastane perioda několika suchých let, může to mít pro tuto faunu přece jenom fatální následky.

Zatímco tvrdolistá vegetace středozemské macchie rychle ohoří, ale neprohoří do kořenů, a je tedy také schopna rychle regenerovat, borové lesy shoří obvykle celé, přičemž třeba borovice halepská (*Pinus halepensis*) je na požárech závislá (jak se můžeme dočíst v článcích na str. 239–245). Padlé kmeny poskytují vlhčí mikrohabitaty, ve kterých mohou klíčit semena, pro měkkýše ale většinou nepředstavují vhodný úkryt, protože borový opad pro ně není příznivý. V lesích tvořených převážně borovicí halepskou nedaleko Barcelony byla studována společenstva měkkýšů pět a 18 let po požáru (Santos a kol. 2009). Autoři studie zde pozorovali vcelku očekávatelnou sukcesi, kdy krátce po požáru rostla početnost xerofilních a větších druhů, včetně ruderálních, ale po 18 letech se již objevily mezofilní malé druhy, vyžadující vlhčí mikroklima, i některé náročnější lesní druhy. Je ale jasné, že stejně jako regenerace borového lesa, i regenerace jeho měkkýších společenstev trvá déle než v macchii nebo na skalní stepi.

Podíváme-li se na složení měkkýších společenstev Středozemí, zjistíme, že naprostá většina druhů má poměrně malé areály, a diverzifikovala tedy v tomto členitém a mozaikovitém prostředí. Je zřejmé, že takové druhy jsou na požárovou dynamiku krajiny přizpůsobené a mohou se šířit z drobných refugií v krajině. Některé studie ukazují, že pokud se před požárem na stanovišti vyskytovaly druhy se širším evropským areálem i druhy mediteránní, po požáru jsou to právě ty mediteránní, které přežívají, kdežto panevropské mizí. Zatímco u členovců jsou spáleniště často osídlována druhy, které se zde před požárem nevyskytovaly, u plžů je taková situace zcela výjimečná a byla doložena jen pro dva zástupce suchomilek rodu *Xerocrassa* po požáru v rezervaci poblíž Barcelony (Puig-Gironès a kol. 2023a, b). Pokud se spáleniště nacházejí poblíž lidských sídel, s výskytem středozemních ruderálních druhů jako *Cernuella virgata*, *Theba pisana* nebo rodu *Xerosecta*, mohou okraje spáleniště kolonizovat i tito plži.

V submediteránní oblasti se již požáry tak pravidelně neobjevují, nicméně na Balkáně je např. běžné jarní vypalování trávy. Suchá tráva shoří velmi rychle a s výjimkou středu spáleniště je požárem ovlivněna pouze tenká povrchová vrstva odumřelé vegetace. Na takových místech jsme opakovaně pozorovali živé, po zimě zavíčkované hlemýždě pruhované (*Helix thessalica*) a papáskovky žíhané (*Caucasotachea vindobonensis*). Dá se říci, že mimo střed spáleniště zůstali živí prakticky všichni nalezení jedinci, kteří byli jen mělce zahrabaní v povrchové vrstvě půdy, a tedy při sběru viditelní.

Jaký je vliv požárů na měkkýší společenstva temperátních lesů, prakticky nevíme. Jediná studie ze Skandinávie ukazuje, že v boreálních lesích mají požáry na měkkýše devastující účinek (Hylander 2011). Na druhou stranu, spálené dřevo vrací do oběhu uhlík i vápník, a není tedy divu, že kupř. na ohništích v lesích lze občas vidět plže lezoucí po zvlhlých uhlících. Žádné další informace o vlivu požárů na měkkýší společenstva z našeho území ani odjinud ze střední Evropy však nemáme a výzkumy na tomto poli by jistě byly zajímavé.

Použitou literaturu uvádíme na webové stránce Živy.

© Nakladatelství Academia, SSČ AV ČR, v. v. i., 2023. Přetisk článků včetně obrázků se výslovně zapovídá. Veškerá práva včetně práva reprodukce jsou vyhrazena.