

Letci bez křídel aneb Hedvábí ve službách aeronautiky 2.

Téma šíření pavouků pomocí větru a hedvábných vláken patřilo v Živě k jednomu z prvních článků o pavoucích obecně (1855, 10: 320; 1860, 2: 92–93). Přírovnání k plavbě ve vzduchu nebo dobové pojmenování větroplavec podzimní – babileták ukazuje, že přírodovědci se snažili v minulosti pojmenovat tento jev výstižně i v českém jazyce, přestože ani jeden z názvů se neujal. Inspiraci hledali třeba v německé literatuře, kde označení *die Altweibersommer* znamená babí léto a *die fliegende Sommerspinne* pokrývalo všechny druhy pavouků, které využívaly ballooning. O tom, jak se tento typ šíření (disperze) u pavouků vyvinul, budou pojednávat následující odstavce.



Ballooning během evoluce pavouků

Fylogeneticky nejbazálnějšími recentními pavouky jsou sklípkoši (Mesothelae), velcí noroví pavouci s reliktním rozšířením omezeným na jihovýchodní Asii. U této skupiny, patrně již s ohledem na velikost, aeronautické chování pozorováno nebylo. Jednoduchý způsob – typ *suspended* (blíže viz první díl článku) – však byl zaznamenán u druhé fylogeneticky bazální skupiny – sklípkanů (Mygalomorphae). Mláďata prvního nymfálního instaru některých druhů brzy na jaře hromadně opouštějí mateřskou noru a společně pátrají po vyvýšeném místě. Během tohoto pochodu za sebou zanechávají pás hedvábí tvořený nahromaděním vlečných vláken jednotlivců, při větší akumulaci se na vrcholcích vegetace vytvářejí celé plachetky (obr. 1). Na zvoleném místě, např. na keřku, nebo i na větvi dřeviny v několikametrové výšce, se poté spouštějí na vlákne, dokud je vítr i s vláknem neodtrhne a nezanechá na nové místo v okolí. Tento způsob disperze byl zjištěn hned u tří čeledí sklípkanů: Actinopodidae (rody sklepníků *Missulena* a *Actino-*

1 a 2 Plachetka vzniklá na vrcholcích vegetace jako akumulace vlečných vláken (obr. 1) mláďat prvního nymfálního instaru sklípkánek rodu *Atypus* opouštějících brzy na jaře mateřskou noru (2). Mláďata se z plachetky spouštějí na vlečném vlákně a nechávají se unášet větrem (typ *suspended ballooning*). Foto W. Hölzel

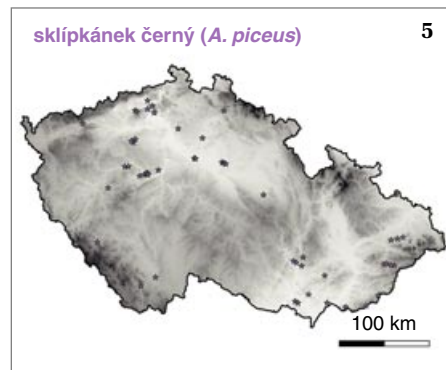
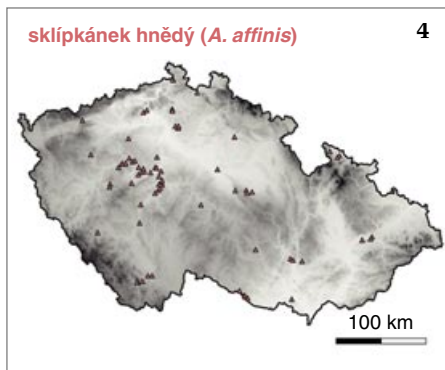
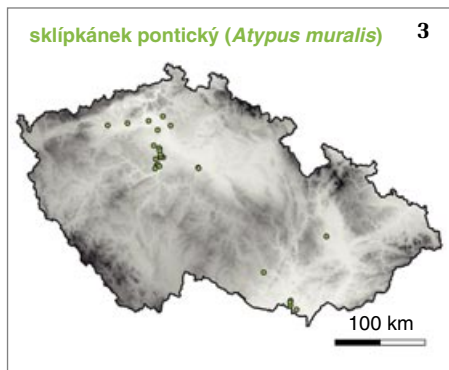
pus), Atypidae (sklípkánci rodu *Atypus* a *Sphodros*) a Halonoproctidae (sklípáci rodu *Conothele* a *Ummidia*). Vzhledem k druhové bohatosti skupiny však jde jen o zlomek fauny sklípkanů (asi 0,25 %). Zvláštní pozornost si zasluhují zástupci rodu *Atypus*, kteří dokázali po poslední době ledové rekolonizovat území střední Evropy. Na našem území se vyskytují tři druhy, které se značně liší v míře reliktnosti rozšíření. Sklípkánek pontický (*A. muralis*) je typickým příkladem reliktu černozemních stepí, které u nás měly optimum na počátku holocénu (obr. 3). Naproti tomu sklípkánek hnědý (*A. affinis*) je poměrně hojný, vyskytuje se i na značně izolovaných



lokality (obr. 4), pro jejichž kolonizaci bylo nezbytné šíření pomocí větru. Sklípkánek černý (*A. piceus*) je vázán na minerálně bohaté substráty, a co se reliktnosti výskytu u nás týče, má vzhledem k předěšlým dvěma druhům intermediární (přechodné) postavení (obr. 5). U všech druhů jsme experimentálně potvrdili behaviorální predispozici k ballooningu, průkazně se však liší hmotností jejich disperzních stadií – prvního nymfálního instaru (obr. 2). Podle očekávání má reliktní druh tyto nymfy nejtěžší, kdežto doposud se šířící druh nejlehčí (obr. 6). Otázkou však je, zda sklípkánek pontický (a jemu podobné druhy) je reliktní, protože má nejtěžší disperzní stadium, nebo po období optima proběhla pozitivní selekce větších jedinců, aby nedocházelo k dálkovým přesunům bez šance na nalezení nové vhodné lokality.

Ballooning je stále poměrně vzácný u bazálních skupin moderních pavouků (Araneomorphae). Zástupci těchto skupin často žijí v norách, v hrabance nebo v jeskyních, tedy v prostředí s minimálním prouděním vzduchu. V rámci skupiny *Synspermiata* byl zjištěn výhradně u čeledi filistatovití (Filistatidae). U bazálních skupin entelegynních pavouků jen u čeledí stepníkovití (Eresidae) a kruháčovití (Oecobiidae). Největší rozvoj tohoto chování se patrně odehrál v souvislosti s rozvojem suchozemské vegetace v druhohorách a ovládnutím tohoto nového prostoru síťovými pavouky. Poprvé se objevily typy vzletu *rafting* a *tip-toe* (blíže v prvním dílu). Tyto typy jsou závislé na ukotvení jedince pomocí vláken z piriiformních a velkých ampulovitých žláz, které u sklípkanů nejsou přítomny.

Dosud byl ballooning pozorován pouze u části moderních araneomorfních pavouků, konkrétně u čeledí pokoutníkovití (Agelenidae), šplhalkovití (Anyphaenidae), křížákovití (Araneidae), záředníkovití (Clubionidae), hlavounovití (Corinnidae), palovčikovití (Ctenidae), stínomilovití (Cybaeidae), Desidae, cedivečkovití (Dictynidae), skálovkovití (Gnaphosidae) a také plachetnatkovití (Linyphiidae), slíďákovití (Lycosidae), ostníkovití (Mimetidae), zorovití (Miturgidae), temnomilovití (Nesticidae), paslídákovití (Oxyopidae), listovníkovití (Philodromidae), lovčíkovití (Pisauridae), skákavkovití (Salticidae), selenopovití (Selenopidae), čelistnatkovití (Tetragnathidae), snovačkovití (Theridiidae), běžníkovití (Thomisidae) i pakřížákovití (Uloboridae). Z velké části je však míra těchto znalostí dána nedostupností ostatních čeledí pro studium. Ze skupin nejvíce využívajících

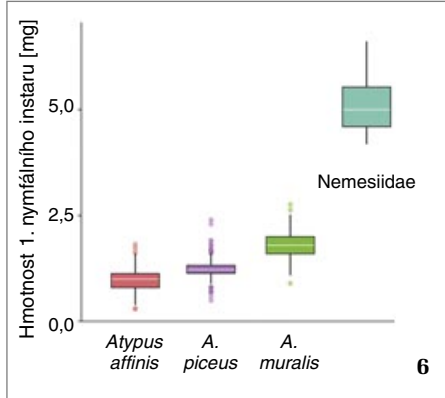


ballooning lze jmenovat křížáky, běžníky, slídačky, skákavky, listovníky, snovačky, čelistnatky a především plachetnatky. Neaktivnějšími aeronauty střední Evropy jsou tak např. plachetnatka obecná (*Agyneta rurestris*), pavučinka obecná (*Araeoncus humilis*), p. zoubkatá (*Erigone dentipalpis*), p. létavá (*E. atra*), plachetnatka drobnooká (*Porrhomma microphthalmum*), p. kotvovitá (*Tenuiphantes tenuis*), p. vlhkomilná (*Bathypantes gracilis*) a pavučinka rolní (*Oedothorax apicatus*; obr. 8–10 dokumentují pravidelné hromadné jarní i podzimní šíření tohoto druhu). Dále jde o křížáka podkorního (*Nuctenea umbratica*) a k. lučního (*Mangora acalypha*).

Naopak nápadně málo provozují ballooning skálovky. Možnou příčinou je specializace snovacího aparátu těchto pavouků na produkci lepivých vláken ke znehybnění kořisti. To může znesnadňovat produkci vláken používaných ke vzletu.

„Létání“ v proměnlivém prostředí a čase Schopnost aeronautického chování lze očekávat téměř u všech čeledí moderních entelegynních pavouků. Pro odhad přítomnosti ballooningu nelze použít jednoduché morfologické prediktory, jako je např. velikost jedince. U jedněch z nejmenších pavouků, 1 mm dlouhých zástupců čeledi Symphytognathidae (vzdálení příbuzní křížáků), nebyl nikdy pozorován. Spuštění ballooningu je komplexní proces ovlivněný fyziologickým stavem, genetickými predisposicemi jedince, vnějšími podmínkami (obr. 7). Samotné vzletnutí vyžaduje stoupavé vzdušné proudy vyvolané ohříváním povrchu Země slunečním zářením. Proto u pavouků k ballooningu dochází během dne, čímž se liší od většiny skupin hmyzu, které pro let preferují noční hodiny (blíže obr. na webu Živy).

Uplatňování tohoto chování závisí na prostředí, v němž konkrétní druhy žijí, proto nelze informace zjištěné o jednom druhu zobecňovat pro celé rody a čeledě. Stejná stanoviště jsou příznivější než lesní, protože stromy představují překážky v letu. U druhů žijících v korunách stromů je však ballooning pozorován běžně. Extrémní jsou tropické deštné pralesy, v jejichž podrostu se téměř nevyskytuje vzdušné proudění. Kvůli selekčnímu tlaku je ballooning pravidelně provozován druhy obývajících biotopy s častými letálními disturbancemi. Úzci specialisté pro určitý typ biotopu mají k němu menší tendenci než druhy obývající širokou škálu biotopů, protože mají menší pravděpodobnost takto objevit vhodné místo. Pokud se v přírodě



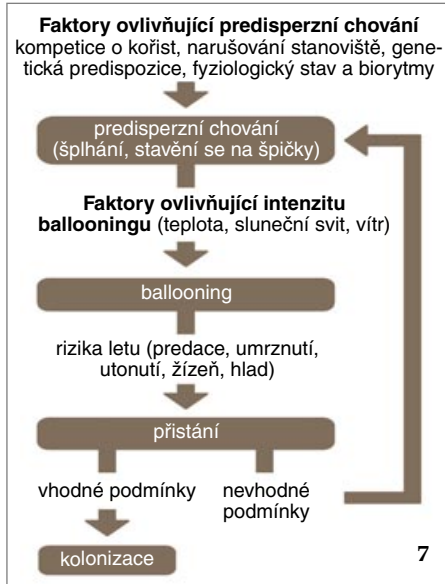
3 až 6 Rozšíření sklípkánků v České republice (obr. 3–5). Druh s nejtěžšími mláďaty, sklípkánek pontický (*A. muralis*, 3), má dnes reliktní rozšíření, oproti tomu druh s nejlehčími mláďaty, s. hnědý (*A. affinis*, 4), je roztroušen na vhodných biotopech po celém našem území. Přechodné postavení vidíme u sklípkánka černého (*A. piceus*, 5). Graf ukazuje hmotnost prvního nymfálního instaru – disperzního stadia – těchto druhů (6). Pro srovnání hmotnost stejného instaru u nelétajících sklípkánů čeledi sklepanovití (Nemesiidae) z Portugalska. Orig. M. Řezáč

7 Diagram fází ballooningu a faktory, které ho ovlivňují.

8 až 10 Masová podzimní a jarní disperze pavučinky rolní (*Oedothorax apicatus*). Horizontální plachetky vytvořené tisíci jedinců během podzimního šíření (obr. 8) a dospělé samice na jaře na plachetce, vytvořené akumulací vlečných vláken mnoha jedinců pátrajících po vhodném vyvýšeném místě pro opětovný start (9 a 10). Foto M. Coufalová (obr. 8) a P. Kocián (9 a 10)

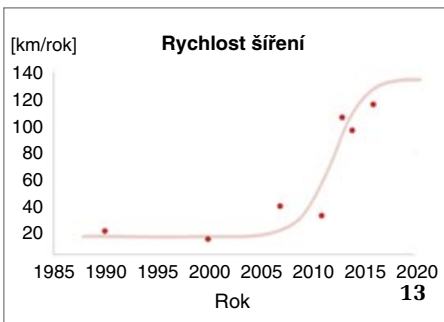
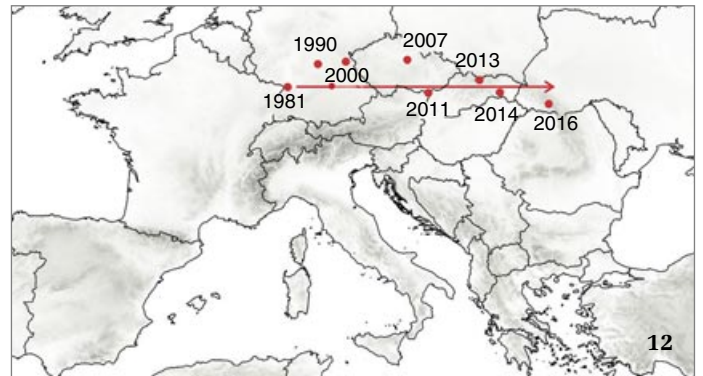
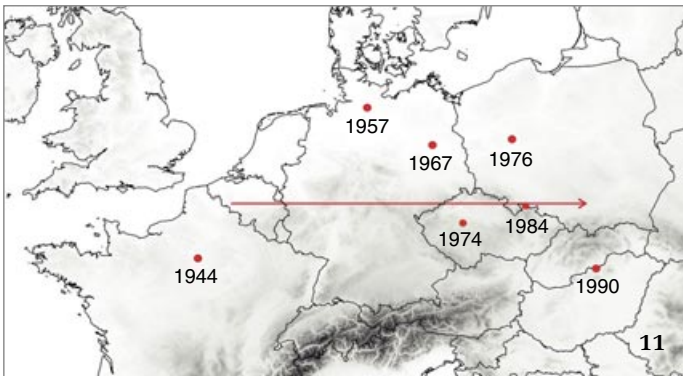
11 Šíření invazní pavučinky novozélandské (*Ostearius melanopygius*) Evropou. V současnosti má již kosmopolitní areál. Upraveno podle: V. Růžička (1995)

12 a 13 Postup invazní pavučinky trojlaločné (*Mermessus trilobatus*) Evropou (obr. 12) a rychlost šíření v různých fázích invaze (13). S exponenciálním růstem populace roste exponenciálně i rychlost invaze. Po nasycení kapacity prostředí však lze očekávat opětovné zpomalení. Orig. M. Řezáč a N. Gloriková (obr. 7, 12 a 13)



změní selekční tlaky, může se z cestovatele stát „pecivál“ a naopak. Ilustračním příkladem je kolonizace nově vzniklých vulkanických ostrovů v oceánu, obsazovaných těmi neaktivnějšími letci mezi pavouky. Jakmile ale nějaký druh ostrov osídlí, stane se extrémně usazeným, v opačném případě by se většina jeho potomstva utopila v moři.

Významné rozdíly v selekčních tlacích podporujících, nebo naopak tlumících ballooning lze pozorovat nejen v prostoru, ale také v čase. Např. s klimatickými změnami dochází k mizení určitých biotopů a expanzi druhých. Obzvláště dramatická byla tato dynamika během střídání dob ledových a meziledových v pleistocénu v mírném pásu severní polokoule, tedy i středoevropského regionu. Po ústupu pevninského ledovce sahajícího až na severní hranici našeho území byla česká kotlina opět



oceán z palearktické oblasti do nearktické nebo naopak. Díky nedostatku přirozených nepřátel se rychle šíří. Na přelomu 20. a 21. století se tak přes naše území převalila invaze dvou drobných, zhruba 2 mm dlouhých, druhů pavučenek – pavučenky novozélandské (*Ostearius melanopygius*, viz také Růžička 1995) a p. trojlaločné (*Mermessus trilobatus*). Když jsme se na základě nálezů v Evropě pokusili vypočítat rychlost, s jakou se tyto druhy šířily ze západu na východ kontinentu (obr. 11, 12), ve směru převažujících větrů, dospěli jsme k překvapivému výsledku. U obou druhů byla rychlost téměř identická, přibližně 30 km za rok. Může to být náhoda, ale vzhledem ke skoro stejné velikosti a velké tendenci k ballooningu může jít o konstantu pro tuto velikostní kategorii. Pozoruhodná je dále akcelerace rychlosti expanze pavučenky trojlaločné (obr. 13), která je patrně dána růstem velikosti evropské populace. Z čistě pravděpodobnostního hlediska početné populace expandují rychleji než ty iniciální malé.

Význam ballooningu pro zemědělství

Pavouci představují nejpočetnější a druhově nejdíverzifikovanější skupinu predátorů v agroekosystémech, jsou tedy zásadním pomocníkem zemědělců v boji proti škůdcům. A schopnost ballooningu je klíčovou vlastností, která jim v tom napomáhá. Agroekosystémy jsou velice dynamické biotopy, několikrát ročně je postihují disturbance v podobě zásahů jako orba, sklizeň nebo aplikace pesticidů. Tyto disturbance bývají likvidační i pro pavouky, ale díky efektivní disperzi jsou to právě pavouci, kteří umějí jako první agroekosystémy

rekolonizovat. Leslie Bishopová a Susan E. Riechertová (1990) spočítaly, že na 1 ha zemědělské půdy přiletí v sezoně každý den 1 800 pavouků, to znamená 216 tisíc jedinců za sezonu. Proto je zásadní, aby se v okolí polí nacházel dostatek neoraných biotopů sloužících pavoukům jako refugia.

Silné tendence k ballooningu u pavouků žijících na polích mohou být dány tím, že tyto druhy byly rekrutovány z druhů přirozeně pravidelně disturbovaných biotopů, jako jsou břehy řek. Tomu nasvědčuje podobná fauna polí a náplavů řek, např. slíďák rolní (*Pardosa agrestis*), plachetnatka kotvovitá (*Tenuiphantes tenuis*) nebo čelistnatka mokřadní (*Pachygnatha degeeri*). Není však ani vyloučeno, že silnou tendenci k ballooningu získali díky silné selekci pro danou vlastnost za dobu existence polních ekosystémů, tedy přibližně během posledních 7 tisíc let.

Nové poznatky o šíření pavouků využitím větru a hedvábných vláken by mohly pomoci při vývoji integrativní ochrany plodin proti škůdcům, a zajistit tak udržitelnou produkci potravin. Způsoby agronomických zásahů do zemědělské krajiny by měly být zkoumány s ohledem na potenciální dopady na užitečné organismy včetně pavouků (např. Niedobová a kol. 2016). Čím více se dozvíme o jejich chování a ekologii, tím lépe budeme schopni využívat jejich potenciál k přirozené ochraně proti škůdcům v rámci udržitelných zemědělských praktik.

Použitá literatura a doplňující obr. jsou uvedeny na webové stránce Živý.

kolonizována teplomilnými druhy z jihu. Především na severních okrajích jejich areálů, které se ocitly na kraji kolonizovatelného území, probíhala v té době silná selekce pro využívání větru k šíření. Obrovskou výhodou v tom měly drobné plachetnatky (*Linyphiidae*). Díky minimální hmotnosti mohou létat i jejich dospělé samice, které jsou tak schopny na novém území okamžitě založit populaci. Plachetnatky se proto staly vůbec druhově nejbohatší skupinou pavouků celé této oblasti. Předčily i skákavky, druhově nejbohatší skupinu tropů a subtropů. Po kolonizování všech volných míst selekce pro ballooning zákonitě ustala a druhy se opět začaly chovat usedleji. Vedle již zmíněných sklípkánků jsou pěknou ukázkou popsaného jevu stepníci (*Eresus* spp.). Dnes se tyto druhy chovají vysoce fylopatricky, nikdy u nich nebylo aeronautické chování pozorováno. To, že kolonizovali naše území, nebo dokonce Dánsko, jižní Švédsko a jižní Anglii, však svědčí, že tomu tak nebylo vždycky.

Zvláštní kapitolu novodobých dějin vývoje přírody představují invazní druhy. Jde často o druhy přenesené člověkem přes