

# Tajemství pestrosti společenstev mravenců v korunách tropických stromů

Mravenci (čeleď *Formicidae*) patří k ekologicky nejdůležitějším a množstvím jedinců nejpočetnějším terestrickým bezobratlým živočichům na světě. V přírodě zastávají nespočet různých funkcí od predace jiných živočichů, odklizení mršin, konzumace semen (granivorie) a jejich roznášení až po získávání medovice. Jejich eusociální způsob života se pak řadí k nejlépe organizovaným uskupením v hmyzí říši. Rozmanitost mravenců stoupá směrem k rovníku a druhově nejbohatší společenstva najdeme především v tropických deštných lesích. Současný výzkum vedený vědci z Biologického centra AV ČR, v. v. i., a Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích, kteří pracují na ostrově Nová Guinea, v oblasti s jednou z nejvyšších hodnot biodiverzity vůbec (viz také Živa 2005, 1–6 nebo 2007, 4–6), významně posunul hranice lidského poznání o druhovém složení a životě mravenců obývajících jedno z nejméně prozkoumaných prostředí na Zemi – korunové patro tropických stromů. Ne všichni mravenci totiž hnízdí v půdě. Odhaduje se, že až polovina tropických druhů žije právě v korunách stromů. Ačkoli vztahu mezi mravenci a rostlinami, myrmekofilii, byla věnována velká pozornost (např. Živa 2014, 4: 205–209), role různých druhů dřevin a vliv celkové architektury lesa na stromové mravence představovaly dosud velkou neznámou.

Zkoumat mravence vysoko v korunách není vůbec jednoduché, a tak se dříve znalosti o stromových druzích omezovaly pouze na odhady ze vzorků získaných fumigací (plynování insekticidy a sebrání hmyzu, který spadne dolů) nebo slézáním několika málo určitých jedinců stromů. Na Nové Guineji vědci zvolili

poněkud kontroverzní metodu: pokácet malý úsek lesa a rozebrat stromy doslova na jednotlivé větvičky, následně zmapovat všechny druhy mravenců a spočítat jejich hnízda. Tento unikátní výzkum pomohl zodpovědět otázku, proč tolik různých druhů mravenců žije na stromech v primárních (sukcesně starých) pralesích, ale již

o něco méně v sekundárních (mladých) porostech, a zda stejné ekologické faktory ovlivňují mravence v nížinném jako v horském deštném lese. Zároveň umožnil nahlédnout přímo do mravenčích hnízd.

## Diverzita stromových mravenců

V současné době je popsáno asi 15 tisíc druhů a poddruhů mravenců (Antwiki 2015), z nichž většina obývá právě teplý tropický pás. Nedávné srovnání mravenců na stromech v pralesích Bornea a v lužních lesích střední Evropy zpřesnilo odhady jejich druhové bohatosti. Průzkum ukázal, že na 100 stromech tropického lesa najdeme přes 300 druhů mravenců, zatímco na více než 300 studovaných jedincích z evropských lesů jen 12 druhů (Floren a kol. 2014). Jelikož tyto výsledky německých kolegů se zakládají pouze na fumigačních vzorcích (viz výše), jen těžko můžeme odhadovat, zda byly nalezené druhy opravdu vázány výhradně na stromy (tedy zda na nich i hnízdí, nebo jen hledají potravu apod.) a jaká byla jejich ekologická role. Nicméně tento výčet velmi pěkně ilustruje skutečně obrovskou rozmanitost druhů tropických mravenců v porovnání s našimi luhy a háji.

Od r. 2006 probíhají pod vedením prof. Vojtěcha Novotného na výzkumné stanici Biologického centra Akademie věd ČR na Papui-Nové Guineji mezinárodní projekty, které si kladou za cíl studovat vůbec poprvé část pralesa jako celek, tedy z pohledu všech rostlin i hmyzu, jenž ji obývá (New Guinea Binatang Research Center – NGBRC 2015a). Metoda sběru je pro lesní ekology netypická (kácení, obr. 1 a 2), musíme se ale na ni dívat v kontextu této tropické země, kde po tisíce let domorodí obyvatelé získávají obživu stěhovavým zemědělstvím. Vykácejí a vypálí nevelké území (do 1 ha), vypěstují zde plodiny pro svou obživu a pak se přesunou jinde. Celý les tak tvoří mozaika postupně zarůstajících políček, která pozorovatel často ani nepostřehne, protože jsou již po několika desetiletích k nerozeznání od „nedotčeného“ pralesa. S pomocí domorodců měli vědci možnost detailně zkoumat rozmanitost hmyzu na čerstvě pokácených stromech a doslova les rozpitvat od skladby stromů a hmotnosti jejich listoví až po hmyz. Vzhledem k významu a hojnosti mravenců v těchto lesích byli právě oni jednou z klíčových skupin, na niž se tým zaměřil.

Výzkum na kácených stromech se soustředil na sběr mravenců z celých ploch lesa. Byly zkoumány všechny stromy o průměru kmene nad 5 cm v plochách 0,1–0,3 ha na lokalitě v nížinném lese (Wanang, 200 m n. m.) a později také v lese horském (Yawan, 1 800 m n. m.). Unikátní sledování lesa jako celku umožnilo sestavení 3D modelů zkoumaných ploch včetně rozmanitosti mravenců (obr. 5). Výsledky

**1 až 4** Metody výzkumu stromových mravenců na Nové Guineji. Pokácený strom je změřen, prohledán kvůli hnízdům mravenců a ostatnímu hmyzu (obr. 1) a odebrán vzorek z hnízda (2). Experimentální návada je vynášena do koruny stromu pomocí trubkovité konstrukce na laně (3). Návada navštívená mravenci (4)





ukázaly, že mravenců žije na stromech mnohem méně, než bylo dosud odhadováno – v průměru jen 1,5 hnízdicího druhu na strom – poněvadž většina druhů migruje z okolních stromů za potravou a hnízda si na dané dřevině vůbec nestaví. Vysvětlení nálezů velkého počtu druhů ve fumigačních vzorcích, kterou se zabývaly generace biologů, je tak poměrně triviální. Dále hraje roli i to, že většina stromů menšího vzrůstu hostí samozřejmě daleko méně druhů mravenců než stromy vysoké. Celková rozmanitost mravenců v korunách je však opravdu enormní. Na ploše 0,6 ha novoguinejského nížinného pralesa (40 × 80 m, ca „fotbalové hřiště“) jsme napočítali 126 druhů, tedy více než máme v celé České republice a na Slovensku dohromady (Klimeš a kol. 2015).

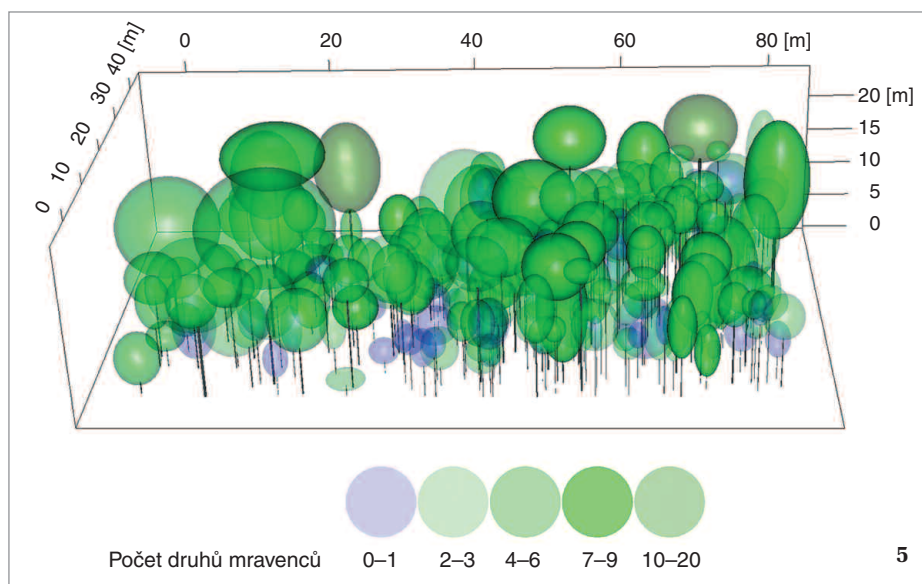
### Ekologická role mravenců na stromech

Návštěvník tropického lesa uvidí obrovské množství mravenců takřka všude, kam se podívá. Nejenže se tito drobní tvorové vyvinuli do mnoha druhů, ale odhaduje se, že na jednom stromě tvoří až 60 % biomasy všech bezobratlých živočichů. Vznikla teorie, že mravenců přežívá v korunách stromů tak vysoký počet zejména díky získávání medovice od jejich symbiontů – mšic, kříšů a červců (viz obr. 9). Někdy se proto o nich hovoří jako o „kryptických herbivorech“ (Davidson a kol. 2003). Na druhou stranu bývají i stejné druhy považovány za jedny z nejefektivnějších predátorů herbivorního hmyzu. Mravenci tedy mohou stromům škodit a být užiteční zároveň. Naše poznatky jsou však v tomto případě stále nedostatečně ověřeny přímo v přírodě.

Zajímala nás proto otázka, zda má taková početnost mravenců vliv na listožravý hmyz a hostitelské stromy. Pokusili jsme se jejich působení prokázat experimentálně, a to opět na Nové Guineji. Sestrojili jsme speciální trubkovité návnady (obr. 3 a 4), rozvěsili je v korunách stromů a přidali do nich jed (Klimeš a kol. 2011). Ukázalo se, že ačkoli počet mravenců klesl na pouhých 10 % původní hodnoty, ani po 10 měsících trvání pokusu jsme v lese nepozorovali více požraných listů, ani větší hojnost housenek v porovnání s kontrolním územím. Výsledky naznačují, že mravenci nenahraditelnými predátory hmyzu v tropickém lese nejsou. Experiment s atrapami housenek ve stejném lese naopak ukázal, že v nížině na vegetaci aktivně loví (Tvardíková a kol. 2012). Je proto možné, že když z lesa mravenec zmizí, prostě ho nahradí jiný predátor nebo se přemnoží paraziti, kteří v housence žijí. Třebaže přímá role mravenců v ekosystému je spíše komplexní, není pochyb, že představují důležitou složku lesa. Je toho hodně, co o jejich ekologické roli nevíme.

### Proč žije více druhů mravenců v primárním než sekundárním lese?

Běžně jsou mravenci považováni za vhodnou bioindikační skupinu k posouzení stupně narušení prostředí, společně s dalšími modelovými organismy, jako např. ptáky, brouky a motýly. V současné době má ničení původních lesů lidskou činností výrazně vzestupnou tendenci (viz např. Živa 2014, 1: 19–22). Úbytek druhů



mravenců v gradientu od primárního lesa přes těžný les až k plantážím palmy olejné (*Elaeis guineensis*) je proto dramatický (Fayle a kol. 2010). S narušením pralesa zároveň stoupá pravděpodobnost, že v něm najdeme nejen druhy mravenců typické pro danou oblast, ale také introdukované invazní, nebo některé domácí druhy, jimž narušení vyhovuje (obr. 10). Stěhovavé zemědělství na Nové Guineji pak nabízí možnost při výzkumu využít poněkud přirozenější situaci v dosud celistvých lesích.

Podívejme se nejdříve, jak se liší společenstva mravenců a jejich druhová rozmanitost na sukcesním gradientu – od mladého „narušeného“ lesa (sekundární, stáří 10 let, obr. 6) po „nenarušený“ (primární, nad 50 let, obr. 7). Výzkum nížinného lesa ukázal, že úbytek druhů je opravdu velký, neboť asi polovina jich v sekundárním porostu mizí (obr. 11). Vysvětlit, proč se tak děje, není vůbec jednoduché, protože již v desetiletém druhotném lese se nachází podobný počet stromů jako v lese primárním. Jednotlivé stromy se navíc liší mezi typy porostu v mnoha vlastnostech, jako je velikost, diverzita a nabídka vhodných míst k hnízdění pro mravence. Jako první odpověď se nabízí vliv druhové rozmanitosti (taxonomické diverzity) hostitelských stromů v lese, která je rovněž o polovinu nižší v sekundárním než primárním porostu. Aby se kauzalita vztahů dala správně

posoudit, byl použit moderní přístup – tzv. rarefakční simulace. Zjednodušeně řečeno, jednotlivé exempláře stromů primárního lesa vybíral počítač náhodně, jako čísla v loterii tak, aby se z nich postupně sestavil les o rozloze 0,1 ha, jenž se svými parametry co nejvíce blíží sekundárnímu lesu. Má tedy shodný počet, stejnou velikost i taxonomickou rozmanitost stromů. Simulace překvapivě ukázala, že poloviční rozdíl v druhové diverzitě mravenců mezi oběma typy lesa je dán hlavně velice sníženou beta diverzitou (obměnou hnízdicích druhů mezi stromy) v sekundárním lese, a to i poté, co se popsáním postupem nasimuluje stejný les (Klimeš a kol. 2012). Pouze menšina (14 % rozdílů) závisí na druhovém složení stromů (obr. 12). Druhová skladba sama o sobě tak není hlavním faktorem, který vytváří rozmanitost mravenců.

Průzkum hnízd dále ukázal jako nejpravděpodobnější vysvětlení, že mravencům tolik nezáleží na tom, zda hnízdí na určitém druhu stromu, ale spíše, zda strom nabízí vhodná místa k hnízdění (duté větve, velkou korunu, epifyty apod.). Rozmanitost mravencích hnízd v tropech je totiž rovněž obrovská. Některé druhy si stavějí hnízda v dutých větvích, kde chovají červce, jiné kartonová hnízda na listech, nebo naopak upřednostňují substrát nashromážděný mezi kořeny epifytických rostlin na kmenech stromů (obr. 13 až 16). Jelikož v sekundárním lese je nabídka





**5** Model druhové diverzity mravenců (3D) na stromech v 0,3 ha tropického nížinného lesa. Upraveno podle: P. Klimeš (2011)

**6** Sekundární nížinný les, Wanang, Papua-Nová Guinea. Foto P. Klimeš

**7** Primární nížinný les, Wanang. Foto P. Klimeš

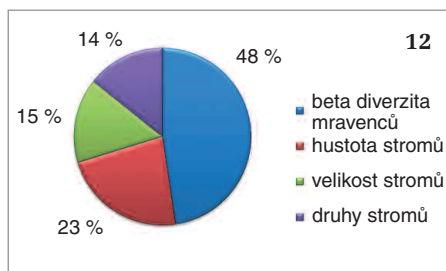
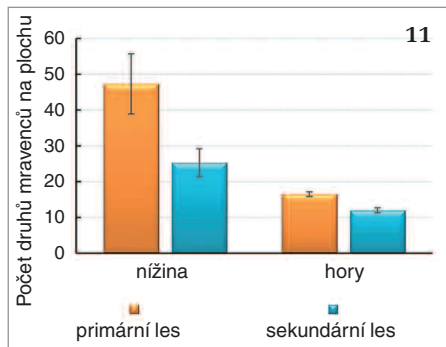
**8 a 9** Mravenec *Crematogaster polita*, typický druh nížinného lesa. Dělnice (obr. 8) stavějí obrovská kartonová hnízda na kmenech stromů. Velká biomasa druhu v korunách je podporována chovem symbiotických červců (*Coccoidea*) v hnízdech pro získávání medovice (9).

**10** Dělnice tzv. šíleného žlutého mravence *Anoplolepis gracilipes*, který patří k nejinvazivnějším druhům hmyzu na světě, nesou ulovenou kobylku do svého hnízda. Tento mravenec je typickým druhem zavlečeným do sekundárních tropických lesů. Foto P. Klimeš

**11** Průměrný počet druhů mravenců na ploše 0,1 ha lesa v nížině a v horách a srovnání primárního a sekundárního lesa. Upraveno podle: P. Klimeš a kol. (2015) a O. Mottl (2015)

**12** Rozdíly v počtu druhů mravenců mezi primárním a sekundárním lesem vysvětlené rarefakčním modelem (blíže v textu). I poté, kdy simulovaný primární les zahrnuje stejný počet, velikost a druhové složení stromů jako sekundární les, zůstává téměř polovina rozdílů vysvětlena jen větší obměnou druhů mravenců mezi stromy, tzv. beta diverzitou. Podle: P. Klimeš a kol. (2012)

k hnízdění chudší, není překvapením, že když tam půjdeme od jednoho stromu k druhému, často najdeme stejné druhy mravenců.



### Tropická nížina versus hory

Třebaže změny ve společenstvech mravenců v průběhu sukcese lesa v nížinách jsou prostudovány už poměrně dobře, horské pralesy v tomto ohledu zkoumány zatím vůbec nebyly. Výzkum na pokácených stromech byl proto zopakován rovněž v horském lese, kde se předpokládal výrazný úbytek druhů mravenců. Hypotéza se potvrdila z hlediska celkové druhové diverzity a velikosti hnízd, ale četnost nálezů stromových mravenců na plochu lesa byla kupodivu srovnatelná se situací v nížině (Mottl 2015). Ačkoli horský les hostí mnohem méně druhů mravenců, rozdíl mezi primárními a sekundárními lesy se ukázal menší (obr. 11). Je

zajímavé, že podobně malé rozdíly byly zjištěny také pro háčky na listech stromů, které tvoří hmyz oproti mravencům naopak specificky přizpůsobený k životu na určitých druzích stromů (Butterill 2015). Největším překvapením jsou ale nepatrné rozdíly v průběhu sukcese především v druhové skladbě mravenců. Nížinný sekundární les charakterizuje nejen výraznější pokles počtu druhů, ale obývají ho i druhy zcela jiné. Naopak druhové složení v horském lese se během sukcese nijak zvlášť nemění.

Není úplně snadné vysvětlit tuto situaci, důvodů může být více. Jako první se nabízí možnost, že se druhy horského lesa přizpůsobily chladnějším klimatu a již evolučně prošly „hrdlem láhve“, kdy se jen určité skupiny blízké příbuzných druhů dokázaly přizpůsobit hnízdění v méně výhodných podmínkách. Tomuto vysvětlení nahrává i to, že horský les bývá často vystaven přírodním disturbancím sesuvem půdy, takže druhy, které těžké životní podmínky vydrží, jsou sukcesními generalisty. Dalším vysvětlením by mohla být celkem stejnoměrná nabídka hnízdních stanovišť v průběhu sukcese, jelikož horský les zůstává ve všech stádiích plný stromů s dutými větvemi a porostlými množstvím mechů a epifytů, kde mravenci pohodlně hnízdí. V neposlední řadě mohou hrát roli mezidruhové kompetiční vztahy mezi mravenci. V nížinách si stavějí větší hnízda a některé druhy jsou invazní, zatímco v horském lese jim tyto strategie chybějí, a společenstva se stávají homogennějšími.

Všechny zmíněné odlišnosti mezi lesy různé nadmořské výšky mají i praktický význam pro ochranu přírody. Zatímco ničení pralesů v nížinách mravence dramaticky negativně ovlivňuje, horské lesy jsou z pohledu lokálních společenstev mravenců mnohem méně náchylné k disturbanci člověkem. Platí to ale tak jen za předpokladu, že se les může mozaikově obnovovat a není velkoplošně zničen a nahrazen savanami nebo plantážemi. Takové rozsáhlé změny mohou přinést citelnou ztrátu horských druhů, jelikož určité hřebeny často obývají zcela unikátní druhy rostlin a živočichů. Nejinak je tomu u horských mravenců Nové Guineje, protože např. společenstva ze zkoumané lokality Yawan (pohoří Finisterre) jsou jiná než v podobné nadmořské výšce na Mt. Wilhelm v sousedním Bismarkově pohoří. Bude zajímavé zjistit, zda podobné rozdíly mezi různými typy lesa a nadmořskou výškou najdeme i u jiných skupin živočichů vázaných na tropický les.

### Lze kácet prales „v zájmu vědy“ a zároveň ho chránit?

Vzhledem k současnému nadměrnému ničení přirozených pralesů může být metoda sběru údajů o hmyzu na stromech za pomoci kácení citlivě vnímána veřejností. Je třeba si ale uvědomit absurdnost situace, kdy se obrovské plochy lesů kácí (často ilegálně a bez svolení domorodců), přičemž lidstvo obecně ani neví, jaké druhy se zde vlastně vyskytují. Výzkum mravenců ukázal kromě významu pralesů pro uchování původních společenstev právě zoufalý nedostatek informací o tropickém hmyzu vůbec. Odhaduje se, že asi





13



14



15



16

**13 až 16** Příklady různých typů hnízd stromových mravenců v novoguinejském pralesě. Hnízdo rodu *Camponotus* v duté větvičce (obr. 13). Kartonové hnízdo rodu *Polyrhachis* na listě (14). Hnízdo mravence rodu *Monomorium* v hlíze epifytické rostliny rodu *Myrmecodia* (15) a rodu *Diacamma* na stromě v substrátu pod kořeny epifytů (16). Snímky z archivu New Guinea Binatang Research Center, není-li uvedeno jinak

pralesy chránit před bezprostředně hrozící průmyslovou těžbou dřeva a založili Wanang Conservation Area (NGBRC 2015b). Dá se říci, že jde vlastně o obdobu našeho přírodního parku o rozloze 11 tisíc ha. Ochrana se záhy vyplatila, neboť si vědecká globální síť Center for Tropical Forest Science vybrala Wanang jako jednu ze svých trvalých lesních ploch pro monitorování stavu planety Země (CTFS 2015), a proto zde práce bude ještě dlouho pokračovat. V tomto smyslu jde o první území v celé tichomořské a australské oblasti. Podobně jako se stal náš Žofínský prales jediným reprezentantem přirozeného pralesa řazeným do CTFS v kontinentální Evropě (viz Živa 2006, 5: 214–216). Příběh spolupráce českých vědců, domorodých výzkumníků z New Guinea Binatang Research Center a místních obyvatel vesnice Wanang je důkazem, že lze přírodu chránit i dobře poznat s velmi pozitivním vlivem na les a jeho obyvatele.

*Práce byla podpořena GA ČR – Centrum pro tropickou ekologii (14-36098G).*

Použitá literatura uvedena na webu Živy.

polovina druhů mravenců na Nové Guineji není dosud popsána, přestože tato čeleď patří v rámci hmyzu spíše k lépe prozkoumaným. Např. v rodu dřevokazů *Camponotus* bylo sesbíráno v nížinném lese celkem 19 druhů, z nich 13 bylo spatřeno na Nové Guineji poprvé a čtyři druhy byly posouzeny jako úplně nové pro vědu (Klimeš a McArthur 2014). Jeden z nich dostal jméno podle domorodých vlastníků lesa, kteří pomáhali s výzkumem, a jejich vesnice Wanang (*C. wanangus*). Když si uvědomíme, že šlo o průzkum pouhých

0,6 ha pokáceného porostu na jedné lokalitě, jde o úctyhodný výčet.

Výzkum na Nové Guineji tak ukazuje zajímavý příklad „symbiózy“ mezi domorodými vlastníky lesa a vědci. Výše popsané aktivity českých, ale i zahraničních badatelů a studentů v oblasti Wanang přinesly benefity pro domorodé obyvatele pralesa i pro přímou ochranu tamní unikátní přírody (Novotný 2010). Hned u vesnice Wanang vznikla terénní stanice a základní škola, a domorodci tím získali možnost práce a vzdělávání. Navíc se rozhodli své

Petr Šípek, Ján Macek

## Pilatka azalková – nový invazní druh našich parků a zahrad

Současná doba, kdy člověk neustále něco někam transportuje, výraznou měrou napomáhá šíření druhů do nových oblastí, často velmi vzdálených od původního areálu. Hmyzí invaze se nevyhýbají ani starému kontinentu, a tak jsme na našem území mohli za posledních 15 let zaznamenat rozšíření různých invazních druhů. Kromě nepřehlédnutelných případů, jako je klíněnka jírovcová (*Cameraria ohridella*; viz také Živa 2003, 6: 270) nebo sluněčko východní (*Harmonia axyridis*), se do České republiky dostaly i méně nápadné druhy, např. ploštica blánatka lipová (*Oxycarenus lavatae*; Živa 2010, 1: 30–31), z širokopasých blanokřídlých (*Hymenoptera*, *Symphyla*) pak mimo jiné pilatěnka jilmová (*Aproceros leucopoda*) zavlečená z východní Asie. Mezi nové hmyzí „přistěhovalce“ patří i pilatka azalková (*Nematus lipovskyi*).

Na začátku června 2010 objevili pracovníci Botanické zahrady Přírodovědecké fakulty UK v Praze na Slupi nehezky „ožrané“ pěnišníky měkké (*Rhododend-*

*ron molle*), lidově označované jako azalky. Po bližším zkoumání vyšlo najevo, že za žír jsou zodpovědné housenice v Evropě doposud neznámého druhu pilatek. Hou-



1

senice se tu vyskytovaly v takové míře, že z postižených listů nezbylo nic než jejich středové žilky. Podobnému osudu neunikly ani květy. Pěnišníky tak ztratily veškerý půvab. Situace se opakovala v následujících sezonách s tím, že napadené keře rok od roku viditelně chřadly a míst výskytu pilatek začalo přibývat nejen v Praze, ale i v širším okolí. Protože se dospělce nedařilo odchytit a ani chovy housenic nebyly úspěšné, zůstávala identita