

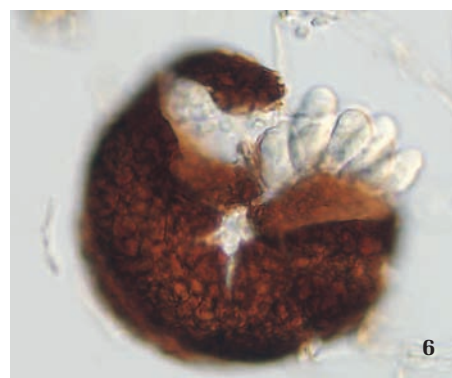
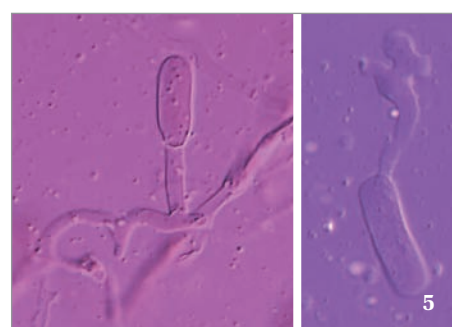
Mykózy rostlin (nejen Kanárských ostrovů)

Listy a stonky, v nichž probíhá fotosyntéza, jsou bohatým zdrojem živin a bývají vystaveny přímému působení mnoha mikroskopických hub. Spory nebo části mycelia hub se na povrch nadzemních orgánů rostlinných hostitelů nejčastěji dostávají větrem nebo se srážkami, přenosem živočichy a přímým kontaktem s další napadenou rostlinou (hlavně v zapojeném porostu monokultur, např. na poli nebo ve skleníku). Patogenní houby a zástupci řasovek (Peronosporomycota), původci mykóz, jsou díky působení enzymů a mechanického tlaku rostoucích hyf schopni aktivně pronikat do rostlin (penetrovat kutikulou, epidermis, buněčnou stěnou) a kolonizovat jejich pletiva. Mají tak velkou výhodu proti bakteriím nebo virům, které se nemohou dostat do rostlin aktivně, ale využívají k tomu přirozené otvory v pletivech (např. průduchy, hydatomy), poranění nebo živočišné vektory. Oblasti s vysokým výskytem endemických druhů rostlin, jako např. Kanárské ostrovy, jsou tak zajímavým místem pro mykologa – fytopatologa.

Mykobiota rostlin

Ve fyloplanu, tedy mikrobiálních společenstvech na povrchu listů rostlin, najdeme zástupce různých ekologických skupin, které mohou rostlině více či méně škodit. Saprofytické a saproparazitické druhy mikromycetů jsou často nápadné na oslabeném nebo odumírajícím pletivu v podobě tmavých povlaků, jež vytvářejí tzv. černi (např. zástupci vřeckovýtusných hub – Ascomycota, rodů *Alternaria* – obr. 2, *Cladosporium*, *Ascochyta*). Uvedené houby přežívají v půdě, odkud se konidie šíří vzduchem na okolní porost. Využívají živin, které se uvolňují např. v důsledku drobného narušení pletiv během sání hmyzu, z výměšků mšic, požeru housenkami nebo poškození patogeny apod. V oblastech s vysokou vzdušnou vlhkostí najdeme na povrchu listů také lichenizované houby, které svým rozrůstáním snižují dostupnost světla pro fotosyntézu. Pletiva rostlinných orgánů významně postihují i paraziti – po-

dle jejich trofické strategie je lze rozdělit na biotrofy (čerpají látky z živých buněk) a nekrotrofy (aktivně usmrcují buňky hostitele), případně hemibiotrofy (po úvodní fázi biotrofního vývoje přecházejí do nekrotrofní fáze). Počátky vývoje mikromycetů v pletivech rostlin (klíčení, penetrace, růst hyf a kolonizace pletiv) zůstávají pohledu člověka skryty, chorobu zaznamenáme většinou nejdříve po několika dnech až týdnech



1 a 2 Keřovitý porost opuncie Dilleniovy (*Opuntia dillenii*, obr. 1) a alternariová skvrnitost plodů (2). Jihozápad Tenerife, Kanárské ostrovy
3 až 6 Astydemie širokolistá (*Astydamia latifolia*) – s uschlým květenstvím (obr. 3), dužnaté listy infikované padlím miříkovitých (*Erysiphe heraclei*, 4), konidiofor a klíčící spora (5), pohlavní plodnice s vřečky (6). Jihozápad ostrova La Palma

po vzniku příznaků (symptomů), které signalizují, že v rostlině dochází k patologickým změnám. Podle nejnovějších studií mohou být některé mikroskopické houby známé jako původci chorob přítomny v pletech, aniž by se příznaky kolonizace objevily, jako endofyty (viz str. 227 tohoto čísla). Teprve při oslabení hostitele dojde k narušení metabolismu rostliny a rozvoji choroby. Mykózy se projevují příznaky, na nichž se podílejí změny metabolismu a pleť hostitele (podrobně např. Živa 2007, 6: 250–253) v kombinaci se strukturami hub (různě modifikovanými hyfami, spory, plodnicemi). Symptomy na listech a stoncích mohou být také důsledkem systémové infekce, kdy houba napadá rostlinu z půdy přes kořenový systém nebo kořenový krček, a prorůstá do nadzemních částí, nejčastěji cévními svazky. Terminologie používaná při popisu mykóz zahrnuje názvy jednak podle typických příznaků choroby (např. antraknóza, dírkovitost, skvrnitosti listů, čerň, spála, hniloba, rakovina, tracheomykóza), a jednak podle původců (padlí, rzi, sněti apod.; Kůdela a kol. 1989).

Během koevoluce se svými hostiteli si mikromycety vytvářejí vazbu, která je silná především u biotrofů, kde určité taxony napadají pouze úzkou skupinu hostitelských druhů či rodů rostlin. Nejnovější molekulární výzkumy zaměřené na makroevoluční vztahy však ukazují na možnost tzv. host-jumps, změny hostitelského okruhu během fylogenetického vývoje, což umožňuje patogenům osídlit nové ekologické niky (Choi a Thines 2015). I úzce specializovaní paraziti tak mohou změnou faktorů virulence (např. v důsledku mutací) získat schopnost napadati nové hostitele, taxonomicky vzdálené těm původním. Znalost hostitelského okruhu daného patogenu a naopak spektrum patogenů schopné napadati určitý druh nebo rod rostlin zůstávají základními údaji, z nichž vychází nejen diagnostika rostlinných mykóz, ale i jejich epidemiologie.

Houby a fytopatogeny

Kanárské ostrovy (podrobněji např. Živa 2002, 1: 16–19; 2005, 2: 70–72; 2008, 1: 12–13 nebo 2016, 3: 132–135) díky své izolaci oplývají flórou s vysokým stupněm endemismu a jedinečnými vavřínovými porosty (Živa 1998, 3: 84–85 a 1996, 2: 60–62). Sílicí turistický ruch a s tím související narušení životního prostředí (sešlap, odvodňování, zakládání požárů, výstavba nových silnic, hotelových komplexů a golfových hřišť, skleníků, ale také introdukce nepůvodních druhů) se nepříznivě odrážejí na stavu rostlin a mohou ovlivňovat šíření některých houbových chorob. Při bližším pohledu se s mykózami rostlin setkáme od xerofytních porostů na pobřeží ostrovů přes zóny teplomilných, vlhkých i borových lesů až do poloh vysokohorských křovin (a na Tenerife navíc ve vrcholových porostech s endemickou violkou chejrolistou – *Viola cheiranthifolia*).

První mykologická práce z oblasti Kanárských ostrovů pochází z r. 1840, kdy Camille Montagne popsal 53 druhů hub na základě sběrů botaniků Philipa Barker-Webba, Sabinu Berthelotové a Jean-Marie Despreauxe. I další tři až čtyři desítky prací



zaznamenávající houby z dané oblasti, které vznikly během následujícího století, byly úzce spojeny s botanickými průzkumy na ostrovech. Intenzivněji se mykobiota Makaronésie, a především Kanárských ostrovů, zabývali až skandinávští vědci Ivar Jørstad a Halvor B. Gjaerum od konce 50. let 20. stol. Mezi nejprostudovanější patří vřeckovýtusné houby (z fytopatogenů zástupci řádu padlí – Erysiphales), ze skupiny stopkovýtusných hub (Basidiomycota) pak rzi (Uredinales) a „choroše“ (zástupci řádů kožovkotvaré – Hymenochaetales, chorošotvaré – Polyporales, pečárkotvaré – Agaricales ad.). Významné jsou příspěvky norského mykologa H. B. Gjaeruma, který publikoval v 70. a 80. letech řadu článků o výskytu a hostitelském okruhu rzi na souostroví. Spolu s dalšími autory před 25 lety uváděli ca 65 taxonů rzi zjištěných na různých lokalitách jednotlivých ostrovů. V souhrnném díle o přírodě Kanárských ostrovů z r. 2004 bylo shrnuto 1 769 v té době

zaznamenaných taxonů hub (Tejera 2004), ale jejich počet je určitě mnohem vyšší. Přesto je tamější mykobiota ve srovnání s dalšími ostrovy Makaronésie poměrně dobře prostudována, uvádí se 743 taxonů hub z Madeiry a Selvagens, 495 z Azorských ostrovů (Melo a Cardoso 2006).

Průzkum na Kanárských ostrovech jsem prováděla v letech 2006–14 s podporou Martina Dančáka z Přírodovědecké fakulty UP v Olomouci při určování hostitelských rostlin.

V seznamech druhů mikroskopických hub vázaných na rostliny najdeme kosmopolitní houby, které byly na ostrovy pravděpodobně introdukovány s nepůvodními rostlinami (nelze vyloučit ani přenos spor větrnými proudy), stejně jako endemity. Obě skupiny se vyskytují na nepůvodních, ale i na endemických rostlinách. V silně obydlených oblastech jsou přítomny druhy běžné v Evropě, jako je rez *Puccinia pelargonii-zonalis* na muškátech, slézovci nebo slézu, kadeřavka *Taphrina deformans* na broskvonicích a mandloních, padlí *Erysiphe trifolii* na jetelu nebo *Blumeria graminis* na travách.

Dalším příkladem kosmopolitního druhu může být padlí míříkovitých (*E. heraclei*, obr. 4–6), které Montagne na ostrovech zaznamenal již v r. 1840. Tento taxon infikuje velmi vzácně i dužnaté listy astydamie širokolisté (*Astydamia latifolia*, obr. 3), jimiž se rostlina přizpůsobila extrémním stanovištním podmínkám, nedostatku srážek a zasolení. Tento hostitelský druh se sice vyskytuje hojně na všech Kanárských ostrovech, rovněž v Maroku na pobřežních skalách a písčínách, ale většinou v dosahu stříkající mořské vody, která by mohla být limitujícím faktorem patogeneze padlí. Vliv podmínek vnějšího prostředí (teploty, vlhkosti, světla, proudění vzduchu) na vývoj padlí byl sice během posledních 80 let podrobně zkoumán (Lebeda a kol. 2016), ale přímý účinek zvýšené salinity (a tím osmolarity) autoři pomýjeli. Současné výsledky studia mechanismů rezistence vůči biotickému a abiotickému stresu pouze ukázaly, že aplikace vysokých koncentrací NaCl a nahromadění iontů Na⁺ a Cl⁻ v listech hospodářských plodin vede ke snížení stupně napadení padlím (např. Kissoudis a kol. 2016).

Ze skupiny padlí stojí za zmínku ještě infekce endemických druhů z rodu hadinec (*Echium*) na ostrově La Gomera. U hadince ostatnoplodého (*E. acanthocarpum*), vyskytujícího se jen na tomto ostrově, a h. Bonnetova (*E. bonnetii*), který najdeme i na třech dalších ostrovech, byl zaznamenán lokálně silný výskyt *Golovinomyces cynoglossi* (obr. 7 a 8), občas také napadeného hyperparazitem – vřeckovýtusnou houbou *Ampelomyces quisqualis*. U původem střeozemního hadince jitrocelovitého (*E. plantagineum*), hojně rostoucího na zaplavených polích La Gomery, bylo zaznamenáno blíže neurčené padlí ze sekce *Pseudodidium* (obr. 9). Tentýž druh se nacházel i na h. jednoduchém (*E. simplex*), endemickým na Tenerife a pro nápadné květenství hojně pěstovaném v botanických zahradách na Gran Canaria a v Barceloně.

Charakteristickými rostlinami suchého sukulentního buše na všech Kanárských ostrovech jsou endemické keřovité pryšce

7 a 8 Infekce padlím druhu *Golovino-mycetes cynoglossi* na endemitu ostrova La Gomera (zde v národním parku Garaionay) hadinci ostnatoplodém (*Echium acanthocarpum*). Typická plodenství (obr. 7), detail mycelia na listech (8)

9 Povlak mycelia padlí ze sekce *Pseudooidium* na hadinci jitrocelovitým (*E. plantagineum*)

10 Vlevo nahoře pryšec tupolistý (*Euphorbia obtusifolia*) se sporujícími myceliemi a plodnicemi padlí *Podosphaera euphorbiae*, vpravo na listu pryšce balzamedárného (*E. balsamifera*) odlišné příznaky napadení padlím *Leveillula taurica* (roste převážně uvnitř pletiv), dole konidiofory a protáhlé konidie *L. taurica*. San Sebastián, La Gomera

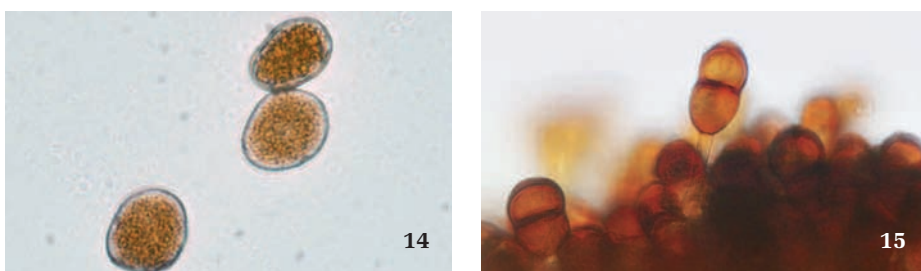
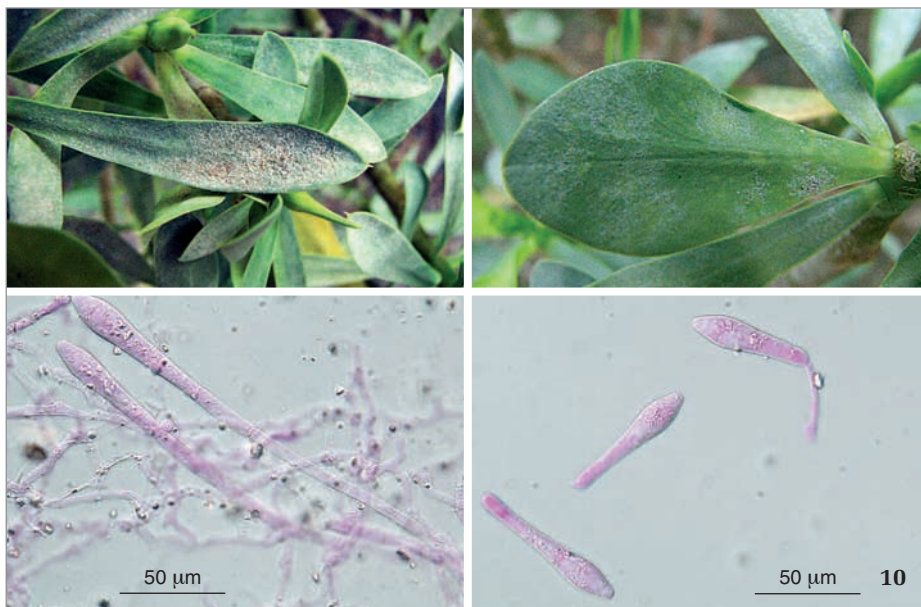
11 Asfodel drobnoplodý (*Asphodelus aestivus*), uprostřed listy napadené rží *Puccinia asphodeli*, vpravo skvrnitost květních stvolů s černými zanořenými plodnicemi – pyknidami *Gloeosporium asphodeli*. Tenerife

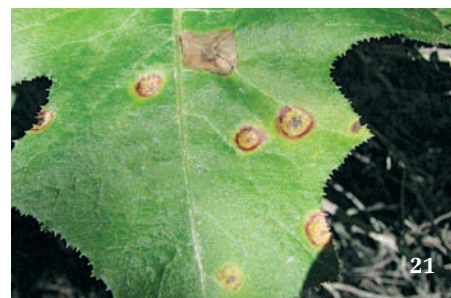
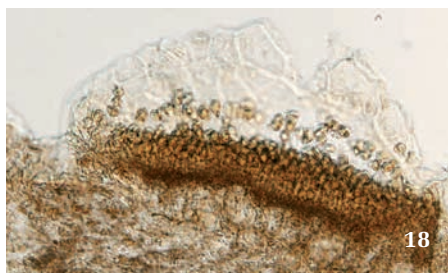
12 až 15 Asfodel tenkolistý (*A. tenuifolius*, obr. 12) s ložisky spor rzi *Uromyces salsolae* – oranžové jarní (aecia) a hnědé zimní (telia), detail aeciospor (14) a teliospor (15). Jandía, Fuerteventura

(*Euphorbia*). Na většině ostrovů byly sledované porosty bez napadení, silnější opakovaný výskyt máme zaznamenán na La Gomeře, kde u pryšce tupolistého (*E. obtusifolia*) bylo zjištěno padlí *Podosphaera euphorbiae*, u pryšce balzamedárného (*E. balsamifera*) navíc ještě padlí *Leveillula taurica* (obr. 10). Endemické pryšce mají vzácněji na listech uredia a telia – letní a zimní ložiska výtrusů – rzi *Melampsora euphorbiae*, např. u *E. berthelotii* na Gran Canaria či pryšce tupolistého na Tenerife.

Zatímco u řady fytopatogenů lze hovořit o velmi omezeném lokálním výskytu, některé rzi silně napadají populace hostitelských rostlin. Příkladem je *Miyagia pseudosphaeria* na zástupcích rodu mléč (*Sonchus*, obr. 20 a 21), kteří jako jedny z prvních rostlin kolonizují plochy odkryté ohněm v oblasti borových a vřesovcových křovinatých lesů, např. po rozsáhlých požárech v r. 2009 na severozápadě Tenerife. Oranžová, několik milimetrů velká aecia (pohárkovité plodnice) jsou na jaře nápadná na listových růžicích mléče bezlodyžného (*S. acaulis*) a kosmopolitního m. zelinného (*S. oleraceus*). Méně často lze tuto rez pozorovat na listech m. stromkového (*S. congestus*) na stinných místech vavřínového lesa či okrajích teras, nebo m. kanárského (*S. canariensis*) v horním sukulentním buši. Poměrně často se rzivost vyskytuje i na další hvězdicovité (*Asteraceae*), kleinii oleandrolisté (*Kleinia neriifolia*, obr. 16), endemitu Kanárských ostrovů. U této rostliny sukulentního buše se zajímavou růstovou formou označovanou „chocholatý keř“ můžeme na mírně zdužnatělých listech zaznamenat rez *Coleosporium tussilaginis* (obr. 17 a 18), při silném napadení způsobující usychání až opad listů. Hostitelem stejného druhu rzi jsou i zástupci rodů starček (*Senecio*) či *Pericallis*, časté infekce postihují *P. papyracea*, *P. steetzii* a *P. webbii*.

Asfodel drobnoplodý (*Asphodelus aestivus*, syn. *A. microcarpus*) rostoucí v oblasti travnatých niv nebo borových lesů podél





16 až 19 Kleinie oleandrolistá (*Kleinia neriifolia*, obr. 16) – silné napadení listů rzi *Coleosporium tussilaginis* (17) a detail uredia (letní ložisko výtrusů, 18). Bílé vatovité mycelium zástupce rodu *Verticillium* na žebrech uvnitř uschlé větve kleinie (19). Jihozápad Tenerife **20 a 21** Mléč bezlodyžný (*Sonchus acaulis*, obr. 20), detail listu – pohlavní plodnice rzi *Miyagia pseudosphaeria* a antokyanový lem v okolním pletivu (21). Severozápad Tenerife

22 Svazek kyjovitých až parohovitých plodnic *Laurobasidium lauri* na kmeni vavřínu azorského (*Laurus azorica*). Gran Canaria. Snímky M. Sedlářové

turistických chodníků často napadá rez *Puccinia asphodeli* (obr. 11). V menší míře jsou rostliny asfodelu drobnoplodého a příbuzného a. tenkolistého (*A. tenuifolius*, obr. 12–15) na souostroví postiženy skvrnitostí květních stvolů, při které se objevují hnědé léze později s černými drobnými tečkami pyknid, jejímž původcem je vrčkovýtrusná houba *Gloeosporium asphodeli*; předpokládá se, že jde pravděpodobně o nepohlavní stadium druhu *Xenodidymella asphodeli* (Chen a kol. 2015).

Nejnápadnější parazitickou houbu vavřínového lesa představuje bezesporu stopkovýtusná *Laurobasidium lauri*. Zpočátku hnědobéžové kožovité, několik centimetrů dlouhé kyjovité až parohovité plodnice vyrůstající ve svazcích na kmeni výhradně vavřínu azorského (*Laurus azorica*, obr. 22) postupně s věkem tmavnou a vysychají. Dlouhodobější napadení stromu provází deformace pletiv a ztmavnutí kůry, takže i po odpadnutí starých plodnic je patrné, odkud vyrůstaly. Tato nápadná houba, poprvé popsána Hermannem Theodorem Geylerem v r. 1874 jako *Exobasidium lauri*, je příbuzná z naší přírody známé plísece brusinkové (*E. vaccinii*), ale v r. 1982 byla Walterem Jülichem přeargována a zůstává dosud jediným zástupcem rodu *Laurobasidium*. Při procházce bohatou vegetací lesů syčených srážkami z pasátů naopak zůstávají utajeny všudypřítomné mikromycety způsobující listové skvrnitosti dominantních dřevin a lián. Příkladem může být nápadnější druh vrčkovýtusné houby

Boeremia hedericola (syn. *Phoma hedericola*) v podobě zasychajících koncentrických skvrn s černými tečkami pyknid na listech břečťanu kanárského (*Hedera canariensis*) a b. popínavého (*H. helix*). Tento druh houby je častý i na břečťanech v Evropě a na jiných kontinentech. Naopak několika-metrová plazivá či popínavá kanarína kanárská (*Canarina canariensis*), nápadná od října do dubna svými až 6 cm dlouhými zvonkovitými oranžově červenými květy (které opyluje budníček kanárský – *Phylloscopus canariensis*), mykózami netrpí. Během četných návštěv ostrovů jsem zaznamenala pouze virovou mozaiku listů této endemické rostliny.

Vývoj přírody a patogeny

V souvislosti s Kanárskými ostrovy je nutné zmínit rostoucí snahy o ochranu přírody, poškozované turistickým průmyslem a intenzivním zemědělstvím, hlavně na západních ostrovech. Inventarizační průzkumy, ekologická osvěta a záchranné programy byly v posledních letech podpořeny programy Evropské unie. Aridizace pobřežních oblastí během desetiletí vedla k opuštění bývalých extenzivně hospodářsky využívaných ploch s levadami, tradičními zavlažovacími kanály táhnoucími se z hor, a přesunu produkce rostlin do fóliovníků. Na severu La Palmy jsou mimo dosah turistů, ale např. na jihu Tenerife pěstírny rajčat, banánů, paprik nebo brambor často sousedí s hotelovými komplexy v dřívě divokých ústích barrancos (španělský název pro hluboce zařízlé údolí). Degradace půdy po skončení intenzivního hospodaření může být provázána i zvýšeným výskytem půdních patogenů, které se v monokulturách namnoží a poté přežívají v půdě ve formě spor nebo mycelia delší dobu a infikují místní rostliny. Tracheomykózy (onemocnění vodivého systému rostlin),



vedoucí k vadnutí, defoliaci a nekrotizaci pletiv, způsobují např. zástupci vrčkovýtusných hub rodů *Fusarium* a *Verticillium* (obr. 19). Velkou hrozbou do budoucna může být fusariové vadnutí datlovníku kanárského (*Phoenix canariensis*), poprvé popsané v r. 1970 v Kalifornii, jehož původcem je *F. oxysporum* f. sp. *canariensis*. Choroba se v posledních letech šíří v USA a Evropě, kde je datlovník pěstován (Elliot 2006). Dodržováním přísných fytosanitárních předpisů snad bude možné zabránit napadení porostů této endemické palmy, dodnes na ostrově La Gomera využívané k získávání hořkosladkého „miel de palma“, součásti tradičních dezertů.

Jak podotýkal H. B. Gjaerum i mnozí jeho následovníci – naše poznání mykobioty dané oblasti není konečné. Díky nenápadnosti mikromycetů, šíření patogenů a jejich koevoluci s hostitelskými rostlinami budou Kanárské ostrovy vždy výzvou.

Doporučená literatura na webu Živý.