

uvítali, kdyby mohli přenos atraktivního znaku sledovat za pomoci vysoce specifického DNA markeru. A vědce také zajímá podstata znaku – tedy gen, který ho podmiňuje – aby poodhalili mechanismus, jakým třeba uvedená rezistence probíhá. Dostupnost širšího spektra genů by mohly vyřešit projekty zaměřené na zjednodušené sekvenování desítek až stovek elitních i krajových odrůd a dokonce příbuzných druhů, jež se právě rozbíhají v návaznosti na ukončené genomové projekty obilovin. Na jejich výsledky si ale ještě nějakou chvíli počkáme. Navíc hledání genu pro jeden znak v obrovském genomu pšenice je horší než příslovečné hledání jehly v kupce sena. Proto výzkumníci nezahálají a snaží se najít vlastní cesty, jak se co nejrychleji dostat ke „svým“ genům. A využívají samozřejmě i sekvenování.

Vědci ze Švýcarska a Anglie s vydatným přispěním svých kolegů z Olomouce přišli v r. 2016 s novým způsobem, jak obejít tradiční, ale dosti pracnou metodu pozičního klonování a rychlým a efektivním postupem najít pro ně zajímavý gen ve zvoleném kultivaru (Sánchez-Martín a kol. 2016). Pro metodu vymysleli zkratku MutChromSeq, protože kombinuje přístupy mutační genetiky a sekvenování tříděných chromozomů, na které se specializují právě v Centru strukturní a funkční genomiky rostlin Ústavu experimentální botaniky AV ČR, v. v. i., v Olomouci. Při tomto přístupu, který byl demonstrován jak na pšenici, tak na ječmeni, vědci nejprve provedli chemickou mutagenézi (viz Živa 2017, 2: XLIV–XLVI) u linie nesoucí zkoumaný znak a vybrali



3 Pšenice ve skleníku Ústavu experimentální botaniky AV ČR v Olomouci. Kvalitní umělé osvětlení umožňuje získat až dvě sklizně ročně. Foto P. Cápál

mutantní jedince, u nichž se znak ztratil. Současně jednoduchým genetickým mapováním určili přibližnou polohu lokusu podmiňujícího znaku na některém z chromozomů. Tento typ chromozomu byl za pomoci průtokové cytometrie vytríděn jak z původní linie, tak ze všech vybraných mutantů. DNA chromozomů byla enzymaticky namnožena, sekvenována a byly sestaveny

hrubé sekvence zvoleného chromozomu pro všechny zkoumané jedince. Porovnáním chromozomových sekvencí mutantů s rodičovskou linií byl identifikován gen, který u všech mutantů nesl nějakou změnu vůči linii se standardním fenotypem. Tak se podařilo v obou případech nalézt ve velmi krátké době gen podmiňující vybraný znak.

### Příspěvek z Olomouce

Využití tříděných chromozomů pro izolaci agronomicky významných genů není jediným příspěvkem ke genomice obilovin ze strany olomouckých vědců pod vedením prof. Jaroslava Doležela. Právě tato skupina stála za chromozomovou strategií, která se uplatnila nejen při sekvenování genomu pšenice (obr. 3), ale také již dříve při vytváření hrubé genomové sekvence ječmene (Mayer a kol. 2011) nebo žita (Martis a kol. 2013). Vědci z Centra strukturní a funkční genomiky rostlin jsou aktivními členy všech tří konsorcií, kde se kromě třídění chromozomů, konstrukce chromozomových BAC knihoven a sekvenování dvou chromozomových ramen pšenice specializují na přípravu optických map. V současné době se do centra jejich pozornosti dostávají kromě obilovin také plání příbuzní z rodu žitník (*Agropyron*), mnohoštět (*Aegilops*) nebo kosmáč (*Dasypyrum*), kteří jsou příslibem pro obohacení genofondu pšenice i ječmene.

*Tato práce byla podpořena grantem Národního programu udržitelnosti č. LO 1204.*

Použitá literatura uvedena na webu Živy.

Jan Korba

## Suché tropické lesy Ekvádoru – klenot mizející před očima

**Suchým tropickým lesům (anglicky seasonally dry tropical forests) se ve vědeckém i mediálním prostoru dostává mnohem méně pozornosti než tropickým deštným lesům. Nejsou sice tak biologicky bohaté, nicméně ve světovém měřítku je jejich stav mnohem více alarmující a dnes patří dokonce k ohroženějším biotům než tropické deštné lesy. Právě do oblastí suchých lesů totiž lidé v tropech nejvíce rozšířili svou zemědělskou a jinou činnost.**

### Suché lesy v Jižní Americe

Jeden z důvodů, proč máme o těchto lesích doposud málo informací, je jejich velká strukturní diverzita – zahrnují výrazně odlišné ekosystémy od keřovitých porostů až po téměř zapojené opadavé lesy. Tato rozmanitost často vedla k záměně s jinými suchými biomy Jižní Ameriky, jako třeba se savanami (převážně brazilské Cerrado) nebo s vegetací Chaco. Cerrado se liší větší dominancí trav, chudšími půdami a častý-

mi požáry; vegetaci Chaco zase postihují pravidelné mrazy, navíc se již nachází v subtropickém pásu. Suché tropické lesy se vyznačují nízkými ročními úhrny srážek (méně než 1 500 mm/rok) s jasně ohraničenou sezonou sucha (do 100 mm) po dobu alespoň pěti měsíců, během níž velká část druhů dřevin shazuje listy. Takto ekologicky vymezený biot najdeme v Jižní Americe roztroušený do 18 geograficky oddělených fragmentů (Pennigton

a kol. 2000). Mezi nejrozsáhlejší z nich patří Caatinga (severovýchodní Brazílie), atlantský les horního toku Paraná (Paraguay, jižní Brazílie), suché lesy regionu Chiquitanos v Bolívii nebo suché lesy karibské oblasti Kolumbie a Venezuely. Jedním z nejmenších, avšak možná také nejohroženějších a floristicky nejzajímavějších regionů jsou suché tichomořské lesy severního Peru a západního Ekvádoru.

### Suché lesy v Ekvádoru

Ekvádor se řadí mezi 10 zemí s největším počtem známých živočišných a rostlinných druhů na Zemi (např. Živa 2005, 5: 237–240). Na jeho území najdeme tři horká místa světové biodiverzity – západní Amazonii, jejíž součástí je např. národní park Yasuní, tropické Andy s velkou biodiverzitou cévnatých rostlin (např. NP Podocarpus, NP Sangay) a v neposlední řadě oblast Tumbes-Chocó-Magdalena, jež se v Ekvádoru rozkládá na pobřeží Tichého oceánu a zahrnuje deštné lesy Chocó na severu a právě tropické suché lesy na jihu. Světový fond na ochranu přírody (WWF, World Wide Fund for Nature) tento ekoregion nazývá Suché lesy západního Ekvádoru (provincie Guyas a Manabí) a odlišuje je od ekoregionu Tumbesských suchých lesů na úplném jihu země (provincie El Oro a Loja), které pak dále pokračují do severního Peru až po region Lambayaque a jsou mírně floristicky odlišné. Pro zjednodušení však v tomto článku budeme brát suché lesy Ekvádoru jako jeden ekoregion.



1 a 2 Krajina suchého tropického lesa v období dešťů (obr. 1) a sucha (2)  
3 Kvetoucí guayacán *Handroanthus chrysanthus* (trubačovité – *Bignoniaceae*)

### Složité klasifikace, klima i rozšíření

Klasifikace suchých lesů Ekvádoru odráží složitost klasifikace tropických ekosystémů takto druhově rozmanitých zemí. Historicky nejslavnější ekvádorský botanik Misael Acosta Solís ve svém díle z r. 1950 vydal první klasifikaci ekosystémů Ekvádoru, následovan dalšími autory (Harling 1979, Cañadas 1983). Poslední a nejucelenější dílo publikovali Rodrigo Sierra se spolupracovníky (1999), identifikovali v něm 72 odlišných vegetačních formací (nejen lesů, např. ekosystém párama je bezlesý). Suché lesy zařadili do 7 odlišných kategorií podle struktury, lokalizace nebo nadmořské výšky od krovitého matoralu až po zapojený poloopadavý les ve výškách kolem 900 m n. m.

I přes tak odlišnou strukturu mají tyto lesy společné klimatické rysy, jak bylo zmíněno na začátku článku. Jsou podmíněny mořskými proudy (Humboldtův studený proud od jihu a Panamský teplý proud ze severu), a pak především roční oscilací tropické konvergentní zóny. Rok je tak rozdělen na období dešťů trvajících v tichomořské západní části od prosince do května a období sucha po zbytek roku. V období dešťů

srážky přicházejí v podobě bouřek s maximem v březnu (240 mm) a teploty jsou celkově vyšší, 25–28 °C. Během sucha zůstávají teploty nižší (22–24 °C) a obloha stále zakrývá šedá nízká oblačnost, která většinou v ranních hodinách produkuje velice slabý a jemný déšť (garúa). Díky této nízké oblačnosti jsou v bezprostřední blízkosti pobřeží (do několika desítek km) časté lokální vegetační anomálie dané topografií. V tomto případě vrcholky pobřežních hor zachycují horizontální srážky z nízké oblačnosti, klima je celkově vlhčí a vyvinul se zde speciální typ stálezelených mlžných lesů s velkým počtem epifytních druhů v relativně nízké nadmořské výšce (500 m). Snadno tak lze na některých místech přejít v gradientu pouhých několika desítek výškových metrů z prostředí suchého lesa do prostředí mlžného stálezeleného lesa.

Rozšíření suchých lesů tedy věrně kopíruje oblasti s takto sezonním klimatem. Suché lesy se na pobřeží Ekvádoru objevují už nad rovníkem v provincii Esmeraldas, kde rostou v podobě úzkého pobřežního pásu a nezasahují do vnitrozemí dále než několik kilometrů. Historicky největší rozlohu měly suché lesy v provincii Manabí, kde jsou dnes bohužel značně zredukovány zemědělskou činností člověka (obr. 4). Na poloostrově Santa Elena v nejzápadnějším cípu Ekvádoru přecházejí do zakrslější for-

my matoralu s četnými porosty sukulentů čeledi kaktusovitých (*Cactaceae*) díky silnému vlivu studeného Humboldtova proudu. Rozšíření pokračuje podél pobřeží kolem největšího města Guayaquilu u delty největší jihoamerické řeky ústící do Tichého oceánu – Guayas. Zde se suché lesy místy mění v zaplavované savany nebo přecházejí v mangrovové porosty. Dále na jihu v provinciích El Oro a Loja najdeme dnes nejrozsáhlejší porosty relativně zachovalých suchých lesů na území Ekvádoru.

### Zajímavé druhy stromů a jejich využití

Při jízdě krajinou běžného návštěvníka suché zakrslé křoviny a nízké opadané dřeviny většinou nijak nenadchnou. Co však oku i nevěšmavého neunikne, je vlakový strom suchého tropického lesa a zároveň endemitém regionu – druh vlnovce z čeledi *Bombacaceae* – *Ceiba trischistandra* (viz obr. na 4. str. obálky). Vlnovce jsou nápadné výškou, jež dosahuje 20–30 m, a často mnohokrát převyšují okolní vegetaci. Především ale vynikají barvou a tvarem. Zeleň fotosyntetizující borka dovoluje asimilovat i v období sucha a v šedi okolních porostů je nepřehlédnutelná. Časté kořenové náběhy (deskové kořeny), lahvovitý tvar kmene a košatá koruna dodává vlnovcům skutečně monumentální vzhled. Není divu, že byly v minulosti uctívány původními kulturami. Tento druh vlnovce kvete v červnu a plodí od srpna do října. Semena jsou ukryta v hedvábné „vatě“, která v minulosti sloužila k plnění polštářů, dek a matrací. Dnes se tento produkt již nevyužívá, a tak se můžeme ptát, proč často jediné vlnovce přežívají v jinak zničené krajině? Důvod je nejspíše estetický a přispívá také, že dřevo vlnovce má velice špatné vlastnosti. V suchých lesích můžeme narazit i na další druhy rodu – např. *C. insignis*, menšího vzrůstu a šedé borky. V rámci čeledi *Bombacaceae* roste v suchých lesích ještě jeden velikán – pijio neboli pretino (místní jména uvádím ve španělštině) – *Cavanillesia platanifolia* (obr. 6). Tento strom dává přednost půdám na vápnitém podkladu a na úživných stanovištích dorůstá až 40 m. Jeho dřevo má také špatnou kvalitu, ale pro svou mohutnost byly dřívě kmeny vydlabávány a sloužily jako kánoe.

Pokud dnes vlnovce přežívají jen kvůli špatné kvalitě svého dřeva, rozhodně totéž neplatí pro jiný, dřívě hojný druh suchých





lesů – guayacán z čeledi trubačovitých (*Bignoniaceae*) – *Handroanthus chrysanthus* (syn. *Tabebuia chrysantha*, obr. 3). Tento strom s výbornou kvalitou dřeva, jež se stále používá na nábytek či stavbu lodí, je dnes v Ekvádoru na pokraji vyhynutí. Kvete velkými žlutými květy na počátku období dešťů a v místech, kde se jeho populace doposud zachovala, každým rokem vzniká přírodní divadlo národního významu. V komunitě Mangahurco na jihu Ekvádoru se slaví festival kvetení guayacánu, na který se sjedou lidé a turisté z celé země. Jelikož však květy vydrží v plném rozkvětu pouze několik dní a vykvétají bezprostředně po prvních silných deštích, je velice těžké tuto událost předpovědět.

Mezi další druhy, které jsou dnes ohroženy nadměrnou těžbou kvalitního dřeva, patří např. kordie *Cordia alliodora* (brutnákovité – *Boraginaceae*; J. S. Presl v 19. stol. rod pojmenoval česky obduž, jež je vůbec nejvyužívanějším druhem na dřevní zpracování, dále ébano – cicimek *Ziziphus thrysiflora* (řešetlákovité – *Rhamnaceae*), druh místními nazývaný Fernán Sánchez – *Triplaris cumingiana* (rdesnovité – *Polygonaceae*) či guazumo *Guazuma ulmifolia* (lejnicovité – *Sterculiaceae*).

Nedřevní produkty jsou lidmi žijícími v okolí lesů odpradávná využívány a dnes postupně získávají uplatnění i na trhu. Nejtypičtější příklad z ekvádorského suchého lesa představuje posvátný strom Palo Santo – březule *Bursera graveolens* (obr. 5), obsahující silné éterické látky (terpeny). Dříve se mrtvé dřevo sbíralo a páliło za účelem vyhánění zlých duchů a energií. Dnes Palo Santo zakoupíme v podobě vonných tyčinek, mýdel nebo různých éterických olejů a v některých oblastech tvoří značný podíl na ekonomice místních komunit. Dodnes zásadně sbírají mrtvé dřevo. V medicíně a parfumerii se zase uplatnil jiný druh – bálsamo neboli vonodřev balzámový (*Myroxylon balsamum*). Strom barbasco (*Jacquinia sprucei*) z čeledi *Theophrastaceae* také přispívá v některých oblastech lokální ekonomice. Plody tohoto maximálně 10 m vysokého stromu se sbírají a prodávají do farem na chov krevet, kde slouží k dezinfekci sádek. Typickým druhem suchého lesa, jenž našel jiné než dřevní uplatnění, je algarrobo – naditec *Prosopis pallida* z čeledi bobovitých (*Fabaceae*), svým habitem připomíná běžné akácie. Adaptace na suché podmínky ho

- 4 Venkovská krajina v provincii Manabí se zbytky suchých lesů
- 5 Typický pokřivený vzrůst stromu Palo Santo – březule *Bursera graveolens*. Strom snadno poznáme již na vzdálenost několika desítek metrů podle jeho intenzivní charakteristické vůně.
- 6 Strom pijio (pretino) – *Cavanillesia platanifolia* z čeledi *Bombacaceae* dnes z pobřeží Ekvádoru téměř vymizel.
- 7 Červeně kvetoucí stromovitá *Eriotheca ruizii* (*Bombacaceae*)
- 8 Vřeštan pláštíkovaný (*Alouatta palliata*) zůstal nejhojnějším primátem suchých lesů Ekvádoru. Přesto jsou jeho populace ohroženy značnou fragmentací stanovišť.
- 9 Malpa běločelá (*Cebus albifrons aequatorialis*) patří k ohroženým primátům ekvádorského pobřeží.
- 10 Samice s mládětem mravenčníka mexického (*Tamandua mexicana*)
- 11 Mezi charakteristickými zástupci neotropických ptáků v suchých lesích najdeme např. druhy (zleva): momot černolící (dříve pilan černolící, *Momotus momota*), tyranovec rubínový (*Pyrocephalus rubinus*) a trogon *Trogon chionurus* z tropického řádu Trogoniformes typického zvláštní stavbou nohy. Snímky J. Korby

vybavila kořeny sahajícími do hloubky až několik desítek metrů, kterými čerpá podzemní vodu. Plodí žluté nasládlé lusky a místní lidé z nich vyrábějí sladkou pochutinu – algarrobina. Med z algarroba rovněž patří k velmi žádaným produktům.

#### Fauna suchých lesů

Živočiškové obývající ekvádorské suché lesy musejí dnes čelit značnému nebez-



lis, obr. 9). Z řádu chudozubí (Xenarthra) stojí za zmínku lenochod střeodoamerický (*Choloepus hoffmanni*), l. hnědokrký (*Bradypus variegatus*) nebo mravenčák mexický (*Tamandua mexicana*, viz obr. 10). Z hlediska ptačí říše – celosvětové sdružení národních organizací na ochranu ptáků a přírody BirdLife International identifikovalo 50 přísně chráněných endemických ptáků v tzv. Tumbesském centru endemismu. Za všechny jmenujme alespoň papouška na pokraji vyhynutí – aru zeleného ekvádorského (*Ara ambigua guayaquilensis*), symbol ekvádorského největšího města Guayaquilu. Ostatní skupiny živočichů byly zatím málo studovány, je však jisté, že např. z hmyzí říše se dočkáme řady zajímavých nálezů.

#### Historie odlesňování a současný stav

Někteří autoři označují dnešní suché tichomořské lesy za nejohroženější ekosystém v Ekvádoru. Údaje hovoří o redukci na 5 % původní rozlohy (Best a Kessler 1995). Jejich úrodné půdy a stromy s kvalitními vlastnostmi dřeva je předurčily ke značnému využití. První indiánské kmeny se usídlily na ekvádorském pobřeží před více než 6 000 lety. Živily se především rybařením, lovem lesní zvěře a samozásobitelským zemědělstvím – strukturu tehdejších rozsáhlých porostů suchých lesů ovlivňovaly jen málo. Během španělské kolonizace lesy znamenaly hlavně „nekonečný“ zdroj dřeva pro výstavbu koloniálních měst (Guayaquil, Jipijapa, Zaruma), dřevo bylo odtud vyváženo i do jiných oblastí Ameriky, především do peruánské Limy. Koloniální města navíc často postihovaly požáry, které nezfídka zničily celé čtvrti. V 17. stol. byla v Guayaquilu založena loděnice a lodní průmysl konzumoval další kubíky dřeva. Během 19. stol. v Ekvádoru vypukl kakaoový boom, následován boomem banánovým v polovině 20. stol. Objev ropy ve východních provinciích Amazonie nastartoval ekvádorskou ekonomiku a inicioval rozsáhlou výstavbu silnic, které usnadnily kolonizaci dosud neosídlených míst. V 60. letech byly navíc zavedeny kolonizační programy, které motivovaly migranty hledající novou půdu osídlit „neproduktivní“ lesy a jejich vykácením deklarovat využití. Nové zemědělské technologie pak definitivně zpečetily osud úrodných nížin pobřežní oblasti (hlavně pak vlhčího severního ekoregionu Chocó), z níž se stalo momentálně zemědělské centrum plantážnický pěstovaných plodin orientované hlavně na export. Pěstu-

jí se zejména banány, cukrová třtina, rýže, kakao nebo palma olejná (*Elaeis guineensis*); většina center těchto plodin se nachází na přechodu mezi suchým a vlhkým lesem Chocó. V oblasti pahorkatin, kam se plantážnické zemědělství nikdy nedostalo, se dnes rozšiřují pastviny pro dobytek.

#### Ochrana a naděje do budoucna

V současné době můžeme nejzachovalejší fragmenty suchých lesů nalézt výhradně v chráněných územích. Jediný národní park, Machalilla, zahrnuje zhruba 50 tisíc hektarů posledních suchých a mlžných pobřežních lesů v provincii Manabí. Další kategorie chráněných území – ekologická rezervace, umožňující částečné využívání přírodních produktů, zahrnuje kromě suchých lesů v rezervaci Arenillas blízko hranice s Peru a Manglares Churute především nejrozsáhlejší mangroviny na západním tichomořském pobřeží Jižní Ameriky. Velkým úspěchem byl vznik biosférické rezervace Bosque Seco (Suchý les) v r. 2014 na jihu Ekvádoru při hranicích s Peru, která zároveň navazuje na biosférickou rezervaci Noreste a národní park Cerros de Amotape v Peru. Společně tak chrání největší dosud zachovalý souvislý fragment zmíněného ekosystému vůbec. Jádrou zónu této biosférické rezervace tvoří několik tzv. soukromých rezervací, na jejichž vzniku a managementu se podílejí některé nezávislé organizace, např. Nature and Culture International nebo Jatun Sacha Foundation. Některé další soukromé rezervace, jako třeba Bosque Protector Cerro Blanco, chrání suché lesy v bezprostřední blízkosti Guayaquilu a zároveň se nejvíce podílejí na ochranných činnostech. Odhaduje se, že soukromé rezervace chrání navíc přibližně 10 tisíc hektarů suchých lesů a významně tak přispívají k ochraně tohoto jedinečného ekosystému. Vedle státních nebo soukromě chráněných území funguje v Ekvádoru od r. 2008 vládní program SocioBosque, který díky finančním mechanismům motivuje jednotlivé farmáře nebo celé komunity k ochraně lesů, jež mají ve vlastnictví. Za to je jim ročně vyplácena částka podle počtu hektarů lesa zapsaných do programu. I přes četnou kritiku programu je jisté, že v dnešní době přispívá velkou měrou k zachování lesních porostů mimo chráněná území, a to i suchých lesů.

Citovaná literatura uvedena na webových stránkách Živý.