

neboli alelách (k analýze můžeme použít jakýkoli znak, my se zde ale zaměříme pouze na znaky genetické). Např. v genu pro enzym manózofosfát izomerázu (*Mpi*) se u myši západoevropské vyskytuje pouze alela *Mpi*¹⁰⁰, zatímco pro myš domácí je typická pouze alela *Mpi*¹²⁰. Takové alely označujeme jako diagnostické. Výskyt těchto znaků z jednoho konce transektu na druhý má zpravidla typický průběh, např. budeme-li sledovat výskyt alely *Mpi*¹²⁰ v jednotlivých populacích myši od východního Bavorska až po střední Čechy, bude se její relativní četnost postupně zvyšovat z nuly až na 100 %. Jestliže si relativní četnosti uvedené alely vyneseme do grafu, kde na ose x je pozice jednotlivých populací podél transektu, vidíme, že tento růst není lineární, ale více či méně esovitě zakřivený neboli sigmoidní (obr. B).

Protože naše lokality neleží přesně na přímce, velikost jednotlivých vzorků je omezená a navíc do hry vstupují další vlivy jako náhodné genetické procesy, pasivní transport myši člověkem apod., jsou body v grafu poměrně rozptýlené. Proto, abychom mohli lépe sledovat charakter přechodu studované alely přes zónu, proložíme těmito body křivku — klinu (obr. B), která na základě určitého teoretického modelu co nejlépe vystihuje získaná data, podobně jako u obyčejné regrese. Výběr modelu samozřejmě není zcela subjektivní, ale měl by být založen na příslušném testu.

Ve skutečnosti jsou podobné výzkumy zpravidla složitější. Na obr. C vidíme výsledky jedné z takových studií. V tomto případě bylo analyzováno 6 genů u více než 2 000 myší odchycených na všech lokalitách zobrazených na obr. A. Průměrné relativní četnosti alel na těchto 6 genech nám poslouží jako jednoduchý hybridní index, vyjadřující míru zastoupení variant typic-

kých pro jeden z myších druhů (v tomto případě myši domácí). Velikost „bublín“ je úměrná počtu zkoumaných jedinců na každé lokalitě. Zkoumané body znázorňují teoretické hodnoty hybridního indexu odvozené z použitého modelu. Ten se v tomto případě skládá ze tří matematických funkcí, a proto má křivka charakteristický schodovitý tvar. Z parametrů této klíny i z některých dalších parametrů lze dále odvodit klíčové evoluční ukazatele, např. sílu reprodukční bariéry, míru selekce proti hybridním jedincům a reprodukční zdatnost (fitness) hybridů.

Jak je popsáno v předchozím textu, jestliže tento přístup použijeme na dostatečně velké množství molekulárních znaků rozmístěných víceméně pravidelně podél všech chromozomů, můžeme nakonec lokalizovat oblasti genomu (v ideálním případě i konkrétní geny) odpovědné za vznik reprodukční bariéry. I přes bouřlivý vývoj molekulárně-genetických metod vedoucí ke stále větší automatizaci a tím i snižování nákladů není tento postup finančně ani technicky snadný, jeho teoretický základ je však až překvapivě přímočarý. Ale jak už to v životě chodí, nic není tak jednoznačné, jak to na první pohled vypadá, o čemž svědčí i námi získaná data.

Jestliže se znovu podíváme na obr. A, neunikne nám, že náš jednoduchý lineární transekt není kolmý ke směru hybridní zóny, jak by měl teoreticky být. Není obtížné prokázat, že chybně vedený transekt může vést k nežádoucímu zkreslení výsledků, což lze ilustrovat i na obr. A: podíváme-li se blíže na tři lokality označené čísly 1 až 3, vidíme, že jejich pořadí podél světla zelené linie je 1 → 2 → 3. Pokud bychom však tyto lokality správně seřadili podle tmavě zeleného transektu kolmého na skutečný směr zóny vyznačené přerušova-

nou fialovou čarou, pořadí by se změnilo na 2 → 1 → 3. Protože zřídka budeme průběh hybridní zóny předem znát, je nutné provádět sběr materiálu na větší ploše, nikoli podél lineárního transektu. Navíc zóna nemusí tvořit přímku, ale může se více či méně klikatit v závislosti na geografických či jiných podmínkách.

Ale vraťme se zpět k myším. Je sice pravda, že myši hybridní zóna není ovlivněna klimatem, jak se ještě před několika lety spekulovalo, to ale neznamená, že je nutně zcela nezávislá na vnějších podmínkách. Zóny tenzního typu, ovlivňované pouze migrací a selekcí proti hybridům a nikoli vnějšími podmínkami, se totiž volně pohybují až do stadia, kdy jsou „lapy“ buď v oblasti nejnižší populační hustoty, nebo v místě nějaké geografické bariéry, přičemž mohou platit obě možnosti (např. uprostřed Labe bude logicky populační hustota myši nulová). Krom toho může být lokální situace v oblasti hybridní zóny poměrně složitá. Je např. známo, že myš jen nerada plave (voda v ní dokonce vyvolává stres), na rozdíl od potkana, pro něhož není problém proplavat záchodovým sifonem. Není proto divu, že i relativně nevelké vodní toky mohou strukturu myši hybridní zóny citelně ovlivnit. Jak naznačují současné poznatky z Dánska i střední Evropy, v lokálním měřítku může být tato zóna spíše mozaikou menších či větších částí se složitou vnitřní dynamikou. Ukazuje se, že některé vžité představy a z nich vycházející evoluční modely nemusí být přinejmenším pro hybridní zónu mezi myši západoevropskou a myši domácí v Evropě zcela adekvátní. To s sebou přináší nutnost shromáždění většího množství studijního materiálu i použití nových metod statistického zpracování dat. Ale to už by bylo téma na další článek.

Národní parky na Kurské kose

Jan Čerovský

Autor věnuje honorář Nadaci Živa

Jedním z nepochybně nejznamenitějších geomorfologických přírodních útvarů pobřeží Baltského moře je Kurská (nebo také Kuršská) kosa na pomezí Litvy a ruské enklávy Kaliningradské oblasti. Je to úzký pás pevniny při jihovýchodním okraji Baltského moře, srpovitě zakřivený písčiny val oddělující otevřené moře od téměř uzavřeného Kurského zálivu. Kosa je dlouhá celkem 97 km, v nejširším místě 3,8 km, v nejúžším jen 0,35 km široká.

Vznik a utváření Kurské kose jsou těsně spojeny s vývojem Baltského moře. Před 12–14 tisíci let se po ústupu posledního ledovce v místech dnešního písčného valu rozprostírala mírně zvlhčená morénoval planina s hřebenem pahorků. Kotlina dnešního moře se začala naplňovat vodami několika jezer, před 6 000 lety ji celou zaplnilo Litorinové moře. Mořský příboj vymýval jeho břehy, vlny a mořské proudy unášely jemný písek a ukládaly ho blízko pobřeží kolem malých ostrůvků ledovcového půvo-

du, které se pak spojily do přírodní hráze, obrovského přesypu.

Na Kurské kose lze rozlišit v západovýchodním směru, tj. od otevřeného moře po Kurský záliv několik pásem:

1. mořská pláž široká 15–50 m, tvořená většinou světlými křemitými písky, místy s miniaturními pohyblivými dunami vytvářenými větrem;

2. písčinná duna široká 10–70 m: umělé vytvořený útvar vybudovaný v 19. stol. převrstvením plážových dun, který slouží

jako ochranný val před mořskými bouřemi;

3. vnitřní mírně členitá plošina s řadami nízkých dun a mělkých prohlubní mezi nimi (celkově dosti monotónní);

4. řada nejvyšších přirozených písčinych přesypů v šířce 0,1–0,8 km; v ní jsou nejvyšší body kose — až přes 60 m n. m. (Vecekrugo kopa 67,2 m n. m.);

5. pobřeží Kurského zálivu, které je na rozdíl od přímé linie baltské pláže tvořeno četnými výběžky a mělkými zátokami. Pás písčinné pláže je tu velmi úzký, místy úplně chybí, nejvyšší duny spadají přímo do vod zálivu.

V průběhu posledních 150–200 let byla značná část písčinych přesypů na kose zpevněna, především výsadbami dřevin. V původním stavu se dodnes zachovala zhruba polovina dun nejvyšší zóny. Přesypy se stále pohybují (rychlostí 0,5–5 m za rok) hnány západními větry směrem ke Kurskému zálivu. Během postupu se přitom mění — snižuje se jejich výška a materiál, jímž jsou tvořeny, postupně mizí ve vodách Kurského zálivu a zazemňuje ho.

Kurská kosa je dnes chráněna jako národní park a vzhledem k tomu, že leží na území dvou států, jde vlastně o národní parky dva — litevský na severu a ruský na jihu (nebo chceme-li, národní park bilaterální, přeshraniční). Vzdor značným lidským zásahům, poměrně hustému osídlení s jeho



infrastrukturou i silným civilizačním tlakům řadí Světový svaz ochrany přírody (IUCN) oba národní parky do kategorie II podle svých mezinárodních kritérií a byly též zapsány na seznam Světového dědictví UNESCO v kategorii vynikajících kulturních krajín.

Biodiverzita Kurské kose

Vzhledem ke geologické rozmanitosti Kurské kose i mírnému oceánickému podnebí je poměrně vysoká i její biodiverzita (ačkoli je narušena silným a dlouhodobým působením člověka). Flóra vyšších rostlin čítá kolem 960 druhů (v ruské části 630), z toho 31 taxonů je zařazeno v litevské, 24 v ruské červené knize. K největším vzácnostem patří atlantský vřesovec čtyřřády (*Erica tetralix*) — zdejší lokalita je na absolutní východní hranici areálu a jediná v Litvě. Další raritou je severský zimozel severní (*Linnaea borealis*, viz obr.). Charakter jeho stanoviště ve zbytku jehličnatého lesa blízkého přírodě naznačuje původní výskyt. Na mořských plážích najdeme hrachor přímořský (*Lathyrus japonicus* subsp. *maritimus*, viz obr.) s nápadnými



K nejozdobnějším květům baltských pláží na Kurské kose patří červenofialový hrachor přímořský (*Lathyrus japonicus* subsp. *maritimus*)

fialově červenými květy. Obdivovaným a přísně chráněným druhem je zde velmi vzácná ozdobná máčka přímořská (*Eryngium maritimum*), která se občas na dunách objeví jako stepní běžec. Nejčastějším představitelem stepních běžců je však šafer svazčitý (*Gypsophila fastigiata*), jehož suché exempláře se na podzim koulejí po dunách. Tento druh na Kurské kose není původní — po celém pobřeží jihovýchodního Baltu se vyskytuje jen jako zplanělý ze zahrad. Nejblíže přírozený výskyt šaferu leží ve střední části východního Polska.

Z 260 druhů lišejníků známých z Litvy jich bylo na Kurské kose zaznamenáno 224, z nichž 27 bylo pro tuto zemi dokonce novými objevy. U samého začátku kose v Rusku bylo zjištěno více než 20 druhů rašeliníků (*Sphagnum*) a na jižní hranici svého souvislého cirkumpolárního areálu zde roste ostružiník moruška (*Rubus chamaemorus*, viz obr.), druh červeného seznamu Kaliningradské oblasti.

Ještě začátkem 17. stol. rostly na 75 % území Kurské kose přirozené husté lesy. Dnes zbývají jen malé ostrůvky přirozených či spíše přírodě blízkých lesních porostů (viz obr.). V nich převládají staleté borovice



Ostružiník moruška (*Rubus chamaemorus*) se svými oranžově žlutými souplodími roste na své jediné lokalitě na Kurské kose na jižní hranici svého cirkumpolárního areálu. Pro květenu Česka i Polska je pamětihodný jeho nejjihnější výskyt — izolovaná arela v Krkonoších

lesní (*Pinus sylvestris*), v různé míře bývá přimíšen smrk ztepilý (*Picea abies*), v podrostu s hvojnou brusinkou a borůvkou (*Vaccinium vitis-idaea*, *V. myrtillus*) a pstročkem dvoulistým (*Maianthemum bifolium*). Na vlhčích místech je hojný sedmikvítek evropský (*Trientalis europaea*), na sušších vřes obecný (*Calluna vulgaris*).

Koncem 18. stol. byla celá kosa natolik odlesněna, že plošně převládaly písčné přesypy a hrozily katastrofy. Od konce 17. do poloviny 19. stol. písky skutečně pohřbily několik převážně rybářských vesnic na pobřeží Kurského zálivu. V r. 1768 vypsal městský stát Gdaňsk (tehdejší Danzig) konkurz na nejlepší projekt, jak katastrofám zabránit. Vyhrál profesor wittenberské univerzity I. D. Tizius s návrhem výsadeb nových lesů.

Dnes má Kurská kosa opět 70 % svého povrchu pokryto lesními porosty. Jsou to převážně borové monokultury. Vedle sosnových však značnou část tvoří výsadby borovice rašelinné (*Pinus x pseudopumilio*), která byla v uplynulých dvou stoletích

Nejatraktivnějšími partiemi Kurské kose jsou nejvyšší, dosud pohyblivé písčné přesypy blízko Kurské laguny. V těchto místech dosahuje kosa výšek i přes 60 m. Přírodní rezervace Parnidis, národní park v litevské části Kurské kose

hojně používána ke zpevňování pohyblivých písků v jižním Pobaltí i na Fríských ostrovech. Z listnáčů se na Kurské kose vyskytuje hlavně bříza bělokorá (*Betula pendula*) a na několika vlhčích místech olše lepkavá (*Alnus glutinosa*). Jen asi 1,4 % rozlohy lesů připadá na doubravy s dubem letním (*Quercus robur*), habrem obecným (*Carpinus betulus*) a lípou srdčitou (*Tilia cordata*); kdysi byly v této oblasti listnaté lesy rozšířeny více. Došlo též k introdukci nepůvodních listnáčů, zejména u lidských sídlišť.

Jediné vrchovištní rašelinště s rašelinným brusnicovým borem je v nejjihnější části, kde kosa vyběhla z pevniny. Kromě již zmíněné morušky na něm rostou rosnatka okrouhlostá (*Drosera rotundifolia*), klikva bahenní (*Oxycoccus palustris*), kyhanka sivolistá (*Andromeda polifolia*), vložyně bahenní (*Vaccinium uliginosum*) a rojovník bahenní (*Ledum palustre*). Rašelinště je údajně bohaté i na houby.

Na ploché mořské pláži spatříme jen roztroušené jedince několika slanomilných druhů (halofytů). Kromě již zmíněných vzácnějších rostlin (máčka, hrachor) jsou běžné obvyklé druhy baltských písčných pláží — pomořanka baltická (*Cakile baltica*) a sukulentní kuřinečka pryscovitá (*Honckenya peploides*).

Charakteristická je pochopitelně na kose pískomilná (psamofytní) flóra a vegetace. Písčné přesypy sporadicky porůstají iničiálními stadii a společenstva řádu *Ammophiletalia*, v nichž dominují statné trávy kamyš písčný (*Ammophila arenaria*), pyrovník písčný (*Elymus arenarius*) a pýr pobřežní (*Agropyron junceum*). Na písčinných vzdálenějších od moře a chráněných před větrnou erozí rostou hlavně otevřené trávníky písčinné s palčikovcem šedavým (*Corynephorus canescens*) ze svazu *Corynephorion canescentis*. V nich jsem si zaznamenal ostřici písčnou (*Carex arenaria*), mateřiči



Jeden z posledních zbytků přírodě blízkých lesních porostů na Kurské kose: sosnový bor s přimíšeným smrkem ztepilým (*Picea abies*) v mělké úžlabině mezi dunami ve vnitřním pásmu kopy, národní park v litevské části blízko obce Juodkrantė

doušku úzkolistou (*Thymus serpyllum*) — u nás známou z písčin Polabí, jižních Čech a jižní Moravy spíše pod dřívějším jménem *Thymus angustifolius*; smil písečný (*Helichrysum arenarium*), který je v ČR dnes poměrně vzácná, silně ohrožená, a proto také chráněná rostlina; pavinec horský (*Jasione montana*), mochnu stříbrnou (*Potentilla argentea*), rozchodník ostrý (*Sedum acre*), kokrhel větší (*Rhinanthus major*), světlík tuhý (*Euphrasia stricta*) a violku trojbarevnou Curtisovu (*Viola tricolor* subsp. *curtisii*).

Při Kurské laguně se táhne pruh rákosin a makrofytní vegetace stojatých vod včetně leknínu bílého (*Nymphaea alba*), stulíku žlutého (*Nuphar lutea*) a řezanu pilolistého (*Stratiotes aloides*). Orná půda zaujímá pouze 1 % celé kopy.

Živočichové národních parků

Ovšem největší význam mají oba národní parky pro ochranu ptactva. Jejich ornitofauna čítá kolem 240 druhů, z nichž 102 na Kurské kose hnízdí; mezi těmi je nejvíce pěvců (63 druhů). Padesát čtyři ptáčích druhů je uvedeno v litevském červeném seznamu, 10 z nich na kose hnízdí. Píščitý, většinou zalesněný val s mořským pobřežím na jedné a na potravu bohatá laguna na druhé straně jsou významnými zastávkami na trasách tažných ptáků. Mezi těmi převládá několik druhů kulíků (*Charadrius* sp.). K migrantům se řadí např. i krahujec obecný (*Accipiter nisus*) a kalous ušatý (*Asio otus*). Při březích zálivu lze pozorovat množství racků mořských (*Larus marinus*), labutí velkých (*Cygnus olor*) a potápek roháčů (*Podiceps cristatus*).

Při návštěvě litevského národního parku vás jistě nezapomenou zavést na místo nedaleko obce Juodkrantė. Tam těsně blízko sebe již od konce 19. stol. existují dvě



Jednou z největších botanických vzácností Kurské kopy je boreální zimozel severní (*Linnaea borealis*), relikv je někdejších jehličnatých lesů. Snímky J. Čerovského, pokud není uvedeno jinak

největší litevské kolonie kormorána velkého (*Phalacrocorax carbo*) a volavky popelavé (*Ardea cinerea*). V současné době tvoří kolonii kormoránů 2 700 hnízd a kolonii volavek 500 hnízd. První kormoráni přilétají na svá hnízdiště již začátkem února, volavky je brzy následují. V květnu, po vylihnutí mládat v opravených starých i nově postavených hnízdech, lokalita ožívá hlasy potomků dožadujících se potravy. Dospělí ptáci loví hlavně v Kurském zálivu, kde žije na 50 druhů ryb (ještě do r. 1955 se v laguně lovili lososi i jeseteři!).

Při pobřeží laguny žijí i bobr evropský (*Castor fiber*) a vydra říční (*Lutra lutra*). Z dalších savčích obyvatel kopy je největším zvířetem los (*Alces alces*) — v Litvě druh z červeného seznamu. Obojživelníků se zde vzhledem k zeměpisné šířce vyskytuje 8 a plazů 4 druhy. Motýlí fauna čítá přes 470 druhů, z nichž 10 figuruje na litevském červeném seznamu. Mezi více než 300 druhy brouků vyniká jeden z nejkrásnějších druhů litevské entomofauny i červené knihy chroust mlynařík (*Polyphylla fullo*, viz obr.).

Režim, stav a problémy ochrany přírody

Litevský park Kuršiu Nerijos Nacionalinis Parkas byl vyhlášen r. 1991. Jak už tomu u mnohých chráněných území bývá, procházel určitým procesem z chráněné krajinné oblasti (1960) přes státní lesní park (1976) až po park národní o rozloze 26 474 hektarů: asi třetina (9 774 ha) z toho je pevnina, největší část (12 500 ha) připadá na přilehlé vody Baltského moře, Kurská laguna tvoří zhruba jednu sedminu (4 200 ha). Národní park je na pevnině kopy rozdělen do pěti funkčních zón: přísné přírodní rezervace; řízené přírodní rezervace; ochranná pásma; rekreační území a zastavba; hospodářsky využívané pozemky. Lesy pokrývají již zmíněných 70 % národního parku, 25 % připadá na bezlesé písečné přesypy a pláže.

Ruský státní přírodní národní park (jak se ruské národní parky plným titulem úředně nazývají) Kuršskaja kosa o rozloze 6 621 ha byl zřízen v r. 1987. Již od r. 1937 zde však existovalo chráněné přírodní území s názvem Deutscher Elchwald (Německý losí les) — dnes ruský Kaliningrad byl tehdy německý Königsberg.



Chroust mlynařík (*Polyphylla fullo*) je zařazen do litevské červené knihy. Foto Z. Laštůvka

Správy obou národních parků dnes úzce spolupracují. Velkou pozornost věnují lesnímu hospodářství, které v monokulturách musí čelit hmyzím škůdcům i lesním požárům. Na předním místě jsou proto snahy o rekonstrukci lesních porostů jejich převáděním do stavu blízkého přírodě. Nejdůležitější je však regulace návštěvnosti a rekreace, která zjevně přesahuje míru ekologické únosnosti. Narušuje zejména integritu písečných přesypů, které jsou spolu s mořskými plážemi neatraktivnějšími partiemi. Ekonomická prosperita Kurské kopy však dnes na cestovním ruchu závisí. Někdejší hlavní zdroj obživy místních obyvatel — rybolov a dočasně i vzkvétající těžba jantaru fungují spíše jako doplňkové činnosti hlavního hospodářského využití. Nejzajímavějšími partiemi národních parků vedou naučné stezky, při nich a na některých dalších významných bodech jsou umístěny vysvětlující tabule i s cizojazyčnými (vesměs anglickými) texty.

Kontinuální vědecký výzkum, v němž důležitou roli hrají univerzity v Klaipėdė a v Kaliningradu, poskytuje ve svých aplikačních výstupech podklady pro trvale udržitelnou péči o tuto každopádně velmi pozoruhodnou lokalitu.