

Geny pro budoucnost: lesní hraboši ukazují, jak přežít globální oteplování

4.7.2025 - | Grantová agentura ČR

Díky podpoře Grantové agentury ČR (GA ČR) se tým Petra Kotlíka, vedoucího Laboratoře molekulární ekologie Ústavu živočišné fyziologie a genetiky Akademie věd ČR, mohl pustit do výzkumu zaměřeného právě na tyto důležité otázky. Hlavním aktérem se při něm se stal norník rudý (*Clethrionomys glareolus*), nenápadný lesní hraboš, který však v rukou vědců odhaluje klíčové mechanismy umožňující přizpůsobit se proměnlivému klimatu v Evropě.

Tento výzkum nejenže přispívá k porozumění adaptaci druhů na klimatické změny, ale zároveň poskytuje cenné poznatky pro ochranu biodiverzity v rychle se měnícím prostředí.

Norník rudý je široce rozšířený od jižní Evropy až za polární kruh. Jeho populace jsou tak přizpůsobené rozličným klimatickým podmínkám, což z něj dělá jedinečný modelový druh pro studium adaptace. Podpořená studie se zaměřila na norníky ve Velké Británii, která představuje ideální „přírodní laboratoř“. Po skončení poslední doby ledové kolonizovali norníci Británii ve dvou migračních vlnách, z nichž každá pocházela z jiného klimatického prostředí, takže si přinesli rozmanitou genetickou výbavu. Výsledný pestrý mix genů vytvořil vynikající základ pro přírodní výběr umožňující rychlou adaptaci na nové podmínky, které norníky v Británii čekaly.

Tým Petra Kotlíka využil moderní technologie sekvenování celého genomu ve spolupráci s vědkyněmi a vědci z Oklahomské a Cornellovy univerzity v USA. Analýza genomu stovky norníků odhalila klíčové geny, které těmto malým savcům pomáhají zvládat proměnlivost klimatu. Patří mezi ně i geny, které chrání před oxidačním stresem a napomáhají tak přežití v teplotních extrémech – například hemoglobin nebo *Epas1*. Tyto geny jsou známé i u člověka a kromě ochrany před oxidačním stresem hrají klíčovou roli také při přizpůsobení se nízké hladině kyslíku, například ve vysokohorských oblastech.

Tato zjištění ukazují, že evoluční adaptace na extrémní podmínky se často opírá o specifické genetické mechanismy, které mohou být sdílené napříč různými druhy.

Mezinárodní spolupráce hrála klíčovou roli při úspěšné realizaci projektu. Evoluční ekoložka Hayley Lanier z Oklahomské univerzity (vpravo) na fotografii s členkou projektového týmu Silvií Markovou, která byla zodpovědná za genomické analýzy.

Výzkum Kotlíkovy týmu ukázal, že genetická výbava britských norníků se výrazně liší v závislosti na jejich geografickém původu. Severní populace ve Skotsku zdědily klíčové geny převážně od prvních kolonistů, díky kterým jsou lépe přizpůsobeny chladnějším a vlhčím podmínkám. Oproti tomu jižní populace v Anglii ve větší míře těží z genetických variant přinesených druhou migrační vlnou, které jsou vhodné pro teplejší a sušší prostředí. Tento adaptivní gradient dokonale ilustruje, jak mísení genů mezi různými populacemi v kombinaci s přírodním výběrem umožňuje formování adaptací odpovídajících specifickým místním podmínkám.

Britské populace norníků jsou proto jedinečným příkladem evolučního procesu, kdy smísení genů z různých populací nejen zvyšuje genetickou rozmanitost, ale také umožňuje vznik klíčových adaptací během relativně krátké doby. Tento mechanismus ukazuje, že genetické mísení není jen vedlejším produktem migrace, ale zásadní strategií přežití v proměnlivém prostředí.

Klíčovým přínosem podpořeného výzkumu je jeho význam pro budoucnost. Klimatické modely naznačují, že oteplování v Británii bude pokračovat rychlým tempem, což může představovat vážné problémy pro skotské populace norníků a dalších druhů. Jejich „chladnomilná“ genetická výbava, například varianta hemoglobinu optimalizovaná pro nízké teploty, se může stát nedostatečnou pro zvládání teplejšího prostředí. Přežití těchto populací tak může záviset na jejich schopnosti „vypůjčit si“ adaptivní teplomilné geny od jižních sousedů v Anglii. Pokud k takovému mísení genů dojde, může se znovu ukázat jako klíčový mechanismus adaptace na proměnlivé klima.

Tento proces přirozené výměny genetického materiálu mezi populacemi není zásadní pouze pro britské norníky, ale má významný dopad na mnoho dalších druhů po celém světě. Výsledky výzkumu zdůrazňují důležitost konceptu tzv. asistované adaptace – strategie, která zahrnuje například přemístění jedinců s „teplomilnými“ geny do oblastí, kde klíčové genetické varianty chybí. Tento přístup by mohl výrazně podpořit populace nacházející se na hranici svých adaptačních možností a pomoci jim čelit hrozbám spojeným se změnami klimatu.

Ochrana přírody dlouho kladla důraz na zachování genetické čistoty populací, v budoucnu by se však mohla rozšířit o podporu genetického mísení. Tento přístup může nejen zvýšit šance na přežití jednotlivých populací, ale i posílit celkovou odolnost druhů vůči budoucím změnám klimatu.

Mediální ohlas výsledků projektu potvrzuje společenský význam výzkumu podpořeného GA ČR.

Projekt podpořený GA ČR významně rozšířil naše chápání evolučních procesů a zdůraznil klíčovou roli genetické různorodosti při adaptaci druhů na klimatické změny. Studie norníků rudých ukázala, že přirozené genetické mísení mezi populacemi není jen vedlejším produktem migrace, ale klíčovým evolučním nástrojem, který druhům umožňuje obstát i v dynamicky se měnících podmínkách.

Petr Kotlík a jeho tým se v dalším výzkumu zaměří na identifikaci oblastí Evropy, které představují klíčové zdroje genetické rozmanitosti potřebné pro budoucí adaptaci druhů. Tyto poznatky mohou významně přispět k hlubšímu pochopení evolučních adaptací evropských druhů a zároveň poskytnout pevný vědecký základ pro návrh účinných strategií jejich ochrany. Ačkoli výzkum pracuje s norníkem rudým jako modelovým druhem, jeho závěry mají zásadní potenciál i pro další druhy, zejména pro ty, kterým bude hrozit vyhynutí a které hrají klíčovou roli v udržování ekosystémů nebo mají hospodářský význam.

Tento výzkum tak přináší nejen nové poznatky o mechanismech evoluční adaptace, ale zároveň poskytuje důležitý vědecký základ pro vývoj inovativních přístupů k ochraně biodiverzity. Ve světě, který čelí stále větším výzvám v důsledku klimatických změn, mohou být takové poznatky klíčové pro zajištění účinné ochrany přírodního dědictví.

Postdoktorand Marco Escalante, specialista na geneticko-klimatické modelování, jehož zapojení do projektového týmu bylo možné díky podpoře GA ČR.

<https://gacr.cz/geny-pro-budoucnost-lesni-hrabosi-ukazuji-jak-prezit-globalni-oteplovani>