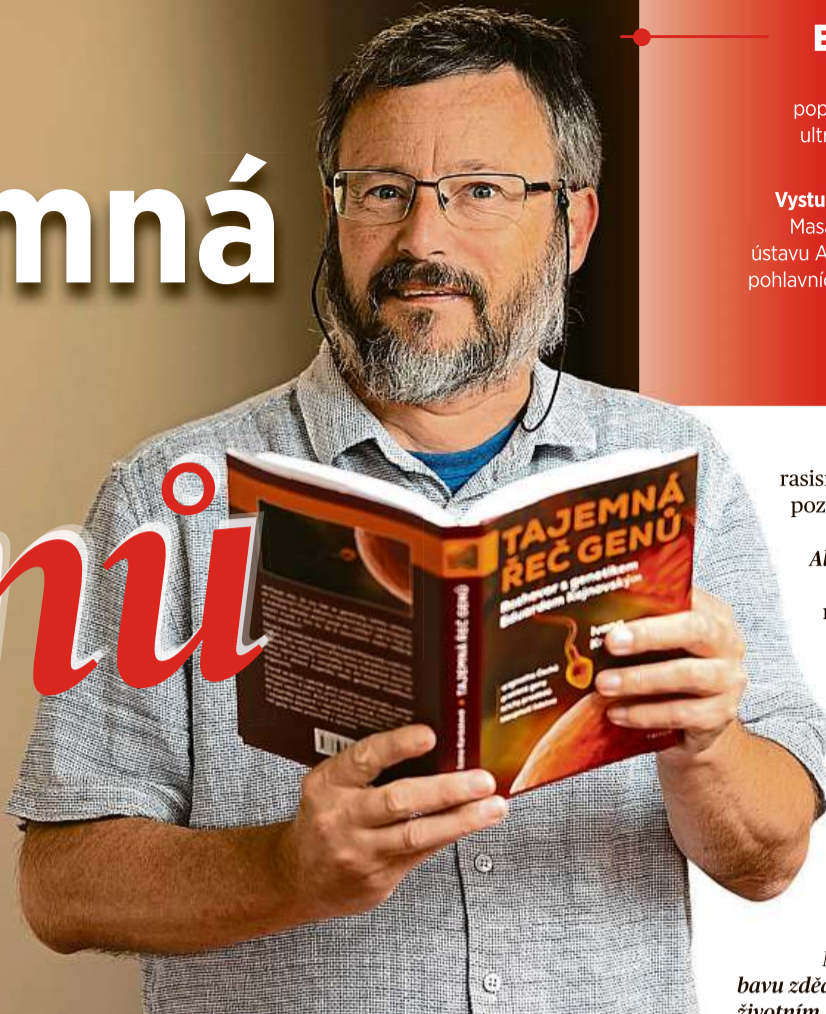


# Tajemná řeč

# genů

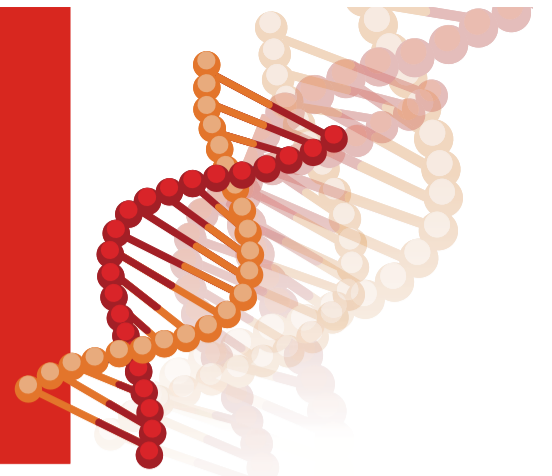


## Eduard Kejnovský (58)

Přednáší evoluční genomiku a věnuje se popularizaci vědy. Je milovníkem hor, pilotem ultralightu, své zážitky a esejistické myšlenky vydává knižně.

Vystudoval genetiku na Přírodovědecké fakultě Masarykovy univerzity v Brně. V Biofyzikálním ústavu Akademie věd ČR v Brně se zabývá evolucí pohlavních chromozomů a dynamikou genomů. Je členem Učené společnosti ČR.

Žije v Brně, je ženatý, má syna a dceru.



rasismus není, naopak umožňuje vzájemné poznávání se.

### Alé co rozdělily v inteligenci?

Jsou dány tím, že IQ testy jsou dělané na euroamerickou civilizaci a kulturu. Kdyby se nastavily třeba na africké Křováky a hodnotil se v nich lov, lezení po stromech a hledání bobulí, vyhráli by oni. IQ ovlivňuje třeba i výživa. Když budete krmít myši stravou chudou na bílkoviny, klesne jim inteligence a bludštěm projdou pomaleji. Přidejte jim proteiny a inteligence se zase zvedne. Nižší výkon v IQ testech tedy může být dán i podvýživou.

### Můžeme nepřiznivou genetickou výbavu zděděnou po rodičích „přepřát“ zdravým životním stylem?

Velmi záleží na tom, o jaký znak jde. Některé geny jsou 100% rozsudkem smrti, třeba Huntingtonova choroba a některá další neurodegenerativní onemocnění. Jiné geny zvyšují riziko určitého typu rakoviny, třeba mutace BRCA asi o 80%. Vyvolává to etické otázky. Když se tahle mutace najde u prenatalního vyšetření, má žena požádat o přerušení těhotenství? Jak vysoké riziko je ještě přijatelné? A co je to „zdravé“ dítě? Některé typy genetické zátěže ale životním stylem ovlivníte.

*V mém případě je to třeba zvýšený výskyt infarktu v naší mužské linii. Nekouřím, sportuju... Co kdyby se mnou ale nějaká žena nechtěla mít dítě, protože přenáším gen pro mužskou plešatost? Roli přece mohou hrát i takovéto estetické banality.*

Ano, může to skončit listováním katalogem, ve kterém si rodiče budou vybírat geny pro modrooké, urostlé a inteligentní potomky. Ale proč dětem vylepšovat geny? Chceme přece, aby to byl právě váš potomek. Smlírně se s tím, že pokud s manželkou nejsme nadaní, naše dítě pravděpodobně nebude geniální hudebník nebo vrcholový sportovec.

**Základní nastavení lidské bytosti je žena. Což je přesně obráceně než v biblickém Starém zákoně, kde se píše, že žena vznikla až z Adamova žebra.**

*Asistovaná reprodukce ale vyvolává i další etické otázky. Příroda někdy nechce, aby spolu dva konkurní partneri měli děti, a proto se jim spolu nedaří otehotnět. Když jim pomůžeme, budou sice šťastní, ale z dlouhodobého hlediska zhoršujeme lidský genofond.*

Samozřejmě, a i proto si partnera vybíráme především čichem. Pokud nám nevoní, pryč od něj.

### Vysvětlíte proč?

Podle čichu rozeznáváme takzvaný hlavní histokompatibilní komplex, skupinu genů, která kóduje imunitu. Čím ho od sebe potenciální rodiče mají odlišnější, tím víc si navzájem voní a tím lépe. Jejich potomstvo totiž bude mít velmi pestrou a proměnlivou imunitu, což zvýší šanci na přežití. A když tohle přetlačíme třeba asistovanou reprodukcí, vrátí se nám to jako bumerang slabšími dětmi.

*Svému synovi jsem nechal kdysi udělat analýzu svaluových vláken, která zjišťuje, jestli je člověk ve sportu vytrvalec, nebo sprinter. I podle toho si pak vybral sporty, kterým se věnuje. Představte si ale, že bude dětem hned při narození přičten celý genom a výsledek se dostane do rukou zdravotní pojišťovny. Ta pak řekne: „Chlapče, máš zvýšené riziko určitých nemocí, takže budeš platit vyšší pojistné.“*

Tohle řešil můj přítel bioetik Marek Orko Vácha a dospěl k názoru, že obě strany by měly mít stejné informace. Má to totiž i druhou stránku. Představte si, že z analýzy genomu zjistíte riziko vážné nemoci, pojišťovně to neřeknete a necháte se pojistit na vysokou částku. Tím pojišťovnu vlastně podvedete.

Kniha s tímto názvem je **PŘEKVAPIVÉ POUTAVÉ ČTENÍ**. Genetik a molekulární biolog Eduard Kejnovský v ní přibližuje záhady svého oboru tak čtivě, že se od toho nedokážete odtrhnout.

TEXT: IVAN BREZINA / FOTO: TOMÁŠ KRIST - MAFRA, SHUTTERSTOCK

**U**řčují naši osobnost spíš geny (tedy to, co jsme zdědili), nebo kultura (tedy to, co jsme se naučili)?

Na tuhle dávnou otázku existují dva krajní názory. Na jednom konci spektra je takzvaný biologický determinismus, který říká, že jsme výslednicí našich genů. Propagátorem tohoto pohledu je britský evoluční biolog Richard Dawkins, autor slavné knihy Sobecký gen. Tvrdí, že všechny živé organismy včetně člověka jsou jen přepravními schránkami genů pro jejich přenos z jedné generace do druhé. Dawkinsovi kritici namítají, že pak bychom ale přece nemohli odsuzovat zločince, kteří si své geny nevybrali dobrovolně. Druhým extrémním názorem je kulturní determinismus, který byl propagován třeba anglickým filozofem Johnem Lockem. Člověk je podle něj při narození „tabula rasa“, nepopsaný list. Vše je prý dáno až výchovou, kterou se dá z dítěte vytvořit cokoli bez ohledu na dědičnost.

### Kde je pravda?

Psychologové někdy říkají, že 80% hraje výchova a 20% geny, zatímco genetici to vidí přesně obráceně. Pravda bude někde uprostřed, ale celé je to ještě mnohem složitější. Každý náš znak (tedy třeba tělesná výška, barva očí, chování nebo predispozice k nemocem) to má jinak. Na jednom konci pomyslného intervalu by byly třeba krevní skupiny, barva očí nebo Downův syndrom, kde geny hrají 100%. Pokud tu kombinaci máte, nelze uniknout. Na druhém konci je třeba mateřský jazyk. Existují sice geny, které nám technicky umožňují mluvit, ale už ne geny pro češtinu. Většina našich tělesných znaků se pohybuje na škále někde mezi těmito dvěma extrémy. Je u nich určitý příspěvek genů a určitý příspěvek prostředí. Problém je, že na utváření většiny těch znaků se spolupodílejí třeba i stovky genů, ale zatím jsme to nerozšířovali. Jako orchestr se stovkami nástrojů hrající symfonii, kde ale zatím nevíme, který nástroj má jaký tón.

*Jestli jsem lump, nebo altruista, jistě asi nejvíc ovlivní výchova, tedy třeba to, jestli mi rodiče četli pohádky a naučili mne tím rozeznávat dobro a zlo. Ale nějaké rysy mé povahy možná geneticky dány budou, ne?*

Určitě, vidíme to třeba na dětech. Sourozenci sice vyrůstali ve stejné rodině, ale každý se chová jinak, což je hodně ovlivněno geny.

*Někde jsem četl, že inteligence se dědí hlavně po matce.*

Syn po otci dědí jen geny umístěné na chromozomu Y, zatímco geny na chromozomu X syn dědí vždy po matce. Kromě pohlavních chromozomů také ale dědí nepohlavní chromozomy neboli autozomy. Mezi oběma pohlavními chromozomy je ale výrazný nepoměr. Na chromozomu X je asi 2 000 genů, zatímco na chromozomu Y jen 78 genů, a ještě tak málo důležitých, jako je třeba gen pro ochlupení ušního boltce. Chromozom Y v evoluci stále degeneruje, ztrácí geny a asi za 10 milionů let nejspíš zmizí.

### A s ním i muži?

Ne, vytvoří se nový pár pohlavních chromozomů, což se běžně děje u zvířat. Dnes je na chromozomu Y klíčový gen SRY, který určuje, že vyvíjejícímu se plodu narostou varlata a penis a vyvine se z něj muž. Pokud tam gen SRY z nějakého důvodu není, muž nevznikne. Defaultní, tedy základní nastavení lidské

bytosti je totiž žena. Což je mimochodem přesně obráceně než v biblickém Starém zákoně, kde se píše, že žena vznikla až z Adamova žebra.

*Z toho plyne děsivá a zároveň i úsměvná věc: ženy nad námi muži mají v evoluci navrch.*

Ano, protože mají dva stejné pohlavní chromozomy X. Jsou tedy zálohované, všechny geny na chromozomu X mají dvakrát, zatímco my muži máme pouze jeden chromozom X. Ale abychom zas ženám tolik nefandili, probíhá u nich tzv. lyonizace. Jeden z jejich dvou chromozomů X je deaktivován, takže nakonec jsme na tom stejně.

*Proč se rozmnožujeme tak složitě pohlavně, a ne jednodušeji dělením?*

Sex je zaprvé příjemný. Je to odměna za to, že se rozmnožujeme, jinak by to lidé nedělali tak rádi a často. Nepohlavní rozmnožování (třeba dělením) má řadu výhod. Neztrácíte čas hledáním partnera a nemusíte o něj bojovat, potomstvo produkují všichni jedinci, nejen ti ženského pohlaví... Pohlavní rozmnožování má ale jednu zásadní výhodu: dochází k neustálému míchání genů, tzv. rekombinaci.

### Vysvětlíte prosím?

V každé naší tělesné buňce je polovina chromozomů od otce a polovina od matky. Polovinu nese spermie, polovinu vajíčko a až při jejich splnutí se vytváří komplet, který je vždy jedinečný. Dokonce i sourozenci se liší, protože geny otce a matky jsou u nich namíchány různě. Různorodé potomstvo dává druhu obrovskou variabilitu, která je výhodná pro jeho přežití v čase. Když se změní vnější podmínky, někteří jedinci sice zemřou, ale jiní přežijí. Díky pestrosti jsou totiž na změnu náhodně adaptováni.

*Což je mimochodem hezký argument proti rasistům. Pouliční voříšek je vždy životaschopnější než přešlechtilý „gaučový“ pes. Dává proto smysl najít si partnerku z druhého konce světa, pro Pražáka aspoň z Moravy.*

*Čím vzdálenější rodiče, tím kvalitnější potomci.*

Ano, a proto třeba Eskymáci nabízejí svoje ženy hostům. Všimli si, že tím omezují příbuzenskou křížení, takzvaný inbreeding, a tím brání degeneraci rodu. Hlavní argument proti rasismu je ale fakt, že navzdory vnějším rozdílům je lidstvo geneticky velmi homogenní. Bratry a sestrami jsme víc než populace šimpanzů na jedné africké hoře.

### Jak to vzniklo?

Prošli jsme pomyslným úzkým hrdlem lahve. Asi před 75 000 lety došlo na indonéském ostrově Toba k obří sopečné erupci, která způsobila globální katastrofu. Lidstvo tehdy skoro vyhynulo, podle odhadů nás přežilo jen asi tisíc. Tedy méně, než by zaplnilo hlediště fotbalového stadionu. Z té malé skupiny se pak lidstvo znovu namnožilo a osídlilo celou zeměkouli. Od afrických černochů, Číňanů nebo australských domorodců se lišíme jen asi jednou tisícinou genomu, což je strašně málo.

### Když jsme si všichni tak příbuzní, jsme stejní?

Ne. Jednotlivé lidské skupiny (dřív nazývané rasy) se liší mnoha znaky, kromě barvy pleti třeba inteligencí nebo agresivitou. Pozor, to není odůvodnění rasismu, proti kterému je třeba bojovat na všech frontách! O rasismus jde, až když někdo říká, že nějaká rasa je lepší, a tedy nadřazená. Vnímání rozdílů

*Když přemýšlíme o úpravách lidského genomu, nefužujeme už bohu nebo přírodě do řemesla?*

Nebo taháme čerta za ocas, jinými slovy. K tomu vám ale jako vědec nic neřeknu. Věda poznává zákonitosti a principy fungování přírody, ale nerozhoduje o tom, co je dobré a co už ne. Lidé jsou svobodní. A pokud bude technicky možné upravovat a editovat genom lidských embryí a vybírat si vlastnosti dětí předem v katalogu, dřív nebo později to někdo zkusi.

*Na úpravu genomu rostlin, živočichů a potenciálně i člověka máte nástroj CRISPR-Cas9. O co přesně jde?*

Ke změně genetické informace se používaly nepřesné metody, třeba ozařování. Pak byl objeven systém CRISPR-Cas9, který bakterie používají k obraně proti virům. Jsou to vlastně nůžky, které umožňují genom velmi přesně stříhat. Geny díky němu můžete odstranit, vyměnit, nahradit...

*Teď vás ale čte nějaký aktivista Greenpeace nebo jiné organizace bojující proti GMO plodinám a potravinám a řekne si: „Nějaký modifikovaný organismus vědcům uteče z laboratoře a všichni umřeme.“*

Máme bezpečnostní opatření a GMO organismy nejsou příliš životaschopné. Ale hlavně se to dělá už desítky let a není znám případ, že by se stal nějaký malér. GMO potraviny jíme dlouhou dobu, aniž by byl prokázán jejich negativní vliv na zdraví. V Evropě se ale chováme pokrytecky. Pěstování GMO plodin omezuje a zakazujeme, ale zároveň dovážíme z USA geneticky modifikovanou sóju a krmíme s ní domácí zvířata. A je třeba zdůraznit, že GMO plodiny zachraňují lidské životy.

### Můžete uvést příklad?

Kvůli nedostatku vitamínu A ve třetím světě každoročně až dva miliony dětí zemřou a až půl milionu jich oslepe. Existuje ale takzvaná zlatá rýže, která díky genetické úpravě vitamín A vytváří.

*Ve vaší knize mne zaujala úvaha, že by mladé ženy neměly mít děti se staršími muži.*

Už dlouho se ví, že u starších matek narůstá riziko genetického poškození plodu, třeba výskyt Downova syndromu. Že něco podobného platí i pro starší otce, se zjistilo až nedávno. Mají méně kvalitní spermie, ve kterých se s věkem hromadí nepříznivé mutace. Mladé dívky si ale starší partnery vybírají hlavně kvůli zajištění a majetku, o kvalitě potomstva nejspíš moc nepřemýšlejí.

*V knize píšete, že v sobě máme neandertálské geny. Kde se v nás vzaly?*

Od roku 2010, kdy byl přečten genom neandertálců, se ví, že z nich pochází asi 1,5-3,5% naší genetické informace. Neandertálci přitom nebyli našimi předky, byla to paralelní vývojová větev člověka. My, tedy Homo sapiens, jsme přišli do Evropy asi před 100 000 lety z Afriky, a to už tu příslušníci rodu Homo neanderthalensis dávno žili. Obě větve se pak asi 10 000 let křížily.

### Co nám to dává a bere?

Spekuluje se, že po neandertálcích máme zrzavé vlasy, potřebu spánku i přes den, některé nemoci... Neandertálci byli evolučně velmi úspěšní. Byli odolní vůči chladu a zřejmě měli lepší matematické myšlení než my. Homo sapiens má ale zase vyšší sociální inteligenci a vyniká ve vytváření koalic. Právě proto jsme asi nakonec neandertálce vytlačili, takže vyhynuli.

*Jak moc se geneticky lišíme od našich dnešních nejbližších příbuzných - šimpanzů?*

Rozdíl je jen asi 1,2% genetické informace. Šimpanzů existují dva druhy, učenlivý a bonobo. S jistotou nadsázkou se tedy dá říct, že třetím druhem šimpanze jsme my.

### Proč se od něj tedy tak lišíme?

Představte si dva stejné klavíry lišící se jen jednou klávesou. Na každý z nich se díky tomu dají zahrát různé skladby. Geny se navíc různě zapínají a vypínají, jejich aktivitu reguluje prostředí. Tohle teprve začínáme poznávat, ale už dnes víme, že to může být zásadní. Geny můžete ovládat svým životním stylem. A nejen to - vámi získané vlastnosti se přenášejí na potomstvo. Vaše „hřichy“ (třeba špatné stravování nebo stres) se zapisou do vašeho genetického kódu podobně jako v biblickém „Stíhám vinu otců na synech do třetího i čtvrtého pokolení.“ Tohle se dřív nevědělo, studuje to obor zvaný epigenetika. Existují studie, podle kterých utrpění Židů za holokaustu včetně hladovění zapíná a vypíná určité geny ještě u vnuků těch, kteří přežili. Ale naštěstí to funguje i obráceně.

### Jak?

Mazlení dětí s matkami zvyšuje sociální dovednosti dětí a takto získaná dobrá vlastnost se dědí na vnuky. Prokázaly to studie na myších, ale není důvod, proč by to neplatilo i u lidí.

ivan.brezina@mfdnes.cz