

## Jak tetry slepé přišly o oči?

Ondřej Šimera

(*An epigenetic mechanism for cavefish eye degeneration*)

Tetra slepá (*Astyanax mexicanus*) je drobná ryбка z čeledi tetrovitých, dorůstající maximální délky zhruba 12 centimetrů. V přírodě se přirozeně vyskytuje v řekách východního pobřeží Mexika, ale také v jeskynních ekosystémech. Zajímavá je tím, že se vyskytuje ve dvou formách – jeskynní jedinci mají výrazně nižší pigmentaci, vzdáleně připomínající albinotické formy, ale také téměř zakrnělé oči. Tato skutečnost přitahuje pozornost evolučních biologů a dělá z tetry slepé zřejmě nejvíce studovaný jeskynní organismus vůbec. Některé zdroje tyto dvě formy udávají jako dva samostatné druhy – *A. mexicanus* (povrchová forma) a *A. jordani*.

V prvních 36 hodinách svého vývoje se jedinci jeskynní formy vyvíjejí stejně jako jejich příbuzní žijící na povrchu, poté ale dochází k výrazným změnám v ontogenetických procesech a již v pátém dnu jsou rozdíly velmi snadno rozlišitelné. Co k těmto rozdílům vede?

Stojí za nimi epigenetické procesy, což znamená, že obě formy mají shodný genotyp, ale fenotypově se projevují jinak. Toho je dosaženo metylací DNA pomocí enzymů zvaných DNA-metyltransferázy (DNMTs), což posléze vede ke snížení exprese genů. U jeskynních forem má zvýšenou úroveň metylace a tedy sníženou expresi celkem 128 genů exprimovaných v oku (oproti povrchovým formám), z nichž o 39 je známo, že řídí vývoj oka u myši a 26 u lidí, přičemž u 19 z nich vede změna exprese k vývoji různých očních vad.

Autoři práce porovnávali expresi těchto genů u povrchových a jeskynních forem. U většiny z nich došli ke dvěma poznatkům – geny měly zvýšenou úroveň metylace promotoru a tím pádem sníženou expresi. Pro ověření role metylace na expresi genů pak provedli pokus, při kterém do levého oka ryb vstříkli v klíčové fázi vývoje látku, která metylaci potlačuje (používá se pro léčbu myelodysplasie u lidí). I když se nepodařilo zcela zvrátit vývoj oka, přesto byly patrné změny, kdy levé oko bylo znatelně větší a vyvinutější než oko pravé.

### A proč je rozdílná genová exprese tak zajímavá z hlediska evoluce?

Protože pomocí regulace exprese genů může druh mnohem rychleji adaptovat. Než se podaří v populaci prosadit novou mutaci, trvá to podstatně delší dobu, než když organismus „jen“ pozmění úroveň exprese některých svých genů. Pro porovnání: zatímco tetry slepé se vyvíjely v posledních 1-5 milionech let, rypošům lysým (u kterých se vývoj oka potlačil pomocí inaktivačních mutací) trval tento vývoj 73 milionů let.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Zpracováno podle:

Gore *et al.* (2018) An epigenetic mechanism for cavefish eye degeneration. *Nature Ecology & Evolution*; DOI: 10.1038/s41559-018-0569-4