

Záhada papoušcích barev rozluštěna

1.11.2024 - | Matematicko-fyzikální fakulta UK

Papoušci by mohli být synonymem pro barevnost: téměř všechny druhy jsou výrazně zbarvené, a to zejména červeně nebo žlutě. Zelená barva je vlastně také žlutá, ale na modrém pozadí. Už na konci 19. století bylo jasné, že barviva v peří papoušků jsou odlišná od všech ostatních červených a žlutých pigmentů vyskytujících se v peří ptáků či srsti jiných zvířat.

Dostala proto svá vlastní pojmenování. Červenému pigmentu se říkalo „Araroth“ a žlutý pigment měl označení „Psittakofulvin“. Označení psittakofulviny se nakonec vžilo pro všechny papouščí pigmenty a teprve na začátku 21. století byla odhalena jejich detailní chemická struktura. Avšak až do dnešního dne se pouze spekulovalo o tom, jak přesně žlutá a červená barva papoušků vlastně vzniká. Je snad rozdíl v uspořádání pigmentů v peří, nebo ve velikosti molekul psittakofulvinů?

Nyní se ukázalo, oproti původní představě psittakofulvinů jako jedné látky, že opravdu existují dvě chemické formy těchto barviv. Jedna z nich, tzv. aldehyd, byla známa právě již od roku 2001. Druhou formu vědecký tým potvrdil ve své nové studii. Navíc nová studie odhaluje detailní molekulární mechanismus, díky kterému dochází k přeměně aldehydového psittakofulvinu na karboxylovou kyselinu. Oproti předchozím výzkumům tak nyní už víme, že papouščí pigmenty vznikají nejen spojováním krátkých 2 až 3 uhlíkových molekul proteinem polyketid syntetáza, ale i to, že primárním výsledkem syntézy není karboxylová kyselina, ale právě aldehyd, který je na karboxylovou kyselinu řízeně upravován.

vysvětluje d. Jindřich Brejcha z Přírodovědecké fakulty UK.

Modelovým druhem pro studii byl indonéský druh papouška lori, který se v přírodě vyskytuje ve dvou morfách - žlutě a červeně zbarvené, lori tmavý (*Pseudeos fuscata*). vysvětluje volbu modelového druhu Jindřich Brejcha.

Portugalský tým začal sekvenovat genom obou barevných variant tohoto papouška a hledat, které úseky DNA by mohly být zodpovědné za rozdíly ve zbarvení. Výsledkem bylo vytipování oblasti zodpovědné za regulaci aktivity naprosto běžného proteinu, aldehyd dehydrogenázy ALDH3A2. Aldehyd dehydrogenázy jsou rodina velice běžných proteinů, které nalézáme napříč všemi organismy. U člověka jsou například naprosto zásadní při přeměně alkoholů přes jedovaté aldehydy na neškodné karboxylové kyseliny. Dysfunkce ALDH3A2 je u člověka také zodpovědná za dědičnou kožní chorobu provázenou neurologickými symptomy, tzv. Sjögren-Larssonův syndrom.

První měření papouščího peří pomocí Ramanovy mikroskopie na Matematicko-fyzikální fakultě UK ukázalo, že červená a žlutá barva peří se zřejmě opravdu liší délkou řetězců. shrnuje tuto část experimentů docent Peter Mojzeš. Pomocí chromatografie a hmotnostní spektrometrie ale Petr Maršík s Jindřichem Brejchou našli nečekaně velkou diverzitu látek, kterou nepředpokládali. popisuje další postup dr. Petr Maršík z České zemědělské univerzity. Povedlo se tak získat vzorky například od chráněného novozélandského papouška nestor kea či peří podivného druhu papouška, trichy orlí.

Výsledky ukázaly, že pro výsledné zbarvení peří napříč všemi liniemi papoušků je zásadní rozdíl v poměru aldehydů a karboxylových kyselin. Analýza exprese genů ukázala, že v červeném peří se aldehyddehydrogenáza vytváří méně a aldehyd, který enzym přeměňuje, se v něm proto kumuluje. Naopak, ve žlutém a zeleném peří se aldehyd efektivně odbourává, protože aldehydázy je zde

dostatek. Výsledkem je vyšší podíl karboxylové kyseliny v žlutém peří. Další molekulární analýzy například odhalily, že ve chvíli, kdy se peří formuje a zřejmě dochází k syntéze psittakofulvinů, je DNA v oblasti genu ADLH3A2 rozpojená, co značí, že se gen přepisuje. V neposlední řadě se pomocí sekvenování na úrovni jednotlivých buněk v tkáni podařilo ukázat, že ADLH3A2 se přepisuje přímo v buňkách, které budou tvořit peří. Toto zjištění je jeden z prvních přímých důkazů o tom, jak se pigment do peří dostává.

vysvětluje další kroky studie Jindřich Brejcha. Na experimentu s buněčnými kulturami pivních kvasinek pracovali čeští vědci společně s vědeckým týmem z USA. popisuje konečný důkaz Jindřich Brejcha.

Podle autorů ale nejsou ještě všechna tajemství papouščího zbarvení odhalena a jejich výzkum otevírá další otázky. Jedním z nevysvětlených tajemství tak zůstává, proč vlastně papoušci vytvářejí své barvy úplně jinak než všechny ostatní organismy.

Arbore, R. et al. (2024). A molecular mechanism for bright color variation in parrots. Science. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.adp7710>

<https://www.mff.cuni.cz/cs/verejnost/aktuality/zahada-papouscich-barev-rozlustena>