Jak vztahy mezi rodičovskými znaky, prostředím a rychlostí růstu ovlivňují délku telomer u lososa obecného

Telomery jsou koncové části chromosomů, jedná se o opakující se sekvence nukleotidů TTAGGG, které slouží k mechanické obraně konců chromosomů, brání rekombinaci s jinými chromosomy a zamezují zkracování chromosomálních oblastí nesoucích geny. Při replikaci genů tak nedochází ke zkracování kódujících částí genomu, ale jsou zkracovány telomerické sekvence, které jsou postupně postupně obnovované enzymem telomerásou, která je aktivní u zárodečných buněk. Dělení buněk tak vede ke zkracování telomer, které postupně naopak blokuje dělení buněk a dochází ke stárnutí organismu.

Délka telomer může být indikátorem určitých poškození, trade offs, volby životních strategií, vlivů prostředí u jedinců a zároveň limitujícím faktorem délky života vlivem jejich zkracování v průběhu života. Avšak mechanismy stojící za délkou a celkovou dynamikou telomer jsou vysoce komplexní a je náročné určit konkrétní příčiny.

Jednou z určujících složek délky telomer je prostředí (dostupnost potravy, teplota, míra predace a další), to může ovlivňovat rychlost růstu a velikost, které jsou spojeny velikostí telomer a jejich zkracováním. Velikost těla je základním parametrem ovlivňující většinu fyziologických i ekologických parametrů jedince i druhu, přičemž větší tělesná velikost často vede k zvýšenému reprodukčnímu úspěchu, zvýšené konkurenceschopnosti atp. avšak investice do rychlosti růstu může být často spojena se sníženou dobou života a rychlejším stárnutím. Může se tak jednat o trade off mezi růstem na jedné straně a udržováním (opravami) těla na straně druhé. Zatímco rychlejší růst může jedince ekologicky zvýhodnit, nezbývá pak dostatek zdrojů, které by mohl investovat do oprav, např. obnovy tkání, produkce antioxidantů atp. Právě produkce antioxidantů se podílí na redukci oxidativního poškození a zabraňuje tak zkracování telomer.. U *salmo salar* se prokázal negativní vztah mezi rychlostí růstu potěru a délkou jejich telomer. Růst lze zvýšit buď zvětšením buněk nebo jejich dělením, kdy zvýšená buněčná proliferace vede právě ke zkracování telomer. Obzvláště v nepříznivých podmínkách pro růst, jako je například chlad, může dojít k alokaci už tak nedostatečných zdrojů do rychlosti růstu, aby se dosáhlo tělesné velikosti potřebné například k migraci nebo rozmnožování. K zvýšení rychlosti růstu tak může docházet na úkor různých „oprav“. Spolu s nedostatkem zdrojů pro opravy ovlivňuje chlad dynamiku telomer díky zvýšené produkci reaktivních forem kyslíku (ROS) u ektotermů vlivem zvyšování hustoty mitochondrií za účelem výroby ATP. ROS poškozují telomerickou DNA která je pro svůj obsah guaninu obzvláště náchylná k oxidaci a tím dochází k zkracování telomer Růst v nepříznivém prostředí tak může být z hlediska délky telomer velice nákladný.

Dalším efektem ovlivňujícím délku telomer *salmo salar* jsou životní strategie rodičů. Různí dospělci mají rozdílné životní strategie: někteří samci tráví na moři pouze jeden rok a následně se vrací vytřít do sladkých vod, zatímco ostatní zůstávají v moři delší dobu. U samců je pak ještě třetí strategie a tou jsou samci, kteří vůbec neopouští sladké vody. Doba strávená na moři positivně koreluje s tělesnou velikostí samců v době páření a zároveň s délkou telomer u potěru. Délka telomer potěru je také positivně ovlivněná velikostí jiker, ze kterých se vylíhnou. Zároveň byl nalezen maternální efekt, kdy samice s delšími telomery v době reprodukce plodí embrya s delšími telomerami. Důvodem může být kondice samice, samice v lepší kondici má delší telomery (ty mohou fungovat jako ukazatel kondice) a díky tomu je schopna produkovat kvalitnější jikry, ty mohou například obsahovat větší rezervy antioxidantů. Dědičnost délky telomer může potvrzovat i fakt, že délka telomer u embryí a potěru vykazuje positivní závislost a to i v kontrolovaném prostředí. Jedním z důvodů by mohla být rozdílná odolnost vůči oxidativnímu stresu u jedinců s různými rodiči. Zároveň se zdá, že u ektotermů na rozdíl od endotermů dochází nejenom k udržování velikostí telomer v pozdějších vývojových stádií, ale i k jejich růstu. Důvodem by mohl být například neukončený růst ektotermů, a tím pádem následná příprava na dlouhodobou proliferaci buněk.

Zdroje:

MCLENNAN, Darryl, et al. Links between parental life histories of wild salmon and the telomere lengths of their offspring. *Molecular ecology*, 2018, 27.3: 804-814.

METCALFE, Neil B.; MONAGHAN, Pat. Compensation for a bad start: grow now, pay later?. *Trends in ecology & evolution*, 2001, 16.5: 254-260.

MCLENNAN, D., et al. Interactions between parental traits, environmental harshness and growth rate in determining telomere length in wild juvenile salmon. *Molecular ecology*, 2016, 25.21: 5425-5438.

MCLENNAN, Darryl, et al. Telomere elongation during early development is independent of environmental temperatures in Atlantic salmon. *Journal of Experimental Biology*, 2018, jeb. 178616.