

Erotický život kvasiniek

Svet by bol bez sexu oveľa jednoduchší a rozmnožovanie by bolo oveľa efektívnejšie. Zatiaľ čo v pohlavnom svete sú na produkciu potomstva potrební dvaja, v bezpohlavnom svete si každý vystačí sám. Prečo si príroda tak komplikuje situáciu?

Ak by kvasinky *Saccharomyces cerevisiae* mali schopnosť parafrázovať (zatiaľ táto ich schopnosť nebola objavená) mohli by uviesť príbeh cestovateľa, ktorý na stene vedľa vchodu jedného z talianskych kostolov našiel vytesaný nápis: „Vstúpiť do chrámu Božieho s čiapkou na hlave je to isté, ako zviest manželku blízneho svojho“ a pod ním dopísané rukou „Skúsil som oboje, nedá sa to porovnať!“. Kvasinky sú totiž schopné rozmnožovať sa nepohlavne aj pohlavne.

Medzi týmito možnosťami však nevolia náhodne: v časoch hojnosti, keď majú k dispozícii dostatok živín, nestrácajú čas a maximalizujú produkciu potomstva nepohlavným delením (mitózou). Naopak, v časoch potravinovej núdze si čas spríjemňujú sexom a s ním spojeným premiešavaním svojich genómov. Keď takúto príležitosť k sexu dostanú, naplno ju využívajú. A ich pohlavný život im môžeme v mnohých ohľadoch závidieť.

.dôležité je pekne voňať

Hoci erotický život kvasiniek by nezabezpečil komerčný úspech igelitom chráneným časopisom z horných polícií trafik, ich pohlavné rozmnožovanie prinieslo nemálo intelektuálneho vzrušenia viacerým kvasinkovým biológom. Ako úvod do kvasinkovej erotiky stačí uviesť, že za istých okolností sa v jednom prostredí môžu vyskytovať kvasinkové bunky dvoch rozdielnych pohlaví, označovaných a , respektíve α .

Pohlavné bunky vznikajú ako výsledok špeciálneho bunkového delenia, meiózy. Počas nej sa z buniek so zdvojenou výbavou chromozómov (diploidné bunky) vytvoria bunky disponujúce len jednou kópiou každého chromozómu (haploidné bunky). Meióza je nevyhnutným predpokladom pre pohlavné rozmnožovanie, pri ktorom splývajú pohlavné bunky rodičov: ak by pred ním nedošlo k redukcii chromozómov, v každej generácii by sa ich počet zdvojnásoboval, čo by malo pre potomstvo fatálne následky. V mnohobunkových organizmoch je tvorbe pohlavných buniek venovaná len malá frakcia ich buniek, tzv. zárodočná línia. U jednobunkovcov, akými sú kvasinky, táto premena postihuje celý organizmus.

Kvasinkové pohlavia (technicky označované ako párovacie typy) sa neodlišujú vzhľadom ani veľkosťou, ale vôňou. Tá je sprostredkovaná krátkymi bielkovinami patriacimi do skupiny feromónov, chemických substancií vylučovaných živým organizmom, ktoré majú špecifický efekt na iného jedinca toho istého druhu (grécke *pherein*-prenášať, *hormone*-vzrušiť). Bunky s pohlavím a vylučujú do prostredia feromón a , bunky s pohlavím α sekretujú feromón α .

Každá bunka je schopná rozpoznať feromón opačného pohlavia prostredníctvom povrchového proteínového receptora, t. j. bunky pohlavia a , rozpoznávajú feromón α a naopak, bunky pohlavia α , rozpoznávajú feromón a . Feromónové receptory teda predstavujú molekulárny senzor vône potenciálneho sexuálneho partnera.

Na tomto mieste je vhodné predstaviť si mroža *shmoo*, čo je populárna kreslená postavička amerických komiksov z konca 40-tych rokov minulého storočia. Má presne taký tvar, aký nadobúdajú kvasinky v prvých dejstvách pohlavného aktu, a prítomnosť *shmoo* buniek v

kvasinkovej populácii je diagnostickým znakom ich sexuálnej aktivity. Morfológia pohlavne aktívnej kvasinky je výsledkom polarizovaného rastu smerom k potenciálnemu partnerovi (výsledky z posledných rokov naznačujú, že molekulárne princípy polarizovaného rastu kvasiniek sú analogické polarizovanému rastu neurónov pri ontogenéze nervovej sústavy).

V prípade, že jedno pohlavie má v populácii prevahu, vypisuje menšinová populácia verejnú súťaž o najatraktívnejšieho partnera a po procese dvorenia si vyberá víťaza. Pretože neexistujú rozdiely v telesných mierach, hlavným parametrom výberu je množstvo feromónu produkovaného individuálnymi konkurentmi. Inými slovami, o úspechu v pohlavnej súťaži u kvasiniek rozhoduje intenzita vône. Podvádzanie je takmer nemožné. Kvasinkám, ktoré v dôsledku mutácie nie sú schopné produkovať feromón, sa nedá pomôcť jeho externým prídavkom do prostredia. Umelé parfémové impotenciu kvasiniek nereparujú.

Feromónový-vôňový signál je teda v nadväzovaní vážnych známostí u kvasiniek primárny. Po rozpoznaní feromónu patričným feromónovým receptorom sa na isté obdobie zastaví bunkové delenie a bunky investujú čas do prípravy na pohlavný akt. Až po dôkladných prípravných prácach dochádza k prvým dotykom a následnému splynutiu, vedúcemu k zmiešaniu genetického materiálu oboch partnerov.

.zmena pohlavia

Ak sú vyššie popísané fenomény do istej miery analogické so sexuálnym správaním mnohobunkových organizmov, niektoré nuansy sexuálneho života kvasiniek sú skutočne nadštandardné. Kvasinkové bunky totiž nemusia byť nevyhnutne odsúdené na jeden nemenný párovací typ, ale môžu pohlavie počas svojho života vymeniť! Pritom to nerobia náhodne, ale spôsobom, ktorý je do veľkej miery zaujímavý aj pre pochopenie niektorých procesov v našich telách.

Predstavme si bunku párovacieho typu α (príklad platí aj pre opačné pohlavie), ktorá má v pláne sa rozdeliť vegetatívne (teda tak, ako sa delia naše telové bunky). Kvasinkové vegetatívne delenie prebieha vytvorením výbežku (púčika) na bunkovom povrchu (materskej) bunky, do ktorého sa v neskorších fázach presunie po jednom z každého páru chromozómov. Púčik sa po dorastení na veľkosť bunky (dcéry) oddelí a tak vzniknú dve bunky rovnakého pohlavia (v našom prípade α). Jednoduchým genetickým trikom následne materská bunka môže zmeniť pohlavie na a . Ale pozor! Transvestitom môže byť len matka; dcéra má zmenu pohlavia zakázanú. Dcérska bunka však následne vypečuje a stáva sa z nej bunka materská, ktorá má zmenu pohlavia povolenú.

Prepínanie pohlavia u kvasiniek teda predstavuje originálnu ukážku asymetrie na úrovni bunkového delenia. Geneticky sú materská a dcérska bunka identické, fenotyp (a nielen schopnosť prepínať pohlavie) majú však dramaticky odlišný. Samotný akt prepínania pohlaví môžeme považovať za úchylku kvasiniek, ale fenomén asymetrie delenia buniek je absolútne esenciálny pre všetky biologické systémy. Tak ako kvasinky pri delení produkujú dve geneticky identické, ale pritom fenotypovo nerovnocenné bunky, tak aj bunky v našich telách svojim delením neprodukujú svoje identické kópie. Bez asymetrie delenia by nebolo bunkovej diferenciácie počas nášho vývoja ani fascinujúcich vlastností kmeňových buniek.

.načo je nám sex?

S pohlavným životom je spojených veľa problémov: nájsť vhodného partnera stojí veľa času a energie, pričom nikdy nie je isté, že voľba bola správna. Pri pohlavnom rozmnožovaní dochádza k rozbíjaniu úspešných génových kombinácií. Na sex sú potrebné špeciálne orgány, ktoré ich nositeľovi nezvyšujú šance na individuálne prežívanie; často majú skôr opačný efekt. A samotný pohlavný akt je plný rizík: akútnymi problémami počínajúc, chronickými pohlavnými chorobami končiac.

Tieto komplikácie sa týkajú aj kvasiniek. ~~Problémy sa netýkajú len vyšších druhov.~~ Vieme už, že ~~aj kvasinky~~ obľubujú pohlavný život, dôkladne si vyberajú partnera tvrdohlavo pritom riskujúc následky omylu a nehl'adiac na to, že k sexuálnemu rozmnožovaniu potrebujú mať k dispozícii zložitý meiotický aparát, ktorý im umožňuje zredukovať počet svojich chromozómov na polovicu a vytvárať tak pohlavné bunky. A robia to napriek tomu, že svoje potomstvo dokážu produkovať aj nepohlavne a vyhnúť sa všetkým spomínaným aj nespomínaným problémom spojených s pohlavným rozmnožovaním. Okrem toho, niektoré druhy kvasiniek, respektíve húb, nemajú dve, ale niekoľko desiatok pohlaví! V každom prípade, úlety do pohlavného života možno pre kvasinky, podobne ako pre nás, predstavujú riskantnú, ale o to vzrušujúcejšiu a príjemnejšiu cestu, ktorá všetky problémy so sexom prinajmenšom kompenzuje.

Prečo však vôbec došlo k tomu, že si príroda zaviazala živé organizmy k pohlavnému rozmnožovaniu tým, že im z neho urobila zdroj vášne a pôžitku? Pohlavné rozmnožovanie je v porovnaní s nepohlavným oveľa potentnejším zdrojom genetickej variability, vďaka ktorej sa naše deti od nás v mnohých smeroch odlišujú, a ktorá je jedným zo základných predpokladov biologickej evolúcie. Kvasinky nám vďaka všetkým svojim výhodám poskytli aj v tejto oblasti množstvo dát, ktoré túto predstavu podporujú. Každým dňom je jasnejšie, že kvasinky napriek svojej zdanlivej jednoduchosti poskytujú aj v oblasti sexu plno inšpirácií a že by sme si prívlastky „primitívny“, či „triviálny“, namiesto pre kvasinky mali ponechať na označovanie príslušníkov vlastného druhu.

Lubomír Tomáška

.týždeň 14. august 2006, str. 62-63