

Genetický internet a GMO

Na výživě obyvatel v USA, Indii i Číně se stále větší měrou podílejí geneticky modifikované potraviny, zatímco Evropa je ke GMO velmi zdrženlivá. Debatuje se nejen o případných hrozbách GMO, ale i o tom, co to vlastně vůbec je. Lze například za genetickou modifikaci považovat rostlinu změněnou technologií CRISPR/Cas9, do níž nebyl vnesen žádný nový gen, bylo pouze odstraněno nebo změněno několik nukleotidů? Jak na genetické modifikace nahlížet? Máme se jich bát?

text **EDUARD KEJNOVSKÝ**

FAKTEM JE, že rostliny a živočichy geneticky modifikujeme od pradávna. Již neolitické zemědělci a jejich pokračovatelé prováděli selekci s cílem zvýšit výnos plodin či získat plodiny rezistentní vůči klimatickým vlivům nebo škůdcům. Jen jim to trvalo déle než dnešním šlechtitelům a genetickým inženýrům. Šlechtitelé si často vypomáhali tím, že brali geny z příbuzných druhů, aby tzv. introgresí zvyšovali potřebnou diverzitu.

ZAČALA SI PŘÍRODA

Totéž totiž dělá od počátku života na zemi také příroda. I navzdory nejrůznějším mechanismům, jež zajišťují reprodukční izolaci druhů, dochází občas ke křížení různých druhů a vzniku mezidruhových hybridů. Vznikají jak u rostlin, tak u živočichů v místech, kde se areály rozšíření druhů překrývají. Geny pak tečou z jednoho druhu do druhého. U rostlin je navíc časté, že jsou dva nebo více druhů evolučně spojeny do jednoho díky polyploidizaci. V buněčném jádře se nacházejí vedle sebe genomy původních druhů, které se ale v průběhu času promíchávají a většinou redukují. Koneckonců také *Homo sapiens* je křížencem - moderního

člověka, který vyšel z Afriky, s dalšími lidskými (pod)druhy, jako jsou neandertálcí a denisonané, i když jejich genetický příspěvek byl jen malý.

Horizontální genový přenos je jakousi sítí života. Je genetickým komunikačním nástrojem živých tvorů jak evolučně blízkých, tak i vzdálených. Tento genetický internet využívá širokou plejádu mechanismů. Začneme u nejjednodušších organismů, jimiž jsou viry. U obřích virů, tzv. mimivirů, najdeme parazitické virofágy, jako je třeba Sputnik, které přenášejí úseky DNA mezi různými hostitelskými mimiviry uvnitř buněk měňavek. Můžeme v nich vidět analogii bakterií, kteří přenášejí úseky DNA mezi bakteriálními druhy. U bakterií je dobře známá konjugace, při níž může docházet k horizontálnímu přenosu. Geny z bakterie do bakterie přenášejí plazmidy či transpozony. U archeí se prokázalo, že tvorba pilusů, účastnicích se konjugace, následná agre-gace buněk, přenos DNA a vyšší rekombinace DNA mohou být silně indukovány ultrafialovým ozářením. Stres tedy vyvolá jakousi primitivní formu sexuality, která může zachránit druh.

Stresem je i vysušení, které zažívají asexuálně žijící pijavenky (bdeloidní vířníci), vyznačující se velmi účinným reparačním systémem, díky němuž si do genomu zabudovaly horizontálním přenosem úseky DNA z bakterií, řas, rostlin i hub, tedy organismů, které se nacházejí v jejich okolí. Jejich genom obsahuje téměř 10 % cizorodých genů. Posbíranými geny si zřejmě omlazují svůj genom a kompenzují negativní důsledky asexuality, a tak si prodlužují život na koncích evolučních větví. Život bez rekombinace podrobený pouze selekci, toť nemilosrdný úděl asexuálů. Ale to jsme se již dostali k eukaryotům. Koneckonců v každé eukaryotické buňce stále dochází ke genetickému přenosu, který lze z určitého pohledu také označit za horizontální přenos. Genetická informace totiž teče z organel, jež byly původně prokaryotickými organismy, do jádra. V jaderném genomu rostlin je velké množství nezávisle vložených úseků mitochondriální nebo chloroplastové DNA, které jsou velice rychle degradovány a eliminovány; obměna této „promiskuitní DNA“ (Vesmír 92, 261, 2013/5) je velmi rychlá a bombardování jádra tím silnější, čím více organel se v buňce nachází a čím častěji lyzují.

Spektrum přenosů je velmi široké. Byl popsán přenos mezi bakteriemi a houbami, dobře známý a genetickými inženýry využívaný je přenos mezi bakteriemi (*Agrobacterium*) a rostlinami, mezi bakteriemi a hmyzem (střevní bakterie nebo endosymbiotická *Wolbachia*), bakteriemi a živočichy, houbami a hmyzem, houbami a rostlinami, mezi viry a rostlinami, vzájemný přenos mezi rostlinami i mezi rostlinami a živočichy. V genomu lidských střevních buněk byla nalezena DNA bakterií střevní mikroflóry.

PODMÍNKY PRO HORIZONTÁLNÍ GENOVÝ PŘENOS

Jedno je pro všechny horizontální genové přenosy společné. Dárce a příjemce

Doc. RNDr. EDUARD KEJNOVSKÝ, CSc., (*1966)

vystudoval PŘF MU. V Biofyzikálním ústavu AV ČR se zabývá studiem evoluce pohlavních chromozomů a dynamikou genomů. Je autorem knih *Horská rozjímání* (Cesta, 2013; viz *Vesmír* 92, 585, 2013/10), *Tajemství genů* (Academia, 2015), *Kouzlo krajiny a moudrost slova* (Cesta, 2016) a *Ve větru* (Cesta, 2017). V roce 2019 byl zvolen za člena Učené společnosti ČR.



Slovníček

horizontální genový přenos – proces, při němž jeden organismus přijímá geny (genetický materiál) od jiného jedince, ačkoli není jeho potomkem

introny – úseky genů, které se sice přepíší z DNA do RNA, pak jsou ale vystřiženy a dále se nepoužívají; devět desetin našich genů obsahuje jeden nebo několik (průměrně 8) takových intronů

eukaryota – skupina organismů, jejichž buňky obsahují buněčné jádro a množství dalších organel oddělených membránou od okolí

prokaryota – skupina jednobuněčných organismů, jejichž buňky nemají pravé buněčné jádro

plazmid – malá molekula DNA schopná replikace, vyskytující se v cytoplasmě některých organismů (bakterií, archeí i některých eukaryot); kóduje různé doplňující vlastnosti

polyploidie – jev, kdy počet chromozomových sad je vyšší než dvě; je běžná u rostlin

virofág – skupina virů parazitujících na jiných virech (většinou obřích virech), pro které jsou smrtelně nebezpečné, čímž ale pomáhají jejich hostitelům (např. měňavce)

transpozon – segment DNA, který je schopen měnit svou pozici a kopírovat se v genomu

genetické informace musejí být v častém a těsném fyzickém kontaktu. Nežádka ve vztahu hostitel-parazit, při symbióze či dokonce v prostředí jedné buňky. Větší či menší úseky DNA pak migrují mezi organelami buňky nebo dokonce mezi buňkami a pomocí rekombinace se včleňují do genomu. Přenos může probíhat i prostřednictvím molekul RNA, o čemž svědčí přenesené geny bez intronů. Migrace DNA a RNA může probíhat i na větší vzdálenost,

byl prokázán pohyb RNA přes roub rostliny, a dokonce byla zjištěna DNA kolující v tělních tekutinách, jako je krev, míza či mateřské mléko.

Dnes je již jasné, že horizontální genový přenos je významnou evoluční silou. Je zdrojem nového genetického materiálu, s nímž může druh pracovat. Je také ukázkou kumulativního fungování evoluce, kdy se vše nové nebuduje od počátku, ale jsou využívány již existující funkční (evolučně

vyzkoušené) moduly. Tedy třeba i takové, které druh získal právě na genetickém internetu, což v případě bakteriálních druhů představuje někdy i více než 10 % jejich genů.

Výsledkem evoluce je i lidské chování, tedy také naše zvědavost a potřeba tvořit. Naše snahy urychlovat evoluci vnášením genů z jednoho organismu do druhého lze pak nahlížet jako součást evolučních procesů. Nejde pouze o touhu tvořit, ale i o praktické přežití. Na využívání genetického internetu člověkem, tedy tvorbě GMO, není nic nepřirozeného či snad špatného. Podobně jako bere bakterie geny ze svého prostředí, aby získala rezistenci vůči antibiotiku a zajistila přežití svého druhu, i my vnášíme geny do obilovin, abychom měli více potravin, ba dokonce uvažujeme o manipulaci s vlastním genomem, aby bylo naše potomstvo zdravější.

A protože jsme aktivní genetičtí tvůrci – genomy dnes nejen čteme, ale i píšeme –, je určitá obezřetnost zajisté namístě. Naše genetické zásahy by měly citlivě respektovat dlouhodobě formovanou, ale zároveň neustále se měnící pavučinu vztahů v přírodě. To však není snadné, neboť naše poznání je stále omezené... ●

Inzerce

Novinky v geoinformatice



Konference GIS Esri v ČR
6. a 7. listopadu 2019

Konference GIS Esri je největší konferencí věnovanou geoinformatice v České republice. Vedle využití GIS v inženýrských sítích a veřejné správě patří mezi významná probíraná témata také dálkový průzkum Země, **ochrana přírody, geologie, analýza ekosystémů i hlukové znečištění.**

Přijďte se podívat na možnosti současných geoinformačních technologií jak ve výzkumu, tak při jejich praktických aplikacích.

Více informací o konferenci a přihlášku naleznete na stránkách www.arcddata.cz.



Partner konference:



Mediální partneři:

