

Pyramidy z genů

Jak se šlechtí odolnost

**TIBOR
SEDLÁČEK**

O praktickém využití genové transformace ve šlechtění nových odrůd polních plodin jistě všichni víte. Také vám bude znám odpor ekologických aktivistů k těmto „kontroverzním“ technologiím. Molekulární genetika však má pro praktické využití ve šlechtění ještě jiné, sice ne tak mediálně zajímavé, ale mnohem užitečnější techniky. Nejperspektivnější z nich je selekce s využitím stabilních znaků – markerů.

Představme si následující situaci: Máme nějaký gen, třeba pro odolnost rostliny vůči viróze. Řeklo by se, že to je jednoduché – nakřížíme dárce genu s nějakým jiným rodičem, sledujeme potomstvo a vybereme to odolnější. Jestliže je ale sledování viróz podmíněno udržováním čistého viru, chovem přenašečů (mšic) a infekcí testovaných materiálů, tak už to moc jednoduché není. A v takovém případě přichází na pomoc molekulární genetika. Pokud víme, že nějaký polymorfismus na úrovni DNA (molekulární marker) je příznačný právě pro odolnost, stačí nám sledovat jej třeba pomocí polymerázové řetězové reakce (PCR).

Tím ale ještě není vyhráno. Virus se stále vyvíjí a geny odolnosti postupně (někdy dost rychle) ztrácejí účinnost. Co s tím? Je třeba použít více genů, nejméně dva. Při použití jednoho genu se ovšem dala molekulární genetika obejít (stačilo sledovat projevy), při použití více genů už ne. Když bude rostlina odolná, nebudeme vědět, zda odolnost způ-

sobil první gen, druhý gen, anebo oba dva. Spojování více žádoucích genů („stavebních kamenů“) v jednom genotypu se říká pyramidování.

Použijme jako příklad spojení genů odolnosti vůči mozaikové viróze ječmene. Víme, že existuje 11 genů odolnosti, z nichž některé byly již překonány, jiné se vyskytují v nekulturních zdrojích apod. Použitelných je z těch jedenácti genů jen pět. V naší šlechtitelské stanici pracujeme se třemi – *rym5*, *rym9*, *rym11*. Nejprve vybereme vhodné rodiče, kteří mají potřebné geny odolnosti i jiné žádoucí vlastnosti. Zkřížíme *rym4* a *rym9* a první generaci jejich potomků zkřížíme s první generací potomků vzniklých křížením *rym4* a *rym11*. Pak nastane hledání „té pravé“ kombinace – *rym4* + *rym9* + *rym11* se totiž vyskytne teoreticky pouze u 6,25 % jedinců. Pokud chceme, aby výslední jedinci byli využitelní i pro selekci na další znaky, potřebujeme opravdu velikou populaci – díky technice markerů ji našťástí precizně redukuje. Použití techniky markerů je nutné i v dalších generacích, protože při prvním vyhledávání jsme sice získali všechny tři geny, ale jen *rym4* je homozygotní. Když budeme mít štěstí a najdeme mezi mnoha špatnými liniemi aspoň jednu, ze které vznikne odrůda, postavili jsme „pyramidu z genů“. Nezbývá než si přát, aby naše stavba vydržela alespoň tak dlouho jako ty egyptské.

Ing. Tibor Sedláček (*1975) vystudoval Zemědělskou fakultu JU v Českých Budějovicích. V šlechtitelské stanici Stupice, SELGEN, a. s., se zabývá využitím molekulární genetiky při šlechtění rostlin a kvalitou rostlinné produkce.

Kmenové buňky z plodové vody

**JAROSLAV
PETR**

Kmenových buněk máme v těle spoustu. Prozradí je dělení, kdy nebývá osud jejich dceřiných buněk stejný. Jedna buňka zůstává podobná své „matce“ a nahradí ji. Proto kmenových buněk neubývá. Druhá buňka se vydává na novou „profesní dráhu“. Rejstřík profesí bývá různě široký. Některé kmenové buňky dávají vzniknout jen jednomu nebo několika málo typům buněk. Jiné jsou sku-

tečně všestranné a mohou se proměnit v kterýkoli z 230 typů buněk lidského těla. Takto všestranné buňky lze vypěstovat z embryí, a jsou proto označovány jako embryonální kmenové buňky. Představují velkou naději pro léčbu nejruznějších chorob a následků úrazů. Je jim však vyčítáno, že vznikají za cenu zničení lidského embrya. I proto vědci pátrají v lidském těle po obdobně všestranných

buňkách, jejichž odběr by byl z etického hlediska méně kontroverzní. Velké naděje upírají například k mezenchymálním kmenovým buňkám z kostní dřene.

Tým vědců vedených Anthonym Atalou z Wake Forest Institute for Regenerative Medicine našel podobně slibné kmenové buňky v amniotické tekutině, jež obklopuje vyvíjející se lidský plod. Zkráceně jsou označovány jako AFS buňky (amniotic fluid-derived stem cells).

Embryo i plod jsou zdrojem četných kmenových buněk, jež pronikají do placenty a odtud i do amniotické tekutiny. Patří k nim i AFS buňky, jež tvoří 1 % buněk přítomných v amniotické tekutině. AFS buňky v sobě nesou molekuly, které jsou typické jak pro embryonální kmenové buňky, tak i pro kmenové buňky, jež mají omezený rejstřík specializací. Velice intenzivně se množí a spektrum jejich diferenciací je překvapivě široké. Vědci zatím uspěli při všech pokusech o přeškolení AFS buněk na novou profesi. Získali buňky tukové tkáně, buňky cév, nervové buňky, buňky jater, kosti či svalů.

„Plný rozsah diferenciací AFS buněk ale musíme teprve určit,“ říká Atala. Zatím tedy není jasné, zda jsou AFS buňky plnohodnotnou náhradou za embryonální kmenové buňky, i když sdělovací prostředky je tak veřejnosti představily.

Vědci si hodně cení toho, jak se AFS buňky chovají v těle laboratorních myší. Na rozdíl od embryonálních kmenových buněk se v „surovém“ stavu nemění v hostitelově těle

na nádorovitou masu teratomů.¹ Velmi spordádaně se chovají v těle laboratorních myší i specializované buňky, které vědci z AFS buněk vypěstovali v laboratoři. Osteogenní („kostitvorné“) buňky poslušně tvořily kost. Jaterní buňky metabolizovaly dusíkaté látky a zplodiny měnily na močovinu. Nervové buňky se po vpravení do mozku zabudovaly do myší nervové tkáně.

Atalův tým využíval AFS buňky z amniotické tekutiny odebrané nastávajícím matkám během těhotenství. Amniotická tekutina se odebírá pro řadu testů, takže sběr materiálu pro pokusy nevystavil děti ani matky zvýšenému riziku. AFS buňky však lze získat i z amniotické tekutiny, která se uvolní při porodu. Takový odběr je zcela bez rizika. Atala spočítal, že 100 000 vhodně zvolených vzorků AFS buněk by vytvořilo dostatečně pestrou rezervu využitelnou pro léčbu 99 % současných obyvatel USA. Vzorky by se zřejmě daly nabrat poměrně rychle, protože ročně se v USA rodí 4 miliony dětí.

Objev Atalova týmu je bezesporu významný, neznamená však konec výzkumu kmenových buněk včetně buněk embryonálních. Anglické přísloví radí nedávat všechna vejce do jednoho košíku. Stejně by se nám nemuselo vyplatit, kdybychom všechny naděje vložili do košíku s AFS buňkami. Už zítra se mohou objevit ještě lepší buňky a při použití AFS buněk mohou nastat nečekané problémy. Nikdo neví, co přinese další výzkum. A kdo říká, že to ví a že je mu vše jasné, tak vědomě lže, nebo neví, o čem hovoří.

Prof. Ing. Jaroslav Petr, DrSc., (*1958) vystudoval Vysokou školu zemědělskou v Praze. Ve Výzkumném ústavu živočišné výroby v Uhřetíněvsi se zabývá regulací zrání savčích oocytů. Je členem redakční rady Vesmíru.

1) Teratom je nádor složený z tkání, které normálně v daném místě nebývají. Často se vyskytuje na pohlavních žlázách.

Vareniklin, nová šance pro kuřáky

Naučit se kouřit je velmi snadné, zbavit se závislosti na tabáku je velmi obtížné. O tom, jak snadné to je, svědčí fakt, že se naprostá většina kuřáků naučí kouřit již v raném věku. O tom, jak obtížné je přestat, svědčí fakt, že jen málokomu se to do konce života podaří. Chlapci dnes začínají kouřit obvykle kolem dvanácti let, dívky kolem třinácti. Na akutní negativní účinky kouření, jako jsou nevolnost a trávicí obtíže, vzniká u většiny kuřáků brzy tolerance, a tak jim nic nebrání v tom, aby v kouření pokračovali. Nejprve vznikne sociální závislost, protože kuřák většinou kouří ve společnosti, kouření je spojeno s určitým rituálem zapalování, nabízení cigarety, manipulace s cigaretou apod. Kouření je naučené chování, které si kuřák po mnoho let několikrát denně procvičuje, a tak je dobře ovládané. Protože se cigareta stává nedílnou součástí jeho života, vzniká u něj postupně psychická

závislost na cigaretě. U většiny kuřáků se pak vyvíjí fyzická drogová závislost na nikotinu a z kuřáka se stává pacient. Neexistuje žádná jiná droga, kterou by bylo možné legálně užívat tak často.

Na nikotinu je závislých asi 85 % kuřáků. Za závislého je považován člověk, který kouří nejméně 10 cigaret denně a po probuzení si do hodiny zapaluje první cigaretu. Snadnost vzniku závislosti na nikotinu je individuální, záleží na stavbě receptorů v mozku. Asi z 50 % je dědičná. (Kontakt 8, 355, 2006/2)

Prof. RNDr. Jiří Patočka, DrSc., (*1939) vystudoval Přírodovědeckou fakultu MU v Brně. Je profesorem toxikologie na Zdravotně sociální fakultě Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích a emeritním profesorem Fakulty vojenského zdravotnictví Univerzity obrany v Hradci Králové.

MUDr. Bohumír Plucar (*1960) vystudoval Lékařskou fakultu MU v Brně. Zabývá se výzkumem a vývojem léčiv kardiiovaskulárního a centrálního nervového systému. Je postgraduálním studentem Ústavu pro humanitní studia v lékařství na 1. LF UK v Praze.

JIŘÍ PATOČKA
BOHUMÍR PLUCAR

Čestné prohlášení autorů: Ani jeden z nás není v žádném vztahu k farmaceutické firmě, která vareniklin vyrábí a nikde také není použit jeho firemní název, který by fungoval jako reklama. Vareniklin je generický název.

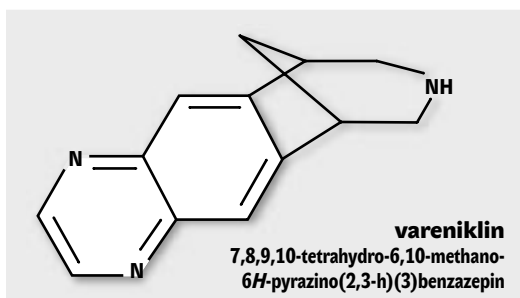
Zbavit se závislosti na nikotinu je stejně obtížné jako u jiných návykových drog. Asi 80 % dospělých kuřáků si přeje přestat kouřit a nejméně polovina z nich to každoročně zkusí. Bez účinné pomoci však takové pokusy znamenají 98% pravděpodobnost, že se abstinující kuřák k cigaretám vrátí.

Farmakologická léčba této závislosti je založena na podávání nikotinu z jiného zdroje než z cigarety, jde tedy o klasickou náhradní léčbu. Nikotin je v ČR k dostání v lékárnách bez předpisu ve formě žvýkaček, náplastí, mikrotablet, zdravotních bonbonů či inhalátoru. Metoda je založena na potlačení abstinčních příznaků (nikomu nezabrání v kouření!) a měla by trvat nejméně tři měsíce. Další používaná metoda je založena na podávání bupropionu, což je antidepresivum dostupné pouze na lékařský předpis, ale mů-

že ho předepsat kterýkoliv praktický lékař. Tato léčba je vhodná pro silně závislé kuřáky a je možné ji kombinovat s libovolnou formou nikotinu. Měla by trvat nejméně dva, raději tři měsíce, v některých případech i déle. Poslední výzkumy však napovídají, že se nikotin může aktivně podílet na rozvoji plicní rakoviny u kuřáků (Vesmír 85, 713, 2006/12) – ovšem pokud je upravován v tabáku a spolupůsobí s ostatními látkami tabákového kouře, čistá forma nikotinu.

Nyní se nabízí nový účinný lék vareniklin, který do jisté míry nahrazuje vliv nikotinu na nikotinové receptory typu $\alpha_4\beta_2$, a proto lze očekávat, že by mohl být neúčinnějším preparátem v terapii závislosti na nikotinu (CNS Drugs 20, 945, 2006/11). Jeho účinnost se udává kolem 21–45 %. I když vareniklin není záračný a jeho účinnost nepřekračuje 50 %, je zatím neúspěšnějším lékem. Od ostatních léků proti kouření se liší tím, že není náhražkou, ale působí na specifické nikotinové receptory, které u kuřákovi vyvolávají intenzivní potřebu si zapálit. Vareniklin způsobuje dopaminovou stimulaci, která snižuje abstinční příznaky. Antagonistický vliv vareniklinu navíc blokuje bažení po nikotinu, a tím potlačuje nebezpečí návratu k cigaretám. Tento lék je již na trhu v USA i v některých zemích EU a u nás by měl být k dispozici v nejbližší době.

Chemická struktura vareniklinu, tj. 7,8,9,10-tetrahydro-6,10-methano-6H-pyrazino(2,3-h)(3)benzazepinu.



Člověk, ozon a klima

PAUL J. CRUTZEN

Jana Olivová: *Významnou měrou jste přispěl k poznání složitých procesů v atmosféře. Soustředil jste se zejména na oblast atmosférické chemie, a to především na tvorbu a rozklad ozonu v atmosféře. Za tyto výzkumy jste v roce 1995 získal Nobelovu cenu za chemii spolu s Mariem Molinou a F. Sherwoodem Rollandem. Nobelův výbor tehdy nadepsal příslušnou zprávu pro tisk „Ozonová vrstva – Achillova pata biosféry“. Proč je ozon pro biosféru tak důležitý a proč je tak zranitelný?*

Paul J. Crutzen: Bez ozonu v ovzduší bychom neměli biosféru – nebo by byla jen velmi omezená. Ozon je tak důležitý proto, že brání pronikání ultrafialového slunečního záření. Jde o ultrafialové záření právě těch vlnových délek, které způsobuje například rakovinu u lidí, ale může také poškodit třeba plankton v oceánech. Není pochyb, že bez ozonu v atmosféře není možný život v nám známé podobě. Představuje tedy zásadní složku v životním prostředí. Achillova pata je proto dobré označení.

J. O.: *Velmi podrobně jste popsal procesy a chemické reakce, které způsobují ztenčování ozonové vrstvy. Nakolik je za to odpovědný člověk a jeho činnost?*

P. J. C.: To právě v současné době vidíme – nejdrastičtější příkladem je ozonová díra. Pozorujeme, že na jaře je nad Antarktidou ve výškách od 12 do 22 km veškerý ozon pryč, spotřebovaly ho chemické reakce. Přesně v této oblasti je ale za normálních okolností ozonu maximum! Objev jeho úbytku byl tedy zásadní. Zpočátku jsme těm údajům ani nevěřili, protože byly tak nečekané. V takovém případě má člověk sklon v první chvíli říci, že nejsou v pořádku měření. Nebyla to však chyba v měření, byly to naše nedostatečné znalosti a nedostatek předvídatosti, co se v důsledku lidské činnosti může stát. A to v zásadě jen kvůli celkem malému množství chlorfluorovodíků, které se dříve používaly ve sprejích a při výrobě pěnových izolačních hmot; ty ten problém způsobily.

J. O.: *Procesy probíhající v atmosféře jsou tak složité a vzájemně provázané, že je asi někdy pro vědce obtížné říci: „Tato chemická látka způsobuje to a to, tato sloučenina vede k tomu a k tomu...“ Znají vědci opravdu natolik dobře procesy v biosféře obecně a v atmosféře kon-*

Profesor Paul J. Crutzen (*1933 Nizozemsko), působí v Ústavu Maxe Plancka pro chemii v Mainzu (Mohuči) a také ve Scrippsově oceánografickém ústavu v La Jolla. Je nositelem Nobelovy ceny za chemii z roku 1995.

krétně, aby mohli skutečně říci, že změny klimatu jsou důsledkem lidské činnosti?

P. J. C.: Kdybyste se ptala, jestli jsme si sto procentně jisti, odpověděl bych, že to je asi nadhodnocené. Někteří vědci by to sice řekli, ale uvažme, že v našem vlastním poznání je ještě příliš mnoho neznámého a nejistého, než abychom tvrdili se sto procentní jistotou, že už tu máme oteplení klimatu – takové tvrzení zachází podle mého názoru trochu daleko. Řekl bych ale, že k tomu pravděpodobně směřujeme: Získáváme stále víc informací, že se klima otepluje, a nemáme žádné vhodné vysvětlení, proč by to měl být přirozený proces. Víme, že oteplování způsobují skleníkové plyny. Je však velkou otázkou, do jaké míry mohou tento efekt oteplování, vyvolaný hromaděním skleníkových plynů, vyvážit emise malých aerosolových částic, které v atmosféře odrážejí sluneční záření. Není jednoduché stanovit, jak tyto částice mohou ovlivnit tvorbu a vlastnosti mraků. To jsou hlavní vlivy, které tu působí. Stále jsem přesvědčen, že z celkového pohledu má věda pravdu a skleníkové plyny jsou faktorem číslo jedna. Nakolik ovšem mohou v absolutním měřítku za vývoj, jehož jsme svědky, v tom nepanuje vědecká jistota.

J. O.: Při své přednášce v Praze jste konstatoval, že začátkem 19. století lidstvo zahájilo epochu, kterou jste označil za antropocén. Co tím míníte a na čem toto tvrzení zakládáte?

P. J. C.: Geologové původně definovali naši geologickou epochu jako holocén. Když ale na jednom mezinárodním setkání jeho předseda stále mluvil o holocénu, náhle jsem vyhrkl – jako by to ze mne vyletělo – nežijeme přece v holocénu, žijeme v antropocénu (viz Vesmír 81, 67, 2002/2), protože vliv člověka je patrný všude! Uvedl jsem jako nejdratičtější příklad skutečnost, že na Zemi je dnes desetkrát víc lidí než před 300 lety, což je obrovský počet. A tito lidé spotřebovávají – dokonce i jako jednotlivci – víc přírodních zdrojů naší planety. Všechno se mi to propojilo a v jakémsi okamžiku inspirace jsem vyslovil nový termín, který se dříve neuzíval. Myslím, že oprávněně lze nazývat současnou epochu antropocén, protože existuje tolik případů, na nichž můžete demonstrovat, jak antropogenní, člověkem vyvolané procesy soupeří s přírodními pochody, nebo nad nimi dokonce převažují. Podívejme se na emise síry do atmosféry, které vedou ke kyselým deštům, špatné viditelnosti ad. Každým rokem vypouštíme do atmosféry 120–180 milionů tun síry. To je téměř desetkrát víc, než je normální. Oxidů dusíku tam také vypouštíme daleko víc, než kolik jich vytváří příroda. Další příklad: Z hnojiv, která dáváme do zemědělské půdy, je jejich potřeba na produkci potravin jen 10 procent. Zbývajících 90 procent se ukládá v půdách a vodách po celém světě. A my nevíme přesně, kde se tam hromadí nebo jestli se odbourává přírodními procesy – to se neví.

J. O.: Řada procesů je sice stále neznámá, věda však získává nové a nové poznatky. Odvážil byste se předpovědi, jak se budou atmosférické procesy dále vyvíjet, po-



Professor Paul J. Crutzen (*1933). Snímek © Zdeněk Herman.

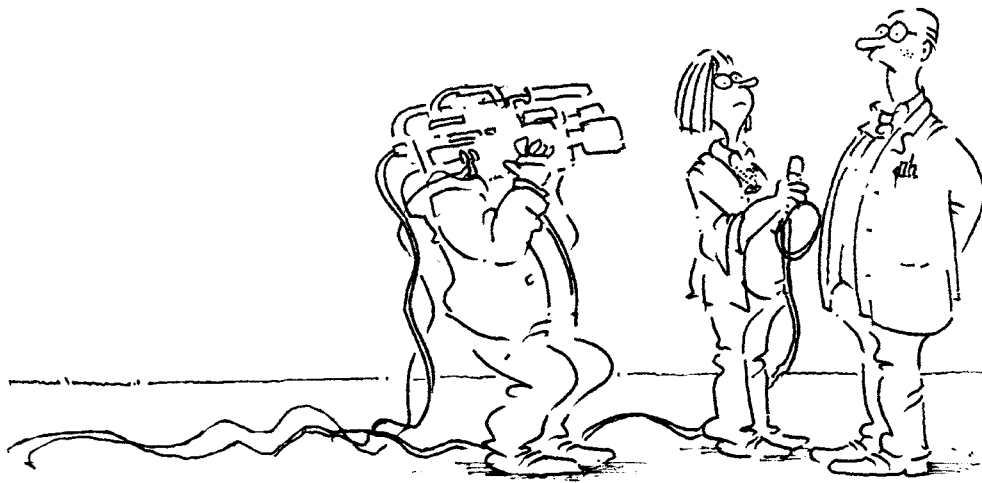
kud my lidé nezměníme své chování? Podívejme se na to z hlediska ozonu.

P. J. C.: Na to nemohu dát definitivní odpověď. Nejlepší odhady potenciálního zvyšování teploty, které v současné chvíli máme, hovoří o 2 až téměř 6 °C v tomto století. Pak budou z teplotního hlediska na Zemi takové podmínky, jaké za posledních několik milionů let naše planeta nezažila. Velký problém



AT JE OZONOVA DÍRA, SIRIČITANY,
FURT ZPÍVA. TAKY MU MOHLI DÁT
NĚJAKOU MEDAILI!

Kresba
© Vladimír Renčín.



NEMÁME TO LEHKÉ. POŘÁD NÁM DO NAŠÍCH ROZHODNUTÍ KEČÁ PŘÍRODA.

Kresba
© Vladimír Renčín.

představuje fakt, že na Zemi nyní žije tolik lidí jako nikdy předtím.

Teď je na světě 6 miliard lidí a tento počet se pravděpodobně zvýší na 9 miliard. A všichni chtějí být bohatí, žít v blahobytu. Kam to povede? Jestliže nebudou existovat jiné způsoby výroby energie, pak skutečně vidím budoucnost velmi chmurně. Při své přednášce jsem také ukazoval fotografii svého vnuka. Nejvíc nebudu trpět já a lidé mé generace, protože klimatické změny nepřicházejí obrovsky rychlým tempem, ale plíživě, pomalu, a přesto významně narůstají. Jejich dopady doopravdy pocítí naši vnukové a pravnukové a jejich děti.

J. O.: *Co je z vašeho pohledu největším úkolem lidí, kteří se zabývají klimatem a atmosférou? Co hlavního by měli zjistit?*

P. J. C.: Musíme porozumět chování, tvorbě a vlastnostem mraků a aerosolových částic v atmosféře. Vliv zvyšování koncentrací skleníkových plynů je velmi dobře znám. Nakolik ovšem zároveň toto oteplování způsobované hromaděním skleníkových plynů vyvažujeme částicami síry a dalšími částicemi v atmosféře a jaký je jejich vliv na mraky – to je velký problém. Není totiž vyloučeno, že když odstraňujeme látky znečišťující ovzduší, ve skutečnosti problém klimatu ještě zhoršujeme, protože čím méně je částic v atmosféře, tím méně slunečního záření se odrazí zpět do kosmického prostoru, a na Zemi pak je tepleji. Tady stojíme před opravdovým dilematem a je třeba zkoumat, co se s tím dá dělat. Hlavní úsilí bychom ale měli napřít na vyřešení další výroby energie. To nebude snadné, nelze toho dosáhnout za deset let. Může to trvat 50 let, protože elektrárna, která se teď staví, se staví v zásadě na 50 let. Tudíž jakákoli chyba, kterou dnes uděláme, tady bude 50 let. Měli bychom proto nyní přijímat správná rozhodnutí. Neuvidíme výsledek okamžitě, ale je to jediná cesta. Příkladem nám mohou být chlorfluorovodíky: Jejich množství v atmosféře už neroste, naopak koncentrace některých

z nich – těch nejnebezpečnějších – klesá. Přesto ještě nevidíme jasný vliv této skutečnosti na ozon, protože jeho množství je velmi proměnlivé rok od roku, od jedné zimy do příští zimy atd. Z toho důvodu ten efekt nevidíme okamžitě, ale jsem si jist, že přijde. Za 50 let – to je můj odhad – už ozonová díra nebude nebo se významně zmenší.

J. O.: *Vědci zakládají své předpovědi na klimatických modelech a měřeních. Jsou klimatické modely dost komplexní a měření natolik dlouhodobá a spolehlivá, aby z nich mohli vytvořit skutečně spolehlivé modely a na jejich základě činit spolehlivé předpovědi?*

P. J. C.: Lhal bych, kdybych řekl, že už toho víme dost, abychom mohli pronášet spolehlivé předpovědi. Pozorujeme předzvěsti toho, co se bude dít a co se děje. Co se týče klimatických modelů, řekl bych, že představují ten nejlepší způsob jak se dívat do budoucna. Nemůžeme říct, jestli nakonec budeme mít pravdu nebo ne, protože víme, že naše znalosti nejsou dostatečné. Zmínil jsem se o vlivu mraků a aerosolových částic. Nevíme, jak se bude lidstvo do budoucna chovat. To je další věc. Jak rychle lze zavést kroky, jimiž se ten problém zmírní, totiž vytvořit podmínky pro nové zdroje energie nezaložené na spalování fosilních paliv? Všechny tyto otázky jsou otevřené. Současné modely však zahrnují naše nejlepší dostupné poznatky. Ovšem lhal bych, kdybych tvrdil, že už víme všechno. To však neznamená, že situace v budoucnu bude horší ani že bude lepší, než v současné době předpovídáme. Vezměme si znovu ozonovou díru. Tu nikdo nepředvídal. Dlouho jsme si mysleli, že ke všem změnám bude docházet ve výškách 40 km, a pak jsme zjistili, že ozon mizí už ve výškách od 12 do 22 km, kde je ho maximum. Podobné situace mohou nastat s klimatem. Mohu říci jen tolik, že je to také otázka připravenosti; z toho důvodu bychom si neměli pořád říkat: nemůže to být tak zlé. Existuje totiž dost příkladů, kdy se situace fakticky vyvinula hůř, než se původně očekávalo. ✂

Otázky kladla
a rozhovor pro Vesmír
zpracovala Jana
Olívová, Český rozhlas.