

Mluvit o zázraku přírody nestačí

Někdo v geneticky modifikovaných plodinách vidí způsob, jak uživit rostoucí lidskou populaci a naplnit zdánlivý oxymoron udržitelného intenzivního zemědělství. Pro někoho jsou dílem ďáblůvým, které neprospívá nikomu kromě nadnárodních korporací. Jeden z jejich otců (a tedy pro mnohé ďábel), belgický molekulární biolog Marc Van Montagu, byl hostem letošního filmového festivalu AFO Olomouc.

text **ONDŘEJ VRTIŠKA**

Stejně jako odpůrci GMO mluvíte o udržitelném zemědělství. Neshodnete se ale v cestě, která k němu má vést. — Za pětadvacet let bude na Zemi žít o dvě miliardy lidí více než dnes. Otázka, jak rostoucí populaci uživit, navíc v podmínkách měnícího se klimatu, představuje jednu z největších výzev v historii lidstva. Zelené hnutí chce najít řešení, to však musí vzejít z vědy a technologie. Už dnes žije 60 % světové populace ve městech, takže potřebujeme intenzivní zemědělství.

Na volání po nutnosti návratu ke kořenům, k ekologickému zemědělství, neslyšíte? — Je to nostalgie po ztraceném ráji. Ekologické zemědělství v podobě, která se propaguje,

„Princip předběžné opatrnosti dohnaný do extrému je princip naprosté pasivity.“

nemá dostatečné výnosy, touto cestou se v žádném případě vydat nemůžeme. Ze zelené revoluce Normana Borlauga vzešly odrůdy, které při správném hnojení dávají díky vhodné kombinaci genů mnohem větší výnosy. Ale vylepšování genetické informace tradičními metodami je pomalé a naráží na své limity. Když se po irském hladomoru šlechtitelé pokoušeli získat brambory odolné vůči plísni *Phytophthora infestans*, trvalo jim to pětadvacet let a výsledky nebyly příliš uspokojivé. Pomocí biotechnologií lze lepšího výsledku dosáhnout za dva tři roky. Totéž můžete udělat s banány. V některých oblastech se musí stříkat proti patogenům několikrát denně, často to obstarávají děti, mnoho lidí kvůli toxicitě postřiků umírá. Biotechnologie

by nám umožnily chránit banány udržitelným způsobem.¹

Proč to tedy neděláme? — Překážky jsou politické a společenské, nikoli technologické. Už před deseti lety byl k dispozici GM Bt lilie odolný vůči škůdcům. Indická vláda jeho uvedení do praxe ale nakonec odmítla. Až před dvěma lety ho povolil Bangladéš. V Indii přitom tisíce dětí umírají kvůli neurotoxickým postřikům. Používají se chemikálie zakázané Stockholmskou úmlouvou o perzistentních organických polutantech. Nestačí postříkat pole chemií. To je brutální metoda, kterou jsme museli zvolit, abychom jako rostoucí lidstvo bezprostředně přežili, ale není to udržitelné. Zemědělství

v podobě, v jaké ho provozujeme v posledních desetiletích, znamená katastrofu pro životní prostředí.

V čem všem vidíte příležitost pro genové inženýry? — Musíme jít cestou systémové biologie. Porozumět metabolickým cestám, které v rostlinách probíhají, a naučit se je ovládat. Když budou spolupracovat entomologové, pedologové, mikrobiologové, genetici, rostlinní fyziologové..., potom zmůžeme leccos. Můžeme se zabývat odolností vůči nemocem nebo suchu, nacházet cesty k efektivnější fotosyntéze a výhodnější „architektuře“ pěstovaných rostlin, k účinnějšímu využívání živin... Začínáme rozumět tomu, jak rostliny fungují, a máme



Snímek Rosalee Yagihara, licence CC BY 2.0

prostředky k jejich cílenému ovlivňování. Musíme je využít, není čas čekat.

Můžete být konkrétní třeba stran účinnějšího využívání živin? — Intenzivní zemědělství využívá příliš mnoho fosfátů, které potom, spláchnuty z polí, způsobují eutrofizaci vod, vodní květy. Luis Herrera-Estrella, který kdysi začínal v naší laboratoři a nyní působí v Mexiku, přišel s elegantním řešením. Spočívá ve využití fosfitů místo fosfátů. Fosfor vázaný ve fosfitech není rostlinami využitelný, naopak jejich růst brzdí. Luis se svým týmem si vypůjčil metabolickou cestu z bakterie *Pseudomonas stutzeri* a vytvořil huseníček a později i kukuřici, které umějí přeměnit fosfity na fosfáty.² Takže mohou růst v podmínkách, v nichž se plevelu nedaří. Máte vlastně hnojivo i herbicid v jednom a problém s eutrofizací vod mizí, protože ani řasy fosfity využívat nedovedou. Podobně lze rostliny naučit fixovat vzdušný dusík.

Pomocí bakterií z kořenových hlízek bobovitých rostlin? — Mikroorganismů, které dovedou fixovat vzdušný dusík, byt třeba méně efektivně, je mnoho. Když je studujete izolovaně, nepozorujete žádný efekt. Ale díky metagenomice se ukazuje, že v kořenech

„PRO ZELENÉ HNUTÍ je příroda svatá, nemáme právo do ní zasahovat. Proto ten odpor vůči genetickým modifikacím.“

i listech rostlin existují složité mikrobiální sítě, které se na fixaci dusíku podílejí. Začínáme chápat význam mikrobiomu pro lidskou fyziologii a u rostlin to je stejné. Ve státě Washington je v zimě spousta sněhu, na jaře záplavy, půda je kvůli erozi velmi chudá. Přesto když se řeky vrátí do koryt, okamžitě vyraší topoly. Na téměř čistém písku a kamelech rostou velmi rychle. Vděčí za to právě bakteriím fixujícím dusík.³ Má smysl tyto systémy co nejlépe poznat a na jejich principu budovat udržitelné zemědělství.

To je komplexní přístup, který by se měl ochráncům přírody líbit. — Jenomže oni říkají, že stačí jen mít ty správné bakterie. Ne. Musíte poznat molekulární dynamiku těch dějů a umět ji využít. Zelené hnutí bylo vždy pyšné, že neredukuje přírodu na jednotlivé organismy. S tím souhlasím, ale musíme při tom používat vědecké metody. Nestačí pokleknout na kolena a mluvit o zázraku přírody. Můžete mluvit o zázraku, pokud vás to stimuluje, ale analyzujte ho. Jak to ty enzymy dělají, že dovedou

i za arktických teplot totéž, k čemu lidmi vyvinutá Haber-Boschova syntéza vyžaduje vysoké teploty a tlak? Mimochodem s onou komplexitou vztahů mezi organismy souvisí velký problém, že nám legislativa zakazuje testovat nové GM plodiny venku na poli.

Protože nemůžete simulovat přirozené podmínky? — Ano, je třeba zkoušet různé půdy, různé klima. Od odpůrců GMO bylo velmi chytré, že prosadili zákaz testování na polích. Pro zelené hnutí je klíčový pojem biodiverzita, takže by měli vědět, že v laboratoři nemůžete zjistit nic. I ve skleníku máte umělé podmínky. Nejen abiotické. Půda není neživá hmota, kypí životem od bakterií, kvasinek a plísni po hmyz.

Jak jste s kolegy na možnost cíleně zasahovat do rostlinného genomu vlastně přišli? — Po rozluštění genetického kódu v šedesátých letech jsme si uvědomili, že když pochopíme, jak fungují geny, genetika nám otevře obrovské možnosti. Nastala exploze poznání, bylo vzrušující v té době pracovat. Pomalu jsme začali chápat evoluci na molekulární úrovni. V sedmdesátých letech jsme se v Gentu rozhodli podívat na to, proč a jak půdní bakterie *Agrobacterium* způsobuje u rostlin nádory. A zjistili jsme, že provádí horizontální přenos genů: dovede přenést kusy své genetické informace do rostlinné buňky. Ta se pak množí a vznikne nádor, jehož buňky plní úkoly, pro něž je bakterie naprogramována. Ukázali jsme, že genomy jsou méně konzervativní, než se zdálo. Mohou podléhat rychlým a dramatickým proměnám.

Napadlo vás okamžitě, že bakteriální plazmid lze využít jako trojského koně k vnesení cizích genů do rostliny? — Věnovali jsme se základnímu výzkumu, ale v té době ještě nebyly k dispozici nástroje pro podrobnější studium tohoto děje, tak jsme se zaměřili na aplikace, které byly už tehdy možné: na vnášení nových genů



Snímek Ghent University

Marc Van Montagu (*1933)

Molekulární biolog, emeritní profesor Gentské univerzity, na níž založil Ústav pro přesah rostlinných biotechnologií (IPBO). Je také poradcem Vlámského biotechnologického ústavu (VIB) a prezidentem Evropské federace biotechnologie (EFB). V roce 1963 působil na tříměsíční stáži v Ústavu organické chemie a biochemie ČSAV, kde se seznámil s Antonínem Holým.

V sedmdesátých letech na Gentské univerzitě spolu s Jeffem Schellem studoval molekulární podstatu vzniku rostlinných nádorů působením půdní bakterie *Agrobacterium tumefaciens*. Výzkum přinesl objev Ti plazmidu, který následně využili k přenosu genů do rostlinných buněk. V roce 1983 s kolegy vytvořil první transgenní rostlinu – tabák.⁴ Tím začala éra geneticky modifikovaných plodin. Třicet let poté (2013) získal za svůj přínos zemědělství Světovou potravinovou cenu.

V roce 1982 s Jeffem Schellem založil biotechnologickou firmu Plant Genetic Systems (od roku 2002 ji vlastní společnost Bayer) a v roce 1998 byl ve VIB u založení spin-off firmy CropDesign (roku 2006 ji převzal BASF).

do rostlin. Na počátku osmdesátých let to byl průlom do metod vývoje nových odrůd hospodářských plodin.

Ale jejich praktické uplatnění zatím není tak daleko, jak jste si asi představovali. Přemýšlel jste o tom, proč se jich tolik lidí obává? — S nástupem participativní společnosti po květnu 1968 přišla obrovská změna. Stoupl důraz na individualitu člověka, na lidskou důstojnost, na právo vyjádřit svůj názor. Vystála otázka, jak s veřejností komunikovat o vědě, k níž se chtěl každý vyjadřovat, ale k jejímu pochopení potřebujete hluboké znalosti. Pro zelené hnutí je příroda svatá, nemáme právo do ní zasahovat. Proto ten odpor vůči genetickým modifikacím. Ale ve vědě se nemůžete řídit jen svými přáními a vírou, aniž byste brali ohledy na fakta. Věda je velmi mladá a lidé se stále nevyrovnali s tím, že neustále překračuje nějaká tabu, která společnost do té doby ctila. Ale ta tabu zde byla jen proto, že se lidé museli nějak vypořádat se světem i v době, kdy pro jeho pochopení ještě neměli potřebné znalosti.

Není i ona nedůvěra fakt, jehož příčiny je třeba pochopit a s níž je třeba počítat? — Ano, i racionální vědec by měl respektovat lidské emoce, iracionalita je v každém z nás. Daniel Kahneman v knize *Myšlení rychlé a pomalé* uvádí řadu situací, v nichž se rozhodujeme intuitivně. Život je tak náročný, že nemáme čas vše promyšlet. Můžeme tvrdit, že náboženská nebo jakákoli jiná víra není racionální, ale nemůžeme popřít její existenci a to, že ovlivňuje lidské rozhodování. A nemůžeme obavy lidí odmítnout s tím, že jsou hloupé. Musíme vést dialog. Když někomu řeknete, že je hloupý, přestane se s vámi bavit a začne bojovat.

Stejně jako třeba v debatě o očkování je ale těžké některé mýty vyvracet. Pokud lidem zapadají do jejich vidění světa, na věcné argumenty neslyší. Máte stejnou zkušenost? — Populární mýtus říká, že zemědělci v Indii páchali sebevraždy, protože se nenaplnila jejich očekávání spojená s GM bavlníkem. Indická aktivistka Vandana Shiva s tím příběhem dodnes obíždí svět, sklízí potlesk a dostává ceny, přestože už v roce 2008 vyšlo najevo, že to není pravda.⁵ Chudí zemědělci umírali, protože selhal bankovní sektor zajišťující půjčky, a mnohdy také proto, že naletěli podvodníkům. Ve všech rozvojových zemích působí mafie snažící se okrást i největší chudáky žijící za dolar na den. Velké nadnárodní firmy, které lidé někdy právem viní z řady problémů, přinejmenším zemědělcům nabízejí perfektní služby, protože si nemohou dovolit, aby jejich produkty nebyly kvalitní. Útoky proti firmám jako Monsanto, Bayer nebo BASF nejsou ve většině případů korektní.

Čelí kritice, že jsou motivovány ziskem bez ohledu na prospěch pro zemědělce a životní prostředí. Nepravém? — Tyto společnosti odvádějí velmi dobrou práci pro rozvoj intenzivního, na vědě založeného zemědělství. Ano, dělají to pro svůj vlastní prospěch, nejsou to mesiáši. Je úkolem veřejného sektoru, aby reguloval trh a zajistil ochranu slabých. Potřebujeme demokratičtější zemědělský systém, zemědělci musí být součástí společnosti, ne otroci pracující pro zisky bohatých. A to by měla být i jedna z rolí zeleného hnutí. Ne šířit dezinformace, ale poskytovat farmářům poradenské služby a bojovat za jejich práva. Podporovat zavádění plodin, které přímo pomáhají chudým lidem. Zemědělci pak budou mít vyšší výnosy,lepší se kvalita jejich života, budou mít lepší školy, zintenzivní se výměna zboží, posílí se ekonomika. Zatím zelené hnutí paradoxně hraje nadnárodním firmám do karet.

Jak? — Když chemický průmysl v devadesátých letech rozpoznal budoucí význam geneticky modifikovaných plodin, chtěl je mít pod kontrolou. Získat monopol. A monopol lze udržet buď dočasně přes obchodní tajemství, nebo prostřednictvím regulačního systému, který jednomu hráči vydá povolení a ostatním ho odepře. Ta druhá možnost je nepřijatelná, protože blokuje pokrok vědy. Je divné, že zelené hnutí a levicové strany, vymezující se vůči velkému průmyslu, na to skočily a začaly křičet, že nechtějí GMO, že jsou pravděpodobně nebezpečné a je třeba je přísně regulovat. Do oběhu vypustily enormní množství falešných informací a průmysl si liboval, protože důsledkem je regulační systém, který omezuje konkurenci.

Regulace omezují i velké hráče. — To je pravda, ale oni si mohou dovolit platit vysoké náklady spojené se získáním potřebných povolení. Malí hráči se na trh dostat nemohou, protože je to pro ně finančně i časově příliš náročné. GM plodiny se pěstují už na desetinu světové zemědělské půdy, 83 % sóji a 78 % bavlníku je transgenní. A tuto produkci kontroluje pět nebo šest nadnárodních společností, mezi nimiž probíhají další fúze.

Jak debatu o GM plodinách proměňují nové techniky jako CRISPR? — Dnes nemusíme vnášet jen nové geny z jiných druhů. Pomocí epigenetických zásahů je například možno umlčet geny, které jsou v rostlině přirozeně přítomny, a tím změnit její vlastnosti. Nebo se otevírá cesta k výměnám jednotlivých písmen v řetězci DNA. K takovým mutacím dochází i zcela přirozeně, šlechtitelé je vyvolávají ozařováním, nyní to můžeme dělat velice efektivně a přesně. Na takto vytvořené rostlině nelze poznat, zda vznikla náhodnou přirozenou mutací, nebo



Snímek AFO/Jan Andreáš

O GENETICKY modifikovaných plodinách a budoucnosti zemědělství Marc Van Montagu přednášel i na dubnovém filmovém festivalu AFO v Olomouci.

cíleným lidským zásahem. Měli bychom to zakázat jen proto, že se ona změna odehrála v laboratoři? To je přece absurdní.

Příroda toho vůbec umí více, než jsme si donedávna mysleli. — Celý svět je jedna velká genetická laboratoř. Všechny sladké brambory, batáty, které se prodávají, v sobě nesou sekvenci DNA z bakterie *Agrobacterium*, kterou získaly asi před 6000 lety, jak ukázali genetici z naší univerzity.⁶ Díky sekvenčním metodám nacházíme v evoluci další a další příklady horizontálního přenosu genů, takže bychom měli začít chápat, že je to přirozený proces, který se nestane nebezpečným tím, že se ho chopí člověk. Pěstujeme deset nebo dvacet opravdu důležitých plodin, celkově asi tři tisíce. A žádná z nich není přirozená. Všechny vznikly šlechtěním a křížením. Dnes jen máme efektivnější metody, jak s nimi pracovat.

Jak se v tomto kontextu díváte na princip předběžné opatrnosti? — Nemůžete se chránit před něčím, co neexistuje. Jak by se měl člověk zabezpečit před lochneskou příšerou? Chce se po nás, abychom dokázali neexistenci nebezpečí, ale to nejde. Úvaha, že když nemůžeme dokázat, že se něco nemůže stát, budeme k tomu přistupovat tak, jako by se to stát mohlo, je nebezpečný příklad falešné logiky. Princip předběžné opatrnosti dohnaný do extrému je princip naprosté pasivity. Vše, co používáme, může být nebezpečné. Přesto dál jezdíme autem. ●

5) Zpráva IFPRI, 2008: <http://jdem.cz/b95f37>.

6) Kindt et al., PNAS, DOI: 10.1073/pnas.1419685112.