

Co rostliny vědí, co umějí a jak si povídají

Slunečnice se otáčí za sluncem, výhonky fazolí vědí, kolem čeho se mají obmotat, a například taková vrba informuje svoje sousedky o tom, že ji právě ožírá housenka. Jak je to možné? Mají rostliny čich, zrak nebo hmat? Uvědomují si, kam až sahají, za čím rostou a jak vypadají? Mohou spolu komunikovat? A dá se jejich vzájemné chemické varování považovat za spolupráci? Nad tím se zamýšlí **Mgr. IVA MOZGOVÁ (39), Ph.D.**, z Ústavu molekulární biologie rostlin, která ve své laboratoři tak trochu „týrá“ rostliny, aby zjistila, jak se vypořádají se stresem a jak s ním následně naloží.



■ Rostliny reagují na světlo, vláhu, ale i dotyk. Můžeme tedy říct, že mají smysly?

Ředitel Ben Gurionovy univerzity v Izraeli Daniel Chamovitz napsal úžasnou knihu *Co rostlina ví*, v níž smyly rostlin popisuje. Jestli a jakým způsobem je ale můžeme přirovnávat k živočichům, je velká otázka. Rostlina zcela jistě vnímá své okolí, ale na rozdíl od nás nemá nervovou soustavu a mozek, takže na podnět odpoví tím, že spustí kaskádu buněčných reakcí, což obrazně řečeno můžeme jakýmsi smyslem nazvat. Je to však pohled velmi antropocentrický (*považující člověka za univerzální měřítko, pozn. red.*).

■ Jak tedy rostlina vidí?

Rostlina vnímá světlo, ale protože nemá nervovou soustavu ani oči, nebude vytvářet obraz. Zcela určitě ale vnímá barvu světla, tedy jeho vlnovou délku, intenzitu a také místo, odkud světlo přichází, což je ten důvod, proč se třeba slunečnice otáčí za sluncem. Vnímají také poměr jednotlivých barev, takže vědí, kolik je v prostředí modré, červené nebo vzdálené červené, a na základě toho spouštějí a upravují metabolické pochody, jako je třeba fotosyntéza nebo vývoj.

■ Máte konkrétní příklad?

Vlnové délky modrého a červeného světla rostlinám dodávají energii nutnou k fotosyntéze, která je důležitá pro jejich růst, a proto jsou světla v nějakém poměru červené a modré využívána ve sklenících. Rostliny ale dokážou reagovat také na poměr červené a vzdálené červené, což je vi-

dět například v lese, kde je rostlina zastíněná stromy, které jí pohltí červenou, a jí zbude více vzdálené červené, jež spustí odpověď na zastínění, například to, že se rostlina vytáhne ve snaze získat více světla. Když se vám doma vytáhnou květiny do výšky, bude to pravděpodobně právě tím, že mají málo světla. Reagují ale také na UV záření, kterému se nemohou vyhnout a před kterým se musejí, ostatně stejně jako my, bránit.

■ A jakým způsobem se UV záření brání?

Rostliny se nemohou bránit tím, že se namažou krémem a vezmou si sluneční brýle. Nicméně se obrana proti UV záření těmito strategiím trochu podobá. Rostliny

„Rostlina zcela jistě vnímá své okolí.“

mají na pokožce chlupy, takzvané trichomy, a ty mohou obsahovat látky pohlcující UV záření. Další vrstvou obrany je vosk na pokožce, který záření odráží. Další úroveň ochrany spočívá v tom, že se rostlina snaží „napravit škody“ způsobené UV zářením, jako je například oprava DNA, náhrada poškozených proteinů, odstranění reaktivních forem kyslíku a tak dále.

■ Někdy slunce rostliny spálí. Cítí nějakou bolest?

Bolest je opět něco, co se vytváří v mozku, takže o tom pochybuju. Ale na zvý-



Housenky požírající list. Rostlina sice v takovém případě necítí bolest, ale reaguje. „Vnímá narušení své integrity, spustí stresovou reakci a začne vyplavovat chemické látky, které jí začnou putovat, aby celá rostlina věděla, že ji něco ukouslo,“ vysvětluje bioložka Mozgová.

šenou teplotu nebo mechanické poškození rostlina samozřejmě reaguje. Pokud ji něco sežere, vnímá narušení své integrity, spustí stresovou reakci a začne vyplavovat chemické látky, které jí začnou putovat, aby celá rostlina věděla, že ji něco ukouslo. Tyto chemické látky se ale mohou z listů také vypařovat, takže rostliny v okolí se mohou „dozvědět“, že jsou v ohrožení a někdo může okousat i je.

■ A dá se to považovat za formu komunikace?

V podstatě ano. V 80. letech 20. století se dělaly pokusy s vrbou, kterou napadly housenky. V tu chvíli si vytvořila stresový hormon, kyselinu jasmonovou, jež se transportovala po celé rostlině, aby i vzdálené listy věděly, že tam ta housenka je. Zároveň začala vylučovat také methyl-jasmonát, což je těkavá forma této kyseliny, který ostatní rostliny informoval o tom, že byla napadena a že by bylo dobré začít se bránit.

■ K čemu ale okolním rostlinám tahle informace je, když před housenkami nemohou utéct?

Rostliny sice nemohou utéct, ale umějí si vytvářet chemické látky, například alkaloidy nebo toxické fenolické látky, jež nebudou housenkám chutnat, nebo je budou dokonce zabíjet. Když tedy napadená rostlina na základě prvotního signálu zjistí, že ji někde něco žere, spustí celou kaskádu výroby chemických látek, jimiž začne bránit své listy, které pak například nebudou tak chutné, a ožírání ujdou. Podobně rostlina reaguje i v případě napadení bakteriemi – začne vylučovat jiný hormon, konkrétně kyselinu salicylovou, která informuje jak ji, tak rostliny kolem. A ty mohou začít zbrojit, a připravit se tak na

žou upravit svůj metabolismus, aby začaly vytvářet látky, které jsou jedovaté nebo třeba těm housenkám nechutnají. Rostliny vytvářejí alkaloidy, jež patří mezi nejsilnější jedy a toxiny v přírodě – například kurare (šípový jed) znemožňující buňkám dělení nebo halucinogeny jako atropin. Mezi alkaloidy také mimochodem patří kofein nebo nikotin. Možná proto prudce jedovaté alkaloidy pocházejí z rostlin, pro-

tože je to jejich způsob, jak se brání agresorům, před nimiž nemůžou utéct.

■ Umějí se ubránit i virům?

Ano. Mechanismy obrany jsou do určité míry podobné jako obrana proti bakteriím. Existují receptory, které mohou viry rozpoznat na povrchu buňky nebo v buňce, a ty pak spustí kaskádu reakcí vedoucí k obraně. Součástí obrany proti virům je například i to, že rostlina zamezí produkci virových proteinů nebo že zničí virovou RNA (*ribonukleová kyselina, jež je zodpovědná za přenos informace podobně jako DNA, pozn. red.*) pomocí mechanismu, který se nazývá RNA interference.

■ A i o tomhle boji rostliny v okolí vědí?

Nejsem odborník na imunitu rostlin, ale myslím si, že mohou. Obrana proti virům spouští podobné reakce v celém těle rostliny jako obrana proti bakteriím – třeba produkci kyslíkových radikálů nebo salicylové kyseliny, která zase může být vnímána rostlinami v okolí.

■ Čím okolní rostliny varování té napadené vnímají?

▼ Jihoameričtí indiáni získávají z rostlin kurare, látku ze skupiny velice jedovatých alkaloidů, a tou pak napouštějí své šipy (proto se jí také říká šípový jed). Proč vlastně rostliny alkaloidy produkují? „Je to jejich způsob, kterým se brání agresorům,“ říká bioložka Mozgová, „nemůžou utéct.“



Rostliny mají speciální receptory, jež rozpoznávají jednotlivé druhy hormonů. To znamená, že kyselina jasmínová nebo salicylová budou mít receptory, které rozpoznají přítomnost těch molekul a spustí kaskádu signálů, co změní produkci dalších látek. Vzdáleně to může připomínat čich, protože rostlina vnímá těkavou látku rozpuštěnou ve vzduchu – podobně my cítíme pachy.

■ Jak rychlá dokáže obrana rostlin vůči agresorům být?

Může být velice rychlá. Naše pokusy ukazují, že když vystavíme rostlinu stresu nebo chemikálii, která jej má napodobovat, upraví aktivitu svých genů už třeba za čtvrt hodiny a spustí celou kaskádu signalizačních procesů, jež vedou k tomu, že se tam například nahromadí hormony nebo obranné chemické látky. Tento proces je ale pro rostlinu nesmírně energeticky náročný, což znamená, že rostlina musí investovat zdroje, které by jinak použila třeba na růst, do své obrany. Vlastně je to jako u lidí. Vždy je to něco za něco a pro rostlinu není dobré, když stresová reakce trvá příliš dlouho.

■ Dokážou rostliny přežít i stres, jaký by živočichové nezvládli?

Ano, existují například rostliny, které při nedostatku vody úplně vyschnou, zastaví své metabolické procesy, a kdybyste k ta-

kové rostlině přišla, vyhodíte ji do koše, protože ji budete považovat za mrtvou. Pokud ale znovu získá vodu, je schopná své buňky a metabolické procesy oživit a začne znovu růst. Takhle to mají například kapradiny, které žijí v prostředí, kde se množství vláhy hodně mění. Obecně mají rostliny výhodu v tom, že vytvářejí třeba semena nebo spory, díky nimž přežijí i extrémní stres a vyklíčí, až když stres

„Spolupracují, ale bez záměrného cíle.“

pomine. Také rostliny mohou regenerovat z několika buněk, které stres mohou přežít, a z nich pak vyroste celá rostlina.

■ Vraťme se ke komunikaci rostlin. Co všechno a jak si mohou rostliny vzájemně říct?

Rostliny hlavně komunikují pomocí chemických látek, které jsou těmi „slovy“ v rostlinné komunikaci. Už jsme se bavily o těkavých látkách, jež vnímají i okolní rostliny. Mohou také reagovat na dotek, a to i vedle rostoucí rostliny, takže vědí, že jejich prostor je omezený. Zastíněním si zase „řeknou“, že rostou v podrostu, a tak dále.



Kapradiny jsou příkladem velmi odolných rostlin, které dokážou přežít i nepřízeň, jež by člověka spolehlivě usmrtila. Při nedostatku vody zastaví své metabolické procesy, úplně vyschnou a vypadají jako mrtvé. Pokud ale vodu zase získají, buňky metabolismus opět nastartují a začnou znovu růst.

■ Lze tohle informování, kdy jedna rostlina o svém napadení zpraví druhou, považovat za spolupráci?

Ano, ale bez záměrného cíle spolupracovat. Vyvinulo se to tak v evoluci. Můžeme spekulovat, že když třeba housenka začala ožírat jednu rostlinu, která signalizovala druhé, že je v nebezpečí a má spustit obranné reakce, měla ta druhá rostlina, jež signál vnímala, větší šanci přežít. Možná proto pak bylo výhodné, aby existovala mezi rostlinami nějaká forma komunikace. Na druhou stranu spolu ale mohou rostliny i bojovat, protože kromě zmíněných těkavých látek, jimiž se informují o nebezpečí, mohou rostliny vylučovat z kořenů také tekutiny, které odpuzují ostatní rostliny a zabraňují jejich růstu – této komunikaci se říká alelopatie. Tímto způsobem boje je známý například ořešák nebo akát. Pro tyto stromy zkrátka bylo výhodné zabít nebo nenechat růst vegetaci kolem sebe, aby jim zbylo víc zdrojů pro vlastní růst nebo pro růst jejich potomků.

■ Invazivní druhy tedy využívají právě tuto komunikační strategii?

Takto silná chemická komunikace prostřednictvím kořenů je u rostlin spíše výjimkou. Obecnou strategií invazivních rostlin je zejména to, že rychle rostou, produkují spoustu semen, a tím přerostou všechno okolo. Nebo se třeba dobře šíří pomocí velkého kořenového systému a odendků. Rostliny pod nimi nebo v jejich okolí nemají světlo a dostatek živin, a zemřou.

■ Bojuje proti sobě jedinec proti jedinci, nebo druh proti druhu?

Spíše druh proti druhu, kdy jeden převládne druhý, ale určitě existují i mechanismy, kdy se snižuje počet jedinců, což můžeme pozorovat například ve vysemeněném lese. Rostliny se musejí chovat tak, aby jich nebylo na ploše moc, protože se musejí dělit o zdroje, takže občas nějakého jedince přerostou, zastíní ho, uberou mu živiny, a on zakrnl.

■ Některé rostliny spolupracují také s houbami. Proč je to pro ně výhodné?

Rostlin, které rostou ve „spolupráci“ s houbami, je zřejmě velké množství, možná až kolem 80 procent druhů. Výhodné je to pro houbu i rostlinu. Rostlina dodává houbě uhlíkaté látky získané díky fotosyntéze a houba rostlině zase vodu s minerálními látkami.

■ Velice často se mluví o jakémsi lesním internetu z mycelia, tedy rozsáhlého vzájemně propojeného podhoubí, jehož prostřednictvím celý les komunikuje. Je už stoprocentně prokázáno, že to skutečně funguje?

S touto otázkou souvisí i diskuse o vědomí rostlin, což se velmi intenzivně probírá, ale

vše velice záleží na tom, jak si tohle vědomí definujeme. Pokud tedy přijmeme hypotézu, že vědomí může existovat i bez funkce mozku, můžeme se o něm bavit. Ostatně to řeší celý vědní obor, neurobiologie rostlin, kterou však ne každý akceptuje. V souvislosti s tím tedy věřím tomu, že v komunikujícím lese funguje výměna látek a provázanost rostlin s houbami vytváří ekosystém, který musí nějakým způsobem fungovat, ale jestli například smrk na jednom konci lesa řekne skrz mycelium smrku na druhém konci lesa, že byl napaden kůrovcem, opravdu nevím. Je to populární téma, ale řekla bych, že se s ním musí zacházet opatrně.

■ Už jste zmínila vědomí rostlin. Uvědomují si samy sebe? Vědí, kam až jejich listy nebo kořeny sahají?

Opět jsme u něčeho, co vyžaduje mozek. Rostliny zcela jistě reagují na dotyk, v podstatě mají hmat a poznají, když se růstem blíží k nějaké překážce. V tu chvíli se začnou ohýbat a snaží se překážku obrůst. Zda je to ale ukázka jejich vědomí – řekla bych, že ne, je to spíš momentální reakce na podnět.



▲ Nejen lidé, ale i rostliny si spolu dokážou vyměňovat informace. „Rostliny komunikují hlavně pomocí chemických látek, které jsou ‚slovy‘ v jejich komunikaci. Mohou také reagovat na dotek, a to i vedle rostoucí rostliny, takže vědí, že jejich prostor je omezený,“ vysvětluje biologka Mozgová.

■ Mají rostliny paměť?

Tu zcela určitě mají, ale ukazuje se, že je krátkodobá. Když malou klíčnou rostlinu vystavíte stresu, například suchu, a za čtrnáct dní tento stres zopakujete, bude mnohem efektivnější v tom, jak se bude suchu bránit, protože napodruhé své obranné mechanismy spustí rychleji. Pokud už se ale stres opakovat nebude, pak si tuto zrychlenou obrannou reakci neuchová.

■ Na jakém principu je paměť rostlin založena?

Mimo jiné na principu epigenetiky, která zjednodušeně řečeno studuje mechanismy, jež nějakým způsobem mění expresi genů – to, jakým způsobem se geny aktivují nebo deaktivují, ale tento proces nesouvisí se změnou v sekvenci DNA. Naše genetická informace je v jádře ve formě DNA, která je tvořena stavebními bloky, bázemi, jež se označují písmeny A, C, G, T. Naše genetická informace je tedy soubor (*sekvence, pozn. red.*) těchto písmenek a tím, jak jsou za sebou uspořádána, kódují informaci ve formě genu. Aby mohl být tento gen funkční, musí se přepsat do jiné molekuly, což je RNA, a to se pak musí přeložit do proteinu, jenž pak v buňce vykonává ty funkce, které má. V každé buňce tedy máte stejnou DNA, ale jsou v ní aktivní jiné geny, aby mohla dělat to, co potřebuje. V nervové buňce tedy musíte mít aktivní geny, jež jsou potřebné pro její fungování, ale musejí tam být vypnuté geny, co jsou potřebné třeba pro buňku kůže.

■ A jak buňka pozná, čím má být?

To je právě to, co zkoumá epigenetika. Sleduje, jakým způsobem dochází k vypínání a zapínání genů v závislosti na prostředí, v němž se buňka nachází. Epigenetické mechanismy, které jednotlivé geny zapínají a vypínají, jsou ale nezávislé na změnách v sekvenci DNA. Změnám v DNA se říká mutace a ty mohou narušit gen tak, že je pak nefunkční. Je však skoro nemožné, aby se funkce genu obnovila, protože změny v DNA jsou většinou nevratné. Epigenetické mechanismy ovšem vypínají a zapínají geny na jiných principech, takže ten samý gen se může opakovaně zapínat a vypínat. Představte si DNA jako nit omotanou kolem korálků. Každý ten korálek, kterému se říká nukleozom, je pak tvořený osmi kuličkami proteinů, jimž se říká histony. Kolem každého korálku je



▲ **Neurobiologie rostlin je vědní obor, který řeší zvláštní otázku: Mají rostliny vědomí? „O tom se velmi intenzivně diskutuje,” říká bioložka Mozgová, „ale vše velice záleží na tom, jak si vědomí definujeme. Pokud přijmeme hypotézu, že vědomí může existovat i bez funkce mozku, můžeme se o něm bavit.”**

asi sto padesát párů bází. Například naše DNA má tři miliardy párů bází, které se musejí omotat kolem těch korálků. Dohromady se DNA omotané kolem těch korálků říká chromatin. Ty korálky na niti se můžou nahloučit nebo rozvolnit. Jak už jsem říkala, aby gen byl aktivní a tvořil se z něj protein, musí se nějak přepisovat, a aby se přepsal, musí se k němu dostat „stroj“, který ho přepíše. Když je ale struktura chromatinu příliš kompaktní, nic se do ní nedostane, a gen se umlčí. Aby se zase mohl přepsat, musí se chromatin rozvolnit, aby se do něj dostal ten „stroj“, jenž ho přepíše.

„Mají podobnou mezigenerační paměť jako lidé.”

■ Když má být tedy z nervové buňky skutečně ta nervová, musí se smrsknout chromatin na genu pro kožní buňku, aby se ten gen vypnul?

Přesně tak. Pokud chceme, aby se stal gen pro nervovou buňku aktivním, musí být chromatin v daném místě rozvolněný, aby se gen mohl přepsat. Zároveň se musí chromatin v místě genu pro kožní buňku „smrsknout“, aby ten gen byl nepřístupný a neaktivní. Všechny ty korálky na niti na sobě mají určité chemické značky a podle nich poznáme, jestli je gen aktivní, nebo ne. Důležité je to, že tyto značky se mohou vyměnit, takže i původně neaktivní gen se může aktivovat.

■ A jak tedy na tomto základě funguje zmíněná paměť?

Rostlina si pamatuje nějakou formu stresu, ale také to, že měla vypnutý nějaký vývojový gen, například gen kořene v listu, kde není potřeba. Jako modelový příklad si můžu ponechat suchu. Pokud rostlinu vystavíte suchu, vlivem stresu se jí změní struktura chromatinu v oblasti genů, které odpovídají na suchu. Chromatin se v těch místech rozvolní a aktivují se tyto geny, díky nimž se rostlina se suchem vyrovná. Ten chromatin se nějakou dobu udrží rozvolněný, a tak si geny můžou po delší dobu „pamatovat“, že mají být aktivní.

■ Když ale suchu nebude přetrvávat, rostlina geny zase umlčí, a tím pádem zapomene?

Ano, při absenci stresu se chromatinová struktura opět začne vracet do původního stavu, a tím v podstatě zapomene.

■ Za jak dlouho?

U modelové rostliny, huseníčku rolního, se má v současné době za to, že paměť stresu trvá v řádu týdnů. Když gen po nějakou dobu nemá důvod k tomu, aby byl aktivní, postupně slábne, až se vypne úplně. Je ale také potřeba říct, že stresem mohou na chromatinu vzniknout změny, jež mohou být stabilnější.

■ S epigenetikou souvisí také mezigenerační paměť rostlin, které si z generace na generaci předávají adaptaci na stres. Jak je to možné, když samy tak rychle zapomínají?

Mezigenerační paměť rostlin je stejně jako mezigenerační paměť lidí a živočichů velice studované a diskutované téma. To, že matka na své potomky přenáší určité změny, skutečně existuje a jedním z těchto mechanismů je skutečně zdědění chromatinu i se značkami pro aktivní nebo neaktivní

**Mgr. Iva Mozgová,
Ph.D., na svém
pracovišti v Ústavu
molekulární biologie
rostlin, který je
součástí Akademie
věd ČR.**



geny. Rostlina (nebo klidně živočich či člověk), která je vystavena nějakému stresu, na daný stres reaguje změnou aktivity genů, a tedy struktury chromatinu. V některých případech může dojít k tomu, že se ta změněná struktura chromatinu zdědí.

■ A tím její potomek získá výhodu?

Anebo taky nevýhodu. S epigenetikou jsme se v podstatě vrátili k původně zavvržené Lamarckově evoluční teorii, která říkala, že když budou muset žirafy dosahovat výš pro jídlo, budou mít jejich potomci vyšší krky. Stejně jako u lidí by bylo pro rostliny evolučně výhodné, kdyby se v rámci generací naučily reagovat na stres, který u nich bude přetrvávat. Například pokud nastane sucho a bude pokračovat po následující generace, může být výhodné zdědit rychlejší a efektivnější odpověď na stres. Pokud si ale potomci zachovají schopnost rychle reagovat na stres, který se vyskytne pouze jednou nebo jen v mírné formě, už to tak výhodné není.

■ Proč ne?

Vracíme se k tomu, že reakce na stres něco stojí a není výhodné do ní investovat zdroje, pokud je ten stres malý a není na něj potřeba reagovat. Když například rostlina zažije nějakou periodu sucha, reaguje a ochrání se proti suchu, ale přestane růst. Pokud by takto reagovala, ale žádné sucho by nebylo, případně by nebylo dost velké a nestálo za reakcí, plýtvala by naprosto zbytečně zdroji, které může využít pro růst. A to je myslím jeden z důvodů, proč během evoluce dochází k vymazávání těchto pamětí. U lidí dokonce dvakrát, a to v době, kdy se vytvářejí pohlavní buňky, a podruhé

v okamžiku, kdy se vytváří embryo, protože zkrátka není žádoucí, aby se zachovala zvýšená reakce na stres od matky, protože by to mohlo být pro potomka nevýhodné.

■ Když se to takhle vymazává, jak je možné, že se přece jen něco předá?

To je právě ten důvod, proč se o tom tolik diskutuje. Zatím to vypadá tak, že to vymazání nebude úplné. U rostlin třeba probíhá pouze jednou, a to během tvorby pohlavních buněk. Zřejmě u nich tedy probíhá v daleko menší míře než třeba u savců.

„Semena se vystaví stresu, a rostlina je pak odolnější.“

■ Jak bychom mohli všechny tyto poznatky využít v praxi?

Když se budeme držet stresu a krátkodobé paměti u rostlin, pak už se v podstatě využívá něco, čemu se říká priming. Semena rostlin se ještě před klíčením vystaví nějakému stresu nebo chemické látce, jež stres simuluje, což způsobí, že rostliny, které z nich pak vzejdou, budou vůči tomuto stresu odolnější. Prozatím toho využívají semenářské firmy. Podobně se používají bakterie, jež u rostlin mohou vyvolat efektivnější odpověď na různé stresové podmínky. V současné době se tyto postupy intenzivně testují a je zájem na tom, najít takové postupy, které by vedly k dlouhodobější paměti a co nejmenší záteži pro rostlinu. Pokud zase budeme znát

molekulární mechanismy, jimiž se dokáže chromatin přeskupit tak, aby rostlina uměla adekvátně odpovědět na stres a aby ji to nestálo příliš mnoho zdrojů, měli bychom velmi efektivní nástroj pro zemědělskou produkci. Tady ale bohužel prozatím narážíme na evropskou legislativu.

■ Nemrzí vás, že prozatím nemůžete tímto způsobem urychlit naši adaptaci na globální klimatické změny?

Mrzí. Obzvláště když vidím, že je to pouze evropská záležitost, protože jsme obklopeni zeměmi, jež mají legislativu daleko benevolentnější. V současnosti máme nástroje, které by nám mohly pomoci vytvářet plodiny například odolnější vůči patogenům (biologický činitel, který může způsobit onemocnění, pozn. red.) nebo suchu, ale trochu se obávám, že se o jejich uplatnění bude uvažovat, až když bude trochu pozdě. Když to přezenu, musí nám dojít voda, abychom si uvědomili, že nemáme co pít. Až budeme mít nedostatek potravin, povolíme úpravy, které by nám mohly pomoci. To je ale pozdě, protože vytvoření a otestování nových kultivarů plodin nějakou dobu trvá. A to jsem z hlediska genetických modifikací velice opatrná, obzvláště u lidí a živočichů. U zemědělských plodin už dnes máme nástroje, jež bychom mohli použít, aniž by nás ohrozily. Ale nesmíme. A to mě skutečně mrzí. Biotechnologické firmy již nyní opouštějí evropský trh, a jednou kvůli tomu budeme zaostávat jak ve vědě, tak v soběstačnosti potravinové produkce.



Veronika Tardonová