



Jak housenky lezou huseníčku na nervy

PETR ZOUHAR

Rostliny jsou na pohled poměrně nudná stvoření, postrádající veškerou živočišnou dynamiku. Zrychlené otvírání a zavírání květů nebo kroucení fazolu kolem tyčky sice může vypadat efektně v dokumentárních snímcích, v reálném světě je však k uzoufání pomalé. Dokonce i masožravé rostliny svou kořist povětšinou pouze nudně přilepí a pomalu rozpustí, místo aby se po ní sáply po vzoru filmové Adély. Proč? Rostlinám schází specializovaná nervová soustava, která by jim pomoci přenosu elektrických signálů umožňovala rychle řídit své pohyby a ve zlomcích sekundy reagovat na změny v okolí. Nebo ne?

Rostliny schopné rychlého pohybu můžeme skoro spočítat na prstech. Z našich lesů známe netýkavky (r. *Impatiens*) vystřelující do okolí svá semena. Citlivka (*Mimosa*) zase své lístky sklápí nejenom na noc, ale dočasně i při nešetrném dotyku. Pozorovatelsky nejdělejší je pak nesporně mucholapka podivná (*Dionaea muscipula*), výjimečná masožravka, jejíž hroživé pasti za nebohým hmyzem sklappnou skutečně bleskově. Ani vyspělá nervová soustava nedovolí nebohémušce uniknout.

Ve zmíněných případech jsou rostlinné pohyby podmíněny rychlými změnami nitro-buněčného tlaku (turgoru). Přinejmenším některé ze jmenovaných rostlin přitom ale jako spouštěč používají změnu elektrického potenciálu na buněčných membránách. Zdá se tedy, že ačkoliv rostliny postrádají specializované nervy, používání elektrických impulsů, jež jsou podstatou nervového přenosu, jim není zcela cizí.

V poslední době proto vědci zabodávají měřicí elektrody do lístků všemožných druhů a zjišťují, kde všude se v rostlinách elektrina uplatňuje.* Jedním z posledních příspěvků k znalostem „rostlinné fyziologie“ přinesl švýcarský tým v jednom z loňských srpnových čísel časopisu Nature. Ten si na příkladu oblíbené modelové rostliny huseníčku rolního (*Arabidopsis thaliana*) posvětil na široce rozšířený proces – obranu před herbivory. Mnoho druhů rostlin totiž neinvestuje tolik do preventivních opatření (jako jsou trny či jedovaté alkaloidy), ale zapíná ochranné mechanismy až

RNDr. Petr Zouhar viz
Vesmír 92, 198, 2013/4.

* O rostlinné neurofyziologii viz třeba František Baluška: Rostlinná neurobiologie. Vesmír 85, 410, 2006/7.

v okamžiku napadení. Pokud se do listu huseníčku zakousne dejme tomu housenka, začne se v řádu minut v přilehlých částech rostliny tvořit kyselina jasmonová, která spouští další obrannou mašinerii. Zatím však přesně nerozumíme způsobu, jakým se zpráva o napadení šíří rostlinou. A právě tady je prostor pro uplatnění „nervového“ vzruchu.


Ukazuje se, že podráždění způsobené debuzírující housenkou se projeví vlnou elektrické depolarizace postupující listem rychlostí 3 až 9 centimetrů za minutu. V porovnání s živočišnými nervy to tedy není rychlost nikterak závratná ani výjimečná. Podobnou rychlostí se mohou rostlinou přenášet i chemické látky, např. reaktivní formy kyslíku, které patrně rovněž přispívají k přenosu informace o napadení. Bylo tedy potřeba prokázat, že spuštění obranné odpovědi s elektrickými změnami skutečně přímo souvisí.

Nejprve se výzkumníci přesvědčili, že rychlost šíření elektrického vzruchu odpovídá rychlosti přenosu informace o poškození listu. Dospělo se k následujícímu poznatku: Produkce kyseliny jasmonové je v okolních listech navozena i poté, co je poškozený list odstřižen, pokud elektrický vzruch předtím stihl doputovat až za místo stříhu. Pokud je naopak list ustřižen předtím, než ho impuls opustí, k žádné obranné reakci v okolních listech nedojde. Je tedy zřejmé, že výrobu jasmonátu spouští signál šířící se stejnou rychlostí jako elektrický vzruch.

Následoval další test. Dokáže uměle vyvolaný elektrický impuls (o stejných parametrech jako ten pozorovaný) rovněž navodit výrobu kyseliny jasmonové? Odpověď zní ano. Pokud do listu opatrně zavedeme elektrodu, necháme ranku zahojit a poté pustíme požadovaný proud, vyvoláme obrannou reakci i bez housenky. Elektrický proud tu tedy jednoznačně funguje jako hlavní spouštěč.

Stále však nevíme, jak přesně se impuls přenáší. Patrně zde neexistují žádná specializovaná „nervová“ pletiva. Elektrické změny se pravděpodobně šíří listovou žilnatinou, cévními svazky. Zajímavá je rovněž otázka, jak okus hmyzem vyvolává změnu elektrických potenciálů. Může např. impuls nějakým způsobem interagovat s vlnou reaktivních forem kyslíku, která byla při poškození listu pozorována již dříve? Nejspíš ne, protože aplikace antioxidantů odstraňujících radikály vzniku elektrického podráždění nijak nezabránila.

Něco o vzniku elektrického podráždění jsme se však díky zmiňované studii přece jen dozvěděli. Známe aspoň jednu konkrétní skupinu proteinů, která je pro šíření vzruchů nezbytná. Fungování jakéhokoli buněčného elektrického systému je podmíněno existencí uzavíratelných membránových kanálů, kterými mohou protékat určité nabitě částice, ionty. Švýcarská skupina proto nechala housenky ožírat mutantní rostlinky s různými nefunkčními kanály. Ukázalo se, že huseníčky s chybou konkrétně v genech pro glutamátové receptory mají s vyvoláním vzruchu potíže. Křížením těchto mutantů pak byly získány rostlinky neschopné na okus reagovat vůbec.

Obdobné glutamátové receptory se vyskytují i v nervové soustavě obratlovců. Otevírají se po působení neuropřenašeče glutamátu a propouští do buňky četné kationty. Jakým způsobem se tyto kanály otevírají u huseníčku poté, co je napaden housenkami, nevíme. Jasně však je, že huseníček používá pro předávání zpráv o poškození obdobný princip jako živočichové a že k tomu dokonce využívá podobné iontové kanály. Zmínka o housence lezoucí huseníčku na nervy proto může být přiléhavější, než bychom si bývali dříve pomysleli. 

Christmann A., Grill E.: Plant biology: Electric defence, Nature 500, 404, 2013/7463
Mousavi S. A. et al.: GLUTAMATE RECEPTOR-LIKE genes mediate leaf-to-leaf wound signalling, Nature 500, 422, 2013/7463

Na obou snímcích je housenka běláška řeřichového (*Anthocharis cardamines*), která se vyvíjí na brukvovitých rostlinách, mezi něž patří i huseníček. Snímky © Jan Macek.

