

Elektrické signály v rastlinách

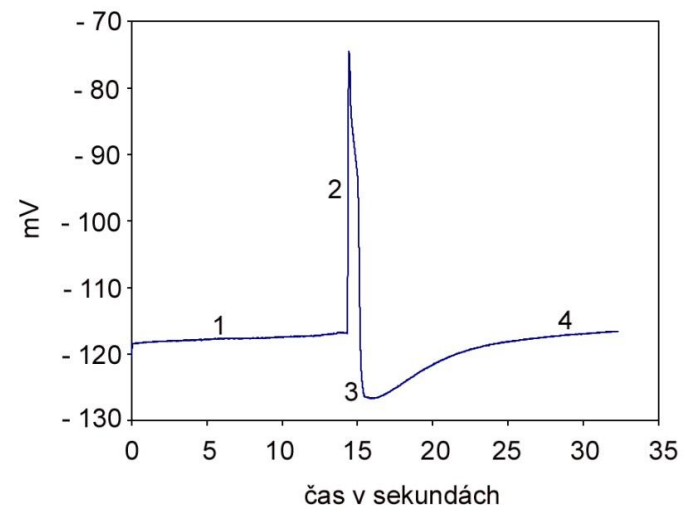
Andrej Pavlovič



Centrum Regionu Haná
Univerzita Palackého
Oddelenie biofyziky
Olomouc - Holic

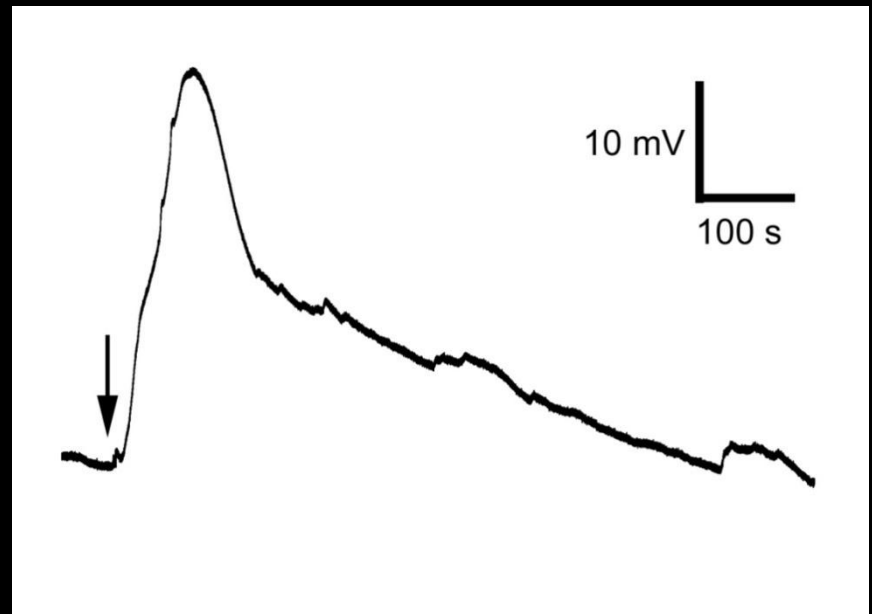
Akčné a variačné potenciály v rastlinách

- **Membránový potenciál** – nerovnomerné rozmiestnenie náboja (iónov) na oboch stranách membrány
- **Akčné potenciály (AP)** – vznikajú v odpovedi na chlad alebo dotyk.
- toky Ca^{2+} , K^{+} , Cl^{-} cez membránu, **pokojoový potenciál (1)**, **depolarizácia (2, Ca^{2+} influx, Cl^{-} efflux)**, **repolarizácia až hyperpolarizácia (3, efflux K^{+})**, **obnovenie pokojového potenciálu (4, influx K^{+})**
- V rastlinách sa šíria cestou najmenšieho odporu kontinuitou cytoplazmatickej membrány v bunkách floému a cez plazmodezmy.
- Intenzita stimulu, neovplyvňuje amplitúdu AP.
- Počas dráhy svojho šírenia si udržiavajú konštantnú amplitúdu.
- “*All or nothing*” charakter



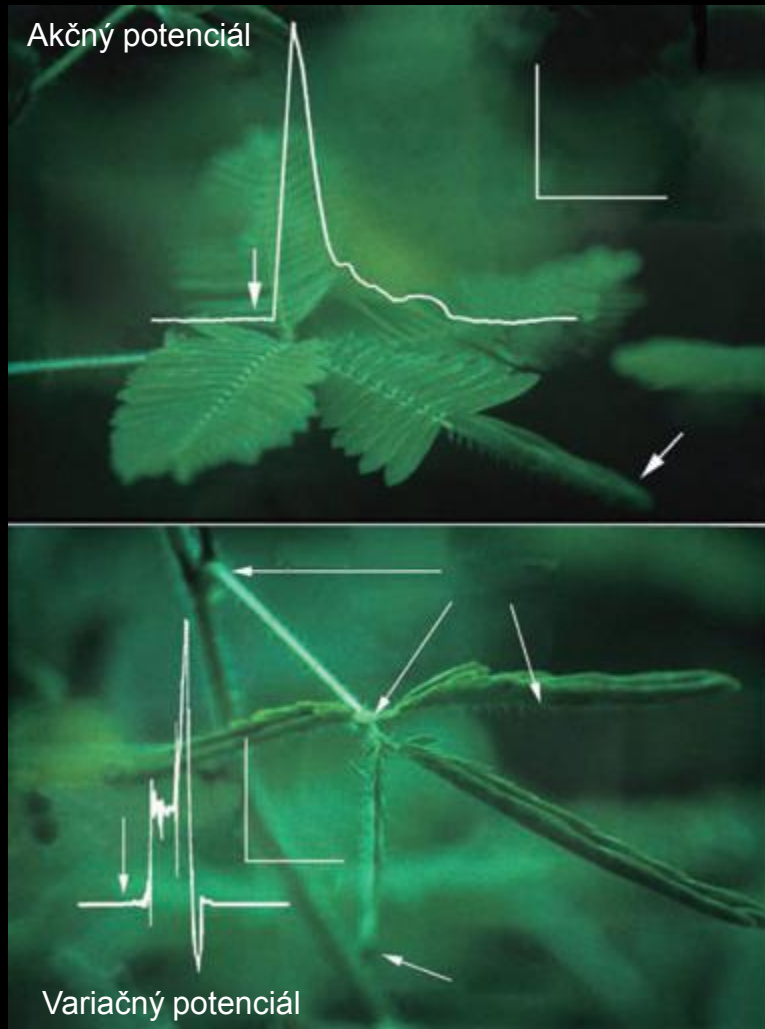
Akčné a variačné potenciály v rastlinách

- **Variačné potenciály (VP)** – vznikajú v odpovedi na poranenie (rezná rana, popálenie) a šíria sa ako hydraulická vlna v xyléme, ktorá ovplyvňuje priepustnosť mechanosenzitívnych kanálov, toky H^+ cez membránu.
- Rozdiely oproti AP: dlhá repolarizácia, amplitúda je ovplyvnená intenzitou stimulu, šíria sa ako tlaková vlna aj cez odumreté pletivo a môžu zasiahnuť akúkoľvek bunku v rastline.
- Amplitúda so vzdialenosťou klesá



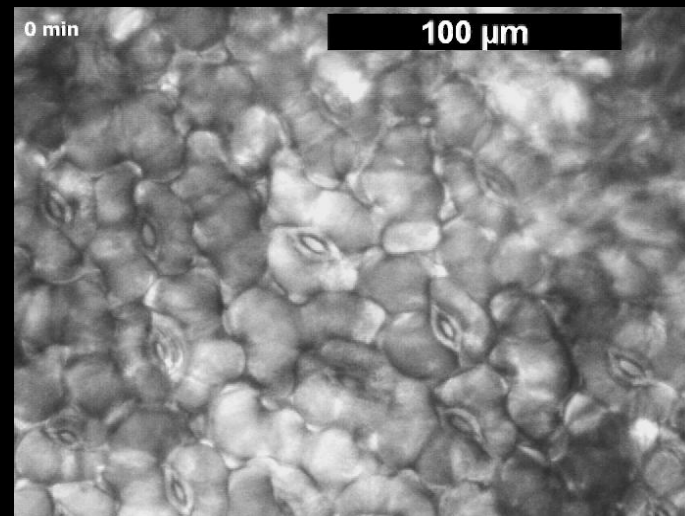
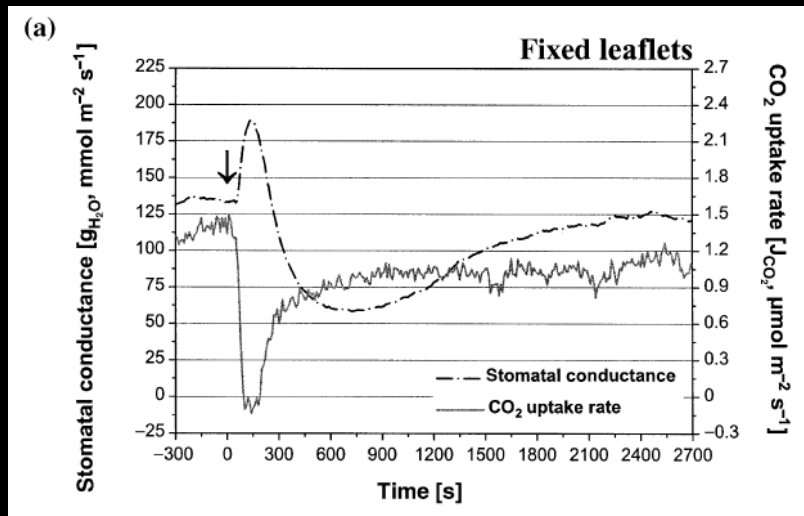
Variačné potenciály

Modelový druh: Citlivka (*Mimosa pudica*)



Variačné potenciály inhibujú fotosyntézu

- Prechodom VP dochádza k poklesu príjmu CO_2 fotosyntézou a zatváraní prieduchov (pokles výdaja H_2O).
- Dochádza rovnako k poklesu rýchlosti transportu elektrónov cez fotosystém II



Význam variačných potenciálov v signalizácii

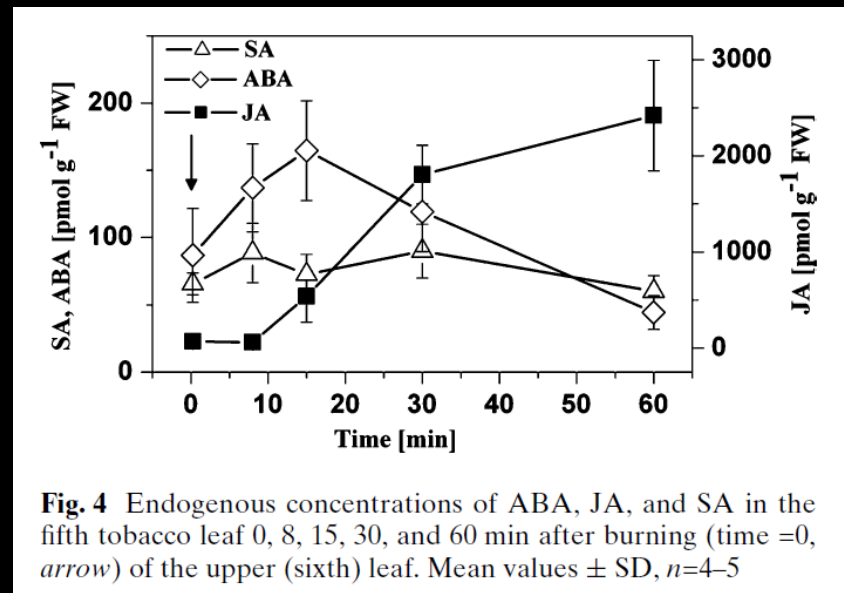
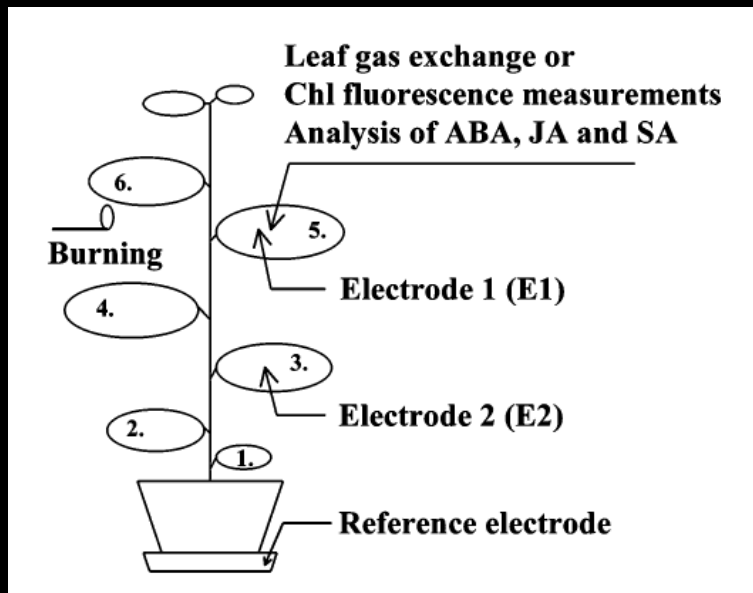
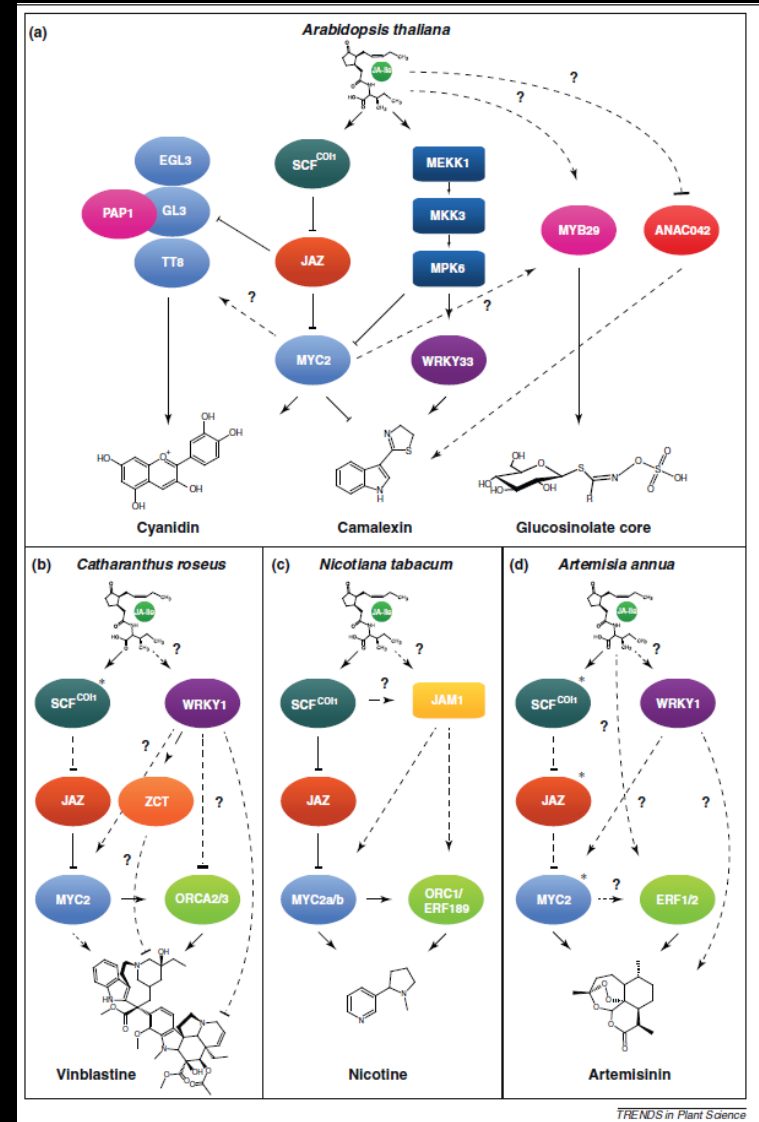


Fig. 4 Endogenous concentrations of ABA, JA, and SA in the fifth tobacco leaf 0, 8, 15, 30, and 60 min after burning (time =0, arrow) of the upper (sixth) leaf. Mean values $\pm$ SD, $n=4-5$

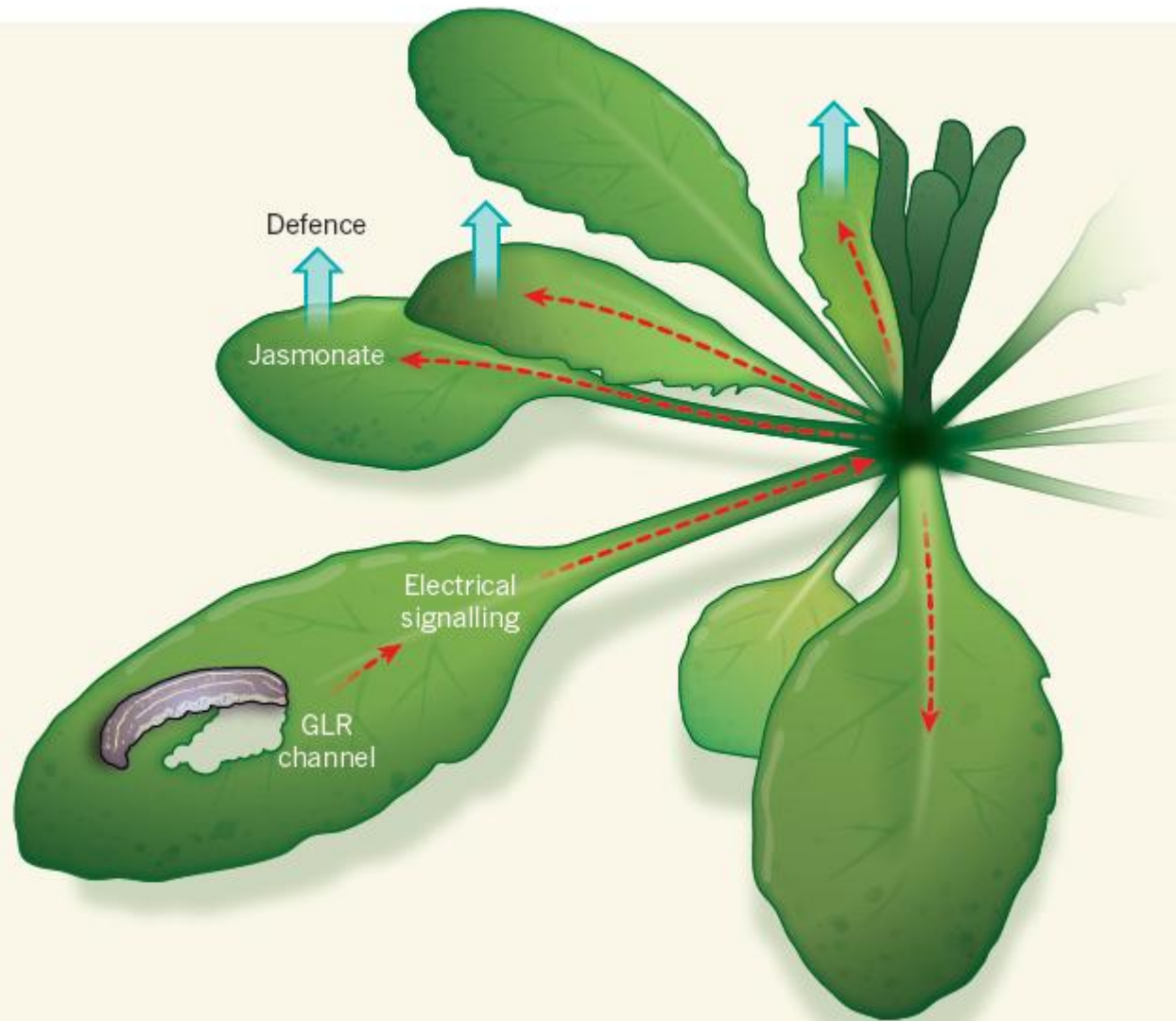
- Elektrické signály dokážu indukovať v systemicky indukovaných listoch akumuláciu kyseliny abscisovej (ABA) a jasmónovej (JA). Mechanizmus nie je celkom známy.

Kyselina jasmonová spúšťa obranné reakcie

- JA aktivuje tvorbu enzýmov syntetizujúcich sekundárne metabolity, ktoré majú anti-herbivorný účinok (nikotín, vinblastín, artemisinin, camalexin, proteázové inhibítory atď.).
- Tieto sekundárne metabolity sa indukujú nielen v rámci rastliny, ale pomocou volatilných látok (metyl-JA) sa môžu indukovať aj v susedných rastlinách.



Súhrn



Akčné potenciály

Modelový druh: mucholapka americká (*Dionaea muscipula*)

- Charles Darwin označil mucholapku americkú (*Dionaea muscipula*) za najpodivuhodnejšiu rastlinu sveta.
- Sir John Burdon Sanderson na žiadosť Ch. Darwina objavuje elektrickú aktivitu v mucholapke (1873).
- Prvá správa o akčných potenciáloch (AP) v rastlinách.



of the *Dionaea*, which I look
at as the most wonderful
plant in the world.

If you do visit the proper
district I should be very much
obliged if you wd open a dozen
oldish leaves to see what sized
insects they capture.

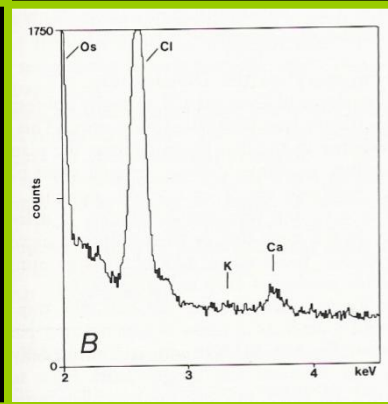
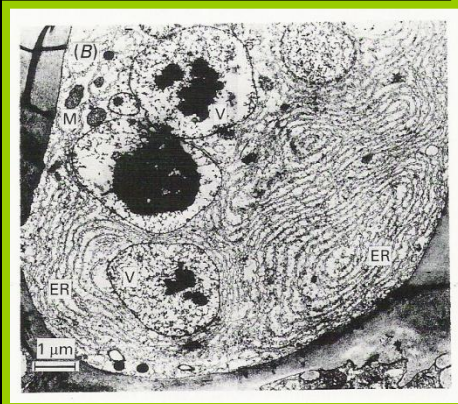
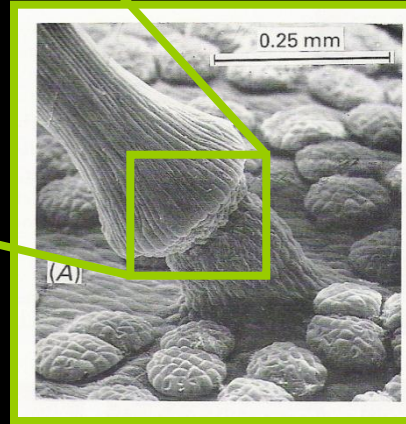
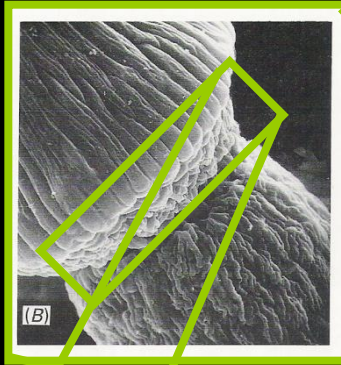
I am aware that a very minute
insect wd start the leaf, but
I suspect that they wd generally
escape through the apertures
at the bases of the spikes

before they are completely
interlocked.

With my best thanks,
believe me dear Sir
yours faithfully

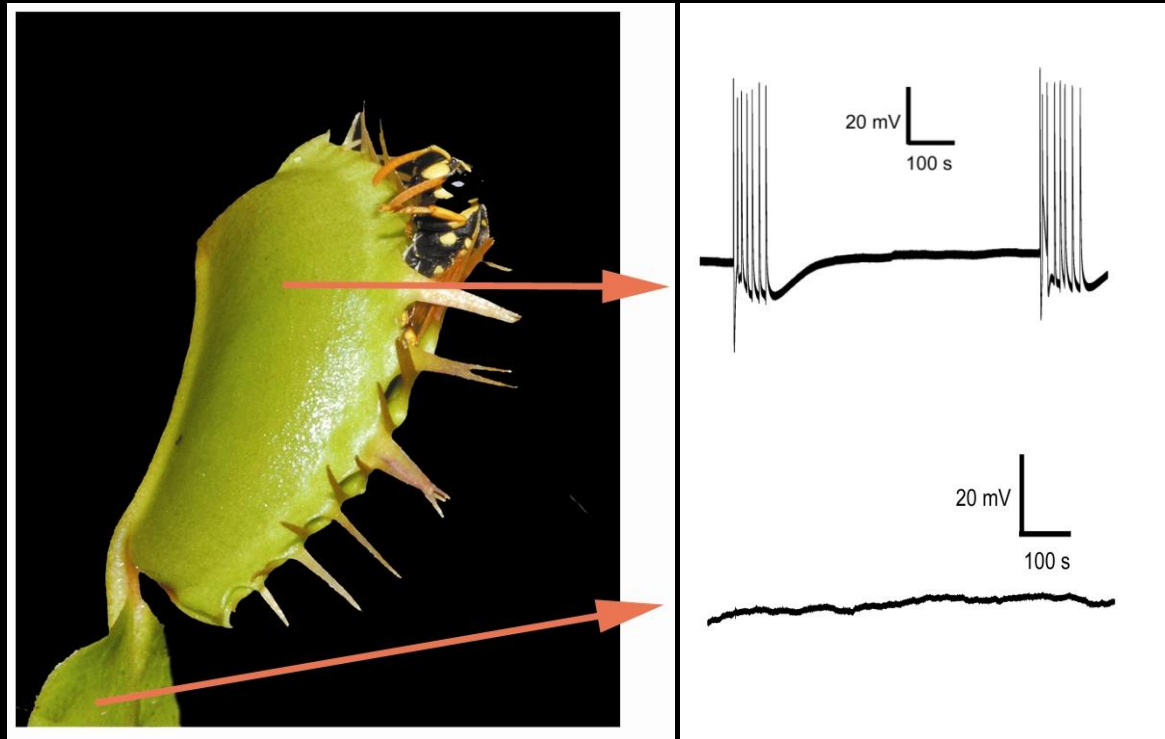
Ch. Darwin

Citlivé trichómy

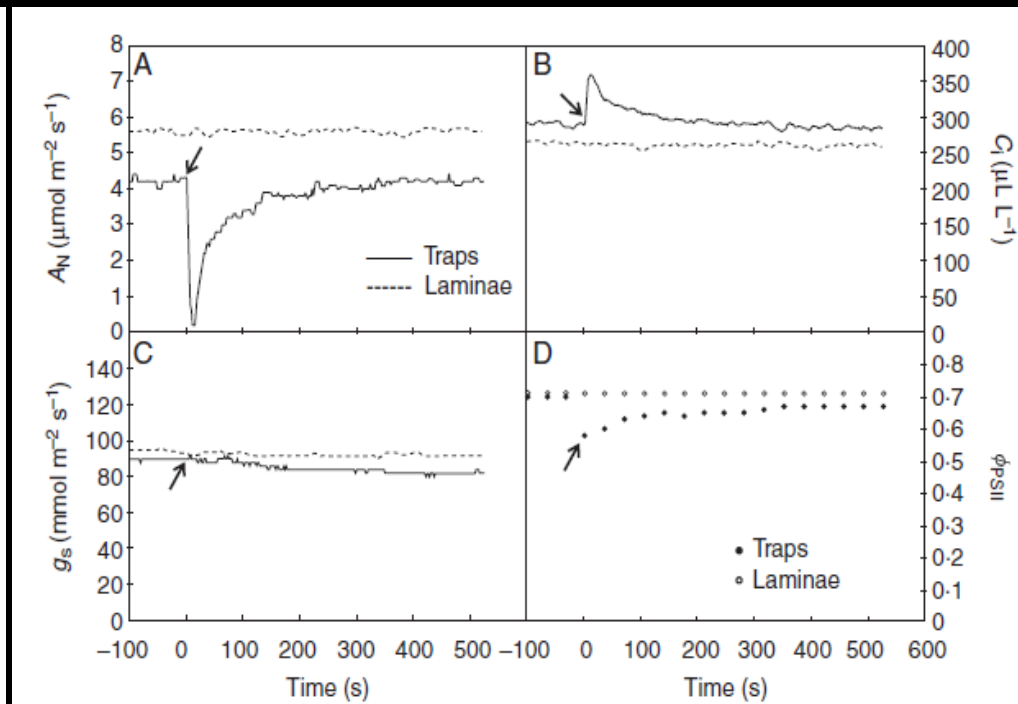
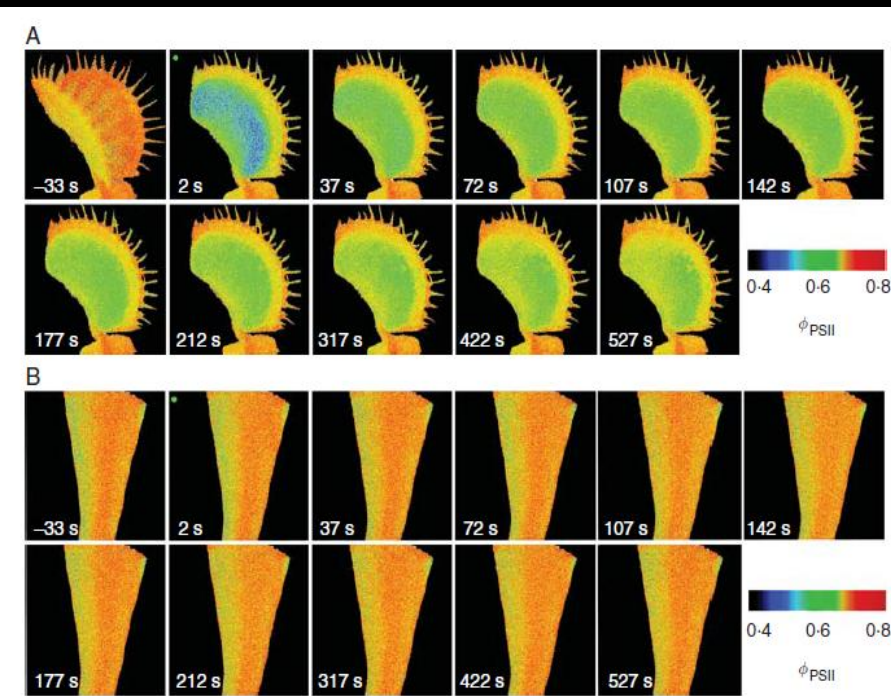


Indukcia akčných potenciálov v mucholapke

- Dotyk spúšťacieho trichómu je spojený s tvorbou AP.
- Zadržiavanie koristi v pasci vedie k tvorbe stoviek AP v priebehu niekoľkých hodín.
- AP sa šíria iba v pasci a nezasahujú asimilačný list.

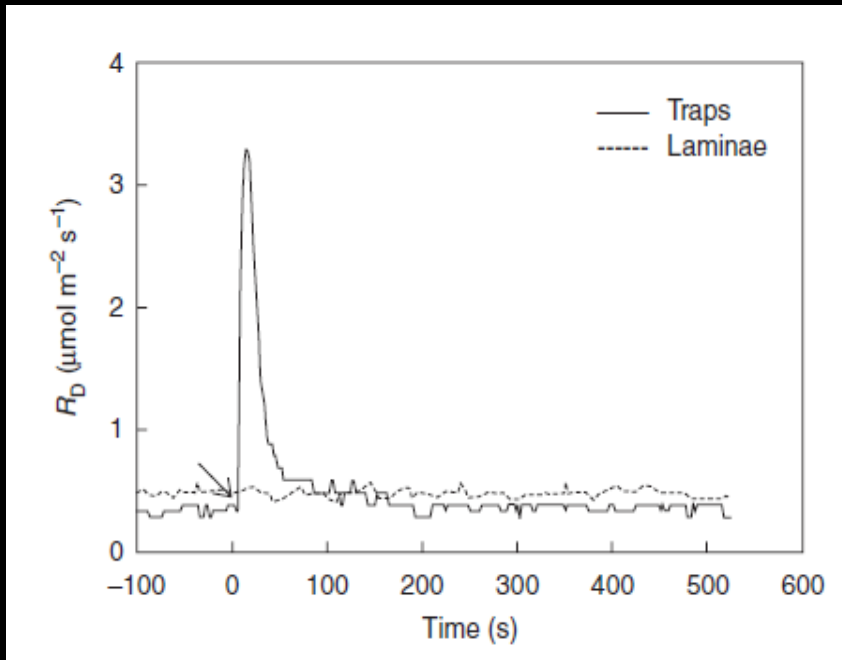


Dráždenie spúšťacích trichómov vedie k inhibícii fotosyntézy ...

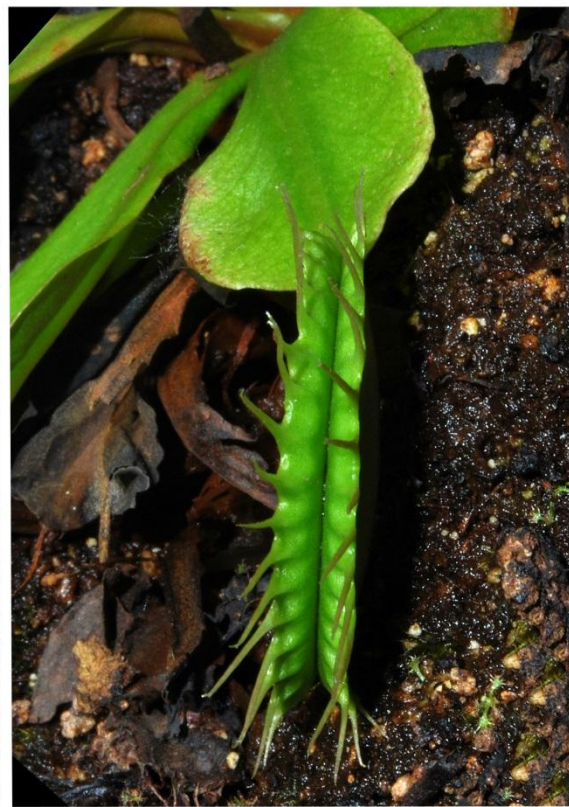


- Mechanické dráždenie vedie k zavretiu pasce a poklesu efektívneho fotochemického kvantového výťažku fotosystému II (Φ_{PSII}) v pasci. Asimilačný list je bez odpovedi.
- Zároveň dochádza k poklesu rýchlosti fotosyntézy (A_N) a zvýšeniu intercelulárnej $[\text{CO}_2]$ (c_i).
- Prieduchová vodivosť sa nemení (g_s).

... a stimulácie respirácie

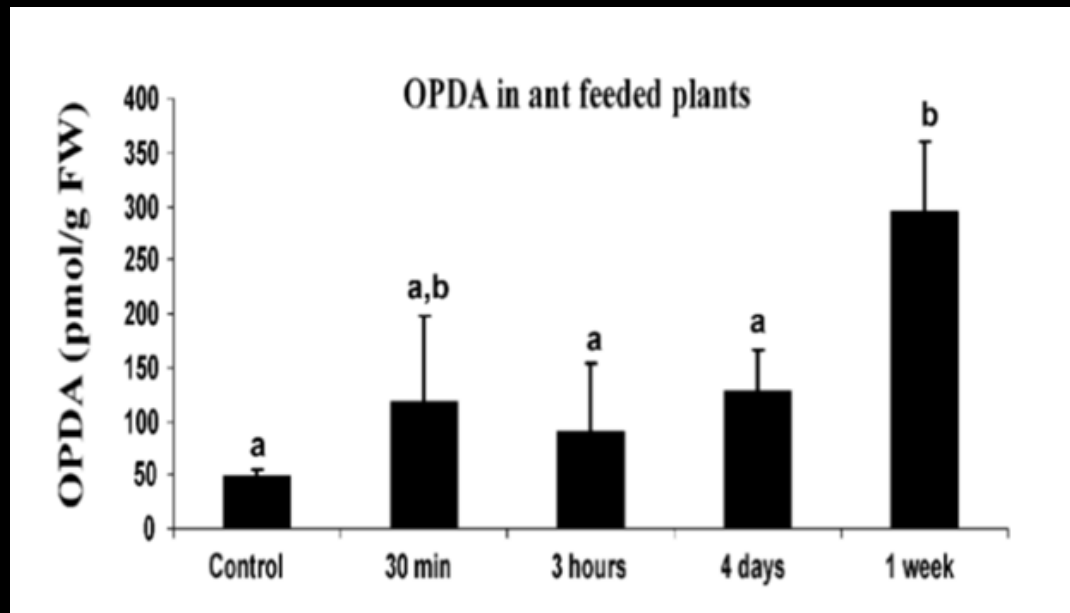


Akčné potenciály stimulujú sekréciu tráviacej tekutiny



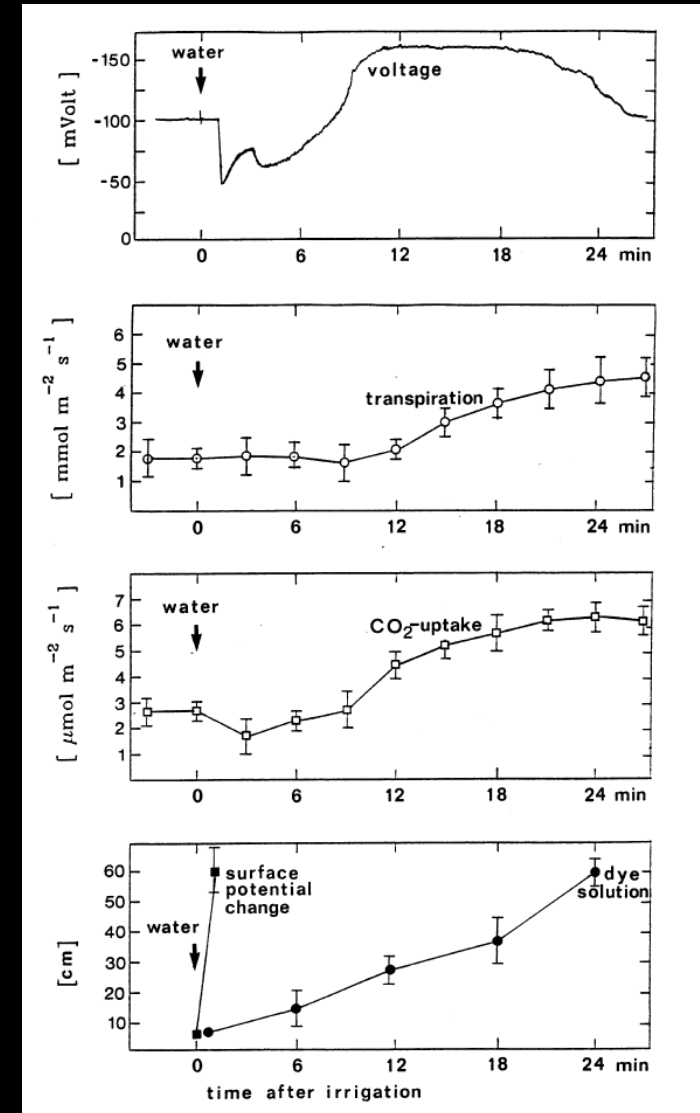
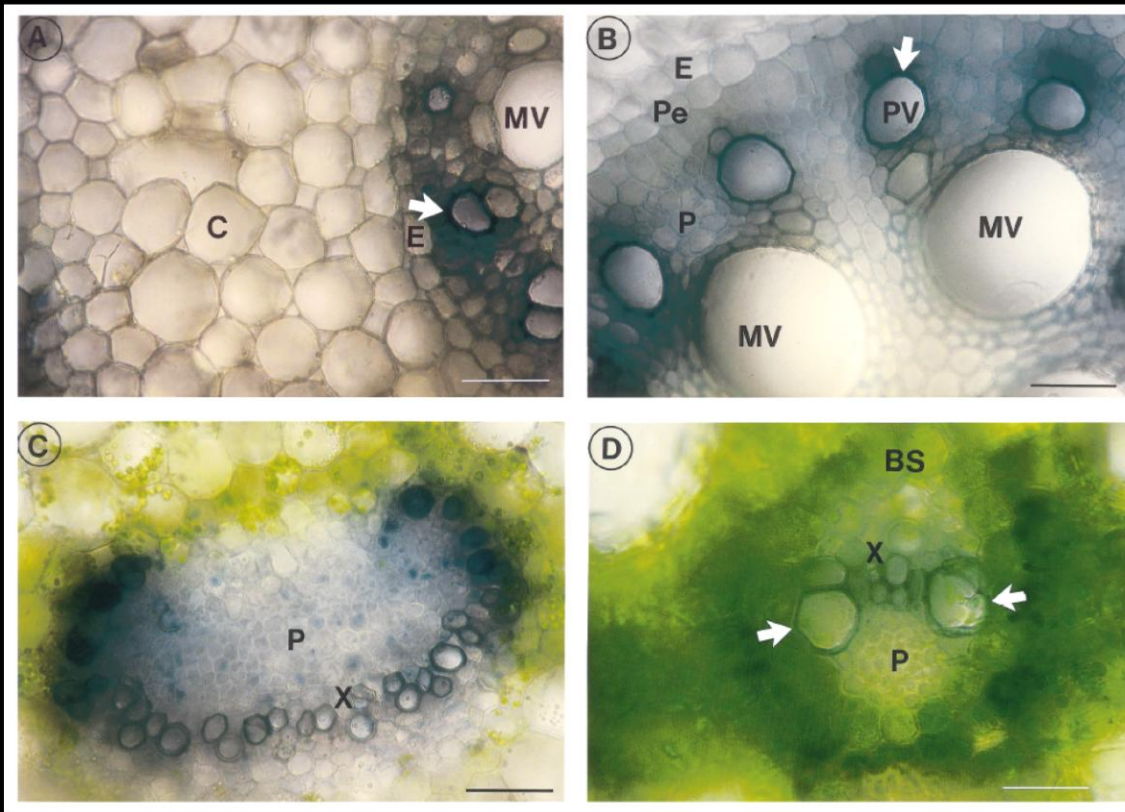
Akumulácia 12-oxo-phytodienoic acid (OPDA) spúšťa sekréciu tráviacej tekutiny

- Mechanostimulácia spúšťacích trichómov spôsobuje akumuláciu OPDA (látka podobná kyseline jasmónovej).
- Coronatin (látka podobná kyseline jasmónovej) dokáže zatvoriť pascu bez mechanopodnetu.
- Dochádza k sekrécii tráviacej tekutiny



Význam pri strese zo sucha.

- Suchom stresovná kukurica (*Zea mays*) po zaliatí vyšle z koreňa elektrický signál, ktorý otvára prieduchy skôr ako do nich dorazí voda.



Význam pri reprodukcii

- Aplikácia peľu, mechanického poškodenia a chladu na bliznu *Hibiscus* vyvoláva odlišnú elektrickú aktivitu ako aj odpoveď na ňu.
- Peľ stimuluje respiráciu ako aj množstvo adenylátov a škrobu.

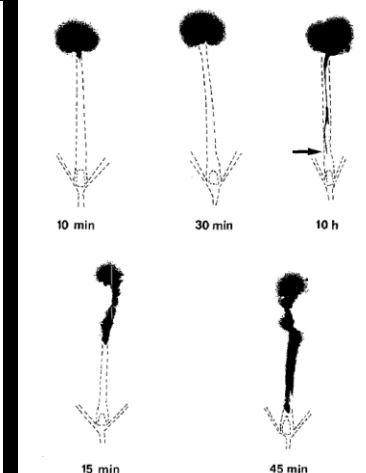
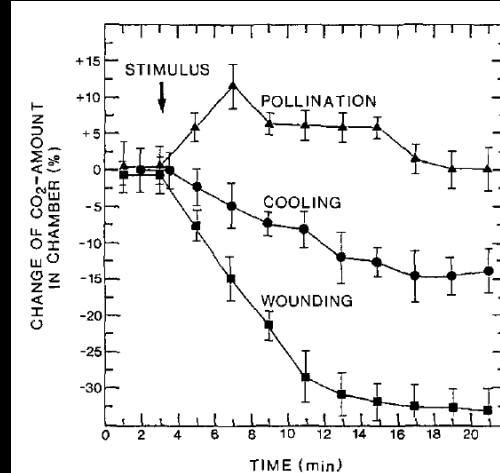
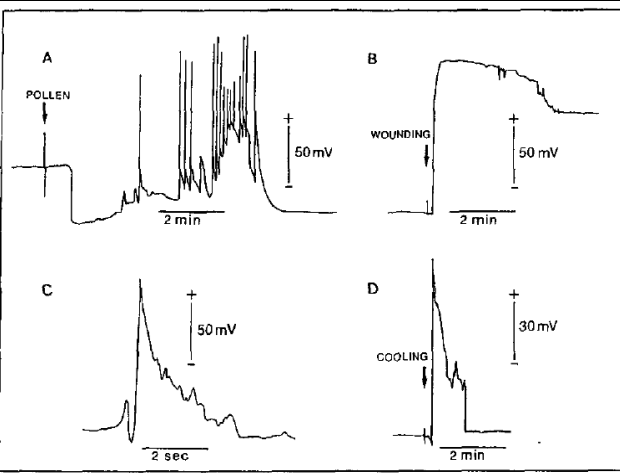


Table I. Adenine nucleotide levels of ovaries

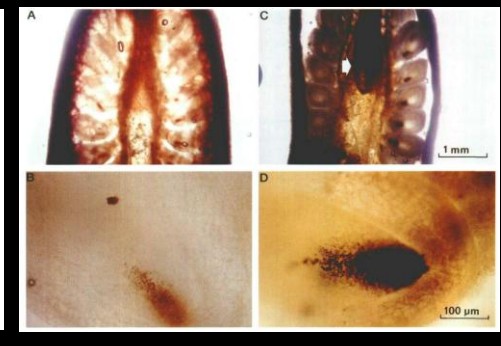
Flowers were frozen in liquid nitrogen 10 min after the stigma was stimulated with pollen, cold shock, or wounding. Ovaries were isolated to make extracts for the measurements. The results are the means $\pm$ SE from 10 ovaries.

Flower Treatment	ATP	ADP	AMP
	nmol g ⁻¹ fresh wt		
Untreated	292 $\pm$ 24	90 $\pm$ 11	16 $\pm$ 3.0
Pollinated	328 $\pm$ 28	124 $\pm$ 14	9.0 $\pm$ 2.0
Cold shocked	235 $\pm$ 21	72 $\pm$ 8.0	12 $\pm$ 4.0
Wounded	228 $\pm$ 23	82 $\pm$ 9.0	18 $\pm$ 4.0

Table II. Carbohydrate levels of ovaries 10 min after different treatments of the stigma

The results are the means $\pm$ SE from 10 ovaries.

Flower Treatment	Glc	Fru	Suc	Starch
	nmol g ⁻¹ fresh wt			mmol Glc g ⁻¹ fresh wt
Untreated	643 $\pm$ 56	573 $\pm$ 43	368 $\pm$ 27	0.37 $\pm$ 0.05
Pollinated	709 $\pm$ 61	698 $\pm$ 65	397 $\pm$ 37	5.80 $\pm$ 0.7
Cold shocked	590 $\pm$ 57	506 $\pm$ 49	186 $\pm$ 20	0.32 $\pm$ 0.04
Wounded	646 $\pm$ 62	492 $\pm$ 48	180 $\pm$ 19	1.69 $\pm$ 0.2



Ďakujem Vám za pozornosť



FIRST TO GET PAST HIM
IS THE WINNER.

