

Biljke i okoliš

OSJETILNI SVIJET BILJAKA

Hrvoje LEPEDUŠ, Osijek

Interes ljudi za biljke seže daleko u prošlost, pri čemu je uporabna vrijednost pojedinih biljnih vrsta (jestivost, ljekovitost...) bila glavni, a često i jedini kriterij u njihovom proučavanju. Ipak, s pojavom grčkog filozofa Teofrasta (370. – 276. godine prije Krista) započinje znanstveno botaničko istraživanje biljaka koje se temelji na opisivanju i sistematizaciji biljnih vrsta, a nastavljeno je sve do današnjih dana. Razvojem medicinskih znanosti u humanizmu i renesansi istraživanja biljaka dobivaju novi zamah. Iako su drevni ljudi sakupljajući sjemenke i druge biljne organe u svrhu prehranjivanja, zasigurno uočili potrebe biljaka za svjetlošću, vlagom, toplinom i drugim ekološkim čimbenicima, sustavna znanstvena istraživanja biljne fiziologije započinju tek u 17. stoljeću. Ta istraživanja su većinom bila usmjerena na pitanja povezanosti rasta i ishrane biljaka. U novije vrijeme javlja se biljna ekofiziologija – botanička disciplina koja proučava brojne interakcije biljaka s okolišem, kombinirajući i povezujući kompleksne spoznaje biljne fiziologije i ekologije. Relativno je slabo poznato da se Charles Darwin, otac moderne znanosti o evoluciji živog svijeta, između ostalog bavio i eksperimentima na biljkama koji danas predstavljaju temelj moderne biljne fiziologije. Najnovije spoznaje iz ovog područja biologije pokušavaju odgovoriti na pitanje – u kojoj mjeri su biljke svjesne svoje okoline i podražaja koje iz nje primaju?

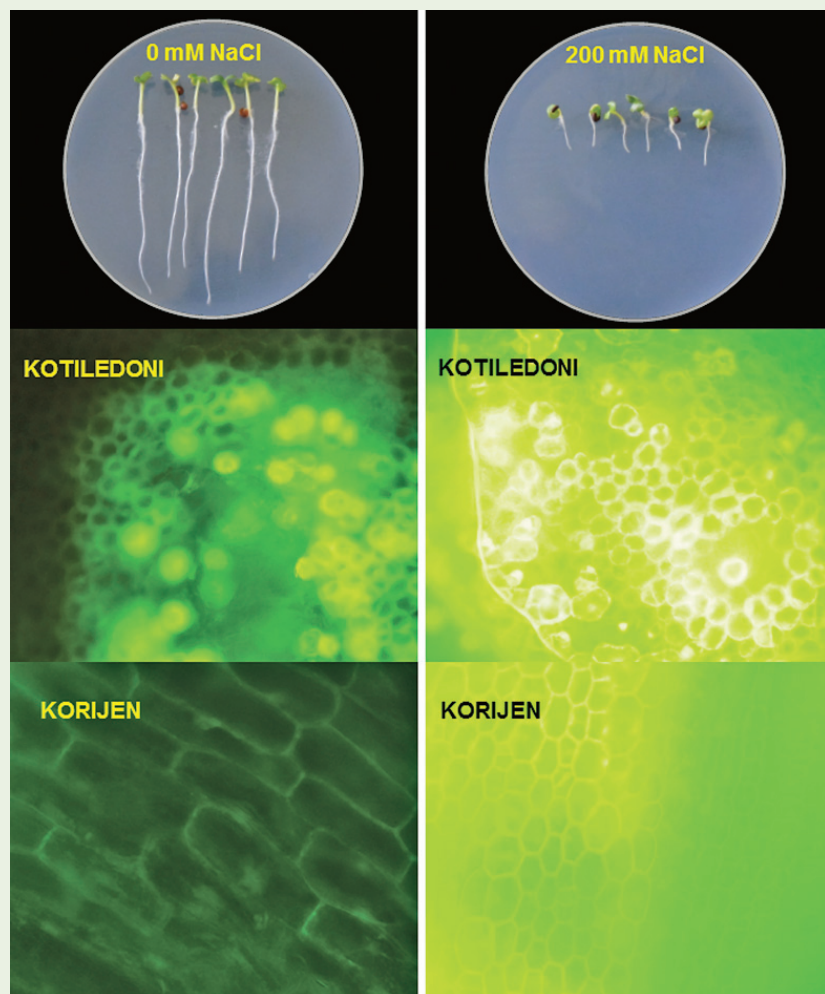
Pokušavajući rastumačiti biljnu percepciju okoliša na namazumljiv način, možemo se zapitati: što biljke vide, što čuju, osjećaju li dodir i mirise, imaju li sposobnost pamćenja, znaju li gdje se nalaze u prostoru i sl. Moderna biljna znanost u velikoj mjeri dala zadovoljavajuće odgovore na ova pitanja. Danas znamo da plava svjetlost govori biljci iz kojeg smjera svjetlost

TKO JE AUTOR OVOG ČLANKA?

Hrvoje Lepeduš redoviti je profesor Filozofskog fakulteta u Osijeku gdje predaje kolegije *Osnove biologije*, *Humana genetika*, *Biologija stresa* te *Filozofija biologije*. Do sada je objavio niz znanstvenih radova iz područja biljne anatomije, fiziologije i biokemije s naglaskom na istraživanje regulacijskih mehanizama fotosinteze i oksidacijskog stresa.

dolazi, različite valne duljine crvenog dijela spektra joj govore koliko dugo osvjetljenje traje (dakle, kad je dan, a kad noć) te da biljke mogu prilično precizno »izmjeriti« koju količinu svjetlosti su njihovi listovi primili. Nadalje, znamo da biljke mogu »vidjeti« i ljudskom oku nevidljive valne duljine te da postoje i biljke koje su »slijepa« za određenu boju.

Zanimljivo, iako nemaju nos i olfaktorne živce, biljke žive i u svijetu mirisa – osjećaju vlastite mirise i mirise drugih biljaka. Možemo se zapitati čemu bi biljkama služio njih. Brojna istraživanja pokazala su da biljke pomoću mirisa mogu pronalaziti hranu, signalizirati drugim biljkama nadolazeću opasnost i na određene načine se pripremiti za obranu. Danas je poznato nekoliko biljnih vrsta koje pokazuju sposobnost tzv. seizmonastija – gibanja potaknuta dodirima. Tako venerina muholovka lat. *Dionaea muscipula* osjeća dodir insekta koji je sletio na njezine listove i zatvara svoje plojke te na taj način zarobljava kukca kojeg onda probavlja izlučivanjem različitih enzima. Već duže vremena se u znanstvenim i polu-znanstvenim krugovima može čuti izjava da biljke bolje rastu kad im se pušta određena vrsta glazbe. Iako ova enigma – čuju li biljke doista ili su »gluhe« još nije rasvijetljena, zapanjuje činjenica da je era molekularno-bioloških istraživanja biljnoga svijeta pokazala da se u genomima biljaka nalaze i funkcioniraju geni koji su vrlo slični genima koji kod ljudi uslijed određenih promjena (mutacija)



Slika 1. Odgovor klijanaca kupusa na solni stres: inhibicija rasta klijanaca (gornja slika), detekcija H_2O_2 u korijenu i kotiledonima klijanaca kupusa metodom fluorescencije (donja slika). H_2O_2 jedan je od reaktivnih kisikovih spojeva koji se pojačano razvija uslijed stresa (autorice slike: Iva Pavlović i Valerija Vujić).

traume uslijed velikih hladnoća uzrokuje pojavu dugoročnog pamćenja pa čak i prenošenje tog pamćenja na buduće naraštaje. Riječ je o tzv. epigenetskim promjenama histonskih proteina u području *FLC*-gena koji se normalno transkribira uslijed hladnoće i sprječava cvjetanje dok to razdoblje ne prođe. Za isključivanje *FLC*-gena odgovorna je metilacija histona, što omogućuje cvjetanje biljke, ako su uvjeti u okolišu povoljni. Te epigenetske promjene čak se mogu prenijeti i na iduću generaciju biljaka što zapravo vodi u promjenu biološke paradigme da se nasljeđivanjem mogu prenijeti samo promjene u nukleotidnom slijedu DNA.

Konačno, danas postoji veliki broj istraživanja koja se bave utjecajem različitih okolišnih čimbenika na zdravlje i vitalnost biljaka. Ovo područje istraživanja tijesno povezuje istraživanja bioloških reakcija i prilagodbi biljaka na djelovanje stresora iz okoliša (suša, nepovoljne tem-

perature, suvišak svjetlosti, poremećena mineralna ishrana, teški metali...) s modernom poljoprivrednom proizvodnjom i šumarskom industrijom.

uzrokuju gluhoću. Nadalje, uobičajeno je da biljni izbojci rastu prema gore, a korijenje prema dolje. Međutim, možemo se zapitati kako biljka točno zna gdje je gore, a gdje dolje? Odgovori su dobiveni nizom lucidnih pokusa koji su nedvojbeno pokazali da biljke imaju receptore za gravitaciju koji se nazivaju statolitima, a nalaze se u području korjenove kape (struktura koja pokriva vegetacijski vršak korijena). Također, danas se zna da je u mehanizme koji biljkama govore gdje se točno nalaze, uključena i jedna skupina biljnih hormona – auksini. Svakako, jedno od najzanimljivijih istraživanja u ovom području biljne biologije bilo je ono koje je 2007. godine provedeno u Međunarodnoj svemirskoj postaji gdje se mogao potpuno isključiti utjecaj gravitacije. Ova istraživanja pokazala su da gravitacija nije neophodna za endogeno pokretanje biljaka, ali da ga modulira i pojačava. Konačno, jedno od najzabudljivijih područja istraživanja biljne percepcije okoliša istražuje postojanje najjednostavnijih procesa pamćenja u biljaka – kodiranje informacija, njihovo pohranjivanje te dovođenje informacija u »svijest« (prisjećanje, odgovor). Najznačajniji eksperimenti iz ovog područja pokazuju da biljke zaista posjeduju ne samo kratkoročno (već spomenuti slučaj hvatanja insekata od strane karnivornih biljaka) već i dugoročno pamćenje. Primjerice, preživljavanje

ISTRAŽIVANJE OKOLIŠA I BILJAKA U HRVATSKOJ

Jedan od projekata prisutnih na hrvatskoj znanstvenoj sceni, pod nazivom: *Fitohormoni u abiotičkom stresu kupusnjača: mehanizam tolerancije i primjena (PhytoBraCro)* (<https://sites.google.com/site/phytobracro/home>; voditeljica dr. sc. Branka Salopek Sondi), bavi se istraživanjima odgovora biljaka na nepovoljne okolišne uvjete koji su primarni uzroci gubitka u poljoprivrednoj proizvodnji. Cilj projekta je istražiti mehanizme odgovora odabranih biljaka iz porodice krstašica na stres uzrokovan sušom i povećanim salinitetom: kineski kupus (*Brassica rapa*), bijeli kupus (*B. oleracea* var. *capitata*) i raštika (*B. oleracea* var. *acephala*) kroz integrativni pristup koji podrazumijeva metode mjerenja fotosinteze, biokemijske metode dijagnostike stresa, metabolomiku (analize biljnih hormona i sekundarnih metabolita), molekularna funkcionalna te aplikativna istraživanja. Projekt financira Hrvatska zaklada za znanost, a realizira ga interdisciplinarni tim znanstvenika iz Hrvatske (Institut Ruđer Bošković u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Sveučilište J. J. Strossmayer u Osijeku), Republike Češke (Academy of Sciences, Olomouc) i Njemačke (Technische Universität Dresden). Rezultati četverogodišnjih istraživanja zasigurno će doprinjeti našim saznanjima o mehanizmima kojima se biljke »nose« sa stresom (sl. 1.).