

Kako biljni korijen regulira usvajanje vode?

Prof. dr. sc. Vladimir Vukadinović

Dobro je poznato i znanstveno potvrđeno da korijen biljaka prepoznaje različita svojstva tla, npr. vodu, hranjive tvari, kisik, pH i dr. i da sukladno zahtjevu biljaka raste u potrebnom smjeru. Usmjereni rast pojedinih biljnih dijelova kad je uzrokovan vanjskim podražajima označava se kao *tropizmi* i *nastije* (npr. rast uzrokovan kemijskim podražajem su *kemotropizmi*, svjetlošću su *heliotropizmi*, vodom su *hidrotropizmi*, izazvani gravitacijom su *geotropizmi*, a temperaturni podražaji su *termotropizmi*). *Tropizmi* su pojava izmjene pravca rasta organa u prostoru, tj. pokreti uvjetovani pravcem podražaja, dok su *nastije* pokreti biljaka izazvani promjenama intenziteta različitih vanjskih čimbenika (npr. *hidronastija* je rast korijena prema vlažnijem dijelu tla, *kemonastija* prema više hraniva i dr.).

Suvremena biljno fiziološka istraživanja jasno ukazuju na postojanje mehanizma integracije signala koji dovode do poznate reakcije biljaka te su vodeći se tom idejom [francuski istraživači \(CNRS/INRA\)](#) prošle godine rasvijetlili mehanizam koji omogućuje biljci da prilagodi usvajanje vode ovisno o njenom statusu u biljci i o vlažnosti tla, odnosno uvjetima poplave. Korijen reagira na razinu kisika i kalija u tlu tako da mijenja biljni kapacitet za usvajanje vode. Naime, usvajanja vode i hraniva korijenom je aktivnost koja zahtijeva energiju pa je intenzitet njegovog disanja izravno ovisan o mogućnosti usvajanja kisika. Kad pore tla sadrže puno vode a malo zraka, u tlu nema dovoljno kisika (tzv. *anaerobioza*) što stresno djeluje na čitavu biljku, jer se usvajanje vode i hraniva usporava sve do potpunog prekida u uvjetima *hipoksije* (potpuni nedostatak kisika u tlu, odnosno kad je tlo saturirano vodom). Također, poznato je da poplave, kao i suvišak vode u tlu rezultiraju velikim štetama u biljnoj proizvodnji, a kako se procjenjuje da je diljem svijeta privremenim ili trajnim poplavama i/ili suvišku vode izloženo čak ~72 % površine Zemlje, lako se dolazi do razmjera štete izazvane suviškom vode u tlu. Naime, najpovoljniji sadržaj vode u tlu 60-70 % od PVK (*poljskog vodnog kapaciteta*, odnosno ~25-35 % vode u tlu ovisno o kapacitetu retencije vode u tlu), što je vrlo teško održati tijekom vegetacije obzirom na zemljišne uvjete, vremenske prilike, uređenost zemljišta (npr. odvodnja, drenaža, struktura itd.) i mogućnost navodnjavanja.

[Stupanj biljnog stresa](#) zbog suviška vode u tlu ovisi zapravo o nedostatku kisika, biljnoj vrsti i sorti, *ontogenezi* (zapravo duljini *aklimatizacije* na nepovoljne uvjete), temperaturi, trajanju *anaerobioze* te o otpornosti organa koji se nalazi u anaerobnim uvjetima, u ovom slučaju korijen. Neke bakterije mogu razgrađivati organsku tvar i bez prisutnosti kisika, npr. one koje obavljaju redukciju sulfata, metanogene bakterije i dr. Mnoge više biljke su kroz evoluciju adaptirane anaerobnim uvjetima (npr. močvarne biljke, biljke tundri, riža i dr.) i razvile su posebno tkivo tzv. *aerenhim* za dovođenje kisika iz atmosfere u korijen) u kojima, manje-više, dobro uspijevaju čitav životni ciklus ili samo epizodno (npr. kod poplava, ispod snijega, pokorice itd.). Općenito, *tolerantne vrste na anaerobiozu* sposobne su u kratkom vremenu promijeniti svoj metabolizam te dobro podnose manjak kisika. Čak i vrste koje su netolerantne na *anaerobiozu* posjeduju neku vrstu otpornosti na kraći, odnosno sezonski nedostatak kisika.

Istraživači s [CNRS i INRA](#) identificirali su gen (*HCR1*) koji kontrolira usvajanje vode korijenom obzirom na razinu kisika i kalija u tlu. Gen *HCR1* ograničava usvajanje vode kada je u tlu manjak kisika, ali samo kad je tlo dobro opskrbljeno kalijem pa je jasno da je K element koji pored ublažavanja efekata suše

([hidratacija tkiva](#), [regulacija rada pući](#), [permeabilnost živih membrana i dr.](#)), ima veoma značajnu ulogu i u uvjetima poplave, odnosno tla saturiranog vodom. *HCR1* gen zapravo pokreće čitav niz metaboličkih reakcija važnih za preživljavanje [stresa izazvanog suviškom vode u tlu](#) i kad uvjeti u tlu budu manje anoksični, odnosno aerirani, biljka će brže nadoknaditi nedostatak vode u lišću pri dovoljno raspoloživog kalija u tlu.

Ova istraživanja nisu samo važna sa znanstvene točke gledišta, već i otvaraju nove putove u biljnoj proizvodnji jer je mogućnost usvajanja vode ključna za rast biljaka i tvorbu prinosa. Budući da biljke nikada nisu izložene samo jednom stresu, uzgajivači su zainteresirani za biljke, odnosno njihove kultivare, koji se mogu oduprijeti

Tablica 1. Granične vrijednosti AL-K₂O za usjeve ist. Hrvatske

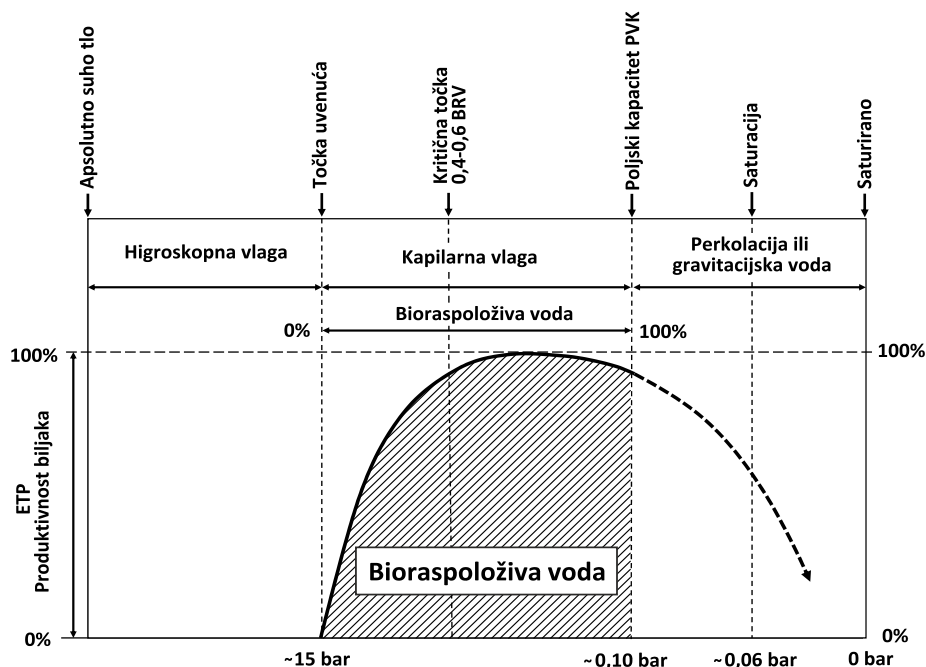
AL-K ₂ O mg 100 g ⁻¹ tla		
lako	srednje	teško
< 8	< 12	< 15
9 - 15	13 - 19	16 - 24
16 - 25	20 - 30	25 - 35
26 - 35	30 - 45	36 - 60
> 35	> 45	> 60

višestrukom nepovoljnom djelovanju okoliša, što zahtijeva identifikaciju fiziološkog mehanizma koji povezuje dostupnost kisika, opskrbljenost tla hranivima i sposobnost, odnosno mogućnost usvajanja vode i hraniva korijenom.

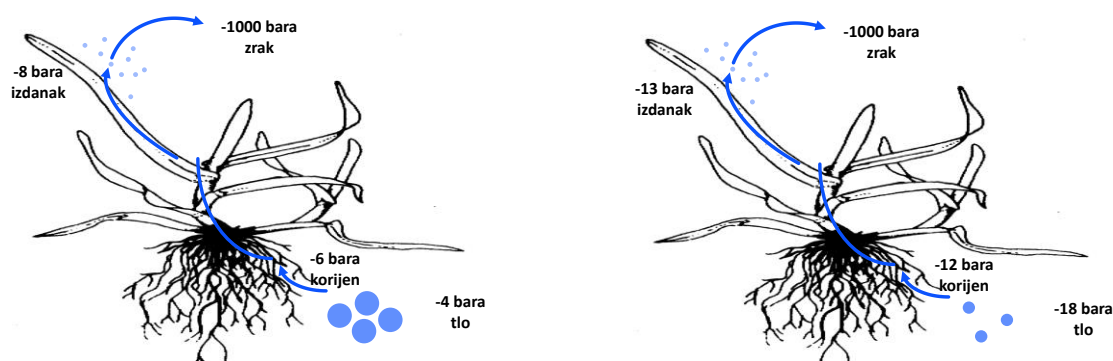
Usvajanje vode

Na temelju potrebe za vodom biljke se dijele u tri grupe: *hidrofite*, *mezofite* (većina usjeva, voća i povrća) i *kserofite* od kojih neke imaju jedinstvene mehanizme i visoku otpornost na sušu te će svakako biti čest predmet budućih istraživanja. *Mezofite* mogu usvajati vodu silom do 1,5 MPa ili 15 bara. Voda koja je čvršće vezana od 15 bara je *higroskopna* (dostiže 100 bara, a utvrđuje se sušenjem tla na 105°C) i *kemijski vezana voda* u tlu (ugrađena u kemijske spojeve), predstavljaju tzv. *mrtvu rezervu*. Raspoloživu količinu vode u tlu može se najtočnije utvrditi [metodom uvenuća biljaka](#) kojom se utvrđuje koef. uvenuća i *točka trajnog uvenuća* iz kojeg se biljke ne mogu više povratiti u život zalijevanjem.

Voda koja je vezana za čestice tla silom $\leq 0,1$ bara (tzv. *gravitacijska voda*) lako se gubi iz tla procjeđivanjem kroz krupnije pore pod utjecajem sile teže (Slika 1.). *Kapilarna voda* vezana je silom do 15 bara i ona je bioraspoloživa, dok pri većoj tenziji vode u tlu vodni deficit se manifestira vodnim stresom (Slika 2.)



Slika 1. [Tenzija vode u tlu i njena bioraspoloživost \(BRV\)](#)



Slika 2. [Potencijal vode u sustavu tlo-biljka-atmosfera \(lijevo: dobra raspoloživost vode; desno: ograničena raspoloživost vode\)](#)