

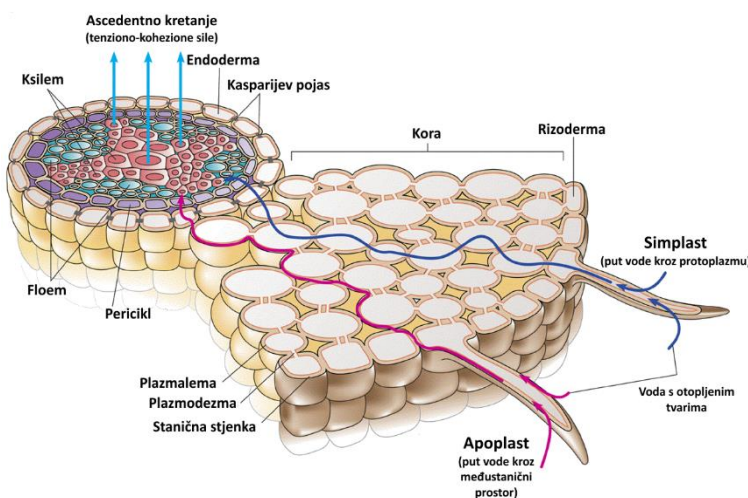
Kako i zašto biljke formiraju Kasparijev sloj u endodermi?

Prof. dr. sc. Vladimir Vukadinović

Osnovna funkcija korijena bilja je usvajanje i upravljanje usvajanjem vode i otopljenih mineralnih hraniva iz tla neophodnih za rast i razvoj biljaka. Korijen je u izravnom kontaktu s tlom koje osigurava vodu, hranjive i druge otopljene tvari od kojih su neke i toksične. Smatra se da su za kontrolu unosa molekula iz tla vaskularne biljke (od lat. *vasculum* = cijev) razvile barijeru, odnosno zaštitni stanični sloj [nazvan endoderma koji djeluje kao unutarnja koža](#) koji sprečava *apoplastični i simplastični transport* do *ksilema* (od grč. *ksilon* = drvo) provodnog tkiva korijena i funkcionira kao antimikrobna barijera. Specifičnost endodermalnih stanica je lokalno zadebljanje poprečnih staničnih stijenki što je otkrio *Robert Caspary* (1965.) pa je kasnije po njemu taj zadebljali, *suberinizirani (lipidno-fenolni biopoliester)*, slabo propusni pojas nazvan *Kasparijev pojas* ili *Kasparijeva traka* (Slika 1.).

[Endoderma ima ključnu ulogu u selektivnom unosu mineralnih hranjivih sastojaka u stelu radi translokacije u izdanak.](#)

Kasparijev pojas koji okružuje svaku endodermalnu stanicu i povezan je s ostalim stanicama endoderme čini prepreku izvanstanične slobodne difuzije vode u provodna tkiva. Smatra se da ova barijera omogućuje endodermi kontrolu nad unosom vode i otopljenih tvari iz okoliša u biljku, a možda i kontrolu biotičkih interakcija (interakciju s drugim organizmima). Impregnacija endoderme sprečava difuziju vode i otopljenih tvari kroz prostor stanične stijenke prisiljavajući



Slika 1. [Model radijalnog transporta vode i hranjivih tvari po simplastu i apoplastu \(Solomon, Berg i Martin, 2004.\)](#)

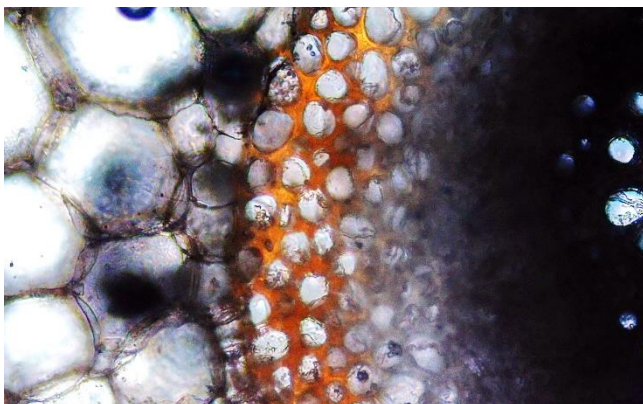
ih tako da prolaze kroz vanjsku membranu (plazmalema) i unutrašnjost (citoplazmu) endodermalnih stanica koje djeluju kao selektivna barijera (Slika 1.). Uspon vode i otopljenih tvari u vaskularnim biljkama odvija se akropetalno (prema gore) kroz ksilem sastavljen od snopova dugih, mrtvih stanica debelih stijenki (traheje i traheide) koje su kompaktno spakirane i tvore kanale za kretanje vode.

[Kasparijev pojas nastaje preciznim taloženjem trake lignina približno široke 2 \$\mu\text{m}\$ i debele 150 nm.](#) Iako su već ranije bili poznati [regulatori asimetrične diobe stanica endoderme, proteini potrebni za stvaranje Kasparijevog pojasa ostali su nepoznati do nedavnog otkrića proteina uklacijanina.](#) Recentnim istraživanjima identificirana su dva proteina koji sadrži bakar (uclacyanin), jer gubitkom funkcije dvaju uklacijanina (UCC1 i UCC2) smanjuje se lignifikacija, odnosno polimerizacija lignina. Gubitak lignifikacije dovodi do povećane endodermalne propustljivosti za različite tvari i do gubitka homeostaze (dinamičke ionske ravnoteže) mineralnih hraniva.

Zatajenje funkcije Kasparijevog pojasa relativno je često u vidu hidrauličkog kvara, doduše znatno rjeđe u [agrofitorozama \(biljke iste vrste; usjev; nasad\)](#) nego li u prirodnim fitocinezomima, osobito šumama, a označava se kao [embolija ili začepljenje provodnog tkiva biljaka.](#) Emboliju (grč. embolus = čep) treba razlikovati od kavitacije (lat. cavus = šuplje; nastaje zbog zračnih čepova), a oboje dovode do prekida provodljivosti ksilema zbog vodnog stresa (suše), smrzavanja biljaka, djelovanja patogena ili [zatvaranja puči \(tzv. ugljična glad\)](#), odnosno prestanka fotosinteze.

S embolijom šećerne repe susreo sam se više puta, a najčešći razlog je bila suša pa manjak bora, rjeđe patogene gljivice (npr. *Pleospora betae*) što se manifestira kao trulež srca repe. Posljednji, najdrastičniji slučaj embolije (neposredno prije mog umirovljena 2015.) vidio sam na području Bobote kada je uništeno 5 ha

šećerne repe (Slika 3.). Premda je incident dobro laboratorijski istražen, ali bez konkretnog zaključka o uzroku (sumnja na pesticide nije potvrđena), zbog vlastite radoznalosti uzeo sam uzorke repe (konzervirane u 96 % etanolu) i više uzdužnih i poprečnih presjeka repe dobivenih priručnim mikrotomom fotografirao bez bojenja na vlastitom prenosivom mikroskopu Celestron 5M. Na snimci se primjećuje jasno vidljiva crveno smeđa tvar (Slika 2.) koja priječi ulaz u snopiće ksilema.



Slika 2. Embolija šećerne repe (Vladimir Vukadinović, 2015., original, mikroskop Celestron 5M)



Slika 3. Presjeci šećerne repe nožem na terenu (Z. Besek, original, 6.7.2015.)

Jasno je kako je uzrok totalne štete na šećernoj repi bila masivna embolija, ali ne zato što su sprovodni sudovi začepljeni, već što je komunikacija prema njima presječena nepoznatom, općeprisutnom crveno smeđom tvari koja čini barijeru (Slika 2.). Budući kako u floemu nisu zapaženi kalozni čepovi, ali je primjetna površinski smještena ista crveno-smeđa tvar, vrlo vjerojatno za probleme nije odgovoran nedostatak bora, odnosno visok pH kakav je čest na tom području.

Snimljeno je više mikroskopskih fotografija presjeka korijena i presjeka peteljki šećerne repe na kojima je jasno vidi kako su:

- Stanice parenhima (svjetliji prstenovi između krugova provodnog tkiva, Slika 3.) što je i očekivano za repu u intenzivnom porastu,
- Crveno smeđa tvar nalazi se u blizini provodnih sudova, kako u korijena tako i u peteljka,
- Traheje su vrlo malog promjera i uklopljene u tamnu tvar (Slika 2.) i
- U floemu nema kaloznih čepova, ali je površinski istaložena u tankom sloju crveno-smeđa tvar.

U Osijek, 26. siječnja 2021. god.