

## Kako temperatura tla utječe na rast i razvitak bilja?

Prof. dr. sc. Vladimir Vukadinović

[Temperatura tla](#) može znatno varirati ovisno o vremenu (godišnje, dnevno), nadmorskoj visini, dubini profila tla i dr. Osim temperature tla, važan je i njegov *toplinski kapacitet* koji je ovisan o omjeru vode, mineralne i organske tvari, sposobnosti prijenosa topline (*toplinski konduktivitet tla*) između slojeva/horizonta tla, kao i sposobnost odavanja topline *radijacijom* (zračenjem ili isijavanjem topline u okolni prostor) te *konvekcijom* (kretanjem vode i/ili zraka). Kad je tlo zbijeno temperatura tla se brže mijenja jer su čestice tla puno bliže i njen prijenos je znatno brži, dok se vlažno tlo sporije zagrijava jer isparavanje vode (*evaporacija*) snižava temperaturu tla. Zbog toga, pravilna obrada, ali i uzgoj pokrovnih i međuusjeva usjeva utječe na strukturu tla, sadržaj vode u njemu i temperaturni režim tla (povećava organsku tvar, sprječava zbijanje, regulira vodni režim i dr.) štiteći ga od ekstremnih temperatura.

[Tla koja sadrže više humusa najčešće imaju dobru strukturu, tamnije su boje te bolje apsorbiraju Sunčevo zračenje](#). Npr. *albedo* (postotak refleksija Sunčeve radijacije) tamnog tla je 5 - 15 %, travnjaka 10 - 20 %, dok na golom, vlažnom tlu s malo organske tvari albedo može doseći gotovo 50 %. U našem agroekološkom području svega ~1 % sunčeve radijacije koja dopiye na površinu biljke iskoriste u procesu fotosinteze, dok se ~80 % potroši na isparavanje (*evapotranspiraciju*) vode, a preostalih 20-ak % je iskorišteno za zagrijavanje tla. Također, zagrijavanje tla veoma ovisi o *ekspoziciji* (položaj u odnosu na upadni kut Sunčevog zračenja) što je važno kod uzgoja *heliofita* (npr. masline, lavanda itd.), kao i *termofilnih vrsta* (npr. vinove loze). Na zagrijavanje tla osobito utječe godišnje doba, nadmorska visina (za svakih 100 m nadmorske visine godišnja prosječna temperatura zraka u RH pada za ~0,65°C), biljni pokrov, vlažnost tla, brzina vjetera i mikro topografija tla (manje neravnine, dubina soluma, način obrade i sl.).

[Temperatura je važan ekološki čimbenik](#) koji određuje niz strukturnih i funkcionalnih svojstava tla, kako prirodnih tako i poljoprivrednih ekosustava. U klimatski hladnijim područjima, npr. brdsko-planinskim područjima, temperatura u zoni korijena je najvažniji čimbenik tvorbe organske tvari (*neto primarna produktivnost*) jer određuje duljinu vegetacije.

Porastom temperature raste aktivnost *žive faze tla* (*biota* ili živi organizmi tla; 5 - 20 t ha<sup>-1</sup> ili još više u plodnom tlu) jednako kao i metabolizam i rast korijena uz porast usvajanja vode i hraniva što ubrzava rast i razvitak biljaka. Temperatura tla utječe i na brzinu usvajanja hraniva, posebice NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>, HPO<sub>4</sub><sup>2-</sup> i K<sup>+</sup>, tako da porast temperature za svakih 10°C ubrzava njihovo usvajanje 2 do 3 puta. Naravno, to vrijedi samo do neke granice (npr. usvajanje fosfora i kalija raste kod kukuruza sve do 35°C), zapravo dok se ne uspori ili [zaustavi disanje korijena](#) zbog previsoke temperature.

[Većina biljaka osjetljiva je na temperaturu tla, posebno njene brze promjene](#). Također, svaka biljna vrsta ima određene zahtjeve prema temperaturi tla, ovisno o etapi razvoja, uzrastu, ali i prethodnoj adaptaciji na nepovoljne, odnosno ekstremne temperature, bilo niske ili visoke. [Danas se smatra da je temperatura tla jednako važna](#) kao i njegova druga svojstva, npr. sadržaj vlage, organske tvari i dr., jer kad temperatura tla nije odgovarajuća metabolizam biljaka je ozbiljno poremećen, javljaju se problemi s usvajanjem vode i hraniva, zaustavlja se porast, sjeme ne može klijati itd.

Temperatura tla osim što izravno utječe na intenzitet i smjer metabolizma biljaka (sinteza ili razgradnja, odnosno redukcija ili oksidacija tvari), neizravno djeluje na rast i razvoj bilja i preko procesa u tlu, kao što su brzina i smjer kemijskih transformacija hraniva u tlu, intenzitet mineralizacije, transporta hraniva u tlu (kretanje mase i difuzija) i dr. Naime, porast temperature ubrzava kemijske procese u tlu, utječe na sadržaj vode i pokretljivost hranjivih tvari u tlu uz istovremeni utjecaj na fiziološke mehanizme usvajanja hraniva (kako pasivnog tako i aktivnog), rast korijena i brojnost populacije zemljišnih mikroorganizama. Zapravo, [gotovo svi procesi u tlu i biljkama ovise o temperaturi](#) pa ona ima vrlo velik utjecaj na primarnu produktivnosti svih ekosustava bilo gdje na Zemlji.

Oko 2/3 kopna na Zemlji podvrgnuto je tijekom godine temperaturama ispod nule, polovica te površine (1/6 kopna) i temperaturama ispod  $-20^{\circ}\text{C}$  pa ne čudi da se utjecaj niske temperature na biljke opsežno istražuje kako bi se povećala njihova otpornost. Prilagodba na niske temperature inicirana je kombinacijom skraćanja *fotoperioda* (duljine dana i noći) i temperaturama nižim od  $10^{\circ}\text{C}$  što na koncu rezultira u našem agroekološkom području prestankom rasta bilja tijekom perioda jesen-zima. Međutim, djelovanje nepovoljnih vanjskih čimbenika može se, gledano s gospodarskog aspekta uzgoja biljaka, dogoditi u nekoliko minuta (npr. niska ili visoka temperatura zraka), nekoliko dana (npr. nedostatak vode u tlu), a nedostatak hranjivih tvari može stresno djelovati na biljke i nakon više mjeseci, odnosno efekt stresa može biti često prikriiven (*latentan*) pa biljke brže stare (*senescencija*), odnosno sazrijevaju uz redovito smanjeni prinos.

Primarna organska produkcija (*neto fotosinteza* ili prirast organske tvari), ovisno o usjevu i tipu fotosinteze, jako reagira na razliku dnevno-noćnih temperatura jer visoke noćne temperature zbog pojačanog disanja jače smanjuju prirast organske tvari. Također, niske dnevne temperature znatno smanjuju intenzitet fotosinteze zbog utjecaja na reakcije tamnog dijela (Calvin-Bensonov ciklus), ali i zbog slabijeg premještanja *fotosintata* u druge dijelove biljke.

U našem klimatskom području mirovanje najčešće nastupa zbog skraćanja duljine dana, pa kako kratak dan prethodi niskim temperaturama, biljke ranije ulaze u period mirovanja i bolje se pripremaju na zimske uvjete, odnosno manje izmrzavaju. Veoma je važno istaći, da za razliku od većina drvenastih vrsta umjerenog klimata, jabuka i kruške, ali i neke druge drvenaste vrste porodice Rosaceae (ruže), nisu osjetljive na duljinu dana (*fotoperiodska indukcija cvjetanja*) te nemaju niti alternativni sezonski signal za kontrolu mirovanja. Njihovo zimsko mirovanje vezano je isključivo za nisku temperaturu ( $<12^{\circ}\text{C}$ ), bez obzira na duljinu dana, te je *jesenski sindrom* (prestanak rasta, stvaranje ljuske pupova, opadanje lišća i indukcija mirovanja) isključivo odgovor na nisku temperaturu. Većina ozimih usjeva nužno zahtijevaju period nižih temperatura (*jarovizacija*) koja im je potrebna za normalni razvoj (*organogeneza*) te je *jarovizacija* razvojni stadij u kome biljke izložene utjecaju niske, ili točnije određene temperature, pretrpe promjene koje im u kasnijim razdobljima života omogućuju prijelaz iz vegetativne u generativnu fazu razvitka (formiranje ploda).

Duljina jarovizacije nije ista za sve biljne vrste, ali ni za sve sorte jedne biljne vrste. Uglavnom se smatra da je dulji period jarovizacije pokazatelj veće otpornosti na niske temperature, ali duga jarovizacija ne znači nužno i veliku otpornost na niske temperature (mada su biljke s kratkim periodom jarovizacije u pravilu neotpornije). Duljina jarovizacije ovisi o temperaturi, sadržaju vlage u sjemenu, veličini endosperma itd., a efikasnost niskih temperatura je veća uz viši sadržaj vode u sjemenu. Kao mjesto jarovizacije kod pšenice i raži utvrđen je konus rasta (*apikalni meristem*), a potencijalno to mogu biti i sve stanice koje se dijele u listu i korijenu. Zbog različitosti vrsta i njihovih kultivara, kao i uvjeta vanjske sredine, ne mogu se precizno navesti optimalne i ograničavajuće temperature jarovizacije. Ipak, ozima žita najbrže prolaze jarovizaciju na temperaturi  $0 - 2^{\circ}\text{C}$ , jara žita  $5 - 12^{\circ}\text{C}$ , lupina  $8^{\circ}\text{C}$ , kukuruz  $20^{\circ}\text{C}$ , šećerna repa  $0 - 12^{\circ}\text{C}$  itd. Stadij jarovizacije biljaka može proći u fazi sjemena ili klijanaca, a moguća je i jarovizacija sjemena još na majčinskoj biljci (npr. *proraslice* kod šećerne repe u prvoj godini vegetacije u hladnom proljeću).

U Osijeku 10. siječnja 2018.