

## Štete na kukuruzu zbog hladnog stresa

prof. dr. sc. Vladimir Vukadinović

Kukuruz je vrlo osjetljiv na temperature ispod 10°C, osobito u klijanju i nicanju, što može dovesti do zastoja u rastu te znatnih šteta i konačno smanjenog prinosa. Hibridi kukuruza se mogu znatno razlikovati obzirom na "snagu sjemena" (*vigor*) te postoji niz testova kao što je *utvrđivanje klijavosti sjemena, otpornosti na hladnoću* (tzv. *hladni stres*), *promjenu električne vodljivosti nakon imbibicije* (upijanja vode sjemenom), *klijanja na niskoj temperaturi* i dr. [Budući da postoje među hibridima kukuruza velike razlike u morfološkim i fiziološkim promjenama uzrokovanim hladnim stresom, niske temperature različito utječu na njihovo klijanje i nicanje](#), porast mladih biljaka kukuruza može biti znatno usporen, pa i zaustavljen, kad temperatura padne ispod 10°C, a najčešće prestaje na temperaturama između 6 i 8°C. Na još nižim temperaturama biljke mogu biti nepovratno oštećene.

[Stres je svako stanje biološkog sustava koje odstupa od optimuma, premda se često definira i kao djelovanje bilo kojeg abiotskog i/ili biotskog faktora koji nepovoljno utječe na rast i razvitak biljaka](#). Biljke se najčešće mogu prilagoditi uvjetima stresa, pri čemu je *aklimatizacija* jačanje otpornosti na stres (plastična ili reverzibilna) nakon kraćeg izlaganja nepovoljnom utjecaju, a *adaptacija* (*prilagodba*) se odnosi na genetski određen stupanj otpornosti na stres. Otuda biljke mnoge oblike stresa nižeg intenziteta mogu tolerirati, ali kad je prag stresa prekoračen, biljke će najčešće uspijeti preživjeti stres, a kad je on dovoljno žestok, biljka ipak može uginuti. *Tolerancija na stres* označava sposobnost biljaka da se prilagode nepovoljnim uvjetima tako da moguća šteta bude mala ili izbjegnuta. Nažalost, biljke koje su dulje vrijeme izložene stresu, odnosno nepovoljnim ili čak ekstremnim uvjetima vanjske sredine i kad prežive, uvijek postižu niži prinos.

Temperatura tla jedan je od ključnih čimbenika koje treba uzeti u obzir pri odlučivanju o datumima sjetve kukuruza koji [je sezonska kultura toplog razdoblja te su klijanje i nicanje optimalni kada su temperature tla visokih 29-32°C](#). Sjetva kukuruza može početi ranije na lakšim i pjeskovitim tlima jer se brže suše za razliku od teških glinastih tala. S druge strane, pjeskovita tla imaju tendenciju da imaju nižu gustoću usjeva kada se obavlja rana sjetva jer biljke na njima obično pate od temperaturnih promjena, osobito u hladnim noćima. Ako je temperatura tla  $\geq 15$  °C uz dovoljnu vlažnost, klijanje kukuruza bit će ujednačeno i brzo, dok temperature tla ispod  $\leq 10$  °C mogu *inhibirati* (zaustaviti) na dulje vrijeme klijanje, nicanje i rast. Kad se rana *imbibicija* ([upijanje vode sjemenom povezano je s kapilarnim, ali i koloidnim efektom vezivanja vode; odgovara  \$\Psi\_m\$  matriks potencijalu](#).) dogodi u hladnim uvjetima to može ubiti sjeme ili rezultirati abnormalnim sadnicama (Slika 1.). Stoga, uzgajivači trebaju po-



Slika 1. [Abnormalni klijanci kukuruza koji neće zasigurno dati produktivnu biljku](#)

red temperature tla u sjetvi uzeti u obzir i očekivanu temperaturu nakon sjetve kada sjeme počne brzo upijati vodu jer sjeme posijano u toplijim i tlima povoljne vlažnosti još uvijek se mogu ozlijediti ako se

hladni i vlažni uvjeti pojave neposredno nakon sjetve. Šanse za dobar start rasti kad je tlo najmanje 24 sata toplije i dovoljno vlažno prije hladnog stresnog događaja i kada između sjetve i nicanja padne malo ili nimalo kiše.

Niske temperature tijekom i neposredno nakon sjetve mogu smanjiti visinu biljke, duljinu korijena, sposobnost korijena da usvaja mineralne hranjive tvari, sadržaj klorofila lista i neto stopu fotosinteze u klijancima i mladim biljkama pa to najčešće rezultirati inhibicijom rasta, smanjenom gustoćom usjeva, žućenjem, uvenućem i nekrozom lišća, ili čak smrću mladih biljaka (Slike 2. i 3.). Sličnih šteta, prema mojim saznanjima, bilo je ovog proljeća na širem području Slavonije. Također, hladnoća može znatno prorijediti *gustoću usjeva* (broj biljaka po jedinici površine) i smanjiti vitalnost mladih biljaka kukuruza čime raste rizik od infekcije različitih patogena iz tla. Ovi izravni i neizravni utjecaji hladnoće zasigurno će smanjiti prinos i njegovu kvalitetu, obzirom na intenzitet oštećenja pojedinih parcela. [Dakle, kako ćete znati ima li šteta od hladnog stresa na vašem usjevu? Budite strpljivi. Nitko ne voli čuti "pričekajmo i vidimo", ali to je neophodno.](#) Niske proljetne temperature mogu rast i razvoj kukuruza i soje značajno usporiti u odnosu na ono što mnogi doživljavaju kao *normalan start* tih usjeva u ovo doba godine, pa je potrebno strpljenje u provjeri porasta i razvoja usjeva.



Slika 2. Kukuruz oštećen sušom i hladnoćom (Zmajevac, 27.04.2024.)



Slika 3. Kukuruz oštećen sušom, hladnoćom i herbicidom (Osijek, 07.05.2024.)

Rana sjetva kukuruza može znatno produljiti vegetaciju kukuruza što biljkama omogućuje akumuliranje dodatne biomase i povećanje prinosa pa se problem povećanja tolerancije na hladnoću kukuruza intenzivno istražuje. Potrebno je istaći kako je tolerancija kukuruza na hladnoću složeno svojstvo jer je kumulativna funkcija mnogih fizioloških i molekularnih putova. Da bi mlade biljke kukuruza preživjele u nepovoljnim uvjetima moraju održavati stanične funkcije stabiliziranjem staničnih membrana i biološki aktivnih proteina. [Iako su biljke razvile mehanizme kojima se mogu prilagoditi hladnim uvjetima, razvijeno je nekoliko strategija za smanjenje učinaka hladnog stresa na ponike kukuruza te je postignut značajan napredak u proučavanju fiziologije tolerancije na hladnoću,](#) ali još mnogo toga treba učiniti kako bi se riješili problemi koji proizlaze iz oštećenja prouzrokovanim hladnim stresom.

*Adaptacija* na nisku temperaturu različita je za pojedina tkiva. Primjerice, konus rasta ozimih žita otporniji je na smrzavanje u odnosu na korijen. [Također, svi klijanci nemaju istu otpornost na niske temperature, premda su uzgojeni u jednakim uvjetima](#) premda su njihova tkiva *genetski* identična, ali su *morfološki* i *anatomski* različita što uvjetuje razliku u otpornosti na smrzavanje. Općenito, biljke koje imaju malu površinu lišća i širi omjer korijena i izdanka, bolje podnose niske temperature. *Aklimatizacija* (prilagodba; kaljenje) na niske temperature je dinamičan proces koji se odvija u više dana, ili čak tjedana do postizanja maksimalne adaptacije, ali tek posijano sjeme kukuruza nema to vrijeme na raspolaganju i otuda naglo zahlađenje nakon sjetve čini štetu. Međutim, ako se prethodno obavi *pre-emergentna* aklimatizacija sjemena na nisku temperaturu (zbog [sprječavanja oksidativnog stresa](#)) sjeme kukuruza će vjerojatno preživjeti uz manje ili veće posljedice po gustoću usjeva, visinu i kvalitetu

prinosa. Nakon nicanja kukuruz može izdržati nekoliko dana bez trajne štete na temperaturi od 5°C, premda će metabolizam biti gotovo zaustavljen. Također, stupanj aklimatizacije na niske temperature, osim što ovisi o temperaturi, pod utjecajem je intenziteta svjetla, duljine dana, agrotehničke prakse te drugih abiotičkih stresova kao što su suša, vjetar i salinitet.

Zbog toga je mudro prije sjetve provjeriti temperature tla rano ujutro i vremensku prognozu te uzeti u obzir da vlažna tla ili polja, s više ostataka usjeva najčešće imaju nižu temperature u odnosu na sušnija ili polja s manje ostataka usjeva. Također, važno je provjeriti toleranciji na hladnoću hibrida kukuruza kojeg namjeravate sijati. Imajte na umu da se hibridi razlikuju u toleranciji na hladnoću te uvažiti rezultate ispitivanja tzv. *hladne klijavosti*, naravno ako su takvi testovi obavljeni. [\*Naime, test hladne klijavosti ne samo da pokazuje postotak tolerantnog sjemena u uzorku, već odražava i njegovu sposobnost da proizvedu normalne biljke u manje optimalnim uvjetima uzgoja.\*](#) Važno je naglasiti da su tolerantniji hibridi na hladnoću sigurniji izbor, ali tzv. "*imbibijsko hlađenje*" (upijanje vode i bubrenje sjemena u hladnim uvjetima) je fizički fenomen koji često može nadjačati genetiku. [\*Usvajanje imbibicijske vode događa se u prvih 48 sati nakon sjetve sjemena kukuruza pri temperaturi tla na dubini sjetve koja neće pasti značajnije ispod 10°C\*](#) jer niža temperatura može znatno usporiti klijanje pri čemu je sjeme dulje vrijeme izloženo *patogenima*, osobito u vlažnim tlima te je dobro zaštititi sjeme namijenjeno ranijoj sjetvi fungicidima.

Zemlje i regije, koje imaju čestu pojavu niskih temperatura u kasno proljeće, istraživale su *enkapsulaciju sjemena* (polimerni premaz sjemena) [\*prema ideji tzv. pametnih gnojiva.\*](#) Obloženo sjeme premazano je polimerom koji sprečava upijanje vode dok temperatura tla nije bila dovoljno visoka za normalno klijanje i nicanje. Takvo, *enkapsulirano sjeme*, posijano u rano proljeće, općenito je imalo slične ili veće stope rasta od nepremazanih sjemenki sijanih kasnije. [\*Rezultati takvih istraživanja jasno pokazuju korist od ranije sjetve obloženog sjeme jer se tako ubrzava rani porast \(soje i kukuruza\) jer je sjeme zaštićeno od hladnoće i suviška vlage sve do normalizacije uvjeta.\*](#) Naravno, ostaje problem više cijene zaštićenog (premazanog) sjemena i mogućnosti njegove kupovine.

Osijek, 08. svibnja 2024. god.