

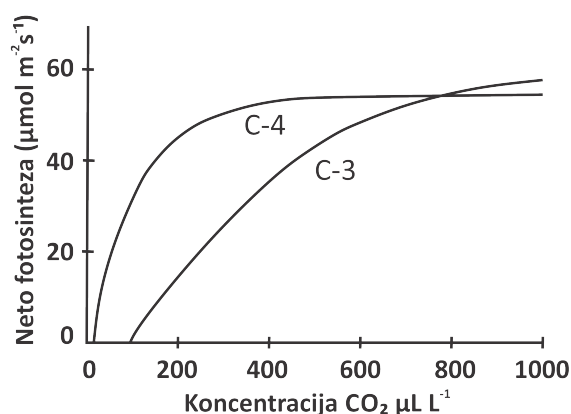
Manipuliranje fotorespiracijom kako bi usjevi izdržali buduće klimatske promjene

Prof. dr. sc. Vladimir Vukadinović

Procijenjeno je da se proizvodnja usjeva mora povećati do 70 % u odnosu na razinu proizvodnje iz 2017. kako bi se zadovoljila globalna potražnja za hranom do 2050. što će biti veoma teško ostvariti uz očekivani trend globalnih klimatskih promjena jer se već sada registriraju na globalnoj razini gubitci prinosa glavnih usjeva kao što su pšenica, kukuruz, riža i soja.

Velika većina biljaka pripada C-3 tipu fotosinteze (~95 %) čiji intenzitet opada u prisustvu kisika zbog povećane fotorespiracije (tzv. Warburgov efekt) jer stimulira enzime glikolatfosfat-sintetazu i glikolat-oksidadazu i kompetitivno blokira fiksaciju ugljičnog dioksida CO₂ pomoću RuBisCO enzima (ribuloza-1,5-bisfosfat karboksilaza-oksigenaza) uz pojavu pseudocikličnog transporta elektrona. Približno 20 % vremena RuBisCO veže kisik umjesto ugljični dioksid (djelujući kao oksigenaza) što rezultira snižavanjem fotosinteze kroz proces fotorespiracije. U sadašnjim uvjetima, fotorespiracija može smanjiti prinos zrna poput pšenice za oko 36 % što je gubitak od 148 trilijuna kalorija u pšenici i soji, kalorijama koje bi mogle prehraniti milijune ljudi. Poljoprivredni proizvođači u regijama oko ekvatora mogu zabilježiti još veće gubitke zbog povišene temperature, pri čemu se očekuje da će problem s klimatskim promjenama sve više eskalirati diljem svijeta.

Smanjivanjem koncentracije kisika može se povećati fotosinteza C-3 tipa biljaka 50-100 % jer proces fotorespiracije (primanje i trošenje O₂ uz oslobađanje CO₂ na svjetlosti u fotosintetski aktivnim stanicama) koji se odvija na svjetlosti tijekom fotosinteze može biti intenzivniji od disanja u mraku. Fotorespiracija je usko povezana s C-3 tipom fotosinteze i odvija se u uvjetima intenzivne osvjetljenosti i visoke koncentracije kisika u odnosu na CO₂ čija koncentracija unutar usjeva brzo pada zbog intenzivne asimilacije, a kod biljaka s C-4 tipom fotosinteze, npr. kukuruz, sirak, šećerna trska i dr. je neznatna. Pri visokim temperaturama koncentraciji CO₂ unutar usjeva često pada do 0,01 % što dovodi do tzv. kompenzacijske točke, odnosno fotosintetski doprinos izjednačen je s gubitkom u fotorespiraciji. Zbog toga RuBisCO (ključni enzim fotosinteze koji je ujedno i najzastupljeniji protein u živom svijetu i čini ~50 % svih proteina u lišću) ima jače djelovanje kao oksigenaza čime je stimulirana fotorespiracija, a smanjena karboksilacija, odnosno asimilacija CO₂ (Slika 1.).



Slika 1. Tipičan intenzitet C-3 i C-4 tipa fotosinteze obzirom na koncentraciju CO₂

Nedavno objavljena studija koja razmatra nove putove održive proizvodnje C-3 usjeva u uvjetima klimatskih promjena i očekivanog globalnog porasta temperature. Istraživači sa Sveučilišta Illinois i američkog Ministarstva poljoprivrede uzgojili su genetski modificirani duhan koji pokazuju manje energetske intenzivne svojstva fotorespiracije. Duhan je odabran jer je s njim relativno lako eksperimentalno raditi, a rezultati se dobivaju veoma brzo (unutar godine dana). Dakle, eksperimentalne biljke duhana imale su veću fotosintetsku kvantnu učinkovitost zbog snižene fotorespiracije pri višim temperaturama (25 - 40 °C) i daju tada 26 % više ukupne biomase. Nakon potvrde koncepta istraživanja manipuliranja fotorespiracijom su nastavljena s prehrambenim biljkama kao što su krumpir i soja uz očekivanje da će se tako povećati proizvodnja hrane, unatoč globalnom povećanju temperature.