

Manje klorofila može povećati dušik u sjemenu

prof. dr. sc. Vladimir Vukadinović

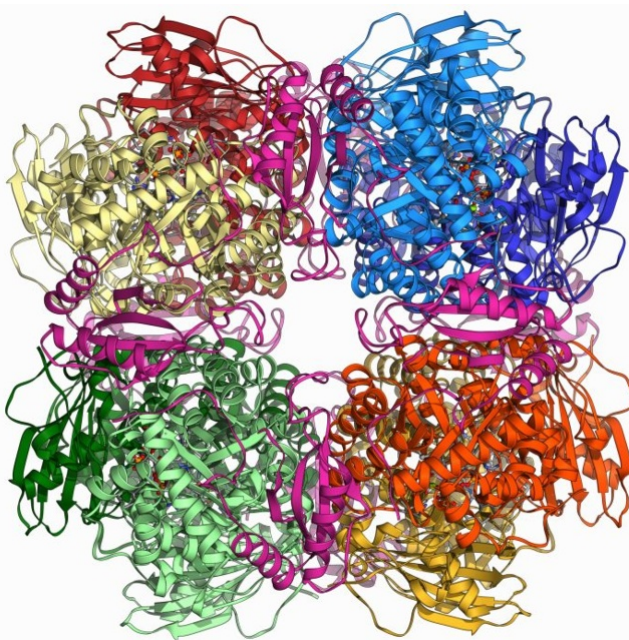
Klorofil je ključan pigment za apsorpciju Sunčeve radijacije i osiguravanje energije za proces fotosinteze, odnosno asimilaciju CO₂. Međutim, tvorba klorofila zahtijeva veliku količinu dušika za sintezu proteina, prvenstveno za sintezu enzima RuBisCO (Ribuloza-1,5-bisfosfat) jer je to ključni enzim fotosinteze (karboksilacije). Kao rezultat toga biljkama često imaju na raspolaganju nedovoljno dušika za druge procese. To je bio povod za istraživanje kojim se pokušalo smanjiti razinu klorofila u lišću i utvrditi hoće li biljka uložiti taj raspoloživi dušik u druge procese koji bi povećali prinos ili poboljšali njegovu kvalitetu.

Premda je RuBisCO masivan enzim mase 68 kDa, najzastupljeniji enzim na Zemlji (~50 % mase svih proteina u lišću) i izvor je gotovo cjelokupnog biološkog ugljika te se zbog toga smatra najvažnijim proteinom u prirodi, poznato je odavno da reakcija karboksilacije znatno ograničava brzinu cijelog procesa fotosinteze. Naime, RuBisCO može fiksirati samo 3-10 molekula CO₂ sec⁻¹ i prema biološkim standardima to je veoma „lijen“ i neučinkovit enzim jer tipični enzimi kataliziraju tisuće reakcija. Kako je RuBisCO je užasno spor, uz to još u dvije od pet reakcija umjesto CO₂ veže O₂ prekidajući tamni dio procesa fotosinteze (Calvin-Bensonov ciklus) te se za njegovo ponovno pokretanje nepotrebno troši energija i voda.

Evolucija je vrlo malo uspjela poboljšati RuBisCO, ali je našla rješenje u C₄ tipu fotosinteze pa takve biljke (npr. kukuruz, šećerna trska i dr., redom biljke koje potječu iz tropskog ili subtropskog pojasa) zahtijevaju manje vode i gnojiva od običnih C₃ biljaka, ali više topline i sunčeve radijacije, a fiksiraju tek ~3 % ugljika u odnosu na C₃ tip fotosinteze. Razlog je što velika velika većina biljaka pripada C₃ tip fotosinteze (~95 %) čiji intenzitet opada u prisustvu kisika, visoke temperature i osvjetljenosti i manjka CO₂ zbog povećane fotorespiracije (Warburgov efekt) koja kompetitivno blokira fiksaciju CO₂ pomoću RuBisCO enzima uz pojavu pseudocikličnog transporta elektrona.

Tijekom posljednjih nekoliko desetljeća istraživači su pokušavaju povećati prinos usjeva kako bi zadovoljili globalnu potražnju za hranom, a najveći izazov je kako poboljšati fotosintetičku učinkovitost poljoprivrednih biljaka. Zeleno lišće može apsorbirati preko 90 % svjetla koje pada na njega, ali vrlo mali dio se iskoristiti za fotosintezu (u našem agroekološkom području stvarna efikasnost na godišnjoj razini tek je 0,5-2 % apsorbirane sunčeve energije), može ga reflektirati natrag u atmosferu, ili pak svjetlo može proći kroz list. Nažalost, iako potpuno zeleni list apsorbira preko 90 % svjetlosti koja ga pogodi, list to ne koristi sve za fotosintezu.

Što je usjev gušći, niže etaže lišća sadrže manje klorofila pa kad bi i gornje lišće imalo niži sadržaj klorofila apsorpcija svjetlosti kao i fotosinteza bili bi veće u zasjenjenom lišću ispod, ali ne u ranim fazama (odnosno slabije lisne pokrovnosti) jer bi to usporilo rast biljaka. Stoga su istraživači koristili RNK koji ometaju ključne korake u sintezi klorofila i dobili lisni pokrov koji je imao znatno svjetliju nijansu zelene ili žute boje, što obično ukazuje na bolest biljaka te utvrdili da i uz 70 % smanjenje sinteze klorofila nije bilo inhibicije rasta. Također, utvrđeno je da niži sadržaj klorofila utječe na povećanje



Slika 1. Molekularni model enzima RuBisCO

koncentracije dušika u sjemenu za 17 %, ali bez povećanja prinosa te su zaključili da višak dušika nije ugrađen u sintezi klorofila donjeg lišća što je označeno kao cilj budućih istraživanja.

Budući da su mnoge biljke evoluirale u uvjetima bez dovoljno dušika u tlu, one ga usvajaju kad god je na raspolaganju i u [vrijeme senescencije \(starenja\) listova translociraju u sjeme ili plod pa za-pravo vrijeme kontrolira mobilizaciju i raspodjelu resursa ugljika i dušika](#). Međutim, [pojedinačni list ne može istodobno kontrolirati asimilaciju ugljika i remobilizaciju dušika, što uzrokuje obrnutu vezu između prinosa sjemena i sadržaja dušika](#). Istraživanje smanjene ugradnje dušika u lišće pokazalo je da je moguće povećati efikasnost primjene dušika u suvremenoj biljnoj proizvodnji poticanjem njegove remobilizacije iz lišća i drugih organa u sjeme ili plod što je ekonomski povoljnije od opskrbe dodatnim N-gnojivom.

Snižavanje sadržaja klorofila u gore opisanom istraživanju nije pokrenulo *senescenciju* te su listovi bili zdravi i s manje klorofila održavali fotosintetičku aktivnost, ali se dušik ne smije preusmjeriti prerano u razvoju već od momenta punjenja sjemena, što je zapravo nova je strategija za poboljšanje kvalitete sjemena uz održavanje visine prinosa.

Osijek, 17. ožujka 2024.