

## Međusobni odnosi biljaka u usjevu pšenice

Prof. dr. sc. Vladimir Vukadinović

Pripitomljavanje biljaka i njihov uzgoj datira od prije ~10.500 godina što je promijenilo ljudsku povijest i omogućilo uspon civilizacije. Usjevi su kroz to vrijeme povećali prinos i kvalitetu prilagođavajući se različitim agroekološkim okruženjima, agronomskim praksama i agrotehnici. Međutim, genetska baština pšenice (*Triticum spp.*) oblikovana je milijunima godina prirodne selekcije prije pripitomljavanja, često potaknuta konkurencijom među pojedinim biljkama te se smatra kako su genetska poboljšanja visine prinosa posljedica selekcije prema intraspecifičnoj konkurentnosti. Naime, unutar prirodnoq ekosustava dolazi do jasne konkurencije između jedinki iste vrste prema lokalnim ekološkim faktorima (intraspecifična kompeticija) i između pojedinih vrsta (interspecifična kompeticija), ali i kooperacije koje se događaju unutar grupe izoliranih jedinki (tzv. *Alleov efekt*) ili između jedinki različitih vrsta (*sinergizam, simbioza*). Važno je naglasiti da što je više različitih vrsta organizama u ekosustavu (*biološka raznolikost* ili *biodiverzitet*), on je otporniji na promjene i lakše uspostavlja *homeostazu (dinamička ravnoteža)*. Drugim riječima, što je više raznih životnih oblika u ekosustavu ili su veće razlike među stanovnicima, njihova zajednica je zdravija i prilagodljivija (tzv. *elastičnost ekosustava*).

Bitna značajka visokoprinosnog usjeva je njegova prilagodba sjetvi visoke gustoće. Na primjer, u kukuruзу, genetsko poboljšanje prinosa zrna tijekom porasta hibridne ere prvenstveno se pripisuje poboljšanoj toleranciji na gustoću koja se pomicala s 30.000 biljaka/ha 1950-ih na oko 80.000 biljaka/ha trenutno. Takva promjena gustoće sjetve dovela je do ranijeg „zatvaranja” usjeva, što je potaknulo suzbijanje korova i presretanje svjetla, a time i veću akumulaciju suhe tvari usjeva po površini. Usjevi strnih žita obično se siju gusto od 200–450 biljaka m<sup>-2</sup> pa sve do 1.000 klasova m<sup>-2</sup> pa zbog visoke gustoće usjeva od ranih etapa organogeneze (razvoja) mlade biljke pšenice doživljavaju promjene u spektralnoj raspodjeli svjetla (uglavnom smanjenje crvenog i infracrvenog dijela spektra) koje se reflektira unutar usjeva. Od početka izduživanja (*vlatanje*) intraspecifična konkurencija raste sve do cvatnje (*anteze*) kada je većina pojedinačnih biljaka strnih žita uglavnom zasjenjena što potiče intenzivnu konkurenciju prema fotosintetski aktivno zračenje (FAR; 400-700 nm). Zbog visoke gustoća usjeva kod svih strnih žitarica došlo je postupno do smanjenja lisne površine pojedinačnih biljaka, pada broja vlati/klasova po čvoru busanja, smanjenju broja klasića po klasu, smanjenju plodnosti cvjetova, odnosno broja zrna po klasu i konačno, pada ukupne biomase. Ovo smanjenje vegetativne biomase povezano je sa smanjenjem broja klasova po biljci, manjim brojem klasića po klasu, smanjenjem plodnosti cvjetova i stoga, manje zrna po klasu. Važno je napomenuti da su reakcije strnih žita izazvane gustoćom visoko povezane sa smanjenim osvjetljenjem, što znači da reakcija na svjetlosno okruženje ima značajnu ulogu u modernim usjevima. Proučavanje odgovora na zasjenjivanje stoga može pružiti izgleda za bolje razumijevanje i poboljšanje prilagodljivosti biljaka pšenice gustim usjevima.

Na prinos usjeva i kvalitetu njegovog prinosa, pored gena, značajno utječe i uzgoj (gnojidba, obrada, priprema tla, datum i gustoća sjetve, odnosno razmak između biljaka, navodnjavanje, zaštita od bolesti i štetnika, vrijeme i način žetve i dr.). Razumijevanje mehanizama koji potiču varijacije u proizvodnji biomase u usjevima (*agrocenozama*; zajednice istovrsnog sastava) i prirodnim *biocenozama* predmet su mnogobrojnih istraživanja o funkcioniranju različitih ekosustava. Npr., stope sjetve ispod optimalne mogu smanjiti učinkovitost korištenja resursa, prinos i konačni profit, ovisno o razini dostupnosti resursa, dok suviše visoke stope sjetve povećavaju troškove proizvodnje i mogu često smanjiti prinos zbog veće osjetljivosti na bolesti, napada insekata i polijeganja usjeva. Posljedično, definiranje agronomske optimalne gustoće biljaka, odnosno koji je to minimalni broj biljaka po jedinici površine potreban za maksimiziranje prinosa, ključno je za buduća poboljšanja prinosa, osobito strnih žita. Ipak, u znanstvenoj literaturi za pšenicu mogu se pronaći različiti odnosi prinosa i gustoće usjeva. Naime, odgovor prinosa zrna pšenice (*Triticum aestivum L.*) na gustoću usjeva je nedosljedan, a mehanizmi koji pokreću ovaj odgovor nisu dovoljno jasni pa bi bolje razumijevanje faktora koji upravljaju ovim odnosom moglo poboljšati preporuke za gustoću biljaka prema specifičnim ekološkim i genetskim svojstvima kultivara.

Kao što je dokazano mnogim istraživanjima i terenskim studijama, uključivanjem potencijala nabusavanja optimalna gustoća pšenice varira primarno kao funkcija prinosa u nekom agroekološkom okruženju, a u manjoj mjeri kao funkcija potencijala nabusavanja, osim kod visokog prinosa gdje je potencijal nabusavanja važan modulator prinosa. Povećanje stope sjetve ili odabir genotipova s visokim potencijalom nabusavanja često se primjenjuje kao mjera smanjenja rizika proizvodnje povezanog s vremenskim prilikama. Međutim, ako vremenski uvjeti tijekom vegetacije budu zaista loši i niža stopa sjetve može dati jednako dobar prinos. Stoga suvremena istraživanja pokušavaju definirati učinak tzv. *nišne komplementarnosti* (ekološka niša označava skup specifičnih okolišnih faktora biotičke i abiotičke prirode, odnosno determinirati mjesto u ekosustavu za koji je pojedina vrsta/kultivar posebno prilagođena) kako bi se riješili odnosi biološke raznolikosti i produktivnosti. Naime, uzgoj nekoliko različitih sorti u istom agroekološkom području, dugogodišnja je poljoprivredna praksa kako bi se umanjile štete zbog pojave bolesti, ali takva praksa može imati i nepredvidljive rezultate jer interakcije biljaka/kultivara često modulira osjetljivost na bolesti susjednih biljaka te bi odavno zapažena intrigantna veza između *alelopatije* (biološki fenomen kojim organizam proizvodi jednu ili više biokemikalija koje utječu na klijanje, rast, preživljavanje i razmnožavanje drugih organizama) i *imuniteta* trebala potaći daljnja istraživanja. Do sada je definirano više procesa koji proizlaze iz susjedstva biljaka, npr. povratne informacije i utjecaj ostataka biljaka u tlu, signalizacija opasnosti, prepoznavanje rodbine ili stranaca i konkurencija. Potrebno je jasno naglasiti kako interakcija susjednih biljaka može biti promjenjiva te imati pozitivne i negativne učinke, odnosno posljedice.

Povećanje tolerantnosti i rezistentnosti na biljne patogene ključno je za kontrolu bolesti i povećanje prinosa usjeva što se postiže kultivarima koji posjeduju gene za otpornost na određene patogene, ili povećanjem bazalnog imuniteta. Budući da zaštita koju pružaju geni otpornosti obično nije trajna, osobito u čistim sastojinama kao što su *agrocenoze*, biljke često ostaju nedostavno zaštićene samo *bazalnim imunitetom*, što kvantitativno smanjuje njihovu razinu tolerancije. Naime, biljke za razliku od sisavaca, nemaju mobilne obrambene stanice i *somatski adaptivni imunološki sustav* te se oslanjaju na *urođenu imunost* svake stanice i na *sistemske signale* koji dolaze s mjesta infekcije. Međutim, pronalazak drugih načina moduliranja *bazalne imunosti* pojedinih biljaka, posebno prijelaz iz *bazalne (sistemske stečena otpornost)* u *induciranu rezistentnost* (mehanizam otpornosti biljaka koji se aktivira infekcijom), olakšao bi smanjenje razine osjetljivosti na terenu.

Konkurencija biljaka za resurse (svjetlo, voda, hraniva i dr.) smatra se najjačom silom u formiranju i strukturiranju u selekciji prirodnih biljnih populacija koja najčešće favorizira najkonkurentnije pojedinačne biljke u određenom okruženju. Međutim, najznačajniji pokretač evolucije usjeva je promjena povezana s napuštanjem visoko heterogenog i biološki raznolikog prirodnog okruženja u homogeno monokulturno okruženje (*agrocenozu*) u kojem individualna kondicija biljaka, odnosno njena pojedinačna i najčešće "sebična" svojstva ugrožavaju *agrocenozu*. Zapravo slično se događa i kod ljudi jer vrlo često sebičnost negativno utječe na performanse društvene zajednice. Zbog toga se moderna biljna proizvodnja strnih žita oslanja na uspješne zajednice u kojima je ograničena dostupnost svjetla te su *kooperativno ponašanje biljaka* u odnosu na svjetlo, kao i klasovi s većim brojem zrna, najvažniji za postizanje visokog prinosa. Također, i drugi usjevi imaju nedovoljno poznatu reakciju na osvjetljenje pa tako kod suncokreta pri najmanjoj gustoći biljke imaju najveću visinu, lisnu površinu, promjer glavice, masu tisuću zrna, postotak ulja u sjemenu i najviše nezasićenih masnih kiselina (oleinske i linolne).

Osijek, 22. listopada 2023. godine