

## Prostorna ujednačenost usjeva, prinos i suzbijanje korova

Prof. dr. sc. Vladimir Vukadinović

Većina metoda sjetve usjeva rezultira vrlo promjenjivim dvodimenzionalnim prostornim rasporedom pojedinačnih biljaka, a ekološka teorija pak predviđa povećanje prinosa i bolje suzbijanje korova kad su biljke jednolično raspoređene u prostoru, između i unutar sjetvenog reda. U velikoj meta analizi istraživanja vezanih uz prostorni raspored biljaka (svi radovi između 1996. i 2016. god.) analizirani su učinci *sklopa* (prostorni raspored biljaka) i *gustoće usjeva* (broj biljaka po jedinici površine) na prinos i/ili zakorovljenost usjeva. U većini eksperimenata povećana prostorna ujednačenost jače je suzbijala korova, a prinos je bio veći kod ravnomjernije raspoređenih biljaka unutar reda. Razlozi su: a) izravna kompeticija s korovima na svjetlost, vodu i hraniva i b) alelopatско djelovanje usjeva na korove (često i susjedne biljke) izlučivanjem inhibitora rasta.

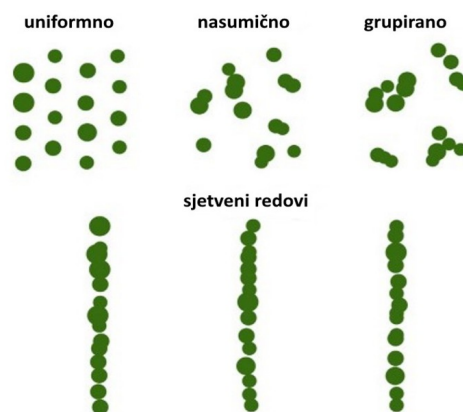
Utjecaj smanjivanja razmaka između sjetvenih redova, ali bez poboljšanje distribucije sjemena unutar redova imalo je promjenjiv utjecaj na prinos, ili je izostao. Povećani urod ostvaren je kroz prostornu ujednačenost i rjeđe uz smanjen razmak redova, kako u prisutnosti tako i u odsutnosti korova. Pozitivni učinci povećane prostorne jednoličnosti bili su jači kod *mezofita* (biljaka s umjerenim potrebama za vodom) nego *kserofitnih* biljaka koje bolje podnose sušu.

Prostorni raspored pojedinih biljaka usjeva (sklop) snažno utječe utječe na prinos usjeva i supresiju rasta korova. Općenito, veći i/ili vrijedniji usjevi (npr. kukuruz, povrća i dr.), kao i usjevi koji se presađuju (npr. riža), nasadi trajnica i dr., najčešće se ujednačeno sade, što može zahtijevati mnogo truda i vremena. Manje i/ili manje vrijedne vrste usjeva (npr. žitarice i mahunarke) obično se siju u redove, u pri čemu je raspodjela sjemena unutar reda uglavnom nasumična (Slika 1.).

U jednoličnom obrascu (Slika 1.; uniformno) raspored biljaka je hiperdispersiran s tendencijom što veće udaljenosti susjednih biljaka pri zadanoj gustoći sjetve. Pri tome međusoban raspored sjemenki može biti kvadratičan, a heksagonalni uzorak (pčelinje saće) smatra se najujednačenijim. Takav uzorak sjetve osobno sam davno isprobao sa šećernom repom, ali nisu utvrđene značajne razlike u prinosu i tehnološkoj kvaliteti u odnosu prema uobičajenoj sjetvi. U nasumičnom rasporedu (Slika 1.; nasumično) pojedinačne sjemenke potpuno su slučajno raspoređene pa će neke imati bliske susjede, a druge neće. U trećem rasporedu (Slika 1.; grupirano ili zgrudano) vjerojatnost da su sjemenke/biljke bliže ili dalje veća je od slučajne. Dostupnu površinu sva tri tipa rasporeda sjemenki/biljaka prezentiraju *Veronoi dijagrami* ili *Voronoijeva teselacija* (Slika 2.).

Čini se intuitivnim kako bi povećana prostorna uniformnost bila prednost za usjev na polju jer će nadzemni i podzemni organi ispuniti prostor ranije pa će bez razmaka između njih biti bolje iskorištena svjetlost. Manje hranjivih tvari (npr. N) bit će izgubljeno zbog oticanja ili isparavanja u ujednačenom rasporedu biljaka jer će područje ukorjenjivanja biti brže zauzeto, a biljke će manje zasjenjivati jedna drugu i kasnije u vegetaciji ako rastu u uniformnom rasporedu/sklopu.

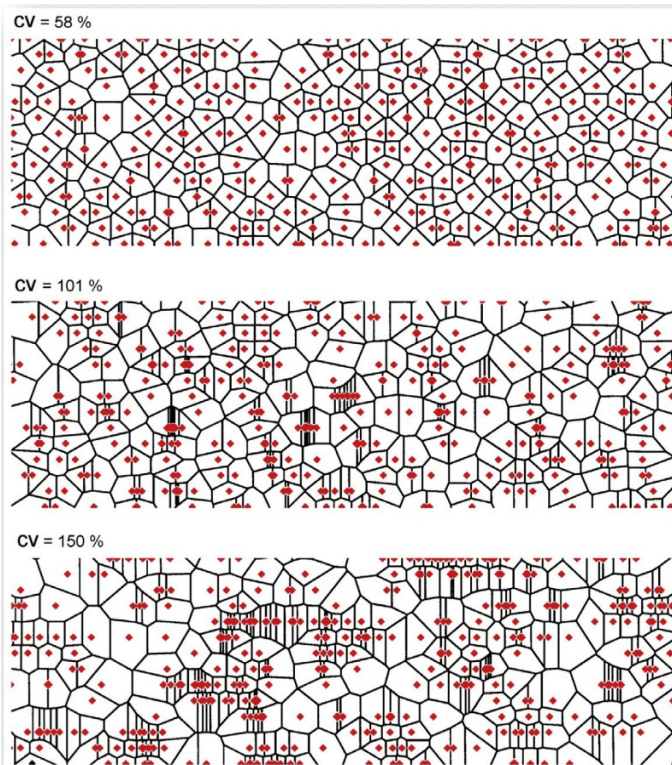
Prostorna ujednačenost između biljaka, kao i sve prakse koje povećavaju rast usjeva u ranoj fazi vegetacije, vjerojatno će povećati prinos, ali u nekim slučajevima to može i smanjiti visinu i/ili kvalitetu prinosa zbog nedostatka vode ili dušika (što se može pak spriječiti pravovremenom N-prihranom) kasnije u vegetaciji, npr., tijekom nalijevanja zrna. Brži rani porast usjeva je vrlo povoljan za suzbijanje korova čime se sprečava povećana potreba za vodom, zasjenjivanje i povećava efikasnost gnojidbe. Također, prostorno ujednačen sklop može utjecati na porast relativne vlage unutar usjeva što bi moglo utjecati na veću pojavu pojedinih bolesti, ali s druge strane, može spriječiti kontakt između susjednih biljaka što može usporiti širenje bolesti koje se



Slika 1.

U standardnoj sjetvi biljke su široko i jednoliko raspoređene po redovima i najčešće nepravilno unutar reda

šire kontaktom. Problemi infekcije vezani uz sklop nisu dovoljno dobro istraženi i vjerojatno se razlikuju ovisno o agroekološkim regijama, ali nije bilo povećane pojave bolesti tijekom 10 godina eksperimentiranja o učincima povećane gustoće i prostorne uniformnosti na suzbijanje korova pšenicom.



Slika 2. Voronoi poligoni (teselacije) pokazuju dostupnu površinu sjemena usjeva sijanih u redove. CV=100% označava nasumično posijane sjemenke unutar reda (tipično za standardne sijačice); CV<100% označava ravnomjerniji raspored sjemenki unutar reda (CV=0% označava savršen raspored).

Na proces primarne organske produkcije, koji je svrstan pod definirane uvjete biljne proizvodnje, može se u određenoj mjeri utjecati ako se oni optimalno, ali i mudro eksploatiraju. Npr., zelena boja usjeva potječe od klorofila, a može biti smanjena zbog zasjenjivanja suviše velikom gustoćom usjeva, pogrešnog sklopa. Zatim, pri velikoj gustoći usjeva mogu nedostajati biogeni elementi, najčešće, dušik, magnezij i željezo itd. Npr., proizvođači uglavnom nisu svjesni da je kod visokog i gustog usjeva (npr. kukuruz), a naročito kod nasada, veoma važna prostorna orijentacija/usmjerenost redova. Naime, kod sjetve ili sadnje u smjeru sjever - jug obje strane biljaka imaju na raspolaganju istu kvalitetu (spektralni sastav) i intenzitet svjetlosti, što kod kukuruza povećava prinos do 5% (kod vinove loze i više) u odnosu na smjer redova istok - zapad.

Odnos neto fotosinteze i fotosintetski aktivne svjetlosti (FAR) Intenzitet fotosinteze usjeva proporcionalan je veličini lisne površine samo do određene razine, odnosno do pojave zasjenjivanja donjeg lišća te je indeks lisnatosti (LAI) kod ratarskih usjeva najčešće 4 - 8 m<sup>2</sup> lista po m<sup>2</sup> površine tla, ali se kod

pšenice visoki prinosi postižu samo kad je LAI u cvjetanju 6 - 10. Kada je LAI veći od optimalnog (LAI > 5), fotosinteza donjeg lišća usjeva može pasti ispod kompenzacijske točke uz negativni neto prirast, zbog jakog intenziteta fotorespiracije (disanja na svjetlosti), posebno ujutro i uvečer. U pregustom usjevu mikroklimatski uvjeti pogoduju pojavi bolesti i štetnika, usjev je neotporan na sušu i ima veće potrebe za mineralnim elementima ishrane. Budući da je merkantilni prinos usjeva funkcija intenziteta fotosinteze, gubitaka disanjem i žetvenog indeksa (odnosa između merkantilnog i biološkog, odnosno ukupnog prinosa organske tvari), lako je zaključiti da povećanje prinosa snažno ovisi o strukturi usjeva (pokrovnost, sklop, oblik, površina i položaj lišća i dr.) te uz selekciju sorata s većim žetvenim indeksom prinos značajno raste. Primjerice, vrlo je važno da gornje lišće bude više uspravno, a donje više položeno kako bi svjetlost bolje prodirala do cjelokupne asimilacijske površine. Stoga je selekcija i uzgoj niskih sorti izazvala veliku, tzv. zelenu revoluciju u poljoprivredi.

Zaključno, analiza istraživanja gustoće usjeva i sklopa biljaka pokazala je kako povećanje prostorne ujednačenosti preciznom sjetvom može povećati prinos usjeva i suzbijanje korova u većini slučajeva, osobito u tri globalno najzastupljenija usjeva (kukuruz, pšenica. Sužavanje razmaka između sjetvenih redova nije bilo tako učinkovito u povećanju prinosa i smanjenju biomase korova kao poboljšana ujednačenosti unutar redova, ali može povećati prinos kukuruza, pšenice i soje u većini slučajeva, osobito u vlažnijim uvjetima ili uz navodnjavanje, pri čemu je taj učinak bio relativno neovisan o gustoći usjeva. Naime, u sušnim uvjetima prednost ujednačenog prostornog sklopa biljaka bila je manja, ili čak može izostati.