

"Zbornik radova", Sveska 40, 2004.

Pregledni rad - Review

SOJA I STRES

Hrustić, Milica, Vidić, M., Miladinović, J.¹

IZVOD

Stres može biti definisan kao bilo koji faktor koji smanjuje prinos ispod maksimalno dostižnog nivoa. Biljka je izložena stresovima koji se mogu grupisati u tri kategorije: zemljišni, atmosferski i biotički. Odnosi između faktora koji utiču na biljku su kompleksni i ne mogu se posmatrati pojedinačno, jer uvek deluju interaktivno. Od velikog značaja je i faza porasta i razvicia u kojoj će se dogoditi stres, kao i njegovo trajanje i intenzitet. Soja je tokom celog vegetacionog perioda u našim agroekološkim uslovima bila izložena čitavom nizu stresova, što za posledicu ima ostvarenje vrlo varijabilnog prinosa. Neki od stresnih faktora su nepredvidivi i neizbežni i na njih nije moguće uticati. Većinu je ipak moguće izbeći ili ublažiti odgovarajućim agrotehničkim ili drugim, kratkoročnim ili dugoročnim merama.

KLJUČNE REČI: soja, stres, prinosi.

Uvod

Osnovna karakteristika svakog genotipa u ratarskoj proizvodnji je njegov potencijal za rodnost, odnosno prinos, koji bi genotip mogao da ostvari kada bi svi neophodni faktori bili u optimumu. Pošto se ratarska proizvodnja odvija u uslovima gde je nemoguće kontrolisati sve faktore koji utiču na porast i razvoj biljke, potencijal rodnosti se ostvaruje samo do određenog nivoa, a koliko će to biti, odnosno, koliki prinos će biti ostvaren, zavisi od toga u kolikoj će meri potrebe biljke biti zadovoljene. Svaki faktor koji ne dostiže ili prevazilazi optimalne potrebe izaziva stres na biljci. Teško je precizno definisati stres za biljku, jer se termin odnosi na smetnje, odnosno odstupanje, od normalnih uslova na ekološkom nivou, te se preko biljke prenosi do ćelijskog i subćelijskog

1 Dr Milica Hrustić, naučni savetnik; dr Miloš Vidić, naučni savetnik; dr Jegor Miladinović, naučni saradnik. Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad.

nivoa. Pošto je krajnji rezultat smanjenje porasta i prinosa, kao stres može biti definisan bilo koji faktor koji smanjuje prinos ispod maksimalno dostižnog nivoa.

Stresne situacije za biljku mogu se izbjeći uticajem na faktore koji ih izazivaju ili stvaranjem genotipova otpornih na stres. Među najčešćim i najrasprostranjenijim faktorima koji izazivaju stres kod soje su nedostatak vode i visoka temperatura. Stoga bi jedan od načina izbegavanja stresa bio stvaranje genotipova tolerantnih na sušu. Izraz tolerantnost na sušu je vrlo često upotrebljavan u literaturi, ali još nema univerzalne definicije šta on u stvari podrazumeva (Specht et al., 2001). Stvaranje genotipova tolerantnih na sušu može se postići na nekoliko načina. Pre svega, mogu se odabrati genotipovi koji dužinom vegetacionog perioda izbegavaju sušu. Takođe se pri određenim klimatskim uslovima mogu odabirati genotipovi sa svojstvima koja smanjuju evaporaciju (broj, oblik i položaj dlačica, stoma) ili genotipovi sa razvijenijim korenovim sistemom. Pored toga što postoji potreba za sortama soje sa većom stabilnošću prema sezonskim kolebanjima temperature i padavina, relativno mali broj oplemenjivača ima za cilj direktno stvaranje genotipova sa otpornošću prema stresu (Specht and Williams, 1984). Većina oplemenjivača se slaže da se selekcija na ovo svojstvo vrši indirektno, tj. da se odabiraju genotipovi superiorni u različitim agroekološkim uslovima. U tom postupku odaberu se genotipovi koji poseduju adaptabilnost za proizvodni region u kome su stvarani, odnosno, genotipovi sa najmanjim opadanjem prinosa sa variranjem ekoloških uslova (Burton et al., 2000).

Mada se oplemenjivanjem mogu stvoriti genotipovi adaptirani za različite ekološke uslove, biljka često preživljava stresove nastale propustima u agrotehnici. Činjenica je da su prosečni prinosi znatno niži od potencijalnog prinosa postignutog u optimalnim uslovima i da su prisutna velika variranja od parcele do parcele. To pokazuje da za postizanje visokog prinosa treba obratiti više pažnje na agrotehniku. Ovaj rad treba da pojasni zahteve biljke u pojedinim fazama rasta i razvića soje i ukaže na posledice koje se dešavaju neispunjavanjem tih zahteva.

Faktori koji utiču na rast i razvoj biljke

Odnosi između faktora koji utiču na biljku su kompleksni i ne mogu se posmatrati pojedinačno, jer uvek deluju interaktivno. Za biljku soje nije svejedno u kojoj fenofazi razvoja će se dogoditi stres, koliko će trajati i koliki će mu biti intenzitet. Limitirajući faktori kojima je biljka podložna mogu se grupisati u tri kategorije: zemljišni, atmosferski i biotički.

Zemljišni faktori. Osnovna svojstva zemljišta koja bitno utiču na rast i razviće biljke su tip zemljišta, struktura, temperatura, količina vode i vazduha u zemljištu, mineralni deficit ili suficit, pH vrednost. Neka svojstva zemljišta su stabilna i teško se mogu menjati bez obimnih i skupih zahvata, dok se neka svojstva mogu prilagoditi biljci kvalitetnim i blagovremenim agrotehničkim merama.

Da bi imala povoljne uslove za nesmetan rast i razvoj, soja zahteva duboka, plodna zemljišta, sa povoljnim vodno-vazдушnim režimom, neutralne do blago alkalne reakcije. Tvrda, zbijena zemljišta, otežavaju razvoj i funkcionisanje korenovog sistema, te biljka tokom cele vegetacije nema potrebne uslove za normalno usvajanje hraniva.

Voda u zemljištu je najčešće glavni limitirajući faktor u proizvodnji soje. Reakcija soje na stres usled nedostatka vode može biti različita. Efekat stresa nije jednak za sve biljne vrste, pa čak ni sve sorte ne reaguju jednako. Stoga je potrebno agrotehničkim merama (kvalitetna osnovna obrada, pravovremena setva, odgovarajući sklop) omogućiti biljci ujednačeno nicanje, a kasnije, tokom vegetacije zaštitom od korova i međurednom kultivacijom smanjiti negativan uticaj nedostatka vode.

Međutim, voda može izazvati negativan efekat na biljku i ako je ima u suvišku. Prekomerna količina vode, odnosno voda koja leži na poljima, može dovesti do oboljenja korena i neizbalansirane ishrane, a intenzitet oštećenja zavisi od sorte, faze razvoja, tipa zemljišta, nivoa hraniva, prisutnih patogena i od trajanja ovog negativnog faktora (Sullivan et al., 2001).

Uobičajena praksa da se zemljište za proizvodnju soje ne dubri nije preporučljiva. Soja, kao i druge ratarske biljke, za normalan rast i razvoj mora imati dovoljne količine hraniva u zemljištu. Nedostatak, kao i suvišak pojedinih elemenata mogu štetno da utiču na biljku. Stanje hraniva u zemljištu moguće je vrlo jednostavno utvrditi analizom zemljišta, a unošenje mineralnih đubriva je potrebno izvršiti na bazi analize zemljišta i poznavanja potreba biljke. Usvajanje hraniva iz zemljišta tokom vegetacije zavisi od faze rasta, stanja u zemljištu kao i klimatskih uslova. Početkom vegetacije potreba za hranivima je manja, a povećava se u reproduktivnom periodu. Najveće količine azota i kalijuma su potrebne u fazi cvetanja i formiranja mahuna, a fosfora i sumpora u fazi formiranja i nalivanja zrna. Tokom vegetacije hraniva se translociraju iz jednog dela biljke u drugi, a posebno mnogo azota i fosfora se translocira iz vegetativnih delova biljke u zrno (de Mooy et al., 1973). Nedostatak hraniva u zemljištu izaziva poremećaje u fiziološkim procesima u biljci, što za biljku može predstavljati stres koji dovodi do smanjenja prinosa.

Atmosferski faktori. Atmosferski faktori bitni za razvoj biljke su svetlost, temperatura, vlažnost vazduha, vetar, grad.

Biljci soje je potreban minimum svetlosti za održavanje listova i prevenciju prevremenog starenja. Nedostatak svetla izaziva promene u strukturi hloroplasta i smetnje u fotosintezi što dovodi do izduživanja biljaka i prevremenog opadanja listova (Taylor i Craig, 1971). Uspravni listovi rezultiraju većom površinom koja prima svetlost, što omogućava premeštanje azota iz listova ka zrnu tokom nalivanja zrna. U gustom sklopu, pored zasenčenja određene lisne površine, smetnja može biti nedovoljna količina vode u zemljištu ili količina lako pristupačnog azota, pa se ograničene količine raspoređuju na sveukupnu lisnu površinu, što smanjuje koncentraciju azota u listovima, a to naknadno ograničava formiranje prinosa.

Za soju je važna relativna vlažnost vazduha posebno u fazama cvetanja i obrazovanja mahuna. Ovom činiocu se pridavala odlučujuća uloga u gajenju soje, međutim, istraživanja pokazuju da se prinos soje ne smanjuje značajno i pri znatno nižoj relativnoj vlažnosti vazduha od optimalne, pod uslovom da je ne prati zemljišna suša (Molnar i sar., 1982).

Vremenske nepogode, odnosno jaki vetrovi praćeni gradom, mogu dovesti do poleganja ili fizičkih oštećenja biljaka, a samim tim i limitirati potencijal za prinos. Najdrastičnija su oštećenja od grada, a koliki uticaj će imati na prinos zavisi od faze razvoja u kojoj se biljka nalazi. Ukoliko grad zahvati tek ponikao usev i ošteti biljke ispod kotiledona nemoguća je bilo kakva regeneracija. Grad može da uništi deo lisne mase ili stabla. U ranim fazama razvoja (do V_2 - V_3) čak i jače oštećenje listova ima mali uticaj na prinos. Ukoliko do oštećenja dođe kasnije, tokom vegetativnog perioda (V_4 - V_5), uticaj na prinos je manji od stepena oštećenja. Najveći problemi se javljaju ako grad ošteti usev u reproduktivnim fazama, odnosno kada se na biljci nalaze cvetovi i već formirane mahune, jer dolazi do retrovegetacije tj. pojave novih grana i novih cvetova, što dovodi do produženja vegetacije i neujednačenog sazrevanja mahuna na biljci.

Biotički faktori koji mogu izazvati veći ili manji stres na biljci su bolesti, štetočine, konkurencija korova, kao i drugih biljaka iste vrste.

Širenjem soje na veće površine, bolesti postaju sve značajniji problem u gajenju ove biljne vrste. Specifični patogeni mogu u pojedinim godinama biti vrlo destruktivni dok se u nekim godinama jedva pojavljuju. Razlog tome je što mnogi patogeni, zahtevaju posebne uslove spoljašnje sredine, za početak i razvoj infekcije. Visina gubitaka zavisi od otpornosti sorte i faze razvoja genotipa, od intenziteta napada bolesti, od klimatskih i zemljišnih uslova, zaštite, kao i od primenjene tehnologije proizvodnje. Pojedini ili svi delovi biljke (koren, listovi, stabljika, mahune i zrna) mogu biti osetljivi na brojne bolesti što se odražava na kvalitet i količinu zrna. Da bi se smanjila mogućnost zaraze potrebno je za setvu koristiti kvalitetno seme, a takođe je bitno uništavanje izvora zaraze.

Štetočine soje mogu se pojaviti u svim fazama rasta i razvoja, a intenzitet oštećenja je različit. Neke štetočine mogu uništiti klijanac i mladu biljku što dovodi do smanjenja sklopa, a u većoj meri i do drastičnog smanjenja prinosa. Štetočine koje se hrane listom u manjoj meri su opasne jer se manja defolijacija ne odražava na konačan prinos. Štetočine koje napadaju cvet ili mahune mogu da izazovu značajne štete.

Korovi, kao jedan od vrlo značajnih limitirajućih faktora u proizvodnji soje, mogu izazvati direktne i indirektno štete. Korovi koji se pojavljuju u početku vegetacije konkurentni su mladim biljkama u pogledu vode i hraniva, a ako su robusniji i u pogledu svetla. Ukoliko se ne odstrane mogu imati veliki uticaj na smanjenje prinosa. Indirektno štete korovi mogu izazvati zato što su domaćini bolestima i štetočinama, otežavaju žetvu i povećavaju vlažnost zrna u žetvi. Korovi se mogu uništiti kombinacijom hemijskih i mehaničkih mera, a veoma je bitno da uništavanje korova bude blagovremeno.

Čak i ako nema ograničenja u vodi ili hranivima, sposobnost useva soje da povećava biomasu može biti ograničena fotosintetičkim kapacitetom, kao i nedostatkom svetlosti (Sakamoto and Shaw, 1967). Povećanjem lisne površine LAI (leaf area index) dolazi do povećanja akumulacije suve materije. Međutim, kada akumulacija suve materije dostigne maksimum, naknadno povećanje lisne površine dovodi do njenog smanjenja (Shibles and Weber, 1965). Nedostatak svetla, hraniva ili vode pri gustom sklopu može imati sličan efekat na smanjenje koncentracije azota u listovima (Board, 200). Stoga je potrebno imati u vidu da su biljke u pregustom usevu takođe izložene stresu, odnosno, da je neophodno postići optimalni sklop. Board (2000) smatra da se setvom soje u optimalnom sklopu postiže smanjenje troškova semena, izbegavaju se neke bolesti, i smanjuje se poleganje. Prema ovom autoru optimalan sklop znači setvu minimalnog broja biljaka za postizanje maksimalnog prinosa.

Uticaj pojedinih faktora na rast i razvoj soje

Period rasta i razvika soje može se podeliti u dve faze, vegetativnu i reproduktivnu (Fehr i Caviness, 1977). Razvijeni kotiledoni iznad površine zemljišta smatraju se fazom nicanja i od tada se može pratiti šta se sa biljkom dešava, iako se pre toga odvijaju mnogobrojni procesi.

U početku razvoja koren raste mnogo brže, te postiže svoj maksimum kada se dostigne i maksimum nadzemnog dela biljke. Vegetativna faza traje sve do pojave prvog cveta kada započinje reproduktivna faza. Porast korena u tome periodu je vrlo intenzivan. Početkom faze nalivanja zrna smanjuje se porast korena što se nastavlja do fiziološke zrelosti.

Razvoj korenovog sistema. Koren ima zadatak da učvrsti biljku, obezbedi mesto za kvržice koje sadrže bakterije za fiksaciju azota, sintetiše hormone za rast i razvoj i usvaja vodu i mineralne materije potrebne za rast biljke. Kako će se koren razvijati, koliko će vode i hraniva usvojiti, a samim tim i kako će snabdevati biljku neophodnim hranivima zavisi od strukture zemljišta, temperature, vodno vazdušnog režima i stanja hraniva u zemljištu. Ovo treba imati u vidu još prilikom izbora i pripreme parcele.

Kada se seme poseje, da bi započelo životne procese, ono ima određene zahteve prema temperaturi, vlažnosti i kiseoniku. Usvajanjem vode aktiviraju se brojni enzimski procesi koji dovode do klijanja. Biohemijski procesi i translokacija hranljivih materija iz kotiledona u zone rasta zahtevaju temperaturu iznad 10°C i određene količine kiseonika. (Burris, 1984). Klijanje započinje razvojem klicinog korenka odnosno kada korenak probije semení omotač. U početku razvoja koren raste brže nego nadzemni deo biljke i omogućava klijancu učvršćivanje, da bi mogao da iznese kotiledone na površinu. U tom periodu vrlo intenzivan porast ima hipokotil (deo ispod kotiledona) koji se izdužuje i ispravlja iznoseći kotiledone. Za sve ovo vreme kotiledoni snabdevaju klijanac hranom. Glavni koren koji se razvija iz korenka je izrazito geotropan i u povoljnim uslovima raste 25 mm do 50 mm na dan. Već u ovoj fazi klijanac može biti izložen

stresu jer suvišak vlage izaziva ubrzano usvajanje vode koje razvoj enzimskog sistema ne može da prati, dok nedostatak vode može dovesti do prekida već započetih procesa. Niža temperatura kao i nedostatak kiseonika takođe usporavaju procese, što može dovesti do oštećenja klijanca i kasnije izazvati smanjenje sklopa. Prekomerna količina vode u ovom periodu, odnosno potpuna potopljenost polja izazvana prekomernim kišama i slabom propustljivošću zemljišta, više ostećuje klijanac pri temperaturi zemljišta od 15°C, nego pri temperaturi od 25°C (Wuebker et al., 2001). Lateralni ili sekundarni korenovi pojavljuju se na glavnom korenu posle 3 do 7 dana. Glavni koren može da raste do dubine 0,8-1m i 25-35 cm horizontalno, ukoliko nema ograničenja u strukturi, temperaturi i vlazi. Najveća masa korenovog sistema, 68% ukupne težine korena i 28% dužine, nalazi se na dubini od 0 do 15 cm. Sekundarni korenovi i korenske dlačice spuštaju se dublje u zemljište u potrazi za vodom.

Soja zahteva velike količine azota za formiranje biomase. Biljka može da koristi dva izvora azota, nitratni (NO₃) iz zemljišta i atmosferski (N₂) iz vazduha. Zemljišni azot koristi u početku vegetacije, pre nego što se formiraju kvržice. Atmosferski azot biljka počinje da koristi dve do tri nedelje posle nicanja, fiksacija se povećava sve do sredine reproduktivnog perioda, kada počinje drastično da se smanjuje (Israel, 1981). Ekološki uslovi mogu značajno da utiču na sposobnost korenskih kvržica da fiksiraju azot. Nedostatak vode u zemljištu smanjuje fiksaciju azota i ograničava formiranje zrna i proteina. Gubitak vode u zemljištu dovodi do smanjenja turgora u kvržicama što može smanjiti fiksaciju azota.

Vegetativni razvoj. Umereni, kratkotrajni nedostatak vode koji se pojavi tokom vegetativnog razvoja biljke, neće imati značajniji uticaj na prinos. Takođe, visoka temperatura u vegetativnom periodu, ukoliko nije praćena nedostatkom vode, nema značajniji uticaj na prinos. Jača i dugotrajnija suša u ovom periodu može da izazove smetnje u razvoju korena, koji u tom slučaju ne može da snabdeva biljku dovoljnom količinom vode i hraniva. Takođe, vazдушna suša u ovom periodu dovodi do poremećaja u fotosintezi, jer da bi se sprečio gubitak vode zatvaraju se stome, čime se smanjuje usvajanje CO₂ (Ghorashy et al., 1971), što sve dovodi do smanjenja broja nodija, skraćanja internodija, a samim tim smanjuje se visina biljke (Desclaux et al., 2000). U vegetativnoj fazi soja može podneti visoku temperaturu tokom kraćeg perioda, naročito ako je snabdevena dovoljnom količinom vode. Međutim, visoku temperaturu obično prati nedostatak padavina, te stres i u ovom periodu, ukoliko potraje duže, može izazvati smanjenje prinosa.

Reproduktivni razvoj. Pojavom cvetova počinje reproduktivna faza u razvoju soje. Soja cveta znatno duže nego neke druge ratarske biljke i formira veći broj cvetova nego što bi u idealnim uslovima mogla da ima mahuna. Tokom reproduktivnog perioda opadne oko 75% cvetova ili tek formiranih mahuna. Fiziološki mehanizmi kontrole obrazovanja i opadanja cvetova su još uvek nedovoljno objašnjeni. Mogući faktori koji izazivaju opadanje cvetova su biljni hormoni, konkurencija u hranivima i ugljenim hidratima i kvantitet i kvalitet svetlosti u biljnom sklopu. (Kokubun et al., 2001).

Dugi period cvetanja i nekoliko puta veći broj cvetova omogućuju biljci da lakše podnese stresne uslove. Visoka temperatura u fazi R_1 i R_2 (početak cvetanja i puno cvetanje) skraćuje period cvetanja. Ukoliko se produži i na fazu R_3 i R_4 (početak i puno formiranje mahuna) dovodi do opadanja mahuna i smanjenja broja zrna na biljci, što se odražava na prinos. Nedostatak vode tokom formiranja mahuna i zrna takođe može uticati na smanjenje prinosa, prvenstveno zbog opadanja tek formiranih mahuna. Broj mahuna može biti kompenzovan u ovoj fazi povećanjem mase 1.000 zrna.

U toku razvoja soje, najosetljivija faza u pogledu nedostatka vode je nalivanje zrna. Nalivanje zrna je faza najosetljivija na sušu, ne samo do lošeg nalivanja zrna nego i do opadanja već formiranih mahuna. Pošto je cvetanje završeno, biljka ne može da kompenzuje broj mahuna, pa stres u ovom periodu dovodi do smanjenja prinosa. Stres u fazi R_6 smanjuje akumulaciju suve materije i krupnoću zrna (Doss et al., 1974). Suva materija se akumulira u zrnu od faze R_6 do zrenja, translokacijom asimilativa iz listova u zrno. Stres u ovom periodu utiče na količinu suve materije i dužinu akumulacije. Visoka temperatura skraćuje period akumulacije a nedostatak vode količinu suve materije, te je prinos ugrožen (Sionit and Kramer, 1977).

U reproduktivnom periodu, naročito u fazi nalivanja zrna, bitno je da biljka ima dovoljne količine hraniva na raspolaganju. Azot je, kao i kod drugih biljnih vrsta, nosilac visine prinosa. Sastavni je deo belančevina i enzima i njegov nedostatak limitira visinu prinosa i kvalitet zrna. Nedostatak azota se ogleda u slabijoj sintezi hlorofila, žuto-zelenoj boji useva i smanjenom habitusu. Višak azota takođe može izazvati smetnje prvenstveno zbog povećanog poleganja i manje otpornosti na neke bolesti.

Fosfor takođe ima značajno mesto u ishrani soje. Osnovni je elemenat mnogih organskih jedinjenja i učestvuje u važnijim životnim funkcijama biljke. Reakcija na nedostatak fosfora je tamnozeleno boja i prestanak rasta listova. Takođe, smanjuje se aktivnost kvržičnih bakterija, a s tim u vezi i sinteza proteina i obrazovanje hloroplasta. Prvi simptomi se uvek javljaju na najstarijim listovima. Korenov sistem se slabije razvija, kraći je i manje razgranat. Suvišak fosfora dovodi do smanjenja porasta biljke. Ekstremno visoke koncentracije fosfora izazivaju prevremeno odumiranje i opadanje listova. Visoka koncentracija fosfora u tkivima biljaka podstiče procese starenja i s tim u vezi skraćuje vegetacioni period.

Kalijum ima veliku ulogu u rastu i balansiranju hraniva, jer je katalizator svih procesa u biljci. Iako ne ulazi u hemijska jedinjenja neophodan je za sintezu belančevina i ulja u semenu, učestvuje u translokaciji ugljenih hidrata i utiče na intenzitet disanja. Nedostatak kalijuma utiče na građu i rasteenje stabla. Ono postaje tanje, neotporno na poleganje, a internodije su kraće. Nedostatak kalijuma se odražava i na građu i rasteenje korena. On ostaje kratak, slabo se grana, smanjuje se broj i veličina korenovih dlačica, i lako podleže napadu parazita. U slučaju nedostatka kalijuma biljke brzo venu, zbog čega su neotporne na visoke temperature i nedostatak vode u zemljištu. Suvišak kalijuma se vrlo retko javlja ali, ukoliko se pojavi, može da izazove posredno nepovoljne efekte.

Uloga kalcijuma u životnim procesima biljaka je višestruka. Neostatak kalcijuma izaziva privremeno opadanje cvetova, što dovodi do smanjenog broja reproduktivnih organa, odnosno do smanjenja prinosa. Nedostatak kalcijuma utiče ne samo na smanjenje prinosa nego često izaziva smanjenje klijavosti i vigora semena. Smanjenje koncentracije kalcijuma vodi smanjenju suve materije u listovima tokom nalivanja zrna, smanjenju koncentracije kalcijuma u zrnu i smanjenju klijavosti, a povećava vodenasti hipokotil i nekrozu epikotila. Suvišak kalcijuma nije toksičan za biljke, ali veće količine kalcijuma mogu nepovoljno da se odražavaju na pristupačnost određenih mikroelemenata. Prema tome, optimalna i balansirana ishrana je veoma bitna za rast i razvoj biljke.

Neki od stresnih faktora se mogu izbeći ili ublažiti odgovarajućim agrotehničkim ili drugim, kratkoročnim ili dugoročnim merama, dok su neki nepredvidivi i neizbežni. Da bi se u proizvodnji soje bar delimično izbegli neki stresni faktori ili ublažio njihov uticaj, potrebno je učiniti sve neophodne preventivne korake. Pre svega, hemijskom analizom zemljišta moguće je utvrditi stanje raspoloživih hraniva u zemljištu i uneti određene količine mineralnih đubriva da bi se izbegao stres zbog nedostatka pojedinih hraniva. Blagovremenom osnovnom obradom se takođe može izbeći niz nepovoljnih uticaja na porast i razviće biljke. Setvom kvalitetnog semena i pravilnim izborom sorte i parcele, može se obezbediti dobro nicanje i dobar sklop, a samim tim u većoj meri iskoristiti genetski potencijal rodnosti (Miladinović i sar., 1998).

Dugoročne mere, koje ne zavise samo od proizvođača a znatno bi doprinele povećanju prinosa, jesu bolja snabdevenost mineralnim đubrivima, povećanje površina pod navodnjavanjem, kompletnija i sigurnija protivgradna odbrana, uništavanje korova ne samo na proizvodnim parcelama nego i na neobrađenim površinama koje služe kao rasadnici korova. Bolja mehanizacija bi takođe doprinela većoj proizvodnji kvalitetnijom obradom i setvom, kao i smanjenim gubicima u žetvi.

LITERATURA

- Board, J. (2000): Light interception efficiency and light quality affect yield compensation of soybean at low plant populations.
- Burris, J.S. (1984): Soybean seedling growth and vigor. World soybean research conference III. p. 468-475.
- Burton, M.G., M.J. Lauer and M.B. McDonald (2000): Calcium effects on soybean seed production, elemental concentration, and seed quality. *Crop Sci.* 40: 476-482.
- Desclaux, D., T.-T. Huynh, and P. Roumet (2000): Identification of soybean plant characteristics that indicate the timing of drought stress. *Crop Sci.* 40: 716-722.
- Doss, B.D., Pearson, R.W. and Rogers H.T. (1974): Effect of soil water stress at various growth stages on soybean yield. *Agron. J.* 66: 297-299.

- Fehr, W.R. and Caviness, C.E. (1977): Stages of soybean development. Iowa Agric. and Home Econ. Exp. Stn. Spec. Rep. 80.
- Ghorashy, S.R., Pendleton, J.W., Peters, D.B., Boyer, J.S., Beuerlein, J.E. (1971): Internal water stress and apparent photosynthesis with soybeans differing in pubescence. *Agron. J.* 63: 674-676.
- Israel, D.W. (1981): Cultivar and *rhizobium* strain effects on nitrogen fixation and remobilization by soybeans. *Agron. J.* 73: 509-516.
- Kokubun, M., Shimada, S. and Takahashi, M. (2001): Flower abortion caused by preanthesis water deficit is not attributed to impairment of pollen in soybean. *Crop Sci.* 41: 1517-1521.
- Miladinović, J., Hrustić, Milica, Vidić, M., Tatić, M. (1998): Soja: optimalni i mogući rokovi serve. Zbornik radova, Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad. 30: 289-297.
- Molnar, I., Belić, B., Pekanović, Vera (1982): Uticaj vlažnosti zemljišta i vazduha na prinose i kvalitet semena soje. *Arhiv za polj. nauke*, 43: 445-454.
- de Mooy, C.J., Pesek, J., Spaldon, E. (1973): Mineral Nutrition. In: B.E. Caldwell (ed.): *Soybeans: Improvement, Production and Uses*, Agronomy 16, ASA, Wisconsin, USA, 267-334.
- Republički zavod za statistiku (2003): Saopštenje. Statistika poljoprivrede. Br. 211.
- Sakamoto, C.M. and Shave, R.H. (1967): Apparent photosynthesis in field soybean communities. *Agron. J.* 59: 73-75.
- Shibles, R.M. and Weber, C.R. (1965): Leaf area, solar radiation interception and dry matter production by soybeans. *Crop Sci.* 5: 575-577.
- Sionit, N. and Kramer P.J. (1977): Effect of water stress during different stages of growth of soybean. *Agron. J.* 69: 274-278.
- Specht, J.E. and Williams, J.H. (1984): Breeding for drought and heat resistance: prerequisites and examples. World soybean research conference III. p. 468-475.
- Specht, J.E., K. Chase, M. Macrander, G.L. Greaf, J. Chung, J.P. Markwell, M. Germann, J.H. Orf and K.G. Lark (2001): Soybean response to water: a QTL analysis of drought tolerance. *Crop Sci.* 41: 493-509.
- Sullivan, M., VanToai, T., Fausez, N., Beuerlein, J., Parkinson, R and Soboyejo, A. (2001): Evaluating on-farm flooding impacts on soybean. *Crop Sci.* 41: 93-100.
- Taylor, A.O. and A.S. Craig (1971): Plants under climatic stress. II low temperature, high light effects on chloroplast ultrastructure. *Plant Physiol.* 47: 719-725.
- Wuebker, E.F., Mullen, R.E. and Koehler, K. (2001): Flooding and temperature effects on soybean germination. *Crop Sci.* 41: 1857-1861.

SOYBEAN AND STRESS

Hrustić, Milica, Vidić, M., Miladinović, J.

Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad

SUMMARY

Stress may be defined as any factor that reduces yield performance under the maximum achievable level. The stresses that affect plants can be grouped in three categories: soil, atmospheric and biotic. Relationships among the factors that affect plants are complex and they cannot be viewed separately because they are invariably interactive. Other important aspects are the stage of plant growth and development when a stress strikes and its duration and intensity. Some stress factors are unforeseeable, unavoidable and uncontrollable. Still, most of them can be avoided or mitigated by cultural practices and other short- or long-term measures. In the previous year, soybean suffered a series of stresses which lasted throughout the growing season, resulting in the average yield below the long-term average.

KEY WORDS: soybean, stress, yield