

Parleviet, J. E., Niks, R. E. (1988.): Breeding for resistance against diseases and pests. International Agricultural Centre, Wageningen, The Netherlands, pp. 51.

Parleviet, J.E. (1988.): Strategies for the utilization of partial resistance for the control of cereal rusts. In: Parleviet, J.E., Kievit, C. (1986.): Development of barley leaf rust, *Puccinia hordei*, infections in barley. I. Effect of partial resistance and plant stage. *Euphytica* 35: 953-959.

Peterson, R.F., A.B. Campbell, and A.E. Hannah. (1948.). A diagrammatic scale for estimating rust intensity on leaves and stems of *Triticum aestivum*. *Phytopathology* 78: 451-456.

Pretorius, Z. A., Rijckenberg, F. M., Wilcoxon, R. D. (1987.): Components of resistance in wheat infected with *Puccinia recondita* f.sp. *tritici*. *Phytophylactica*, Vol. 19, No 4: 457-460.

Putnik, M., Jerković, Z. (2002.): Otpornost genotipova prema *Puccinia triticina* - doprinos neupotrebi fungicida, Tematski zbornik, Eko-konferencija 2002, 1: 205-209.

Putnik-Delić M. (2006.): Povezanost otpornosti prema *Puccinia triticina* u različitim fazama razvoja pšenice. (Relation between resistance to *Puccinia triticina* in different growth stages of wheat genotypes) Magistratarni rad, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, pp. 51.

Putnik-Delić M. (2009.): Resistance to *Puccinia triticina* at different wheat growth stages. *Matica Srpska, III Naučni skup "Mikologija, mikotoksikologija i mikoze"*, Proceedings for natural sciences 116: 183-190.

Read, C. P. (1970.): Parasitism and symbiology. New York: Roland.

Robinson, R. A. (1980.): New concepts in breeding for disease resistance. *Annu. Rev. Phytopathol.*, 18: 189-210.

Roelfs, A.P. (1985.): Wheat and rye stem rust. In *The Cereal Rusts*, Academic press, inc., page 3-59, pp.606.

Roelfs, A. P., Singh, R. P. and Saari, E. E. (1992.): Las Royas del Trigo: Conceptos y Metodos para el Manejo de esas Enfermedades. CIMMYT, Mexico D. F., pp. 81.

Rubiales, D., Niks, R.E. (2000.): Combination of mechanisms of resistance to rust fungi as a strategy to increase durability, *CIHEAM-IAMZ*: 333-339.

Russel, G. E. (1978.): Plant breeding for pest and disease resistance. Department of Agricultural Biology, University of Newcastle upon Tyne: 17-22.

Smit, G., Parleviet, J. E. (1990.): Mature plant resistance of barley to barley leaf rust, nother type of resistance, *Euphytica* 50: 159-162.

Van der Plank, J.E. (1968.): Disease resistance in plants. Academic Press, New York/London, 206 pp.

Zadoks, J.C., T.T. Chang, C.F. Konzak. (1974.): A decimal code for growth stages of cereals. *Weed Res.* 14: 415-421.

Professional paper

WHEAT RESISTANCE TO *Puccinia triticina*

Summary

Puccinia tritici is one of the most studied and represented pests worldwide. The damages that this pest causes can be extremely large. Species from *Puccinia* genus have a very large reproductive potential, uredospore are very resistant to ultraviolet radiation and they are very easily transmitted by air in large distances (intercontinentally). In this manner, by migrations, inoculum of different virulence is exchanged all the time. Chemical treatment of wheat is very often economically and ecologically unjustified because of the period when leaf rust appears. Therefore, one of the best ways of fighting *Puccinia tritici* is finding resistant wheat genotypes.

Key words: wheat, *Puccinia tritici*, resistance

Marija Vratarić, Aleksandra Sudarić¹

Stručni rad

ABIOTSKI ČINITELJI U PROIZVODNJI SOJE

Sažetak

U radu su opisani glavni stresni abiotiski činitelji koji se pojavljuju u proizvodnji soje. Abiotiski stresovi uključuju ekstreme u vremenskim uvjetima (ekstremne temperature, ekstremna vlažnost ili suša), zatim stres zbog pomanjkanja ili neuravnoteženog odnosa hraniva, prekomjernost pesticida te mehanička i druga oštećenja. Jačina i tip oštećenja biljke soje varira u ovisnosti o genotipu, stadiju razvoja biljke, vremenu oštećenja i obuhvaćenom dijelu biljke.

Gljučne riječi: soja, genotip, abiotiski činitelji, oštećenje, stadij razvoja biljke.

Uvod

Razni abiotiski činitelji su uzročnici, i kod soje i kod drugih biljnih vrsta, stresnih neinfektivnih bolesti, koji pomažu razvoj infektivnih bolesti bakterijama, gljivama, virusima i nematodama. Tako na rast i razvoj soje djeluju razni abiotiski činitelji koji mogu značajno smanjiti urode zrna, a uzroci zbog kojih nastaju su brojni: ekstremi u stanju tla, pomanjkanje pojedinih hraniva u tlu, pomanjkanje vode u tlu, ekstremne kiselosti ili alkaliteti tla, ekstremne temperature, zagađenja i toksičnosti teškim metalima, prekomjerne doze raznih pesticida, te mehanička i druga oštećenja. Sve navedene pojave mogu uzrokovati jaka ili češće lokalna oštećenja. Jačina i tip oštećenja jako variraju po fazama rasta biljaka, vremenu poremećaja, dijelu zahvaćene biljke, uz razlike među genotipovima. Simptomi uzrokovani raznim abiotiskim činiteljima često se miješaju sa simptomima bolesti koje su uzrokovali infektivni agensi. Stres, kao posljedica abiotiskih činitelja, često je predispozicija za razvoj infektivnih bolesti.

1. Oštećenja uzrokovana nekim vremenskim činiteljima

Pojava pokorice – Kada padne jaka kiša na pripremljeno tlo fine mrvičaste strukture, može se stvoriti pokorica koja usporava i onemogućava normalno nicanje biljaka soje (Slika 1.). Biljčice se iscrpljuju, tanke su, a hipokotil često puca. Pokoricu je moguće razbiti raznim drljačama kako bi se



Slika 1. Pokorica u vrijeme nicanja soje (foto: Vratarić, M.)

¹ dr.sc. Marija Vratarić, znan. savjetnik trajno, dr.sc. Aleksandra Sudarić, znan. savjetnik; Poljoprivredni institut Osijek, Odjel za oplemenjivanje i genetiku industrijskog bilja

omogućilo nicanje, ali uz određeni postotak mehaničkih oštećenja i propadanja ponika.

Pojava mraza

Ovisno o klimatskim uvjetima, posebno prilikom ranije sjetve, na području uzgoja može doći do pojave mraza. U fazi kotiledona biljke soje su nešto otpornije nego u fazi V_1 i mraz može uzrokovati i propadanje mladih biljčica. Propadanje može biti mjestimično, s manjim brojem propalih biljčica, i u tom slučaju nije potrebno presijavanje. Na biljkama soje slabiji mrazovi uzrokuju samo manje nekroze listova i žutilo kotiledona do prvih pravih listova. Tada dolazi do odumiranja epidermalnih i nekih susjednih stanica lišća, posebice rubova kotiledona. Kasnije, kada se uvjeti za rast stabiliziraju, biljke s manjom nekrozom polako se oporavljaju i nastavljaju rast (Slika 2.). Međutim, kod jačih mrazova i duljeg razdoblja niskih temperatura ispod nule dolazi do jačih oštećenja i tkivo biljaka oštećenih mrazom poprima vodenasti izgled i mekanu konzistenciju. Takve biljčice, uglavnom, propadaju.



Slika 2. Oštećenje od mraza (foto: internet)

Ledotuča

Oštećenja sojinih biljaka tučom tijekom vegetacije su gotovo redovita pojava u našim područjima uzgoja (Slika 3.). Dugogodišnjim praćenjem proizvodnje soje, u širokoj proizvodnji i na našim eksperimentalnim poljima, susretali smo se sa svim vrstama oštećenja od tuče. Jačina oštećenja od tuče značajno ovisi o brojnim činiteljima, kao što su: veličina i oblik ledene čestice, brzina padanja, gustoća i trajanje tuče, vrtloženje oluje i okolinski status biljke soje, te faze razvoja soje. Razlike u oštećenjima su i među sortama, ovisno o formi listova - jesu li širi ili uži. Te razlike su veće kod slabije tuče. Kako tuču uobičajeno prate jaki olujni vjetrovi, najveća oštećenja na biljkama soje su na dijelovima koji su okrenuti strani s koje dolazi ledotuča. Općenito, uroda zrna su smanjeni, u izravnom su odnosu s postotkom oštećenja i odbijanja listova, te brojem biljaka kojima je prebijena stabljika i odsječen vegetacijski vrh (Bačin, 1994.; Blažević, 1999.). Ustvari, soja je tijekom cijele vegetacije do zriobe, zbog svog nježnog lišća i zeljaste stabljike, osjetljiva na ledotuču. Ledotuča i u fazi zriobe može



Slika 3. Ledotuča na usjevu soje (foto: Vratarić, M.)

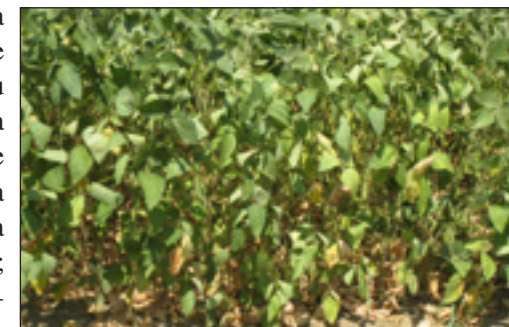
uzrokovati velike gubitke u urodu zrna soje jer tuča razbije zrele mahune i zrno se prospe na zemlju.

Oštećenja od vjetra i olujnih kiša

Tijekom vegetacije soje značajne štete na usjevima mogu nastati i zbog jakih vjetrova i olujnih kiša, pri čemu obično dolazi do polijeganja, prijeloma i pokleknuća stabljike. Za soju je to posebno problematično u fazi pune cvatnje i nalijeivanja zrna. Naime, polijeganje u ovoj fazi je vrlo štetno za usjev soje i može uzrokovati razne bolesti i propadanje biljaka, te značajno smanjiti konačni urod zrna. Kada jak vjetar i olujna kiša nastanu zajedno s ledotučom, nemoguće je odvojiti štetu nastalu tučom od štete nastale olujom ili jakim vjetrom.

Suša

Utjecaj nepovoljnih vremenskih uvjeta tijekom vegetacije na rast i razvoj sojine biljke, te na konačne urode zrna i kakvoću zrna je značajan. U prvom redu, to je velika ovisnost o raspoloživoj vodi. Sojine potrebe za vodom su povezane s temperaturama zraka i tla i različite su u pojedinim fazama razvoja (Molnar, 1998.; Bošnjak, 2008.; Vratarić i Sudarić, 2008.). Tako suša u vrijeme nicanja uzrokuje neujednačeno nicanje, zatim utječe na razvoj kvržičnih bakterija, kao i na slabo djelovanje herbicida.



Slika 4. Suša – detalj iz proizvodnje, 2009. godina (foto: Vratarić, M.)

Prekomjerne oborine u ovoj fazi, također, mogu biti štetne kao i suša jer zbog nedostatka zraka u tlu mogu uzrokovati truljenje zrna kao i mladih biljčica. Većina radova u domaćoj i stranoj literaturi navodi da biljke soje u razdoblju od nicanja do početka cvatnje bolje podnose sušu nego u kasnijim fazama razvoja. Period cvatnje, oplodnje, formiranja mahuna i nalijeivanja zrna u našim uvjetima uzgoja traje oko dva mjeseca i u tom razdoblju je važno da padne dovoljno oborina radi formiranja glavnih komponenti uroda zrna tj. cvjetova, mahuna i zrna. Prema ispitivanjima Vratarić (1983.), uroda zrna bili su u pozitivnoj korelaciji s oborinama, relativnom vlagom zraka i vlagom tla. Niži su urodi zrna bili kad nije bilo dovoljno vode u razdoblju cvatnje i u ranoj fazi razvoja mahuna i zrna, što potvrđuje opći zaključak da je soja najosjetljivija prema nedostatku vode u tlu u vrijeme stvaranja mahuna i nalijeivanja zrna (Slika 4.). Tako suša može smanjiti urode zrna od 20 do 60%, ovisno o osjetljivosti sorte na sušu.

Oštećenja od zadržavanja vode

Nakon dugotrajnih kiša i jakih pljuskova te poplava i visokih razina podzemnih voda, dolazi do dužeg zadržavanja vode na površini tla (Slika 5.). Tada u zoni korijenovog



Slika 5. Usjev soje pod vodom u vegetaciji, 2006. godina (foto: Vratarčić, M.)

sustava prevladavaju anaerobni uvjeti i biljke soje ne mogu usvajati hranjive tvari, što se negativno odražava na razvoj biljaka soje u svim fazama razvoja, a konačna šteta znatno ovisi o dužini zadržavanja vode. Iz vlastitog iskustva i praćenja tih pojava tijekom više godina, možemo reći da potopljene biljke soje mogu bez posljedica pod vodom izdržati samo nekoliko dana, ako im vrhovi biljaka stoje iznad vode. Ako se

voda zadržava duže, biljke soje počinju žutjeti i kasnije poprimaju crnu boju te propadaju, ovisno o fazi razvoja. Ako se voda brzo povuče, prije navedenih pojava, biljke soje se oporave i normalno rastu. Za što brže uklanjanje vode, koja se zadržava, posebno na nižim terenima, važna je kanalska mreža u koju se može odvesti suvišna voda s njive.

Oštećenja od insolacije

Tijekom vegetacije za vrijeme ljetnih mjeseci, nakon vlažnog razdoblja kada naglo zatopli (temperatura iznad 32°C) i nastane sušno vrijeme s intenzivnom insolacijom, na soji mogu nastati ožegline od jake insolacije. Oštećenja su vidljiva na listovima u obliku crvenkastih pjega različitog oblika i veličine. Nekrotično tkivo se brzo suši, puca i često ispada iz lišća. Oštećenja su učestalija na oslabljenim i prorijeđenim usjevima jer je izravno zračenje intenzivnije, a odbijanje infracrvene svjetlosti od tla jače. Osim toga, uočene su razlike u oštećenjima među sortama.

2. Nedostatak hranjivih elemenata i toksičnost pojedinih elemenata

Nedostatak pojedinih hranjivih elemenata prisutan je kod soje i to, uobičajeno, ako se sije na pjeskovitim, ispranim tlima, kao i tlima pod intenzivnim natapanjem. Prozirnost tla, pH, vlažnost, temperatura, kao i mikrobiološka aktivnost su činitelji o kojima ovisi pristupačnost pojedinih hranjivih elemenata biljci u tlu. Tako npr. mala izmjena pH tla (pH 6,0-6,5), može preinačiti raspoloživost mnogih elemenata u tlu i tako reducirati potrebe za direktnom gnojdbom istih. Isto tako, pomanjkanje pojedinih hranjivih elemenata, kao i toksičnost, može biti zamijenjeno simptomima infektivnih bolesti. Zbog toga je posebno važno poznavati sve prethodne tretmane na određenom tlu, te se mogu koristiti dodatne analize tla i biljnog materijala. U našim uvjetima uzgoja još nema dovoljno detaljnih ispitivanja o problematici nedostatka nekih hraniva u tlu. Međutim, praćenjem široke proizvodnje soje postoje zapažanja simptoma nedostatka nekih hraniva i na našim usjevima soje, poput onih opisanih u stranoj literaturi (Widick i sur., 1999., i drugi).

Nedostatak dušika

Kao posljedice nedostatka dušika, listovi biljaka soje postaju blijedo zeleni. Kasnije, vremenom, postaju žuti. Simptomi nedostatka se prvo pojavljuju na donjem lišću i šire

se prema gore. Kod jačeg pomanjkanja dolazi do defolijacije, a uobičajeno su biljke sa simptomima nedostatka dušika tanke i zaostale u rastu. Pomanjkanje dušika može se dijagnosticirati analizom listova na sadržaj dušika, zatim kontrolom formiranih kvržica na korijenu, te analizom pH tla i sadržaja kalcija u tlu. Soja, uobičajeno, u plodnim tlima ne zahtijeva veliku gnojdbu dušikom, a, osim toga, i kvržične bakterije ju dobro snabdijevaju dušikom u takvim tlima. Pomanjkanje se tako obično javlja na tlima koja oskudijevaju dušikom i u kojima je vlaga limitirana, kao i na onima kojima nedostaje molibden. Ponekad su simptomi nedostatka dušika zamijenjeni simptomima koje uzrokuju cistolike nematode, truljenje korijena kao i pomanjkanje molibdena, o kojem ovisi razvoj kvržičnih bakterija i dalje opskrbljivanje dušikom.

Nedostatak fosfora

Biljke soje zahtijevaju relativno velike količine fosfora za svoj rast i razvoj, a osim toga, fosfor je važan za formiranje kvržica na korijenu. Simptomi nedostatka fosfora kod soje nisu precizno definirani. Prvi vidljivi znak nedostatka fosfora kod biljaka soje je zaostajanje u rastu, tj. slabiji razvoj korijena i nadzemnih organa - posebno manji listovi, dok su, dobrom opskrbom, biljke znatno zdravije. Simptomi pomanjkanja fosfora se javljaju, u pravilu, na starijem lišću i listovi poprimaju tamnozelenu boju. Tamni listovi daju dojam da su biljke zdrave, dok ne prijeđu u purpurnu boju. Vrhovi listova mogu se također kovrčati. Nadalje, cvatnja je usporena. Pomanjkanje fosfora pogoduje hladno i vlažno tlo, te kisela tla u kojima je korijenski sustav smanjen. Analize biljnog materijala na sadržaj fosfora su najbolji pokazatelj za utvrđivanje pomanjkanja tog hraniva. Analiza tla na sadržaj fosfora u tlu, kao i pH, također su dobri indikatori za raspoloživost toga hraniva u tlu. Nadalje, bitno je da u tlu ima dovoljno fosfora jer je važan za formiranje kvržica na korijenu, što značajno povećava fiksaciju dušika od strane kvržičnih bakterija. Povećani sadržaj fosfora u tlu smanjuje prijem željeza i cinka i dovodi do njihovog pomanjkanja u biljkama soje.

Nedostatak kalija

Biljke soje imaju velike zahtjeve za kalijem. Zato je posebno važno da je to hranivo izbalansirano u gnojdbi soje jer je balans povezan s prijemom kalcija i magnezija. Maksimalne potrebe kalija kod soje su u fazi intenzivnog vegetativnog rasta. Biljke kod kojih je utvrđeno pomanjkanje kalija imaju zakržljalu stabljiku i puno su osjetljivije na razne patogene. Simptomi nedostatka kalija kod soje su dobro determinirani. Tako se u ranoj fazi rasta pojavljuje nepravilni žuti motling na rubu listova. Žute površine se spajaju u više-manje nepravilnu formu. Osobito je karakteristična kloroza i nekroza - klorotični i nekrotični dijelovi listova otpadaju. Kloroza i nekroza može obuhvatiti više od polovine površine lista, a bazalni dio ostaje zelen. Simptomi pomanjkanja kalija prvo se pojavljuju na starijim listovima. Kod jačeg pomanjkanja donji listovi se suše i otpadaju, biljke zaostaju u rastu i razvoju i u konačnici zrno je sitnije i urodi su manji. Razni drugi simptomi, posebno oštećenja od pojedinih kukaca, mogu biti slični simptomima pomanjkanja kalija. Pomanjkanje kalija najbolje se utvrđuje analizom sadržaja u tlu.

Nedostatak kalcija

Kalcij je važan za normalan razvoj biljaka soje kao i za razvoj korisnih bakterija (*Bradyrhizobium spp.*) i njihovu fiksaciju dušika. On također ima utjecaja na prijem magnezija i kalija od strane biljke. Pomanjkanje kalcija se prije svega javlja na kiselim, pjeskovitim i tlima siromašnim hranivima. Prvi simptomi nedostatka kalcija javljaju se na vršnim listovima. Termalni pup primarnih listova postaje nekrotičan i naboran, a drugi dijelovi su klorotični i pomalo se nekrotiziraju. Termalni pup se suši, a lateralni listovi omlohove i otpadaju prije zriobe. Biljke soje su zbog pomanjkanja kalcija slabije, na korijenu imaju manje kvržica i puno su podložnije napadu raznih patogena i propadanju. Nedostatak kalcija može se korigirati kalcizacijom tako da se pH povisi na 6,0 ili više.

Nedostatak sumpora

Nedostatak sumpora očituje se u sveobuhvatnoj klorozii listova, bez nekroza. Listovi su manji, žuto-zelene boje. Stabljike su jako tanke i produžene. Simptomi nedostatka sumpora su slični simptomima koje uzrokuje pomanjkanje drugih elemenata, kao što su dušik i fosfor. Međutim, produženje stabljike je karakteristično samo za nedostatak sumpora.

Nedostatak magnezija

Magnezij je važan biljkama za formiranje klorofila jer je sastavni dio njegove molekule. Nedostatak magnezija, također, sputava fiksaciju dušika putem *B. japonicum*. U ranoj fazi razvoja biljaka soje pomanjkanje magnezija se očituje u blijedosivoj do žutoj boji u međuzilnim prostorima listova, plojka je malo deblja i lako lomljiva. Lisne žile i jedan uži pojas tkiva ostaju duže vrijeme zelen. Prvi simptomi se uočavaju na donjim srednjim listovima, ali se šire po cijeloj biljci od sredine prema gore. Kasnije, međuzilni prostori na listovima nekrotiziraju i najuočljiviji su na donjim listovima. Deficijencija uzrokuje brže starenje i raniju zriobu biljaka. Nedostatak magnezija može se pojaviti poslije jake gnojidbe dušikom (u obliku amonijaka) i kalijem, pretežno na kiselim i pjeskovitim tlima. Primjena magnezija na soji povećava količinu ulja u zrnu, bolji je rast i veći su urodi zrna po hektaru, ali postoje razlike među sortama (Vratarić i sur., 2006.).

Nedostatak cinka

Urodi zrna soje mogu biti značajno smanjeni ako nedostaje cinka u tlu. Nedostatak se očituje na biljkama soje u zakržljalom rastu i gornjim listovima s klorotičnim mrljama među žilama. Kasnije listovi postaju žuti ili svijetlozeleni. Donji listovi mogu postati smeđi ili sivi i rano otpadaju. Zbog nedostatka cinka formira se manje cvjetova i mahuna. Mahune su deformirane i imaju manji broj zrna. Nedostatak cinka se najviše pojavljuje na ispranim, alkalnim tlima s visokim sadržajem fosfora i niskim sadržajem organske tvari. Sorte soje različito reagiraju na pomanjkanje cinka u tlu. Nedostatak cinka može se korigirati dodavanjem cinkova sulfata folijarno ili u tlo, a može se tretirati i sjeme soje cinkovim solima. Međutim, treba voditi računa da je soja osjetljiva pri dodavanju velikih doza cinkova sulfata na kiselim tlima.

Nedostatak željeza

Nedostatak željeza se obično javlja u jačoj formi na alkalnim tlima, odnosno s pH vrijednošću većom od 7,0. U tim tlima željezo se nalazi u fero- formi koja nije pristupačna biljkama soje. Nadalje, nedostatak željeza povećan je na alkalnim tlima slabo opskrbljenim organskom tvari. Vrijeme s neuobičajeno niskim ili visokim temperaturama kao i jaka sunčeva svjetlost također pojačavaju nedostatak tog elementa. Isto tako, velike količine kalcija, bakra, mangana, molibdena, fosfora, vanadija ili cinka u otopini tla, sprječavaju njegovu apsorpciju i induciraju klorozu. Posebno velika količina mangana u teškim tlima može sputavati apsorpciju i korištenje željeza. Prvi simptomi pomanjkanja željeza očituju se u pojavi žutila na mladim listovima u međuzilnim prostorima. Kasnije i žile postaju klorotične i cijeli listovi pobijele. Rast biljaka je usporen, a posebno je korijen slabije razvijen i na vrhu zadebljao. Sorte soje se značajno razlikuju u tolerantnosti na pomanjkanje željeza. Kod pomanjkanja na graničnim nivoima neke sorte pokazuju kompletne simptome kloroze dok druge ostaju normalne. S obzirom da su naša tla na kojima se uzgaja soja pretežno kisela, kod nas, uglavnom, nije problem pomanjkanja tog hraniva.

Nedostatak molibdena

Molibden je jako važan za rast i razvoj listova, te za fiksaciju dušika putem bakterija *B. japonicum*. Nedostatak molibdena obično se javlja u jako kiselim, osiromašenim i ispranim tlima u kojima elementi nisu u pristupačnoj formi. Pomanjkanje molibdena može značajno smanjiti urode zrna. Rast, broj mahuna, broj zrna po mahuni, veličina zrna, broj kvržica na korijenu, sadržaj bjelančevina u zrnu mogu biti reducirani. Simptomi nedostatka molibdena su slični nedostatku dušika. Listovi su pepeljastosivi ili žuti, nekrotični i na vrhu zavrnuti prema unutra. Nekroze su ograničene u međuzilnom prostoru i rubovima plojke. Nedostatak molibdena može se pojaviti i kada se zasije sjeme biljaka koje su rasle na tlu siromašnom molibdenom. Sjeme s niskim sadržajem molibdena može proizvesti biljke koje pokazuju simptome pomanjkanja kada rastu u tlu s polovičnom primjenom ovog hraniva. Nedostatak molibdena može se korigirati tretiranjem sjemena s natrijevim molibdatom ili amonijevim molibdatom. Folijarna primjena ovih soli u fazi prije cvatnje je obično efikasna. U mnogim tlima nedostatak može biti otklonjen kalcizacijom tla i podizanjem pH do 6,0-6,3.

Toksičnost kloridima

Simptomi toksičnosti kloridima rangiraju se od blage kloroze listova do ugibanja biljaka. Nivo toksičnosti može se pojaviti u tlu u kojemu je dodan kalijev klorid ili je natapano vodom koja sadrži mnogo klorida. Zbog toga, uglavnom u sustavu uzgoja soje natapanjem, nitko ne preporučuje za natapanje vodu s velikom koncentracijom klorida, nego, ako se mora natapati, najbolje je naći drugi izvor vode.

Zagađenja zrakom

Poznato je da mnoge kemikalije zagađuju i oštećuju listove soje iz zraka. Simptomi su nejednaki i često prikriveni, kao da su uzrokovani drugim činiteljima, tako da je vrlo teško točno odrediti folijarne simptome. Oštećenja nastala od populanata nisu česta i ograničena su na područja blizu industrijskih postrojenja, koja su, uglavnom, njihovi izvori ili se radi o izlivanju štetnih kemikalija prilikom transporta u blizini polja soje. Najvažniji populanti su amonijak, flouridi, sumporni dioksid (SO₂) i ozon.

3. Oštećenja od pesticida

Glavna oštećenja biljaka soje od pesticida uključuju prije svega oštećenja od herbicida, rjeđe od insekticida, dok su od fungicida zanemariva.

Oštećenja od herbicida

U proizvodnji soje kod nas redovito se javljaju oštećenja od herbicida i gotovo je nemoguće primijeniti dovoljne doze za efikasno suzbijanje korova bez određenih oštećenja. Herbicidi mogu ponekad uzrokovati oštećenja soje, osobito ako se nepravilno koriste - prevelike doze, neadekvatne prskalice, miješanje s drugim kemikalijama ili gnojivima, nepravilna inkorporacija ili neodgovarajuća kemijska supstanca, pogrešni stadij razvoja biljaka soje, loši vremenski uvjeti i drugo (Slika 6.). Ako su oštećenja blaža, sojine biljke obično prerastu oštećenja od herbicida ili kombinacije herbicida bez većih posljedica za urode. Međutim, kod jačih oštećenja, kada dolazi do propadanja biljaka, konačni urodi mogu biti značajno smanjeni. Sorte soje se znatno razlikuju u osjetljivosti prema herbicidima. Loša kvaliteta sjemena proizvodi zakržljale klijance koji su puno ranjiviji na oštećenja od herbicida, nego oni iz zdravog sjemena. Rezidue od herbicida koji su bili primijenjeni na prethodnoj kulturi, mogu, također, djelovati fitotoksično na biljke soje. Tako, na primjer, u polju s trijazinskim reziduima sjeme normalno nikne i biljke izgledaju normalno i za nekoliko tjedana, kada korijen dođe u zonu gdje ima rezidua i počne ih apsorbirati, biljke soje postaju klorotične i smeđe. Takve biljke mogu se oporaviti ili uginuti. Uginuće ili propadanje biljaka ovisi o tome koliko je korijen usisao rezidua (npr. atrazina). Oštećenja od rezidua ovise o više činitelja, uključujući strukturu herbicida, količinu primjene, pH vrijednost tla, teksturu tla, sadržaj organske tvari, vlagu, temperaturu, vrijeme i tip razgradnje. Većina herbicida u tlu razgrađuje se mikrobiološkim putem. Herbicidne rezidue, u pravilu, javljaju se na tlima s malo organskih tvari ili na tlima koja imaju visoki pH. Sojine biljke mogu oštetiti i drugi herbicidi koji dolaze s druge njive zanošenjem, takav je npr. 2,4-D, i dr. Najbolji način uklanjanja oštećenja nastalih herbicidima je preven-



Slika 6. Oštećenja od herbicida – aktivna tvar: metribuzin (foto:Vratarić, M.)

tiva, a to znači da se strogo treba držati uputa za primjenu pripravka tj. doza pripravka, voditi računa o fazi rasta u kojoj ga treba primijeniti, te ispravnog i uniformnog načina primjene. Sva naša zapažanja nalaze potvrdu u literaturi (Jordan i sur., 1987.; Harrison i Stroube, 1987.; McGlamery i Hager, 1999.; Buhler i Hartzler, 2004. i drugi).

Oštećenja od insekticida

Oštećenja od insekticida na soji su, uglavnom, rijetka. Međutim, kod primjene u tlu kombinacijom herbicida i insekticida te kod primjene insekticida u nepovoljnim vremenskim uvjetima može doći do toksičnosti. Tako mogu nastati oštećenja na soji ako je herbicid metribuzin primijenjen u tlu s nekim organofosforinim insekticidom (Steffey i Hager, 1999.). Prema istim autorima oštećenja su uobičajena ako soja raste iz sjemena slabije kvalitete i kada je usjev pod stresom zbog okolnih uvjeta. Zato te kombinacije treba izbjegavati i praviti vremenske razmake u njihovoj primjeni. Isto tako, nije preporučljivo ulagati insekticide u tlo blizu sjemena. Mora se imati u vidu da insekticidi koji su primijenjeni nekorektno i u vrijeme hladnog i vlažnog vremena mogu usporiti nicanje i rast biljaka soje, odnosno oštetiti ih. Oštećenja od insekticida mogu nastati i kasnije tijekom rasta. Tako neke formulacije insekticida, ako se primjenjuju folijarno pri suzbijanju nekih štetnika nadzemnih organa biljke, mogu uzrokovati nekrozu listova soje. Obično te fitotoksične pojave na lišću nastaju kao posljedica: povećanih doza pripravka, preklapanja kod prskanja i primjene insekticida pri visokim temperaturama.

Literatura

- Bačin, R. (1994.)** Istraživanje utjecaja tuče na razvoj i urod oštećenog usjeva soje. Osiguranje i privreda, Croatia osiguranje d.d., Zagreb, 11-12:19-43.
- Blažević, S. (1999.)** Štete od ledotuče na soji - način procjene, prikaz znakova oštećenosti ledotučom i drugim abiotiskim te biotskim činiteljima. Croatia osiguranje, Zagreb:1-48.
- Bošnjak, D. (2008.)** Navodnjavanje soje u redovnoj, drugoj i postrnoj sjetvi. U: Miladinović, J. i sur. (ur.) Soja. Novi Sad, Bečej: 323-349.
- Buhler, D. D., Hartzler, R. G. (2004.)** Weed Biology and Management. In: H.R. Boerma and J.E. Specht (eds.), Soybeans; Improvement, Production, and Uses. Third Edition Agron. Monogr. 16, ASA, CSSA, SSSA, Madison WI, USA: 883-918.
- Harrison, K., Stroube, E. (1987.)** Weed Control. In: The Soybean in Ohio. OCES. Ext. Bulltin 741. Agdex 141. The Ohio State University, USA: 67-84.
- Jordan, T. N., Coble, H. D., Wax, L. M. (1987.)** Weed control. In: J.R. Wilcox (ed.) Soybeans; Improvement, Production and Uses. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI. USA: 429-460.
- McGlamery, M. D., Hager, A. (1999.)** Herbicide Damage. In: G.L.Hartman, J.B. Sinclair, J.C. Rupe (eds.) Compendium of soybean diseases. APS, USA, 4th ed.: 81.
- Molnar, I. (1998.)** Odnos soje prema spoljnim činiteljima. U: M. Hrustić i sur.(ur.) Soja. Novi Sad – Bečej: 153-166.
- Steffey, K. L., Hager, A. (1999.)** Insecticide Damage. In: G.L.Hartman, J.B. Sinclair, J.C. Rupe, (eds.) Compendium of soybean diseases, 4th ed., APS, USA: 83.
- Vratarić, M. (1983.)** Utjecaj ekoloških faktora na oplodnju i zametanje mahuna kod nekih sorata soje u odnosu na komponente prinosa na području Osijeka. Znan. prak. poljopr. tehnol. Osijek, (disertacija).
- Vratarić, M., Sudarić, A., Kovačević, V., Duvnjak, T., Krizmanić, M., Mijić, A. (2006.)** Response of soybean to foliar fertilization with magnesium sulfate (Epsom salt). Cereal Research Communications, 34 (1 part 2): 709-712.
- Vratarić, M., Sudarić, A. (2008.)** Soja. Osijek, 1-460.
- Widick, D. J., Rupe, J. C., Sinclair, J. B. (1999.)** Mineral Deficiencies and Toxicities. In: G.L.Hartman, J.B. Sinclair, J.C. Rupe, (eds.) Compendium of soybean diseases, 4th ed., APS, USA: 79-81.

ABIOTIC STRESSES IN SOYBEAN PRODUCTION

Summary

The main abiotic stresses which appear in soybean production are described in this paper. Abiotic stresses include extreme weather conditions (extremes in temperature, excesses in humidity or in drought), then stress because of deficiencies, excesses or imbalances of soil nutrients, excess pesticides, and mechanical or other injuries. The severity and type of injury of the soybean plant varies depending on the genotype, plant growth stage, the time interval of disturbance, and the plant part involved.

Key words: soybean, genotype, abiotic stresses, injury, plant growth stage

TEMPORALNA ANALIZA OPLEMENJIVANJA I PROIZVODNJE JEČMA U REPUBLICI HRVATSKOJ

Sažetak

U proizvodnji ozimog ječma u razdoblju od 1970. do 2009. godine najznačajnije sorte su Ager, Satir, Mursa, Alkar, Alpha, Pan, Robur, Rodnik, Sladoran, Plaisant, Rex, Tiffany, Lord, Favorit, Zlatko Vanessa, Barun, a u proizvodnji jarog ječma sorte Union, Velebit, Berenice, Jaran, Gimpel, Astor, Scarlet, Matej, Prestige.

U istraživanom četrdesetogodišnjem razdoblju ostvaren je državni prosjek uroda zrna ječma od 2.902 t/ha. Regresijskom analizom uroda zrna procijenili smo povećanje uroda zrna ječma od 47 kg/ha/godini.

U pokusima od 1970.–2009. godine na Poljoprivrednom institutu Osijek najraširenije sorte u proizvodnji u pojedinom razdoblju ostvarile su prosječan urod zrna kod ozimog ječma od 7.685 t/ha, a kod jarog ječma 6,045 t/ha. Regresijskom analizom uroda zrna na temelju pokusa na Poljoprivrednom institutu Osijek procijenili smo povećanje uroda zrna kod ozimog ječma od 88 kg/ha/godini.

Analizom varijance ANOVA procijenjeni su značajni učinci godine, lokaliteta i sorte za urod zrna i sadržaj bjelančevina. Među normama sjetve s 300 i 450 zrna/m² nije utvrđena značajna razlika (F-test neopravdan) za urod zrna, hektolitarsku masu zrna i sadržaj škroba, a nije ustanovljena značajna interakcija sorta*norma sjetve za sva istraživanja svojstva. Utvrđena je značajna interakcija godina*norma sjetve za urod zrna, hektolitarsku masu zrna i sadržaj bjelančevina. Za urod zrna, hektolitarsku masu zrna i sadržaj bjelančevina ustanovljene su značajne interakcije godina*lokalitet*norma sjetve (Y*L*D), godina*sorta (Y*G), sorta*lokalitet (G*L) i godina*sorta*lokalitet (Y*G*L).

Najvišim urodima zrna, slične razine, izdvojile su se sorte Barun (7.545 t/ha), Bingo (7.490 t/ha), Gvozđ (7.441 t/ha) i Zlatko (7.338 t/ha).

Ključne riječi: ječam, sorta, urod zrna, kakvoća zrna, oplemenjivanje, proizvodnja

Uvod

Oplemenjivanje ječma u Republici Hrvatskoj ima dugu tradiciju, s početka ovoga stoljeća. Prvi radovi obuhvatili su prikupljanje gen-kolekcije ječma sorti domaćeg i stranog porijekla na Agronomskom fakultetu u Zagrebu (akademik Alojz Tavčar), na Selekcijskoj stanici u Brestovcu-Baranja i na Poljoprivrednom institutu Osijek (prof. dr. sc.

¹ Alojzije Lalić, Josip Kovačević, Dario Novoselović, Ivan Abičić, Poljoprivredni institut Osijek

² Robert Mijaković, Elektrotehnički fakultet Osijek