

# Reducirana obrada tla i gnojidba dušikom za soju u 2006./2007. godini

---

Hanžek, Vedrana

Master's thesis / Diplomski rad

2014

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of agriculture / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:330251>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-09-27**



Sveučilište Josipa Jurja  
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet  
agrobiotehničkih  
znanosti Osijek**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek - Repository of the Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek](#)



## 1. UVOD

Soja je jedna od najznačajnijih kultura u svijetu, te jedna od glavnih bjelančevinastih i uljnih kultura podrijetlom iz Azije. Sjeme soje bogato je bjelančevinama i do 40%, a uljem od 17 – 24%. Bjelančevine soje su po aminokiselinskom sastavu i probavljivosti slične bjelančevinama životinjskog podrijetla.

Najveće površine pod sojom ima SAD, Brazil i Argentina, dok je prinos podjednak u svim vodećim zemljama. Prinos soje u Hrvatskoj je u rangu sa svjetskom proizvodnjom, samo što imamo male površine. Površine u Hrvatskoj prema FAO podacima u posljednjih pet godina kreću se oko 50 000 ha, dok su prinosi od 2009. do 2011. godine bili bez jačih oscilacija. Izuzetak je bila 2012. godina kad su prinosi u prosjeku bili znatno niži zbog suše.

Soja ima četiri tipa lista: kotiledone, jednostavne prave listove, troliske i zaliske. Stabljika se prema tipu rasta dijeli na determinatnu i nedeterminatnu (Slika 1.). Bakterije u kvržicama žive u simbiozi s biljkom tako da od biljke uzimaju ugljikohidrate, a za uzvrat opskrbljuju biljku dušikom. Za život i rad bakterija nisu pogodna zbijena, kisela i alkalna tla. Plod soje je mahuna, a njihov broj varira u zavisnosti od sorte, uvjeta uzgoja i agrotehnike.



Slika 1. *Glycine max* (L.)

Tlo, svjetlo, zrak, vlaga i temperatura su primarni činitelji koji utječu na urod soje. Sorta ima genetički potencijal rodnosti, a ekološki činitelji određuju u kojoj će mjeri genetički potencijal biti realiziran, naime oni su međusobno povezani.

### **1.1. Značaj soje**

Soja *Glycine max* (L.) Merr jedna je od najznačajnijih ratarskih kultura u svijetu koja se uzgaja više od četiri tisuće godina. Zrno joj se koristi kao izvor jestivih ulja i bjelančevina kako u ljudskoj ishrani tako i u prehrani stoke, te u različite industrijske svrhe. Dakle, značaj i važnost soje proizlazi iz kakvoće njezinog zrna koje je bogato bjelančevinama i mastima. Udio bjelančevina u zrnu soje kreće se od 35- 50% i ulja 18-24% ovisno o kultivarima i uvjetima uzgoja. Bjelančevine iz zrna soje bogate su esencijalnim masnim kiselinama, posebno lizinom i metioninom. Najsličnije su bjelančevinama životinjskog podrijetla, što im daje visoku biološku vrijednost. Kvalitetom bjelančevina i visokim sadržajem ulja slična je mesu.

Globalne procjene tvrde da je soja glavna hrana u svijetu, a u budućnosti će se još više koristiti. Potencijali soje u ishrani ljudi i stoke, te u industriji nisu potpuno iskorišteni. Danas se u preradi soje najveći dio proizvedenog sojinog zrna koristi za ishranu stoke. Međutim u posljednjih desetak godina se sve više u svijetu pa tako i u europskim zemljama (Francuska, Njemačka, Češka i druge), otvaraju tvornice za preradu sojinog zrna iz kojeg se dobivaju proizvodi za ljudsku ishranu, kao što su: sir tofu, mlijeko, pljeskavice, hrenovke, kruh, razne slastice i drugo. Prerodom sojinog zrna dobije se ulje i drugi proizvodi sa 38-42% bjelančevina, koji se koriste za prehranu ljudi, domaćih životinja te kao sirovina u prehrambenoj, farmaceutskoj i kemijskoj industriji. Sadržaj bjelančevina u pogači iznosi 38-42%, u sačmi 44-48%, a u brašnu 38-52%. Uz bjelančevine se u svim tim proizvodima nalaze i velike količine minerala i vitamina. Sojina sačma je najkvalitetnije biljno bjelančevinasto hranivo koje može poslužiti kao osnovni i jedini izvor bjelančevina za prehranu ljudi i stoke. Sojino zrno može se preraditi bez razdvajanja na bjelančevine i ulja, a dobiveni punomasni ekstrudirani sojin griz sa 42% bjelančevina i 21% masti je idealna komponenta u smjesi za ishranu mlade prasadi.

Za prehranu ljudi koristi se cijelo sojino zrno priređeno na različite načine. Najstariji način upotrebe je kao varivo koje se priprema kao i varivo od graha. Sojino zrno može se koristiti i u zelenom stanju za pripremanje raznih variva ili za konzerviranje.

Sojino ulje, kao i bjelančevine, nalazi sve veću primjenu u prehrambenoj industriji. Oko trećine svjetske proizvodnje biljnih ulja dobiva se iz soje. U tekstilnoj industriji važna je primjena soje pri izradi tkanina, u automobilskoj industriji koristi se za izradu maziva, u avionskoj industriji za podmazivanje motora i drugdje. Vrlo važno je istaknuti agrotehnički značaj soje kao leguminoze u plodoredu jer ona s bakterijama *Bradyrhizobium japonicum* na korijenu obogaćuje tlo dušikom.

## 1.2. Proizvodnja soje u svijetu i u Hrvatskoj

Soja potječe iz Azije, a danas je proširena po cijelom svijetu i sije se u više od 60 zemalja. Sve zemlje svijeta koje imaju uvjete za proizvodnju soje nastoje unaprijediti i proširiti njenu proizvodnju.

Najveće površine zasijane sojom ima SAD, zatim Brazil i Argentina, te drugi (Tablica 1.). Prinos zrna soje podjednak je u svim državama (Tablica 2.). Prinosi soje u Hrvatskoj su u visokom rangu sa svjetskim proizvođačima pogotovo što imamo malu količinu površina pod sojom (Tablica 3.).

Tablica 1. Površine (ha) pod sojom u svijetu, razdoblju od 2008. do 2012. godine  
(Izvor: <http://faostat.fao.org/site/636/default.aspx#ancor>)

Zemlja	2008.	2009.	2010.	2011.	2012.
SAD	30 222 654	30 906 980	31 003 300	29 856 410	30 798 530
Brazil	21 246 302	21 750 468	23 327 296	23 968 603	24 975 258
Argentina	16 387 438	16 771 003	18 130 799	18 746 227	17 577 320
Kina	9 127 174	9 190 123	8 516 115	7 889 055	6 750 080
Indija	9 510 800	9 734 700	9 554 190	10 180 000	10 800 000
Paragvaj	2 463 510	2 570 000	2 671 059	2 805 467	3 000 000
Kanada	1 195 400	1 383 300	1 476 800	1 542 400	1 668 400

Tablica 2. Prinos zrna soje u svijetu, razdoblju od 2008. do 2012. godine  
(<http://faostat.fao.org/site/636/default.aspx#ancor>)

Zemlja	2008.	2009.	2010.	2011.	2012.
Brazil	2 816	2 637	2 948	3 121	2 637
Argentina	2 821	1 849	2 905	2 607	2 281
Kanada	2 790	2 535	2 942	2 753	2 919
SAD	2 671	2 958	2 922	2 819	2 664
Paragvaj	2 562	1 500	2 793	2 962	2 783
Kina	1 702	1 630	1 771	1 837	1 897
Indija	1 042	1 023	1 333	1 199	1064

Tablica 3. Površine i prinosi soje u Hrvatskoj  
(<http://faostat.fao.org/site/636/default.aspx#ancor>)

Godina	Prinos soje (kg/ha)	Površine soje (ha)
2008.	3 005	35 789
2009.	2 600	44 292
2010.	2 720	56 456
2011.	2 500	58 896
2012.	1 778	54 000

Na području Hrvatske soja se prvi puta pojavljuje između 1876. i 1878. godine. Austrijski biokemičar Friedrich Haberlandt je u vrijeme Austro Ugarske provodio pokuse od najsjevernijeg dijela Češke do Dubrovnika (Vratarić i Sudarić, 2008.). Tijekom Drugog svjetskog rata na prostorima Jugoslavije, uključujući i Hrvatsku, soju se proizvodilo za potrebe Njemačke na 12- 17000ha, a postizani su urodi zrna 1 400- 1 600kg/ha (Hrustić i sur., 1998.). Nakon Drugog svjetskog rata u Hrvatskoj se pokušalo proizvoditi soju na većim površinama, što se spominje u statističkim podacima od 1947. i 1954. godine s prosječnim prinosom od 730 kg/ha. Proizvodnja se iz godine u godinu povećavala s povećanjem prinosa do 1967. godine, kada je soja gotovo nestala s naših površina, prvenstveno zbog ekonomskih problema.

Treba navesti činjenicu da je početak značajnog povećanja površina zasijanih sojom, kako u Republici Hrvatskoj tako i u bivšoj Jugoslaviji, bio povezan s izgradnjom tvornica za preradu soje u Zadru i Bečeju (Vratarić i Sudarić, 2008.).

Prema podacima o prinosima i površinama zasijanima sojom u proteklih 5 godina, možemo primjetiti da se zasijane površine kreću oko 50 000 ha. Prinosi su od 2009. do 2011. bili bez jačih oscilacija, dok su 2012. godine prinosi bili znatno niži zbog vremenskih prilika (suša).

### 1.3. Morfološka svojstva

#### 1.3.1. Sjeme soje

Sjeme soje različitog je oblika, veličine i boje što ovisi o sorti i načinu uzgoja. Kod većine sorata u komercijalnoj proizvodnji masa 1000 zrna je od 150 do 200 grama. Veličina ili krupnoća zrna ovisna je o sorti i agroekološkim čimbenicima. Prema obliku sjeme varira od okruglog do spljoštenog oblika. Embrio se sastoji od dva kotiledona, hipokotila i korjenčića. Kotiledoni čine najveći dio ukupne mase i volumena zrna, a prekriveni su tipičnom epidermom od malih stanica ispunjenih zrcima aleuronom i uljem. Hipokotil je oko 5mm dug, lagano okrenut prema unutra od obje strane vanjskog sloja, koji su u kontaktu s testom s unutarnje strane. Sjemenska ljuska završava hilumom ili sjemenskim pupkom.

Na sjemenki se nalazi hilum koji s jedne strane ima mali žljeb halazu, a na drugom kraju mikropilu. To su otvori kroz koje će izbiti klicin korjenčić kad nastanu povoljni uvjeti za klijanje, dok u vrijeme mirovanja sjeme kroz njih diše. Površina hiluma prekrivena je s dva sloja palisadne epiderme. Sredinom hiluma ide mali šav, koji dijeli hilum i koji se pojavljuje na mjestima dodira vanjske i unutarnje epiderme. Sjemenska opna sastavljena je od tri različita sloja: epiderme, hipoderme i unutarnjeg parenhima. Boja sjemenske opne ovisi o sorti i varira između nijansa žute, zelene, smeđe i crne. Za preradu je najpoželjnija svjetložuta boja (Slika 2.).



Slika 2. Sjeme soje

### 1.3.2. Korijen soje

Ova biljka sadrži jak korijenski sustav visoke apsorpcijske sposobnosti. Korijenski sustav sastoji se od jakog glavnog vretenastog korijena i velikog broja sekundarnog korijenja koji su rasprostranjeni na različitim dubinama tla. Razvoj korijena ovisi o raspoloživoj vodi i hranjivim tvarima u tlu i sastavu tla. Na konačan urod zrna soje uvelike utječu veličina i rasprostranjenost korijena kao i broj kvržica na njemu.

Korijen može biti dubok i do 180cm, no glavnina korijena nalazi se u gornjem sloju tla na dubini i širini do 30cm gdje apsorbira hraniva i fiksira dušik u vrijeme rasta i razvoja. Svojstvo korijena je da raste i razvija se dok god raste i nadzemna biljka. Primarna građa korijena sastoji se iz tri dijela: rizoderme, primarne kore i centralnog cilindra. Rizoderma korijena odgovara epidermi stabljike, ali se razlikuje po tome što nema kutikule ni stoma, nego korijenove dlačice te se razlikuje po svojoj građi i funkciji. S obzirom da dlake i drugi dijelovi rizoderme nisu prekriveni kutikulom, mogu lako kroz stijenku uzimati vodu iz tla, a sam ulaz vode olakšavaju i tanke stijenke dlačica. Primarna kora sastoji se od jednog staničnog sloja rizoderma, a ispod nje su smještene parenhimske stanice koje obiluju rezervnom hranom. Iz primarnog korijenja raste sekundarno korijenje koje potječe iz pericikla tkiva nasuprotno izbočini ksilema.

### 1.3.3. Kvržice (nodule) na soji

Poput ostalih leguminoza, i soja koristi dušik iz zraka preko bakterija koje žive na korijenu biljke u kvržicama i nazivaju se kvržične bakterije (Slika 3.). U kvržicama korijena, u simbiozi s biljkom, žive bakterije koje od biljke uzimaju ugljikohidrate (šećere), a za uzvrat biljku opskrbljuju dušikom. U kvržicama bakterije pretvaraju anorganski dušik ( $N_2$ ) iz atmosfere u kojoj ga ima u izobilju (oko 80%), u amonijačni oblik ( $NH_4$ )<sup>+</sup> koji je pristupačan za biljku. Kvržice zbog toga nazivamo prave tvornice dušika. Dušično gnojivo se na isti način dobiva u tvornicama, ali uz utrošak puno većih količina skupe energije. Zbog toga je ovo biološko vezanje dušika iz zraka putem bakterija, uz pomoć sunčeve energije, puno jeftinije i može biti jako korisno ukoliko se maksimalno iskoristi. Na korijenu soje, kvržice se počinju stvarati od trenutka infekcije korijena bakterijama *Bradyrhizobium japonicum*. Ubrzo nakon infekcije, u prosjeku dva do tri tjedna, bakterije su već sposobne hraniti biljku dušikom fiksirajući ga.

Nakon četiri tjedna od infekcije promjer kvržica je najveći i fiksiranje dušika je intenzivno. Fizikalna i kemijska svojstva tla (osobito pH jer se bakterije slabo razvijaju pri sniženim pH vrijednostima), klimatski činitelji (temperatura i oborine), prozračnost tla i gnojidba uvelike utječu na aktivnost sojinih bakterija.



Slika 3. Kvržice (nodule) na korijenu

#### 1.3.4. Stabljika

Prema tipu habitusa soje razlikujemo indeterminirani (nedovršeni) i determinirani (dovršeni) tip rasta, a u novije vrijeme postoji i podjela na semideterminirani tip. Kod nedovršenog tipa rasta cvatnja počinje na petom, šestom nodiju, te biljka dalje postupno raste i cvijeta. Stabljika je visoka i sa velikim brojem nodija, a rodnost se smanjuje prema vrhu biljke. Sorte nedovršenog tipa su uglavnom višljeg rasta u odnosu na sorte dovršenog tipa rasta. Kod sorti dovršenog tipa biljke prvo narastu više od 80% potrebne visine pa tek onda procvjetaju na svim nodijima, a poslije početka cvatnje, za svega nekoliko dana, prestaje svaki rast biljke. Ovakav tip karakteriziraju nešto niže stabljike koje imaju veću mogućnost grananja. Sami razvoj stabljike odnosno nadzemnog dijela biljke soje počinje izbijanjem hipokotila iz zemlje, a stabljika je već određena u embriju sjemena. Mjesta na kojima se razvijaju listovi nazivaju se nodiji, a na jednoj stabljici u prosjeku može biti od 10 do 18 nodija. Pupovi su buduće potencijalne grane, a u prosjeku se razviju jedna do tri grane. Većinu sorata karakterizira relativno uspravna i čvrsta stabljika, prosječne visine od 80 do 120cm.



Anatomska građa stabljike, prema poprečnom presjeku, u punom rastu je slijedeća: vanjske stijenke su pokrivene jednim redom epidermalnih stanica iz kojih rastu dlake (jednostanične). Ispod epiderme je sloj kolenhimatskih stanica kao i dva do tri sloja parenhimatskih stanica koje su dobro opskrbljene kloroplastima. Ispod ovih stanica nalazi se sloj vlakana.

### 1.3.5. List soje

Kod soje postoje četiri tipa listova, a to su: kotiledoni, jednostavni primarni listovi, troliske i trokutasti listovi tj. zalisci (Slika 4.). Primarni listovi formiraju se još u sjemenci i dobro su razvijeni kada klijanac izbija na površinu. Primarni listovi su jednostavni, s peteljkom dugom jedan do dva centimetra, a položeni su jedan nasuprot drugog na stabljici. Ostali listovi, kako na glavnoj stabljici tako i na granama, su troliske i smješteni su na stabljici naizmjenično. Krmne sorte odlikuju veći listovi, dok su divlje sorte prepoznatljive po malim listovima. Neke sorte karakteriziraju vrlo uski listovi, a ovo svojstvo vezano je s većim brojem zrna u mahuni i većom otpornošću na sušu. List se sastoji od epiderme, mezofila i provodnog tkiva. Tanki sloj kutina nalazi se na obje strane lista (i na gornjem i na donjem epidermalnom sloju). Stome ili puči su prisutne na obje površine lista. Mezofil se sastoji od dva sloja stanica palisadnog parenhima te dva do tri sloja spužvastog parenhima. Kloroplasti se nalaze u svim stanicama mezofila, ali dva palisadna sloja stanica sadrže glavninu kloroplasta u listu. Provodni sustav povezan je preko peteljke sa stabljikom te je na taj način omogućen protok vode i hranjivih tvari po cijelom listu.



Slika 4. List soje

### 1.3.6. Cvijet soje

Cvijet ove biljke sličan je cvijetu ostalih leguminoza, veličine tri do osam milimetara, a nastaje na svakom pazušcu lista na stabljici i granama (Slika 5.). Postoje različite boje cvjetova: bijela, ljubičasta ili kombinacija bijeloljubičaste boje. Ljubičasta boja nastaje zbog antocijana, pigmenta kojeg nalazimo u hipokotilu biljke, dok zelene hipokotile nalazimo u biljkama čiji su cvjetovi bijele boje. Ljubičasti cvjetovi su u pravilu dominantniji nad bijelim.

Sojina biljka u pravilu stvara puno više cvjetova nego što ih se razvija u mahuni te je opadanje cvjetova sasvim normalna pojava kod soje (pojava opadanja kreće se od 30 do 80%). Cvijet se sastoji od čaške, vjenčića, prašnika i tučka. Čaška je cjevasta i završena s pet nejednakih lapova, a stražnja latica je najveća. Prašnici su u obliku prstena i nalaze se oko tučka. Budući da je soja samooplodna biljka s malim postotkom stranooplodnje, cvjetovi se oprašuju uglavnom prije otvaranja (otvaraju se rano ujutro). Na cvatnju ili oplodnju soje značajno utječu hladno vrijeme, visoke temperature te ostali klimatski stresovi.



Slika 5. Cvijet soje

### 1.3.7. Mahuna (plod) soje

Mahuna soje može biti raznih oblika; srpastog, okruglog ili spljoštenog, a jako varira po veličini, i na istoj biljci kao i između sorti, zbog velikog utjecaja vanjskih činitelja (Slika 6.).

Oblik mahune vezan je za broj i oblik sjemenki, što znači ako mahuna sadrži više sjemenki, mahune su duže, a ako je zrno okruglog oblika i mahune su okrugle. Mahune spljoštenog zrna su spljoštenog oblika.

U mahuni se uglavnom nalazi jedno do pet zrna i selekcijom se pokušavaju dobiti sorte sa što više zrna. Mahuna je duga između dva do sedam centimetara, a široka između jedan do dva centimetra. Na konačan broj mahuna u biljci najviše utječu vlažnost tla u vrijeme mahunanja i nalijevanja zrna. Komercijalne sorte soje imaju uglavnom čvrstu mahunu koja, za razliku od divljih sorti, za vrijeme zriobe ne puca na polju, osim ako ne dođe do nepovoljnih uvjeta. Neodgovarajuće temperature uvjetuju pucanje mahuna na polju tijekom žetve (smanjivanje oborina s toplim vremenom, tuča ili grad u zriobi). Boja mahune za vrijeme rasta je zelena, a u zriobi poprima boje od vrlo svijetle, slamnatožute, pa gotovo do crne. Klimatski činitelji također znatno utječu na nijansu boje mahune tj. hoće li izvorna boja biti svjetlija ili tamnija. Anatomska građa mahune je sljedeća: izvana se nalazi sloj epidermalnih stanica iz kojih rastu dlačice. Pigment koji daje boju mahuni nalazi se u epidermi ispod koje se nalaze parenhimske stanice, zatim pergamentni sloj stanica te najdonji unutarnji sloj, koji se sastoji od parenhimskih stanica. Najčešći je problem vezan uz nisko formirane prve mahune na stabljici, zbog čega nastaju veliki gubici u žetvi.



Slika 6. Plod (mahuna)

## **1.4. Ekološki uvjeti uzgoja**

Tlo, svjetlo, zrak, ugljični dioksid (CO<sub>2</sub>), vlaga i temperatura primarni su vanjski činitelji koji utječu na urod soje. Sorta ima genetički potencijal rodnosti, a ekološki činitelji određuju u kojoj mjeri će genetički potencijal rodnosti biti realiziran. Ne djeluje pojedninačno, već su povezani i međuovisni (Vratarić i Sudarić, 2008.)

### **1.4.1. Potrebe prema tlu**

Uzgoj soje moguć je na različitim tipovima tala, dok najbolje uspijeva na dubokim, plodnim, strukturnim tlima koji su bogati humusom s dobrim vodozračnim osobinama gdje se ne stvara pokorica. Korijen je čvrst i jak, te je za njegov pravilan razvoj, a posebice za kvržišne bakterije, potrebno da tlo nije kiselo ni slano, da su dobri vodozračni odnosi i da ima dovoljno hraniva u pristupačnom obliku. U istočnom dijelu Hrvatske tj. području Slavonije i Baranje gdje se pretežito uzgaja soja, tla su različita po sastavu, plodnosti i strukturi. Oranice su različitog nivoa plodnosti, ali su pogodnije za uzgoj soje u odnosu na zapadni dio Hrvatske. Najintenzivnije razlike su zbog kisele reakcije tla na zapadnim područjima.

### **1.4.2. Potrebe prema klimi**

Područje rasprostranjenosti soje je vrlo veliko. Soja uspijeva u uvjetima tropske, suptropske, umjerene i kontinentalne klime, što joj omogućuje veliki broj sorata različitih grupa zriobe. Nadmorska visina ima manji utjecaj, ako su ostali agroekološki uvjeti zadovoljeni. Ima pokušaja da se soja uzgaja i u hladnim područjima i u umjerenom pojasu na visokim nadmorskim visinama (Soldati i Keller, 1985., Soldati, 1995.).

### **1.4.3. Potrebe prema svjetlu**

Soja je biljka kratkog dana, međutim važnost svjetla za soju je velika. Svjetlo je važan energetska izvor u procesima fotosinteze, jer se samo na svjetlosti stvara klorofil. Važan je i intenzitet i spektralni sastav svjetla. Duljina dnevnog osvjetljenja i spektralni sastav svjetla značajno utječu na rast i razvoj biljke soje. Prema Kupermanu (1968.) spektralni sastav svjetla je važan za diferenciranje cvjetova, a Molnar (1998.) navodi da dugovalno crveno-narandžasto svjetlo usporava, a kratkovalno plavo-ljubičasto ubrzava cvatnju. Svjetlo inicira početak cvatnje.

Naime, prijelaz iz vegetativne u generativnu fazu razvoja soje uvelike ovisi o količini dnevnog osvjetljenja koje biljka prima svaki dan, iako su važne i dnevne i noćne temperature te ishrana.

Nadalje, intenzitet svjetla utječe na veličinu i masu kvržica. U istočnom djelu Hrvatske dolaze u obzir sorte I. grupe zriobe, a na zapadnom djelu sorte 0 grupe zribe.

#### **1.4.4. Potrebe prema vlazi**

Voda je ekološki činitelj koji služi kao „pogonsko gorivo“ u svim fiziološkim procesima, kao što su usvajanje hranjivih tvari iz tla i u proizvodnja organskih tvari. Sinteza za stvaranje organskih tvari odvija se samo uz prisustvo dovoljne količine vode. Voda za vrijeme rasta služi za prenošenje hranjivih elemenata i proizvoda izmjene tvari iz pojedinih tkiva i organa u druge (Vratarić i Sudarić, 2008.). Kod soje je dobro poznata njezina ovisnost o vodi, te ona ima jako velik utjecaj na pojedine faze rasta i razvoja. Za vrijeme klijanja sjeme treba apsorbirati vode više od 50% od svoje mase da bi proklijalo. Posljedica viška vode je usporeni porast, te su stvoreni uvjeti za razvoj patogena. Pojavom prvog cvijeta potreba prema vodi raste i potrebna joj je adekvatna količina za oplodnju, stvaranje mahuna i nalijevanje zrna. Tijekom rasta ako biljka doživi kakav stres (višak ili manjak vode) u kombinaciji s vjetrom može doći do smanjenja metaboličke aktivnosti i uroda. Doss i sur., (1974.) naglašavaju da je najkritičnije pomanjkanje vode u fazi nalijevanja zrna za dobivanje maksimalnih uroda zrna soje. Najveće potrebe i kritičan period prema vodi je u fazi cvatnje i nalijevanja zrna. Sigurni visoki prinosi se očekuju u godinama s puno oborina u lipnju, srpnju i kolovozu barem 150-170 mm. Velike količine oborina u cvatnji dovode do opadanja velikog broja cvjetova. Relativna vlaga zraka ima veliki utjecaj u fazi cvatnje i nalijevanja zrna, kada bi trebala iznositi 70-75%, a ako je vlaga ispod 60% oplodnja je slabija.

#### **1.4.5. Potrebe prema toplini**

Biljke soje zahtjevaju različite količine topline u svakom stadiju razvoja. Prema Sunj Sin Dunu (1958.) biljke soje zahtjevaju različite količine topline u svakom stadiju svoga razvoja. Prema ovom autoru minimalne temperature za klijanje soje su 6 – 7°C, dovoljne 12 – 14°C, a optimalne 15 – 25°C. Temperature iznad 33°C izazivaju najbrže klijanje, ali su biljke tanke.

U fazi intenzivnog rasta soja zahtjeva visoku temperaturu 20 – 25°C. Na temperaturi od -1°C dolazi do izmrzavanja cvjetova. U fazi cvatnje i sazrijevanja niske temperature odgađaju zriobu, a ispod 14°C prestaje rast.

Scott i Aldrich (1970.), navode da je početna temperatura za klijanje 10 – 12°C uz određeno stanje vlažnosti tla, te da klijavost i energija klijavosti opadaju u uvjetima visokih temperatura.

U ispitivanjima u Osijeku temperatura zraka od 23°C i tla od 24°C, u prosjeku pozitivno utječe na ukupni broj cvjetova, uz veliku povezanost oborina i temperature zraka (Vratarić, 1983.). Prinos zrna se smanjuje ako su u srpnju i kolovozu temperature ispod prosjeka, dok je u vrijeme nalijevanja bolje da su temperature više. U razdoblju 20 – 30 dana prije zriobe temperatura utječe na konačni sadržaj ulja u zrnu.

## 2. PREGLEDLITERATURE

Jedan od važnijih čimbenika poljoprivredne proizvodnje i saatavni dio agrotehničkog kompleksa je obrada tla. U Republici Hrvatskoj, posebno u Slavoniji i Baranji, gdje se odvija poljoprivredna ratarska proizvodnja, obrada tla je još uvijek bazirana na svakogodišnjem oranju kao osnovnom zahvatu. Postoje pokušaji da se u poljoprivrednu proizvodnju uvedu i drugi načini ili sistemi obrade tla, kao što su minimalni, racionalni, konzervacijski, sve do krajnjeg načina, a to je popuno izostavljena obrada, odnosno No-tillage.

U svijetu i Republici Hrvatskoj provode se istraživanja primjene različitih sustava obrade tla, kao što su reducirani, racionalni, konzervacijski, minimalni. Istraživanjima ili poljskim pokusima želi se utvrditi kakve promjene se odvijaju u tlu uslijed primjene jednih od ovih sustava u našem agroklimatu, te mogućnost njihove primjene u praksi (Žugec, 1984.; Stipešević, 1997.; Jug, 2005.; Jug, 2006.; Stošić, 2012.).

Žugec (1984.) navodi da prema rezultatima pokusa obrade tla i gnojidbe za kukuruz ta kultura ne reagira pozitivno na reducirane sustave obrade tla. Drugim riječima, redukcijom obrade tla, intenziteta i dubine, prinos kukuruza je manji, i to u nekim godinama i značajno manji.

U pogledu soje i ozime pšenice i reducirane obrade tla, istraživanja ukazuju da urodi, u nekim godinama, mogu biti i veći na nekom od sustava reducirane obrade tla (Stipešević, 1997.; Jug, 2005.; Jug, 2006.; Stošić, 2012.).

Jug (2005.) prema rezultatima svojih istraživanja o primjeni reducirane obrade tla u uzgoju, odnosno proizvodnji soje, navodi da su najveći urodi ostvareni na varijantama oranja. Značajno manji urodi zabilježeni su na varijantama No-tillage-a. Isto tako ističe da postoje određeni rizici o primjeni pojedinih sustava reducirane obrade tla, kao što je No-tillage, u proizvodnji soje. Slične rezultate dobio je i Stošić (2012.).

U svijetu su ovi sustavi obrade tla u današnje vrijeme vrlo rašireni. Prvi su po površinama SAD, Kanada, Latinska Amerika i Australija.

U Republici Hrvatskoj primjena reduciranih sustava je dosta mala i uvođenje tih sustava obrade u samu poljoprivrednu praksu je dosta otežano. Razlozi za to su financijske mogućnosti samih proizvođača (neadekvatna opremljenost u smislu mehanizacije), tradicija u ratarskoj proizvodnji, nepovoljna svojstva tla (teška, glinovita tla), slabo znanje proizvođača, itd. (Stošić, 2012.).

Primjena nekog od reduciranih sustava obrade tla donosi određene pozitivne efekte, od kojih je najvažniji onaj financijski. Samim smanjenjem broja prohoda i dubine obrade tla smanjuju se troškovi proizvodnje, a povećava se dobit. Budući da na obradu tla u poljoprivrednoj proizvodnji otpada i do 40% troškova (Mihalić, 1985.).

Neosporni su i pozitivni učinci na samo tlo, kao što su smanjeno zbijanje samog tla, veća biogenost i bioraznolikost tla, manje je onečišćenje tla i zraka, a i podzemnih voda, lakša organizacija rada i operacija u poljoprivrednoj proizvodnji, itd.

Shodno tome, istraživanja ovih sustava u agroekološkim uvjetima Slavonije i Baranje bi trebalo nastaviti i time omogućiti njihovu veću zastupljenost u ratarskoj poljoprivrednoj proizvodnji.



### 3. MATERIJALI I METODE RADA

Istraživanje je provedeno 2006./2007. vegetacijske godine na "Belju" d.d., na Pogonu "Brestovac", na lokaciji Mece-Darda, T-31. Pokus sa reduciranom obradom tla i različitim količinama gnojidbe dušikom za soju provedeno na osam varijanata obrade tla (Tablica 4.) i tri razine gnojidbe dušikom. Površina samog pokusa iznosila je *cca* 4 ha.

#### 3.1. Varijante obrade tla-glavni faktor (A) istraživanja

Tablica 4. Varijante obrade tla na pokusu u 2006./2007. godini

Varijanta obrade tla (A)	Jesen i proljeće
1. Konvencionalna obrada tla - OR	Oranje 25-30 cm, tanjuranje, sjetva J. Deer 750A, zaštita od korova, bolesti i štetočina u proljeće.
2. Tanjuranje - TR	Tanjuranje, ostalo kao pod 1
3. Tanjuranje, rahljenje (do 35cm) - RT	Tanjuranje, rahljenje, ostalo kao 1
4. Tanjuranje za pšenicu (konvencionalno za soju) - OsTp	Tanjuranje, ostalo kao pod 1
5. Konvencionalna obrada za pšenicu (tanjuranje za soju) - OpTs	kao pod 1
6. No-tillage za pšenicu (konvencionalno za soju) - NpOs	no-tillage, ostalo kao pod 1
7. Konvencionalna obrada za pšenicu (no-till za soju) - NsOp	kao pod 1
8. No-tillage - NT	no-tillage, ostalo kao pod 1

Istraživanje je obuhvaćalo sljedeće varijante obrade tla:

1. Konvencionalna obrada tla, oranje - OR
2. Tanjuranje - TR
3. Tanjuranje i rahljenje oraničnog sloja 30-35cm - RT
4. Tanjuranje za ozimu pšenicu prve, a konvencionalna obrada s oranjem za soju druge godine - OsTp
5. Konvencionalna obrada s oranjem za pšenicu prve, a tanjuranjem za soju druge godine i tako na smjenu sljedećih godina - OpTs
6. Uzgoj usjeva bez obrade tla -No-tillage za pšenicu prve, a konvencionalna obrada za soju druge godine - NpOs
7. Konvencionalna obrada s oranjem za pšenicu, a No-tillage za soju druge godine- NsOp
8. No-tillage za obje kulture – NT

Navedenim varijantama se željelo utvrditi kakvi će biti prinosi od konvencionalne, kod koje je oranje neizbježno svake godine, pa do reducirane obrade tla, odnosno da li će biti znatnog porasta ili opadanja prinosa. Za potrebe ovog diplomskog rada varijante obrade tla su grupirane u 4 osnovne varijante, i to: oranje (OR), tanjuranje (TR), rahljenje i tanjuranje (RT) i No-tillage (NT).

### **3.2. Gnojidba dušikom (B) – pod faktor istraživanja**

Na poljskom pokusu izvedene su tri razine gnojidbe dušikom, i to na svakoj varijanti obrade tla. Gnojidba fosforom i kalijem je bila ujednačena za sve varijante obrade tla i gnojidbe, te je iznosila 120 kg/ha  $P_2O_5$  i 80 kg/ha  $K_2O$ . Dušik, odnosno gnojidba dušikom, bio je apliciran u tri stepenice na svakoj varijanti obrade tla, i to kako slijedi:

**N-1. razina-** 35 kg N/ha: MAP 288 kg/ha (35 kg N), u jesen;

**N-2. razina-** 70 kg N/ha: MAP 288 kg ha (35 kg N) u jesen+130 kg/ha KAN-a (35 kg N), u proljeće prije sjetve;

**N-3.razina-** 110 kg N ha<sup>-1</sup>: MAP 288 kg ha<sup>-1</sup>(35 kg N) u jesen+130 kg ha<sup>-1</sup> KAN-a (35 kg N), u proljeće prije sjetve+150 kg ha<sup>-1</sup> KAN-a (40 kg N) u prihrani.

Zadatak gnojidbe dušikom nije samo utvrditi kolike su količine dušika potrebne za gnojidbu soje, već i koliko povećane količine mogu kompenzirati negativnim učincima reducirane obrade tla.

### 3.3. Agrotehnika

#### Kultivar

Sorta soje, odabrana je prema kriteriju zastupljenosti u širokoj proizvodnji "Belja" i bila je "Podravka 95", kreacija Poljoprivrednog instituta Osijek.

#### Tlo

Odabrano tlo je manje aktualne plodnosti, s većim postotkom zastupljenosti na poljoprivrednim površinama "Belja".

Tablica 5. Podaci kemijskih analiza

pH-KCl	pH-H <sub>2</sub> O	Al- P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Al- K <sub>2</sub> O	% humusa	CaCO <sub>3</sub>	Hy
4.45	5.54	12.2	27.1	2.08	0.0	4.6

Prema rezultatima kemijskih analiza možemo zaključiti da je tlo vrlo kiselo, a prema Al metodi slabe do umjerene opskrbljenosti fiziološki aktivnim fosforom, na prijelazu iz bogate u vrlo bogatu opskrbljenost kalijem. Sadržaj humusa je od 1.59 do 2.08% (Tablica 5.).

Veličine osnovne parcele obrade tla je 19.5m x 30m =585m<sup>2</sup>, a veličina obračunske parcele iznosi 18m x 30 m = 540m<sup>2</sup>. Veličine osnovnih parcela gnojidbe iznose 6x30m =180m<sup>2</sup>. Veličina pokusa za jednu kulturu iznosi oko 4ha. Pokus je postavljen kao dvofaktorijalni (ispituje se dva faktora), prema split- plot dizajnu, slučajnim rasporedom blokova, u 4 repeticije (ponavljanja). Repeticije unutar pokusa su odvojeni zaštitnom zonom od 20m, kako bi se izbjeglo gaženje pokusnih parcela prilikom rada agregata (Tablica 6.).

Tablica 6. Podjela eksperimentalnih parcelica u pokusu reducirane obrade tla za soju prema split-plot dizajnu u 2006./2007. godini

IV rep.	<b>OsTp</b>			<b>NpOs</b>			<b>OR</b>			<b>RT</b>			<b>NT</b>			<b>TR</b>			<b>NsOp</b>			<b>OpTs</b>				
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
20 m																										
III rep.	<b>OpTs</b>			<b>NsOp</b>			<b>TR</b>			<b>NT</b>			<b>RT</b>			<b>NpOs</b>			<b>OR</b>			<b>OsTp</b>				
	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
20 m																										
II rep.	<b>OR</b>			<b>RT</b>			<b>NpOs</b>			<b>OsTp</b>			<b>TR</b>			<b>NT</b>			<b>OpTs</b>			<b>NsOp</b>				
	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1
20 m																										
I rep.	<b>TR</b>			<b>NT</b>			<b>RT</b>			<b>OpTs</b>			<b>NsOp</b>			<b>NpOs</b>			<b>OsTp</b>			<b>OR</b>				
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
20 m																										

### 3.4. Vremenske prilike

Godina 2007. za proizvodnju soje se može ocijeniti kao ekstremno loša na što ukazuju i prinosi zrna soje na pokusu (prosječan prinos zrna soje na pokusu bio je 1,47 t/ha)

Tablica 7. Temperature (°C) i oborine (mm) za područje Brestovac u vegetacijskoj godini 2006./2007.

Mjesec	Temperatura, °C			Oborine, mm				
	Dekade	Srednje dekadne	Srednje mjesečne	Prosjek 1965.-2005.	Po dekadama	Ukupno	Prosjek 1965.-2005.	Kišni dani
2006. Godina								
listopad	I	15.6			17.8			
	II	10.2	12.9	11.3	0.0	20.2	50.1	5
	III	12.9			2.4			
studeni	I	6.1			6.1			
	II	9.1	7.6	5.4	2.0	26.8	53.7	12
	III	7.7			18.9			
prosinac	I	7.9			3.7			
	II	1.0	2.9	1.5	21.2	27	45.5	11
	III	-0.1			1.9			
2007. Godina								
siječanj	I	6.5			14.6			
	II	7.5	5.9	-0.2	23.1	43.4	40.0	12
	III	4.0			5.7			
veljača	I	6.3			0.4			
	II	6.0	6.1	2.0	30.6	35.9	36.5	14
	III	6.1			4.9			
ožujak	I	8.5			44.1			
	II	9.7	8.4	6.2	0.3	63.7	39.1	11
	III	7.1			19.3			
travanj	I	11.4			0.0			
	II	14.1	13.8	11.1	0.0	0.4	49.4	1
	III	15.9			0.4			
svibanj	I	15.7			20.6			
	II	19.0	18.5	16.5	5.3	44.7	58.0	12
	III	20.7			18.8			
lipanj	I	20.9			16.2			
	II	24.0	22.9	19.7	13.6	42.4	88.1	12
	III	23.8			12.6			
srpanj	I	22.0			23.3			
	II	24.1	24.0	21.2	2.1	27.4	67.8	7
	III	24.7			2.0			
kolovoz	I	22.1			9.5			
	II	23.3	23.0	20.9	21.7	61.4	53.5	13
	III	23.7			30.2			
rujan	I	14.4			19.0			
	II	15.9	14.8	16.4	26.3	45.3	54.8	7
	III	14.1			0.0			

Soja je 2007. godine bila pogođena sa dva ekstremna stanja, ne samo stoljetnom sušom, nego i pojavom dugotrajnijih visokih temperatura u par navrata, uvjetovanih dolaskom sredozemnih anticiklona sa vrućim afričkim zrakom (Tablica 7.). Prema Državnom hidrometeorološkom zavodu RH 2007. godina bila je druga najtoplija u Hrvatskoj otkada se organizirano prikupljaju meteorološki podaci, te prema zakonu vjerojatnosti takva se javlja dva puta u 100 godina. Toplija od nje bila je samo 2000. godina kada je prosječna dnevna temperatura iznosila 13.8 °C, dok je navedene godine bila 13.6 °C. Valja naglasiti da je razdoblje od rujna do prosinca bilo hladnije i vlažnije od višegodišnjeg prosjeka.

Slijedeća karakteristika u 2007. godini za Hrvatsku nije toliko u manjku oborina, kojih je zaista bilo malo, već u rasporedu tijekom godine, u vegetaciji, jer ako "oborine ne padnu u pravo vrijeme, poljoprivreda može imati velike posljedice". To se jasno pokazalo ove godine. Godina 2007. bila je jedna od najtoplijih godina i na svjetskoj razini od 1850 godine. Ističe se također da je dekada od 1998. do 2007. godine najtoplija od 1850. godine, a u Hrvatskoj je deset najtoplijih godina od 1862. godine zabilježeno u razdoblju od 1992. do 2007. Ovo upućuje na promjenu klime, što ima posebne posljedice na poljoprivredu. Na to se upozorava već dobrih dvadesetak godina.

Sušno razdoblje koje nas je još pratilo u razdoblju 2006. godine (ljetno - zima), nastavlja se suhom zimom s malim rezervama vode u tlu. To razdoblje i dalje se nastavlja u travnju i svibnji u vrijeme klijanja i nicanja soje. Ističe se još i druga polovica svibnja koja je bila ekstremno praćena visokim temperaturama i do 35.7°C. Sjetva u relativno suho tlo, duboka vlažna „posteljica“, debeo suhi „pokrivač“ i izostanak kiše produžili su nicanje soje, izazvali neujednačene sklopove i nicanje u više navrata. Djelovanje herbicida je zakazalo pa je bilo nužno ponovno tretiranje, koje nije bilo dovoljno učinkovito te su se kasnije jače razvijali korovi. Zbog neujednačenih biljaka nije se smjela upotrijebiti normalna doza herbicida, nego smanjena sa slabijim učinkom što je kasnije rezultiralo većim napadom korova posebice samoniklog suncokreta, mračanjaka (*Abutilon theophrasti*) i travnatih korova, muhara zelenonog (*Setaria viridis*) i koštana (*Echinochloa crus galli*), koji su ostali do žetve soje. Na suhi travanj i svibanj nadovezao se sličan lipanj, sa naročito visokim temperaturama u druge dvije dekade, čak do 36.2 °C. Bilo je to vrijeme cvatnje soje, kritično razdoblje za soju.

Za istok Hrvatske se može navesti da je lipanj bio topliji za 2,9 °C (Brestovac za 3.2 °C jer je bilo 22.9 °C, a višegodišnji prosjek je 19.7 °C) i da je to bio najtopliji lipanj u posljednjih 150 godina. Na ekstremno suha prethodna tri mjeseca nadovezao se suh i vruć srpanj, ponovno sa naletima sredozemnih anticiklona i vrućim afričkim zrakom. Specifičnost tih naročito visokih temperatura bila je njihova dugotrajnost. U srpnju je zabilježeno 18 dana sa temperaturama iznad 30 °C, a penjale su se čak do 40 °C po nekoliko dana za redom. I kolovoz je bio sličan, a bila je u to vrijeme fenofaza nalijevanja zrna soje. Krajem srpnja, a pogotovo u kolovozu, soja je doživjela jak stres od visokih temperatura i manjka vode u tlu. Počelo je intenzivno žućenje i sušenje lišća, na svim varijantama obrade tla, uključujući i varijante sa oranjem, s tim da je na tretmanima sa rjeđim sklopovima, a to su bili No-tillage, žućenja bila izrazito slabija sa jasno izraženom izdržljivošću na sušu i visoke temperature. Sušenje biljaka nastavilo se tijekom kolovoza, formiralo se malo mahuna, bile su sitne, sa malo vrlo sitnih zrna i bilo je očito da će prinosi biti vrlo niski, da prilikom kombajniranja mnoge mahune neće biti ovršene.

Važno je spomenuti da je zrioba soje bila neujednačena jer su mnoge biljke izdržale sušu i nastavile vegetaciju, pa je žetva, s obzirom na rano sušenje biljaka soje, uslijedila kasno (5. listopada). U žetvi je bilo potpuno suh biljaka, koje su odavno završile vegetaciju, gotovo počele trunuti, sa sitnim mahunama i zrnom, i biljaka sa nedozrelim zrnom sa osrednjom krupnoćom.

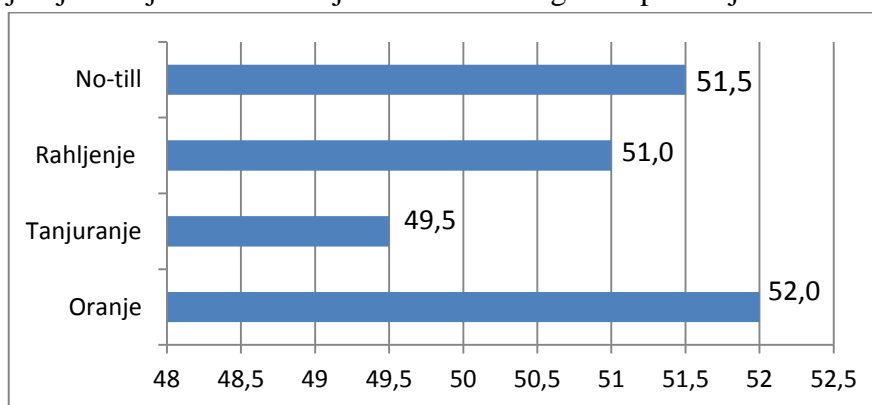
Zabilježeni su katastrofalno niski prinosi (prosječni prinos 1.47 t/ha), s lošom kvalitetom zrna. Ova se godina može u pogledu prinosa soje smatrati ekstremno lošom. U njoj je zakazalo djelovanje mnogih agrotehničkih zahvata (među njima obrada tla i gnojidba dušikom), odnosno istraživanih faktora.

## 4. REZULTATI I RASPRAVA

### 4.1. Broj biljaka soje nakon nicanja u 2006./2007. godini

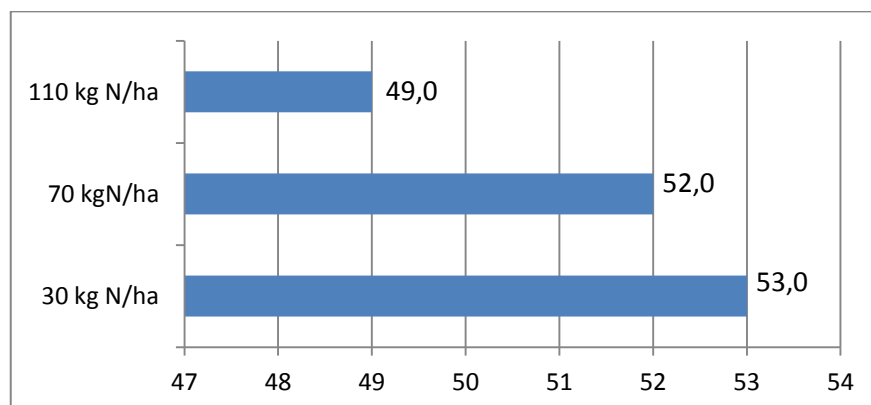
U pogledu broja biljaka soje nisu utvrđene značajne razlike po pojedinim varijantama obrade (Graf 1.). Sve su vrijednosti bile ujednačene, a najviše biljaka je zabilježeno na varijanti oranja, u prosjeku 52 biljaka/m<sup>2</sup>. Nešto slabije su bile varijanta RT i NT. Na varijanti tanjuranja zabilježeno je, u prosjeku, 49,5 biljaka/m<sup>2</sup>. Treba naglasiti da je nicanje soje bilo sporo, neujednačeno, zbog sjetve u suho tlo, pri visokim temperaturama. Ove godine je utjecaj obrade tla na broj biljaka soje izostao.

Graf 1. Broj biljaka soje nakon nicanja u 2006./2007. godini po varijantama obrade



Što se tiče utjecaja gnojidbe dušikom na broj biljaka soje (Graf 2.), vidljivo je da niti ovdje nisu zabilježene značajne razlike. Broj biljaka soje kretao se u rasponu od 49 -110 kg N/ha) do 53 biljaka/m<sup>2</sup> (30 kg N/ha). Drugim riječima, utjecaj gnojidbe različitim količinama dušika, na broj biljaka soje, je izostao ove godine.

Graf 2. Broj biljaka/m<sup>2</sup> nakon nicanja u 2006./2007. godini po stepenicama gnojidbe dušikom

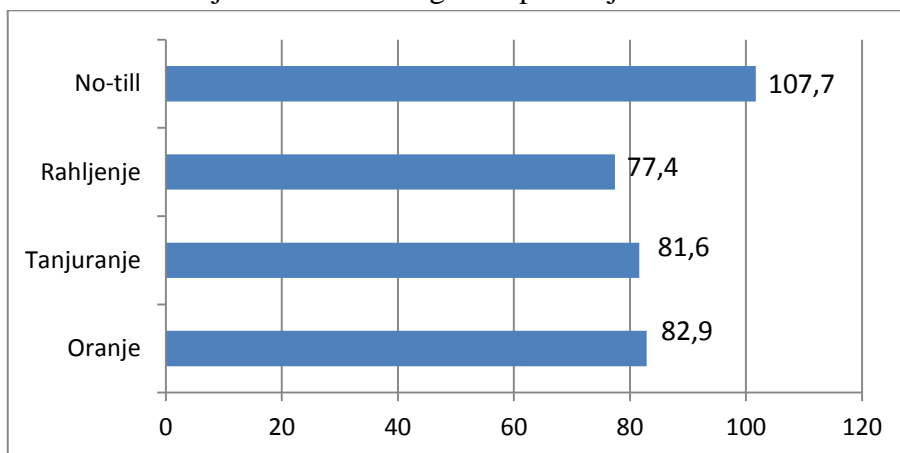




## 4.2. Masa 1000 zrna

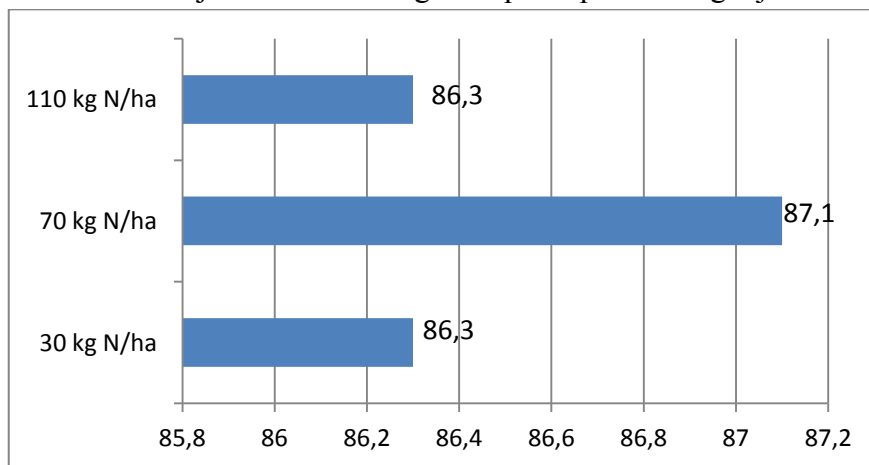
Prema dobivenim rezultatima zabilježena vrlo mala masa 1000 zrna soje (u prosjeku 86,5 grama), odnosno gotovo upola manja od uobičajene (Graf 3.). Zabilježene su značajne razlike između varijanata obrade tla. Na varijanti oranja ostvarena je masa 1000 zrna od 82,9 g, a značajno veća masa zabilježena je na varijanti NT (101,7 g). Na varijanti rahljenja i tanjuranja i samog tanjuranja zabilježena je masa od 77,4 i 81,6 grama, koja je bila u okviru statističke pogreške.

Graf 3. Masa 1000 zrna soje u 2006./2007. godini po varijantama obrade



Kod gnojidbe dušikom, nisu utvrđene statistički opravdane razlike između stepenica gnojidbe dušikom (Graf 4.). Vrijednosti su se ujednačile u rasponu od 86,3 (30 i 110 kg N/ha) do 87,1 (70 kg N/ha).

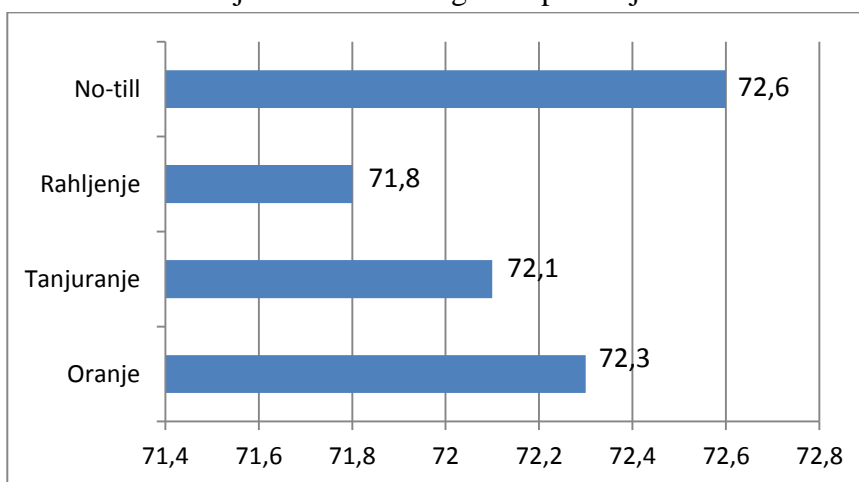
Graf 4. Masa 1000 zrna soje u 2006./2007. godini po stepenicama gnojidbe dušikom



### 4.3. Hektolitarska masa

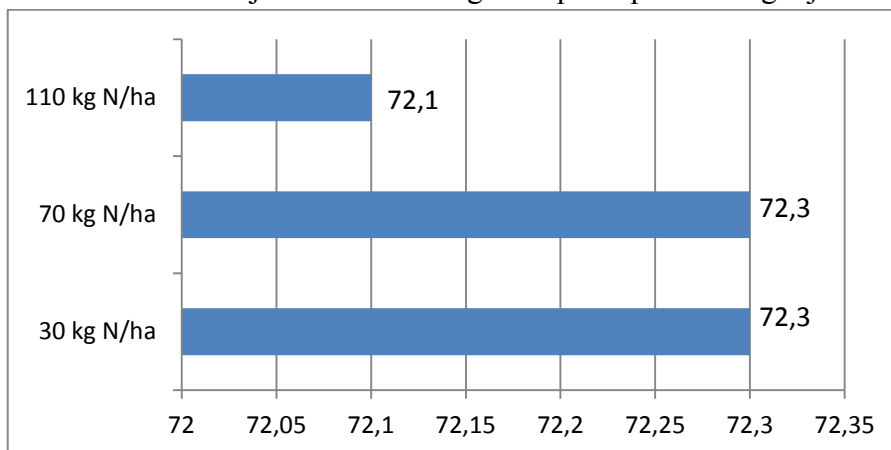
Kod ovog pokazatelja nisu zabilježene značajne razlike, odnosno utjecaj obrade tla na hektolitarsku masu zrna soje je izostao. Najveća hektolitarska masa zabilježena je na varijanti No-tillage-a, 72,6 kg, a najmanja kod varijante rahljenja i tanjuranja, 71,8 kg. Nešto slabije hektolitarske mase zabilježene su na varijantama tanjuranja i oranja, ali sve u okvirima eksperimentalne pogreške (Graf 5.). Vrijednosti su skoro potpuno ujednačene i kretale se u rasponu od 71,8 do 72,6 kg.

Graf 5. Hektolitarska masa soje u 2006./2007. godini po varijantama obrade



U pogledu gnojidbe različitim količinama dušika, vrijednosti hektolitarske mase su se ujednačile po stepenicama, odnosno razlike su bile u okvirima eksperimentalne pogreške (Graf 6.). Kod sve tri različite količine dušika hektolitarska masa soje bila je približno ista, a kretala se u rasponu od 72,1 do 72,3 kg.

Graf 6. Hektolitarska masa soje u 2006./2007. godini pa stepenicama gnojidbe dušikom



#### 4.4. Prinos zrna soje

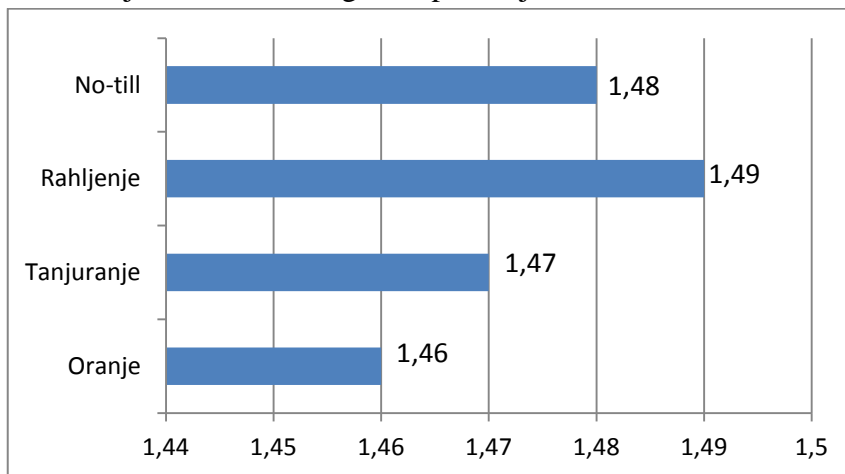
Prinosi zrna soje u 2006./2007. godini bili su znatno niži, u prosjeku 1,47 t/ha, zbog već spomenutih stresnih stanja kroz koje je biljka prošla tijekom cijele vegetacije (Graf 7.). Prinos se kretao u rasponu od 1,46 do 1,49 t/ha bez značajnih razlika između varijanata obrade tla.

Najveći prinos ostvaren je na varijanti rahljenja i tanjuranja (1,49 t/ha) veći za 30 kg/ha od varijante oranja (1,46 t/ha). Na varijantama oranja zabilježen je prinos od 1,46 t/ha koji je bio zanemarivo manji od prinosa ostvarenog na varijantama No-tillage-a (1,48 t/ha) i tanjuranja (1,47 t/ha).

Treba istaknuti da se s obzirom na katastrofalnu sušu, visoke temperature zraka i tla mogla očekivati vrlo nepovoljna reakcija soje na varijante bez oranja.

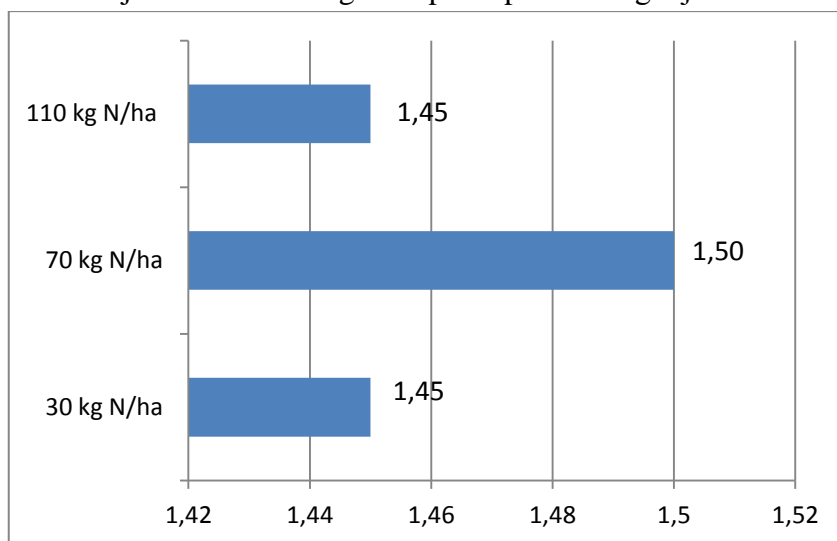
Ali isto tako, u ovom je slučaju izostalo opće poznato pozitivno djelovanje klasičnog oranja, koje dominira u našoj širokoj praksi.

Graf 7. Prinos zrna soje u 2006./2007. godini po varijantama obrade



Kako je izostala reakcije soje na obradu tla, tako je izostala i reakcija soje na gnojidbu različitim količinama dušika (Graf 8.). Prinosi su se posve ujednačili, u rasponu od 1,45 (30 i 110 kg N/ha) do 1,50 t/ha (70 kg N/ha). Najveći prinos zabilježen je pri 70 kgN/ha. Razlike između stepenica gnojidbe dušikom bile su u okvirima eksperimentalne pogreške.

Graf 8. Prinos zrna soje u 2006./2007. godini po stepenicama gnojidbe dušikom



## 5. ZAKLJUČAK

Provedeno istraživanje reducirane obrade tla i gnojidbe dušikom u 2006./2007. godini na lokaciji Mece- Darda, T-0922. Istraživanje je obuhvaćalo osam varijanata obrade tla (glavni faktor ) i 3 stepenice gnojidbe dušikom (pod faktor).

Soja je tijekom 2007. godine bila pogođena sa dva ekstremna stanja, ne samo stoljetnom sušom (izrazito mala količina oborina u toplom dijelu godine), nego i pojavom dugotrajnijih visokih temperatura u par navrata, uvjetovanih dolaskom sredozemnih anticiklona sa vrućim afričkim zrakom.

Godina 2007. bila je jedna od najtoplijih godina i na svjetskoj razini od 1850 godine. Ističe se također da je dekada od 1998. do 2007. godine najtoplija od 1850. godine, a u Hrvatskoj je deset najtoplijih godina, od 1862. godine kada se kontinuirano bilježe klimatski podaci, zabilježeno u razdoblju od 1992. do 2007.

Važno je spomenuti da je zrioba soje bila neujednačena jer su mnoge biljke izdržale sušu i nastavile vegetaciju, pa je žetva (s obzirom na rano sušenje biljaka soje ), uslijedila kasno (5. listopada). U žetvi je bilo potpuno suhих biljaka, koje su odavno završile vegetaciju, gotovo počele trunuti, sa sitnim mahunama i zrnom, i biljaka sa nedozrelim zrnom sa osrednjom krupnoćom.

Zabilježeni su katastrofalno niski prinosi (prosječni prinos 1,47 t/ha), s lošom kvalitetom zrna. Ova se godina može u pogledu prinosa soje smatrati ekstremno lošom. U njoj je zakazalo djelovanje mnogih agrotehničkih zahvata (među njima obrada tla i gnojidba dušikom), odnosno istraživanih faktora. Soja gotovo nije reagirala ni na jedan od istraživanih faktora, ni na obradu tla, ni na različitu gnojidbu dušikom, s malim izuzecima, jer su se prinosi zrna potpuno izjednačili.

Dosadašnja istraživanja sa reduciranom obradom tla na soji, izvedena u Slavoniji, naročito u Baranji posljednjih sedam godina pokazala su da soja izrazito nepovoljno reagira na neke varijante reducirane obrade tla. To se prije svega odnosi na uzgoj bez obrade tla (No-tillage), u ovisnosti o tipu tla i vremenskim prilikama tijekom vegetacije. U spomenutim vrlo ekstremnim vremenskim prilikama, soja se na svim varijantama obrade tla, onim na bazi oranja ili tanjuranja, uključujući i No-tillage varijante, ponašala gotovo jednako u reakciji na sušu i visoke temperature, što realno nije bilo za očekivati.

## 6. LITERATURA

1. Doss, B.D., R.W. Pearson, M.T. Rogers. (1974): Effect of soil water stress at various stages on soybean yield. *Agron. Jour.*, 66, 2:297-299.
2. Hrustić, M., M.Vidić, Đ.Jocković. 1998. *Soja*. (monografija), Novi Sad-Bečej.
3. Jug, D. (2005): Utjecaj reducirane obrade tla na prinos ozime pšenice, kukuruza, soje u agroekološkim uvjetima sjeverne Baranje. Magistarska radnja, Agronomski fakultet Zagreb.
4. Jug, D. (2006): Reakcija ozime pšenice i soje na reduciranu obradu tla na černozeu. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet Osijek.
5. Kuperman, F.M. (1968): *Morfofiziologij rastenij*. Moskva.
6. Mihalić, V. (1985): *Opća proizvodnja bilja*. Školska knjiga. Zagreb.
7. Molnar, I.(1998): Odnos soje prema spoljnim činiocima. U: *Soja*. Hrustić M., Vidić M. I Jocković Đ (ur.). Novi Sad, 16:41-52.
8. Scott, W.O., S.R. Aldrich (1970): *Modern Soybean Productions*. Champaign III, USA.
9. Stipešević, B. (1997): Utjecaj reducirane obrade tla na prinos ozime pšenice i otpor tla na hidromelioriranom glejnom tlu sjeveroistočne Hrvatske. Magistarska radnja, Agronomski fakultet Zagreb.
10. Stošić, M. (2012): Utjecaj reducirane obrade tla i gnojidbe dušikom na urod zrna ozime pšenice i soje na hipogleju Baranje. Doktorska disertacija. Poljoprivredni fakultet Osijek.
11. Soldati, A., E.R. Keller. (1985): Soybeans adapted for cooler regions. P 460-467. In: R. Shibles (ed.). *Proceedings of the WSRC III*, Ames, Iowa, USA.
12. Soldati, A. (1995). Soybean. In W. Diepenbrockand H.C. Becker (eds.), *Physiological Potentials for Yield Improvement of Annual oil Protein Crops*. *Advances in Plant Breeding* 17:169-218, Berlin- Viena.
13. Vratarić, M. (1983): Utjecaj ekoloških faktora na oplodnju i zametanje mahuna kod nekih sorata soje u odnosu na komponente prinosa u području Osijeka. *Znanost i praksa u polj. i preh. tehnol. (distribucija)*, Osijek, G. 13:1-239.
14. Vratarić, M., Sudarić, A. (2008): *Soja, Glycine max (L.) Merr.*
15. Vratarić, M., Sudarić, A., (2008.): *Soja*, Poljoprivredni institut u Osijeku, drugo izmijenjeno i dopunjeno izdanje.

16. Žugec, I. (1984): Utjecaj reducirane obrade tla na prinos kukuruza u ekološkim uvjetima Slavonije. Doktorska disertacija. Fakultet Poljoprivrednih znanosti, Zagreb.
17. Žugec, I., Jug, D., Stipešević, B., Stošić, M., (2006.): Istraživanja reducirane obrade tla i gnojidbe dušikom za ozimu pšenicu i soju na amfigleju južne Baranje. Katedra za opću proizvodnju bilja, Poljoprivredni fakultet Osijek. Izvješće o radu na istraživanjima „Belju“ d.d. za 2006. godinu.
18. Internetske stranice:  
<http://faostat.fao.org/site/636/default.aspx#ancor>

## **7. SAŽETAK**

Soja je ratarska kultura koja se uzgaja više od 4000 godina. Zrno se koristi kao izvor jestivih ulja i bjelančevina kako u ljudskoj ishrani tako i u ishrani stoke.

Soja je 2007. godine bila pogođena sa dva ekstremna stanja, ne samo stoljetnom sušom, nego i pojavom dugotrajnijih visokih temperatura u par navrata. Soja gotovo nije reagirala ni na jedan od istraživanih faktora, ni na obradu tla, niti na različitu gnojidbu dušikom, s malim izuzecima, jer su se prinosi zrna potpuno izjednačili. U spomenutim vrlo ekstremnim vremenskim prilikama, soja se na svim varijantama obrade tla, osim na bazi oranja ili tanjuranja, uključujući i No-tillage varijante, ponašala gotovo jednako u reakciji na sušu i visoke temperature, što realno nije bilo za očekivati.



## 8. SUMMARY

Soybean is arable crop which is cultivated more than 4000 years. Soybean is used for human and cattle nutrition, soybean seed is source of edible oils and proteins.

Soybean has been, in 2007., affected with two extreme conditions, not only with centuries long drought, but even appearance lasting high temperatures in couple occasions. Soybean almost did not react on any of investigated factors, not even soil tillage, neither on various nitrogen fertilization, with small exceptions. Because of that grain yields are completely leveled. In mentioned very extreme weather conditions, soybean has been behaving equally in drought and high temperatures, on all variants of soil tillage, except on base off ploughing or disc-harrowing, including No-tilage variants, which has not been really to expect.

## 9. POPIS SLIKA, TABLICA I GRAFOVA

Slika 1.	<i>Glycine max</i> (L.) Merr - <a href="https://www.google.hr/search?q=glycine+max&amp;source=lnms&amp;tbm=isch&amp;sa=X&amp;ei=uEbqU9qZKM">https://www.google.hr/search?q=glycine+max&amp;source=lnms&amp;tbm=isch&amp;sa=X&amp;ei=uEbqU9qZKM</a>	1
Slika 2.	Sjeme soje- <a href="https://www.google.hr/search?q=glycine+max&amp;source=lnms&amp;tbm=isch&amp;sa=X&amp;ei=uEbqU9qZKM">https://www.google.hr/search?q=glycine+max&amp;source=lnms&amp;tbm=isch&amp;sa=X&amp;ei=uEbqU9qZKM</a>	5
Slika 3.	Kvržice (nodule) soje - <a href="https://www.google.hr/search?q=glycine+max&amp;source=lnms&amp;tbm">https://www.google.hr/search</a>	7
Slika 4.	List soje - <a href="https://www.google.hr/search?q=glycine+max&amp;source=lnms&amp;tbm=isch&amp;sa=X&amp;ei=uEbqU9qZKM-">https://www.google.hr/search?q=</a>	8
Slika 5.	Cvijet soje - <a href="https://www.google.hr/search?q=glycine+max&amp;source">https://www.google.hr/search?q=glycine+max&amp;source</a>	9
Slika 6.	Plod (mahuna) soje - <a href="https://www.google.hr/search?q=glycine+max&amp;source=lnms&amp;tbm=isch&amp;sa=X&amp;ei=uEbqU9qZKM">https://www.google.hr/search?q=glycine+max&amp;source=lnms&amp;tbm=isch&amp;sa=X&amp;ei=uEbqU9qZKM</a>	10
Tablica 1.	Površine pod sojom u svijetu, razdoblje od 2008. do 2012. godine	3
Tablica 2.	Prinos zrna soje u svijetu, razdoblje od 2008. do 2012. godine	3
Tablica 3.	Površine i prinosi soje u Hrvatskoj	4
Tablica 4.	Varijanta obrade tla- glavni faktor (A)	16
Tablica 5.	Podaci kemijskih analiza na ispitivanoj površini	18
Tablica 6.	Podjela eksperimentalnih parcelica u pokusu reducirane obrade tla za soju prema split-plot dizajnu u 2006./2007. godini	19
Tablica 7.	Meterološki podaci za postaju u Grabovcu „Brestovac“ u 2006./2007.	20
Graf 1.	Broj biljaka/ m <sup>2</sup> nakon nicanja u 2006./2007. godini po varijantama obrade	23
Graf 2.	Broj biljaka/ m <sup>2</sup> nakon nicanja u 2006./2007. godini po stepenicama gnojidbe dušika	23
Graf 3.	Masa 1000 zrna soje u 2006./2007. godini po varijantama obrade	24
Graf 4.	Masa 1000 zrna soje u 2006./2007. godini po stepenicama gnojidbe dušika	24
Graf 5.	Hektolitarska masa soje u 2006./2007. godini po varijantama obrade	25
Graf 6.	Hektolitarska masa soje u 2006./2007. godini po stepenicama gnojidbe dušika	25
Graf 7.	Prinos zrna soje u 2006./2007. godini po varijantama obrade	26
Graf 8.	Prinos zrna soje u 2006./2007. godini po stepenicama gnojidbe dušikom	27