

# NAVODNJAVANJE SOJE (Glycine max.)

---

Jukić, Ana

Undergraduate thesis / Završni rad

2016

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://um.nsk.hr/um:nbn:hr:151:188097>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-07**



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](#)



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

**POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU**

Ana Jukić, apsolvant

Preddiplomski studij smjera Hortikultura

**NAVODNJAVANJE SOJE (*Glycine max.*)**

**Završni rad**

**Osijek, 2016.**

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

**POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU**

Ana Jukić, apsolvant

Preddiplomski studij smjera Hortikultura

**NAVODNJAVANJE SOJE (*Glycine max.*)**

**Završni rad**

**Osijek, 2016.**

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

**POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU**

Ana Jukić, apsolvant

Preddiplomski studij smjera Hortikultura

**NAVODNJAVANJE SOJE (*Glycine max.*)**

**Završni rad**

Povjerenstvo za ocjenu i obranu završnog rada:

1. prof. dr. sc. Jasna Šoštarić, predsjednik

2. doc. dr. sc. Monika Marković, mentor

3. doc. dr. sc. Miro Stošić, član

**Osijek, 2016.**

## SADRŽAJ

|      |   |    |
|------|---|----|
| 1.   | UVOD  | 1  |
| 2.   | GRAĐA SOJE ( <i>Glycine max.</i> )                              | 2  |
| 2.1. | Sjeme soje  | 2  |
| 2.2. | Korijen soje  | 3  |
| 2.3. | Stabljika soje  | 4  |
| 2.4. | List soje   | 5  |
| 2.5. | Cvijet soje   | 6  |
| 2.6. | Mahuna soje   | 6  |
| 3.   | AGROEKOLOŠKI UVJETI ZA PROIZVODNJU SOJE ( <i>Glycine max.</i> ) | 8  |
| 3.1. | Tlo   | 8  |
| 3.2. | Klima   | 8  |
| 3.3. | Svjetlost   | 9  |
| 3.4. | Voda  | 9  |
| 3.5. | Temperatura   | 9  |
| 3.6. | Utjecaj vremenskih uvjeta na proizvodnju soje                   | 10 |
| 4.   | AGROTEHNIKA SOJE ( <i>Glycine max.</i> )                        | 12 |
| 4.1. | Plodored  | 12 |
| 4.2. | Obrada tla  | 12 |
| 4.3. | Sjetva soje   | 13 |
| 4.4. | Gnojidba  | 13 |
| 5.   | NAVODNJAVANJE SOJE( <i>Glycine max.</i> )                       | 14 |
| 5.1. | Potrebe sojine biljke prema vodi                                | 14 |
| 5.2. | Utjecaj navodnjavanja na soju                                   | 16 |
| 5.3. | Sustavi za navodnjavanje soje                                   | 18 |
| 5.4. | Navodnjavanje soje u Republici Hrvatskoj                        | 20 |
| 6.   | ZAKLJUČAK   | 23 |
| 7.   | POPIS LITERATURE  | 24 |
| 8.   | SAŽETAK   | 25 |
| 9.   | SUMMARY   | 26 |
| 10.  | POPIS TABLICA   | 27 |
| 11.  | POPIS SLIKA   | 28 |
|      | TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA                                |    |

## 1. UVOD

Soja (lat. *Glycine max* (L.) Merr.) pripada u porodicu Fabaceae koja pripada u ratarske kulture. Njezin uzgoj je započeo prije više od 4000 godina. Soja potječe iz Kine, a odatle se širila u azijske zemlje i na druge kontinente (Gagro, 1997.). Iako je soja poznata od davnina njena proizvodnja u Europi počinje tek u 19. st. Sve zemlje svijeta koje imaju uvjete za proizvodnju soje nastoje unaprijediti i proširiti njenu proizvodnju. Soja je danas važna ekonomska i politička kultura (Vratarić i Sudarić, 2008.).

Zbog sastava zrna ona je jedna od najznačajnijih bjelančevinastih i uljnih kultura u svijetu. Zrno soje sadrži 35-50% bjelančevina te 18-24 % ulja, ovisno o sorti i uvjetima uzgoja (Vratarić i Sudarić, 2000.).

Obim svjetske proizvodnje soje je u porastu zbog povećanih površina na kojima se ona uzgaja. Najveći svjetski proizvođači soje sa proizvodnjom od 115,69 mil. tona i udjelom od 48,4% svjetske proizvodnje su zemlje Južne Amerike Brazil i Argentina. Slijede SAD sa 84,9 mil. tona i udjelom 35% ukupne svjetske proizvodnje, dok je udjel EU u razdoblju od 2001.-2011. god. iznosio 0,47%. Požnjevena površina pod sojom u EU kretala se, ovisno o godini između 236.000 i 487.000 ha, a u prosjeku 378.910 ha. Prinosi su varirali od 2,11- 3,05 t/ha, a u prosjeku je ostvareno 2,98 t/ha. U razdoblju od 2000. do 2015. godine u Republici Hrvatskoj soja je u prosjeku bila zastupljena na 53654 ha s ostvarenim prosječnim urodom od 2,47 t/ha ovisno o vremenskim uvjetima.

Najveći dio soje u svijetu se koristi za hranidbu stoke. Od zrna soje proizvode se sačme i pogače, koje nastaju ekstrakcijom ulja. Također se može koristiti kao zelena masa, sijeno ili silaža. Sojino sijeno sadrži 17-19% bjelančevina te je vrijednije od sijena lucerne. U prehrani ljudi soja je veoma važna u proizvodnji ulja. Ulje soje se koristi pri proizvodnji boja, lakova, lijekova u farmaceutskoj industriji. Priprema se i kao varivo, dok se od njenog brašna pripremaju različita jela(kolači, kruh, biskvit). U industrijskoj proizvodnji se koristi za proizvodnju guma, vodootpornog ljepila, šperploča, eksploziva, furnira i dr. Cilj ovog završnog rada je prikazati agroekološke uvjete kao i agrotehniku proizvodnje soje s posebnim naglaskom na navodnjavanje.

## 2. GRADA SOJE (*Glycine max.*)

### 2.1. Sjeme soje

Sjeme soje je različitog oblika, veličine i boje što ovisi o sorti i načinu uzgoja. Masa tisuću zrna se kreće od 20 do 500 grama. Sjeme može biti okruglog, ovalnog, jajastog oblika te na krajevima blago spljošteno, dok mu veličina i krupnoća ovisi o sorti i agroekološkim činiteljima. Sjeme je sastavljeno od embrija koji je obavijen sjemenskom opnom. Embrio se sastoji od dva kotiledona, plumule s dva primarna listića koji zatvaraju primordij prvog lista, epikotila, hipokotila i korjenčića.

Sjemenska opna sastavljena je od: epiderme, hipoderme i unutarnjeg parenhima, a na nju otpada 7-8% ukupne mase sjemena. Sjemenska opna je gruba i čvrsta. Boja sjemenske opne sortno je svojstvo, a može biti žuta, zelena, smeđa i crna, ili kombinacija ovih boja. Za preradu je najpoželjnija svijetložutaboja. Sjeme soje nakon berbe prikazano je slikom 1.



Slika 1. Sjeme soje (*Glycine max.*)

(Fotografija: Jukić A.)

## 2.2. Korijen soje

Korijen soje vretenastog je oblika. Dobro je razgranat i sastoji se od glavnog korijena na kome se razvija mnoštvo postranih korjenčića, koji su rasprostranjeni na različitim dubinama u tlu. Korijen ima veliku apsorpcijsku sposobnost. Njegova dubina može biti do 180 cm, ali se glavnina korijena nalazi na dubini od 30 cm. Dubina prodiranja korijena ovisi o sorti i vrsti zemljišta. Razvoj korijena ovisi o raspoloživoj vodi i hranivima u tlu, sastavu zemljišta te o asimiliranoj energiji. Veličina i rasprostranjenost korijena i broj kvržica (slika 2.) na njemu značajno utječu na konačan urod zrna sojine biljke. U početku razvoja biljke korijen raste najbrže, a za vrijeme nalijevanja zrna njegov se razvoj uspori, te mu je rast u vrijeme fiziološke zriobe zrna završen.



Slika 2. Korijen soje (*Glycine max.*)

(Fotografija: Jukić A.)



### 2.3. Stabljika soje

Soja ima uspravnu i razgranatu stabljiku (slika 3.), koja je na poprečnom presjeku okrugla. Visina stabljike kreće se od 20 do 200 cm, i sastavljena je od većeg broja članaka (najčešće 12-15 cm).



Slika 3. Stabljika (*Glycine max.*)

(Fotografija: Marković M.)

Kod soje razlikujemo dva habitusa rasta, indeterminirani (nedovršeni) i determinirani (dovršeni). Kod indeterminiranog tipa rasta cvatnja počinje na petom-šestom nodiju. Biljka dalje postepeno raste i cvjeta. Rast prestaje tek pred tehnološku zriobu. Stabljika je visoka s velikim brojem nodija čija je rodnost prema vrhu stabljike slabija, a smanjuje se i otpornost na polijeganje.

Sorte determiniranog tipa rasta najprije narastu više od 80 % potrebne visine. Zatim procvjetaju na svim nodijima, tako da poslije početka cvatnje za nekoliko dana prestaje svaki rast biljke. Stabljike su nešto niže i s većom mogućnošću grananja. Zameću više prvu mahunu i otpornije su na polijeganje. Na stabljici dolazi do formiranja listova. Prvi par pravih listova položen je nasuprotno na stabljici, dok se troliske formiraju naizmjenično na stabljici, na nodijima. U prosjeku na stabljici imamo 10-18 nodija, a njihov broj ovisi o sortimentu i ekološkim činiteljima.

#### 2.4. List soje

Postoje četiri tipa sojinih listova, i to: kotiledoni, jednostavni primarni listovi, troliske i trokutasti listovi-zalisci. Jednostavni ili primarni listovi formirani su još u sjemenci i dobro su razvijeni kad klijanac izbija na površinu. Primarni listovi su jednostavni listovi sa peteljkom dužine 1-2 cm i položeni su nasuprotno na stabljici. Svi ostali listovi na stabljici su troliske i poredane su naizmjenično (slika 4.).



Slika 4. List soje (*Glycine max.*)

(Fotografija: Marković M.)

Troliske većine komercijalnih sorata variraju po veličini, i to od 4 do 20 cm po duljini i 3 do 10 cm po širini. Listovi mogu imati i različite oblike pa razlikujemo: okrugle, ovalne, jajaste i kopljaste listove. Zalisci su jednostavni, vrlo mali par listova, u bazi svake grane i najnižeg dijela peteljke svakog cvijeta. Boja listova varira od blijedozelene do tamnozeleno, a površina im je pokrivena dlačicama (slika 4.). U zriobi listovi postaju žuti i otpadaju.

## **2.5. Cvijet soje**

Cvjetovi soje su sastavljeni od čaške, vjenčića, prašnika i tučka i skupljeni su u cvat, te se nalaze u pazušcima listova. Čaška je cjevasta i završava s pet nejednakih lapova, od kojih je najviši prednji. Ostaje neoštećena do stvaranja mahune. Vjenčić ili corolla sastoji se od odvojenih latia. Najveća je stražnja latica. Sa strane su dvije latice kao dva krilca, te dvije prednje latice kao lađice. Andrecej se sastoji od 10 prašnika i to 9 sraslih i jednog odvojenog. Prašnici se nalaze u vidu prstena oko tučka, tako da se polen istrese direktno na stigmum. Soja je samooplodna biljka, s malim postotkom stranooplodnje (0,5 do 1%), cvjetovi se oprašuju uglavnom prije otvaranja, a do otvaranja cvjetova dolazi u jutarnjim satima. Boja cvjetova može biti bijela, ljubičasta ili kombinacija ljubičasto-bijele boje. Ljubičasti cvjetovi su dominantni nad bijelima.

## **2.6. Mahuna soje**

Mahuna soje može biti srpastog, okruglog ili spljoštenog oblika (slika 5.). Oblik mahune ovisi o broju i obliku sjemenki unutar nje. Mahuna može imati 1-5 sjemenki, ali ih u prosjeku sadrži 2-3. Veličina mahune varira ovisno o sorti i vanjskim čimbenicima. Duljina mahuna je između 2-7 cm, a širina između 1-1,5 cm. Boja mahuna varira od vrlo svijetle slamnatožute do gotovo crne. Tri su glavne boje: svijetla slamnatožuta, siva i crna. Kombinacija ovih boja sa smeđim i sivim dlačicama daje mahune koje se čine zasjenjene ili smeđe, ali osnovna boja je nepromijenjena. Prve mahune se formiraju oko 14 dana poslije pojave prvih cvjetova i poželjno je da se formiraju više na stabljici, jer su na taj način smanjeni gubitci prilikom žetve. U normalnim uvjetima razvoj mahuna

traje oko tri tjedna. Maksimalan broj zrna po stabljici i mahuni je svojstvo uvjetovano uglavnom genetski, a stvarni broj i njegova veličina zavise od uvjeta u formiranje sjemena.



Slika 5. Mahuna soje (*Glycine max.*)

(Izvor: [www: soya-food.net](http://www:soya-food.net))

### **3. AGROEKOLOŠKI UVIJETI ZA PROIZVODNJU SOJE (*Glycine max.*)**

Vanjski činitelji koji utječu na visinu uroda soje su tlo, pristupačna hraniva, vlaga, ugljični dioksid i temperatura. Urod soje je određen i genetskim potencijalom, ali njegova realizacija ovisi o okolišnim uvjetima, odnosno oni ne djeluju pojedinačno nego su povezani.

#### **3.1. Tlo**

Soja se uglavnom uzgaja na dubokim plodnim tlima, bogatim humusom i sa pH 7, koje ima dobre vodozračne osobine. Može dati dobre rezultate i na siromašnijim tlima ukoliko ima dovoljno vode. Kako bi se korijen soje pravilno razvijao, a i kvržične bakterije, potrebno je da tlo ne bude ni kiselo ni slano, te da su vodozračni odnosi dobri i da su hraniva u tlu u pristupačnom obliku. Za proizvodnju soje u obzir dolaze svi tipovi tla, osim jako pjeskovitih, jako kiselih i slanih, te plitkih tala. Ukoliko je došlo do opadanja plodnosti tla tada moramo više pažnje posvetiti gnojidbi kako bi smo dobili zadovoljavajuće urode. Na tlima na kojima uzgajamo soju nije važna samo plodnost, nego i uređenost tla, jer na uređenim tlima osiguravamo stabilne i sigurne urode. Osim drenaže na tlima s niskim pH vršimo kalcizaciju.

#### **3.2. Klima**

Područje rasprostranjenja soje vrlo je 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. Soja se uzgaja uspješno i na 2000 m nadmorske visine u tropskom pojasu.

### **3.3. Svjetlost**

Soja je biljka kratkog dana. Značajan utjecaj na rast i razvoj soje ima duljina dnevnog osvjetljenja i spektralni sastav svjetla. Prijelaz iz vegetativne u generativnu fazu razvoja soje ovisi o količini dnevnog osvjetljenja koje biljka prima svaki dan, a obično traži 10 sati mraka dnevno. Jer je soja klasificirana kao biljka kratkog dana, samo kratki dani mogu inicirati cvatnju. Cvjetanje počinje 30 dana nakon nicanja, ako je dužina dana kratka. Svjetlo ima utjecaj na morfološke osobine soje tako što uzrokuje promjene u vremenu cvjetanja i zriobe, a to uzrokuje razlike u visini biljaka, visini do prve mahune, površini lista, polijeganju i drugim osobinama. Svjetlo ima i veliki utjecaj na fotosintetski mehanizam, a preko njega ima utjecaj na fiksaciju dušika, ukupnu proizvodnju suhe tvari i urod zrna.

### **3.4. Voda**

Voda ima veliki utjecaj na razvoj soje i predstavlja jedan od limitirajućih čimbenika. Za vrijeme klijanja višak vode može biti štetan jednako koliko i suša. Suša ima nepovoljan utjecaj na razvoj kvržičnih bakterija. Potrebe biljke za vodom rastu kako raste i biljka. Kako bi sjeme klijalo potrebno je da upije vode više od 50% svoje mase. Suša u razdoblju nalijevanja zrna uzrokuje maksimalno sniženje uroda. Urodi zrna su u pozitivnoj korelaciji s oborinama, relativnom vlagom zraka i vlagom tla. Soja je na nedostatke vode najosjetljivija u fazi cvjetanja i nalijevanja zrna. Ukoliko u tim fazama dođe do suše urodi osjetljivih sorata mogu biti smanjeni 40-60 % .

Smatra se da soja neekonomično postupa s vodom. Transpiracijski koeficijent za soju iznosi od 600 do 700, a ovisi vlazi zraka i tla, temperaturi zraka, intenzitetu svjetla, mineralnoj ishrani te o agrotehnici.

### **3.5. Temperatura**

Soja za određene faze razvoja traži i određene temperature. Tako su minimalne temperature za klijanje 6-7 °C, a optimalne 15-25 °C. Mrazevi do -5 °C ne nanose štete

u fazi klijanja. Niske temperature u stadiju cvatnje i sazrijevanja odgađaju zriobu, a ispod 14 °C prestaje svaki rast. Cvjetovi se smrzavaju na temperaturi do -1°C. Temperature imaju važan utjecaj i na rast korjenovog sustava i apsorpciju pojedinih hraniva, te na razvoj lisne mase.

### 3.6. Utjecaj vremenskih uvjeta na proizvodnju soje

Biljna proizvodnja na otvorenom, a samim time i ratarska proizvodnja u najvećem dijelu ovisi o klimatskim uvjetima među kojima su najznačajniji količina i raspored padalina koji su presudni čimbenik za formiranje i ostvarivanje prinosa. U tablici 2. prikazana je količina i raspored padalina u prethodnih 11 godina na području Slavonije. Kako bi se mogli izvući zaključci o pojedinim proizvodnim godinama također će tablično biti prikazane zasijane površine i urodi u zadnjih 10 godina (tablica 1.).

Tablica 1. Zasijane površine i urodi soje u Republici Hrvatskoj u razdoblju 2005.-2015.

| <b>Godina</b>         | <b>Zasijana površina, ha</b> | <b>Urod t/ha</b>   | <b>Odstupanje uroda od prosjeka (%)</b> |
|-----------------------|------------------------------|--------------------|---|
| <b>2005.</b>          | 48 211                       | 2,5                | 1.2                                     |
| <b>2006.</b>          | 62 810                       | 2,8                | 13.4                                    |
| <b>2007.</b>          | 46 506                       | 1,9                | -23.1                                   |
| <b>2008.</b>          | 35 789                       | 3,0                | 21.5                                    |
| <b>2009.</b>          | 44 292                       | 2,6                | 5.3                                     |
| <b>2010.</b>          | 56 456                       | 2,7                | 9.3                                     |
| <b>2011.</b>          | 58 896                       | 2,5                | 1.2                                     |
| <b>2012.</b>          | 54 109                       | 1,8                | -27.1                                   |
| <b>2013.</b>          | 47 156                       | 2,4                | -2.8                                    |
| <b>2014.</b>          | 47 104                       | 2,8                | 13.4                                    |
| <b>2015.</b>          | 88 867                       | 2,2                | -10.9                                   |
| <b><i>Prosjek</i></b> | <b><i>53 654</i></b>         | <b><i>2,47</i></b> |   |

(Izvor: DZS)

Tablica 2. Padaline u Slavoniji za razdoblje 2005. - 2015.

| <b>Mj.</b> | <b>2005</b> | <b>2006</b> | <b>2007</b> | <b>2008</b> | <b>2009</b> | <b>2010</b> | <b>2011</b> | <b>2012</b> | <b>2013</b> | <b>2014</b> | <b>2015</b> | <b>Prosj.</b> |
|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|
| <b>1.</b>  | 32,0        | 28,0        | 57,0        | 32,5        | 59,9        | 74,9        | 36,8        | 32,4        | 70,0        | 29,0        | 69,0        | 47,4          |
| <b>2.</b>  | 75,0        | 34,0        | 52,0        | 5,3         | 44,7        | 67,8        | 30,1        | 50,7        | 57,9        | 35,0        | 70,3        | 47,5          |
| <b>3.</b>  | 47,0        | 70,0        | 87,0        | 61,4        | 45,2        | 50,3        | 25,3        | 2,8         | 84,3        | 34,0        | 45,9        | 50,2          |
| <b>4</b>   | 49,0        | 91,0        | 2,0         | 41,6        | 19,0        | 51,3        | 14,7        | 89,9        | 40,6        | 85,6        | 24,3        | 46,2          |
| <b>5.</b>  | 44,0        | 39,0        | 128         | 47,1        | 24,6        | 98,8        | 47,8        | 75,9        | 118         | 165         | 98,7        | 80,6          |
| <b>6.</b>  | 71,0        | 90,0        | 55,0        | 111         | 65,8        | 215         | 37,3        | 39,3        | 50,6        | 34,7        | 25,8        | 73,4          |
| <b>7.</b>  | 134         | 18,0        | 33,0        | 62,7        | 35,7        | 71,1        | 84,1        | 16,0        | 45,3        | 87,0        | 9,5         | 54,2          |
| <b>8.</b>  | 158         | 126         | 41,0        | 24,7        | 36,6        | 79,8        | 3,8         | 2,9         | 36,8        | 81,7        | 45,2        | 57,8          |
| <b>9.</b>  | 48,0        | 11,0        | 84,0        | 76,4        | 1,9         | 84,0        | 16,2        | 21,4        | 83,2        | 95,2        | 103         | 56,7          |
| <b>10.</b> | 6,0         | 17,0        | 115         | 41,8        | 61,0        | 58,9        | 28,6        | 61,9        | 62,5        | 6,1         | 89,9        | 49,8          |
| <b>11.</b> | 19,0        | 24,0        | 98,0        | 54,5        | 57,1        | 66,1        | 4,5         | 45,4        | 56,8        | 7,9         | 57,0        | 44,5          |
| <b>12.</b> | 11,0        | 30,0        | 51,0        | 33,9        | 111         | 72,0        | 63,4        | 91,3        | 36,0        | 75,5        | 1,8         | 52,4          |
| <b>Σ</b>   | <b>694</b>  | <b>578</b>  | <b>803</b>  | <b>594</b>  | <b>573</b>  | <b>991</b>  | <b>392</b>  | <b>530</b>  | <b>742</b>  | <b>737</b>  | <b>640</b>  | <b>661,3</b>  |

(Izvor: [www.klima.hr](http://www.klima.hr))

U godinama kada su u lipnju i srpnju bile oskudnije padaline vidljiv je manji urod zrna soje. To je razdoblje kada su vegetaciji najpotrebnije padaline, a ako se tome pridodaju i izrazito visoke temperature koje prevladavaju na području istočne Hrvatske u tom razdoblju kultura doživljava stres koji znatno smanjuje prinos. Nasuprot tome vidljivo je da je u godinama kada su bile padaline za ljetnih mjeseci urod znatno veći što potvrđuje primjer iz 2008. kada je urod bio 3,0 t/ha. Kako je vidljivo iz tablice 1. urod zrna soje u sušnim godinama niži je za 23,1% (2007.), 27,1 (2012.) i 10,9% (2009.).



#### **4. AGROTEHNIKA SOJE (*Glycine max.*)**

Osim agroekoloških uvjeta na visinu prinosa soje utječe i agrotehnika. Glavne agrotehničke mjere su: plodored, obrada tla, sjetva, njega i žetva.

##### **4.1. Plodored**

Plodored ima veoma važno mjesto u ratarskoj proizvodnji, iako dolazi do njegovog zanemarivanja uslijed primjene mineralnih gnojiva, suvremene mehanizacije i kemijskog suzbijanja korova. Ipak širenjem i intenziviranjem proizvodnje soje plodored postaje sve važniji. U Istočnoj Hrvatskoj plodored uljnih kultura je uzak i dolazi do stalnog smjenjivanja suncokreta, soje i uljane repice, iako ove kulture imaju zajedničke bolesti. Unutar plodoreda su slabo zastupljene višegodišnje leguminoze, te naknadni usjevi koji popravljaju strukturu tla. Također je smanjena uporaba stajnjaka, te se smanjuje količina humusa u tlu. Važnost plodoreda je u tome što je na taj način moguće uvelike smanjiti pojavu gljivičnih oboljenja i njihov intenzitet zaraze. Plodored omogućuje i bolje iskorištenje hraniva, jer različite kulture različito iznose hraniva iz tla.

Soja je jedan od najboljih predusjeva za mnoge ratarske kulture. Ona putem kvržičnih bakterija veže dušik iz zraka i obogaćuje tlo organskom tvari. Korijenski sustav soje prodire duboko u tlo, te poboljšava fizikalna svojstva tla i na taj je način poboljšano čuvanje vlage u tlu.

##### **4.2. Obrada tla**

Kako bi smo biljci soje osigurali normalne uvjete za rast i razvoj prvo obavljamo oranje. Osnovnom obradom stvaramo povoljnu strukturu tla, potičemo biološku aktivnost i hraniva činimo pristupačnim. Obrađeno tlo bolje prima vodu od neobrađenog, te na taj način osiguravamo zalihe vode koje nam mogu biti veoma važne u sušnim razdobljima. Osim toga obradom tla popravljamo prozračnost tla i poboljšavamo biokemijske procese u tlu. Obradom tla i na mehanički način uništavamo i korove, te unosimo ostatke predusjeva u tlo gdje se razgrađuju aktivnošću mikroorganizama. Obradu tla za soju dijelimo na osnovnu (temeljnu), dopunsku (predsjetvenu), i obradu tla nakon nicanja usjeva.

### 4.3. Sjetva soje

Za postizanje visokih prinosa soje potrebno je izabrati kvalitetno sjeme sorte koja priznata i adaptirana na tome području. Sjeme treba biti kontrolirane proizvodnje praćeno certifikatom o kvaliteti. Kvaliteta sjemena je jedno od jamstava sigurnog uroda zrna i zato treba isključivo sijati sjeme prve kvalitete klijavosti. Sjetva soje je najsigurnija kada se površinski sloj tla zagrije na 8-10°, a optimalni rokovi u područjima Slavonije su od konca travnja do početka svibnja. Uvjet za sjetvu su dovoljne temperature tla i potrebna vlaga u tlu kako bi se mogla zadovoljiti brzina nicanja. Soja se može sijati na uske i široke redove, trake, kućice, a i širom kako postrni usjev. U Slavoniji se sije u redove na razmak od 45 - 50 cm. Način sjetve i veličina vegetacijskog prostora znatno utječu na urod soje. Sjeme treba unijeti i položiti u tlo na željenu dubinu koja će mu osigurati najpovoljnije uvjete za klijanje i nicanje. Dubina sjetve mora biti optimalna, tako da rezerva hrane u sjemenu bude dovoljna dok biljka nikne, pozeleni i započne proizvoditi hranu fotosintezom. Na koju ćemo dubinu obaviti sjetvu ovisi od: osobina sjemena i sorte; svojstvima, obrađenosti i vlažnosti tla, klimatskim uvjetima i vremenu sjetve. Optimalna dubina sjetve je 4 do 6 cm.

### 4.4. Gnojidba

Soja nema velikih zahtjeva prema gnojidbi dušikom ukoliko su razvijene kvržične bakterije na korijenu soje, a koje fiksiraju dušik iz zraka i mogu sintetizirati tri četvrtine potrebnog dušika za biljku. Potrebe soje za hranjivima kreću se ovisno o plodnosti tla i mogućnosti fiksacije dušika: 50 – 110 kg/ha dušika (N) 90 – 130 kg/ha fosfora (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 100 – 140 kg/ha kalija (K<sub>2</sub>O). Na plodnim tlima i gdje postoji mogućnost fiksacije dušika kvržičnim bakterijama, u osnovnoj gnojidbi dodaje se samo 30 – 60 kg/ha dušika. U osnovnoj gnojidbi primijenjuju se NPK gnojiva s niskim sadržajem dušika i visokim sadržajem fosfora i kalija kao što su NPK 7-20-30 ili NPK (MgO) 8-16-24 (2). Na slabije plodnim tlima kisele reakcije gdje nema mogućnosti razvoja kvržičnih bakterija i fiksacije dušika iz zraka, potrebno je primijeniti veće količine dušičnih gnojiva. Stoga se u proljeće, prije sjetve, zatanjura UREA ili UAN koji se unosi u tlo zajedno s herbicidima protiv korova u soji (Petrokemija).

## **5. NAVODNJAVANJE SOJE (*Glycine max.*)**

Navodnjavanje je hidrotehnička mjera uz pomoć koje dolazi do poboljšavanja fizičkih svojstava tla dodavanjem vode sa ciljem postizanja najoptimalnije razine vlage za vrijeme vegetacije i ciljem postizanja optimalnog uroda. Tri su tipa navodnjavanja: površinsko, podzemno i kišenjem.

Što se tiče sojine biljke, dobro je poznata njezina ovisnost o vodi jer ima velik utjecaj na rast i razvoj biljke. Voda je jedan od limitirajućih činitelja u proizvodnji ove kulture. Samim time, kako je soja u direktnoj ovisnosti o količini i rasporedu padalina tijekom cijele godine navodnjavanje je stoga jako važna mjera pri njezi soje. Najosjetljivije i najpotrebnije faze soje za vodom su faze cvatnje, oplodnje i nalijevanja zrna. U vrijeme faze cvjetanja i oplodnje niska relativna vlažnost zraka može izazvati slabu oplodnju i pad prinosa zrna. Nedostatak vode dovodi do niza vidljivih promjena na biljkama, npr. visina stabljike. U uvjetima suše biljke ostaju niske, a ako se trajanje sušnog razdoblja produži dolazi do formiranja manjeg broja mahuna, manjeg broja zrna u mahuni, a sjeme ostaje sitno. Visoke temperature i smanjena vlažnost zraka utiču na skraćenje vremena vegetacije pa se skraćuje i faza nalijevanja zrna.

Kako bi se izbjegli ovi negativni učinci potrebno je navodnjavati soju ako postoji mogućnost za to. Najpoželjnije je navodnjavanje soje u fazi cvatnje i oplodnje kako bi došlo do povećanja relativne vlage zraka mada se to rjeđe primjenjuje u praksi. Najpoželjnije je vršiti navodnjavanje u razdoblju od sredine lipnja do sredine kolovoza jer tada soja prolazi najkritičnije faze razdoblja nalijevanja zrna. Prema ispitivanjima više autora potrebne količine padalina u tom razdoblju su 150-170 mm, mada u literaturama postoji podatak da je u kritičnim mjesecima (srpanj-kolovoz) dovoljno i 100 mm. Kasnije, kada je zrno naliveno i započne zrioba, potrebe biljke za vodom se smanjuju, navodnjavanje je nepotrebno, a suvišak vode može naštetiti usjevu.

### **5.1. Potrebe sojine biljke prema vodi**

Kako je već ranije navedeno voda je važan biološki čimbenik u uzgoju soje. Zahtjevi biljke za vodom su veliki, a posebno pri proizvodnji suhe tvari tijekom vegetacije. Bošnjak (1987.)

navodi da na temelju desetogodišnjeg istraživanja na području Vojvodine soja treba 1100-2000 litara vode za proizvodnju jednog kilograma zrna ovisno o grupi zriobe sorti i klimatskim uvjetima. Uzme li se u obzir da je soja ljetna kultura, lako je doći do zaključka da se često nalazi u uvjetima deficita vode što naravno varira o područjima uzgoja, tipu tla, godinama uzgoja te primijenjenim agrotehničkim mjerama.

Koeficijent transpiracije kod soje je procijenjen na oko 750 litara i više. Biljka u razdoblju vegetacije u pojedinim fazama rasta i razvoja troši različito vodu. Potrošnja vode ovisi o energetskim evapotranspiracijskim uvjetima vanjske sredine. Prema autorima Van Doren i Reicosky (1987.), Reicosky i Heatherly (1990.) kada je u pitanju dinamika potrošnje vode kod sojine biljke po fazama rasta utvrđeno je da soja troši malo vode na evapotranspiraciju u razdoblju od nicanja i prvim fazama rasta, nakon čega se potrošnja povećava rastom biljke. Maksimalna potrošnja započinje početkom reproduktivne faze, a to je intenzivan rast: cvatnja, oplodnja i formiranje zrna. Poslije ovih faza nakon što se završi nalijevanje zrna i biljka krene prema zriobi evapotranspiracija se smanjuje. Prema mnogim drugim istraživanjima isto je potvrđeno od svih autora koji se bave proučavanjem soje. Prema istraživačima soja je posebno osjetljiva na nedostatak vode u fazama cvatnje, oplodnje, stvaranja mahuna, a najviše u fazi nalijevanja zrna što se na kraju značajno reflektira na konačne urode zrna. Urodi zrna mogu biti značajno smanjeni ukoliko se pojavi stres uslijed pomanjkanja vode. Tako prema Bošnjakovim (1999.) osamnaestogodišnjim istraživanjem provedenim u Srbiji na području Vojvodine vezanim za potrošnju vode na evapotranspiraciju, najveći urodi su postignuti u uvjetima natapanja sa utroškom vode od 390-550 mm ovisno o varijanti natapanja, meteorološkim uvjetima godine, sorti i njenoj dužini vegetacije. Hansen i Wright (1999.) navodi da se dnevna potrošnja vode može rangirati u fazi između prvog cvjeta i najgornje razvijene mahune od 0,10 do 0,25 što ovisi o temperaturi zraka, vlažnosti i naoblake. Uz to navodi da je i potrošnja vode veća u gušćoj sjetvi soje, te kako vlagu zraka treba zadržati višu u reproduktivnoj nego u vegetativnoj fazi 30-40% PVK jer ukoliko dođe do stresa zbog manjka vode može doći do značajnog gubitka uroda. Također, ukoliko u ovom razdoblju ima dosta vlage postoji mogućnost jačeg razvoja patogena *Sclerotinia sclerotorum* te se o ovom treba voditi računa prilikom navodnjavanja. Stoga, prema Wrightu (1999.) bi učestalost navodnjavanja trebala biti u razmacima tri do pet dana s primjenom najviše 3/4 do 1 inča vode po obroku. Prema starijim podacima raznih istraživača smatra se da je za zadovoljavajući urod soje potrebno 350-370 mm vode kako bi se zadovoljile ukupne potrebe za vodom na što utječu uvjeti u kojima se soja uzgaja. Vratarić

(1986.) navodi da su količina oborina, relativna vlaga zraka, i vlaga tla u uskoj povezanosti tijekom vegetacije soje i značajne su u pojedinim fazama rasta, razvoja te postizanja konačnih uroda zrna. Silvius i sur. (1977.) navode kako suša značajno smanjuje intenzitet fotosinteze i mijenja distribuciju asimilata sojinih biljaka u vegetativnom rastu i u vrijeme cvatnje i nalijevanja zrna.

## 5.2. Utjecaj navodnjavanja na soju

Maksimović i sur. (2004.) napravili su dvogodišnje istraživanje utjecaja navodnjavanja na prinos, kvalitetu i evapotranspiracije sjemenske soje u razdoblju 2002.-2003. godine u Rimskim Sančevima gdje su bile zastupljene 3 sorte soje s različitim vremenom dozrijevanja. Pokus je bio postavljen po metodi split blok sustavu. Koristili su navodnjavanje kišenjem. Radili su pokus sa 3 varijante navodnjavanja sa vlažnosti tla prije navodnjavanja od 60, 70 i 80% PVK kao i s kontrolnom varijantom bez navodnjavanja.

Tablica 3. Količina oborina na području Rimskih Sančeva u razdoblju od 2001. do 2003. te višegodišnji prosjek (1964. – 2000.)

| God.             | X  | XI | XII | I  | II | III | IV | V  | VI | VII | VIII | IX | Suma | Veg. Period |
|------------------|----|----|-----|----|----|-----|----|----|----|-----|------|----|------|-------------|
| <b>2001/02</b>   | 14 | 70 | 26  | 8  | 26 | 87  | 27 | 33 | 55 | 46  | 55   | 46 | 431  | 274         |
| <b>2002/03</b>   | 90 | 24 | 33  | 48 | 8  | 23  | 31 | 60 | 30 | 84  | 30   | 84 | 462  | 236         |
| <b>1964-2000</b> | 43 | 50 | 48  | 38 | 47 | 59  | 84 | 70 | 59 | 41  | 59   | 41 | 608  | 360         |

(Izvor: [www.vodoprivreda.net](http://www.vodoprivreda.net))

Vrijeme navodnjavanja je bilo određeno praćenjem vlažnosti tla. Sve agrotehničke mjere su bile izvršene u optimalnom roku. Potrošnja vode na evapotranspiraciju soje za vrijeme vegetacije na navodnjavanim varijantama i kontroliranoj nenavodnjavanoj površini bio je određen balansiranjem potrošnje vode iz rezervi u tlu, padalina tokom vegetacije i obrokom navodnjavanja. Obje godine testiranja bile su izrazito sušne i nepovoljne za proizvodnju soje. Temperature su bile ekstremno visoke, a padaline tijekom cijele godine niske. U vegetacijskom razdoblju 2002. palo je 274 mm kiše, a kada je u pitanju 2003. palo je 236 mm. Suša je bila prisutna od početka do kraja vegetacijskog razdoblja.

Tablica 4. Srednje temperature zraka u vegetacijskom razdoblju soje (°C)

| <b>Godina</b>    | <b>IV</b> | <b>V</b> | <b>VI</b> | <b>VII</b> | <b>VIII</b> | <b>IX</b> | <b>Prosjek</b> |
|------------------|-----------|----------|-----------|------------|-------------|-----------|----------------|
| <b>2002.</b>     | 11,7      | 19,1     | 21,8      | 23,6       | 22,2        | 17,0      | 19,2           |
| <b>2003.</b>     | 10,9      | 20,6     | 24,0      | 22,6       | 24,6        | 17,2      | 20,0           |
| <b>1964-2000</b> | 11,3      | 16,7     | 19,7      | 21,3       | 20,8        | 16,8      | 17,8           |

(Izvor: www.vodoprivreda.net)

Utrošak vode na navodnjavanim površinama bio je 468-541mm, a na nenavodnjavanoj površini 390-448mm i bio je u korelaciji sa vodom koja se akumulirala u tlu prije vegetacije. Kod navodnjavane soje ostvaren je znatno veći prinos u odnosu na soju koja je uzgajana u kontroliranoj varijanti bez navodnjavanja. Prosječno povećanje prinosa bilo je 1,4-1,8 t/ha, odnosno 46,6-59,4%. Obzirom da je istraživanje provedeno i na različitoj vlažnosti tla prije navodnjavanja nije uočena značajna razlika u visini prinosa. Na kontroliranoj nenavodnjavanoj parceli prosječni urod je iznosio 3,02 t/ha dok je na navodnjavanim parcelama prosječan urod bio 4,65 t/ha.

Tablica 5. Prinos soje u navedenom pokusu u uvjetima sa i bez navodnjavanja

| <b>Varijanta</b>         | <b>Godina</b> |       | <b>Prosjek</b> |
|--------------------------|---------------|-------|----------------|
|                          | 2002          | 2003  |                |
| <b>navodnjavanja</b>     |               |       | <b>(t/ha)</b>  |
| <b>80% PVK</b>           | 4,890         | 4,755 | 4,823          |
| <b>70% PVK</b>           | 4,741         | 4,667 | 4,709          |
| <b>60% PVK</b>           | 4,334         | 4,537 | 4,436          |
| <b>bez navodnjavanja</b> | 2,755         | 3,295 | 3,025          |

(Izvor: www.vodoprivreda.net)

Marković i sur. (2016.) proveli su poljske pokuse na području Osijeka tijekom dvije godine. Cilj provedenih pokusa bio je utvrditi utjecaj navodnjavanja, gnojidbe dušikom i kultivara soje na urod i neke komponente uroda.

Varijante navodnjavanja bile su kontrola (A1); održavanje sadržaja vode u tlu od 60% do 100% poljskog vodnog kapaciteta (PVK, A2) i održavanje sadržaja vode u tlu od 80% do 100% PVK (A3). Količina N bio je podfaktor: 0 kg N ha<sup>-1</sup> (B1); 100 (B2) i 200 kg N ha<sup>-1</sup> (B3). Sorte Una (C1) i Anica (C2) bile su pod-podfaktor (C). Prosječan urod zrna soje bio je 3082 i 3538 kg ha<sup>-1</sup> za 2006. i 2007. Navodnjavanje je rezultiralo statistički vrlo značajnom razlikom u urodu zrna soje u obje godine. Sorta Una imala je (3179 kg ha<sup>-1</sup>) značajno veći urod od Anice u 2006. godini. Također, navodnjavanje je rezultiralo značajnom razlikom u broju mahuna po biljci samo u 2007. godini. Interakcija AB i AC na broj mahuna po biljci bila je statistički značajna u jednoj godini, a interakcija BC u obje godine. Masa tisuću zrna (g) rezultirala je značajnim učinkom navodnjavanja u obje godine, učinak gnojidbe N u 2007. godini, dok je sorta Una bila vrlo značajno veća od Anice u obje godine. Navodnjavanje, gnojidba N i sorta soje rezultiralo je sa statistički značajnom masom zrna po biljci samo u jednoj godini. Interakcije AB, BC i ABC bile su vrlo značajne u masi zrna po biljci u jednoj godini, dok je interakcija BC bila značajna u obje godine. Navodnjavanje i sorta soje rezultirali su vrlo značajnim utjecajem na broj zrna po biljci u obje godine istraživanja, dok su interakcije AB, AC, BC i ABC bile značajne u obje godine ili vrlo značajne u jednoj godini.

### **5.3. Sustavi za navodnjavanje soje**

U Hrvatskoj se navodnjavanje svih žitarica i ratarskih kultura pa tako i same soje provodi isključivo kao dopunska mjera obrade te se vrši metodom površinskog navodnjavanja i metodom navodnjavanja iz zraka.

Metoda površinskog navodnjavanja je najstariji način navodnjavanja te se i dalje u najvećoj mjeri primjenjuje u Svijetu. Temeljni princip ovog načina navodnjavanja jest dovođenje vode na proizvodnu površinu gdje u tankom sloju stoji, otječe i upija se u tlo. Kada je u pitanju površinsko navodnjavanje pri uzgoju soje koristi se navodnjavanje potapanjem.

Navodnjavanje iz zraka predstavlja suvremenu tehniku navodnjavanja gdje se voda prilikom navodnjavanja uzima na izvorištu crpkama i stavlja pod tlak, a potom se kroz sustav zatvorenih cjevovoda dovodi i raspodjeljuje po parceli. Za ovakav tip navodnjavanja potrebno je osigurati crpke i agregate na samom izvorištu vode, usisni i tlačni cjevovod preko kojeg će voda biti dovedena od izvorišta do mjesta korištenja, razvodni cjevovod kojim će

voda biti raspodijeljena po parceli te hidrauličke naprave koje će vodu raspodjeljivati po površini terena. To su rasprskivači i kapaljke. Za navodnjavanje soje najprikladniji je način navodnjavanja kišenjem.

Navodnjavanje kišenjem ili umjetno kišenje je navodnjavanje kultura tako da se uz pomoć rasprskivača po površini parcele voda raspodjeljuje u obliku kišnih kapljica oponašanjem prirodne kiše. Voda se zahvaća na izvorištu crpkama i pod pritiskom (do 7 i više bara) se kroz sustav cjevovoda dovodi do proizvodnih poljoprivrednih površina gdje se pomoću rasprskivača raspodjeljuje u kapljicama po navodnjavanoj površini. Umjetno kišenje danas zauzima velike površine u poljoprivrednoj proizvodnji i po zastupljenosti je odmah iza sustava površinskog navodnjavanja. Ima tendenciju brzoga širenja te će uskoro biti najrasprostranjeniji način navodnjavanja. Ovaj je način navodnjavanja vrlo povoljan za soju i njeno stanište jer se navodnjavanje približava prirodnim prilikama tj. oborinama. Ovo je izrazito poželjan način navodnjavanja jer ne zahtjeva posebnu pripremu terena, učinkovito koristi vodu koja se može točno dozirati u norme i obroke navodnjavanja prema kulturi, a tlo je manje izloženo pogoršanju fizikalnih svojstava. Razlog iz kojeg je ovakav način u rijetkoj uporabi kod nas je sama cijena uređaja i opreme.

Za navodnjavanje soje koristi se polupokretni sustav navodnjavanja kišenjem. Sastoji se od ugrađene crpne stanice, ukopane mreže dovodnih cijevi te pokretnih razvodnih cijevi (kišnih krila) i prijenosnih rasprskivača. Kišenje ovim sustavom se obavlja na jednoj radnoj poziciji u vremenu potrebnom da se realizira obrok navodnjavanja. Nakon toga, kišna krila s rasprskivačima se prenose na drugu radnu poziciju, za što je potreban znatan broj radnika.

Osim polupokretnog sustava navodnjavanja koristi se i samohodni sustav navodnjavanja. Njegova prednost u odnosu na polupokretne sustave je ta što nije potreban ljudski rad za premještanjem razvodnih cjevovoda i kišnih krila. Postavljen je na kotačima ili pokretnim okvirima, te se pomiče linijski (naprijed – nazad) ili kružno. Uglavnom se pri ovakvom načinu navodnjavanja soje koriste samohodna bočna kišna krila. Samohodno bočno kišno krilo se može primjenjivati na ravnim terenima i pravilnim tablama. Jedan uređaj može navodnjavati površinu od 30 ha do 70 ha. Kretanje kišnog krila u novu radnu poziciju je u smjeru naprijed-nazad.



#### 5.4. Navodnjavanje soje u Republici Hrvatskoj

Kada je riječ o uzgoju soje na području Republike Hrvatske govori se uglavnom o suhom ratarenju. Malo je podataka koji su vezani za navodnjavanje soje u Hrvatskoj jer se soja uglavnom navodnjava jedino kada su u pitanju pokusi sa navodnjavanom sojom, koji su provedeni od strane više znanstvenika, a radilo se o pokusima provedenim na području Slavonije i Baranje.

Tako su Mađar i Vratarić (1980.) na području Osijeka provela ispitivanja od 1977. do 1979. dodatnim natapanjem soje kod 5 sorti soje različitih grupa zriobe od kojih je svaka sijana u više sklopova. Dodatno natapanje je obavljeno u kritičnim fazama razvoja biljaka soje u fazi cvatnji i fazi nalijevanja zrna. Natapanja su obavljana dva do tri puta tijekom vegetacije soje sa normom zalijevanja 40-45mm vode. Ukupna dodana količina vode 1977. je iznosila 80 mm, a 1978. i 1979. je dodano 120 mm. Navodnjavanje u navedenim godinama je rezultiralo različitim povećanjem uroda zrna ovisno o godini, sorti i gustoći sklopa. Rane sorte su bolje reagirale na natapanje nego kasne i u gušćem sklopu. Ukupno povećanje prinosa u odnosu na suho ratarenje iznosilo je 23-49% u sistemu natapanja.

Osim navedenih istraživača, svoja istraživanja o značaju navodnjavanja i rezultatima istraživanja na području navodnjavanja poljoprivrednih kultura, a među njima i soje u Hrvatskoj radove su objavili Josipović i Mađar (2004.), Dadić i sur. (2006.), Tomić i sur. (1994.), Josipović i sur. (2010., 2011.) i drugi. Svi navode nužnost i mogućnost primjene navodnjavanja kao melioracijske mjere u borbi protiv suše, tj. održavanja povoljnog sadržaja vode u tlu za uspješan razvoj poljoprivrednih kultura. Posebno se radom Tomića i sur. (1994.) ukazuje na potrebu navodnjavanja i njegovog proširenja u Hrvatskoj za to vrijeme sa 7 999 na 16 000 ha. Svi ovi znanstvenici ističu nužnost navodnjavanja u RH te upozoravaju da ono ne smije biti "kampanjsko", nego obvezna melioracijska mjera kod koje bi trebalo izvršiti pravilno postavljanje uz izvršenu znanstvenu i stručnu analizu sa izborom najpogodnijeg načina i sustava za navodnjavanje. Također, skreću pažnju na kvalitetu vode za navodnjavanje, ali i sagledavanje svih posljedica za tlo i kulturu pri nepravilnoj primjeni navodnjavanja.

Izbor načina i sustava navodnjavanja odabire se na temelju postojećeg tla, klimatskih uvjeta, veličine i oblika proizvodne površine te ciljeva proizvodnje. Što se tiče pravovremenog navodnjavanja tla, u prvom redu treba kontrolirati količinu vode u aktivnoj zoni korjenovog

sustava jer vrijeme navodnjavanja ponajviše ovisi o tome. Na važnost rasporeda oborina tijekom vegetacije soje i dodatnog navodnjavanja ukazuju ispitivanja Mađara i sur. (1998.), koji navode da dodatno navodnjavanje pozitivno utječe na povećanje uroda soje. Uz to upozoravaju i na učestalost pojave suše na prostorima istočne Hrvatske i da stoga klasična biljna proizvodnja suhog ratarenja u ovom području Hrvatske dolazi sve više u krizu, te bi svakako konvencionalnu poljoprivrednu proizvodnju trebalo zamijeniti s poljoprivrednom proizvodnjom uz upotrebu navodnjavanja.

Osim sve češćeg manjka oborina koje se naročito događa za vrijeme vegetacijskog razdoblja, na zasušenje staništa utječu i mjere odvodnje. Od 1975. do 1990. u Slavoniji je provedena cjelovita odvodnja otvorenim kanalima i položena cijevna drenaža na preko 60 000 ha. Ovi sustavi površinske i podzemne odvodnje u Slavoniji nepovratno odvođe vode iz agrosustava čime se u sušnim godinama povećava negativne učinke na usjev. Manji urodi na dobro uređenim tlima zapaženi su u sušnim godinama.

Prema objavljenim rezultatima Tomić i sur. (1993.), praćenje učinka drenaže na razinu podzemne vode i urode ratarskih kultura na području Županje, gdje dominiraju teška nizinska tla, autori su zaključili da je postavljena cijevna drenaža pravilno djelovala i pravilno snižavala razinu podzemnih voda, te ih održavala na tolerantnim dubinama od oko 100 cm. Razina podzemnih voda u dreniranim tlima bila je uvijek za 40-60 cm niža od one u nedreniranim oranicama, gdje se dulje zadržavala i u oraničnom sloju tla. Isti autori navode da je u prosjeku mjera odvodnje poljoprivrednog zemljišta pozitivno djelovala na stabilizaciju i povećanje uroda ratarskih kultura. Urodi zrna soje bili su u 5 godina istraživanja veći za 11 do 30%.

Josipović i sur. (1994.) analizirali su razdoblje od 1961. do 1990. godine. Nedostaci vode za područje Osijeka bili su najveći u kolovozu (60 mm), srpnju (50 mm) i rujnu (41 mm). Vjerojatnost pojave tih nedostataka može poslužiti i pri određivanju potrebe biljke za vodom. Nedostaci vode tijekom vegetacijskog razdoblja u prosjeku su iznosili 167 mm, a variraju u rasponu od 41 mm u prosječnim do 299 mm u sušnim godinama.

Korisnost i potreba navodnjavanja usjeva soje u sušnim godinama u kritičnim fazama rasta i razvoja nije diskutabilna za neka područja Hrvatske. Investicije u sustav navodnjavanja, bilo rošenjem ili u brazde treba znanstveno prostudirati od strane ekonomske proizvodnje. Povećanje uroda soje mora opravdati i povećanje troškova proizvodnje koji proizlaze iz sustava navodnjavanja u redovnoj proizvodnji.

Naravno, potrebno je istaknuti da promatra li se vodno bogatstvo Republike Hrvatske, koje nije adekvatno iskorišteno, a u sadašnjoj situaciji velika količina vode mirno protiče pokraj suhих i žednih njiva, što se posebno odnosi na područje Istočne Hrvatske koje je izrazito poznato kao poljoprivredno, a ima povoljan zemljopisni položaj, tlo i značajne mogućnosti za intenzivnu poljoprivrednu proizvodnju ukoliko se primjeni navodnjavanje. Za nadati je se da će se sustav navodnjavanja početi primjenjivati u skorije vrijeme u većem omjeru nego što je to bila situacija do sada jer se suša na području Istočne Hrvatske sve češće pojavljuje.

## 6. ZAKLJUČAK

Zahtjevi soje za vodom su veliki, a posebno kada je u pitanju stvaranje suhe tvari tijekom vegetacije. Uzme li se u obzir da je soja ljetna kultura, lako je doći do zaključka da se često nalazi u uvjetima deficita vode. Problem nedostatka vode moguće je djelomično spriječiti dobrom agrotehnikom, a u potpunosti primjenom navodnjavanja.

Navodnjavanjem se postižu značajno veći urodi nego kada je u pitanju suho ratarenje. Moguće je postići i do 60% veće urode. Uglavnom se za navodnjavanje soje koriste samohodni sustavi navodnjavanja. Prednost ovakvog sustava navodnjavanja je ta što se u potpunosti izbacuje ljudski rad i potrebna ljudska snaga. U uporabi su samohodna bočna kišna krila kod kojih jedan uređaj može navodnjavati površinu od 30 ha do 70 ha.

Kada je riječ o Republici Hrvatskoj, navodnjavanje soje još nije uvedeno u praksu u onoj mjeri u kojoj bi bilo potrebno. Uglavnom se navodnjavaju površine većih proizvođača, mada bi navodnjavanje trebalo uvrstiti kao obveznu agrotehničku mjeru kako bi se povećali urodi jer Hrvatska ima velika vodna bogatstva koja su neiskorištena. Ali tu se opet dolazi do pitanja isplativosti, pa treba voditi računa da uvedena agrotehnička mjera opravda povećanje troškova u samoj proizvodnji.

## 7. POPIS LITERATURE

Bošnjak Đ. (1990.): Navodnjavanje poljoprivrednih useva. Univerzitet u Novom sadu, Poljoprivredni fakultet Novi sad.

Dadić M., Parađiković N., Šošćarić J., Madjar S. (2006.): Analiza navodnjavanja u uzgoju celera (*Apium graveolens* L.). Zbornik radova 41. hrvatski & 1. međunarodni znanstveni simpozij agronoma. 13.-17. veljače 2006. Opatija, Hrvatska.

Hansen G., Wright M.S. (1999.): Recent advances in the transformation of plants. Trends Plant Sci 4: 226–231.

Josipović M., Mađar S. (2004.): Proizvodnja suncokreta u uvjetima natapanja u redovnoj i postnoj sjetvi. Poljoprivredni institut Osijek, 2004. Str. 435.

Josipović M., Plavšić H., Sudarić A., Vratarić, M. Liović I. (2010.): Utjecaj navodnjavanja i gnojidbe dušikom na urod zrna soje *Glycine max* (L.) Merr. 45. hrvatsko i 5. međunarodno savjetovanje agronoma. Opatija, Croatia. Proceedings of papers and CD: 751-755.

Josipović M., Sudarić A., Liović I., Šošćarić J., Marković M., Plavšić H. (2011.): Urod soje (*Glycine May* (L.) merr.) i ispiranje dušika u navodnjavanju i gnojidbi dušikom. Zbornik radova 5. hrvatske konferencije o vodama, 18. – 21. 5. 2011., Opatija, 917-929.

Mađar S., Vratarić M. (1980.): Ispitivanje reakcije sorata soje u uvjetima navodnjavanja. Zbornik radova Poljoprivrednog instituta Osijek (PIO): 121-134.

Mađar S., Šošćarić J., Tomić F., Marušić J. (1998.): Neke klimatske promjene i njihov utjecaj na poljoprivredu Istočne Hrvatske, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti. Znanstveni skup s međunarodnim sudjelovanjem „Prilagodba poljoprivrede i šumarstva klimi i njenim promjenama“, Zagreb, 127-135.

Madjar S., Šošćarić J. (2009.): Navodnjavanje poljoprivrednih kultura, Poljoprivredni fakultet u Osijeku.

Maksimović L. i sur. (2005.): Efekat navodnjavanja na evapotranspiraciju i prinos soje, Naučni institut za povrtlarstvo i ratarstvo, Novi Sad

Maksimović L. i sur. (2004.): Utjecaj navodnjavanja na prinos, kvalitet i evapotranspiraciju semenske soje, Naučni institut za povrtlarstvo i ratarstvo, Novi Sad

Marković M., Josipović M., Josipović A., Zebec V. (2016.): Deficit irrigation of soybean (*Glycine max.*(L.) Merr.) based on monitoring of soil moisture, in sub-humid area of eastern Croatia. *Romanian agricultural research*, 33: 259-266.

Miladinović J. (2012.): Vodič za organsku proizvodnju soje, Institut za povrtlarstvo i ratarstvo Novi Sad.

Miladinović J. (1997.): Međuzavisnost prinosa i hemijskog sastava zrna soje u uslovima navodnjavanja i suvog ratarenja. *Selekcija i semenarstvo* 4 (3-4): 109-113.

Petrokemija (?): Gnojdba soje. Preuzeto sa:

<http://www.petrokemija.hr/Portals/0/Gnojdba/GnojdbaSoje.pdf> , 29. kolovoza 2016.; 12:55.

Pospošil A. (2010.): Ratarstvo I. dio, Zrinski d.d.

Reicosky D.A., Heatherly L.G. (1990.): Soybean. p. 639–674. In: *Irrigation of agricultural crops*. Agron. Monogr. 30. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI.

Tomić F., Petošić D., Romić D., Šimunić I., Stričević I. (1993.): Posljedice nepravilnog izvođenja i neadekvatnog održavanja odvodnih sustava. *Poljoprivredne aktualnosti*, (3-4): 521-527.

Tomić F., Šimunić I., Petošić D. (1994.): Djelotvornost različitih sustava detaljne odvodnje cijevnom drenažom na teškom pseudoglej-glejnom tlu. *Agronomski glasnik*, 56 (1-2): 159-175.

Van Doren D.M., Reicoskay D.C. (1987.): Soybean improvement, Production and uses, 391-428.

Vratarić M. (1986.): Proizvodnja soje, NIRO "Zadrugar" Sarajevo

Vratarić M. i Sudarić A. (2000.): Soja, Poljoprivredni institut, Osijek

Vratarić M. i Sudarić, A. (2008.): Soja - *Glycine max* (L.) Merr., Poljoprivredni institut, Osijek.

## 8. SAŽETAK

Zrno soje sadrži 35-50% bjelančevina te 18-24 % ulja te radi toga prepoznata kao jedna od najznačajnijih bjelančevinastih i uljnih kultura u Svijetu jednako kao i na poljoprivrednim površinama Republike Hrvatske. U ovom završnom radu pored osnovne građe sojine biljke, agroekoloških uvjeta proizvodnje prikazani su urodi zrna soje u razdoblju od 2000. do 2015. godine, a samim time i potreba za primjenom agrotehničke mjere navodnjavanja. Sve učestalijom pojavom sušnih godina urodi zrna soje znatno variraju u odnosu na prosjek. U spomenutom razdoblju prosječan urod zrna soje na području Republike Hrvatske bio je 2,47 t/ha. Urod zrna soje bio je u rasponu od 1,8 t/ha 2012. godine do 3 t/ha 2008. godine. Najveća odstupanja od prosjeka bila su tijekom godina kada je količina oborina bila manja od višegodišnjeg prosjeka: -23,1% (2007.), -27,1 (2012.) i -10,9% (2009.). Smanjenje uroda potvrđuje kako je uvođenje agrotehničke mjere navodnjavanja opravdana mjera kojom bi se nadoknadio nedostatak oborina tijekom sušnih mjeseci i na taj način smanjilo variranje uroda zrna soje.

## **9. SUMMARY**

Soybean grain provides valuable nutrients: 35-50% proteins, 18-24% oil. Because of nutritional composition it stands out as one of the most important oilseed in the world, as well as in Republic of Croatia. This paper analyzes the main characteristics of soybean plant, the agrotechnical measures and yield of soybean grain during fifteen years. Special attention is given to the analysis of weather condition (air temperatures and rainfall amount) as well as need for irrigation of soybean. The grain yield of soybean ranged from 1.8 t/ha (2012) to 3 t/ha (2008). Considerably lower yields were in years: -23.1% (2007), -27.1 (2012) and -10.9% (2009). Those are the years with the lack of rainfall and air temperatures above the long term average which confirms the necessity for irrigation practice in order to restore the lack of water and to provide high yield of soybean grain.



## 10. POPIS TABLICA

|            | Naziv tablice   | Str. |
|------------|---|------|
| Tablica 1. | Zasijane površine i urodi soje u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 2005. - 2015.                                   | 10   |
| Tablica 2. | Padaline u Slavoniji za razdoblje od 2005. do 2015.   | 11   |
| Tablica 3. | Količna oborina na području Rimskih Sančevima u razdoblju od 2001. do 2003. te višegodišnji prosjek (1964. - 2000.) | 16   |
| Tablica 4. | Srednje temperature zraka u vegetacijskom razdoblju soje  | 17   |
| Tablica 5. | Prinos soje u navedenom pokusu u uvjetima s i bez navodnjavanja   | 17   |

## 11. POPIS SLIKA

|          | Naziv slike    | Str. |
|----------|----------------|------|
| Slika 1. | Sjeme soje     | 2    |
| Slika 2. | Korijen soje   | 3    |
| Slika 3. | Stabljika soje | 4    |
| Slika 4. | List soje      | 5    |
| Slika 5. | Mahuna soje    | 7    |

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Poljoprivredni fakultet u Osijeku

Sveučilišni preddiplomski studij, smjer Hortikultura

Završni rad

NAVODNJAVANJE SOJE (*Glycine max.*)

IRRIGATION OF SOYBEAN (*Glycine max.*)

Ana Jukić

Sažetak: Zrno soje sadrži 35-50% bjelančevina te 18-24 % ulja te radi toga prepoznata kao jedna od najznačajnijih bjelančevinastih i uljnih kultura u Svijetu jednako kao i na poljoprivrednim površinama Republike Hrvatske. U ovom završnom radu pored osnovne građe sojine biljke, agroekoloških uvjeta proizvodnje prikazani su urodi zrna soje u razdoblju od 2000. do 2015. godine, a samim time i potreba za primjenom agrotehničke mjere navodnjavanja. Sve učestalijom pojavom sušnih godina urodi zrna soje znatno variraju u odnosu na prosjek. U spomenutom razdoblju prosječan urod zrna soje na području Republike Hrvatske bio je 2,47 t/ha. Urod zrna soje bio je u rasponu od 1,8 t/ha 2012. godine do 3 t/ha 2008. godine. Najveća odstupanja od prosjeka bila su tijekom godina kada je količina oborina bila manja od višegodišnjeg prosjeka: -23,1% (2007.), -27,1 (2012.) i -10,9% (2009.). Smanjenje uroda potvrđuje kako je uvođenje agrotehničke mjere navodnjavanja opravdana mjera kojom bi se nadoknadio nedostatak oborina tijekom sušnih mjeseci i na taj način smanjilo variranje uroda zrna soje.

Ključne riječi: soja, navodnjavanje, urod

Summary:

Soybean grain provides valuable nutrients: 35-50% proteins, 18-24% oil. Because of nutritional composition it stands out as one of the most important oilseed in the world, as well as in Republic of Croatia. This paper analyses the main characteristics of soybean plant, the agrotechnical measures and yield of soybean grain during fifteen years. Special attention is given to the analysis of weather condition (air temperatures and rainfall amount) as well as need for irrigation of soybean. The grain yield of soybean ranged from 1.8 t/ha (2012) to 3 t/ha (2008). Considerably lower yields were in years: -23.1% (2007), -27.1 (2012) and -10.9% (2009). Those are the years with the lack of rainfall and air temperatures above the long term average which confirms the necessity for irrigation practice in order to restore the lack of water and to provide high yield of soybean grain.

Key-words: soybean, irrigation, yield