

# UTJECAJ VREMENSKIH PRILIKA NA FAZE RAZVOJA SOJE U MIKROPOKUSU NA VISOKOM GOSPODARSKOM UČILIŠTU U KRIŽEVCIMA U 2017.

---

**Vukadin, Antonela**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2018**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Križevci college of agriculture / Visoko gospodarsko učilište u Križevcima**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:185:503519>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-12-25**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Križevci University of Applied Sciences](#)



REPUBLIKA HRVATSKA  
VISOKO GOSPODARSKO UČILIŠTE U KRIŽEVCIMA

**ANTONELA VUKADIN, student**

**UTJECAJ VREMENSKIH PRILIKA NA FAZE RAZVOJA  
SOJE U MIKROPOKUSU NA VISOKOM GOSPODARSKOM  
UČILIŠTU U KRIŽEVCIMA U 2017.**

**ZAVRŠNI RAD**

Križevci, 2018.

REPUBLIKA HRVATSKA  
VISOKO GOSPODARSKO UČILIŠTE U KRIŽEVCIMA

**ANTONELA VUKADIN, student**

**UTJECAJ VREMENSKIH PRILIKA NA FAZE RAZVOJA SOJE U  
MIKROPOKUSU NA VISOKOM GOSPODARSKOM UČILIŠTU U  
KRIŽEVCIMA U 2017.**

**ZAVRŠNI RAD**

**Povjerenstvo za obranu i ocjenu završnog rada:**

1. Dr. sc. Ivka Kvaternjak, prof.v.š.,predsjednica
2. Dr. sc. Vesna Samobor, prof.v.š.,mentorica
3. Nada Dadaček, dipl.ing., v. pred.,članica

Križevci, 2018.

# SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b> .....	<b>1</b>
<b>2. PREGLED LITERATURE</b> .....	<b>2</b>
<b>2.1. Porijeklo i rasprostranjenost</b> .....	<b>2</b>
<b>2.2. Agrotehnička važnost soje</b> .....	<b>3</b>
<b>2.3. Morfološka svojstva soje</b> .....	<b>3</b>
<b>2.4. Oplemenjivanje soje</b> .....	<b>6</b>
<b>2.5. Faze razvoja soje</b> .....	<b>8</b>
<b>2.6. Grupe zriobe kod soje</b> .....	<b>10</b>
<b>2.7. Otpornost soje na stresne uvjete</b> .....	<b>11</b>
<b>2.8. Agroekološki uvjeti</b> .....	<b>14</b>
<b>2.8.1. Tlo</b> .....	<b>14</b>
<b>2.8.2. Klima</b> .....	<b>14</b>
<b>2.8.3. Svjetlost</b> .....	<b>15</b>
<b>2.8.4. Toplina</b> .....	<b>15</b>
<b>2.8.5. Voda (vlaga)</b> .....	<b>16</b>
<b>3. MATERIJALI I METODE</b> .....	<b>16</b>
<b>4. REZULTATI I RASPRAVA</b> .....	<b>18</b>
<b>4.1. Klima Križevaca</b> .....	<b>18</b>
<b>4.2. Vremenske prilike u 2017.</b> .....	<b>19</b>
<b>4.3. Tlo</b> .....	<b>20</b>
<b>4.4 Agrotehnika</b> .....	<b>24</b>
<b>4.5. Fenološke faze soje</b> .....	<b>24</b>
<b>4.6. Zastupljenost pojedine boje cvjetova na soji</b> .....	<b>27</b>
<b>4.7. Venuće lišća soje</b> .....	<b>28</b>
<b>4.8. Odbacivanje lišća soje</b> .....	<b>29</b>
<b>4.9. Visina biljake</b> .....	<b>29</b>
<b>4. ZAKLJUČAK</b> .....	<b>30</b>
<b>5. SAŽETAK</b> .....	<b>31</b>
<b>6. LITERATURA</b> .....	<b>32</b>

## 1. UVOD

Soja je danas vodeća uljna i bjelančevinasta kultura, čije se zrno koristi kao izvor ulja i bjelančevina kako za prehranu ljudi tako i za hranidbu stoke, te u industrijske svrhe. Zrno soje sadrži 35 - 50% bjelančevina i 18 - 24% ulja, ovisno o sorti i uvjetima uzgoja. Bjelančevine iz zrna soje bogate su esencijalnim aminokiselinama, posebice lizinom i metioninom. Ulja i masti osiguravaju potrebnu energiju organizmu i služe kao energetska rezerva, sudjeluju u izgradnji bioloških membrana, te su izvor esencijalnih nutrijenata koji su neophodni u biokemijskim reakcijama u organizmu.

Soja se može koristiti u prehrani stoke kao zelena masa, sjenaža ili silaža, a dehidriranjem se dobivaju brikete, granule i zeleno brašno. Za silažu soja se može sijati u smjesi s kukuruzom i suncokretom. Soja u industriji se koristi za izradu sapuna, kreme, deterdženata, boja, lakova te medicinskih i drugih preparata. Soja je našla svoje mjesto i u proizvodnji pesticida kao nosač aktivne tvari. U tekstilnoj industriji soja je važna pri izradi tkanina, u automobilskoj za izradu maziva, a avionskoj industriji za podmazivanje motora s velikim brojem okretaja i dr. Soja je biljka kojom se genetički najviše manipulira, a najveći svjetski proizvođač modificirane soje je međunarodna korporacija Monsanto, čija je sorta Roundup Ready otporna na herbicid Roundup.

Soja ima i veliku agrotehničku vrijednost. Uzgaja se na velikim površinama, pa je vrlo važna u plodoredu. U proizvodnji soje provodi se intenzivna agrotehnika pa tlo nakon nje ostaje plodno i čisto od korova. Agrotehnički značaj je i u njenom simbioznom odnosu sa sojevima bakterija *Bradyrhizobium japonicum* koje kroz prirodni proces fiksiraju anorganski dušik ( $N_2$ ) iz zraka i pretvaraju ga u amonijačni oblik ( $NH_4 +$ ) pristupačan biljkama. Budući da je soja interesantna kultura, odabrala sam tu temu za izradu završnog rada.

U ovom završnom radu koristit će se podaci dobiveni vlastitim mjerenjima i zapažanjima na pokusu koji je posijan u svrhu ispitivanja genetske adaptabilnosti najvažnijih i najnovijih genotipova soje na sušu radi identifikacije superiorne germplazme i metoda selekcije za potrebe oplemenjivanja. Također, analizirat će se i klimatski podaci Državnog hidrometeorološkog zavoda za Križevce. Analizom meteoroloških i bioloških podataka identificirat će se genotipovi soje koji najbolje podnose uvjete suše. Pokus se istovremeno provodi na više različitih lokacija u suradnji s Agronomskim fakultetom sveučilišta u Zagrebu.

## 2. PREGLED LITERATURE

### 2.1. Porijeklo i rasprostranjenost

Soja (*Glycine max (L.) Merr.*) je kultura iz Kineskog gen centra, a danas je rasprostranjena diljem svijeta. Soja pripada porodici *Fabaceae*, rodu *Glycine*, vrsti *Glycine hispida* (Moench) Max. Vrsta *Glycine hispida* se dijeli na tri podvrste, a to su: *Glycine hispida ssp. Japonica* Enk, *Glycine hispida ssp. Manshurica* Enk. i *Glycine hispida ssp. Chinensis* Enk. Sojino ulje bogato je polinezasićenim masnim kiselinama i tokoferolima (Vratarić i sur., 2008.).

U Europi soja se počinje proizvoditi tek u devetnaestom stoljeću, a u Hrvatskoj soja se počela uzgajati 1910. u Osijeku, značajnije tek od 1920. Od 1980. do 1986. površine pod sojom, a time i njena proizvodnja se povećala od 1.530 ha do čak 18.000 ha (Gagro, M. 1997.). Najveće površine zasijane sojom su u Sjevernoj Americi, dok je u Hrvatskoj soja u plodoredu najzastupljenija u Slavoniji i Baranji. Tablica 1. prikazuje požete površine, prosječni prinos i proizvodnju soje u Hrvatskoj od 1988. do 2016.

Tablica 1. Površine, prosječni prinosi i proizvodnja soje u Hrvatskoj (1998. – 2016.)

Godina	površina (ha)	prosječni prinos (t ha <sup>-1</sup> )	proizvodnja (t)
1998.	34 015	2,28	77 458
1999.	46 336	2,50	115 853
2000.	47 484	1,38	65 299
2001.	41 621	2,21	91 841
2002.	47 897	2,70	129 470
2003.	49 860	1,66	82 591
2004.	37 131	2,15	80 000
2005.	48 211	2,48	119 602
2006.	62 810	2,77	174 214
2007.	46 506	1,95	90 637
2008.	35 789	3,00	107 558
2009.	44 292	2,60	115 111
2010.	56 456	2,70	153 576
2011.	58 896	2,50	147 219
2012.	54 109	1,80	96 718
2013.	47 156	2,40	111 316
2014.	47 104	2,80	131 424
2015.	88 867	2,20	196 431
2016.	71 000	3,10	221 000

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

Iz tablice 1 je vidljivo da se u Hrvatskoj najviše soje posijalo 2015. na površini od 88 867 ha. Prinosi soje u Hrvatskoj kreću se od 1,38 t ha<sup>-1</sup> do 3,10 t ha<sup>-1</sup>.

## 2.2. Agrotehnička važnost soje

Agrotehnička važnost soje je jako velika. Soja kao mahunarka na svom korijenu formira kvržice (nodule) u kojima se razvijaju kvržične bakterije koje fiksiraju elementarni dušik iz zraka. Soja živi u simbiozi s vrstom *Bradyrhizobium japonicum* koja elementarni dušik iz zraka (N<sub>2</sub>) prevodi u biljci pristupačan amonijski (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) oblik. Stvaranje kvržica započinje od trenutka infekcije korijena bakterijama kroz korijenove dlačice. Da bi uopće došlo do fiksacije potrebna je optimalna vlažnost, pH - vrijednost i temperatura tla. Također, soja ima sposobnost premještanja i aktiviranja hraniva iz teže pristupačnih oblika čime popravljaju strukturu i plodnost tla pa je kao takova vrlo poželjna u plodoredu (Vratarić i sur., 2008.). Slika 1. Prikazuje kvržice (nodule) na korijenu soje.



Slika 1. Kvržice (nodule) na korijenu soje

Izvor: <http://www.versailles-grignon.inra.fr>

## 2.3. Morfološka svojstva soje

Korijen soje sastoji se od glavnog vretenastog korijena i velikog broja sekundarnog korijenja (Vratarić i sur., 2008.) na kojem se razvijaju kvržice (nodule) koje sudjeluju u fiksaciji dušika iz zraka. Razvoj korijena ovisi o raspoloživoj vodi i hranivima, sastavu tla te o asimilacionoj energiji. Glavnina korijena nalazi se u gornjem sloju tla na dubini do 30 cm gdje apsorbira hraniva i fiksira dušik. Korijen raste dok raste i biljka, a dobro razvijen korijen povećava broj zrna u mahuni, lisnu masu i otpornost na sušu. Primarna građa korijena sastoji se od rizoderme (caliptre), primarne kore i centralnog cilindra (Vratarić i sur., 2008.).

Prema tipu habitusa soje razlikujemo indeterminantni (nedovršeni) i determinatni (dovršeni) tip rasta. Sorte indeterminantnog tipa rasta su uglavnom više od sorata determinatnog tipa rasta. Kod indeterminantnog tipa rasta cvatnja počinje na petom -

šestom nodiju. Biljka postupno raste i cvjeta, a rast prestaje kasno, nešto prije početka fiziološke zriobe (Vratarić i sur., 2008.). Za razliku od sorata indeterminantnog, sorte determinantnog tipa rasta biljke narastu više od 80% visine i tek nakon toga procvatu na svim nodijima, tako da par dana nakon cvatnje prestaje rast biljke. Stabljike su niže, ali se mogu više granat i otpornije su na polijeganje nego sorte indeterminantnog tipa rasta (Vratarić i sur., 2008.). Visina biljke je 80 - 120 cm. Mjesto na stabljici na kojem se formira list naziva se nodij i na jednoj stabljici može biti 10 - 18 nodija. Prostor između nodija naziva se internodij. Broj nodija po biljci i dužina internodija ovisi o sorti i ekološkim faktorima. U pazušcu lista nalazi se pup iz kojeg se mogu razviti grane, cvjetni pupovi, ali i ostati nerazvijenih (spavajući) pupova. Svaka sorta se razlikuje po otpornosti na polijeganje. Soja uzgajana na plodnim teškim tlima s puno vlage više poliježe nego uzgajana na siromašnijim tlima. Boja stabljike tijekom vegetacije je zelena, a u vrijeme zriobe počinje žutjeti. Svi nadzemni dijelovi biljke (stabljika, mahune, listovi) prekriveni su sitnim dlačicama (Vratarić i sur., 2008.).

Postoje četiri tipa lista soje, a to su kotiledoni, jednostavni primarni, troliske i trokutasti listovi ili zalisci. Primarni listovi formirali su se još u sjemenki, jednostavni su i na stabljici su položeni jedan nasuprot drugome. Svi drugi listovi su troliske, poredane naizmjenično. Broj listova po biljci je 15 - 20, maksimalno 100, što ovisi o sorti i uvjetima uzgoja (Vratarić i sur., 2008.). Listovi oblikom variraju između širokolisnih i uskolisnih (Slika 2.), dok su zalisci jednostavan mali par listova, u bazi svake grane i najnižeg dijela peteljke svakog cvijeta.



Slika 2. Uskolisni i širokolisni tip lista soje

*Izvor: Vlastita fotografija*



Cvijet soje je vrlo sličan cvijetu ostalih mahunaki. Veličina cvijeta je od tri do osam mm, a formira se na svakom pazušcu lista na stabljici i granama. Boja cvijeta se razlikuje, od bijelih, ljubičastih do svih kombinacija bijele i ljubičaste. Početak cvatnje ovisi o fotoperiodizmu, temperaturi i genotipu (Vratarić i sur., 2008.). Postotak opadanja cvjetova uvjetovan je genetskim i vanjskim faktorima. Prema mnogim autorima opadanje cvjetova je normalna pojava kod soje i kreće se od 30 - 80%. U našim uvjetima prema ispitivanjima osam sorata (Vratarić, 1983.), postotak opadanja cvjetova iznosio je 26,12 do 53,95%. Cvjetovi se sastoje od čaške, vjenčića, prašnika i tučka. Čaška je cjevasta i završava s pet nejednakih lapova i ostaje neoštećena do stvaranja mahune. Vjenčić ili *corola* sastoji se od odvojenih latica od kojih je stražnja latica najveća. Sa strane se nalaze dvije latice kao krilca, te dvije prednje kao lađica.

Andrecej se sastoji od deset prašnika, devet ih je sraslih i jedan je odvojen. Prašnici su u obliku prstena oko tučka, a polen se istrese direktno u stigmum. Soja je samooplodna biljka s malim postotkom stranooplodnje (0,5 - 1%), cvjetovi se oprašuju rano ujutro, prije otvaranja. Hladno vrijeme, visoke temperature ili bilo kakvi klimatski stresovi mogu značajno djelovati na cvatnju i oplodnju soje (Vratarić i sur., 2008.). Nakon cvatnje formira se mahuna koja može biti srpastog, spljoštenog ili okruglog oblika.

Mahune su različitih veličina što ovisi o sorti i vanjskim činiteljima. Duljina mahuna je 2 - 7 cm, u prosjeku 4 - 6 cm (Vratarić i sur., 2008.), te se u njoj nalazi od jedan do pet zrna. Tijekom vegetacije otpadne određeni broj mahuna. Prema ispitivanjima Vratarić (1983.) na više sorata u području Osijeka ovisno o godini, roku sjetve, sorti, te interakciji ovih činitelja, produkcija mahuna po biljci kretala se u prosjeku od 12,6 do 56,1. Broj mahuna po biljci ponajviše ovisi o vlažnosti tla u vrijeme formiranja mahuna i nalijevanja zrna. Povećana količina oborine i vlažnost tla smanjuju opadanja broja mahuna.

Na osnovi istraživanja opadanja reproduktivnih organa kod različitih sorata u kontroliranim uvjetima *Van Schaik i Probst* (1958.) su utvrdili da je opadanje cvjetova i mahuna nasljedno i da se postotak opadanja cvjetova kreće od 29 do 93%, a za opadanje mahuna od 21 do 80% (Vratarić i sur., 2008.). Mahuna se otvara duž oba šava (abaksijalni i adeksijalni šav), a sjeme u mahuni je povezano s mahunom na alternirajućim stranama adaksijalnog šava, preko kojeg dobiva hraniva. Mahuna je za vrijeme rasta zelena, a u zriobi varira od svijetle slamnato žute do crne.

Sjeme soje je različitog oblika, boje, ovisno o sorti i načinu uzgoja, a boja sjemena ovisi o pigmentaciji unutar ljuske. Sjeme soje može biti žuto, zeleno, smeđe ili crno. Glavni

sastojci sjemena soje su: proteini (30 - 50g/ 100g), ugljikohidrati (20 - 35g/ 100g) i lipidi (15 - 25 g/ 100g) (Esteves i sur., 2010., cit. Grgat, 2016.).

Pigmenti su antocijanini i klorofili ili njihove kombinacije (Todd i sur., 1993., cit. Grgat, 2016.). Crni pigment se javlja zbog nakupljanja antocijanina u epidermi ljuske. Crna soja sadrži puno antioksidanasa (fenolne komponente i antocijana u svojoj ljusci) što govori o njezinoj biološkoj funkciji (Astadi i sur., 2008., cit. Grgat, 2016.). Ima antioksidativni, antiinflamatorni i antiproliferativni učinak (Kim i sur., 2008., cit. Grgat, 2016.). Crna soja se upotrebljava kao medicinska hrana, a u orijentalnim državama i kao začim. Modernija istraživanja, osim antioksidacijske aktivnosti, govore i o hipolipidemijskim svojstvima koja se mogu upotrijebiti za njegu kože (Xu i sur., 2009., cit. Grgat, 2016.).

Apsolutna masa zrna soje varira 20 - 500 grama. Kod većine komercijalnih sorata apsolutna masa je 150 - 200 g, a prema obliku sjeme može biti okruglog do spljoštenog oblika (Vratarić i sur., 2008.). Slika 3. prikazuje crnu i bijelu soju.



Slika 3. Crna i bijela soja

*Izvor: [www.coolinarka.com](http://www.coolinarka.com)*

#### **2.4. Oplemenjivanje soje**

Oplemenjivanje je znanstvena disciplina koja se bavi razvojem i uvođenjem u proizvodnju novih poboljšanih biljnih formi ili kultivara u svrhu povećanja poljoprivredne produktivnosti. Poznati ruski genetičar Vavilov definirao je oplemenjivanje kao proces usmjerene evolucije kojom čovjek svjesno, uz primjenu odgovarajućih oplemenjivačkih postupaka, razvija nove individue s novim kombinacijama gena i s novim svojstvima koja su unaprijed predviđena (J. Beljo, 2012.).

Oplemenjivanje soje je integralni sustav koji se zasniva na nizu međusobno povezanih ciklusa (održavanje i skupljanje izvora genetske varijabilnosti, selekcija roditeljskih komponenti, hibridizacija, uzgoj oplemenjivačkih populacija, fenotipska selekcija, testiranje oplemenjivanih linija, identifikacija superiornih rekombinacija), a svaki ciklus traje više godina. Karakteristike razdoblja koje je potrebno za stvaranje novih sorata su dugotrajnost, intenzivnost, te zahtjeva velike financijske izdatke (Orf i sur., 2004., cit. Vratarić i sur., 2008.). Cilj oplemenjivanja je poboljšanje rodnosti, uroda i same kvalitete zrna, te količine ulja u zrnu. U Hrvatskoj ima više oplemenjivačkih programa. Seleksijski postupak usmjeren je na visinu (genetski potencijal rodnosti preko 6 t/ha) i stabilnost uroda zrna. Također, seleksijski postupak usmjeren je na povećanje količine i stabilnosti bjelančevina i ulja u zrnu, te na poboljšanje kakvoće ulja u zrnu (Vratarić i sur. 2008.).

Soja (*Glycinemax (L.) Merr.*) je autogamna vrsta s dvospolnim cvjetovima koja umjetnom hibridizacijom razvije jedno do tri zrna u mahuni što nije ekonomično. Zbog toga su danas komercijalne sorte soje homozigotne linije. Sudarić i sur., (2009.) navode da prema Paschalu i Wilcoxu (1975.) moraju biti zadovoljena dva uvjeta: prisustvo heterozisa za urod zrna, te ekonomičnost metodologije proizvodnje hibridnog sjemena u širokom rasponu. Pod heterozisom (vigor, hibridna snaga) definira se pojava da hibridno potomstvo generacije  $F_1$  u jednome ili više svojstava pokazuje superiornost i izlazi iz opsega varijabilnosti roditelja. Ako je generacija  $F_1$  bolja od boljeg roditelja, govorimo o pozitivnom heterozisu (heterobeltiozis), a ako je slabija od slabijeg roditelja, govorimo o negativnom heterozisu (Fehr, 1987., Bernardo, 2002., Kajba i Ballian, 2007., cit. Sudarić i sur., 2009.). Pojava heterozisa doprinosi povećanju rodnosti biljke, još je uvijek relativno mali broj poljoprivrednih kultura kod kojih ova pojava ima komercijalni značaj, zbog poteškoća u proizvodnji hibridnog sjemena kod nekih vrsta s obzirom na građu spolnih organa.

Pravu sliku o ekspresiji heterozisa kod soje teško je dobiti zato što se testiranje heterozisa provodi u uvjetima koji nisu reprezentativni za standardnu poljoprivrednu proizvodnju (uzgoj u stakleniku), razni abiotski i biotski činitelji mogu umanjiti heterotični efekat, a uz to potrebno je testiranje provesti u više okolina, što je nemoguće zbog poteškoća u proizvodnji  $F_1$  hibridnog sjemena.

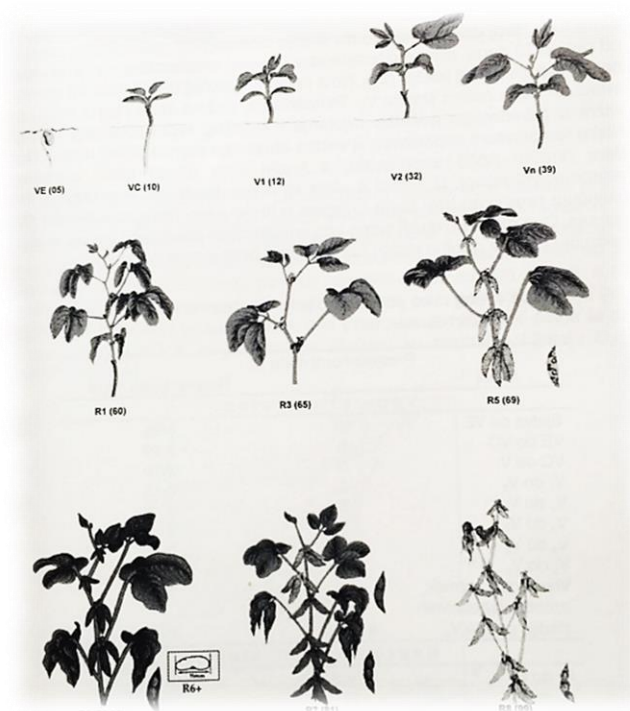
## 2.5. Faze razvoja soje

Poznavanje faza razvoja soje jako su važna za donošenje odluka o tehnološkom procesu proizvodnje. Vratarić i sur., (2008.), navode da je danas u svijetu najprihvaćenija podjela prema Fehru i Cavinessu (1977.). Oni su za identifikaciju koristili oznake sa slovima i brojevima, te su odvojeno opisali vegetativnu (V) i reproduktivnu (R) fazu razvoja soje, što prikazuje Slika 5.



Slika 4. Bilježenje promjena na usjevu

*Izvor: Vesna Samobor*



Slika 5. Faze razvoja soje

*Izvor: Cetiom, 1996., cit. Vratarić i sur., 2008.*

Tablica 2. Faze razvoja soje (Fehr i Caviness, 1977.)

oznaka stadija	naziv stadija	opis stadija
<b>VEGETATIVNI STADIJ</b>		
<b>VE</b>	<b>Nicanje</b>	Kotiledoni iznad površine tla
<b>VC</b>	<b>Kotiledoni</b>	Jednostavni listovi odvojeni dovoljno, tako da se ivice listova ne dodiruju
<b>V<sub>1</sub></b>	<b>prvi nodij</b>	Potpuno razvijeni listovi na nodijima jednostavnih listova
<b>V<sub>2</sub></b>	<b>drugi nodij</b>	Potpuno razvijena troliska na prvom nodiju iznad nodija jednostavnih listova
<b>V<sub>3</sub></b>	<b>treći nodij</b>	Tri nodija na glavnoj stabljici s potpuno razvijenim listovima, počevši s nodijima jednostavnih listova
<b>V<sub>(n)</sub></b>	<b>n-ti nodij</b>	n-nodija na glavnoj stabljici s potpuno razvijenim listovima, počevši brojane od nodija s jednostavnim n-nodija na glavnoj stabljici s potpuno razvijenim listovima ( V )
<b>REPRODUKTIVNI STADIJ</b>		
<b>R<sub>1</sub></b>	<b>početak cvatnje</b>	Jedan otvoreni cvijet na bilo kojem nodiju glavne stabljike
<b>R<sub>2</sub></b>	<b>puna cvatnja</b>	Jedan otvoreni cvijet na jednom od 2 najviša nodija na glavnoj stabljici s potpuno razvijenim listovima
<b>R<sub>3</sub></b>	<b>početak formiranja mahuna</b>	Mahune dužine 5 mm na jednom od 4 najviša nodija na glavnoj stabljici s potpuno razvijenim listovima
<b>R<sub>4</sub></b>	<b>puni razvoj mahuna</b>	Mahuna dužine 2 cm na jednom od 4 najviša nodija na glavnoj stabljici s potpuno razvijenim listovima
<b>R<sub>5</sub></b>	<b>začetak formiranja sjemena</b>	Sjeme dužine 3 mm u mahuni na jednom od 4 najviša nodija na glavnoj stabljici s potpuno razvijenim listovima
<b>R<sub>6</sub></b>	<b>puni razvoj sjemena</b>	Mahuna sadrži zeleno sjeme koje ispunjava šupljinu mahune na jednom od 4 najviša nodija glavne stabljike s potpuno razvijenim listovima
<b>R<sub>7</sub></b>	<b>početak zriobe</b>	Jedna normalna mahuna na glavnoj stabljici je dostigla boje zrelosti
<b>R<sub>8</sub></b>	<b>potpuna zrioba</b>	95 % mahuna koje su dostigle boju zrelosti. Potrebno je 5 - 10 dana suhog vremena za postizanje zrelosti pogodne za kombajniranje ( 15 % vlage u zrnu )

Izvor: Fehr i Caviness, 1977., cit. Vratarić i sur. 2008.

Fehr i Caviness također naglašavaju važnost temperature za pojedinu fazu razvoja soje, a temperatura značajno utječe i na vegetativni razvoj. Niska temperatura usporava, a visoka ubrzava klijanje sjemena i razvoj listova. Zbog toga broj dana od sjetve do nicanja (VE) može varirati od 5 do 15 dana, ovisno o temperaturi. Utjecaj temperature manje je važan nakon stadija petog nodija (V<sub>5</sub>). Nakon stadija V<sub>5</sub> novi nodij se razvija na glavnoj stabljici otprilike svaki treći dan. Klimatski uvjeti su vrlo važni za određivanje početka cvatnje i reproduktivnog razvoja soje. Dugi dani usporavaju, a kratki ubrzaju reproduktivni razvoj (Vratarić i sur., 2008.).

Tablica 3. Broj dana potrebnih biljci za prelazak iz stadija u stadij (Fehr i Caviness, 1977.)

Stadij	Prosječni broj dana	Raspon broja dana
<b>VEGETATIVNI STADIJ</b>		
Sjetva do VE	10	5-15
VE do VC	5	3-10
VC do V <sub>1</sub>	5	3-10
V <sub>1</sub> do V <sub>2</sub>	5	3-10
V <sub>2</sub> do V <sub>3</sub>	5	3-8
V <sub>3</sub> do V <sub>4</sub>	5	3-8
V <sub>4</sub> do V <sub>5</sub>	5	3-8
V <sub>5</sub> do V <sub>6</sub>	3	2-5
Vremenski razmak između vegetativnih stadija poslije V <sub>5</sub>	3	2-5
<b>REPRODUKTIVNI STADIJ</b>		
R <sub>1</sub> do R <sub>2</sub>	0,3	0 – 7
R <sub>2</sub> do R <sub>3</sub>	10	5 – 15
R <sub>3</sub> do R <sub>4</sub>	9	5 – 15
R <sub>4</sub> do R <sub>5</sub>	9	4 – 26
R <sub>5</sub> do R <sub>6</sub>	15	11 – 20
R <sub>6</sub> do R <sub>7</sub>	18	9 – 30
R <sub>7</sub> do R <sub>8</sub>	9	7 – 18

Izvor: Vratarić i sur., 2008.

## 2.6. Grupe zriobe kod soje

Zbog fotoperiodizma soje, sorte soje podijeljene su u 13 grupa zriobe (Hartwig, 1973., cit. Vratarić i sur., 2008.). Grupe zriobe rangirane su od 000 do X. Sorte grupe 000 su vrlo rane zriobe, dok sorte grupe X najkasnije sazrijevaju. Prve tri grupe označene su s 000, 00 i 0, a ostalih 10 grupa od I do X. Pripadnost grupe nekom području određuje se višegodišnjim pokusima (Johnson, 1987.; Heatherly i Elmore, 2004., cit. Vratarić i sur., 2008.). Reakcija biljke na fotoperiodizam i temperaturu određuju pripadnost grupi zriobe, pa su tako grupe zriobe 000 prilagođene su na dugi dan i najveće zemljopisne širine, te su najmanje osjetljive na fotoperiodizam. Sorte grupa ranije zriobe su manje osjetljive na fotoperiodizam od sorata grupe X koje su najviše osjetljive na fotoperiodizam i prilagođene su uvjetima kratkog dana i uzgajaju se na malim zemljopisnim širinama (Criswelli Hume, 1072., cit. Vratarić i sur., 2008.). Zbog genetske varijabilnosti razlika između grupa zriobe na istom području može biti od 10 do 15 dana ili čak i više. Za svako područje postoji jedna optimalna grupa zriobe. U Hrvatskoj to su grupe od 000 – II.

Dužina vegetacije za sorte 0 grupe zriobe u našim uvjetima iznosi 115 – 125 dana, dok dužina vegetacije sorata I. grupe u našim uvjetima iznosi od 130 do 135 dana. Na istoku zemlje mogu se uzgajati sorte II. grupe zriobe, a dužina vegetacije tih sorata iznosi oko 140 do 145 dana. Tablica 4. Prikazuje grupe zriobe soje.

Tablica 4. Grupe zriobe soje

000	<b>jako izrazito rane sorte - manje od 80 dana</b>
00	izrazito rane sorte - 80 dana
0	vrlo rane sorte - 90 dana
I	rane sorte - 100 dana
II	srednje rane sorte - 110 dana
III	rane srednje sorte - 120 dana
IV	kasne srednje sorte - 130 dana
V	srednje kasne sorte - 140 dana
VI	kasne sorte - 150 dana
VII	vrlo kasne sorte - 160 dana
VIII	izrazito kasne sorte - 170 dana

Izvor: Vratarić i sur., 2008.

## 2.7. Otpornost soje na stresne uvjete

Svaki biotički ili abiotički čimbenik, koji prelazi optimalnu granicu vrijednosti za rast i razvoj biljaka predstavlja stres. Tijekom vegetacije biljke su izložene različitim stresnim uvjetima sredine u kojoj se nalaze, koji nepovoljno djeluju na njihov rast i razvoj, te kvalitetu i prinos zrna. Biljke ne mogu izbjeći nepovoljne uvjete, ali neke sorte pokazuju veću, a neke manju otpornost na stresne uvjete. Tolerancija prema stresu je sposobnost biljke da se prilagode iznenadnim promjenama ukoliko se oni dogode i da pritom ne budu previše oštećena. Postoji nekoliko vrsta stresa: vodni stres, temperaturni stres, stres soli. Značajan problem u uzgoju biljaka je vodni stres, odnosno suša i od svih ekstremnih vremenskih nepogoda izazvanih klimatskim promjenama suša ima najveći ekonomski utjecaj na društvo (Spinoniet a., 2016.).

Suša je glavni i najčešći uzrok nestabilnosti prinosa najvažnijih poljoprivrednih kultura u R. Hrvatskoj (Pandžić et al., 2016.). Pod utjecajem klimatskih promjena, suša je veliki problem u svijetu jer uzrokuje inhibiciju rasta biljaka, a time i smanjenje ekonomske produktivnosti, posebno u aridnim i semiaridnim područjima (Knapp i sur., 2001., cit. Hren, 2014.). Najjače suše u Hrvatskoj pojavljuju se 1920.-tih, 1940.-tih, 1950.-

tih te početkom 2010.-tih. Jačina suše ovisi o mnogim čimbenicima, kao što su količina i raspodjela oborine tijekom godine, odnosno vegetacije, isparavanje i kapacitet tla za zadržavanje vode (Wery i sur., 1994., cit. Hren, 2014.). Sušu 2011/2012. označava ekstremno dugo trajanje u kontinentalnom području Hrvatske i najveća je suša od početka 20. stoljeća, a prema globalnim i lokalnim scenarijima klimatskih promjena u bližoj budućnosti, očekuju se sve češće suše jačeg intenziteta, a što će imati utjecaj na održivost proizvodnje najvažnijih poljoprivrednih kultura.

Potreba za vodom različita je u svakoj fazi razvoja. Suša u fazi nicanja uzrokuje neujednačeno nicanje, slab razvoj kvržičnih bakterija, te na slabije djelovanje herbicida. Većina radova u domaćoj i stranoj literaturi navodi da biljke soje u razdoblju od nicanja do početka cvatnje bolje podnose sušu nego u kasnijim fazama razvoja (Vratarić i sur., 2008.). Suša za vrijeme cvatnje i formiranja mahuna i zrna može uzrokovati njihovo opadanje. Najveći utjecaj na produkciju cvjetova po biljci soje ima oborina > 100 mm u periodu cvatnje jer značajno djeluju na povećan broj cvjetova po biljci. Prosječna temperatura zraka > 23°C i tla > 24°C u fazi cvatnje smanjuje broj cvjetova po biljci (Vratarić i sur., 2008.).

Promjene fizioloških procesa kao odgovor na sušu najčešće uključuje šest aspekata: (1) izbjegavanje suše preuranjenim završetkom životnog ciklusa, odnosno preuranjeno cvatnje kako bi se izbjeglo sušno razdoblje (Geber i sur., 1990., cit. Hren, 2014.), (2) izbjegavanje suše pojačavanjem kapaciteta primanja vode, razvijajući jači korijenski sustav ili smanjenjem pući i površine listova/ krošanja (Jackson i sur., 2000., cit. Hren, 2014.), (3) razvijanje otpornosti na sušu poboljšavanjem osmotske prilagodljivosti i pojačavanjem stanične stjenke kako bi se održala turgidnost (Morgan, 1984., cit. Hren, 2014.), (4) razvijanje otpornosti na sušu promjenom metaboličkog puta za preživljavanje stresnih uvjeta, primjerice povećanje metabolizma antioksidansa (Peñuelas i sur., 2004., cit. Hren, 2014.), (5) „napuštanje“ suše odbacivanjem pojedinačnih dijelova, primjerice odbacivanjem starih listova zahvaćenih vodnim stresom (Chaves i sur., 2003., Hren, 2014.), (6) razvijanje biokemijsko-fizioloških osobina koje su dugoročno izloženi suši, putem genetskih mutacija i genetskih modifikacija (Sherrard i sur., 2009.; Maherali i sur., 2010., cit. Hren, 2014.).

Blitz i sur., 2002., cit. Grgat, 2016.), ispitali su utjecaj temperature i suše tijekom sazrijevanja sjemena soje na povećane udjele tokoferola. Došli su do zaključka da vrijeme i klima mogu značajno utjecati na udio tokoferola. Posljedice suše moguće je smanjiti navodnjavanjem, gnojidbom i izborom boljih tala, ali je najučinkovitiji i najjeftiniji pristup



razvoj i upotreba sjemena tolerantnih sorti. Tolerantne sorte s drugim tehnološkim mjerama mogu uvelike smanjiti štete u klimatski nepovoljnim godinama. Tolerantnost na sušu ustvari predstavlja tolerantnost na promjene koje suša izaziva na razini stanica i molekula, a biljka ju postiže osmotskom regulacijom. Osmotska regulacija definirana je kao smanjenje osmotskog potencijala u stanici zbog aktivnog nakupljanja određenih osmolita tijekom smanjenog vodnog potencijala u listu. Aktivna akumulacija raznih osmolita u stanicama omogućuje da se procesi koji ovise o turgoru nastave do neke mjere i u stresnim uvjetima.

Postoje neke tvari koje pomažu pri osmotskoj regulaciji, a neke od tih su prolin i betin. Prolin i betin sudjeluju u osmoregulaciji biljaka kao odgovor na vodni stres odnosno manjak vode u stanici, ali mogu i štititi stanicu na više načina (Huang i sur., 2000., cit. Hren, 2014.). Tako sinteza prolina povećava kiselost citoplazme i može održavati odgovarajući odnos NADP<sup>+</sup>/NADPH (Hare i sur., 1997., cit. Hren, 2014.). Smatra se da prolin također stabilizira makromolekule, te da predstavlja zalihu ugljika i dušika za korištenje tijekom sušnog razdoblja (Kereša i sur., 2008., cit. Hren, 2014.). U poljoprivrednoj proizvodnji koristi se zeolit, mineral koji ima sposobnost upijanja i ravnomjernog otpuštanja vode i hranjivih tvari. Zeoliniti su hidratizirani aluminosilikati alkalnih i zemnoalkalnih minerala s beskonačno, otvorenom trodimenzionalnom strukturom (Mumpton, 1999., cit. Hren, 2014.), koja je sposobna reverzibilno izgubiti ili dobiti vodu. Zeoliniti mogu kontrolirati količinu vode upijanjem i polaganim otpuštanjem iste kako bi se spriječilo truljenje korijena i kontrolirali ciklusi isušivanja. Slika 6. prikazuje sušenje lišća soje.



Slika 6. Sušenje lišća soje  
*Izvor: Vlastita fotografija*

## **2.8. Agroekološki uvjeti**

### **2.8.1. Tlo**

Soja uspijeva na raznim tipovima tala, ali najbolje uspijeva na dubokim, strukturnim, plodnim tlima, bogatim humusom, s pH - vrijednošću 7, dobrih vodozračnih osobina, na kojima se ne stvara pokorica. Za razvoj kvržičnih bakterija na korijenu, potrebno je da tlo nije jako kiselo ni slano, da su vodozračni odnosi dobri, a hraniva dovoljna u pristupačnom obliku (Vratarić i sur., 2008.). Svaka sorta uspijeva na različitim tipovima tala. Ukoliko je tlo slabije plodno treba se više posvetiti gnojidbi. Na srednje plodnim tlima, ali s više oborine, postiže se prinos kao na plodnim tlima u aridnoj zoni (Vratarić i sur., 2008.). Osim plodnosti za soju je vrlo važna uređenost tla, jer se soja često sije na neadekvatno pripremljenim tlima.

### **2.8.2. Klima**

Soja ima vrlo širok areal rasprostranjenost pa se može uzgajati od tropske i suptropske pa sve do umjereno hladne biljno geografske zone što joj omogućuje velik broj sorata različitih grupe zriobe. Nadmorska visina je zanemariva ukoliko su ostali uvjeti zadovoljeni pa se tako soja može u tropima uspješno uzgajati i na 2.000 m n.v. (Vratarić i sur. 2008.).

### **2.8.3. Svjetlost**

Soja je biljka kratkoga dana koji, uz spektralni sastav i intenzitet svjetlosti, značajno utječe na rast i razvoj soje. Kao biljka kratkoga dana soja može procvasti samo u kratkome danu tj. ako je noć duža od 10, a prema novijim istraživanjima 12 - 13 sati. Duljina dnevnog osvjetljenja i spektralni sastav svjetla značajno utječe na rast i razvoj biljke soje (Vratarić i sur., 2008.). Većina sorata zahtjeva 10 i više sati mraka dnevno, a neke i 12 - 13 sati. Sorte soje adaptirane na sjeveru, tj. na većim geografskim širinama počet će cvatnju u dužem danu, nego sorte adaptirane na jug tj. kasne sorte. Ranije sorte osjetljive su na fotoperiodizam samo u vrijeme početka cvatnje dok su kasne sorte osjetljive u svim fazama (Vratarić i sur., 2008.). Svjetlost uvelike utječe na morfološke osobine soje kao što su visina biljke, visina do prve mahune, površina lista, polijeganje i drugo. Svjetlost je važna i za funkcioniranje fotosintetskog mehanizma koji utječe na fiksaciju dušika, ukupnu proizvodnju suhe tvari, urod zrna i drugo. Za normalnu fotosintezu potreban je intenzitet svjetlosti od 2.400 luksa što je oko 20 % svjetlosti koja obasjava biljku. Lišće najbolje apsorbira plavo - ljubičaste zrake valnih duljina 400 - 500 nm i crveno narančaste 600 - 700 nm, a svjetlost ostalih valnih duljina znatno slabije.

### **2.8.4. Toplina**

Kao i svakoj biljci i soji je potrebna toplina za odvijanje različitih životnih procesa. Prema Sunj Sin Dunu (1958.), cit. (Vratarić i sur., 2008. ) minimalna temperatura klijanja soje je 6 - 7°C, dovoljna 12 - 14°C, a optimalna 15 - 25°C, dok kod temperature > 33°C soja najbrže klije, ali su biljke tanke. Mraz od -5°C u fazi klijanja ne nanosi štetu soji dok cvjetovi na temperaturi -1 °C izmrzavaju. Tijekom intenzivnog rasta soja zahtjeva relativno visoku temperaturu, 20 - 25°C, dok niža temperatura u fazi cvatnje i sazrijevanja odgađa zriobu. Kod temperature < 14°C prestaje svaki rast. Nedozrele mahune pri temperaturi - 2,5°C se oštećuju, a na temperaturi -3,5°C izmrzavaju. Temperatura u razdoblju 20 - 30 dana prije zriobe najviše utječe na sadržaj ulja u zrnu, dok niska temperatura i obilne oborine pred zriobu produžuju fazu zrioba i smanjuju kakvoću zrna (Vratarić i sur., 2008.).

### **2.8.5. Voda (vlaga)**

Bilo kakav stres zbog viška ili manjka vode, u kombinaciji s vjetrom može izazvati promjene u biljci u vidu smanjenja metaboličkih aktivnosti i prinosa zrna (Vratarić i sur., 2008.). Za soju je vrlo važna uz vlagu tla i relativna vlaga zraka. U kritičnim fazama rasta relativna vlaga zraka ne bi smjela biti < 65%. Nedostatak oborine može se nadoknaditi izborom odgovarajućeg tla, te gnojidbom, pravilnom obradom tla i navodnjavanjem usjeva.

Iako voda u tlu ne predstavlja više od 0,064% ukupne vode, njezina uloga je vrlo velika budući da je to voda koju koristi biljka (Dadaček i sur., 2008.). Veliki utjecaj ima u kemijskim, biološkim i fiziološkim procesima. Njezin sadržaj u tlu se stalno mijenja i ovisi o vremenskim prilikama, ponajviše količini oborina. Nedostatak vlage u tlu smanjuje pokretljivost iona u biljci i površina korijena koja je u kontaktu s tlom, zbog čega dolazi do prekida kontinuiranog pritjecanja iona u slobodan prostor korijena. Nadalje, nedovoljna opskrbljenost tla s vodom izaziva gubitak vode iz listova što utječe na zatvaranje pući i smanjenja transpiracije. Pući se počinju zatvarati kada turgor u stanicama zapornicama počne opadati. I prekomjerna količina vode u tlu značajno utječe na zatvaranje pući a time i na transpiraciju. Plavljenje tla utječe na smanjenje koncentracije dušika tako i na ukupnu količinu dušika u biljci. U poplavljenim tlima usvajanje fosfora i kalija je također otežano.

Soja je ovisna o vodi, ona u svim fazama rasta i razvoja ima određene zahtjeve prema vodi. U vrijeme klijanja sjeme soje treba upiti > 50% od svoje mase vode da bi moglo proklijati. Suša nepovoljno djeluje na razvoj korijenovih kvržica. U razdoblju od nicanja do cvatnje, soja može izdržati kratki period suše bez utjecaja na prinos, ali usjev je niži nego u normalnim godinama. Višak vode u tlu je štetan, jer smanjuje pristupačnost kisika potrebnog za disanje korijena, nepovoljno utječe i na rast biljke. Pojavom prvog cvijeta potreba biljke za vodom raste, a ona je najveća u vrijeme oplodnje, stvaranja mahuna i nalijevanja zrna.

## **3. MATERIJALI I METODE**

Rezultati pokusa korišteni u izradi završnog rada dio su projekta AGRO-DRAUGHT-ADAPT (ADA), koji se provodi u suradnji s Agronomskim fakultetom sveučilišta u Zagrebu na 19 različitih lokacija. Istraživanje je provedeno sa svrhom da se ispita genetska adaptabilnost najvažnijih sorata soje u pogledu tolerantnosti na sušu radi

identifikacije superiorne germplazme i optimalnih metoda selekcije za potrebe oplemenjivanja i uzgoja. U pokusu su korištena 32 genotipa u četiri ponavljanja po slučajnom bloknom rasporedu. Sjetva je obavljena ručno i tijekom vegetacije prikupljani su meteorološki podaci kako bi se utvrdilo trajanje i intenzitet suše, te podaci vezani za fenološka opažanja i promjene na usjevu. Analizu tla radio je Poljoprivredni fakultet u Osijeku, a klimatski podaci su dobiveni iz Državnog hidrometeorološkog zavoda. Vlaga u tlu mjerena je svakodnevno irigometrom, a fenološka opažanja rađena su po deskriptorima za soju dobiveni od voditelja projekta ADA. Slika 7. prikazuje nicanje soje, a Slika 8. prorjeđivanje soje.



Slika 7. Nicanje soje

*Izvor: Vesna Samobor*



Slika 8. Prorjeđivanje soje

*Izvor: Vesna Samobor*

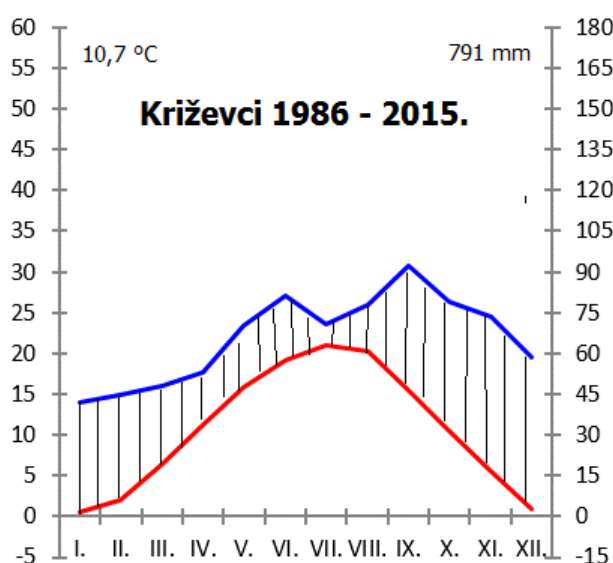
## 4. REZULTATI I RASPRAVA

### 4.1. Klima Križevaca

Tablica 5. Poljoprivredna ocjena klime Križevci, 1986. - 2015.

1986. – 2015.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	x, Σ
oborina u mm	41,7	45	48,3	52,8	70,2	81,1	70,5	78,1	92,4	78,9	73,2	58,8	791
temperatura, °C	0,5	2,0	6,4	11,2	15,8	19,2	21	20,3	15,5	10,5	5,6	0,9	10,7
Topl. Oznaka	N	hl	uhl	Ut	T	t	V	V	t	Ut	uhl	hl	ut
Mj.kišni faktor		22,3	7,5	4,7	4,4	4,2	3,4	3,8	6,0	7,5	13,1	65,3	74
Humidnost		ph	H	Sa	Sa	sa	A	Sa	sh	H	h	ph	h

Izvor: DhMZ



Grafikon 1. Klimatski dijagram po Walteru

Prema višegodišnjem prosjeku, srednja godišnja temperatura zraka u Križevcima za navedeno razdoblje je 10,7 °C. Najtopliji mjesec je srpanj, a najhladniji siječanj. Prosječna suma oborine je 791 mm. Najviše oborina padne u rujnu i lipnju pa možemo govoriti o proljetnom i jesenskom maksimumu. Najmanje oborine padne tijekom siječnja.

Prema toplinskoj oznaci Križevci su područje umjereno tople (ut) klime, a na osnovu Langova kišnog faktora to je područje humidne klime i klimatska oblast slabe šume. Na osnovi mjesečnog kišnog faktora, najsušniji je srpanj, semiaridni su travanj, svibanj, lipanj i kolovoz, semihumidan je rujanj, listopad, studeni i ožujak, dok su zimski mjeseci prehumidni mjeseci.

#### 4.2. Vremenske prilike u 2017.

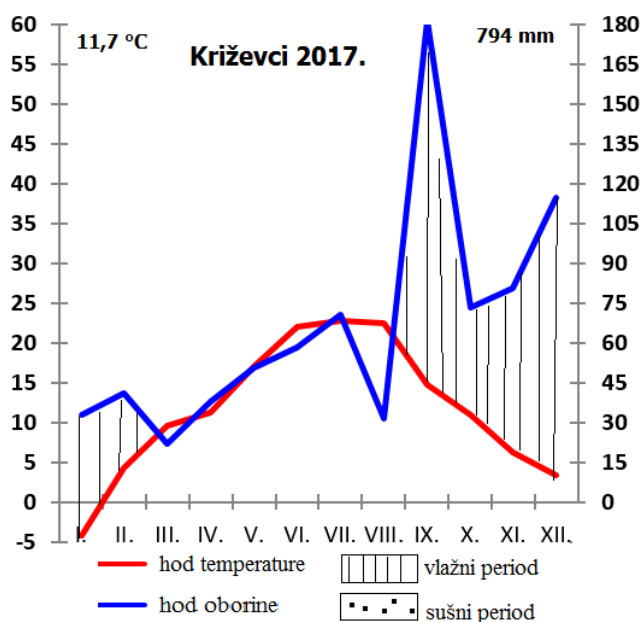
Na klimatske prilike je gotovo nemoguće utjecati. Dominantni klimatski elementi su temperatura zraka i količina oborina. Vremenske prilike nam određuju vrstu i kultivar, rokove sjetve jarih usjeva, obradu tla i gnojidbu, te potrebe navodnjavanja i protugradnu zaštitu. Ako se agrotehničke mjere pravilno provode moguće je usjevu osigurati povoljne uvjete. Soja je termofilna kultura s toga je bitno da su temperature tijekom vegetacije povoljne.

Za analizu klime su korišteni podaci dobiveni iz DHMZ-a za Križevce. Tablica 6. prikazuje temperaturu zraka i količinu oborina u 2017. u Križevcima, a Grafikon klimatski dijagram po Walteru.

Tablica 6. Srednje mjesečne temperature i količina oborina u 2017.

2017.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	$\Sigma$
temperatura u °C	-4,3	4,3	9,5	11,2	17,0	22	22,8	22,4	14,7	10,9	6,2	3,4	11,7
oborina u mm	32,9	40,8	21,7	37,7	50,4	58,1	70,5	31,5	181,7	73,2	80,6	114,8	794
Vlagazraka	80	78	65	65	65	62	61	66	80	80	81	81	72
brdana s kišom	1	7	3	8	7	5	2	1	19	6	13	10	82

Izvor: DhMZ



Grafikon 2. Klimatski dijagram po Walteru

Iz klimatskog dijagrama vidljivo je da je u 2017. palo 794 mm oborine, što je približno višegodišnjem prosjeku. Srednja godišnja temperatura iznosila je 11,7°C, što je za

1°C više od višegodišnjeg prosjeka. Najhladniji mjesec bio je siječanj sa srednjom mjesečnom temperaturom - 4,3°C, a najtopliji srpanj sa 22,8°C. Najvlažniji mjesec je bio rujan sa 181,7 mm oborine. Tijekom godina javila su se sušna razdoblja. Prvo sušno razdoblje javilo se u ožujku, drugo u lipnju, i treće ujedno najveće krajem srpnja i tijekom kolovoza. S toga vidimo da je 2017. izrazito sušna godina.

#### 4.3. Tlo

Pokus je postavljen na tabli T Visokog gospodarskog učilišta u Križevcima. Prije postavljanja pokusa uzeti su uzorci tla, a rezultati analize su prikazani u Tablici 5.

Tablica 7. Rezultati analize tla

tabla	dubina u cm	pH u		Y <sub>1</sub>	CaCO <sub>3</sub> u t ha <sup>-1</sup>	% humusa	Ukupni N %	mg/100g tla	
		H <sub>2</sub> O	1MKCl					P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
L - 13	0 - 30	6,09	5,44	2,41	-	1,93	0,14	33,45	29,90

Izvor: vlastito istraživanje

Reakcija tla u H<sub>2</sub>O je 6,09, a u 1MKCl-u 5,44 pa je tlo kisele reakcije. No, budući da je hidrolitska kiselost 2,4 kalcizacija je nepotrebna. Sadržaj humusa je 1,93% pa je tlo slabo humozno. Tlo je bogato opskrbljeno fosforom (33,45 mg/ 100g tla i kalijem (29,9 mg/ 100g tla).

Kako bi se odredila potrebna količina vlage za svaku kulturu, mora se izmjeriti na neki način. Na našem pokusu koristio se irigometar. Irigometar radi po principu tenziometara, konstantno mjeri trenutnu vlažnost tla u zoni korijenovog sustava biljke. Irigometar se sastoji od zatvorene cijevi napunjene vodom, specijalno vakuumiranog brojčanika i poroznog vrha koji se postavlja u tlo na željenu dubinu korjenove zone. Slika 9. prikazuje postavljanje irigometra i meteo stanice.



Slika 9. Postavljanje irigometra i meteo stanice

Izvor: Vesna Samobor

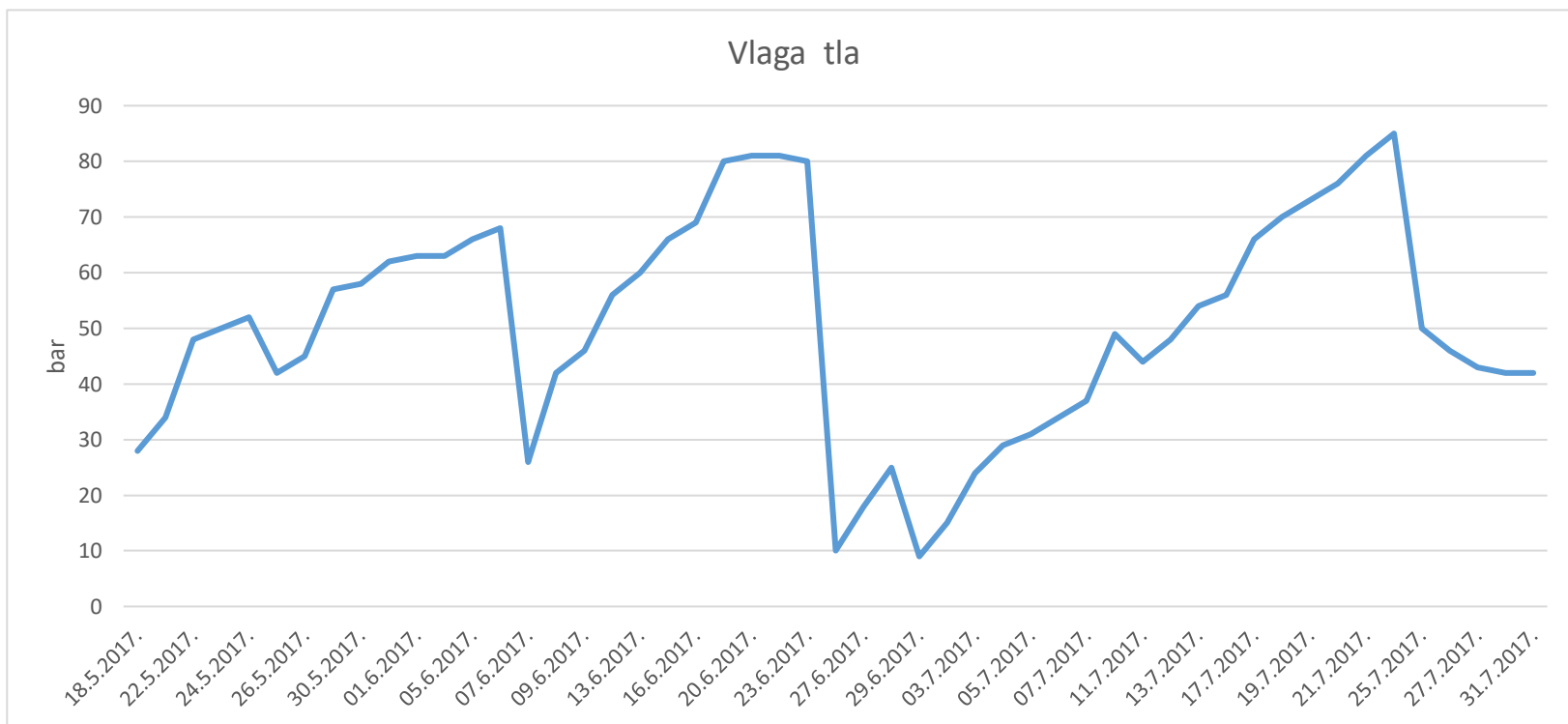


Tablica 8. Vrijednosti očitane na irigometru na području VGUK

Datum	Bar	Datum	Bar	Datum	Bar
18.5.2017.	28	12.6.2017.	56	07.7.2017.	37
19.5.2017.	34	13.6.2017.	60	10.7.2017.	49
22.5.2017.	48	14.6.2017.	66	11.7.2017.	44
23.5.2017.	50	16.6.2017.	69	12.7.2017.	48
24.5.2017.	52	19.6.2017.	80	13.7.2017.	54
25.5.2017.	42	20.6.2017.	81	14.7.2017.	56
26.5.2017.	45	21.6.2017.	81	17.7.2017.	66
29.5.2017.	57	23.6.2017.	80	18.7.2017.	70
30.5.2017.	58	26.6.2017.	10	19.7.2017.	73
31.5.2017.	62	27.6.2017.	18	20.7.2017.	76
01.6.2017.	63	28.6.2017.	25	21.7.2017.	81
02.6.2017.	63	29.6.2017.	9	24.7.2017.	85
05.6.2017.	66	30.6.2017.	15	25.7.2017.	50
06.6.2017.	68	03.7.2017.	24	26.7.2017.	46
07.6.2017.	26	04.7.2017.	29	27.7.2017.	43
08.6.2017.	42	05.7.2017.	31	28.7.2017.	42
09.6.2017.	46	06.7.2017.	34	31.7.2017.	42

*Izvor: vlastito istraživanje*

Na irigometru najveća količina vlage u tlu zabilježena je 29. lipnja 2017. - 9 bar-a.  
Najmanja količina vlage zabilježena je 24. srpnja 2017. - 85 bar-a.



Grafikon 3. Hod vlage u tlu

*Izvor: Vlastito istraživanje*

#### 4.4 Agrotehnika

Predkultura soji u pokusu bila je uljana repica. Nakon prašenja strništa u jesen je provedeno duboko jesensko oranje i osnovna gnojidba s 350 kg ha<sup>-1</sup> NPK 7-20-30. Nakon predsjetvene pripreme tla sjetvospremačem obavljena je ručna sjetva 20. travnja 2017. U pokusu na VGUK - a posijane su sorte različite grupe zriobe od 000 do II koje se siju u Hrvatskoj. Nakon nicanja korigiran je sklop na željenu gustoću. Irigometar i stanica su postavljeni 16. srpnja 2017.

#### 4.5. Fenološke faze soje

Temperatura zraka i vlažnost tla imaju vrlo veliku važnost prilikom prelaska biljaka soje iz jedna faze u drugu. Nicanje soje zabilježeno je 6. svibnja 2017.

Prve mahune se pojavljuju oko 14 dana poslije pojave prvih cvjetova. U normalnim uvjetima razvoj mahuna traje oko tri tjedna. Rast mahuna i povećanje sjemena u mahuni je sporo u početku odnosno za vrijeme preklapanja cvatnje i mahunanja. Nakon što cvatnja prestane, rast mahuna ubrzava. Suha tvar se nakuplja u sjemenu relativno brzo i ujednačeno u razdoblju od 30 - 40 dana.

Zapažanja na pokusu su se vršila 18. lipnja i 11. srpnja. 2017. Tablica 9. prikazuje fenološke faze pojedinog genotipa soje.

Tablica 9. Fenološke faze soje

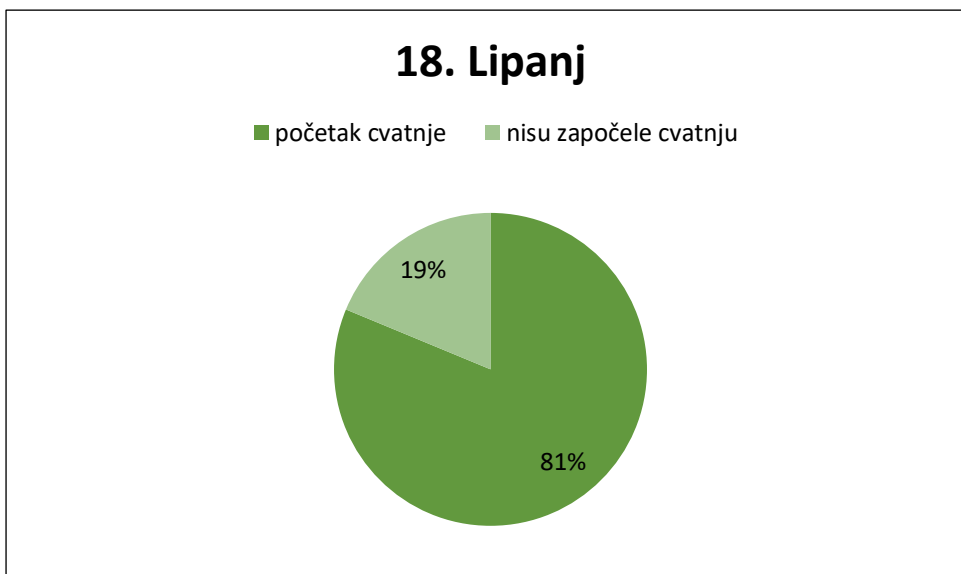
genotip	fenološka faza		genotip	fenološka faza	
	18.lip	11.srp		18.lip	11.srp
1	početak cvatnje	formiranje mahuna	17	početak cvatnje	formiranje mahuna
2	početak cvatnje	kraj cvatnje	18	početak cvatnje	formiranje mahuna
3	nisu započele cvatnju	formiranje mahuna	19	početak cvatnje	formiranje mahuna
4	početak cvatnje	formiranje mahuna	20	početak cvatnje	formiranje mahuna
5	početak cvatnje	formiranje mahuna	21	početak cvatnje	formiranje mahuna
6	početak cvatnje	formiranje mahuna	22	početak cvatnje	formiranje mahuna
7	početak cvatnje	formiranje mahuna	23	početak cvatnje	formiranje mahuna
8	početak cvatnje	puna cvatnja	24	početak cvatnje	formiranje mahuna
9	početak cvatnje	formiranje mahuna	25	početak cvatnje	formiranje mahuna
10	nisu započele cvatnju	formiranje mahuna	26	početak cvatnje	formiranje mahuna

11	nisu započele cvatnju	puna cvatnja	27	početak cvatnje	formiranje mahuna
12	nisu započele cvatnju	kraj cvatnje	28	početak cvatnje	formiranje mahuna
13	početak cvatnje	formiranje mahuna	29	početak cvatnje	kraj cvatnje
14	početak cvatnje	formiranje mahuna	30	početak cvatnje	formiranje mahuna
15	nisu započele cvatnju	kraj cvatnje	31	početak cvatnje	formiranje mahuna
16	nisu započele cvatnju	formiranje mahuna	32	početak cvatnje	formiranje mahuna

*Izvor: Vlastito istraživanje*

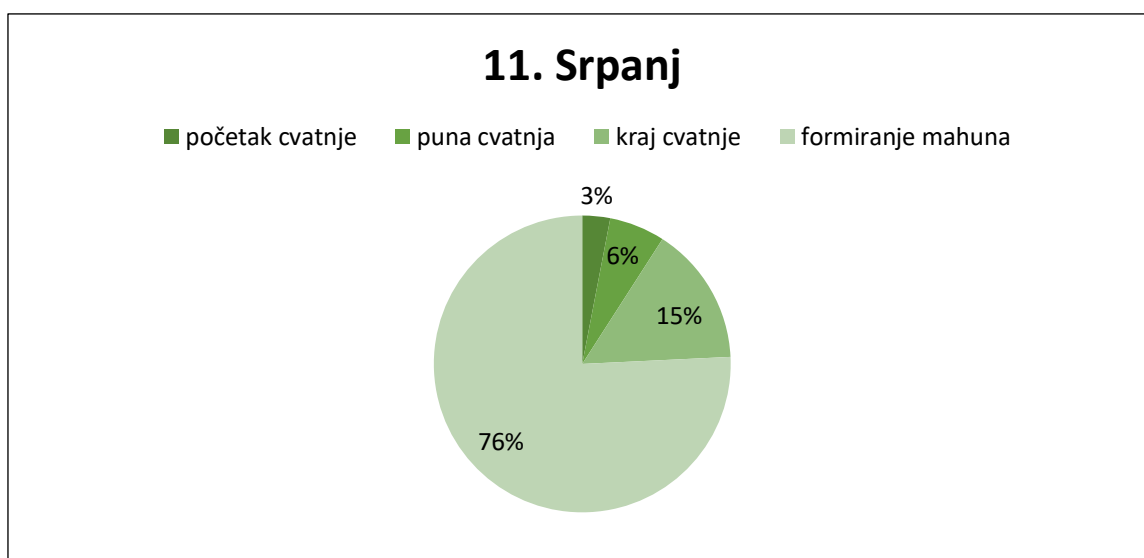
Na ranijim sortama 18. lipnja zabilježen je  $R_1$  stadij (početak cvatnje). Soja je u  $R_1$  stadiju ukoliko je otvoren jedan cvijet na bilo kojem nodiju stabljike. U fazi cvatnje nisu poželjne ni visoke niti niske temperature, jer dolazi do opadanja cvjetova. Sorte koje su ranije cvjetale, počele su i ranije formirati mahune. Tako je na nekim sortama formiranje mahuna zabilježeno 11. srpnja 2017. dok su kasnije sorte tek tad cvjetale. Do stadija  $R_2$  (puna cvatnja) dolazi kada je jedan cvijet otvoren na jednom od dva najviša nodija na glavnoj stabljici s potpuno razvijenim listovima. Na nekim sortama stadij  $R_2$  je također zabilježen 18. lipnja na nekim sortama.

Na ranijim sortama 18. lipnja zabilježen je stadij  $R_3$  (početak formiranja mahuna). Formiranje mahuna započinje kada je na stabljici mahuna dužine 5 mm na jednom od četiri najviša nodija na glavnoj stabljici s potpuno razvijenim listovima, a 11. srpnja. 2017. je zabilježeno na gotovo svim sortama.



Grafikon 4. Udio biljaka soje u pojedinoj fazi razvoja 18. lipnja  
Izvor: Vlastiti izračun

Grafikon 4. prikazuje udio biljaka soje u pojedinoj fazi razvoja 18. lipnja. Na grafikonu vidljivo je da je 81% biljaka soje 18. lipnja započelo cvatnju, a 19% biljaka istog dana nije započela cvatnju.



Grafikon 5. Udio biljaka soje u pojedinoj fazi razvoja 11. srpnja  
Izvor: Vlastiti izračun

Grafikon 5. prikazuje udio biljaka soje u pojedinoj fazi razvoja 11. srpnja. Iz grafikona vidljivo je da je 76% biljaka u fazi formiranja mahuna, 15% ih je na kraju cvatnje, 6% u punoj cvatnji, a samo 3% tek na početku cvatnje.

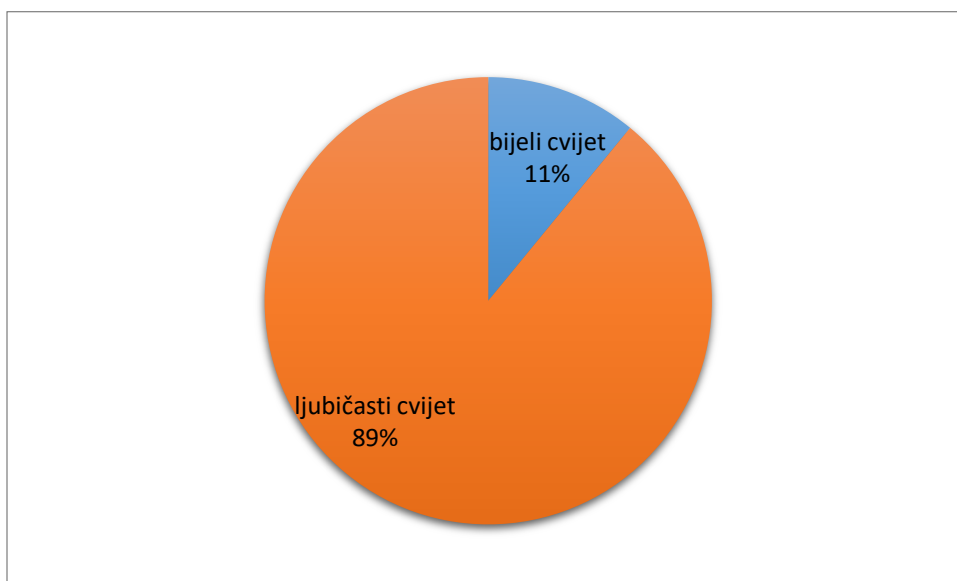


Slika10. Formiranje mahuna

*Izvor: Vlastita fotografija*

#### **4.6. Zastupljenost pojedine boje cvjetova na soji**

Već je rečeno da soja može imati različitu boju cvijeta. U našem pokusu korišteni su genotipovi koji su imali bijeli i ljubičasti cvijet.



Graf 6. Zastupljenost boja cvjetova

*Izvor: Vlastito istraživanje*

Grafikonom 6. je prikazan postotak biljaka s bijelim cvijetom u odnosu na biljke s ljubičastim cvijetom. Postotak biljaka s ljubičastim cvijetom iznosio je 89%, a postotak biljaka s bijelim cvijetom 11%.

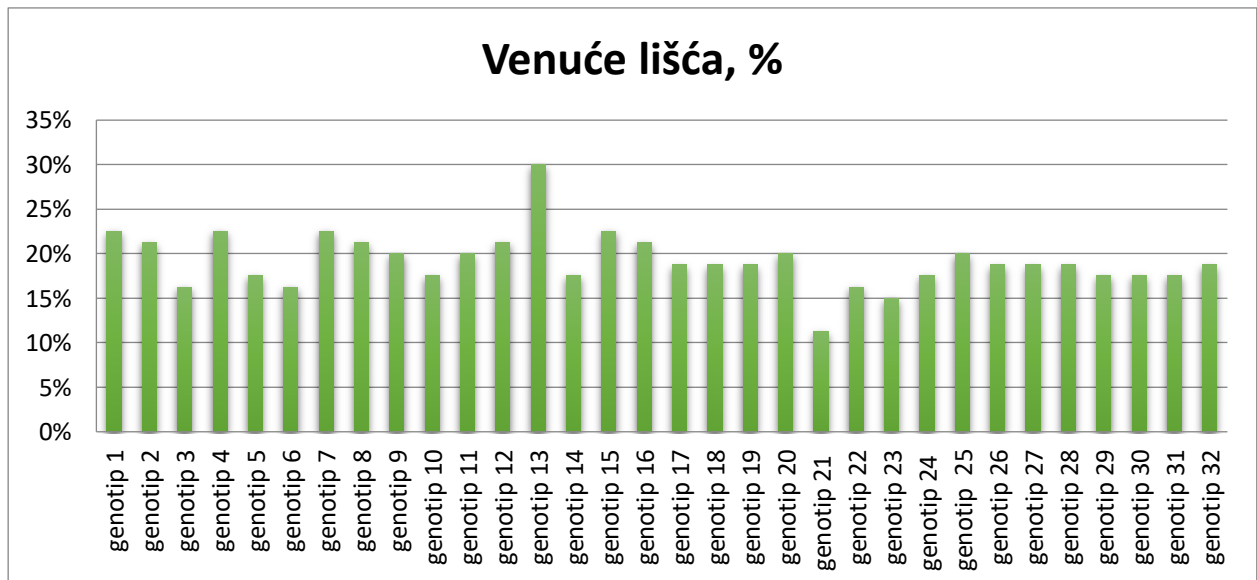


Slika 11. Soja u cvatnji

Izvor: Vlastita fotografija

#### 4.7. Venuće lišća soje

Venuće lišća javlja se samo u uvjetima suše. S obzirom na to da je na području Križevaca u toku vegetacije bilo sušnih razdoblja, evidentirano je venuće na lišću soje što je posljedica zakretanja plojke lista. Opažanja su provedena tri puta u toku vegetacije; 18. lipnja 11. i 20. srpnja 2017. Tijekom prva dva pregleda venuće nije zabilježeno, što je povezano s vlagom tla i vremenskim prilikama.



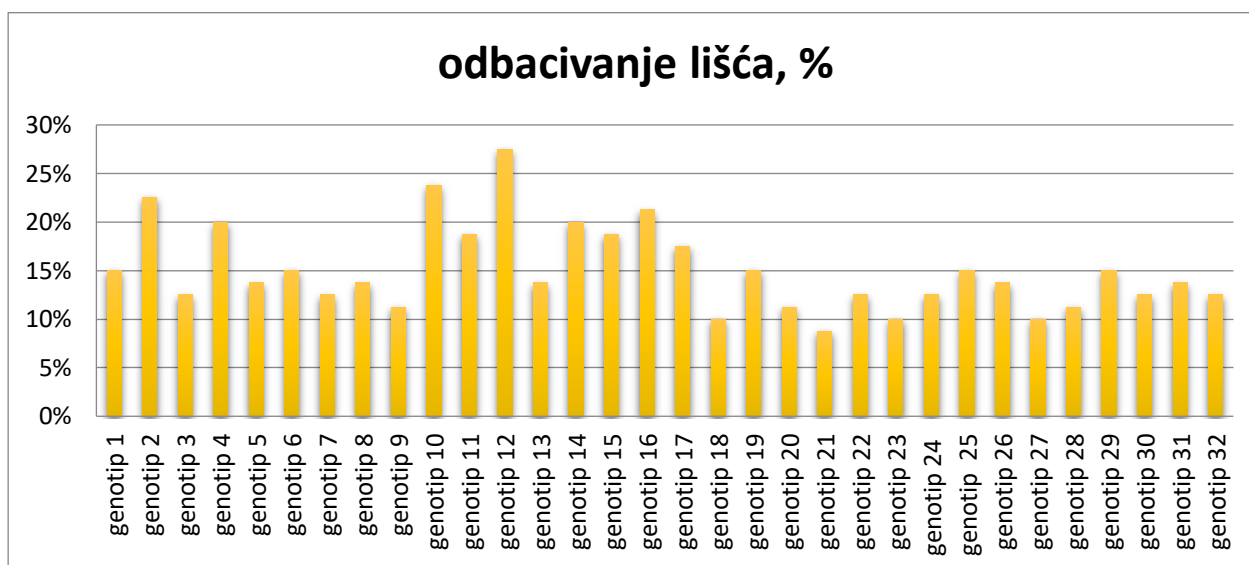
Grafikon 7. Prosječne vrijednosti venuća lišća na pojedinom genotipu soje

Izvor: Vlastiti izračun

Grafikon 7. prikazuje prosječne vrijednosti venuća lišća pojedinog genotipa soje. Na grafikonu je vidljivo da genotip 13 ima najveći postotak uvrnutog lišća - 30%, a najmanji postotak uvrnutog lišća ima genotip 21 – 11 %.

#### 4.8. Odbacivanje lišća soje

Nakon što je na biljkama soje zabilježeno venuće lišća, dolazi do odbacivanja lišća, što je još jedan simptom nedostatka vlage. Evidentiranje postotka odbačenog lišća također se temeljilo na vizualnoj procjeni. Kada se na 2/3 i više utvrdi 10% odbačenog lišća bilježi se početak odbacivanja lišća, a ako na 2/3 i više utvrdi 95 – 100% odbačenog lišća bilježi se potpuno odbacivanje lišća. Zapažanje za odbacivanje lišća vršilo se 20. srpnja 2017.



Grafikon 8. Prosječne vrijednosti odbačenog lišća na pojedinom genotipu soje

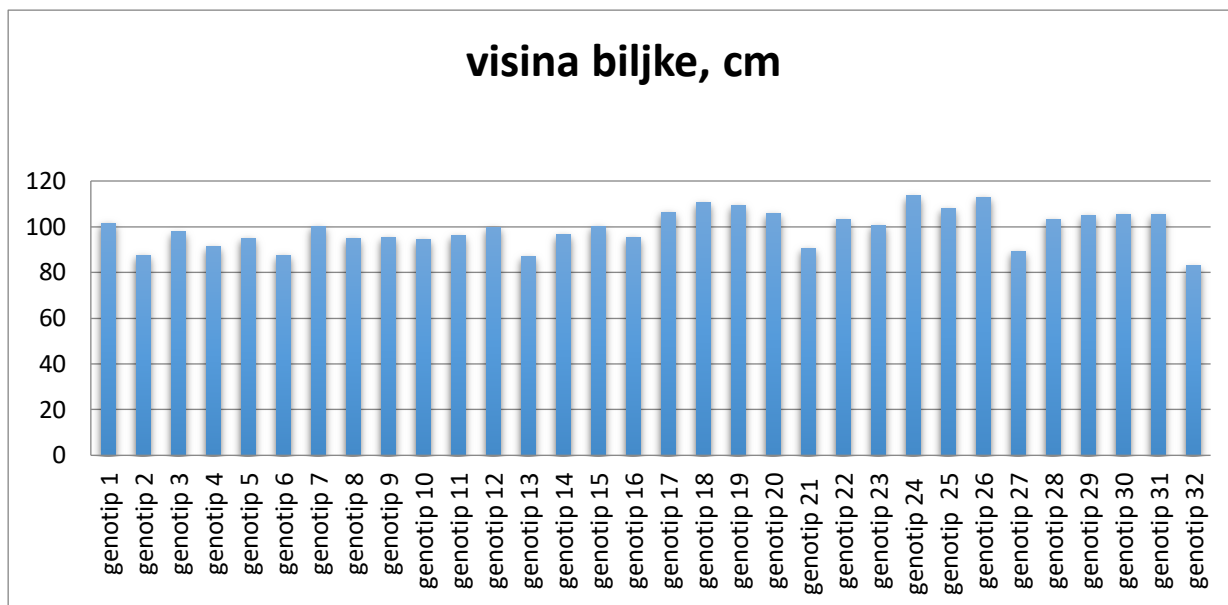
*Izvor: Vlastiti izračun*

Grafikon 8. prikazuje prosječne vrijednosti odbačenog lišća na pojedinom genotipu soje. Najveći postotak odbačenog lišća zabilježen je na genotipu 12 – 28%, a najmanji na genotipu 21 - 9%.

#### 4.9. Visina biljake

Visina biljke ponajviše ovisi o genotipu, te uvjetima i načinu uzgoja. Visina biljke utječe na urod, polijeganja i učinak mehanizirane žetve i u oplemenjivanju soje. Selekcija na poželjnu visinu od velike je važnosti za stvaranje sorti široke adaptabilnosti pa je visina biljaka važno agronomsko svojstvo, koje utječe na urod i kakvoću usjeva. Postoje velika variranja u visini biljaka soje, a optimalna visina je između 90 i 120 cm. Rok sjetve uvelike utječe na visinu stabljika soje, a s pomicanjem roka sjetve djeluje se na smanjenje visine stabljika. Visina biljke mjerena je 20. srpnja 2017. i prikazana je sljedećim grafikonom.





Grafikon 9. Prosječne visine biljaka na pojedinom genotipu soje

*Izvor: Vlastiti izračun*

Grafikon 9. prikazuje prosječne visine biljaka na pojedinom genotipu soje. Iz grafikona je vidljivo da je najviši genotip 24 - 113,5 cm, a najniži genotip 32 - 83 cm.

## 5. ZAKLJUČAK

Nakon višemjesečnog praćenja fenoloških faza i vremenskih prilika možemo zaključiti da vlažnost tla i klimatski uvjeti imaju jako veliki utjecaj na razvoj soje. Tijekom vegetacije zabilježena su venuća, pa čak i odbacivanje lišća na biljkama, naravno ne na svim sortama i u istoj količini. Što nas dovodi do zaključka da nisu samo klimatski uvjeti i vlaga tla bitni za razvoj soje već da je kvaliteta genotipa jako bitna za razvoj biljaka. Zato oplemenjivači kontinuirano rade na stvaranju novih i otpornijih kultivara. Promatrajući biljke vidjeli smo da se genotipovi razlikuju po nekim morfološkim svojstvima, u našem slučaju po obliku lista i boji cvijeta. Također, vidjeli smo koliko biljke otprilike trebaju vremena od jedne faze razvoja do druge i kako to izgleda u prirodi. Soja je danas jedna od glavnih kultura koja služi za prehranu ljudi i hranidbu životinja. Vrijednost soje nije još uvijek iskorištena. Kada bi ju koristili u razne svrhe i u preradi ona bi mogla biti iskorištena 100%. Za očekivati je da će iskoristivost soje u budućnosti još više rasti i da će se u Europi naći među vodećim kulturama.

## 6. SAŽETAK

Soja je kultura koja je danas rasprostranjena širom svijeta. Na području Hrvatske soja se prvi put pojavljuje između 1876. i 1878. godine. Najveće površine zasijane sojom nalaze se u Sjevernoj Americi, dok u Hrvatskoj se najveće površine sojom nalaze u Slavoniji i Baranji. Agrotehnička važnost soje je vrlo velika jer soja posjeduje kvržice koje se nalaze na korijenu biljaka i žive u simbiozi s bakterijama. Njihov zadatak je da dušik iz zraka pretvaraju u dušik lako pristupačan biljkama -  $N_2$ . Klimatski uvjeti i vlaga tla imaju veliki značaj u rastu i razvoju soje. Od svih ekstremnih nepogoda suša ima najveći utjecaj na soju. Štetna je za sve faze razvoja pa tako i na sam prinos biljaka. Na pokusu soje zbog manjka vlage zabilježena su mnoga venuća ali i opadanja lišća. Na nekim genotipovima bilo je više, a na nekima manje izraženo, ovisno o genotipu. Pokus soje je zasijan baš iz tog razloga, kako bi se vidjelo kako suša utječe na koji genotip. Na temelju meteoroloških podataka i vlage u tlu vršila se analiza podataka da se vidi kako koji genotip podnosi sušu. Pokus je zasijan 20. travnja 2017. u pokusu su korištena 32 genotipa, koje su zasijane u četiri repeticije. Tijekom vegetacije zabilježene su faze razvoja, venuća, visine, odbacivanja lišća i klimatske prilike. Nicanje soje zabilježeno je 6. srpnja 2017. Cvjetovi su se počeli formirati 18. lipnja, a na nekim 21. lipnja, dok su na ovima koje su prije cvale već bile formirane mahune. Dana 18. lipnja i 11. srpnja 2017. nisu zabilježena nikakva venuća, već tek 20. srpnja 2017. kada je bilo više sušnih razdoblja nego vlažnih što je negativno utjecalo na soju. Dana 20. srpnja 2017. na nekim biljkama zabilježeno je odbacivanje lišća. Klimatske prilike kao i kvaliteta same sorte imaju veliki utjecaj na biljke što se vidjelo u našem pokusu soje.

**Ključne riječi:** soja, vlažnost tla, klimatske prilike, venuće lišća, odbacivanje lišća

## 7. LITERATURA

1. Beljo, Jure ; 2012. Tehnike oplemenjivanja bilja, skripta, Sveučilište u Zadru, Zadar.
2. Dadaček, Nada; Peremin-Volf Tomislava. 2009. *Agroklimatologija*. Visoko gospodarsko učilište u Križevcima. Križevci
3. DHMZ (2017.). Meteorološki podatci i informacije za potrebe izrade završnog rada.
4. DZS (2017) Republika Hrvatska. DZS-Hrvatski zavod za statistiku, (<http://www.dzs.hr/>)
5. Gagro, Mirko; 1997. Ratarstvo obiteljskoga gospodarstva: žitarice i zrnate mahunarke. Zagreb
6. Grgat, A. (2016.): Utjecaj kultivara na udjel i sastav tokoferola sirovog sojinog ulja, Diplomski rad, Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Zagreb
7. Hren, M. (2014.): Učinak suše na fiziološke pokazatelje u pšenice (*Triticumaestivum* L.) i rajčice (*Solanum Lycopersicum* L.), diplomski rad, Prirodoslovno- matematički fakultet, Zagreb
8. Kozumplik i Pejić (ur). Oplemenjivanje poljoprivrednog bilja u Hrvatskoj. Monografija, Zagreb, 2012
9. Pandžić et al., 2016: Drought indices for Zagreb and drought damages in Croatia. (u pripremi za publiciranje)
10. Spinoni, J., Naumann, G., Vogt, J., Barbosa, P. (2016). Meteorological Droughts in Europe: Events and Impacts – Past Trends and Future Projections. Publications Office of the European Union, Luxembourg, EUR 27748 EN, doi:10.2788/450449
11. Sudarić, A. i sur.: Heterozis i heterobeltiozis za komponente uroda zrna soje, <https://hrcak.srce.hr> (15. veljače. 2018.)
12. Vlastiti izračuni
13. Vratarić, M. i Sudarić, A. (2008): Soja, Poljoprivredni institut Osijek, Osijek
14. Vratarić, M., Sudarić, A.(2008): Značenje, dostignuća i trendovi u oplemenjivanju soje u Poljoprivrednom institutu Osijek, Poljoprivredni fakultet Osijek, Osijek