

MIKOPOPULACIJA SOJE

Rešetar Pečnik, Anica

Professional thesis / Završni specijalistički

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek /
Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:151:052918>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-23**



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](#)



REPUBLIKA HRVATSKA
SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA
U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Anica Rešetar Pećnik, dipl.ing.

MIKOPOPULACIJA SOJE

SPECIJALISTIČKI RAD

Osijek, 2019.

REPUBLIKA HRVATSKA
SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA
U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Anica Rešetar Pećnik, dipl.ing.

MIKOPOPULACIJA SOJE

-Specijalistički rad -

Osijek, 2019.

REPUBLIKA HRVATSKA
SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA
U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Anica Rešetar Pećnik, dipl. ing.

MIKOPOPULACIJA SOJE

-Specijalistički rad -

Mentor: prof. dr. sc. Karolina Vrandečić

Povjerenstvo za ocjenu:

1. prof. dr. sc. Jasenka Čosić, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, predsjednik
2. prof. dr. sc. Karolina Vrandečić, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, član
3. dr. sc. Tomislav Duvnjak, Poljoprivredni institut Osijek, član

Osijek, 2019.

REPUBLIKA HRVATSKA
SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA
U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Anica Rešetar Pećnik, dipl.ing.

MIKOPOPULACIJA SOJE

-Specijalistički rad -

Mentor: prof. dr. sc. Karolina Vrandečić

Povjerenstvom za obranu:

- 1. prof. dr. sc. Jasenka Ćosić, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, predsjednik**
- 2. prof. dr. sc. Karolina Vrandečić, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, član**
- 3. dr. sc. Tomislav Duvnjak, Poljoprivredni institut Osijek, član**

Osijek, 2019.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Specijalistički rad

Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek
Poslijediplomski Specijalistički studij

UDK:

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti

Znanstveno polje: Poljoprivreda

Grana:

MIKOPOPULACIJA SOJE

Anica Rešetar Pećnik, dipl.ing.

Rad je izrađen na Fakultetu Agrobiotehničkih znanosti Osijek Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Mentor: prof.dr.sc. Karolina Vrandečić

Različite vrste gljiva, bakterija i virusa mogu se izolirati sa biljaka soje tokom vegetacije kao i sa zrna soje. Stoga je praćenje zdravstvenog stanja biljaka i praćenje zdravstvenog stanja sjemena od velike važnosti kako bismo znali koje bolesti tijekom proizvodnje soje nam limitiraju ostvarenje visokih prinosa. Tijekom dvije godine (2015., 2016.) postavljeni su sortni pokusi na lokaciji Sopot, Vinkovci. Praćeno je zdravstveno stanje biljaka soje tijekom vegetacije i zdravstveno stanje zrna soje nakon vršidbe. U pokusu 2015. godine bilo je zasijano 24 sorte, a u 2016. godini 19 sorata soje. S obzirom na zasijane genotipove u obje godine istraživanja utvrđena je različita otpornost genotipova na bolesti. Sorte zasijane u pokusu pripadale su domaćem i stranom sortimentu. Pojava uzročnika bolesti soje je utvrđena, ali nisu utvrđena odstupanja u intenzitetu zaraze nekim od patogena u odnosu na prethodna istraživanja niti pojava novih uzročnika bolesti.

Broj stranica:	67
Broj grafikona:	3
Broj slika:	32
Broj tablica:	10
Broj literaturnih navoda:	55
Jezik izvornika:	hrvatski
Ključne riječi:	soja, mikopopulacija, vegetacija, sjeme, genotip, okolinski uvjeti

Datum obrane:

Povjerenstvo za obranu:

1. prof. dr. sc. Jasenka Ćosić, Agrobiotehnički fakultet u Osijeku, predsjednik
2. prof. dr. sc. Karolina Vrandečić, Agrobiotehnički fakultet u Osijeku, član
3. dr. sc. Tomislav Duvnjak, Poljoprivredni institut Osijek, član

Rad je pohranjen u: Nacionalna i sveučilišna knjižnica u Zagrebu, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Sveučilište u Zagrebu, Sveučilište u Rijeci, Sveučilište u Splitu

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Josip Juraj Strossmayer in Osijek

Expert thesis

Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek
Postgraduate specialized study: Plant Protection

UDK:

Scientific area: Biotechnical Sciences

Scientific field: Agriculture

Branch:

SOYBEAN MYCOPOPULATION

Anica Rešetar Pećnik, B.Sc.

Expert thesis performed at Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, University of Josip Juraj Strossmayer in Osijek

Supervisor: Prof. dr. sc. Karolina Vrandečić

Different types of fungi, bacteria and viruses can be isolated from soybean plants during vegetation as well as with soybean grain. Therefore, monitoring the plant health status and monitoring the health status of the seed is of great importance in order to know which diseases during soybean production limit us the achievement of high yields. During the two years (2015, 2016) varietal experiments were set up at Sopot, Vinkovci. The health status of soybeans during the vegetation and the health status of the soybean grain was monitored. In the experiment in 2015, 24 varieties were sown, and in 2016, 19 soybean varieties. Considering the sown genotypes in both studies, different resistance to disease genotypes has been established. The varieties in the trial belonged to domestic and foreign assortments. The appearance of soybean pathogens has been established, but no differences in the intensity of some of the pathogens from the previous studies or the emergence of new pathogens have been established.

Number of pages: 67

Number of figures: 3

Number of pictures: 32

Number of tables: 10

Number of quotations: 55

Original language: croatian

Key words: soybean, mycopopulation, vegetation seed, genotypeenvironmental conditions

Date of the expert thesis defense:

The Thesis Defense Board:

1. prof. dr. sc. Jasenka Čosić, Agrobiotehnički fakultet u Osijeku, predsjednik
2. prof. dr. sc. Karolina Vrandečić, Agrobiotehnički fakultet u Osijeku, član
3. dr. sc. Tomislav Duvnjak, Poljoprivredni institut Osijek, član

The thesis has been deposited in: Faculty of Agriculture in Osijek, Kralja Petra Svačića 1d, 31000 Osijek, Republic of Croatia Josip Juraj Strossmayer University of Osijek

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. CILJ RADA	5
3. NAJZNAČAJNIJE BOLESTI SOJE	6
3.1. <i>Peronospora manshurica</i> (Naumov) Syd.....	6
3.2. <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> (Lib.) de Bary	7
3.3. <i>Diaporthe / Phomopsis</i> vrste	8
3.4. <i>Cercospora kikuchii</i> (Tak Matsu. i Tomoy) Gardner	11
3.5. <i>Alternaria</i> sp.	12
3.6. <i>Macrophomina phaseolina</i> (Tassi) Goid.....	13
3.7. Fuzarioze soje	14
3.8. <i>Colletotrichum truncatum</i> (Schwein.) Andrus & W.D. Moore.....	15
3.9. Bakterije na sjemenu soje	16
3.10. Virusi na sjemenu soje	17
4. MATERIJAL I METODE RADA	18
5. AGROEKOLOŠKI UVJETI TIJEKOM ISTRAŽIVANJA	24
5.1. Osnovne značajke klime.....	24
5.2. Temperatura zraka	24
5.3. Oborine.....	25
5.4. Relativna vlaga zraka.....	28
6. REZULTATI	29
6.2. Zdravstveno stanje zrna soje u 2015. godini	34
6.3. Zdravstveno stanje biljaka soje u 2016. godini	40
6.4. Zdravstveno stanje zrna soje u 2016. godini	42
7. RASPRAVA	45
8. ZAKLJUČAK	51
9. LITERATURA	53

1. UVOD

Soja *Glycine max* (L.) Merr. vodeća je uljna i bjelančevinasta kultura, čije se zrno koristi kao izvor jestivih ulja i bjelančevina, kako za ishranu ljudi tako i za ishranu stoke te u razne industrijske svrhe. Jedina je biljna namirnica koja sadrži sve esencijalne aminokiseline i jedna je od najistraživanijih mahunarki. Soja je suptropska biljka podrijetlom iz jugoistočne Azije koja pripada porodici *Fabaceae*. U Europu je donesena oko 1700. godine, a u velikim razmjerima soja se počela proizvoditi 1800. godine u SAD-u.

Sadržaj bjelančevina i ulja u sjemenu soje varira u širokom rasponu ovisno o genotipu. Sadržaj bjelančevina kreće se od 34,1 do 56,8 %, a sadržaj ulja od 8,3 do 27,9 % u suhoj tvari.

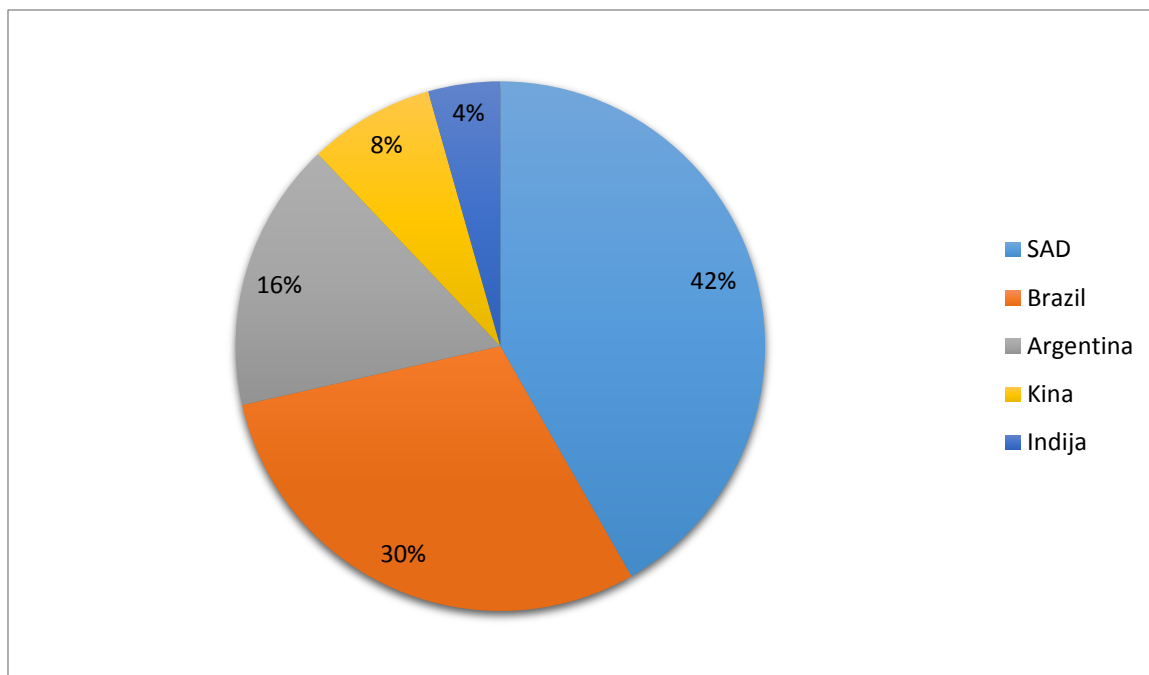
Zbog sposobnosti da s bakterijom *Bradyrhizobium japonicum* (Kirchner) Jordan stvori simbiozni odnos, soja je poželjna kultura u plodoredu jer obogaćuje tlo dušikom (40 do 60 kg/ha) (Pospišil, 2010.).

Pri preradi soje, najveći dio prerađenog sojinog zrna u svijetu koristi se za ishranu stoke, budući da upotreba sirovog sojinog zrna u ishrani stoke nije pokazala zadovoljavajuće rezultate.

Prerodom sojinog zrna mogu se dobiti i drugi proizvodi koji se koriste za prehranu ljudi i domaćih životinja poput brašna, ulja, sojinog griza, sačme. Navedeni proizvodi mogu se koristiti i kao sirovine u kemijskoj, farmaceutskoj i prehrambenoj industriji, a s novim znanstvenim otkrićima soja se pokazala od velikog značaja u prevenciji i liječenju kroničnih bolesti. Sójino ulje koristi se u prehrambenoj, kemijskoj, tekstilnoj, automobilskoj i avionskoj industriji.

Soja je porijeklom iz Azije i na istoku ima dugu povijest u ishrani domaćih životinja i ljudi. Danas se sije u više od 60 zemalja svijeta. Uzgoj soje u Europi počinje u 19. stoljeću. Njena masovna proizvodnja i prerada počinje tek nakon izgradnje prve tvornice za preradu zrna soje 1908. godine u Engleskoj (Pospišil, 2010.).

Soja po proizvodnji zauzima peto mjesto u svijetu, odmah poslije riže, pšenice, ječma i kukuruza. Najveći proizvođač soje kako je vidljivo iz Grafikona 1. je SAD, zatim Brazil, Argentina, Indija i Kina koji proizvode soju u milijunima tona.



Grafikon 1. Najveći svjetski proizvođači soje (%).

(Izvor: <http://www.soya-food.com/soy-world-production.html>)

Svjetska proizvodnja soje ima stalnu tendenciju porasta, općenito s povećanjem ljudske populacije, stoga su predviđanja da će i dalje rasti površine zasijane sojom i prosječni urod zrna po hektaru.

Odjel za poljoprivredu Ujedinjenih naroda procjenjuje da će proizvodnja soje u 2017. godini iznositi 348.040.000 t , što je više za 11,8% u odnosu na 2016. godinu. Proizvodnja za 2017. godinu u različitim zemljama prikazana je u Tablici 1. (www.globalsoybeanproduction.com).

Tablica 1. Proizvodnje soje u svijetu u 2017. godini

Sjedinjene Američke Države	120.065.000 t
Brazil	120.800.000 t
Argentina	37.800.000 t
Kina	15.200.000 t
Indija	8.350.000 t
Paragvaj	9.810.000 t
Kanada	7.717.000 t
Europska Unija	2.660.000 t

Vratarić i Sudarić (2008.) navode da se soja u Hrvatskoj prvi puta pojavljuje u vrijeme Austro - Ugarske kada je pokuse provodio austrijski biokemičar Friedrich Haberlandt čije je sorte kupila austrijska vlada.

Značajnija proizvodnja počinje 1934. godine izgradnjom tvornice ulja u Zagrebu. Tijekom drugog svjetskog rata soja se u Hrvatskoj proizvodila za potrebe Njemačke, a pokušavala se proizvoditi na većim površinama. Šezdesetih godina prošlog stoljeća proizvodnja soje u Hrvatskoj doživljava krizu te gotovo nestaje s hrvatskih polja zbog niskih uroda i velikih troškova proizvodnje.

Ponovni porast proizvodnja doživljava nakon pada cijene soje i njezinih proizvoda na svjetskom tržištu. Početak povećanja površina pod sojom povezan je s izgradnjom tvornica za preradu soje u Zadru i Vojvodini, a boljoj prodaji pridonio je i razvoj tehnologije i znanosti. Posebno treba napomenuti područje Osijeka u kojem su proizvođači soje uvelike doprinijeli povećanju površina na kojima se uzgaja soja u Hrvatskoj uvođenjem novih domaćih sorti koje su bile prilagođene uzgoju u kontinentalnim klimatskim uvjetima.

Danas se nastoji povećati proizvodnju soje koja nije genetski modificirana (GMO free soja) u Hrvatskoj, a tako i u Europi sa sadašnjih 3% obradivih površina u EU zbog povećane potražnje. To se postiže potpisivanjem deklaracije „Dunav soja“ koju je predložila Austrija, a potpisnice deklaracije su Njemačka, Austrija, Mađarska, Slovenija, BiH, Srbija, Švicarska, Rumunjska, Poljska, Bugarska, Moldavija, Ukrajina i Slovačka. Provedbom projekta „Dunav soja“ planira se zasijati ukupno 1,8 milijuna ha soje na obradivim površinama zemalja potpisnica. Projekt prepoznaje kvalitetu Hrvatske soje i resursa (<https://sveogmo.wordpress.com/page/3/>). Uslijed toga došlo je do porasta proizvodnje soje u Hrvatskoj koja je u 2014. godini bila posijana na 47.000 ha s proizvodnjom 131.000 t, a u 2105. godini bilo je zasijano 88.000 ha s proizvodnjom od 195.000 t (<http://www.glas-slavonije.hr/292040/7/Hrvatska-medju-15-zemalja-koje-su-povecale-proizvodnju-soje>).

U svijetu je opisano više od 100 patogena soje, a smatra se da njih 35 može izazvati ekonomski značajne štete (Aćimović, 1988., Sinclair i Backman, 1989., Vratarić i Sudarić, 2008.). Zbog porasta proizvodnje soje u svijetu i kod nas, bolesti soje postaju učestalije, a najbolje su proučene u onim zemljama gdje se soja uzgaja na velikim površinama (Aćimović, 1988.). Allen i sur. (2017.) anketiranjem fitopatologa u 28 država koje proizvode soju u Sjedinjenim Američkim Državama i u Ontariju, Kanada, od 2010. do 2014. godine, zaključili su da pojava bolesti uvelike varira od države ili pokrajine i godine. Dominantne bolesti su bile

bolesti sjemena (uzrokovane različitim patogenima), ugljenasta trulež (uzrokovana gljivom *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid) i sindrom iznenadne smrti (SDS) (uzrokovano gljivom *Fusarium virguliforme* O'Donnell i T. Aoki) i one su uzrokovale najveće gubitke prinosa.

Soju u našem agroklimatskom području napada manji broj uzročnika bolesti: *Peronospora manshurica* (Naumov) Syd., *Diaporthe caulivora* J.M. Santos, Vrandečić & A.J.L. Phillips, *Diaporthe phaseolorum* (Cooke & Ellis) Sacc., *Diaporthe longicolla* (Hobbs) J.M. Santos, Vrandečić & A.J.L. Phillips, *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary, *Colletotrichum dematium* (Pers ex Fr.) Grove var. *truncatum* (Schw.) Arx. i *Fusarium* sp. (Petrović i sur., 2014.b.)

2. CILJ RADA

Cilj ovog rada je utvrditi osjetljivost/tolerantnost domaćih i stranih genotipova soje prema najznačajnijim uzročnicima bolesti, utvrditi utjecaj klimatskih čimbenika na pojavu i intenzitet pojave bolesti te količinu prinosa.

Radna hipoteza

Provedenim istraživanjem dobit će se jasnija slika o:

1. mikopopulaciji soje za koju pretpostavljamo da je u našem proizvodnom području brojnija od do sada poznate
2. utjecaju klimatskih čimbenika na pojavu najznačajnijih bolesti soje
3. razlikama u osjetljivosti sorata soje na najznačajnije uzročnike bolesti.

3. NAJZNAČAJNIJE BOLESTI SOJE

3.1. *Peronospora manshurica* (Naumov) Syd.

Uzročnik plamenjače soje je pseudogljiva *Peronospora manshurica* koja je prvi put utvrđena u Kašmiru 1908. godine (Jurković i sur., 2010.). Plamenjača soje ubraja se među najraširenije gljivične bolesti soje u cijelom svijetu gdje se ona uzgaja te je jedna od najčešćih lisnih bolesti soje (Slika 1.). U našoj zemlji javlja se redovito svake godine u različitom intenzitetu.

Posebno je jak intenzitet zaraze u prvoj polovici vegetacije soje, odnosno u svibnju i lipnju, ukoliko ima dovoljno vlage. Razvoju bolesti pogoduju česte kiše, visoka RVZ, a optimalna temperatura za razvoj bolesti je 20 do 22 °C. Sporulacija se odvija pri temperaturama od 10 do 25 °C, a prestaje iznad 30 °C i ispod 10 °C (Jurković i sur., 2010.). Ovisno o području uzgoja, povremene epidemije mogu dovesti do defolijacije i gubitka uroda od 9 do 18%, ovisno o sorti, fiziološkoj rasi te vremenskim uvjetima. Plamenjača rijetko uzrokuje gubitak prinosa kada se infekcija razvija samo na listovima. Ukoliko i dalje tijekom vegetacije traju povoljni vremenski uvjeti bolest se razvija i na sjemenu smanjujući njegovu kvalitetu.

Pseudogljiva prezimljava na zaraženom sjemenu kao micelij i oospore ili na zaraženim biljnim ostatcima na kojima se nalaze oospore. Nakupine oospora su vidljive prostim okom, ali je nemoguće vidjeti pojedinačne spore (Pathak i sur., 1978.). Istraživanjem koje je proveo Dunleavy (1971.) u Iowi na 11 sorata soje na 247 uzorka sjemena utvrđeno je da 73% sjemena imalo na sjemenoj ovojnici nakupine oospora. Takvo sjeme bilo je 12 do 26 % lakše od zdravog sjemena. Sjetvom zaraženog sjemena prinos je bio manji od 0 do 25%. Sjetvom zaraženog sjemena razvijaju se sistemski zaražene biljke koje predstavljaju izvor infekcije tijekom vegetacije.

Glavne mjere u kontroli borbe protiv plamenjače soje su plodored, zaoravanje žetvenih ostataka te sjetva zdravog sjemena.



Slika 1. Plamenjača soje

Izvor:(http://pinova.hr/hr_HR/aktualno/plamenjaca-soje)

3.2. *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary

Gljiva *S. sclerotiorum* je uzročnik bolesti poznate pod nazivom bijela trulež. Javlja se u svim zemljama gdje se soja uzgaja, ali u različitom intenzitetom (Vratarić i Sudarić, 2000.). Trenutno se u svijetu smatra drugim najznačajnijim uzročnikom smanjenja prinosa soje zbog čega se intenzivno traže izvori otpornosti među kulturnim sortama soje (Zhao i Theng, 2015.). Zemljišni je parazit koji napada biljke u svim stadijima rasta i razvoja te njihove plodove nakon žetve, odnosno berbe. Polifagni je uzročnik bolesti koji parazitira na preko 400 biljnih vrsta iz 75 porodica (Boland i Hall, 1994.). U kišnim godinama predstavlja ozbiljno gljivično oboljenje na soji.

Bolest se s bočnih grana i listova širi na mahune. Štete su značajno veće ako do zaraze dođe u ranijoj fazi razvoja biljaka soje, odnosno u vegetativnoj fazi, jer može uzrokovati propadanje biljaka i do 100% (Slika 2.). Ovo je osobito značajno ukoliko je izvor zaraze tlo i nisu se poštivala poznata načela plodoreda (Vratarić i Sudarić, 2009.). Razvoju bolesti posebno pogoduje duže vlažno i toplo razdoblje (optimalne temperature do 24 °C) tijekom vegetacije soje. Ovisno o vremenu i intenzitetu zaraze gljiva razvija micelij na sjemenskoj opni što

predstavlja izvor zaraze za sljedeću godinu ako se takvo zrno koristi za sjetvu. Primarnu zarazu tijekom vegetacije obavlja micelij koji se razvija na prezimljelim sklerocijama u tlu ili na zaraženom sjemenu. Sekundarnu zarazu tijekom vegetacije obavljaju askospore. Gljiva raste i razvija se na temperaturi od 1°C do 30 °C, ali je optimalna temperatura za razvoj 24 °C (Grau i Hartman, 1999.). Kod suzbijanja ove bolesti najbolji rezultati se postižu kombinacijom agrotehničkih mjera kao što su sjetva zdravog sjemena, višegodišnji plodored i korištenje tolerantnijih sorata.



Slika 2. Bijela trulež korijena i stabljike

Izvor: (<https://fieldcroppathology.msu.edu/extension-3/soybean>)

3.3. *Diaporthe* / *Phomopsis* vrste

Kompleks bolesti sastoji se od bolesti sjemena uzrokovane prvenstveno s *Diaporthe longicolla*, zatim od bolesti sušenja mahuna i stabljike uzrokovane gljivom *Diaporthe sojae*. Dvije vrste uzrokuju rak stabljike: *Diaporthe caulivora* i *Diaporthe aspalathi* (syn. *Diaporthe phaseolorum* var. *meridionalis*) (Brumer i sur., 2018.). Ukoliko bolest uzrokuje više *Diaporthe* – *Phomopsis* vrsta gubitci su veći nego kod pojave bilo koje pojedinačne bolesti iz ovog kompleksa (Vratarić i Sudarić, 2000.). U susjednoj Srbiji zabilježeno je povećanje bolesti iz ovog kompleksa čemu doprinose visoka temperatura i vlaga (Vidić i sur., 2003.).

Istraživanje provedeno u Koreji o *Diaporthe* / *Phomopsis* vrstama koje parazitiraju soju pokazalo je da je *D. longicolla* najznačajniji i visoko virulentan patogen za soju (Sun i sur., 2013.). Značajnija zaraza zrna *Diaporthe* / *Phomopsis* vrstama nastaje između fenofaze R7 (početak zriobe) i R8 (puna zrioba), a topla i vlažna ljeta pogodna su za širenje infekcije (Hepperly i Sinclair, 1980., McGee, 1986.).

D. caulivora je rasprostranjen u SAD-u od 1940. godine i danas je prisutan u svim državama SAD-a koje uzgajaju soju. Prisutan je i u Europi (Athow, 1987.), a u Vojvodini je jako raširen i agresivan (Vidić i Jasnić, 2008.). Utvrđen je i kod nas u Hrvatskoj. Parazit je u Hrvatsku vjerovatno unešen zaraženim sjemenom (Aćimović, 1988.). Prisustvo gljive *D. caulivora* se očituje u pojavi venuća i sušenja biljaka već početkom formiranja mahuna tako da ne dolazi do formiranja sjemena ili ako je formirano ono je u pravilu sitno i šturo jer je prekinuto nalijevanje. Ako do zaraze dođe ranije, simptomi su jasniji te je štetan utjecaj na urod zrna znatno veći nego pri kasnijim zarazama. Visina štete ovisi o trenutku napada i broju oboljelih biljaka. Infekcija biljaka soje ovom gljivom obično počinje na biljkama starim 70 do 80 dana, bez obzira na rok sjetve. Kasne sorte su u pravilu osjetljivije od ranih (Vratarić i Sudarić, 2009.). U našim agroekološkim uvjetima uzgoja prvi simptomi javljaju se u fazi formiranja mahuna ili češće za vrijeme nalijevanja zrna (Jurković i sur., 2010.) (Slika 3.). Gljiva formira peritecije s askusima i askosporama koje imaju primarnu ulogu u epidemiologiji.



Slika 3. Crna pjegavost (rak) stabljika soje

Izvor: (<https://www.google.hr/search>).

D. sojae prisutan je u gotovo svim područjima uzgoja soje u svijetu pa tako i kod nas. Gljiva izaziva prijevremeno sušenje stabljike, grana i mahuna, uzrokujući njihovo propadanje (Slika 4.). Ovisno o izvoru zaraze smanjuje se i urod zrna te kakvoća zrna (sadržaj ulja i bjelančevina) kao i kvaliteta sjemena, a prvenstveno je smanjena klijavost ako zaraza dođe do

sjemena. Prenosi se zaraženim sjemenom te ima negativni utjecaj na urod sljedeće godine. Zaraza sjemena se povećava odgodom roka žetve, posebno ako je vrijeme toplo i vlažno, dakle ako su povoljni uvjeti za razvoj gljiva (Vratarić i Sudarić, 2009.). U životnom ciklusu prevladava nesporno razmnožavanje piknidima (sadrže alfa i beta konidije), a spolno razmnožavanje je izuzetno rijetko.



Slika 4. Sušenje (palež) mahuna i stabljika soje

Izvor.(<https://www.google.hr/search?q=diaporthe+caulivora>).

Gljiva *D. longicolla* uzročnik truleži sjemena glavni je uzročnik loše kvalitete sjemena soje. Poznavanje agresivnosti izolata *D. longicolla* važno je u stvaranju otpornih sorata soje na ovog patogena (Li i sur., 2010.). Mnogi autori u svijetu navode trulež sjemena soje kojeg uzrokuje *D. longicolla* kao jednu od najopasnijih bolesti sjemena soje. Zaraženo sjeme (Slika 5.) može biti značajno oštećeno, smanjene klijavosti i energije klijavosti i do 90%, a s optimalnim uvjetima za razvoj patogena u vrijeme nicanja soje to oboljenje može izazvati masovno propadanje klijanaca, a s tim i velike štete (Vratarić i Sudarić, 2009.). Tijekom životnog ciklusa gljiva formira piknide s pretežno alfa konidijama.

Mjere suzbijanja bolesti uzrokovanih *Diaporthe/Phomopsis* kompleksom su sjetva zdravog sjemena, zaoravanje biljnih ostataka, plodored i sjetva otpornijih sorata.



Slika 5. Simptomi truleži sjemena soje

Izvor:(<https://www.google.hr/search?q=phomopsis+longicolla+soybean>).

3.4. *Cercospora kikuchii* (Tak Matsu. i Tomoy) Gardner

Grau i sur. (2004.) navode da je *Cercospora kikuchii* primarni uzročnik purpurne pjegavosti sjemena (Slika 6.). Iz roda *Cercospora* značajne su dvije vrste koje čine značajne štete u proizvodnji soje: *Cercospora kikuchii* te *Cercospora sojina* Hara. Uzorci sjemena soje sakupljeni su u SAD-u, Brazilu i Argentini, zemljama koje su najveći proizvođači soje na svijetu s oko 80% svjetske proizvodnje, kako bi se izolirale vrste roda *Cercospora*. Utvrđeno je da više vrsta roda *Cercospora* napada soju te da one predstavljaju prijetnju globalnoj proizvodnji soje (Soares i sur., 2015.). *C. kikuchii* napada stabljiku, listove, mahune i zrno soje. Zaraženo sjeme je purpurne boje. Raširena je u gotovo svim uzgojnim područjima soje. U američkim propisima dozvoljena zaraza je 5% u sjemenskoj proizvodnji. U našoj zemlji bolest je redovito ispod te granice, a postotak inficiranog sjemena ovisi o godini i sorti. Prvi simptomi se većinom uočavaju u fazi punog razvoja mahuna soje (Jurković i sur., 2010.). Na 13 kultivara soje u Illinoisu ispitivana je klijavost, vigor i prisutnost patogena na zrnu soje, pri čemu se zaraza s *C. kikuchii* kretala od 17 do 33 %. Patogen se isključivo nalazio na sjemenskoj ovojnici zrna (Patha i sur., 1989.). Gljiva formira konidiofore s konidijama. Najvažnije mjere suzbijanja su plodored, sjetva zdravog sjemena i otpornijih sorata te duboko zaoravanje žetvenih ostataka.



Slika 6. Simptomi purpurne pjegavosti sjemena

Izvor: (<http://wiki.bugwood.org/NPIP:Cercospora>).

3.5. *Alternaria* sp.

Koncentričnu pjegavost soje (Slika 7.) uzrokuju četiri gljive iz roda *Alternaria*: *Alternaria alternata* (Fr.) Keissier., Ellis, *Alternaria tenuissima* (Fr.), Wiltsh., Eell., Neergaard., *Alternaria atrans* Gibson, Barbu, Dinescu i *Alternaria* sp. (Aćimović, 1988.). *A. alternata* je saprofitna gljiva koja se nalazi na mrtvom i odumrlom tkivu, ali u određenim uvjetima može izazvati bolest i u našoj je zemlji dominantna *Alternaria* vrsta na zrnju soje. Na soji može izazvati propadanje kiljanaca, ali se uglavnom javlja kasnije i to krajem vegetacije nakon kišnog vremena. Gljiva se obično nalazi na zrnju soje tako da je lako prenošenje u različita područja svijeta, a održava se i kao micelij na mrtvoj organskoj tvari. Nije značajno patogena, ali je široko rasprostranjena. Štete su veće u kišnim godinama, a značajne su što bolesne biljke daju sjeme loše kvalitete (Vratarić i Sudarić, 2000.). Gljiva formira konidiofore s konidijama. Održava se u obliku micelija na mrtvoj organskoj tvari, a prenosi se i sjemenom (Jurković i sur., 2010.). Od mjera borbe preporuča se sjetva zdravog sjemena, zaoravanje biljnih ostataka i plodored.



Slika 7. *Alternaria alternata* na listu soje

Izvor: (<http://www.mississippi-crops.com/2012/07/21/general-soybean-disease>).

3.6. *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid.

Gljiva je uzročnik ugljenaste truleži korijena i stabljike (Slika 8.). Bolest se pojavljuje u svim fazama razvoja biljke i u sušnim i vrućim godinama može značajno smanjiti urod zrna soje budući da je smanjen broj mahuna te broj i krupnoća zrna. Bolest se kod nas, u pravilu, javlja u drugom dijelu vegetacije (Vratarić i Sudarić, 2000.). Godine 2003. zabilježena je epidemija ugljenaste truleži korijena i stabljike soje u Iowi gdje se do tada javljala sporadično. Uzrok bi, uz povoljne vremenske uvjete, mogao biti velika zasijana površina sojom u toj godini, uski plodored u kojem se izmjenjuju kukuruz i soja, a *M. phaseolina* napada i kukuruz. Gljiva se prenosi sjemenom, pri čemu simptomi na sjemenu mogu i ne moraju biti vidljivi (Yang i Navi, 2005.). Tipični simptomi vidljivi su na donjem dijelu stabljike i korijenu u zriobi soje kao svijetlosmeđe pjege. Ispod epiderme korijena nastaju brojne sitne crne mikrosklerocije što je siguran znak ove bolesti (Vratarić i Sudarić, 2000.). Klijanje mikrosklerocija potaknuto je izlučevinama korijena, a za razvoj parazita i postanak bolesti potrebna je visoka temperatura tla. Osim mikrosklerocija gljiva formira i piknide. U borbi protiv suhe truleži preporučuju se sve mjere koje osiguravaju optimalan razvoj biljaka, odabir genotipova otpornih na sušu, plodored i sjetva zdravog sjemena.



Slika 8. *Macrophomina phaseolina*

Izvor: (<https://www.forestryimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=5473573>).

3.7. Fuzarioze soje

Gljive iz roda *Fusarium* uzrokuju bolesti poznate pod imenom fuzarioze soje. Postoji veći broj uzročnika fuzarioznih bolesti soje. *Fusarium* vrste na soji uzrokuju različite tipove bolesti: sušenje klijanaca, venuće biljaka (Slika 9.), truljenje korijena, stabljika i mahuna (Aćimović, 1988., Sinclair i Backman, 1989.). *Fusarium* vrste na soji su široko rasprostranjene u biljnom tkivu u poljskim uvjetima te se javljaju kada biljke rastu u stresnim uvjetima (Leslie i sur., 1990.). Aoki i sur. (2003.) izvijestili su da sindrom iznenadnog ugibanja biljaka soje uzrokuju dvije morfološki i filogenetski različite vrste unutar *Fusarium solani* (Mart.) Sacc. kompleksa: *Fusarium virguliforme* O'Donnell & T. Aoki u Sjevernoj Americi te *Fusarium tucumaniae* T. Aoki, O'Donnell, Yosh. Homma & Lattanzi u Južnoj Americi. *Fusarium virguliforme* formira micelij i sporodohije s konidioforima, makrokonidijama te hlamidosporama. *Fusarium tucumaniae* formira konidiofore s konidijama te sporodohije s konidijama, a također formira i hlamidospore. U razdoblju od 2002. do 2008. analizirana je prisutnost *Fusarium* vrsta na 208 uzoraka zrna pšenice, kukuruza, soje i graška u Hrvatskoj. Kontaminacija vrstama *Fusarium* na soji kretala se od 4 do 17%, a dominantna vrsta bila je *Fusarium sporotrichioides* Sherb. (Ivić i sur., 2009.). Uvenule biljke soje

primjećene su na poljima u Osijeku i Vinkovcima u 2014. godini. Biljke su bile u V3 fazi rasta u Osijeku te R1 fazi u Vinkovcima. Simptomi bolesti primijećeni su na oko 20 % biljaka. Iz uzoraka je prvi puta identificiran na našem području uzročnik *Fusarium graminearum* Schw. (Duvnjak i sur., 2016.).

Kao mjera suzbijanja *Fusarium* vrsta preporučuju se plodored, smanjivanje vlage tla drenažom, sjetva sorata ranijih grupa zriobe te sjetva otpornih sorata.



Slika 9. *Fusarium* na soji

Izvor: (http://iasoybeans.mobi/publications/diseases/stem_root/fusarium_wilt.php).

3.8. *Colletotrichum truncatum* (Schwein.) Andrus & W.D. Moore

Na soji se kao uzročnici antraknoze (Slika 10.) javljaju različite *Colletotrichum* vrste. Mnoge vrste roda *Colletotrichum* su paraziti sjemena i mogu preživjeti u tlu ili na biljnim ostatcima. Antraknoze soje javljaju se ljeti u i uzrokuju značajne štete. Kvaliteta zaraženog sjemena je smanjena, a prinos može biti manji 16-26% (SAD), 30-50% (Tajland) ili čak i 100% u nekim područjima Indije i Brazila (Jurković i sur., 2010.). Zaraženo sjeme ne klija, a ako klije klica može propasti u tlu ili neposredno nakon izbivanja na površinu. Biljke soje su najosjetljivije na zarazu od cvatnje do nalijevanja mahuna. Utvrđeno je da su *C. truncatum* i *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. i Sacc. od 2003. do 2005. godine bili glavni uzročnici antraknoze mahuna i stabljika soje u Tajvanu (Chen i sur., 2006.). Konidije se šire kišnim kapima, a askospore vjetrom (Nicolson i Moraes, 1980.). Gljiva zaražava sjemenu ovojnicu, endosperm i klicu zrna (Chitkara i sur., 1990). *C. demantium* var. *truncata*. kolonizira i prodire u sjemenu ovojnicu sjemena soje za 24 do 48 sati pri 100% RVZ i temperaturi 26 °C (Rodriguez- Marcano i Sinclair, 1978.). *Colletotrichum incanum* H.C. Yang, Haudensh &

G.L. Hartm je novi patogen soje, uzročnik je antraknoze, a izoliran je u SAD u 2014. godini (Yang i sur., 2014.).



Slika 10. *Colletotrichum truncatum*

Izvor: (<https://www.forestryimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=5469598>).

3.9. Bakterije na sjemenu soje

Bakterijske bolesti na soji uzrokuje više vrsta bakterija *Pseudomonas syringae* pv. *glycinea* (Coerper) Young, Dye, and Wilke, *Xantomonas campestris* pv. *glycines* (Nakano) Dye i *Pseudomonas syringae* pv. *tabaci* Strain. Bakterijska palež ili plamenjača soje bolest koju uzrokuje *Pseudomonas syringae* pv. *glycinea* najvažnija je bakterioza soje u nas i u svijetu. Bakterijska plamenjača se pojavljuje nakon hladnog i vlažnog vremena u trajanju od 5 dana, a zaraza se smanjuje s nastupom toplog i suhog vremena i rijetko značajnije ugrožava usjev soje (Vratarić i Sudarić, 2009.). Simptomi se mogu javiti na svim nadzemnim dijelovima biljaka soje. Prvi simptomi se mogu pojaviti na kotiledonim listovima klijanca koji su iznikli iz zaraženoga sjemena.

3.10. Virusi na sjemenu soje

U svjetskim razmjerima biljne bolesti koje uzrokuju virusi su u porastu. Danas je poznato više od 1000 različitih vrsta biljnih virusa (Tolin i Lacy, 2004.). Sedamdeset vrsta virusa parazitira soju. Najpoznatije virusne bolesti koje uzrokuju značajne štete i ekonomske gubitke u globalnoj proizvodnji soje su: virus mozaika soje (engl. Soybean Mosaic Virus - SMV), virus prstenaste pjegavosti duhana (engl. Tobacco Ringspot Virus -TRSV), virus crtičavosti duhana (engl. Tobacco Streak Virus - TSV), virus mozaičnog šarenila (engl. Bean Pod Mottle Virus - BPMV) i virus žutog mozaika graha (engl. Bean Yellow Mosai Virus – BYMV) (Wrather i sur., 2010). Svi ostali virusi prisutni na soji su manje značajni i nemaju ekonomsku važnost za soju. Međutim, njihovo prisustvo u kompleksu s navedenim virusima može sinergijski djelovati na biljku u polju za vrijeme vegetacije i tada njihova važnost raste. Većinu virusa prenose vektori i to kukci, a neki od njih se prenose sjemenom. Mozaik soje uzrokuje Soybean Mosaic Virus-SMV, virus iz grupe Potyvirusa koja je najveća grupa biljnih virusa, a koji se prenosi sjemenom. SMV je poznat od 1910. godine. Najznačajniji je virus na soji. Smatra se da je iz Kine i Japana prvim introdukcijama sjemena (1915. godine) unesen u SAD i dalje u druge zemlje širom svijeta, uključujući i u Hrvatsku. Kod nas se još ne može govoriti o velikim štetama kakve uzrokuje, primjerice, u nekim područjima Brazila – oko 66% (Almeida, 1994.), a slično je stanje i u nekim drugim područjima uzgoja soje u svijetu. SMV se prenosi sjemenom i zaraženo sjeme ima najveću ulogu u njegovom širenju (0-64%) u druga područja gdje nije prisutan.

4. MATERIJAL I METODE RADA

U 2015. i 2016. godini praćeno je zdravstveno stanje genotipova soje na lokalitetu Sopot, Vinkovci. Veličina pokusne parcele za svaku sortu iznosila je 110 * 6 m svaka sorta zasijana je na površini 660 m² (Slike 11. i 12.). U pokusu su zasijane sorte grupa zriobe od 00, 0, 0 - I., i I. grupe (tablice 2 i 3).



Slika 11. Sjeme soje za sjetvu
(Izvor: Anica Rešetar Pećnik)



Slika 12. Sijačica za sjetvu soje
(Izvor: Anica Rešetar Pećnik)

Sjetva pokusa soje obavljena je 29. travnja 2015. godine te 23. travnja 2016. godine. Sjetva je obavljena na sklop 606.000 klijavih zrna za sorte Poljoprivrednog instituta Osijek, RWA, Instituta Novi Sad te Bolyi. Dok su sorte BC Instituta posijane na sklop 450.000 klijavih zrna.

U 2015. godini u pokusu su bile posijane 24 sorte soje, a u 2016. godini 19 sorata soje.

Tablica 2. Sortiment soje zasijan u 2015. godini

Sorta	Oplemenjivačka kuća	Grupa zriobe
Sanda	Poljoprivredni institut Osijek	0 (rana)
Sara	Poljoprivredni institut Osijek	0 – I. (srednje rana)
Ema	Poljoprivredni institut Osijek	00 - 0 (vrlo rana)
Sonja	Poljoprivredni institut Osijek	0 (rana)
Ika	Poljoprivredni institut Osijek	0 – I. (srednje rana)
Lucija	Poljoprivredni institut Osijek	00 – 0 (vrlo rana)
Gala	RWA	0 – I. (srednje rana)
DHC 5170	RWA	0 – I. (srednje rana)
Merkur	Institut Novi Sad	00 (vrlo rana)
Tajfun	Institut Novi Sad	00 (vrlo rana)
NS Zora	Institut Novi Sad	0 (rana)
Fortuna	Institut Novi Sad	00 (vrlo rana)
Neoplanta	Institut Novi Sad	I. (srednja)
Galina	Institut Novi Sad	0 (rana)
Lorena	RWA	I. (srednja)
BC Bahia	BC Institut	0 – I. (srednje rana)
BC Pio Ika	BC Institut	0 – I. (srednje rana)
BC Ascasubi	BC Institut	I. (srednja)
BC Zlata	BC Institut	0 (rana)
BC Aires	BC Institut	0 – I (srednje rana)
BC Ružica	BC Institut	0 (rana)
BC Hrvatica	BC Institut	0 (rana)
BC Pedro	BC Institut	0 – I. (srednje rana)
BC Buga	BC Institut	00 – 0 (vrlo rana)

Tablica 3. Sortiment soje zasijan u 2016. godini

Sorta	Oplemenjivačka kuća	Grupa zriobe
Merkur	Institut Novi Sad	00 (vrlo rana)
Galina	Institut Novi Sad	0 (rana)
NS Zora	Institut Novi Sad	0 (rana)
Victoria	Institut Novi Sad	I. (srednja)
NS Maximus	Institut Novi Sad	I. (srednja)
Ika	Poljoprivredni Institut Osijek	0 – I. (srednje rana)
Sara	Poljoprivredni Institut Osijek	0 – I. (srednje rana)
Sanda	Poljoprivredni Institut Osijek	0 (rana)
Sonja	Poljoprivredni Institut Osijek	0 (rana)
Lucija	Poljoprivredni Institut Osijek	00 – 0 (vrlo rana)
Borostyan	Boly	0 – I. (srednje rana)
Bolgar	Boly	0 (rana)
Boly 56	Boly	00 – 0 (vrlo rana)
Boly Bobita	Boly	0 – I. (srednje kasna)
BC Pedro	BC Institut	0 – I. (srednje kasna)
BC Bahia	BC Institut	0 – I. (srednje kasna)
BC Ascasubi	BC Institut	I. (srednja)
BC Buga	BC Institut	00 – 0 (vrlo rana)
BC Zlata	BC Institut	0 rana

Žetva usjeva soje s pokusne parcele obavljena je 25. rujna 2015. i 27. rujna 2016. godine (Slika 13.).



Slika 13. Žetva soje
(Izvor: Anica Rešetar Pećnik)

Na Slikama 14. i 15. prikazana su pokusna polja u obje godine istraživanja.



Slika14. Pokusno polje soje 2015. godine.

(Izvor: Anica Rešetar Pećnik)



Slika 15. Pokusno polje soje 2016. godine.

(Izvor: Anica Rešetar Pećnik)

Tijekom obje godine istraživanja pratilo se zdravstveno stanje soje u vegetaciji te zdravstveno stanje zrna soje nakon žetve. Tijekom vegetacije obavljena su četiri makroskopska pregleda na temelju kojih je utvrđeno zdravstveno stanje. Makroskopski pregledi u vegetaciji soje tijekom 2015. godine obavljani su 19. lipnja, 23. srpnja, 24. kolovoza i 22. rujna, a u 2016. godini 12. lipnja, 29. srpnja, 22. kolovoza i 26. rujna.

Bolesti lista soje (*Peronospora manshurica*) ocjenjene su po skali 0-9 koja je modificirana prema Duvnjak (2001.):

Ocjena 0 – potpuno zdrave biljke

Ocjena 1 – 0 -10 % površine lista pokriveno pjegama

Ocjena 2 – 10-20 % površine lista pokriveno pjegama

Ocjena 3 – 20-30 % površine lista pokriveno pjegama

Ocjena 4 – 30-40% površine lista pokriveno pjegama

Ocjena 5 – 40-50 % površine lista pokriveno pjegama

Ocjena 6 – 50-60 % površine lista pokriveno pjegama

Ocjena 7 – 60-70 % površine lista pokriveno pjegama

Ocjena 8 – 70-80 % površine lista pokriveno pjegama

Ocjena 9 – preko 80% površine lista pokriveno pjegama.

Na kraju vegetacije na stabljikama soje za svaki genotip pregledano je 40 biljaka i utvrđen je postotak zaraženih biljaka gljivama iz kompleksa *Diaporthe/Phomopsis*, a na poprečnom presjeku stabljika prisutnost *Macrophomina phaseolina*.

Prisutnost vrsta *Diaporthe/Phomopsis* na stabljici soje ocjenili smo prema skali:

0 – nema zaraze

+ – prisutna zaraza u slabom intenzitetu

1 – simptomi na 25 % površine stabljike

2 – simptomi na 25-50 % površine stabljike

3 – simptomi na preko 50 % površine stabljike.

Skala ocjene *Macrophomina phaseolina* na poprečnom presjeku stabljike:

0 – zdrave biljke

+ bolest prisutna u slabom intenzitetu

1 bolest prisutna u jakom intenzitetu.

Skale za ocjenjivanje prisutnosti *Diaporthe/Phomopsis* kompleksa i *Macrophomina phaseolina* smo za potrebe ovog istraživanja sami osmislili.

U cilju utvrđivanja zdravstvenoga stanja naturalnog zrna soje korištena je metoda vlažnih komora.

U laboratoriju su svi uzorci zrna (4x100 zrna po uzorku) isprani pod mlazom tekuće vode u trajanju 30 minuta. U Petrijeve zdjelice stavljeni su uzorci na navlaženi filter papir te su zdjelice držane u termostatu na temperaturi 22 °C i svjetlosnome režimu 12 sati dan / 12 sati noć. Pregled je obavljen nakon 7 dana stereo lupom (Olympus SZX9) i stereo mikroskopom (Olympus BX41). Zaraza zrna izražena je u postotku. Podatci su obrađeni statistički uporabom SAS software (1999.).

5. AGROEKOLOŠKI UVJETI TIJEKOM ISTRAŽIVANJA

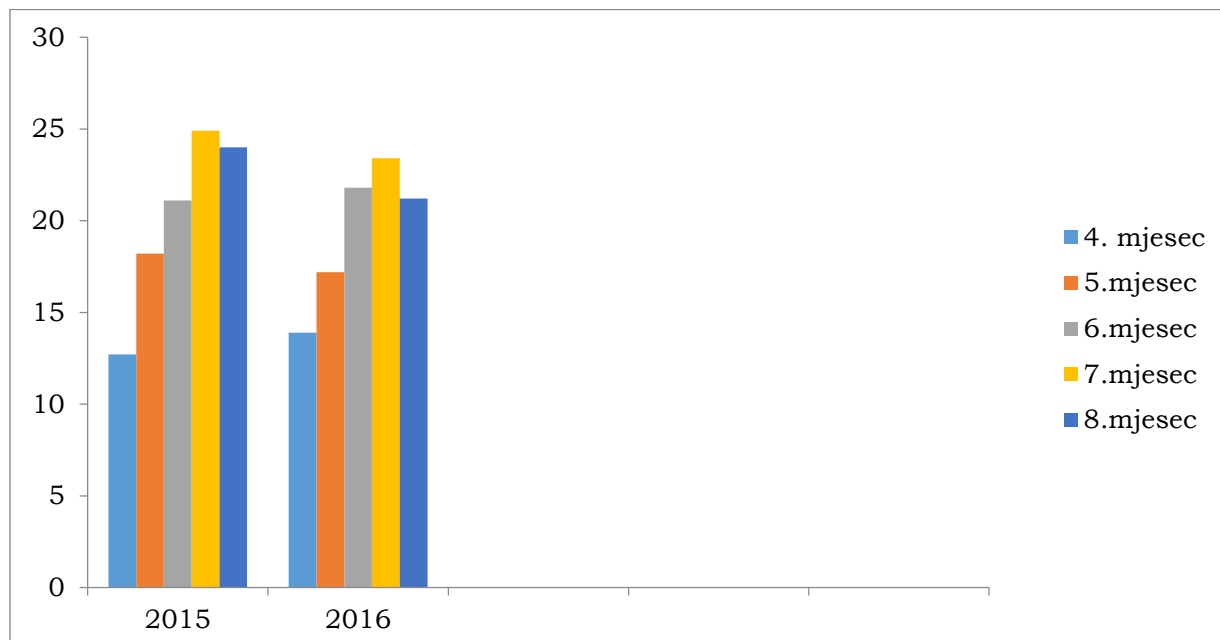
5.1. Osnovne značajke klime

Klima je čimbenik na koji ne možemo utjecati. Klimatski elementi temperatura, oborine i relativna vlaga zraka od presudnog su značaja za postizanje visokih i stabilnih prinosa. Slavonija se po klimi ubraja u prijelazno područje iz semiaridne umjereno kontinentalne klime s istočno europskim oznakama prema semihumidnoj umjereno kontinentalnoj srednje europskoj klimi. U istočnom dijelu područja jača je zračna aridnost, a u zapadnom humidnost (Žugec, 1986.).

5.2. Temperatura zraka

Srednje mjesečne temperature zraka (°C) tijekom istraživanja prikazane su u Grafikonu 2. i to prema podacima Državnog hidrometeorološkog zavoda RH za meteorološku postaju Gradište u 2015. godini (nije mjerena temperatura na meteorološkoj postaji Vinkovci) te za meteorološku postaju Vinkovci u 2016. godini.

Grafikon 2. Srednje mjesečne temperature zraka (°C) tijekom istraživanja



5.3. Oborine

U tablici 4 prikazana je količina oborina po mjesecima na istraživanim lokacijama tijekom 2015. i 2016. godine.

Tablica 4. Mjesečne količine oborina (mm) tijekom vegetacije soje u godinama istraživanja

Mjesec	2015. (Gradište)	2016. (Vinkovci)
Travanj	24,3	48,6
Svibanj	98,7	39,5
Lipanj	25,8	118,7
Srpanj	9,5	147,5
Kolovoz	48,7	25,2
Ukupno	207,0	379,5

Raspored oborina po danima u travnju, svibnju, lipnju, srpnju i kolovozu za obje godine istraživanja prikazan je u Tablicama 5. i 6.

Tablica 5. Dnevna količina oborina po mjesecima u mm u 2015. godini prema podacima DHMZ za Gradište

2015.	Travanj	Svibanj	Lipanj	Srpanj	Kolovoz
1.	15,6	0	0	0	1,2
2.	1	9,6	0	0	0
3.	0,9	1,7	0	0	13,6
4.	0	0	0	0	0,1
5.	0	0	0	0	0
6.	0	0	0	0	0
7.	2,2	0,8	0	0	0
8.	0	0	0	0	0
9.	0,2	0	0	2,5	0
10.	0	1,3	0	0,1	0
11.	0	0	0	0	0
12.	0	0	0	0	0
13.	0	0	0	0	0
14.	0,8	0	0	0	0
15.	0	1,3	1	0	0
16.	0	1,5	0	0	0
17.	0	0	0	0	5,6
18.	2,2	0	0,3	0	3,5
19.	1,4	0	0	3,1	0
20.	0	0	4,1	0	21,3
22.	0	5,7	0,4	0	2
23.	0	16	0	0	0
24.	0	5,2	0	0	0
25.	0	32	0,9	0	0
26.	0	19	11,5	0,1	1,4
27.	0	2,6	0	0,2	0
28.	0	0	0	0,5	0
29.	0	0	7,6	0	0
30.	0	0	0	0	0
31.		0		0	0

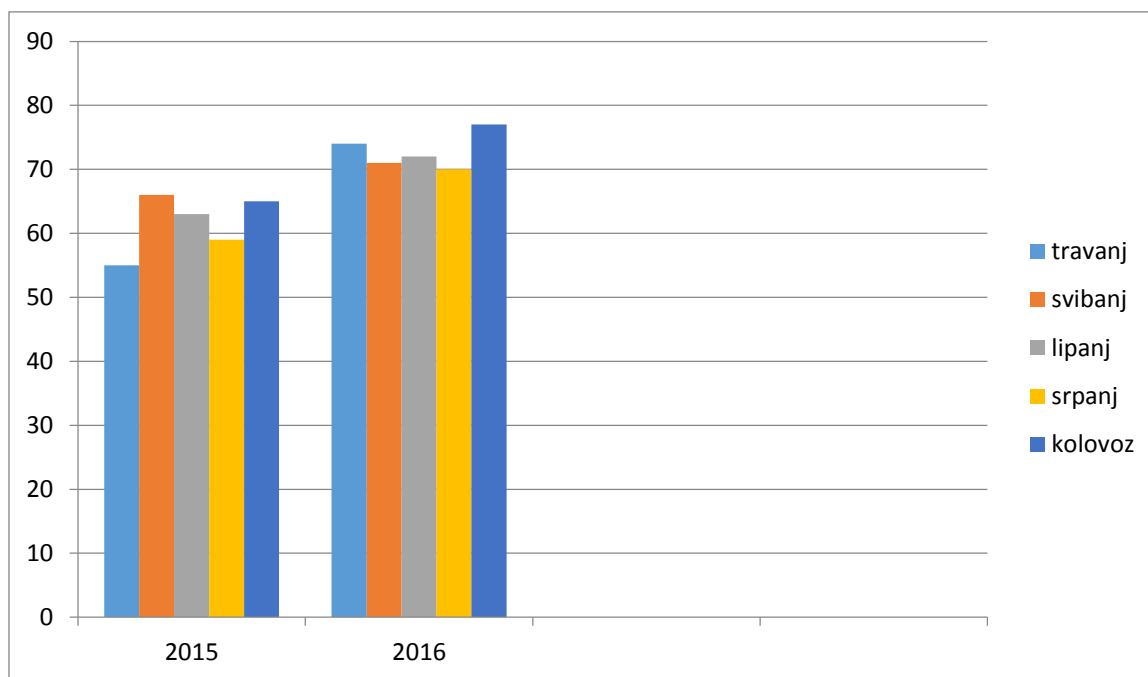
Tablica 6. Dnevna količina oborina po mjesecima u mm u 2016. godini prema podacima DHMZ za Gradište

2016.	Travanj	Svibanj	Lipanj	Srpanj	Kolovoz
1.	0	0	3,1	0	0
2.	0	4,8	12,4	0	6,5
3.	0	1,5	2,6	0	0
4.	0	2,1	0,3	0	0
5.	0	3,6	2,1	0	0
6.	0	10	1,1	0	3,6
7.	0	0	10	0	6,1
8.	0	0	0	0	0
9.	3,6	0	0	0	0
10.	0,3	0	0	0	0
11.	0,1	5,1	0	0	1,5
12.	0	8,3	12,4	0	0
13.	0	0	2,4	0	0
14.	0	0,2	5,3	0	0
15.	9,3	2,1	1,7	2,2	0
16.	0	0	2,5	62	0
17.	0	0	0	39	0
18.	0	0	0	0,7	0,8
19.	0	0	0	0	0
20.	9,5	0	9,5	0	0,1
22.	0	0	0	0	1,4
23.	0	0	0,2	0	5,2
24.	1	1,1	0	0	0
25.	7,9	0,7	0	30	0
26.	6,4	0	0	13,5	0
27.	0,2	0	26,2	0	0
28.	1,1	0	26,9	0	0
29.	9,1	0	0	0,1	0
30.	0,1	0	0	0	0
31.		0		0	0

5.4. Relativna vlaga zraka

Prosječna relativna vlaga zraka prikazana je u Grafikonu 3. za obje godine istraživanja i iznosila je od 55 do 77% kroz mjesece aktivne vegetacije.

Grafikon 3. Srednja mjesečna relativna vlaga zraka (%) tijekom istraživanja



6. REZULTATI

6.1. Zdravstveno stanje biljaka soje u 2015. godini

Tijekom vegetacije soje 2015. godine makroskopski pregled biljaka započeo je u mjesecu lipnju i završio je u rujnu. Obavljena su ukupno četiri makroskopska pregleda tijekom aktivne vegetacije. Pregledano je 24 sorte soje.

Tijekom vegetacije soje 2015. godine utvrđeni su slijedeći uzročnici bolesti plamenjača soje (*Peronospora manshurica*), bolesti iz *Diaporthe/Phomopsis* kompleksa te ugljenasta trulež stabljike (*Macrophomina phaseolina*).

U prvom pregledu soje na temelju vizualnih simptoma na listu uočene su prstenaste pjegae, a pojedino lišće je bilo naborano i uvijeno poput tube (Slika 16). Uzrok navedenih simptoma mogli bi biti virusi. Navedeni simptomi bili su prisutni u slabijem intenzitetu kod sorti Sanda, Sara i Ika.



Slika 16. Virus prstenaste pjegavosti duhana na soji
(Izvor: Anica Rešetar Pećnik)

Na svim sortama u prvom pregledu utvrđena i pojava plamenjače (*Peronospora manshurica*) (Slika 17.) u slabijem intenzitetu (ocjene 1 i 2).

Sorte Ema, Gala, Tajfun, NS Zora, Neoplanta, Galina, BC Ascasubi te BC Aires ocjenjene su ocjenom 2. Pri čemu je zahvaćeno pjegama 10 do 20 % površine lista. Ostale sorte bile su ocjenjene ocjenom 1, pri čemu je bilo zahvaćeno 0 do 10 % površine lista. Prvi simptomi bolesti javljaju se kao svijetlo zelene do svijetlo žute pjege na licu mlađeg lišća. Starije pjege postaju sivo smeđe, sa svijetlo zelenim rubovima te kasnije nekrotiraju. Može doći i do sušenja i otpadanja lišća ukoliko pjege zahvate veći dio lista. Pri kišnom vremenu ili povećanoj vlazi zraka gljiva razvija sivo do svijetlo ljubičastu prevlaku na naličju lista, koju čine sporangiofori i sporangiji parazita. U drugom, trećem i četvrtom pregledu nije utvrđeno širenje bolesti.



Slika 17. Plamenjača soje.

(Izvor: Anica Rešetar Pećnik)

U prvom, drugom i trećem pregledu nije evidentirana prisutnost gljiva iz *Diaporthe/Phomopsis* kompleksa. U zadnjem pregledu evidentirana je prisutnost gljiva iz kompleksa *Diaporthe/Phomopsis* na stabljikama svih sorata u pokusu.

Pri čemu je utvrđena pojava simptoma karakteristična za gljivu *Diaporthe caulivora* uzročnika crne pjegavosti stabljika soje te *Diaporthe phaseolorum* uzročnik paleži stabljika i

mahuna soje. Prvi simptomi crne pjegavosti stabljika soje (*Diaporthe caulivora*) evidentirani su u zadnjem pregledu u fazi nalijevanja zrna. Bolest je utvrđena na svim sortama u pokusu u slabom intenzitetu.

Simptomi su vidljivi kao velike ulegnute lezije svijetlo smeđe do crne boje (Slika 18.). Ukoliko pjege kružno obuhvate stabljiku dovode do sušenji i odumiranja biljaka. Gljiva u okviru pjega stvara crne peritecije. U peritecijima se nalaze askusi s askosporama. Gljiva formira i piknide koji nemaju ulogu u epidemiologiji.



Slika 18. Crna pjegavost stabljika soje.

(Izvor: Anica Rešetar Pećnik)

U prvom, drugom i trećem pregledu nije evidentirana palež stabljika i mahuna soje (*Diaporthe phaseolorum*).

Prvi simptomi paleži mahuna i stabljika soje utvrđeni su u zadnjem pregledu na stabljikama svih sorata u pokusu u slabom intenzitetu (Slika 19.). Simptomi su najuočljiviji u vrijeme sazrijevanja biljaka. Na stabljikama i bočnim granama vide se crni piknidi poredani u uzdužno u paralelne redove.



Slika 19. Palež stabljika i mahuna soje.

(Izvor: Anica Rešetar Pećnik)

U prvom, drugom i trećem pregledu nije evidentirana prisutnost ugljenaste truleži soje.

Presjekom korijena i prizemnog dijela stabljike u zadnjem pregledu utvrđena je prisutnost mikrosklerocija ugljenaste truleži (*Macrophomina phaseolina*) na sortama Sandra, Sonja, Lucija, DHC 5170, Merkur, Tajfun, NS Zora te Ascasubi. Bolest je ocijenjena slabim intenzitetom na svim sortama.

Tipični simptomi se najlakše uočavaju na kraju vegetacije. Zaraženi korijen je tamne boje manje ili više razgrađen. Kora se odvaja od srži i prepuna je sitnih crnih mikrosklerocija. Gljiva formira višestanični miceli, mikrosklerocije te piknide s piknosporama.



Slika 20. Ugljenasta trulež stabljike soje.

(Izvor: Anica Rešetar Pećnik)

Prisutnost bolesti na biljkama soje tijekom vegetacije prikazana je u Tablici 7. gdje se vidi da su *Peronospora manshurica* i *Diaporthe/Phomopsis* bili prisutni kod svih sorata u pokusu u slabom intenzitetu, ugljenasta trulež uzrokovana gljivom *Macrophomina phaseolina* (Slika 20.) bila je prisutna kod sorata Sandra, Sonja, Lucija, DHC 5170, Merkur, Tajfun, NS Zora te Ascasubi, također u slabom intenzitetu.

Tablica 7. Ocjena bolesti biljaka soje tijekom vegetacije u 2015. godini

Sorta	<i>Peronospora manshurica</i>	<i>Diaporthe/Phomopsis</i>	<i>Macrophomina phaseolina</i>
Sanda	1	+	+
Sara	1	+	0
Ema	2	+	0
Sonja	1	+	0
Ika	1	+	0
Lucija	1	+	+
Gala	2	+	0
DHC 5170	1	+	+
Merkur	1	+	+
Tajfun	2	+	+
NS Zora	2	+	+
Fortuna	1	+	0
Neoplanta	2	+	0
Galina	2	+	0
Lorena	1	+	0
BC Bahia	1	+	0
BC Pio Ika	1	+	0
BC Ascasubi	2	+	+
BC Zlata	1	+	0
BC Aires	2	+	0
BC Ružica	1	+	0
BC Hrvatica	1	+	0
BC Pedro	1	+	0
BC Buga	1	+	0

Peronospora manshurica (0 – potpuno zdrave biljke, 1 – 0 -10 % površine lista, 2 – 10-20 % površine lista) *Diaporthe/Phomopsis* i *Macrophomina phaseolina* (0 – nema zaraze, + - prisutna zaraza u slabom intenzitetu)

6.2. Zdravstveno stanje zrna soje u 2015. godini

Zdravstvenom analizom zrna soje utvrđene su gljive iz rodova: *Diaporthe/Phomopsis*, *Fusarium*, *Cladosporium*, *Aspergillus*, *Alternaria* te vrsta *Peronospora manshurica*. Jačina zaraze u postotku za svaku sortu prikazana je u Tablici 8.

Tablica 8. Zaraza zrna soje (%) gljivama 2015. godine

Sorta	<i>Diaporthe/Phomopsis</i>	<i>Fusarium ssp.</i>	<i>Aspergillus ssp.</i>	<i>Peronospora manshurica</i>	<i>Alternaria ssp.</i>	<i>Cladosporium ssp.</i>
Sanda	0	4 d	4 e	0,75 d	8 c	49 b
Sara	1 ef	4 d	4 e	0	3 gf	38 cfhe
Ema	4 cb	0	4 g	0	6 d	34 igkhj
Sonja	0	0	4 g	2 b	8 c	45 cb
Ika	3,25 c	0	8 b	0,25 d	6 d	40 cfde
Lucija	0	0,25 g	4 g	1 cd	16 a	49,75 b
Gala	0	0	4 g	3 a	10 b	59 a
DHC 5170	4 cb	10 b	0	1 cd	2 gh	30 lk
Merkur	5 b	4 d	10,25 a	0	0,25 i	35,75 ighfe
Tajfun	5 b	4 d	8 b	2 b	4 ef	49,75 b
NS Zora	6,25 a	9,25 cb	6 dc	1 cd	4 ef	28 lm
Fortuna	3,75 c	4 e	4 e	0	3 gf	37 ighfe
Neoplanta	2 ed	2 f	4,75 e	0	3,25 gf	41 cde
Galina	3 cd	0	4 f	2 b	5 ed	32 ilkj
Lorena	0,25 f	0,25 g	4,25 e	2 b	0,5 i	39 cfde
Bahia	2 ed	2 f	8 b	0	3 gf	39,75 fde
Pio Ika	0	0	5 de	0	6,25 d	29 lkm
Ascasubi	0	0	0	1,75 cb	7,75 c	34 igkhj
Zlata	0,25 f	0	2 f	1 cd	4 ef	30 lk
Aires	2 ed	0	6 dc	0	2 gh	31 lkj

Ružica	2 ed	2	0,25 g	0	3,25 gh	44 cd
Hrvatica	1 ef	2 f	2 f	0,5 d	2,25 gh	45 cb
Pedro	0	1 g	4 e	0	3 gh	49,75 b
Buga	0	0	0	0	5 ed	39,50 fde

(a,b,c – različita slova označavaju statistički značajne razlike prema Duncan's Multiple Range Test na razini $P \leq 0.95$)

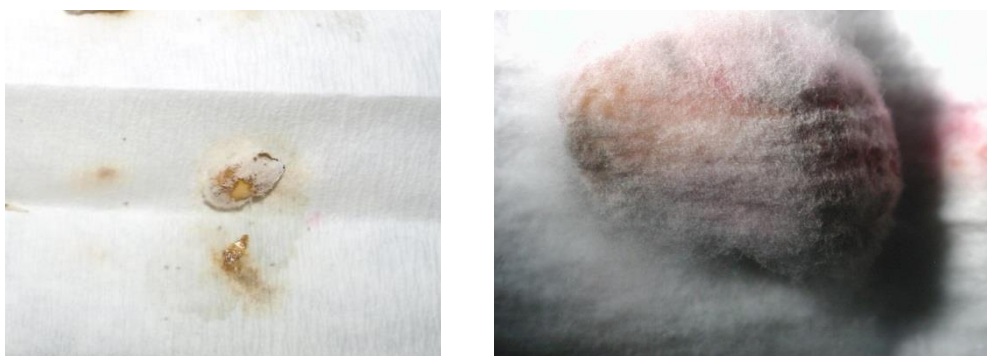
Tako je kod zaraze zrna gljivama iz roda *Diaporthe/Phomopsis* najveći postotak zaraze bio kod sorte NS Zora (6,25 %). Zaraza zrna kod sorte NS Zora statistički je značajno jača u odnosu na ostale sorte. Postotak zaraze je kod sorata Lorena i Zlata bio 0,25 %. Kod sorata Lucija, Sandra, Sonja, Pedro, Buga te Pio Ika zaraze s ovim gljivama nije bilo.

Kod sorte DHC 5170 kod koje je utvrđeno 10 % zrna zaraženih s gljivama iz roda *Fusarium* postoji statistički značajna razlika u odnosu na ostale sorte u pokusu. Najmanji postotak zaraze (0,25 %) utvrđen je kod sorata Lucija i Lorena. Kod sorata Ema, Sonja, Ika, Gala, Pio Ika, Ascasubi, Zlata, Aires i Buga zaraze zrna gljivama roda *Fusarium* nije bilo. Na slici 19 prikazane su konidije *Fusarium* sp., a na slici 20 micelij *Fusarium* sp. koji se razvio na površini zrna.



Slika 21. Konidije *Fusarium* sp.

(Izvor: Anica Rešetar Pećnik)



Slika 22. *Fusarium* sp. na sjemenu soje
(Izvor: Anica Rešetar Pećnik)

Postotak zaraze gljivama iz roda *Aspergillus* kretao se od 0,25 do 10,25 %. Postotak zrna zaraženih s *Aspergillus* sp. kod sorte Merkur je 10,25 što je statistički značajno više u odnosu na sve ostale sorte. Na slici 21 prikazani su micelij i ogranci konidiofora *Aspergillus* sp., a na slici 21 konidije.



Slika 23. Micelij i konidiofori *Aspergillus* sp.
(Izvor: Anica Rešetar Pećnik)



Slika 24. *Aspergillus* sp.

(Izvor: Anica Rešetar Pećnik)

Najveći postotak zaraženih zrna pseudogljivom *P. manshurica* je bio kod sorte Gala (3 %) što je statistički značajno više u odnosu na zarazu zrna kod svih ostalih sorata. Kod sorata Zlata, Zora, DHC 5170 i Lucija utvrđeno je 1 % zaraženih zrna dok kod sorata Sara, Ema, Merkur, Fortuna, Neoplanta, Bahia, Pio Ika i Aires nije utvrđena zaraza zrna uzročnikom plamenjače. Na slici 23 vide se limunaste sporangije i dihotomo razgranati sporangiofori *P. manshurica*. Zaraza sjemena može se prepoznati po bijelim prevlakama sačinjenim od micelija i oospora.



Slika 25. *Peronospora manshurica* sporangije i sporangiofori

(Izvor: Anica Rešetar Pećnik)

Najveći postotak zaraze s *Alternaria* sp. utvrđen je na sorti Lucija (16,5 %), a najmanji na sorti Merkur 0,25 %. Postotak zaraženih zrna kod sorte Lucija je bio statistički značajno veći u odnosu na ostale sorte. Micelij i konidije *Alternaria* sp. prikazani su (Slika 24. i 25.).



Slika 26. Micelij *Alternaria* sp.

(Izvor: Anica Rešetar Pećnik)



Slika 27. *Alternaria* ssp.

(Izvor: Anica Rešetar Pećnik)

Postotak zaraze gljivama roda *Cladosporium* bio je visok i kretao se od 49,75 % kod sorti Pedro i Lucija do 28 % kod sorte NS Zora. Micelij i konidije *Cladosporium* sp. prikazani su na slikama 26 i 27.



Slika 28. Micelij *Cladosporium* sp.

(Izvor: Anica Rešetar Pećnik)



Slika 29. *Cladosporium* sp. konidije

(Izvor: Anica Rešetar Pećnik)

6.3. Zdravstveno stanje biljaka soje u 2016. godini

Tijekom vegetacije soje 2016. godine makroskopski pregled zdravstvenog stanja biljaka započeo je u mjesecu lipnju i završio je u rujnu.

Obavljena su ukupno četiri makroskopska pregleda tijekom aktivne vegetacije. Pregledano je 19 sorata soje.

Tijekom vegetacije soje 2016. godine utvrđeni su slijedeći uzročnici bolesti plamenjača soje (*Peronospora manshurica*) te bolesti iz *Diaporthe/Phomopsis* kompleksa.

Kako je prikazano u Tablici 9. na svim sortama soje je utvrđena pojava plamenjače (*Peronospora manshurica*) tijekom cijele vegetacije soje. Vlažno vrijeme tijekom cijele vegetacije soje doprinjele su razvoju plamenjače.

U prvom pregledu zaraza je ocijenjena ocjenom 1 na svim sortama u pokusu. Pjege su bile prisutne na do 10 % površine lista. U drugom pregledu zaraza je ocijenjena ocjenom 1 na svim sortama osim na sortama Borostyan i Buga gdje je zaraza ocijenjena sa ocjenom 3. Što znači da su pjege zauzimale 20 do 30 % površine lista.

U trećem i četvrtom pregledu daljnja progresija bolesti nije zabilježena.

U prvom, drugom i trećem pregledu nisu evidentirane vrste iz *Diaporthe/Phomopsis* kompleksa.

U zadnjem pregledu evidentirana je prisutnost raka stabljike soje (*Diaporthe caulivora*) i prisutnost paleži mahuna i stabljika soje (*Diaporthe phaseolorum*) na stabljikama svih sorata u pokusu.

Zaraze gljivama kompleksa *Diaporthe / Phomopsis* su nastale ranije u vegetaciji, ali riječ je o latentnim infekcijama koje najčešće postaju vidljive pred kraj vegetacije.

Zaraza gljivom *Diaporthe caulivora* koja je utvrđena u zadnjem pregledu tijekom vegetacije, nije utvrđena kod sorata Sara i Buga. Kod sorata Merkur i Galina je ocijenjena ocjenom 3. Što znači da je bilo zaraženo više od 50 % površine stabljike. Dok je kod sorata Sara, Lucija, Borostyan te Bolgar ocijenjena ocijenom 1. Što znači da je zahvaćeno 25% površine stabljike. Kod ostalih sorata u pokusu zaraza je bila ocijenjena slabim intenzitetom zaraze.

Zaraza gljivom *Diaporthe phaseolorum* utvrđena je kod svih sorata u pokusu u zadnjem pregledu tijekom vegetacije. Kod sorata Sara, Lucija, Borostyan, Pedro, Bahia te Zlata

ocijenjena je ocjenom 1. Simptomi su bili vidljivi na 25 % površine stabljike. Kod sorata Bolgar i Boly zaraza je ocijenjena ocjenom 2. Oboljelo je 25 do 50 % površine stabljike. Kod svih ostalih sorata u pokusu ocijenjena je slabim intenzitetom.

Tablica 9. Ocjena zaraze biljaka soje s *Diaporthe/Phomopsis* vrstama te *Peronospora manshurica*

Sorta	<i>Diaporthe/Phomopsis</i>	<i>Peronospora manshurica</i>
Merkur	+	1
Galina	1	1
Zora	+	1
Victoria	+	1
NS Maximus	+	1
Ika	+	1
Sara	+	1
Sanda	1	1
Sonja	+	1
Lucija	1	1
Borostyan	1	3
Bolgar	+	1
Boly 56	+	1
Boly Bobita	+	1
Pedro	1	1
Bahia	1	1
Ascasubi	+	1
Buga	+	3

Peronospora manshurica (1 – 0 -10 % površine lista, 3 – 20-30 % površine lista)
Diaporthe/Phomopsis (+ - prisutna zaraza u slabom intenzitetu, 1 – simptomi na 25 % površine stabljike).

6.4. Zdravstveno stanje zrna soje u 2016. godini

Zdravstvenom analizom zrna soje utvrđene su gljive iz rodova: *Diaporthe/Phomopsis*, *Cladosporium*, *Penicillium*, *Aspergillus* i *Mucor* te vrste *Cercospora kikuchii* (Slika 29.) i *Peronospora manshurica*.

Peronospora manshurica je utvrđena na zrnu svih sorata u pokusu, osim kod sorte Sara. Najveći postotak zaraze bio je kod sorte Borostyan. Postotak zaraze kretao se od 0,25 do 8 % (Tablica 10.).

Zaraza gljivama iz *Diaporthe/Phomopsis* kompleksa kretala se od 0 % do 4 %. Najveći postotak zaraze utvrđen je kod sorte Borostyan što je statistički značajno jača zaraza u odnosu na sve ostale sorte. Zrna soje zaražena gljivama iz *Diaporthe/Phomopsis* kompleksa na krumpir dekstroznom agaru (KDA) prikazuje (Slika 30.).

Postotak zaraze s *Alternaria* sp. kretao se od 0,25 do 14 % (Galina). Najveća zaraza gljivama iz roda *Cladosporium* bila je kod sorte Zlata i iznosila je 84 %, a najmanja kod sorte Galina 55 %. Sorta Galina statistički je značajno slabije bila zaražena *Cladosporium* vrstama od ostalih sorata u pokusu. Osim navedenog na vrlo malom broju zrna utvrđena je prisutnost bakterija i uzročnika antraknoze zrna.



Slika 31. *Cercospora kikuchii*

(Izvor: Anica Rešetar Pećnik)

Tablica 10. Zaraza zrna soje (%) 2016. godine

Sorta	<i>Diaporthe/ Phomopsis</i>	<i>Peronospora manshurica</i>	<i>Alternaria ssp.</i>	<i>Cladosporium ssp.</i>
Merkur	2 b	2 ed	10 b	69 g
Galina	0	1 efg	14 a	55 j
Zora	0	0,25 fg	5 dc	70 gf
Victoria	2 b	1 efg	6 c	59 i
NS Maximus	0	4 cb	2 f	81 bac
Ika	0	0,25 fg	5 dc	73 ef
Sara	1 c	0	4 de	65 h
Sanda	0	3 cb	6 c	79 bcd
Sonja	0	5 b	0,25 g	81 bac
Lucija	0	2 ed	4 de	70 gf
Borostyan	4 a	8 a	3 fe	73 ef
Bolgar	1 c	5 b	5 dc	70 gf
Boly 56	0	2,75 d	4 de	81 bac
Boly Bobita	1 c	2,75 efg	2 f	76 ed
Pedro	1 c	2 ed	6 c	69 g
Bahia	1 c	2 ed	3 fe	78 dc
Ascasubi	0	4 cb	4 de	82 a
Buga	1 c	7,25 a	0,25 g	80 bc
Zlata	2 b	4,25 b	2 f	84 bc

(a,b,c – različita slova označavaju statistički značajne razlike prema Duncan's Multiple Range Test na razini $P \leq 0.95$).



Slika 32. *Diaporthe/Phomopsis* na krumpir dekstroznom agaru (KDA)

(Izvor: Anica Rešetar Pećnik)

7. RASPRAVA

Zbog porasta proizvodnje soje u svijetu i kod nas bolesti postaju učestalije pri čemu su gljive uzročnici najvećeg broja bolesti soje u svim dijelovima svijeta u kojima se uzgaja ova kultura. Više od 80 % štete na soji nanose različite vrste gljiva, dok na fitopatogene bakterije, viruse i mikoplazme otpada 10 do 20 % (Aćimović, 1988.).

U 2015. godini tijekom našeg istraživanja vizualnim pregledom utvrđeni su simptomi koji su mogli ukazivati na prisutnost virusa prstenaste pjegavosti duhana na sortama Sara, Sanda i Ika.

Različite vrste saprofitnih i parazitnih gljiva mogu se izolirati sa stabljika, mahuna i zrna soje. Na sjemenu soje se javlja 108 vrsta gljiva iz 63 roda, na mahunama 88 vrsta iz 65 rodova te na cvjetovima 47 vrsta iz 36 rodova. U opsežnom istraživanju mikopopulacije mahuna, zrna i cvjetova soje na području sjeverne Amerike Roy i sur., (2001.) navode da je s tih biljnih dijelova izolirano osam gljivičnih rodova s oko 135 vrsta.

Tijekom naših istraživanja od važnijih patogena na soji u obje godine utvrđene su gljive *Peronospora manshurica*, *Diaporthe/Phomopsis* vrste, *Fusarium* sp., a od saprofitnih rodova *Alternaria* sp. i *Cladosporium* sp., dok je gljiva *Macrophomina phaseolina* utvrđena 2015. godine, ali ne kod svih sorata u pokusu. Navedeno je u skladu s navodina Vrandečić (2008.) i Jurković i sur. (2010.) prema kojima soju u našem uzgojnom području parazitira manji broj uzročnika bolesti: *Peronospora manshurica*., *Diaporthe caulivora*, *Diaporthe phaseolorum*, *Diaporthe longicolla*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Colletotrichum dematium* var. *truncatum* i *Fusarium* sp.

Macrophomina phaseolina je uzročnik suhe ili ugljenaste truleži. Izvor zaraze su mikrosklerocije koje ostaju u tlu na zaraženim biljnim ostacima (Jurković i sur., 2010.). Sjeme može biti zaraženo, ali ono nije od velike važnosti za prenošenje bolesti u sljedeću vegetaciju. Tipični simptomi vidljivi su na donjem dijelu stabljike i korijenu, u zriobi soje kao svijetlosmeđe pjege. Ispod epiderme korijena nastaju sitne crne mikrosklerocije što je siguran znak ove bolesti (Vratarić i Sudarić, 2000.). Ugljenasta trulež je bolest toplih godina s malom količinom oborina, a optimalna temperatura za razvoj micelija i mikrosklerocija je oko 30 °C, minimalna približno 10 °C, a maksimalna 35 do 40 °C (Jurković i sur., 2010.). Toplo ili ekstremno toplo vrijeme koje je vladalo od svibnja do rujna 2015. godine pogodovalo je razvoju ove gljive.

no povećanje površina pod sojom i unošenje stranih sorata može dovesti do razvoja bolesti u jačem intenzitetu (Vratarić i sur., 2000.).

Neke bolesti imaju veći značaj: plamenjača soje, bijela trulež stabljike te bolesti uzrokovane gljivama iz *Diaporthe/Phomopsis* kompleksa.

Glavne bolesti tijekom vegetacije soje u Osijeku u istraživanju Vratarić i sur. (1998.) bile su *Peronospora manshurica*, *Diaporthe sojae* te *Sclerotinia sclerotiorum*. Na sjemenu su glavni paraziti bili *Peronospora manshurica*, *Cercospora kikuchii* te *Fusarium* sp. Utvrđeno je da postoje razlike u intenzitetu bolesti obzirom na kultivar, posebno se to odnosi na gljivu *Peronospora manshurica*.

Ćosić i sur. (2006.) nalaze da se sa stabljika, zrna i mahuna soje mogu izolirati različite vrste parazitnih i saprofitnih gljiva. Identificirani su uzročnici bolesti iz rodova *Peronospora*, *Sclerotinia*, *Cercospora*, *Fusarium* i *Diaporthe/Phomopsis*. Najveći broj gljiva pripadao je saprofitnoj flori iz rodova *Cladosporium*, *Alternaria*, *Penicillium*, *Aspergillus* i *Epicoccum*. Zdravstveno stanje naturalnog zrna tijekom istraživanja ocijenjeno je kao dobro.

Petrović i sur. (2014.a) navode da su u različitim fenofazama rasta soje (faza prve troliske lista, cvatnja i puna zrioba) na lokalitetu Županja i Osijek identificirani uzročnici bolesti iz rodova: *Alternaria*, *Fusarium*, *Cladosporium*, *Diaporthe/Phomopsis*.

Tijekom četverogodišnjih istraživanja (2010.-2013.) zdravstvenog stanja zrna soje na deset sorata, na području Vinkovaca identificirane su gljive iz rodova: *Peronospora*, *Fusarium*, *Cercospora*, *Diaporthe/Phomopsis*, *Cladosporium*, *Penicillium*, *Aspergillus* i *Alternaria* (Petrović i sur., 2014.b).

Duvnjak (2001.) je ispitivao tolerantnost genotipova soje, važnije gljivične bolesti koje se javljaju na soji u agroekološkim uvjetima Osijeka, utjecaj roka sjetve na urod i intenzitet bolesti, intenzitet bolesti, razinu tolerantnosti testiranih sorti, utjecaj tretmana na urod i intenzitet bolesti te povezanost visine uroda i intenziteta zaraze proučavanih bolesti. Utvrđeno je da su dominantne bolesti bile plamenjača soje, sušenje mahuna i stabljika soje i crna pjegavost soje.

Populacija uzročnika bolesti se stalno mijenja, sukladno tome neki uzročnici koji su bili dominantni ranijih godina gube značaj, a novi se javljaju. Tako su Tomić i sur. (2014.) po prvi puta utvrdili prisutnost gljive *Phytophthora sojae* u Hrvatskoj 2006. godine iz uzoraka prikupljenih od 2006. do 2012. godine s više lokaliteta.

Različiti patogeni se javljaju na pojedinim dijelovima biljke, a poneki od njih se prenose i sjemenom. Zaraženost sjemena soje patogenim gljivama nepovoljno utječe na klijavost i energiju klijanja i takvo sjeme je smanjene kvalitete s manjim sadržajem ulja i bjelančevina (Petrović i sur. 2014.b).

Širenje bolesti sprječava se prije svega sjetvom zdravog i dezinficiranog sjemena. Stoga ocjena zdravstvenoga stanja sjemena ima veliku važnost.

Uzročnik plamenjače soje *Peronospora manshurica* ubraja se u najčešće gljivične bolesti soje. U našoj zemlji javlja se redovito svake godine u različitom intenzitetu ovisno o kultivaru, datumu sjetve i godini (Duvnjak i sur., 2008.). Duvnjak (2005.) utvrđuje značajne razlike u pojavi i intenzitetu plamenjače soje na sjemenu pri čemu su razlike u visini uroda zrna uzrokovane genetskom varijabilnošću kultivara i utjecajem godine. Iako se plamenjača soje javlja gotovo svake godine, ova bolest nema većeg utjecaja na urod zrna. Visoka relativna vlaga zraka povoljno utječe na razvoj plamenjače što smo i mi potvrdili u našem istraživanju. Veći postotak zaraženih zrna i biljaka utvrđen je u 2016. godini u odnosu na 2015. godinu. Postotak zaraze zrna u 2016. godini kretao se od 0 do 8 %, a u 2015. godini 0 do 3 %. Istraživanjem koje je provedeno 2004. godine na lokalitetu Sopot Vinkovci na 9 sorata soje utvrđeno je 0,5 do 3% zrna zaraženih gljivom *P. manshurica*, a nazočnost patogena utvrđena je na svim sortama (Ćosić i sur., 2008.). Petrović i sur. (2014.b) utvrdili su da se postotak zaraze zrna soje s *P. manshurica* kretao između 2 i 4% na ispitivanim sortama soje na lokalitetu Sopot Vinkovci. Gljiva nepovoljne uvjete preživljava na zaraženom sjemenu u obliku oospora. Zaraženo sjeme ima lošiju klijavost i energiju klijanja od zdravog sjemena. Sjetvom zaraženog sjemena prinos sjemena soje može biti manji od 0 do 25% (Dunleavy, 1971.).

Duvnjak (2004.) je analizirao zdravstveno stanje pet kultivara sjemena soje s lokaliteta Osijek od 1999. do 2002. godine. Od 1999. do 2001. godine nije utvrđena zaraza *Diaporthe/Phomopsis* vrstama. U 2002. godini zbog povoljnijih okolinskih čimbenika zaraza se kretala od 6 do 16%. Najzastupljenija vrsta je bio *D. caulivora* (60 %), slijedi *D. sojae* (21,54 %), dok je najslabije zastupljena vrsta bio *D. longicolla* s 18,46 %. U našem istraživanju postotak zaraze sa *Diaporthe/Phomopsis* vrstama bio je veći u 2015. godini, u odnosu na 2016. godinu. Postotak zaraze u 2015. godini iznosio je do 6,25 %, a u 2016. godini 4 %. Navedeno se može objasniti činjenicom da je 2015. godina u kolovozu bila klimatski povoljnija za razvoj patogena, odnosno u vrijeme zriobe zrna soje bilo je vlažnog vremena s povoljnim temperaturama za razvoj bolesti. Evidentno štetan utjecaj

Diaporthe/Phomopsis sp. na kvalitetu i klijavost sjemena soje utvrđen je u mnogim istraživanjima (Thomson i sur., 1988., Sinclair i Backman, 1989., Duvnjak, 2004.). Duvnjak (2004.) detaljno opisuje uzročnika truleži sjemena soje (*Phomopsis longicolla*) kao uzročnika jedne od značajnijih bolesti sjemena soje. Različite *Diaporthe/Phomopsis* vrste uzrokuju različite tipove bolesti na soji i javljaju se u većini uzgojnih područja u svijetu (Sinclair i Backman, 1989.).

Vrste roda *Fusarium* patogeni su velikog broja kultiviranog bilja. *Fusarium* vrste su vrlo adaptibilne, rastu i razvijaju se na različitim podlogama i u različitim uvjetima okoline. Gljive iz roda *Fusarium* se prenose zaraženim sjemenom, zaraženim biljnim ostacima u tlu te alternativnim domaćinima (Ćosić, 2001.). Od *Fusarium* vrsta na soji najzastupljeniji je *F. sporotrichoides* (Ivić i sur., 2009.). U našem istraživanju u 2016. godini zaraze *Fusarium* vrstama nije bilo. U 2015. godini postotak zrna zaraženih *Fusarium* vrstama se kretao od 0 do 10 % i najveći je bio kod sorte DHC 5170.

Od saprofitnih vrsta dominantne su bile gljive iz roda *Cladosporium*. Tako se u 2015. godini zaraza s *Cladosporium* sp. kretala od 28 do 49,75%, a zaražena su bila zrna kod svih sorata u pokusu. Najveći postotak zaraze je utvrđen kod sorata Pedro i Lucija, a najmanji kod sorte NS Zora. U 2016. godini također su zrna svih sorata u pokusu bila zaražene gljivama iz ovoga roda. Postotak zaraze je bio veći nego u prethodnoj godini i kretao se od 55 do 84 %. Najveći postotak zaraze bio je kod sorte Zlata (84 %). Slične rezultate navode i Ćosić i sur. (2008.) u čijem istraživanju su sa zrna soje u najvećem postotku izolirane gljive iz rodova *Cladosporium* i *Alternaria*.

U Srbiji dominantne vrste na zrnu soje pripadaju rodu *Alternaria* sp. (Lević i sur., 2012.). Vrste roda *Alternaria* se ubrajaju među najčešće izolirane gljive na zrnu i mahunama soje u našoj zemlji (Ćosić i sur., 2008.). U našem istraživanju postotak zaraze ovom gljivom kretao se od 0,25 do 16,5 % u 2015. godini, odnosno od 0,25 do 14 % u 2016. godini. Sve sorte u obje godine pokusa su bile inficirane gljivama iz ovoga roda. Gljive roda *Alternaria* su gljive širokog areala rasprostranjenosti koje se razvijaju na velikom broju biljnih vrsta. Novija istraživanja ukazuju da *Alternaria alternata*, koja je dominantna vrsta na zrnu soje, luči toksin koji može štetno djelovati na zdravlje ljudi i životinja (Braghini i sur., 2009, Lee i sur., 2015.).

Pojedini patogeni mogu biti vrlo destruktivni tijekom jedne vegetacije dok ih je u idućoj vrlo teško ili nemoguće pronaći.

Patogeni mogu uzrokovati pojavu epidemije samo u određenim okolinskim uvjetima. Konačne štete uzrokovane bolestima čiji su uzročnici gljive ovise o intenzitetu zaraze, otpornosti kultivara prema patogenu, lokalitetu uzgoja, agrotehnici i agroekološkim uvjetima (Duvnjak, 2004.).

Temperatura zraka na području istočne Hrvatske nije limitirajući čimbenik proizvodnje soje. Utjecaj temperature na razvoj bolesti ovisi o specifičnom odnosu biljka-patogen te ovisno o temperaturi razvoj pojedine bolesti može varirati od sporadičnog do vrlo jakog.

U našem istraživanju prema podacima DHMZ-a vidljivo je da je kolovoz bio najtopliji mjesec u 2015. godini istraživanja. U 2016. godini najtopliji mjesec bio je srpanj. U 2015. godini srednja mjesečna temperatura zraka za travanj je iznosila 12,7 °C, za svibanj 18,2°C, lipanj 21,1°C, srpanj 21,1°C te kolovoz 24°C. U 2016. godini srednja mjesečna temperatura zraka za travanj iznosila je 14,1°C, svibanj 16,9°C, lipanj 21,5°C, srpanj 23,3°C te kolovoz 20,8°C.

Voda je limitirajući čimbenik u proizvodnji soje. Soja za svoj razvoj u svakom razvojnom stadiju ima određene potrebe za vodom. Potrebe soje za vodom rastu kako soja raste i razvija se. Vлага je neophodna za klijanje spora i aktivaciju patogena, a oborine određuju hoće li se bolest razviti i u kojem intenzitetu.

U 2016. godini u periodu aktivne vegetacije ukupno je bilo 190,5 mm više oborina u odnosu na 2015. godinu. Tako je u lipnju 2016. bilo 92,9 mm oborina više, odnosno u srpnju 138 mm više u odnosu na 2015. godinu. Travanj, svibanj i kolovoz imali su veću količinu. Relativna vlaga zraka je povezana s količinom oborina. U kritičnim stadijima rasta i razvoja soje relativna vlaga ne bi smjela biti niža od 65%, dok je optimalna 70-80% (Vratarić, 1986.). Patogeni zahtijevaju visoku relativnu vlagu zraka za oslobađanje i klijanje spora ili tijekom cijelog razvoja.

Prosječna relativna vlaga zraka za obje godine istraživanja kretala se između 55 i 77 % kroz mjesec aktivne vegetacije. Najniža prosječna RVZ izmjerena je travnju 2015. godine i iznosila je 55 % u , a najviša je bila u kolovozu 2016. godine.

Nešto veća količina oborina od uobičajene tijekom kolovoza (oborinske prilike u Hrvatskoj za kolovoz 2015. godine prema DHMZ opisane su kao kišno razdoblje u odnosu na višegodišnje mjerenje) utjecala je na veću zarazu zrna s *Diaporthe/Phomopsis* vrstama i *Fusarium* sp. u

odnosu na 2016. godinu. Većih odstupanja oborina (od višegodišnjeg prosjeka) u istraživanom razdoblju nije bilo, dok su srednje mjesečne temperature bile više od uobičajenog prosjeka.

Visoke temperature nisu pogodovale jačoj pojavi uzročnika bolesti. Stoga možemo reći da je utvrđena pojava bolesti, ali nisu utvrđena odstupanja u intenzitetu zaraze nekim od patogena u odnosu na prethodna istraživanja, a također nisu utvrđeni novi patogeni.

Tolerantnost genotipova soje prema uzročnicima bolesti je različita i s vremenom se mijenja jer postoji stalna interakcija na relaciji biljka-patogen (Agrios, 2005.) Vrlo je teško stvoriti sortu otpornu na više bolesti, a istodobno ostvariti visoki prinos zrna. Stoga je potrebno usporediti različite genotipove prema njihovoj osjetljivosti na dominantne uzročnike bolesti za pojedina područja.

Kod soje postoje različite grupe zriobe koje su rangirane od 000 (vrlo rane grupe zriobe) do X. (najkasnija zrioba). Grupa zriobe označava područje na koje je sorta najbolje adaptirana. Kod nas se uglavnom siju sort 00, 0, 0 – I., i I. grupe.

S obzirom na genotipove koje smo imali zasijane u obje godine istraživanja (Sanda, Sara, Ika Sonja, Lucija, Pedro, Bahia, Ascasubi, Buga, Zlata, Merkur, NS Zora, Galina). Sorta NS Zora u prvom pregledu tijekom vegetacije 2015. godine imala najveći intenzitet zaraze plamenjačom soje. Plamenjača soje na zrnu u obje godine istraživanja nije utvrđena kod sorte Sara. Zaraza s s uzročnicima iz *Diaporthe/Phomopsis* kompleksa u obje godine istraživanja tijekom vegetacije soje utvrđena je na svim sortama u pokusu. Dok na zrnu *Diaporthe/Phomopsis* kompleks nije utvrđen na sortama Sanda, Lucija i Ascasubi.

S obzirom na zasijane genotipove u obje godine istraživanja utvrđena je različita otpornost genotipova na bolesti. Sorta Sara imala je najveću otpornost na *Peronospora manshurica*. Dok su najveću otpornost na bolesti iz *Diaporthe/Phomopsis* kompleksa imale sorte Sanda, Lucija te Ascasubi.

8. ZAKLJUČAK

Tijekom dvije godine (2015., 2016.) postavljeni su sortni pokusi na lokaciji Sopot, Vinkovci. Praćeno je zdravstveno stanje biljaka soje tijekom vegetacije i zdravstveno stanje zrna soje nakon vršidbe. U pokusu 2015. godine bilo je zasijano 24 sorte, a u 2016. godini 19 sorata soje. Sorte zasijane u pokusu pripadale su domaćem i stranom sortimentu.

U prvom makroskopskom pregledu soje 2015. godine na temelju vizualnih simptoma na listu uočeni su simptomi koji su mogli biti uzrokovani prisutnošću virusa. Simptomi su u slabijem intenzitetu bili prisutni na sortama Sanda, Sara i Ika. *Peronospora manshurica* i gljive iz kompleksa *Diaporthe/Phomopsis* bile su prisutne kod svih sorata u pokusu u slabom intenzitetu. *Macrophomina phaseolina* je utvrđena kod sorata Sandra, Sonja, Lucija, DHC 5170, Merkur, Tajfun i NS Zora Ascasubi.

U 2016. godini na svim sortama tijekom vegetacije soje utvrđena je pojava plamenjače (*Peronospora manshurica*) na listu, zaraza je ocijenjena ocjenom 1. Na sortama Borostyan i Buga zaraza je ocijenjena sa ocjenom 3 (drugi pregled). U zadnjem pregledu evidentirana je prisutnost raka stabljike soje (*Diaporthe caulivora*) i uzročnici paleži stabljika i mahuna soje (*Diaporthe sojae* i *Diaporthe longicolla*) na stabljikama svih sorata u pokusu. Sorte Galina, Sanda, Lucija, Borostyan, Pedro i Bahia ocijenjene su ocjenom 1 što znači da je bilo zahvaćeno 25 % površine stabljike. Kod ostalih sorata bolest je bila ocijenjena slabim intenzitetom napada.

Zdravstvenom analizom zrna soje u 2015. godini utvrđene su gljive iz rodova: *Diaporthe/Phomopsis*, *Fusarium*, *Cladosporium*, *Aspergillus*, *Alternaria* te vrsta *Peronospora manshurica*.

Postotak zaraze s *Diaporthe/Phomopsis* kretao se od 0 % do 6,25 % (sorte Lorena i Zlata). Zaraza sa *Fusarium* sp. kretala se od 0 do 10% (DHC 5170). Zaraza sa *Peronospora manshurica* kretala se do maksimalno 3% kod sorte Gala. Zaraza sa *Aspergillus* sp. kretala se od 0 do 10,25%, dok se zaraza sa *Cladosporium* sp. kretala od 28 do 49,75%.

Zdravstvenom analizom zrna soje u 2016. godini utvrđene su gljive iz rodova: *Diaporthe/Phomopsis*, *Cladosporium*, *Penicillium*, *Aspergillus* i *Mucor* te vrste *Cercospora kikuchii* i *Peronospora manshurica*. U najvećem postotku je utvrđen *Cladosporium* sp. od 55 do 84 %. Parazitne vrste su bile prisutne u manjem postotku.

Većih odstupanja oborina (od višegodišnjeg prosjeka) u istraživanom razdoblju nije bilo, dok su srednje mjesečne temperature bile više od uobičajenog prosjeka. Visoke temperature nisu pogodovale jačoj pojavi uzročnika bolesti. Bolesti su utvrđene, ali nisu utvrđena odstupanja u intenzitetu zaraze nekim od patogena u odnosu na prethodna istraživanja, niti su determinirani novi patogeni.

S obzirom na zasijane genotipove u obje godine istraživanja utvrđena je različita otpornost genotipova na bolesti.

9. LITERATURA

1. Aćimović, M. (1988.): Prouzrokovaci i bolesti soje i njihovo suzbijanje, Naučna knjiga, Beograd.
2. Agrios, G.N. (2005): Plant Pathology. Edition, 5. Publisher, Academic Press.
3. Allen, T. W., Bradley, C. A., Sisson, A. J., Byamukama, E., Chilvers, M. I., Coker, C. M., Esker, P. D. (2017): Soybean yield loss estimates due to diseases in the United States and Ontario, Canada, from 2010 to 2014. *Plant Health Progress*, 18(1), 19-27.
4. Almeida, A.M.R. (1994): Virus diseases. *Tropical Soybean: Improvement And Production*. FAO, Roma: 65-75.
5. Athow, K.L. (1987): Fungal Diseases. U: J.R. Wilcox (ed.). *Soybeans: Improvement, Production and Uses*. Agronomy nd, ASA, Madison, WI, USA16(2): 687-727.
6. Aoki, T., O'Donnell, K., Homma, Y., and Lattanzi, A. R. (2003): Sudden death syndrome of soybean is caused by two morphologically and phylogenetically distinct species within the *Fusarium solani* species complex *F. virguliforme* in North America and *F. tucumaniae* in South America. *Mycologia* 95:660-684.
7. Boland, G. J., Hall, R. (1994): Index of plant hosts of *Sclerotinia sclerotiorum*. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 16(2), 93-108.
8. Braghini, R., Pozzi, C.R., Aquino, S., Rocha, L.O., Correa, B. (2009): Effects of gamma radiation on the fungus *Alternaria alternata* in artificially inoculated cereal samples. *Food Microbiology*. 26:927-931.
9. Brumer, B.B., Lopes-Caitar, V.S., Chicowski, A.S., Beloti, J.D., Castanho, F.M., Silva, D.C., Carvalho, S.D., Lopes, I.D., Soares, R.M., Seixas, C.D., Abdelnoor, R.V., & Marcelino-Guimarães, F.C. (2018): Morphological and molecular characterization of *Diaporthe* (anamorph *Phomopsis*) complex and pathogenicity of *Diaporthe aspalathi* isolates causing stem canker in soybean. *European Journal of Plant Pathology*, 1-17.
10. Chitkara, S., Singh, T., Singh, D. (1990): Histopatology of *Colletotrichum dematium* infected chili seed. *Acta Botanica Indica* 18:226-230.
11. Chen, L. S., Chu, C., Liu, C. D., Chen, R. S., & Tsay, J. G. (2006). PCR-based Detection and Differentiation of Anthracnose Pathogens, *Colletotrichum gloeosporioides* and *C. truncatum*, from Vegetable Soybean in Taiwan. *Journal of Phytopathology*, 154(11-12), 654-662.

12. Ćosić, J. (2001.): Taksonomija *Fusarium* vrsta izoliranih s kultiviranog bilja, korova i njihova patogenost za pšenicu. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
13. Ćosić, J., Vrandečić, K., Jurković, D., Ereš, I., Poštić, J. (2006.): Parazitna mikopopulacija zrna soje. Poljoprivreda, Vol.14., No.1.
14. Ćosić, J., Vrandečić, K., Jurković, D., Ereš, I., Poštić, J. (2008.): Parazitna mikopopulacija zrna soje. Poljoprivreda, 14(1), 5-8.
15. Dunleavy, J. M. (1971.): Races of *Peronospora manshurica* in the United States. American Journal of Botany, 209-211.
16. Duvnjak T. (2001): Tolerantnost nekih domaćih kultivara soje (*Glycine max* (L.) Merrill) na važnije gljivične bolesti. Magistarski rad. Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. 1
17. Duvnjak, T. (2004.): *Phomopsis longicolla* Hobbs uzročnik truleži sjemena soje u Hrvatskoj. Disertacija. Osijek.
18. Duvnjak, T., Vratarić, M., Sudarić, A., Ćosić, J., Vrandečić, K., Krizmanić, M., Mijić, A. (2005.): Pojava i intenzitet plamenjače na sjemenu soje u odnosu na rokove sjetve. Sjemenarstvo. Vol.22., No.3.
19. Duvnjak, T., Sudarić, A., Matoša Kočar, M., Ćosić, J., Vrandečić, K., (2016.): First report of soybean *Fusarium* wilt caused by *Fusarium graminearum* in Croatia *Plant disease*, 100 (3; 648-649.
20. Grau, C.R., Hartman, G.L., (1999): *Sclerotinia* stem root. P. 46-48. In: G.L. Hartman et al (ed.): Compendium of soybean diseases. 4th ed. APS Press. St Paul, MN.
21. Grau, C.R., Dorrance, A.E., Bond J., Russin, J.S. (2004): Fungal Diseases. U: H.R. Boerma i J.E. Specht (eds) Soybeans: Improvement, Production and Uses, 3rd Agronomy Monograph 16, ASA, CSSA, AASS, Madison, WI, USA: 679-763.
22. Hepperly, P.R., Sinclair J.B. (1980): Associations of plant symptoms and pod position with *Phomopsis soyae* seed infection and damage in soybean. *Crop science* 20: 379-381.
23. Ivić, D., Domijan, A.- M., Peraica, M., Miličević, T., Cvjetković, B. (2009.): *Fusarium* spp. contamination of wheat, maize, soybean, and pea in Croatia. *Arh Hig Rada Toksikol* 60, 435-442.
24. Jurković, D., Ćosić J., Vrandečić, K. (2010.): Pseudogljive i gljive ratarskih kultura. Poljoprivredni fakultet u Osijeku.

25. Leslie, J. F., Pearson C.A.S., Nelson P.E.E, Toussoun , T.A. (1990): *Fusarium* spp. from corn, sorghum, and soyben fields in the central and eastern United States. *Phytopathology* 80:343–350.
26. Lee, H. B., Patriarca, A., & Magan, N. (2015): *Alternaria* in food: ecophysiology, mycotoxin production and toxicology. *Mycobiology*, 43(2), 93-106.
27. Li, S., Hartman, G. L., Boykin, D. L. (2010): Aggressiveness of *Phomopsis longicolla* and other *Phomopsis* spp. on soybean. *Plant Disease*, 94(8), 1035-1040.
28. Levic, J., Stankovic, S., Krnjaja, V., Bocarov-Stancic, A., Ivanovic, D. (2012): Distribution frequency and incidence of seed-borne pathogens of some cereals and industrial crops in Serbia. *Pesti. Phytomed. Belgrade*, 27(1): 33-40.
29. McGee, D.C. (1986): Prediction of *Phomopsis* Seed Decay by measuring soybean pod infection. *Plant Disease* 70: 329-333.
30. Nicolson, R.L., Moraes, W.B.C. (1980): Survival of *Colletotrichum graminicola*: importance of the spore matrix. *Phytopathology* 70:255-261.
31. Patha, M.A., Sinclair, J.B., McClary, R.D. (1989): Effects of *Cercospora kikuchii* on soybean seed germination and quality. *Plant disease* 73: 720-723.
32. Pathak, V. K., Mathur, S. B., & Neergaard, P. (1978). Detection of *Peronospora manshurica* (Naum.) Syd. in seeds of soybean, *Glycine max*. *EPPO Bulletin*, 8(1), 21-28.
33. Pospíšil, A. (2010.) : Ratarstvo – 1. dio. Zrinski d.d.
34. Petrović, L., Vrandečić, K., Ćosić, J., Jurković, D. (2014.a): Mikoflora soje tijekom vegetacije. Proceedings and abstracts of the 7th international scientific/professional conference “Agriculture in nature and environment protection” 237-240.
35. Petrović, L., Vrandečić, K., Ćosić, J., Jurković, D. (2014.b): Gljive na zrnu soje. Proceedings and abstracts of the 7th international scientific/professional conference “Agriculture in nature and environment protection”. 233-236.
36. Rodriguez-Marcano, A., Sinclair, J. B. (1978): Fruiting structures of *Colletotrichum dematium* var. *truncata* and *Phomopsis sojae* formed in soybean seeds. *Plant Disease Reporter*, 62(10), 873-876.
37. Roy, K.W., Baird, R.E., Abney, T.S. (2001): A Review of Soybean (*Glycine max*) Seed, Pod, and Flower Mycofloras in North America, with Methods and a Key for Identification of Selected Fungi. *Mycopathologia*. 150(1): 15-27.

38. Software (1999). SAS/STAT. (1999). User's guide, version 8. Cary: SAS Institute; 1999. SAS software (1999.).
39. Sinclair, J.B., Backman, P.A. (1989): Compendium of soybean diseases. Thrt edition. The American Phypopathological Society, St. Paul, Minesota.USA.
40. Sun, S., Kim, M. Y., Chaisan, T., Lee, Y. W., Van, K., Lee, S. H. (2013): Phomopsis (Diaporthe) species as the cause of soybean seed decay in Korea. Journal of Phytopathology, 161(2), 131-134.
41. Soares, A. P. G., Guillin, E. A., Borges, L. L., da Silva, A. C., de Almeida, Á. M., Grijalba, P. E., de Oliveira, L. O. (2015):. More Cercospora species infect soybeans across the Americas than meets the eye. PloS one, 10(8).
42. Tolin, S.A., Lacy, G.H. (2004): Viral, Bacterial and Phytoplasmal Diseases of Soybean. U: Boerma i Specht (eds.) Soybeans: Improvement, Production and Uses, 3rd Agronomy Monograph, 16 ASA, CSSSA, SSSA, USA:765-821.
43. Thomson, P.R., Jeffers, D.L., Schmitthenner, A.F. (1988): Phomopsis seed infection and nutritient acumulation in pods of soybean with reduced fruit loads. Agron. J. 80: 55-59.
44. Tomić, Ž., Ivić, D., Lovrinčević, I., Levatić, Ž.(2014): *Phytophthora sojae* Kaufmann i Gerdemann – Novi uzročnik bolesti u Hrvatskoj. Glasilo biljne zaštite, 3(14), 225-235.
45. Vidić, M., Jasnić, S. i Đorđević,V.(2003.): "Soybean seed diseases." Biljni lekar 31(6): 585-591.
46. Vidić, M., Jasnić, S. (2008.): Bolesti soje. Miladinović, J. i sur. (ur.) Soja. Novi Sad, Bečej: 370-447.
47. Vrandečić, K. (2008.): Morfološka identifikacija vrsta Diaporthe / Phomopsis s kultiviranog i korovskog bilja. Disertacija. Poljoprivredni fakultet Osijek.
48. Vratarić, M., Sudarić, A. (2000.): Soja. Poljoprivredni institut Osijek.
49. Vratarić, M., Sudarić, A. (2008.): Soja *Glycine max* (L.) Merr. Poljoprivredni institut Osijek.
50. Vratarić, M., Sudarić, A. (2009.): Važnije bolesti i štetnici na soji u Republici Hrvatskoj. Glasnik Zaštite Bilja, 32(6), 6-23.
51. Wrather, A., Shannon, G., Balardin, R., Carregal, L., Escobar, R., Gupta, G. K., et al. (2010): Effect of diseases on soybean yield in the top eight producing countries in 2006. Plant Health Progress.

52. Yang, H. C., Haudenshield, J. S., Hartman, G. L. (2014): *Colletotrichum incanum* sp. nov., a curved-conidial species causing soybean anthracnose in USA. *Mycologia*, 106(1), 32-42.
53. Yang, X. B., Navi, S. S. (2005): First report of charcoal rot epidemics caused by *Macrophomina phaseolina* in soybean in Iowa. *Plant disease*, 89(5), 526-526.
54. Zhao, Y., Teng, W. (2015): Loci and candidate gene identification for resistance to *Sclerotinia sclerotiorum* in soybean (*Glycine max* L. Merr.) via association and linkage maps. *The plant journal*, 82(2), 245-255.
55. Žugec, I. (1986.): Utjecaj reducirane obrade tla na prinos kukuruza u ekološkim uvjetima Slavonije. Doktorska disertacija. Poljoprivredni fakultet Osijek.

SAŽETAK

Različite vrste gljiva, bakterija i virusa mogu se izolirati sa biljaka soje tokom vegetacije kao i sa zrna soje. Stoga je praćenje zdravstvenog stanja biljaka i praćenje zdravstvenog stanja sjemena od velike važnosti kako bismo znali koje bolesti tijekom proizvodnje soje nam limitiraju ostvarenje visokih prinosa.

Na temelju vizualnih simptoma na listu u 2015. godini utvrđena je u slabijem intenzitetu prisutnost virusa prstenaste pjegavosti duhana, *Diaporthe/Phomopsis* vrste na stabljikama i pojava *Peronospora manshurica* na listu svih sorata, a na sedam sorata je determinirana *Macrophomina phaseolina*.

U 2016. godini makroskopskim pregledom su utvrđene *Diaporthe/Phomopsis* vrste i *Peronospora manshurica*.

Zdravstvenom analizom zrna soje u 2015. godini utvrđene su gljive iz rodova: *Diaporthe/Phomopsis*, *Fusarium*, *Cladosporium*, *Aspergillus*, *Alternaria* te vrsta *Peronospora manshurica*.

Postotak zaraze s *Diaporthe/Phomopsis* kretao se od 0 % do 6,25 % (sorte Lorena i Zlata). Zaraza sa *Fusarium* sp. kretala se od 0 do 10% (DHC 5170).

Zdravstvenom analizom zrna soje u 2016. godini utvrđene su gljive iz rodova: *Diaporthe/Phomopsis*, *Cladosporium*, *Penicillium*, *Aspergillus* i *Mucor* te vrste *Cercospora kikuchii* i *Peronospora manshurica*. U najvećem postotku je utvrđen *Cladosporium* sp. od 55 do 84 %. Parazitne vrste su bile prisutne u manjem postotku.

Pojava uzročnika bolesti soje je utvrđena, ali nisu utvrđena odstupanja u intenzitetu zaraze nekim od patogena u odnosu na prethodna istraživanja niti pojava novih uzročnika bolesti.

SUMMARY

Different types of fungi, bacteria and viruses can be isolated from soybean plants during vegetation as well as with soybean seeds. Therefore, monitoring the plant health status and monitoring the health status of the seeds is of great importance in order to know which diseases during soybean production limit us the achievement of high yields.

On the basis of the symptoms in 2015, was determined the presence of the ring-spotted tobacco werw. Also we determinate diseases from *Diaporthe / Phomopsis* complex on the stems, and the appearance of *Peronospora manshurica* on the leaf of all varieties at a lower intensity. On seven cultivars of soybean *Macrophomine phaseolina* were determined.

In 2016 macroscopic examination we determined diseases caused by *Diaporthe/Phomopsis* and *Peronospora manshurica*.

By health analysis of soybean in 2015 we found fungi from the genera *Diaporthe/Phomopsis*, *Fusarium*, *Cladosporium*, *Aspergillus*, *Alternaria* and *Peronospora manshurica*.

The percentage of *Diaporthe/Phomopsis* infection ranged from 0% to 6.25% (Lorena and Zlata varieties). Infection with *Fusarium* sp. ranged from 0 to 10% (DHC 5170). Soybean health analyzes in 2016 found fungi of the genera: *Diaporthe/Phomopsis*, *Cladosporium*, *Penicillium*, *Aspergillus* and *Mucor*, and species *Cercospora kikuchii* and *Peronospora manshurica*. The highest percentage was found in *Cladosporium* sp. from 55 to 84%. Parasitic species were present at a lower percentage.

The appearance of soybean pathogens has been established, but no differences in the intensity of some of the pathogens from the previous studies or the emergence of new pathogens have been established

PRILOG

Slika 1. Plamenjača soje.

Izvor: (http://pinova.hr/hr_HR/aktualno/plamenjaca-soje).

Slika 2. Bijela trulež korijena i stabljike.

Izvor: (<https://fieldcroppathology.msu.edu/extension-3/soybean/soybean-stem-diseases/sclerotinia-stem-rot-or-white-mold-sclerotinia-sclerotiorum/>).

Slika 3. Crna pjegavost (rak) stabljika soje.

Izvor: (https://www.google.hr/search?q=diaporthe+phaseolorum+var.+caulivora&client=firefox-b&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiphe6D35jVAhVDPBoKHQxLCxMQ_AUICigB&biw=1354&bih=594#imgrc=jRwKfWJdARfIKM).

Slika 4. Uzročnik sušenja (paleži) mahuna i stabljika soje.

Izvor: (https://www.google.hr/search?q=diaporthe+caulivora&client=firefox-b&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiYieGv25jVAhWBPhQKHeizAzsQ_AUICigB&biw=1354&bih=594#imgrc=W9IXFFat0JGL8M).

Slika 5. Uzročnik truleži sjemena soje.

Izvor: (https://www.google.hr/search?q=phomopsis+longicolla+soybean&client=firefox-b&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjSidaF45jVAhUMOJoKHXBVBoUQ_AUICigB&biw=1354&bih=594#imgrc=-19U2jX1_9ZkpM).

Slika 6. Uzročnik purpurne pjegavosti sjemena.

Izvor: (http://wiki.bugwood.org/NPIP:Cercospora_leaf_blight_and_purple_seed_stain).

Slika 7. *Alternaria alternata* na listu soje.

Izvor: (<http://www.mississippi-crops.com/2012/07/21/general-soybean-disease-update-july-21-2012/>).

Slika 8. *Macrophomina phaseolina*.

Izvor: (<https://www.forestryimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=5473573>).

Slika 9. *Fusarium* na soji.

Izvor: (http://iasoybeans.mobi/publications/diseases/stem_root/fusarium_wilt.php).

Slika 10. *Colletotrichum truncatum*.

Izvor: (<https://www.forestryimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=5469598>).

- Slika 11. Sjeme soje za sjetvu. (Izvor: Anica Rešetar Pećnik)
- Slika 12. Sijačica za sjetvu soje. (Izvor: Anica Rešetar Pećnik)Foto: Anica Rešetar Pećnik)
- Slika 13. Vršidba soje. (Izvor: Anica Rešetar Pećnik)
- Slika 14. Slika 14. Pokusna parcela soje 2015.godine. (Izvor: Anica Rešetar Pećnik)
- Slika 15. Pokusna parcela soje 2016. godine. (Izvor: Anica Rešetar Pećnik)
- Slika 16. Virus prstenaste pjegavosti duhana na soji. (Izvor: Anica Rešetar Pećnik)
- Slika 17. Plamenjača soje. (Izvor: Anica Rešetar Pećnik)
- Slika 18. Crna pjegavost stabljika soje. (Izvor: Anica Rešetar Pećnik)
- Slika 19. Palež stabljika i mahuna soje. (Izvor: Anica Rešetar Pećnik)
- Slika 20. Ugljenasta trulež stabljike soje. (Izvor: Anica Rešetar Pećnik)
- Slika 21. Konidije *Fusarium* sp.. (Izvor: Anica Rešetar Pećnik)
- Slika 22. *Fusarium* sp. na sjemenu soje. (Izvor: Anica Rešetar Pećnik)
- Slika 23. Micelij i konidiofori *Aspergillus* sp. (Izvor: Anica Rešetar Pećnik)
- Slika 24. *Aspergillus* sp. (Izvor: Anica Rešetar Pećnik)
- Slika 25. *Peronospora manshurica* sporangije i sporangiofori. (Izvor: Anica Rešetar Pećnik)
- Slika 26. Micelij *Alternaria* sp. (Izvor: Anica Rešetar Pećnik)
- Slika 27. *Alternaria* sp. (Izvor: Anica Rešetar Pećnik)
- Slika 28. Micelij *Cladosporium* sp. (Izvor: Anica Rešetar Pećnik)
- Slika 29. *Cladosporium* sp. konidije. (Izvor: Anica Rešetar Pećnik)
- Slika 30. *Diaporthe/Phomopsis*. (Izvor: Anica Rešetar Pećnik)
- Slika 31. *Cercospora kikuchii*. (Izvor: Anica Rešetar Pećnik)
- Slika 32. *Diaporthe/Phomopsis* na krumpir dekstroznom agaru (KDA). (Izvor: Anica Rešetar Pećnik)
- Tablica 1. Procjena proizvodnje soje u svijetu u 2017. godini
- Tablica 2. Sortiment soje 2015. godine i prosječni prinos

Tablica 3. Sortiment soje 2016. godine i prosječni prinos

Tablica 4. Mjesečne količine oborina (mm) tijekom vegetacije soje u godinama istraživanja.

Tablica 5. Dnevna količina oborina po mjesecima u mm u 2015. godini prema podacima DHMZ za Gradište

Tablica 6. Dnevna količina oborina po mjesecima u mm u 2016. godini prema podacima DHMZ za Gradište

Tablica 7. Bolesti biljaka soje tijekom vegetacije u 2015. godini

Tablica 8. Zaraza zrna/sjemena soje gljivama (%) 2015. godine i statistička analiza (a,b,c – različita slova označavaju statistički značajne razlike prema Duncan's Multiple Range Test na razini $P \leq 0.95$)

Tablica 9. Bolesti biljaka soje tijekom vegetacije u 2016. godini.

Tablica 10. Zaraza zrna/sjemena soje gljivama (%) 2016. godine i statistička analiza (a,b,c – različita slova označavaju statistički značajne razlike prema Duncan's Multiple Range Test na razini $P \leq 0.95$)

Internetske stranice:

<https://sveogmo.wordpress.com/page/3/>

<http://www.soya-food.com/soy-world-production.html>

<http://www.glas-slavonije.hr/292040/7/Hrvatska-medju-15-zemalja-koje-su-povecale-proizvodnju-soje>

<http://www.globalsoybeanproduction.com/>

<http://www.nsseme.com/products/?opt=soy&cat=products#pagetop>

http://bc-institut.hr/proizvodi/soja_23.7.2017

<https://www.poljinos.hr/proizvodi-usluge/soja-suncokret/soja>

Grafikon 1. Najveći svjetski proizvođači soje (%).

Grafikon 2. Srednje mjesečne temperature zraka (°C) tijekom istraživanja

Grafikon 3. Srednja mjesečna relativna vlaga zraka (%) tijekom istraživanja

ŽIVOTOPIS

Anica Rešetar Pećnik rođena je 26. srpnja 1981. godine u Vinkovcima. Opću gimnaziju u Vinkovcima završila je 2000. godine. Iste godine upisuje sveučilišni diplomski studij Opći smjer na Poljoprivrednom fakultetu u Osijeku. Studij završava u srpnju 2008. godine sa zvanjem diplomirani inženjer poljoprivrede općeg smjera. Od veljače 2009. radi kao pripravnik u Pik Vinkovci d.d., a od veljače 2012. kao tehnolog proizvodnje i voditelj proizvodnje soje i suncokreta, kasnije od 2016. voditelj proizvodnje kukuruza i suncokreta. U rujnu 2015. upisuje specijalistički studij Zaštite bilja na Poljoprivrednom fakultetu u Osijeku.