Tehnologija uzgoja soje za ljudsku prehranu

Martinec, Kristina

Master's thesis / Diplomski rad

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Agriculture / Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:204:193113

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**



Repository / Repozitorij:

Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb







Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet
University of Zagreb
Faculty of Agriculture

TEHNOLOGIJA UZGOJA SOJE ZA LJUDSKU PREHRANU

DIPLOMSKI RAD

Kristina Martinec

Zagreb, rujan, 2019.

Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture

Diplomski studij:

Hortikultura- Povrćarstvo

TEHNOLOGIJA UZGOJA SOJE ZA LJUDSKU PREHRANU

DIPLOMSKI RAD

Kristina Martinec

Mentor:

prof. dr. sc. Ivan Pejić

Zagreb, rujan, 2019.

Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture

IZJAVA STUDENTA

O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, **Kristina Martinec**, JMBAG 0178097320, rođena 08.08.1994. u Zagrebu, izjavljujem da sam samostalno izradila diplomski rad pod naslovom:

TEHNOLOGIJA UZGOJA SOJE ZA LJUDSKU PREHRANU

Svojim potpisom jamčim:

- da sam jedina autorica ovoga diplomskog rada;
- da su svi korišteni izvori literature, kako objavljeni tako i neobjavljeni, adekvatno citirani ili parafrazirani, te popisani u literaturi na kraju rada;
- da ovaj diplomski rad ne sadrži dijelove radova predanih na Agronomskom fakultetu ili drugim ustanovama visokog obrazovanja radi završetka sveučilišnog ili stručnog studija;
- da je elektronička verzija ovoga diplomskog rada identična tiskanoj koju je odobrio mentor;
- da sam upoznata s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (Čl. 19).

U Zagrebu, dana 25.09.2019.

Potpis studentice

Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture

IZVJEŠĆE

O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studentice **Kristina Martinec**, JMBAG 0178097320, naslova

TEHNOLOGIJA UZGOJA SOJE ZA LJUDSKU PREHRANU

obranjen je i ocijenjen ocjenom _____ , dana 25.09.2019.

Povjerenstvo: potpisi:

1. prof. dr. sc. Ivan Pejić mentor _____
2. prof. dr. sc. Ana Pospišil član _____
3. prof. dr. sc. Darko Grbeša član _____

SADRŽAJ

1. UVOD……1

2. MORFOLOGIJA SOJE……3

3. TEHNOLOGIJA PROIZVODNJE SOJE……7

3.1 Karakteristike tla i izbor lokaliteta……7

3.2 Planiranje sklopa i rokova sjetve i žetve……10

3.3 Gnojidba……12

3.3.1 Dušik……13

3.3.2 Fosfor……14

3.3.3 Kalij……14

3.3.4 Plodnost tla i ishrana bilja u ekološkoj poljoprivredi……15

3.4 Zaštita……16

3.4.1 Bolesti soje……17

3.4.2 Štetnici soje……20

3.4.3 Zaštita od korova……21

3.4.4 Zaštita soje u ekološkoj poljoprivredi……21

4. PREHRAMBENA VRIJEDNOST SOJE……24

4.1 Sastav zrna……24

4.1.1 Proteini……25

4.1.2. Lipidi……27

4.1.3 Ugljikohidrati……28

4.1.4 Minerali i vitamini……28

4.2 Antinutritivni spojevi……30

4.2.1 Stahioza i rafinoza……30

4.2.2 Lektini i fitinska kiselina……31

4.2.3. Tripsin inhibitori i ureaza……31

4.3 Zdravstvene prednosti konzumacije……32

4.3.1 Fitoestrogeni……33

4.3.2 Saponini i fitosteroli……34

4.4 Proizvodi od soje……34

5. SOJA U REPUBLICI HRVATSKOJ……39
6. ZAKLJUČAK……45
7. POPIS LITERATURE……..47
8. ŽIVOTOPIS……53

Sažetak

Diplomskog rada studentice Kristine Martinec, naslova

TEHNOLOGIJA PROIZVODNJE SOJE ZA LJUDSKU PREHRANU

Soja je jedan od najvažnijih izvora proteina u hranidbi životinja u svijetu. Najveći dio proizvedene soje u svijetu otpada na soju razvijenu uz pomoć genetskih modifikacija, a uvoz takve soje nužan je na prostoru Europske Unije zbog nedostatne proizvodnje. Unatoč brojnim zdravstvenim prednostima, soja se još uvijek nije ustalila u prehrani ljudi izvan Azijskog kontinenta.

U Hrvatskoj su površine pod uzgojem soje konstantno u porastu, međutim, soja se još uvijek uzgaja u relativno malom obujmu. Kod nas nema sorata posebno razvijenih za preradu u proizvode namjenjene ljudskoj prehrani. Tehnologija uzgoja soje za ljudsku prehranu zahtjeva nekoliko specifičnosti: bezbojan hilum, visok sadržaj sirovih proteina u zrnu, poboljšan sastav masnih kiselina i smanjen sadržaj antinutritivnih tvari kako bi se postigla što veća nutritivna vrijednost gotovog proizvoda.

Uzgoj soje za prehranu ljudi po načelima ekološke poljoprivrede predstavlja mogućnost našim proizvođačima za postizanjem konkurentnosti na europskom tržištu ponudom proizvoda za kojim je potražnja velika, a proizvodne mogućnosti ograničene uglavnom na prostor Istočne i Srednje Europe. Razvoj sorata poboljšanog sastava zrna i pogodnih za uzgoj u ekološkom načinu proizvodnje potreban je kako bi se potaknuo uzgoj ove vrijedne mahunarke.

Ključne riječi: soja, uzgoj, prehrana ljudi, nutritivna vrijednost, sorte

Summary

Of the master's thesis - student Kristina Martinec, entitled

GROWING TECHNOLOGY OF SOYA FOR HUMAN CONSUMPTION

Soybean is one of the most important sources of protein in animal feed in the world. Majority of soybean produced in the world is soybean developed with the help of genetic modification and importation of such soybean within European Union is necessary due to lack of production. Despite its many health benefits, soybean has not yet become the norm in human diet outside the Asian continent.

In Croatia areas used in soybean production are constantly increasing, however soybean is still grown in relatively small quantities. Domestically there are no varieties specifically developed for processing into products meant for human consumption. Technology for production of soybean for human consumption has several specific requirements: colorless hilum, high content of raw protein within seed, improved content of fatty acids and reduced content of antinutrient substances so as to achieve the highest possible nutrient value of the final product.

Soybean production for human consumption using principles of organic agriculture presents a possibility for our producers to achieve competitiveness on the european market by offering products that are high in demand and production possibilities of which are limited mainly to the area of Eastern and Central Europe. The development of varieties with enhanced seed composition and suitable for organic production are necessary to stimulate the production of this valuable legume.

Key words: soybean, production, human consumption, nutritive value, varieties

1. Uvod

Soja (*Glycine max* (L.) Merr) biljka je iz porodice mahunarki (*Fabaceae*) čije porijeklo se najčešće veže uz područje sjevernih i središnjih provincija Kine (Vratarić, 1986. prema Nagata, 1959.). Prvi pisani podatci o ovoj biljnoj vrsti nalaze se u knjizi cara Sheng Nung-a iz 2838. godine pr. Kr. koja opisuje medicinska svojstva biljaka Kine (Matoša-Kočar, 2017.). Prema podatcima FAO-a (*Food and Agriculture Organization of the United Nations*) danas se soja najviše uzgaja u Sjedinjenim Američkim Državama, u zemljama Južne Amerike te u Kini. Kako u prošlosti, tako i danas koristi se za prehranu ljudi i stoke, a zbog visokog sadržaja proteina i nezasićenih masnih kiselina, kao i fitohormona, redovno je se preporuča kao bitan aspekt uravnotežene prehrane. Antinutritivne tvari prisutne u termički nedovoljno obrađenom zrnu razlog su što konzumacija soje u ljudskoj prehrani u svijetu nije na značajnijem nivou. FAOSTAT podatci pokazuju kako je u 2013. godini Tajvan prednjačio u konzumaciji soje po glavi stanovnika s čak 16.95 kg dok je svjetski prosjek 1.52 kg. Soja se koristi i kao koncentrirani izvor vrijednih hranjivih tvari u nerazvijenim zemljama i zemljama u razvoju u kojima je stopa pothranjenosti stanovništva visoka, kao jedna od strategija Ujedinjenih naroda za smanjenje stope pothranjenog stanovništva u svijetu (FAO, 2004.). Vratarić (1986.) navodi kako se soja u većini europskih zemalja počela uzgajati od 1933. godine, a u Hrvatskoj se prvi ozbiljniji pokušaji uzgoja soje vežu uz godinu 1934. kada je u Zagrebu izgrađena Tvornica ulja. Većina soje u Europi, čak 85 % ukupne europske proizvodnje (FAOSTAT, 2017.) uzgoji se u zemljama istočne Europe što proizlazi iz činjenice da je prostor Istočne Europe u agronomskom smislu najpovoljniji za uzgoj soje, a odlikuje ga i duža tradicija uzgoja te velik broj sorata prilagođenih tim uvjetima. Kod nas se soja proizvodi većinom za hranidbu stoke kao izvor visokovrijednih proteina, s trendom povećanja površina pod uzgojem, uz povremene izuzetke od tog trenda, ovisno o godinama. U 2017. godini se soja uzgajala na nešto više od 85 tisuća hektara uz prosječni prinos od 2.4 tone po hektaru (DZSRH, 2018.). Aktualna su istraživanja koristi soje u liječenju bolesti povezanih s disbalansom hormona kod ljudi, kao i njen potencijalni utjecaj na smanjenje pojavnosti osteoporoze, smanjenje kolesterola te ublažavanje simptoma menopauze kod žena. Iako se soja kod nas još uvijek uglavnom gleda kao namirnica rezervirana za ljude koji prakticiraju vegetarijanski ili veganski način ishrane, sve glasnija govorenja o potencijalnoj ljekovitosti soje kao i prodor raznih gastronomskih utjecaja Dalekog Istoka na naše prostore, učinio je soju zanimljivom namirnicom i u hrvatskim domaćinstvima. Tratnik (1981.) još prije gotovo četiri desetljeća istraživala je organoleptička svojstva napitka od soje (tzv. sojino mlijeko) pripremljenih u različitim omjerima vode i zrna soje kao i različitim tehnikama pripreme kako bi se ocijenila prihvatljivost napitka od strane konzumenata kao zamijene za mlijeko životinjskog porijekla kod ljudi osjetljivih na laktozu.

U Hrvatskoj je razvijen oplemenjivački rad s ciljem dobivanja sorata soje koje su u najvećoj mjeri prilagođene uvjetima uzgoja u predjelima u kojima soja ima potencijala za puno veći uzgoj od dosadašnjeg. Agronomski fakultet u Zagrebu i Poljoprivredni institut iz

Osijeka sustavno provode istraživački i oplemenjivački rad koji je rezultirao s više priznatih sorata koje čine osnovu proizvodnje soje u Hrvatskoj. Sorte soje Poljoprivrednog instituta Osijek sijale su se na više od 70 % poljoprivrednih površinama pod sojom u 2016. godini (Poljoprivredni institut Osijek, 2017.).

Tehnologija uzgoja soje za stočnu hranu ili za ljudsku konzumaciju ne razlikuje se u velikoj mjeri. Izbor sorata povoljnijeg sastav zrna i bezbojnog hiluma koje su pogodne za preradu i eventualno okrenutost ekološkom uzgoju razlike su koje se mogu naglasiti, a uzgoj soje kao povrtne kulture i berba u fazi mahuna prilika su za naše poljoprivrednike koji su spremni uložiti znanje i trud u uzgoj ne toliko raširene kulture u našoj tradiciji proizvodnje. Plasman soje na europskom tržištu, posebno uzgojene na ekološki način, ne bi trebao biti problem ako se uzme u obzir činjenica da je preko 60 % potreba za sojom u Europskoj Uniji namireno uvozom. Iako kvantitetom ne možemo parirati zemljama koje imaju puno veću površinu pogodnu za poljoprivrednu proizvodnju, kvalitetom, kao što je slučaj i s većinom drugih poljoprivrednih proizvoda, možemo pronaći svoje mjesto na europskom tržištu.

U ovom radu, na temelju dostupne domaće i inozemne literature dat će se pregled tehnoloških procesa u uzgoju soje s naglaskom na ekološku poljoprivrednu proizvodnju, obradit će se nutritivne sastavnice sojina zrna te pregledati dostupni podatci o sortimentu prisutnom u Republici Hrvatskoj koji najbolje odgovara našim uzgojnim uvjetima, a nutritivno je visokovrijedan za ljudsku konzumaciju.

2. Morfologija soje

Soja (*Glycine max.* (L.) Merrill) pripada porodici *Fabaceae* ili *Leguminosae* odnosno mahunarke ili lepirnjače. Uspravna je, granata jednogodišnja biljka sa značajnim varijacijama u morfološkim svojstvima, ovisno o sorti i utjecaju okoliša u kojem raste.

Korijen soje sastoji se od jakog vretenastog korijena i velikog broja sekundarnog korijenja koji se razvijaju na različitim dubinama tla i velike su apsorpcijske moći. Glavni korijen dopire do 60 cm dubine, a postrano korijenje do 150 cm (Rapčan, 2014.) Ipak, glavnina korijenovog sistema nalazi u gornjem dijelu tla, na dubini 15 - 30 cm (Vratarić, 1986). Na korijenu soje razvijaju se kvržične bakterije vrste *Bradyrhizobium japonicum* koje simbiotskim odnosom s biljkom sebi osiguravaju ugljikohidrate, a biljku opskrbljuju dušikom vežući atmosferski dušik i pretvarajući ga u biljci dostupan amonijski oblik. Najviše se kvržica razvija na glavnom korijenu i u plićem sloju. Aktivnost kvržica traje 50 - 60 dana nakon čega one odumiru. Na slici 2.1 prikazan je korijen soje s dobro razvijenim kvržicama.



Slika 2.1. Kvržice na korijenu soje

Izvor: https://repozitorij.agr.unizg.hr/islandora/object/agr:1143/preview

Stabljika soje je uspravna, a postoje i forme s polegnutom i polupolegnutom stabljikom, međutim one nisu zanimljive u proizvodnji. Soja se, prema tipu habitusa stabljike dijeli na indeterminantni tip, determinantni tip i semideterminantni tip rasta. Indeterminantni ili nedovršeni tip rasta odlikuje sorte kod kojih se porast stabljike odvija sve dok vanjski uvjeti to dopuštaju, a kod determinantnog tipa rast stabljike prestaje formiranjem vršnih cvjetova. Semideterminantne sorte soje nakon formiranja završnog pupa nastavljaju intenzivniji rast samo u iznimno povoljnim uvjetima. Sorte determinantnog tipa nešto su niže, razgranatije i otpornije na polijeganje. Broj nodija i duljina internodija stabljike svojstva su pod utjecajem sortimenta i ekoloških uvjeta uzgojnog područja. Većina sorata u proizvodnji ima relativno uspravnu i čvrstu stabljiku visine 80 - 120 cm. Prve mahune razvijaju se na visini od 4 do 16 cm, ovisno o sorti i načinu uzgoja. Dlačice prekrivaju stabljiku soje kod gotovo svih sorata.

Listovi su troperasti uz iznimku prvih pravih listova koji su jednostavni i raspoređeni su naizmjenično. Plojke mogu biti različitog oblika: okrugle, ovalne, izduženo ovalne, jajaste i kopljaste, a vrh jače ili slabije zašiljen. Dužina i širina listova jako varira pa se dužina kreće u rasponu od 4 do 20 cm, a širina 3 do 10 cm. Uži listovi odlikuju soju veće otpornosti na sušu dok su listovi sorata iz vlažnijih područja širi. Boja lista može biti u rasponu od blijedozelene do tamnozelene. Kod većine sorata listovi u zriobi požute i otpadnu, a iznimka su kasnije sorte kod kojih zeleni listovi ostaju na stabljici.

Cvijet soje je veličine 3 - 8 mm, bijele, ljubičaste ili bijeloljubičaste boje. Ljubičasti cvjetovi su dominantni nad bijelima. Soja je samooplodna vrsta. Cvijet je sastavljen od čaške, vjenčića, prašnika i tučka. Čaška završava s pet nejednakih lapova od kojih je prednji najviši. Vjenčić se sastoji od 5 odvojenih latica, najveće stražnje, dvije bočne i dvije prednje. Prašnika je 10 od čega je 9 sraslo, a jedan je slobodan. Oprašivanje cvijeta vrši se obično prije otvaranja mahuna (Vratarić, 1986.). Biljka soje proizvede puno više cvjetova nego što ih se može razviti u mahune, a otpasti može od 30 do 80 % cvjetova.

Mahuna duga 3 - 5 cm je plod kod soje. Najčešće je ravna ili blago srpasto povijena, na poprečnom presjeku ovalna. Kao i stabljika i listovi, mahuna je obrasla dlačicama. Mahuna sadrži 1 - 5 zrna, a većina komercijalnih sorata sadrži 2 - 3 zrna. Velik broj zametnutih mahuna tijekom vegetacije otpada, baš kao i cvjetovi. Boja mahuna varira od vrlo svijetložute do gotovo crne.

Zrno je različitog oblika, veličine i boje, a ta svojstva su pod utjecajem sorte i načina uzgoja. Masa zrna soje jako varira, a većina sorata u proizvodnji ima masu 1000 zrna 100 – 200 g. Oblik varira od okruglog do spljoštenog. Boja zrna varira od žute, zelene, smeđe do crne, a može biti i kombinacija tih boja. Divlji tipovi soje imaju vrlo tvrdu sjemenu opnu i teško upijaju vodu i klijaju dok su moderne sorte oplemenjivanjem izgubile to svojstvo.

Faze razvoja soje dijele se na vegetativnu i generativnu fazu. U literaturi se faze označavaju slovom i brojem, u vegetativnom dijelu faze se određuju prema broju nodija na glavnoj stabljici, a u reproduktivnom prema fazi razvoja cvjetova i plodova. U tablici 2.1 opisane su ukratko faze vegetativnog razvoja za determinirani tip rasta, a u tablici 2.2 generativne faze kod indeterminiranog tipa rasta.

Tablica 2.1. Opis vegetativnih faza za determinirani tip rasta

Naziv faze	**Opis**
klijanje i nicanje	Kotiledoni su iznad zemlje, a formirani su i prvi listovi.
V_0	Prvi jednosatvni listovi su potpuno razvijeni.
V_1	Visina biljke iznosi 15 - 20 cm. Na 2. nodiju su potpuno razvijeni listovi troliske.
V_2	Visina biljke iznosi 20 - 25 cm. Na 4. nodiju su potpuno razvijeni listovi troliske.
V_3	Visina biljke iznosi 30 - 35 cm. Na 6. nodiju su potpuno razvijeni listovi troliske.
V_n	Određuje se tako da se broj nodija na glavnoj stabljici podijeli s 2.

Izvor: preuzeto od Rapčan (2014).

Tablica 2.2. Opis reproduktivnih faza za nedeterminirani tip rasta

Naziv faze	**Opis**
R_4	50 % biljaka ima najmanje jedan cvijet.
R_5	Odvija se puna cvatnja. Uočavaju se cvjetovi i na 2. nodiju gledano od vrha biljke.
$R_{5,5}$	Početak je razvoja mahuna. Cvatnja je blizu završetka.
R_6	Završetak cvatnje i početak formiranja mahuna te nalijevanje zrna.
R_7	Mahune su pune veličine, a biljke visine 77,5 - 85,0 cm.
R_8	Potpuno su razvijene mahune sa sjemenkama.
R_9	Na donjem dijelu stabljike 50 % listova je žuto, a na vrhu su zeleni. Najniže mahune su žute, a sjemenke u fazi nalijevanja.
R_{10}	Mahune su žute (fiziološka zrioba).
R_{11}	Mahune su smeđe ili sive boje. Odvija se puna zrioba, 95 % mahuna je potpuno zrelo.

Izvor: preuzeto od Rapčan (2014).

Soja je biljka izrazito osjetljiva na fotoperiodizam. Kao biljka kratkog dana u uvjetima dugog dana ne ulazi u generativnu fazu već nastavlja vegetativan rast. Zbog tog razloga postoji 13 grupa zriobe soje, a svaka je prilagođena za uzgoj u određenom području svijeta, ovisno o geografskoj širini. Sorte razvijene u sjevernijim krajevima Zemlje (000 grupa zriobe) počinju cvatnju u kraćem intervalu noći, odnosno dužem danu, a sorte s juga (kasne sorte) cvatnju započinju u razdoblju kada noći traju duže od dana. Termin sjetve različitih sorata treba prilagoditi njihovoj grupi zriobe.

3. Tehnologija proizvodnje soje

Tehnologija proizvodnje soje ovisi uvelike o lokalitetu uzgoja. S obzirom na to da se soja uzgaja diljem svijeta u različitim uvjetima, agrotehnika se bitno razlikuje od područja do područja. U Hrvatskoj postoje dobri uvjeti za proizvodnju soje u sustavu ekološke poljoprivrede zbog činjenice da bolesti i štetnici kod nas još uvijek ne predstavljaju dramatičan problem u uzgoju. Takva bi soja od strane većine potrošača vjerojatno bila bolje prihvaćena od konvencionalno proizvedene, pogotovo ako se uzme u obzir velika zabrinutost Europljana oko uvoza genetski modificirane soje. Tehnologija proizvodnje soje za ljudsku prehranu može se razlikovati od tehnologije za proizvodnju soje kao stočne hrane u izboru sorata povoljnijeg sastava zrna, bezbojnog hiluma i smanjenju količine agrokemikalija korištenih za zaštitu usjeva i suzbijanje korova. U novije vrijeme na tržištu se pojavljuju i sorte sa smanjenom aktivnosti antinutritivnih tvari, konkretno tripsin inhibitora čija je prednost smanjena potrošnja energije tijekom termičke obrade zrna koja se provodi s ciljem inaktivacije antinutrijenata. Također, proizvodnja soje kao povrtne kulture gdje se beru zelene mahune, a ne zrelo zrno mogla bi obogatiti ponudu proizvoda od soje na hrvatskom tržištu, ali služiti i kao izvozni proizvod.

3.1. Karakteristike tla i izbor lokaliteta

Izbor lokaliteta za uzgoj soje bitan je iz više razloga: karakteristika tla, geografske širine, rasporeda oborina tijekom vegetacije te pojave ekstremnih vremenskih prilika.

Optimalna tla za uzgoj soje su ona dubokog profila, s dobrim vodozračnim odnosima, povoljnom strukturom te bogata organskom tvari. Može se uzgajati i na težim tlima, ali tada je potrebna intenzivnija agrotehnika kako bi se ostvarila rentabilna proizvodnja. Razna literatura navodi kako je optimalan pH tla za uzgoj soje oko 7, a Neeson (2008.) navodi raspon od 6.2 do 6.8. Kisela tla djeluju depresivno na razvoj i brojnost kvržičnih bakterija koje žive u simbiotskom odnosu na korijenu soje i vežu atmosferski dušik obogaćujući time tlo i pružajući biljci dodatan izvor tog neophodnog elementa.

Uzgoj soje preporučljivo je vršiti na dosta humoznim tlima (3 – 5 %), a ukoliko je razina humusa niža potrebno je provoditi mjere za njeno povećanje. Povećanje razine humusa u tlu poboljšava strukturu tla čineći ga rastresitijim, a time se mijenjaju u pozitivnom smjeru i vodozračne i toplinske karakteristike tla. Humus je ujedno i izvor hraniva za biljku te oživljava mikrobiološku sliku tla zbog sadržaja ugljika potrebnog za rast i razmnožavanje mikroorganizama. Povećanje razine organske tvari u tlu provodi se zaoravanjem žetvenih ostataka prethodne kulture, zaoravanjem pokrovnih usjeva i gnojidbom stajskim gnojem. Također, rotacija usjeva nužna je za održavanje povoljnih fizioloških osobina tla, plodnosti, razine organske tvari te za kontrolu pojavnosti štetnika i bolesti. Ipak, kod soje treba biti oprezan pri izboru pretkulture kako bi se smanjila opasnost od ozbiljnijeg širenja bolesti i

štetnika. Također, bitno je paziti i na primjenu kemijskih sredstava u pretkulturi kako ne bi došlo do štetnog rezidualnog djelovanja herbicida na usjev soje kao što je slučaj ukoliko se triazinski herbicidi primjenjuju u većoj mjeri u zaštiti kukuruza od herbicida, a upravo je kukuruz najčešća pretkultura soje. Na površini na kojoj se uzgajao suncokret ili ozima uljana repica soju se preporuča uzgajati tek nakon 4 - 6 godina (Vratarić, 1986.). Stajski gnoj, unatoč pozitivnom učinku na karakteristike tla, ne treba zaoravati na jesen ukoliko se na proljeće planira sjetva soje zbog utjecaja na produljenje internodija i pojačano polijeganje usjeva, ali stajski gnoj primijenjen u pretkulturi može pozitivno djelovati na razvoj biljaka soje (Vratarić, 1986.).

Primarna obrada tla na površini na kojoj je planiran uzgoj soje vrši se u jesen oranjem na dubinu 25 - 30 cm. Dublje oranje važno je kako bi se tlo optimiziralo za rast korijena soje te omogućilo bolje korištenje vode i hraniva iz dubljih slojeva tla. Zimska brazda zatvara se u proljeće. Zatvaranje brazde na lakšim tlima može se napraviti drljačama, a na težim tlima potrebni su i kultivator ili tanjurača. Nekoliko (5 – 6) dana prije sjetve potrebno je napraviti predsjetvenu pripremu sjetvospremačem kako bi se uništili iznikli korovi te stvorili optimalni uvjeti za sjetvu. Vrlo je važno očuvati zimsku vlagu u tlu kako bi sjeme i mlada biljka imali dovoljno vlage u prvim fazama rasta dok korijen još nije dovoljno razvijen da upija vlagu iz dubljih sojeva.

U zemljama gdje je izražen problem erozije često se primjenjuje sustav konzervacijske obrade tla koji uključuje minimalne intervencije u tlo za pripremu i obavljanje sjetve. U nultom (no-till) sustavu obrade sjetveni diskovi koriste se za rezanje žetvenih ostataka i otvaranje brazde u koju se sjetva obavlja ulagačima sjemena. Špoljar i sur. (2009.) proveli su jednogodišnje istraživanje utjecaja sustava obrade tla na sadržaj vode u tlu i proteina i ulja u zrnu soje. Donijeli su zaključak kako reducirana obrada tla ne umanjuje statistički značajno prinos zrna soje, a utječe pozitivno na očuvanje vlage tla. Budući da je istraživanje provođeno samo jednu godinu, nemoguće je izvesti zaključak o dobrobiti ili štetnosti duže primjene reducirane obrade na kvalitativne značajke tla, ali daljnja istraživanja, ukoliko pokažu pozitivne rezultate, mogu doprinijeti prilagodbi sustava poljoprivredne proizvodnje iz konvencionalnog u integrirani. Košutić i sur. (2006.) proveli su dvogodišnje istraživanje utjecaja konvencionalnog, konzervacijskog i nultog sustava obrade tla na prinos i ekonomsku isplativost proizvodnje soje i ozime pšenice te zabilježili najveći urod soje kod nulte obrade tla, međutim razlike uroda nisu bile statistički značajne. Ipak, ušteda novaca zbog smanjene potrošnje goriva i ljudskog rada iznosila je 20 % kod reducirane obrade i 34 % kod nulte obrade. Teško je ipak vjerovati u značajnije širenje no-till sustava uzgoja u našim prilikama zbog nepovoljnih karakteristika tala. I u ekološkom uzgoju pokušava se što je manje moguće okretati tlo kako bi se spriječilo iznošenje na površinu manje plodnog sloja i zakopavanje površinskog sloja u čiju se mikrobiološku aktivaciju ulaže puno truda. Kod oba načina potrebno je koristiti malč za pokrivanje međurednih površina kako bi se smanjilo nicanje korova, a istovremeno malč služi i za podizanje temperature tla, sprječava nastanak pokorice kod jačih kiša te pomaže očuvanju vlage tla.

Izbor lokaliteta uzgoja uvjetovan je i rasporedom i količinom oborina u vegetativnom razdoblju soje s naglaskom na faze od cvatnje do završetka nalijevanja zrna kada su potrebe soje za vodom najveće. Voda je jedan od ograničavajućih faktora u proizvodnji soje jer potrebe za vodom rastu kako raste i biljka. Za uspješan uzgoj soje potrebno je birati lokacije s prosječno 600 - 700 mm oborina uz uvjet da je raspored oborina tijekom vegetacije povoljan, odnosno da biljci omogući dostatne količine u ključnima fazama. Nedostatak vode u fazi cvatnje dovodi do opadanja cvjetova, a time izravno negativno utječe na urod. Najviše vode soji će biti potrebno u fazi formiranja mahuna i nalijevanja zrna. Različite sorte soje različito toleriraju nedostatak vode za vrijeme vegetacije pa se i gubitci uroda kreću od 20 do 40 %. Bitno je da u razdoblju lipanj - kolovoz bude oko 150 mm oborina (Kalistović i Kovačević, 2018.).

Pojava vremenskih ekstrema zadnjih je godina sve češća i uzrokuje velike štete na poljoprivrednim usjevima. Dugotrajne ljetne suše u kombinaciji s pojavom tuče ili pak kasni mrazevi zbog kojih je potrebno presijavanje usjeva negativno utječu na rentabilnost proizvodnje. Ukoliko dođe do pojave kratkotrajnog mraza, kod soje se ne očekuje značajnije propadanje biljaka već samo pojava nekroza na listovima koji se kasnije oporave i nastavljaju rasti. Ukoliko dođe do jačeg i dugotrajnijeg mraza u fazi razvoja V_1 tada se može očekivati propadanje dijela biljaka. Ako propadanje biljaka nije prisutno u značajnijoj mjeri tada ne treba napraviti presijavanje usjeva.

Ovisno o osjetljivosti sorte na sušu i o fazi razvoja biljke u kojem je nastalo sušno razdoblje, prinos soje može biti manji od 20 do 60 % od očekivanog (Vratarić i Sudarić, 2009.a). Ukoliko sušno razdoblje nastupi u vremenu od nicanja do početka cvatnje soja će je lakše podnijeti nego u kasnijim razdobljima. Razdoblja cvatnje, oplodnje, zametanja mahuna i nalijevanja zrna ključna su razdoblja o kojima ovisi urod soje. Kod nas traju oko 2 mjeseca i ako u tom razdoblju raspored oborina nije povoljan, očekuju se smanjeni urodi (Vratarić i Sudarić, 2009.a). Osim na urod, količina oborina utječe i na razvoj kvržičnih bakterija o čijem razvoju ovisi sposobnost fiksacije dušika i ukoliko one nisu razvijene u dovoljnoj mjeri, preporučljivo je izvršiti prihranu dušičnim gnojivom. Galić Subašić i sur. (2017.) ističu da navodnjavanje soje ima statistički značajan utjecaj na ublažavanje štetnih utjecaja suše na urod i da navodnjavanje dovodi do veće visine biljaka i većeg uroda nego varijante bez navodnjavanja.

Prekomjerne količine oborina u fazi nicanja soje mogu uzrokovati pojavu pokorice koja dovodi do oštećenja mladih biljaka, a događa se i pucanje hipokotila. Pokorica se tada mora mehanički razbijati što opet može dovesti do uništenja jednog dijela biljaka.

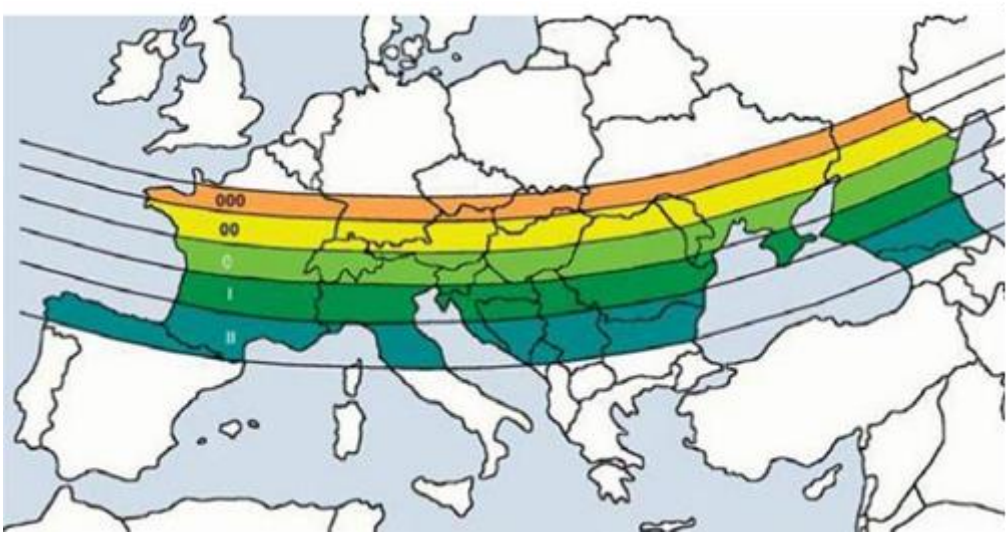
Tuča je u našim područjima česta pojava koja zadnjih godina predstavlja velik problem poljoprivrednicima u svim granama proizvodnje. Voćari i vinogradari postavljanjem zaštitnih mreža mogu znatno umanjiti gubitke od tuče, ali ratari nemaju takvu mogućnost. Soja je jako osjetljiva na tuču zbog nježnog lišća i stabljike. Postotak oštećenja ovisi o veličini ledenih čestica te popratnim vremenskim prilikama poput jakog vjetra, a ukoliko se radi o

slabijoj tuči, tada utjecaj ima i izbor sorte zbog različitosti u širini listova (Vratarić i Sudarić, 2009.a). Ukoliko tuču prati i jak vjetar i obilna kiša, dolazi do polijeganja usjeva i lomova stabljike. Na terenima koji nemaju sustav odvodnje viška oborinskih voda može doći do zadržavanja vode na površini što soja može podnijeti nekoliko dana, a nakon tog razdoblja biljke žute, a mogu i propasti.

3.2. Planiranje sklopa i rokova sjetve i žetve

Rok sjetve soje ovisi o sorti, pedološkim i klimatskim uvjetima i o zemljopisnoj širini. Optimalno vrijeme za sjetvu soje u Hrvatskoj je od 20. travnja do 10. svibnja (Lešić i sur.,2016.), ali sjetvu je moguće obaviti i ranije ukoliko vremenske prilike to dopuštaju, posebice u Istočnoj Hrvatskoj dok se u zapadnim dijelovima sjetva može obavljati i nakon 10. svibnja, ali samo sorata kraće vegetacije. Minimalna temperatura potrebna za klijanje soje je 6 – 7 °C, a je optimalna 15 – 25 °C.

Soja je biljka jako osjetljiva na fotoperiodizam odnosno broj sati dnevnog svjetla. Kao biljka kratkog dana u uvjetima dugog dana ne ulazi u fazu cvatnje već raste intenzivno u visinu. Sorte soje podijeljene su u 13 grupa zriobe prema vremenu potrebnom za dostizanje faze zrelosti, a razlike u zriobi između svake grupe iznose 10 do 15 dana. Sorte grupe zriobe 000 su najranije, dok su sorte X. grupe zriobe najkasnije i prilagođene su za uzgoj u područjima oko ekvatora (Vratarić, 1986.). Sorte ranijih grupa zriobi imaju vegetacijski period od 110 do 140 dana (Lešić i sur., 2016.). Na slici 3.1 prikazane su grupe zriobe pogodne za uzgoj u dijelovima europskog kontinenta koji imaju povoljne uvjete za uzgoj soje.



Slika 3.1- Grupe zriobe soje najpogodnije za uzgoj u Europi

Izvor: Miladinović i sur., 2011.

U Hrvatskoj su u uzgoju sorte koje spadaju u grupe zriobe od 00 do II. Moguće je uzgajati i sorte grupe 000 kao postrni usjev nakon ječma ili ranih sorata ozime pšenice. Savjet

je da se u zapadnijim područjima siju najranije sorte (00 i 0), a prema istoku kasnije sorte. Gustoća sklopa u sjetvi soje ovisi o vegetacijskim grupama zriobe, a pravilo je da se ranije sorte siju gušće, a kasnije rjeđe. Prema grupama zriobe kod nas, preporučeni sklop trebao bi biti sljedeći: 650 – 750.000 biljka/ha (00 grupa); 600 – 650.000 biljka/ha (0 grupa); 550 – 600.000 biljaka/ha (0-I grupa); 500 – 550.000 biljaka/ha (I grupa) (Hrgović, 2016.). Ipak, optimalan sklop za svaku sortu definiran je od strane oplemenjivača koji su ih razvili te se istog treba držati. Općenito je pravilo da se u ekološkom uzgoju povećava razmak između biljaka kako bi se smanjila razina vlage u usjevu, a time i pojavnost gljivičnih bolesti pa se korekcija sklopa može vršiti i u ovisnosti o načinu uzgoja. U ovom slučaju može se očekivati veći problem s porastom korova i veća potreba za provođenjem zahvata međuredne kultivacije.

Različite sorte odlikuje različita masa 1000 zrna, ali obično se kreće od 150 do 200 g. Količina zrna za sjetvu kreće se od 80 do 120 kg, ovisno o planiranom sklopu i masi 1000 zrna odabrane sorte. Preduvjet za dobivanje zdravog usjeva je korištenje zdravog i certificiranog sjemena. Ukoliko se radi o ekološkom uzgoju, sjeme mora biti certificirano za uzgoj u ekološkoj poljoprivrednoj proizvodnji. Kvalitetu sjemena određuje nekoliko sastavnica: genetska osnova, fizičko stanje sjemena, klijavost i vigor, veličina, čistoća sjemena i odsustvo bolesti i štetnika (Šimić i sur., 2005.). Na sve to treba obratiti posebnu pozornost prilikom izbora sjemena za sjetvu.

Sjetvu se preporuča izvoditi pneumatskim sijačicama na dubinu 4 - 6 cm (Kalistović i Kovačević, 2018.), na težim tlima 3 - 4 cm s međurednim razmakom 45 - 50 cm za rane i 25 - 35 cm za vrlo rane sorte zbog slabijeg grananja (Hrgović, 2016.) kako bi se osiguralo dovoljno prostora za ulazak mehanizacije i provođenje mjera kultivacije tijekom vegetacije. Razmak između biljaka u redu ovisi o planiranom sklopu. Neeson (2008.) navodi kako bi razmak redova u ekološkom uzgoju trebao biti 70 - 100 cm.

Kod nas se žetva soje provodi obično sredinom i u drugoj polovici rujna, a rok žetve određuje se prema postotku vlage u zrnu soje. Soja dozrijeva jako brzo jednom kada se mahune popune. Otprilike 10 dana kasnije, kada je većina mahuna požutjela, većina stabljike suha i većina lišća otpala usjev je spreman za žetvu (Neeson, 2008.). Kada se žetva provodi dok je vlaga zrna 14 – 16 % najmanji su gubitci, ali povećani su troškovi sušenja zrna pa se žetva obično provodi na 13 – 14 % vlage (Kalistović i Kovačević, 2018.). Kada se žetva provodi s vlagom zrna ispod 12 % bilježe se veliki gubitci zbog pucanja mahuna i osipanja zrnja, a u slučaju visoke vlage zrna, povećava se potrebno ulaganje u sušenje zrna.

Zrno soje nakon žetve mora proći postupak čišćenja od biljnih ostataka, odvajanje polomljenog, jako sitnog i zrnja neuobičajene boje te nakon toga razdvajanje frakcija po veličini zrna. To je bitno kako se osigurala čistoća i uniformnost bitna za daljnje procesuiranje ili sjetvu (Hartman i sur., 2016.). Nakon toga slijedi sušenje do razine vlage od 12 %. Viša razina vlage može dovesti do razvoja plijesni, zagrijavanja mase zrna i pojave spontanog

klijanja. Sušenje treba početi u roku 24 sata od žetve s velikim količinama slabo zagrijanog zraka (Neeson, 2008.).

Duljina skladištenja zrna bez opadanja primarne kvalitete ovisi o kvaliteti uskladištenog zrna i uvjetima u skladišnim prostorima. Utjecaj na kvalitetu uskladištenog zrna imaju vremenski uvjeti tijekom proizvodnje, pojava bolesti i štetnika, sadržaj ulja, vlaga zrna, mehanička oštećenja nastala u žetvi ili tijekom sušenja, temperatura i vlažnost u skladišnom prostoru, korištenje fungicida za čuvanje sjemena i dr. (Šimić i sur., 2005.). Soja ne reagira pozitivno na dulje vrijeme skladištenja već bilježi značajniji pad vigora sjemena. U istraživanju vigora i sadržaja ulja u sjemenu soje, suncokreta i kukuruza nakon trogodišnjeg skladištenja, Šimić i sur. (2005.) zabilježili su pad vigora sjemena soje za prosječno 30 % i ulja za 1.68 %. Uvjeti u dva ispitivana skladišta razlikovali su se u temperaturi i vlazi zraka, a manje štetan utjecaj zabilježen je kod temperature 12 ^{0}C i vlage zraka od 60 % nego kod temperature 25 ^{0}C i vlage 75 %. Iz navedenog se može zaključiti kako prilagodba uvjeta skladištenja potrebama pojedine kulture može smanjiti negativan utjecaj na svojstva kvalitete prilikom dužeg skladištenja. Osim uvjeta u skladištu, u proizvodnji ekološke soje nužno je osigurati fizičku odvojenost ekološki i neekološki proizvedenog zrnja i obaviti temeljito čišćenje silosa ukoliko se u njemu skladištila neekološki proizvedena kultura kako ne bi došlo do kontaminacije.

3.3. Gnojidba

U prošlosti se soju smatralo kulturom ekstenzivnog uzgoja s niskim prinosima koja koristi hranjiva preostala iz gnojidbe prethodne kulture te se nije obraćala velika pozornost na proučavanje njenih mineralnih zahtjeva (Vratarić, 1986.). Danas se zna da se za postizanje visokih prinosa koje moderne sorte soje potencijalno mogu dati mora soju pravilno opskrbiti hranivim tvarima u obliku mineralnih gnojiva ili korištenjem drugih izvora hranivih tvari u ekološkom uzgoju. Najvažnija hraniva za soju su dušik i fosfor, zatim kalij pa kalcij, sumpor i magnezij. Od mikroelemenata zahtijeva željezo, mangan, molibden, cink, bakar i bor. Kako ovih mikroelemenata u tlu obično ima dovoljno, nije potrebna posebna prihrana (Vratarić, 1986.).

Potrebe soje za hranjivima nisu jednake u svim fazama razvoja. U početku, dok je biljka još mala potrebe za hranivima su niske, a najveće potrebe bilježe se u fazi cvatnje i formiranja mahuna kada su najpotrebniji dušik i kalij te u fazi formiranja i nalijevanja zrna kada je istaknuta potreba za fosforom i sumporom (Vratarić, 1986.). Oko 75 % usvojenog dušika i fosfora i oko 60 % kalija završi u zrnu soje. Vukadinović (2018.) iznosi sljedeće podatke o potrebama soje za hranivima po toni prinosa: približno 60 kg N, 25 kg P_2O_5 i 50 kg K_2O. Ukupno potrebna količina hraniva po hektaru uz optimalnu agrotehniku ovisi o potencijalu rodnosti sorte.

Ishrana soje u ovisnosti je o primjenjivanom modelu proizvodnje. U intenzivnoj poljoprivrednoj proizvodnji primaran izvor biljnih hraniva su mineralna gnojiva kontroliranog sastava. U uzgoju soje mineralna gnojiva primjenjuju se u pravilu u dva navrata, samo izvanredno u tri. U primarnoj obradi tla u jesen zaorava se po preporuci Savjetodavne službe 300 kg/ha NPK gnojiva formulacije 10-20-30. Dušično gnojivo dodaje se kako bi se pospješila razgradnja zaorane biljne mase preostale od prethodne kulture. Pred sjetvu savjetuju dodatak 200 kg/ha NPK 15-15-15 za optimalan start mladih biljaka. S obzirom na to da soja živi u simbiozi s bakterijama roda *Bradyrhizobium japonicum* koje imaju sposobnost fiksacije atmosferskog dušika, smatra se da prihrana dušikom u vegetaciji nije potrebna. Iznimno, ukoliko se do faze cvatnje utvrdi slaba razvijenost kvržičnih bakterija na korijenu soje, tada se poseže za dodatnim izvorom dušičnog hranjiva.

3.3.1. Dušik

Soja kao i većina biljaka ima visoke potrebe za dušikom tijekom rasta i razvoja. S obzirom na visoku količinu proteina u zrnu soje to niti ne iznenađuje. Soja čak do ¾ potrebnog dušika može osigurati zahvaljujući simbiotskom odnosu s bakterijama roda *B. japonicum* ukoliko su zadovoljni uvjeti za njihov adekvatan razvoj i fiksaciju (Vratarić, 1986.). Blažinkov i sur. (2015.) navode kako pomoću kvržičnih bakterija do 300 kg dušika može biti fiksirano po hektaru soje zbog čega je od velike važnosti postići optimalan razvoj simbiotskih bakterija na korijenu soje posebice u integriranoj i ekološkoj proizvodnji. Osim ekološkog utjecaja, značajan je i ekonomski efekt takve proizvodne prakse. Iako na tlima na kojima se uzgaja soja obično ima uvjeta za razvoj simbioze zbog prisustva potrebnih bakterija, uobičajena je praksa da se sjeme neposredno pred sjetvu inokulira izabranim sojevima *B. japonicum*. Uspjeh inokulacije ovisi o više faktora: uvjetima u tlu, kompatibilnosti odabranog genotipa soje i izoliranih sojeva bakterija te genetskim potencijalom izabrane sorte za ostvarivanjem simbioze. Također, nosač i oblik sredstva za inokulaciju utječu na uspjeh samog postupka (Blažinkov i sur., 2015.). O kvaliteti nosača ovisi očuvanje kvalitete inokulanta prilikom skladištenja i transporta prije samo upotrebe. Sredstvo može biti u tekućem obliku što uključuje namakanje sjemena prije sjetve, praškastom obliku koji se primjenjuje u tlo prilikom sjetve, u obliku granula, s može se kupiti i sjeme koje je već inokulirano. Kod nas je u upotrebi najraširenija praškasta verzija (Blažinkov i sur., 2015.). Više je istraživanja provedeno kako bi se utvrdio učinak pojačane gnojidbe dušikom na prinos soje, a Pospišil i sur. (2002.) ističu kontradiktorne rezultate iz ranije provedenih istraživanja drugih autora. Neka istraživanja dovela su do zaključka kako pojačana gnojidba ne dovodi do značajnog povećanja prinosa i da može negativno utjecati na sposobnost fiksacije dušika, ali spominju i zabilježen pozitivan odgovor soje na gnojidbu dušikom u zavisnosti o primijenjenim količinama i vremenu primjene. U vlastitom istraživanju provedenom s ciljem utvrđivanja utjecaja različite razine agrotehnike (dubina primarne obrade, gnojidba, zaštita, gustoća sklopa) na 19 genotipova utvrdili su da intenzivnija agrotehnika nije utjecala na

prinos zrna soje u mjeri koja bi pokazala ekonomsku isplativost takve proizvodnje i da, unatoč duplo većoj količini primijenjenog dušika (40 kg kod niže i 80 kg kod više razine agrotehnike) gnojidba nije imala utjecaj na povećanje količine proteina u zrnu soje.

Ukoliko dođe do nedostatka dušika simptomi će se prvo pojaviti na donjim listovima. Listovi najprije poprime blijedozelenu boju, a kasnije požute. U slučaju da nedostatak potraje, doći će do defolijacije. Biljke koje nemaju na raspolaganju dovoljno dušika tanke su i zaostaju u rastu. Slične simptome izaziva nedostatak molibdena, cistolike nematode i truljenje korijena pa je uputno provesti analizu listova na sadržaj dušika kako bi se utvrdio uzrok (Vratarić i Sudarić, 2009.a).

3.3.2. Fosfor

Dostatan sadržaj dostupnog fosfora u tlu bitan je za postizanje kvalitete zrna soje i ranijeg i ujednačenijeg dozrijevanja, a pozitivno utječe na otpornost biljke prema polijeganju i bolestima. Na tlima siromašnima fosforom vidljiv je pozitivan utjecaj prihrane na prinos dok kod dobro opskrbljenih tala prihrana fosforom ne pokazuje rezultate. Pretpostavlja se da je razlog tome što biljka soja može dobro iskoristiti fosfor iz tla i u teže topivim oblicima. Dostupnost fosfora ovisi o aeraciji tla, vlažnosti, temperaturi, pH, sadržaju organske tvari i o prisutnosti drugih hraniva. Sve to utječe primarno na razvoj korijenovog sustava biljke pa time i na sposobnost biljke da usvaja fosfor iz različitih dijelova tla. Fosfor je najbolje usvojiv u tlima neutralne reakcije dok je u kiselim tlima čiji je pH ispod 5 vezan za aluminij i željezo.

Pomanjkanje fosfora utječe na opskrbljenost biljke dušikom jer rezultira smanjenim razvojem korijenovog sustava i kvržičnih bakterija pa biljke zaostaju u rastu. Tamnozelena boja starijeg lišća koja s vremenom prelazi u purpurnu je očiti znak nedostatne opskrbe biljke fosforom. Analiza lišća na sadržaj fosfora i tla na pH i sadržaj fosfora potvrdit će sumnju. U razdoblju cvatnje nedostatak fosfora uzrokuje njeno usporavanje (Vratarić i Sudarić, 2009.a).

3.3.3. Kalij

Kalij je katalizator svih procesa u biljci koji ne ulazi u sastav kemijskih spojeva, ali je neophodan za procese sinteze organskih spojeva. Biljke dobro opskrbljene kalijem otpornije su na polijeganje, nepovoljne uvjete okoliša i napade bolesti. Najveće potrebe za kalijem soja pokazuje u fazi intenzivnog vegetativnog rasta. U slučaju kada je u tlu povećana količina kalcija ili magnezija može doći do smanjenje apsorpcije kalija zbog njihovog međusobnog antagonizma. Pojava kloroza koje prelaze u nekroze na starijim listovima, uz očuvanje zelene boje baze lista simptom je nedostatka. Biljke nedovoljno ishranjene kalijem, osim što su osjetljivije na nepovoljne abiotske i biotske čimbenike, zaostaju u rastu zbog otpadanja listova te je urod takvih biljaka niži, a sjeme sitnije (Vratarić i Sudarić, 2009.a).

Od ostalih elemenata važnu ulogu imaju kalcij, sumpor, magnezij, cink, željezo i molibden. Kalcij je važan za regulaciju pH tla, a nedostaje ga u kiselim tlima gdje se njegov sadržaj može povisiti kalcizacijom. Sumpor može povećati kvalitetu zrna soje jer povećava količinu esencijalne aminokiseline metionin. Iako nedostatak sumpora nije uobičajen, specifično je izduženje stabljike koje se javlja u slučaju nedostatka. Magnezij utječe na fiksaciju dušika putem kvržičnih bakterija, a djeluje i na kvalitetu zrna i otpornost biljke na stresove iz okoliša. Brže starenje biljaka i ranija zrioba javljaju se kao posljedica nedostatne količine magnezija. U tlima s visokim pH, dosta fosfora i malo organske tvari dolazi do pomanjkanja cinka, a utjecaj na urod može biti značajan jer cink je bitan za formiranje cvjetova i mahuna. Od mikroelemenata, željezo i molibden su najvažniji za soju. Najprije međužilna, a zatim i kloroza cijelog lista uz poprimanje bijele boje pojavljuje se na nekim sortama soje ukoliko u tlu nema dovoljno željeza ili se nalazi u nepristupačnom obliku što je slučaj u tlima s višim pH, dok neke sorte pokazuju znatno veću tolerantnost. Molibden je iznimno važan mikroelement za razvoj kvržičnih bakterija i za neke metaboličke procese u biljci. Blijedozelena ili žuta boja lišća simptomi su nedostatka, a javlja se u kiselim tlima u kojima je čvrsto vezan i biljka ga ne može akumulirati. Nedostatak ima utjecaj na rast biljke, broj mahuna, broj zrna po mahuni, veličinu zrna i sadržaj proteina u zrnu, a samim time i na konačan prinos (Vratarić, 1986; Vratarić i Sudarić, 2009.a).

3.3.4. Plodnost tla i ishrana bilja u ekološkoj poljoprivredi

Za razliku od konvencionalnog i integriranog sustava poljoprivredne proizvodnje, ekološka proizvodnja ne dopušta upotrebu sintetskih mineralnih gnojiva već količinu hraniva potrebnih biljci za rast i razvoj osigurava iz drugih izvora. Dostizanje punog genetskog potencijala rodnosti određene sorte nije realno u uvjetima ekološke proizvodnje, pogotovo ako se radi o sortama razvijenima za uzgoj u uvjetima intenzivne poljoprivrede. Međutim, većinom to nije ni cilj proizvođača koji fokus usmjeravaju na kvalitetu prije nego na kvantitetu zauzimajući stav da je proizvod uzgojen bez upotrebe zaštitnih sredstava (iznimka su sredstva dopuštena u ekološkoj poljoprivredi) i mineralnih gnojiva zdravstveno ispravniji i organoleptički povoljniji. Kako bi prinos ipak omogućio povrat uloženih sredstava i određenu zaradu, bitno je biljci osigurati optimalne uvjete za postizanje takvog prinosa. U ekološkoj proizvodnji veliki se trud ulaže u aktivaciju mikrobiološkog života tla koji je u sustavu intenzivne proizvodnje narušen. Dodavanje stajskog gnoja, zaoravanje ostataka leguminoznih kultura, kompostiranje organskih ostataka i primjena tekućih otopina bilja u zalijevanju i zaštiti usjeva neke su od osnova postizanja bolje plodnosti tla koje ekološki proizvođači koriste. Cilj je povećanje razine humusa u tlu koji predstavlja sloj tla najbogatije mikobiološke aktivnosti. Humus predstavlja nepotpuno razloženu organsku masu iz koje se procesom mineralizacije djelovanjem mikroorganizama tla organska tvar razlaže na niskomolekularne organske spojeve podložne daljnjoj razgradnji ili na molekule koje biljka može direktno usvojiti. Ukoliko u tlu nema dovoljno mikroorganizama koji vrše

mineralizaciju, tada oslobađanje hranjiva ide jako sporo i biljke mogu biti suočene s deficitom. Potrebno je redovno unositi organsku tvar različitog porijekla kako bi se plodnost tla održala i / ili povećala do željene razine. Količina biljci iskoristivih hraniva koja se unese stajskih gnojem ili zaoravanjem znatno je manja od količine u mineralnim gnojivima i promjenjivog je sastava za razliku od točno definiranog sastava komercijalnih fertilizatora. Kako bi se osigurala dostatna količina hraniva po specifičnoj potrebi određene biljne vrste, potrebno je izvršiti analizu tla kako bi se saznala ukupna količina hranjiva, udio izravno dostupnih i udio topivih hranjiva. Na tržištu postoji veći broj fertilizatora razvijenih za potrebe ekološkog uzgoja, a popis dozvoljenih nalazi se na internetskim stranicama Ministarstva poljoprivrede.

Ukoliko se utvrdi da je rezerva fosfora u tlu na niskoj razini, za podizanje razine mogu se koristiti sirovi fosfati, fosfatna kreda, riblje i koštano brašno u količinama od 200 do 500 kg / ha. Veliku ulogu u povećanju dostupnosti unesenih fertilizatora opet imaju mikroorganizmi u tlu. Bitno je naglasiti da je samo oko 1/3 unesenog fosfora biljci dostupna u prvoj godini. Dobar izvor kalija je stajsko gnojivo, a dopuštena je upotreba i kalijevog sulfata i sirove kalijeve soli. Vapno se dodaje za povećanje količine kalcija i popravljanje pH kiselih tala, a popularno je i dodavanje mljevenih ljuski jajeta. Dodavanjem kalijevog, kalcijevog ili magnezijevog sulfata dodaju se i određene količine sumpora čime se preventivno djeluje na mogućnost iscrpljenja ovog elementa iz tla. Preparati na bazi korisnih mikroorganizama također su dostupni na tržištu, a koristiti se mogu za prskanje tla ili biljaka, umakanje biljaka prije sadnje. Poznato gnojivo od koprive koristi se u hobi vrtlarstvu i ozbiljnoj ekološkoj proizvodnji kao fertilizator i kao sredstvo za zaštitu bilja. Nakon fermentacije u vodi, mješavina se procijedi, razrijedi ovisno o načinu primjene i koristi za zalijevanje ili folijarnu prihranu kao odličan izvor dušika. Za prevenciju iscrpljivanja hraniva iz tla, u ekološkoj proizvodnji koristi se širok plodored koji uključuje izmjenu biljnih vrsta različitog stupnja razvijenosti korijena kako bi se hranjiva koristila iz više slojeva tla te obaveznu sjetvu leguminoznih usjeva ili djetelinsko-travnih smjesa čija se nadzemna masa zaorava.

3.4. Zaštita

Soja se u Hrvatskoj još uvijek ne uzgaja na velikim površinama kao što je slučaj s kukuruzom ili pšenicom pa ni problem štetnika i bolesti nije toliko izražen kao u područjima svijeta gdje se soja uzgaja za pokrivanje većine svjetskih potreba za ovom mahunarkom. Ipak, primjena zaštitnih sredstava u vidu pesticida i herbicida praksa je u intenzivnoj proizvodnji i bez njihove bi primjene urodi bili zasigurno niži. Pojava, intenzitet i ekonomski utjecaj pojedine bolesti varira ovisno o godini i području odnosno o vremenskim prilikama u vegetaciji te o agresivnosti patogena i osjetljivosti sorte (Vratarić i sur., 2002.). Kontrola i suzbijanje štetnika ne provodi se kemijskim putem jer za soju u Hrvatskoj nema registriranih insekticida. U ovom segmentu proizvođači se oslanjaju na preventivne mjere i suzbijanje

domaćina i prijenosnika štetnika. Štetnici većinom ne uzrokuju ekonomski značajnije štete, a pojavljuju se povremeno, ovisno o uvjetima za razvoj u određenoj godini na datoj lokaciji.

3.4.1. Bolesti soje

Bolesti soje dijele se na bakterijske, gljivične i virusne. Kod nas najveći problem uzrokuju gljivične bolesti, a najčešće su to: plamenjača soje, bijela trulež korijena i stabljike, crna pjegavost stabljike, sušenje mahuna i stabljika, trulež sjemena. Bakterioza koja se češće pojavljuje na poljima naših proizvođača je bakterijska plamenjača, a od virusa mozaik soje.

Gljivične bolesti

Vremenske prilike zadnjih godina, uz konstantno prisutne izmjene kišnih razdoblja za kojima slijedi naglo zatopljenje idealne su za razvoj gljivičnih bolesti koje problem predstavljaju u svim granama poljoprivredne proizvodnje. Kod soje mogu izazvati propadanje biljaka, smanjenje uroda i smanjenu kvalitetu samog zrna koje je podložnije kvarenju u razdoblju skladištenja, a postoji i opasnost od sjetve kontaminiranog sjemena ukoliko se ono ne kupuje od certificiranih proizvođača već se koristi sjeme s vlastitog gospodarstva.

Plamenjača soje koju uzrokuje gljiva *Peronospora manshurica* jedna je od najraširenijih bolesti u svim područjima uzgoja soje (Vratarić i Sudarić, 2009.b). Pojavljuje se najviše u vlažnim i hladnijim godinama, posebice u svibnju i lipnju. Napada list, mahune i sjeme. Prenosi se zaraženim sjemenskim materijalom ili izvor zaraze mogu biti oospore iz tla preživjele iz prethodnih sezona uzgoja. Sivkasto-pepeljasta prevlaka javlja se najprije na donjoj strani lista, a na gornjoj strani pojavljuju se žute klorotične pjege. Ukoliko postoje povoljni vremenski uvjeti, zaraza se može ponavljati tijekom cijele vegetacije zahvaljujući konidijama koje vrše sekundarnu zarazu. Kako bi se smanjila mogućnost širenja bolesti, preporučljivo je poštivati plodored s barem 3 godine razmaka između ponovne sjetve soje na istoj površini, sijati zdravo i certificirano sjeme sorata koje pokazuju veću razinu otpornosti i prigodne su za nešto kasniju sjetvu te duboko zaoravati žetvene ostatke koji predstavljaju izvor zaraze ukoliko je biljka s koje potječu bila zaražena. Primjena fungicida za tretiranje biljaka je upitne ekonomske isplativost (Vratarić i Sudarić, 2009.b). Slika 3.2 prikazuje simptome plamenjače na sjemenu soje.



Slika 3.2 Plamenjača na sjemenu soje

Izvor: https://www.gospodarstvo-petricevic.hr/kor/upload/2014/08/17/20140817101757-29dad94c.jpg

Gljiva *Sclerotinia sclerotiorum* uzrokuje bijelu trulež korijena i stabljike, a napada i druge biljne vrste. Ako do zaraze dođe u vegetativnoj fazi razvoja biljke, može doći i do potpunog propadanja usjeva. Svijetlosive meke i ljepljive pjege simptom su bolesti, a može ih se naći na tek izniklim biljaka, a kada širenjem zahvati i stabljiku mlada biljka propadne. Simptomi bolesti vidljivi su na slici 3.3 Češće se događa da se simptomi bolesti primjećuju tek u punoj cvatnji kada, nakon dužeg vlažnog razdoblja, dolazi do venuća dijela biljaka u usjevu. Bolest se s bočnih grana i listova širi na mahunu, a onda i na sjeme. Sjetva zaraženog sjemena sljedeće godine izvor je nove zaraze. Rjeđi sklop može utjecati na smanjenje razvoja zaraze jer je manja vlažnost usjeva. Ako se dogodi godina s prevladavajućim toplim i suhim vremenom, gljiva neće imati uvjete za razvoj pa neće doći ni do zaraze. Za sada nema sorata soje u uzgoju koje su otporne na ovog patogena, ali geni otpornosti pronađeni su u divljim tipovima soje. Uvođenje tih gena u moderne sorte predstavlja moguće rješenje za ublažavanje problema u uzgoju koje uzrokuje. Osim rjeđeg sklopa, preventiva ove bolesti oslanja se na širok plodored i izbjegavanje uzgoja soje duže vrijeme na površinama na kojima su se sijali suncokret i ozima uljana repica (Vratarić i Sudarić, 2009.b).



Slika 3.3 Bijela trulež korijena i stabljike

Izvor: https://www.chromos-agro.hr/bijela-trulez-soje-sclerotinia-sclerotiorum/

Diaporthe/Phomopsis kompleks je naziv za kompleks bolesti koji čine tri podspecifične forme koje uzrokuju različite bolesti. Pojava pojedinačne bolesti iz tog kompleksa dovesti će do manje štete nego ako bolest uzrokuje više Diaporthe/Phomopsis vrsta.

Crna pjegavost stabljike ili rak stabljike razvija se kao posljedica zaraze gljivom *Diaporthe phaseolorum* var. *caulivora*. Bolest uzrokuje venuće i sušenje stabljike u fazi formiranja mahuna. Zrna, ukoliko se razviju, budu sitna zbog prekinute faze nalijevanja. Ako do zaraze dođe u kasnijem razdoblju štete su puno manje. Simptomi zaraze vide se na stabljici u vidu crvenosmeđih ulegnutih pjega. Specifično za ovu bolest, uvele biljke suhih listova ostaju stršeće do žetve. Osim preventivnih mjera, protiv ove bolesti preporuča se korištenje fungicida, primjenom na sjeme prije sjetve i na biljke u vegetaciji (Vratarić i Sudarić, 2009.b), međutim na popisu registriranih fungicida za primjenu na soji u Republici Hrvatskoj nema niti jedan koji suzbija bolesti uzrokovane gljivama vrste *Diaporthe phaseolorum* (Ministarstvo poljoprivrede, tražilica SZB, 2019.).

Sušenje mahuna i stabljika druga je bolest iz kompleksa. Uzročnik ove bolesti je gljiva *Diaporthe phaseolorum* var. *sojae*. Manifestira se prijevremenim sušenjem biljke koje uzrokuje njeno propadanje. Posljedica je smanjenje uroda i kvalitete zrna u vidu sadržaja ulja i proteina te smanjene klijavosti, a opasnost od zaraze zrna povećava se ukoliko pred žetvu prevladava toplo i vlažno vrijeme, a sama žetva se odgađa. Simptomi zaraze javljaju se već na kotiledonima, a pred kraj vegetacije pojavljuju se crni piknidi na mahunama i stabljici. Sigurna determinacija bolesti može se provesti pregledom stabljike jer na njoj su piknidi poredani u pravilnim uzdužnim redovima. Pravilan plodored i zaoravanje ostataka i ovdje se primjenjuju kako bi se spriječila zaraza u narednim sezonama, a pomaže i sjetva soje nakon kukuruza budući da ova gljiva ne napada kukuruz. Kurativne mjere uključuju primjenu fungicida (Vratarić i Sudarić, 2009.b), međutim, trenutno nema registriranih fungicida za ovu namjenu.

Trulež sjemena soje (*Phomopsis longicolla*) jedna je od najopasnijih bolesti sjemena soje u svijetu koja dovodi do smanjenja klijavosti za do 90 %. Ukoliko je sjeme jako zaraženo, sitnije je, smežurano i ispucale opne, a slabije zaraženo sjeme izgleda zdravo te su posljedice bolesti vidljive tek nakon nicanja. Ako se iz zaraženog sjemena razviju normalne biljke, simptomi zaraze na njima isti su kao oni koje izaziva bolest sušenje mahuna i stabljike pa je determinacija uzročnika otežana. Sjetva zdravog sjemena, pravilan plodored, zaoravanje ostataka i pravilna gnojidba kalijem djeluju preventivno na pojavu ove bolesti (Vratarić i Sudarić, 2009.b). Za razliku od ostalih bolesti iz kompleksa, za trulež sjemena postoji na tržištu dostupan preparat pod nazivom Vitavax 200 FF koji se koristi za tretiranje sjemena prije sjetve, a nije štetan za razvoj kvržičnih bakterija. Sredstvu je registracija istekla 30.01.2019., a zalihe su se smjele prodavati do kraja srpnja. Krajnji rok primjene sredstva te sjemena tretiranog ovim sredstvom je 30.01.2020. (Ministarstvo poljoprivrede, 2019.).

Bakterijske bolesti

Od bakterioza kod nas je najznačajnija bakterijska palež ili plamenjača koju izaziva gljiva *Pseudomonas syringae* pv. *glycinea*. Ako u prvoj polovici vegetacije prevladava vlažno i hladno vrijeme očekuje se veća pojava ove bolesti. Smeđe udubljene pjege na listu koje kasnije nekrotiziraju jedan su od simptoma bolesti, a ukoliko postoje povoljni uvjeti, bolest se šire i na ostale dijelove biljke. Opasno je kada zaraza zahvati sjeme jer u slučaju da zaraza nije jaka, na sjemenu se ne uočavaju simptomi te se sjetvom takvog sjemena bolest nanovo javlja sljedeće godine. Preventivne mjere iste su kao i za prethodno nabrojane bolest, a moguća je i primjena baktericida registriranog za tu namjenu (Vratarić i Sudarić, 2009.b).

Virusne bolesti

Mozaik soje (SMV- *Soybean Mosaic Virus*) prenosi se sjemenom što omogućuje njegovo širenje na područja u kojima ranije nije bio prisutan. Lisne uši vektori su koji šire virus na zdrave biljke u vegetaciji. Biljke zaražene ovim virusom sitnijeg su rasta i daju manji urod od zdravih biljaka, a sami simptomi infekcije razlikuju se ovisno o soju virusa, vanjskim čimbenicima, prisutnosti drugih virusa i konačno o sorti soje. Suzbijanje lisnih ušiju i korova u usjevu bitna je preventivna mjera u slučaju mozaika soje. Također, zdravo sjeme slobodno od virusa i prostorna izolacija od drugih leguminoza djelotvorni su u sprječavanju pojave virusa (Vratarić i Sudarić, 2009.b).

3.4.2. Štetnici soje

U Hrvatskoj se različiti štetnici pojavljuju u usjevima soje u ovisnosti o godini i lokaciji proizvodnje, ali još ne uzrokuju ekonomski vrlo značajne gubitke. Insekticida za primjenu na soji kod nas nema, pa se sve svodi na preventivu i suzbijanje bolesti i korova u usjevu kako bi se umanjila mogućnost pojave štetnika u većem broju. Jedan je preparat na bazi sumpora registriran kod nas za primjenu na soji u vidu akaricida. Moguće ga je koristiti protiv običnog

crvenog pauka (*Tetranychus urticae* Koch) i atlantskog crvenog pauka (*Tetranychus atlanticus* Mc Gregor) koji se javljaju kod nas i predstavljaju problem u sušnim godinama. Sišu biljne sokove i uzrokuju njihovo sušenje. Korisno je tijekom vegetacije često pregledavati usjev jer se ove grinje najprije javljaju u rubnim dijelovima usjeva i ponekad je dovoljno tretirati samo taj zahvaćeni dio. Ukoliko se primijeti širenje štetnika prema unutrašnjosti usjeva, tada je potrebno tretiranje cijele površine (Vratarić i Sudarić, 2009.b).

Lisne sovice napadaju lišće i generativne organe preko 350 različitih biljnih vrsta, a na soji se kod nas pojavljuju povremeno u većem broju. Veću štetu može napraviti generacija koja se razvija u vrijeme oplodnje i mahunanja te nalijevanja zrna (Vratarić i Sudarić, 2009.b).

Stjenice se javljaju pojačano u sušnim godinama. Vratarić i Sudarić (2009.) spominju jači napad ovih štetnika na soju kod nas 2008. i 2009. godine te predviđaju daljnje širenje u slučaju ponavljajućih sušnih razdoblja. Stjenice napadaju sve nadzemne dijelove, a oštećenje ovisi o vremenu pojave.

3.4.3. Zaštita od korova

Soju zakorovljuje značajan broj korovnih vrsta koje prema životnom ciklusu potječu iz više različitih skupina (Barić i Ostojić, 2000.). U Hrvatskoj je ukupno 41 herbicid registriran za primjenu na soji (Ministarstvo poljoprivrede, 2019.) za tretiranje uskolisnih i širokolisnih jednogodišnjih i višegodišnjih korova. Zaštita usjeva soje od korova od iznimne je važnosti za postizanje visokog i kvalitetnog uroda. Uništavanje korova provodi se mehaničkim i kemijskim putem (osim u ekološkoj proizvodnji). Tijekom jesenske i proljetne pripreme tla suzbijaju se iznikli korovi mehaničkim putem. Nakon sjetve, a prije nicanja soje primjenjuju se pre-em (*pre emergence*) odnosno zemljišni (rezidualni) herbicidi koji se prskaju po tlu i aktiviraju se oborinama, a suzbijaju samo jednogodišnje korove. Višegodišnji korovi razmnožavaju se većinom vegetativnim podzemnim organima koji su smješteni dublje u tlu i primijenjeni herbicidi ne dolaze do njih (Barić i Ostojić, 2000.). Nakon nicanja soje primjenjuju se kontaktni herbicidi, a broj tretiranja ovisi o brojnosti i razvijenosti korova. Mehaničko suzbijanje korova u soji provodi se jednom, rjeđe dva puta u vegetaciji.

3.4.4. Zaštita soje u ekološkoj poljoprivredi

U ekološkoj proizvodnji borba protiv korova i bolesti i štetnika provodi se primarno putem prevencije, a tek u iznimnim slučajevima, uz dopuštenje nadzorne stanice, mogu se koristiti pripravci dopušteni u ekološkoj proizvodnji, obično na bazi bakra i sumpora, ali ne svake godine već povremeno. Razlike između proizvodne prakse u ekološkom i konvencionalnom uzgoju vidljive su već u sjetvi gdje je zabranjeno korištenje tretiranog sjemena. U konvencionalnom uzgoju sjeme se često tretira fungicidima kako bi se smanjila opasnost od pojave sjemenskih bolesti. Zatim, u ekološkom uzgoju nije dopuštena upotreba

herbicida koji se prije sjetve ili nakon sjetve i prije nicanja koriste za suzbijanje korova u usjevu i omogućavanje mladoj biljci soje prednost u rastu u prvih 8 tjedana nakon nicanja koliko traje njeno najosjetljivije razdoblje (Neeson, 2008.). Nakon tog razdoblja biljka je kompetitivnija i polako zatvara redove čime zasjenjuje korove i usporava njihov rast. Borba protiv korova provodi se mehaničkim uklanjanjem međurednom obradom, korištenjem malča i u slučaju potrebe, ručnim plijevljenjem usjeva. U vegetaciji se, ovisno o vremenskim prilikama, mogu pojaviti razne bolesti i štetnici koji mogu izazvati ekonomske štete na usjevu. Većina pesticida razvijenih za zaštitu soje nema dopuštenje za upotrebu u ekološkoj poljoprivredi pa su proizvođači osuđeni tražiti alternativna rješenja ukoliko do problema u usjevu, unatoč svim preventivnim mjerama, ipak dođe.

Preventivne mjere u ekološkoj proizvodnji slične su onima u konvencionalnoj odnosno integriranoj proizvodni uz neka proširenja. Tako je plodored u svim sustavima proizvodnje vrlo bitan za očuvanje povoljnog stanja tla i prevenciju nakupljanja bolesti i štetnika na proizvodnoj parceli. Ipak, ovdje je plodored širi jer osim funkcije prevencije bolesti prekidom životnog ciklusa uzročnika, ima funkciju i kontrole korova (Hartman i sur., 2016.). Uzgojem biljnih vrsta različite sezone uzgoja, različitog sklopa koje zahtijevaju drugačiju obradu tla i u različito vrijeme postiže se s godinama iscrpljenje banke sjemena korova iz tla. Obrada može pogoršati stanje zakorovljenosti ukoliko se radi o korovima koji se šire iz vegetativnih dijelova pa općenito treba izbjegavati u uzgoju parcele na kojima je populacija takvih korova velika.

Osim zbog različitog načina obrade, rotacija je povoljna i zbog činjenice da neke biljne vrste imaju efekt potiskivanja korova, bilo kompetitivnom sposobnošću, bilo negativnim alelopatskim djelovanjem na korove (Neeson, 2008.). U ekološkom uzgoju je rotacija puno šira zbog prakticiranja sezonskog „odmora tla“, kako bi se omogućilo ravnomjernije iskorištavanje hranjiva iz tla i kako bi se izbjegao uzgoj vrsta koje napadaju isti štetnici više godina za redom.

Održavanje plodnosti tla i aktivnosti mikroorganizama bitno je iz dva aspekta. Prvo, dobro ishranjena biljka manje je podložna napadu bolesti, a za to joj je potrebna dovoljna količina hraniva za pravovremeni rast i razvoj. Jaka i ishranjena biljka lakše se oporavlja od posljedica bolesti i ima sposobnost nadoknaditi oštećene organe u većini slučaja. Drugo, nisu svi mikoorganizmi štetni za biljku već u tlu postoje mnogi koji djeluju zaštitnički prema biljci jer imaju sposobnost supresije uzročnika biljnih bolesti na način da ih parazitiraju ili se s njima nalaze u kompetitivnom odnosu (Hartman i sur., 2016.). Ekološki proizvođači računaju u mnogo čemu na mehanizam prirodne samoregulacije koji podrazumijeva da za svakog štetnika postoji organizam koji će njegovu populaciju držati pod kontrolom jer svoje životne potrebe namiruje na račun tog štetnika.

Izbor sorata određenih grupa zriobe također može pomoći u smanjenju napada bolesti zbog činjenice da neke od njih preferiraju hladnije vrijeme i napadi su ozbiljniji na

ranije sijanim usjevima. Ipak, to uvelike ovisi o karakteristikama sorte i o vremenskim prilikama pojedine godine.

Postoje preparati prirodnog porijekla koji se koriste u kurativne svrhe u ekološkoj poljoprivredi. Ulje nima koristi se kao repelent, a ekstrakt buhača (piretrin) i pripravci koji sadrže *Bacillus thuringiensis* kao insekticid. Bt pripravci upotrebljavaju se protiv velikog broja štetnika jer različiti sojevi bakterije proizvode različite produkte koji djeluju toksično na probavni trakt različitih štetnika koji jedu tretiranu biljku nakon čega štetnik ugiba. Prema Hartman i sur. (2016.) više je komercijaliziranih proizvoda koji koriste biološke agense u borbi protiv bolesti. Gljiva *Trichoderma viridae* koristi se u zaštiti soje protiv nekoliko vrsta patogena među kojima i *Fusarium oxysporum* koji kod nas još ne uzrokuje velike štete, ali predstavlja problem u uzgoju soje diljem svijeta.

Parazitski insekti još su jedna od mogućih mjera. Proizvođači često uz nasad komercijalne kulture siju redove biljaka koje služe kao atraktanti za korisne insekte. Predatorske stjenice, bubamare, zlatooke korisni su insekti koji se hrane štetnicima i pomažu u regulaciji njihovog broja.

Na popisu sredstava za zaštitu bilja dozvoljenih za korištenje u Hrvatskoj nalaze se tri fungicida koje sadrže aktivne sastojke dopuštene u ekološkoj poljoprivredi. Svako tretiranje usjeva bilo kojim kemijskim zaštitnim sredstvom mora biti prijavljeno i odobreno od strane nadzorne stanice.

Sjetva multilinija umjesto samo jedne sorte neke biljne vrste također je metoda koja se koristi u ekološkoj poljoprivredi. Bitno je da su sorte ujednačenog habitusa i vremena dozrijevanja kako bi se omogućila mehanizirana žetva usjeva. Metoda se temelji na činjenici da različite sorte sadrže različite gene otpornosti na biotske i abiotske stresove te je veća mogućnost postizanja zadovoljavajućeg uroda svake godine uzgoja.

4. Prehrambena vrijednost soje

Sudarić i Vratarić (2008.) navode kako je soja, s obzirom na površine pod uzgojem, glavni izvor visokovrijednih proteina u svijetu te značajna uljna kultura. Ipak, samo 2% od ukupne količine proizvedene soje bude direktno konzumirano od strane ljudi, u obliku različitih sojinih proizvoda dok većina završi kao hrana u animalnoj proizvodnji, primarno uzgoju peradi te svinjogojstvu (Goldsmith, 2008.). Tako u SAD-u 27 % proizvedene sojine sačme bude iskorišteno u hranidbi svinja, zahvaljujući visokoj probavljivosti sojina proteina te izobiljem aminokiseline lizin koja je prva limitirajuća aminokiselina kada su u pitanju hranidbene potrebe svinja (Dozier i Hess, 2011.).

Sojino ulje je najrasprostranjenije biljno ulje koje se koristi kako u privatnim kućanstvima, tako i u industriji pripreme hrane gdje predstavlja glavni izvor masti (FAO, *Commodities and Trade Division*, 2004.). Povećanje konzumacije prerađene hrane na Zapadu povećalo je i potražnju za jeftinijim i visokofunkcionalnim uljem koje se hrani dodaje za poboljšanje okusa i prehrambene vrijednosti. Relativno niska cijena sojina ulja proizlazi iz činjenice da je ono nusproizvod u proizvodnji stočne hrane (Goldsmith, 2008.).

Soja značajno sudjeluje u ukupnoj kalorijskoj vrijednosti konzumirane hrane kao i količini konzumiranih proteina na svjetskoj razini (FAO, *Commodities and Trade Division*). Soju se danas često naziva „mesom za siromašne“ zbog činjenice da je konzumacija soje na globalnoj razini primarno povezana s nerazvijenim zemljama te zemljama u razvoju. Mješavina soje i kukuruza te soje i pšenice osnova je za proizvodnju obroka u humanitarnim djelovanjima u područjima pogođenima glađu (Burssenes i sur., 2011.).

Zdravstvene prednosti u vidu smanjenja opasnosti od razvoja bolesti srca koji proizlaze iz prehrane siromašne zasićenim mastima, a koja uključuje konzumaciju 25 grama sojina proteina dnevno potvrđeni su i od strane američke Agencije za hranu i lijekove (Burssens i sur, 2011.). Time je soja postala zanimljivija široj populaciji u razvijenim zemljama.

4.1. Sastav zrna

Sjeme soje je izvrstan izvor makronutrijenata u ljudskoj prehrani (Bureesens i sur., 2011.), a odlikuje je i bogati izbor minerala poput kalija, željeza, bakra, mangana, sumpora, natrija, kalcija i magnezija (Nikolić i Lazić, 2011., Kozumplik i Pejić, 2012.). Zbog visokog postotka proteina (35 – 50 %) i ulja (18 – 24 %) soja postaje sve važnija kultura u prehrani rastućeg svjetskog stanovništva, a u Hrvatskoj spada među rijetke ratarske kulture čija je proizvodnja u porastu (Jukić i sur.,2006.). Iako se soju najprije gleda kao vrlo važan izvor

masti i proteina koje nisu životinjskog porijekla, u zrnu soje nalaze se i druge iznimno vrijedne sastavnice koje soju čine vrijednom namirnicom u ljudskoj prehrani i hranidbi životinja. Jukić i sur. (2006.) ističu kako kvaliteta zrna soje ovisi o genetskoj konstituciji sorte, ali da utjecaj ima i godina uzgoja te lokalitet, prvenstveno na odnos masti i proteina. Zabilježili su, naime, negativnu korelaciju između sadržaja masti i proteina te pozitivnu vezu količine oborina s količinom ulja u zrnu kod sorata ranije grupe dozrijevanja (00 i 000). Dozier i Hess (2011.), pozivajući se na više autora, zaključuju kako lokacija, sorta te način obrade namirnice utječu na varijabilnost sirovog proteina i sastav aminokiselina u sojinim pripravcima. U tablici 4.1 nalazi se pregled prosječnog sastava zrna soje.

Tablica 4.1- Prosječni sastav zrna soje

Sastojak	Udio (% u suhoj tvari)
Voda	7,94 - 9,82
Sirovi protein	38,9 - 41,8
Sirove masti	18,56 - 21,66
Dostupni ugljikohidrati	8,92 - 13,3
Dijetalna vlakna	13,7 - 16,5
Mineralne tvari	4,72 - 5,28

Izvor: Autor prema Redondo-Cuenca i sur., (2006.)

4.1.1. Proteini

Božanić (2006.) navodi da soja sadrži 40 – 45 % proteina u suhoj tvari koji doprinose nutritivnoj vrijednosti hrane i krmiva, a koriste se i za postizanje funkcionalnih karakteristika raznih prehrambenih proizvoda. Budući da je većina sojinih proteina termostabilna, ne dolazi do velikog gubitka proteina prilikom termičke obrade soje u pripremi proizvoda poput tofua ili sojinog napitka. Aminokiselinski sastav sojinih proteina sličan je onom u mesu (Nikolić i Lazić, 2011.), a soja od svih mahunarki ima najpovoljniji sastav aminokiselina i najbliže je standardnom setu (20 aminokiselina koje tvore proteine) prema FAO (*Food and Agriculture Organization*) i WHO (*World Health Organization*) (Burssens i sur., 2011.). Tablica 4.2 prikazuje sastav esencijalnih aminokiselina u zrnu soje izražen kao postotak od ukupne količine aminokiselina u zrnu te usporedbu s referentnim proteinom prema FAO i WHO.

Tablica 4.2: Sastav esencijalnih aminokiselina u zrnu soje i usporedba s referentnim proteinom

Aminokiselina	Soja	WHO/FAO referentni protein
Izoleucin	4.6	4
Leucin	7.9	7
Lizin	6.5	5.5
Metionin+ cistein	2.6	3.5
Fenilalanin+ tirozin	8.2	6
Treonin	3.9	4
Triptofan	1.3	1
Valin	4.9	5

Izvor: Autor prema Burssens i sur. (2011.)

Sojini proteini mogu se podijeliti na četiri glavne skupine prema brzini sedimentacije izražene u Svedbergovim jedinicama (S): 2 S, 7 S, 11 S i 15 S (Burssens i sur., 2011.; Božanić, 2006.).

Oko 20 % proteina soje čini 2 S skupina (Božanić, 2006.), a značajna je zbog činjenice da u nju spadaju dva tipa tripsin inhibitora, Kunitzov tripsin inhibitor i Bowman-Birkov inhibitor koji su poznati kao antinutritivni sastojci sojina zrna. Kunitzov tripsin inhibitor nalazi se u zrnu soje u većim količinama i okarakteriziran je kao alergen (Burssens i sur., 2011. prema Quirce i sur., 2002.).

Beta-konglicinin čini 90 % 7 S frakcije, a ostali su gama-konglicin, hemaglutinin (lektin) i beta-amilaze (Božanić, 2006.).

Glicinin, glavni protein soje (Burssens i sur., 2011.) čini oko 35 % ukupnih proteina i spada u 11 S frakciju. Glicinin je jedini protein porijeklom iz biljnog izvora koji sadrži sve esencijalne aminokiseline koje su nužne za rast i razvoj organizma, a čovjek ih ne može sam sintetizirati već ih mora unijeti putem hrane. Po sastavu aminokiselina, količini mineralnih tvari i djelomičnoj topivosti u vodi, sličan je kazeinu iz mlijeka (Božanić, 2006.).

Lipoksigenaza (lipooksidaza) je najznačajniji enzim u soji. Sa stajališta prehrambene industrije problematičan je jer katalizira oksidaciju polinezasićenih masnih kiselina zbog čega

dolazi do razvoja nepoželjnog graškastog i užeglog okusa (Božanić, 2006.) koji je jedna od glavnih mana proizvoda od soje i umanjuje njenu privlačnost konzumentima.

Protein soje je glavna sastavnica u mesnim zamjenama koje konzumiraju ljudi koji preferiraju hranu neživotinjskog porijekla i/ili prehranu koja ima za cilj smanjenje konzumacije zasićenih masnih kiselina (Hartman i sur., 2011.). Božanić (2006.) navodi kako je sadržaj proteina u soji vrlo visok, ali njihova biološka vrijednost ipak je niža (60 – 90 %), zbog nedovoljne količine aminokiselina metionin i cistein. Metionin spada u skupinu esencijalnih aminokiselina dovoljno zastupljenih u žitaricama i mesu, ali mahunarke su poznate po nedovoljnoj količini ove aminokiseline za potrebe ljudi. Cistein je uvjetno esencijalna aminokiselina budući da nastaje kao nusproizvod razgradnje metionina što ujedno znači da količina cisteina izravno ovisi o količini metionina (FAO/WHO/UNU, 2007.). Ipak, zahvaljujući izobilju aminokiseline lizin, soja je odličan izbor kada se kombinira sa 60 – 70 % žitarica čime se kvaliteta proteina u takvoj smjesi približava kvaliteti proteina mesa kako tvrde Burssens i sur. (2011.). Isti autori iznose podatak kako je probavljivost sojina proteina iz zrna vrlo visoka te ukazuju na činjenicu da sastav aminokiselina i probavljivost njenih proteina soju čine odličnim izborom za povećanje unosa proteina u ljudskoj prehrani.

4.1.2. Lipidi

Soja sadrži 18 – 24 % ulja u zrnu što je čini važnom kulturom za industriju proizvodnje ulja. Soja se kao uljarica uzgaja i za proizvodnju biogoriva što je jedan od razloga intenzivnog porasta površina pod uzgojem soje u svijetu. Soja je kao sirovina za uljnu industriju cijenjena i zbog povoljnog sastava masnih kiselina. Otkrićem povezanosti zasićenih masnih kiselina koje dominiraju u mastima životinjskog porijekla i bolesti krvožilnog sustava usmjerilo je interes potrošača, a time i proizvođača ka alternativnim izvorima, odnosno biljnim mastima.

Nezasićene masne kiseline dominiraju u sojinom ulju i čine oko 80 % masnih kiselina. Najzastupljenija je linolna kiselina (oko 52 %), zatim oleinska (oko 21 %) nakon koje slijedi zasićena palmitinska kiselina s oko 12 %. Od zastupljenijih tu su još i polinezasićena linolenska kiselina (oko 7 %) te zasićene laurinska, miristinska i stearinska koje zajedno čine oko 10 % masnih kiselina sojina ulja. Također, soja je jedna od nekoliko dobrih biljnih izvora alfa-linolenske i omega-3 masnih kiselina, esencijalnih masnih kiselina kojima se pripisuje uloga u očuvanju zdravlja krvožilnog sustava (Burssens i sur., 2011.). Svega 1.7 % ukupnih lipida soje čine arahidonska, behenska i palmitoleinska kiselina (Božanić, 2006.).

Sojino ulje koristi se u industriji u proizvodnji proizvoda poput margarina i u pripremi pržene hrane. Kako bi ulje imalo stabilan okus i svježinu, potrebno ga je hidrogenirati. S porastom svijesti o štetnosti transmasti, javila se potreba za razvojem novih sorata soje koje

imaju povoljniji sastav masnih kiselina, u prvom redu smanjenu količinu linolne kiseline (Hartman i sur., 2011.).

Božanić (2006., prema Yoshida i sur., 2003.) navodi soju kao dobar izvor tokoferola poznatijih pod nazivom vitamin E, jedan od vitamina topivih u masti. Tokofenoli su fenolni antioksidansi koji su prirodno prisutni u biljnim uljima koji su značajni po svom svojstvu vezanja slobodnih radikala.

4.1.3. Ugljikohidrati

Sadržaj ugljikohidrata u sojinom zrnu kreće se oko 30 %, a većinu čine netopivi ugljikohidrati odnosno vlakna (Božanić, 2006.). Topivi ugljikohidrati čine 10 – 13 % sadržaja zrna, od čega velika većina otpada na šećere saharozu, rafinozu, stahiozu, sukrozu i fruktozu, a samo 1 % na škrob (Burssens i sur., 2011.). Rafinoza je trisaharid građen od jedne molekule saharoze i jedne molekule galaktoze, a stahioza je tetrasaharid jer sadrži jednu molekulu saharoze te dvije galaktoze (Božanić, 2006.). Rafinoza i stahioza ne mogu biti probavljene od strane probavnih enzima već se njihova razgradnja odvija u tankom crijevu uslijed djelovanja crijevne mikroflore, a kao posljedica nastaju plinovi (Burssens i sur., 2011.). Plinovi stvaraju nadutost i uzrokuju vrlo neugodnu bol u trbuhu. Ipak, prednost njihove konzumacije je što potiču rast autohtonih bifidobakterija u debelom crijevu. Netopivi ugljikohidrati pozitivnog su zdravstvenog utjecaja jer utječu na regulaciju probave povećanjem fekalne mase, te usporavaju apsorpciju glukoze u krvi. Oboje topivi i netopivi ugljikohidrati soje spadaju u skupinu dijetalnih vlakana čija je konzumacija povezana s održavanjem povoljnog zdravstvenog stanja (Božanić, 2006.).

4.1.4. Minerali i vitamini

Minerali čine oko 5 % sadržaja sojinog zrna. Dominiraju kalcij, magnezij i kalij. Dok je sadržaj kalcija u zrnu soje relativno visok, u sojinom napitku koji se obično koristi kao zamjena za mlijeko, on je vrlo nizak te se taj proizvod redovito obogaćuje kalcijem kako bi bio bliže sastavu kravljeg mlijeka (Burssens i sur., 2011.). U tablici 4.3 prikazana je prosječna količina minerala u zrnu soje, a u tablici 4.4 prosječna količina vitamina u zrnu.

Tablica 4.3- prosječna količina minerala u zrnu soje

Minerali u zrnu soje	
Kalcij (g/kg)	2,5
Fosfor (g/kg)	5,8
Probavljivi fosfor (g/kg)	1,9
Natrij (g/kg)	0,3
Magnezij (g/kg)	2,8
Kalij (g/kg)	18,5
Klor (g/kg)	0,5
Sumpor (g/kg)	2,9
Mangan (mg/kg)	29
Cink (mg/kg)	44
Bakar (mg/kg)	15
Željezo (mg/kg)	142
Selen (mg/kg)	0,2
Molibden (mg/kg)	5

Izvor: Grbeša (2004.)

Tablica 4.4- prosječna količina vitamina u zrnu soje

Vitamini	
Vitamin A (1000 IJ/kg)	0,48
Vitamin E (mg/kg)	20
Vitamin B1 (mg/kg)	11
Vitamin B2 (mg/kg)	2,6
Vitamin B6 (mg/kg)	11
Niacin (mg/kg)	22
Pantotenska kiselina (mg/kg)	15
Folna kiselina (mg/kg)	3,5
Biotin (mg/kg)	0,24
Kolin (mg/kg)	2307

Izvor: Grbeša (2004.)

4.2. Antinutritivni spojevi

Usprkos vrlo povoljnom sastavu zrna i potencijalnom vrlo povoljnim utjecajima na sveukupno zdravlje, soja ipak ne ulazi u namirnice široke potrošnje u ljudskoj prehrani diljem svijeta. Jedan od razloga za to su i antinutritivni spojevi koji smanjuju probavljivost soje i uzrokuju probleme u probavnom sustavu. Soja, naime sadrži antinutritivne spojeve u vidu ugljikohidrata stahioze, rafinoze i sukroze, tripsin inhibitora, ureaze, lektina i fitinske kiseline. Termička obrada zrna smanjuje biološku aktivost tripsin inhibitora i ureaze ali ne i drugi antinutritivnih tvari. Smatra se da je dobro termički obrađeno zrno u kojem je smanjena koncentracija inhibitora proteza na 5 – 8 mg/g, aktivnost ureaze na 0.1 – 0.3 i količina lektina na 10-200 mcg/mg. Istodobno temperature koje se koriste ne smiju biti previsoke jer smanjuju iskorištenje proteina.

Tostiranje je hidrotermički postupak prženja zrna tijekom 5 – 10 minuta koji uništava 94 – 97 % prisutnog inhibitora proteaza tako da iskorištenje proteina raste sa 45 na 85 % uz istovremeno povećanje iskorištenja vlakana. Objektivne metode mjerenja pokazuju da je najbolje tostirano zrno u kojem je sadržaj tripsin inhibitora ispod 5 mg/g, odnosno aktivnost inhibitora proteaza (TIA) smanjena na 2000 - 5000 TIA/g, ureaze ispod 0.2 te kada je razoreno 93 – 98 % lektina ili hemoglutinina prisutnih u sirovom zrnu soje. Hidrotermičkom obradom se mora smanjiti sadržaj tripsin inhibitora < 3.5 mg/kg. Manje vrijednosti tripsin ihibitora upućuju na stvaranje Maillard reakcija koje smanjuje probavljivost aminokiselina soje. Pravilno tretirano zrno ima blijedo zlatnu boju i ugodan miris, a prepaljeno zrno ima tamno smeđu boju i miris po zagorenom. Objektivne metode mjerenja pokazuju da neoštećeni protein ima topljivost između 75 i 80 %, a dostupnost lizina veću od 80 % (Grbeša, 2019.).

4.2.1. Stahioza, rafinoza i sukroza

Sojino zrno sadrži tri glavne vrste neprobavljivih oligosaharida (alfa-galakto-oligosaharidi): sukrozu (6,9 %), stahiozu (3,8 %) i rafinozu (1 %) koji čine ukupno oko 12 % suhe tvari. U hranidbi životinja ovi oligosaharidi predstavljaju problem jer su neukusni i ne mogu se probaviti u tankom crijevu monogastričnih životinja iz razloga što one ne proizvode enzime galaktozidaze. Također izazivaju nakupljanje tekućine u probavnom sustavu, brzu pasažu i vjetrove u monogastričnih, osobito mladih životinja. Upravo galakto-oligosaharidi ograničavaju udjel soje i njenih suproizvoda u hrani mladunaca na do 20 % (Grbeša, 2019.). Smatra ih se antinutritivnim faktorima koji uzrokuju redukciju energije u prehrani. Provode se istraživanja s ciljem uklanjanja stahioze i rafinoze iz zrna soje, a otkriveni su i aleli gena za sintezu rafinoze koji su povezani s niskim sadržajem stahioze i rafinoze u biljci soje i njenom zrnu. Ovo otkriće moglo bi, u kombinaciji s oplemenjivanjem potpomognutim genetskim markerima, pomoći u razvoju novih sorata soje s bitno nižim sadržajem ovih ugljikohidrata (Burssens i sur., 2011.).

4.2.2. Lektini i fitinska kiselina

Lektini su skupina proteina i glikoproteina koji imaju sposobnost vezanja određenih ugljikohidrata i obično se vežu uz obranu biljaka od nametnika. Mogu dovesti čak do smrti životinja koje konzumiraju veću količinu sirovog zrna soje, ali ne predstavljaju opasnost za ljude u količinama u kojima se nalaze u soji. Termičkom obradom lako se razgrađuju (Božanić, 2006.). Zrno soje sadrži oko 30 859 mg/kg lektina beta koglicina, međutim, njegov sadržaj jako varira između uzoraka punomasne soje i kreće se od 4100 do 84 000 mg/kg (Grbeša, 2019). Mnogi proteini ove skupine su prilično otporni na razgradnju u probavnom traktu, što im povećava vjerojatnost štetnog učinka, ali i apsorpcije (endocitozom). Vežu se za stanice epitela crijeva što rezultira njihovim odumiranjem i probavnim tegobama (mučnina, povraćanje, proljev). Prisutnost lektina utvrđena je u različitim organima tijela nakon unosa hranom, što se povezuje s mogućnošću štetnih imunoloških (autoimune bolesti) i drugih toksičnih učinaka i izvan probavnog trakta (Šarkanj i sur., 2010.). Beta koglicin iz zrna soje oštećuje stjenku crijeva, smanjuje probavljivost te dovodi do povećanja broja bakterija u crijevima (Grbeša, 2019).

Fitinska kiselina je jedan od spojeva koji se ne mogu razgraditi termičkom obradom, ali se u fermentiranim proizvodima od soje nalazi u znatno nižim količinama nego u nefermentiranim. Posljedica konzumacije velikih količina fitinske kiseline može biti anemija budući da ona veže minerale poput željeza, cinka, kalcija i magnezija (Božanić, 2006.).

4.2.3. Tripsin inhibitori i ureaza

Inhibitori probavnih enzima kod soje nazivaju se tripsin inhibitori i nalazimo ih u sirovom ili nedovoljno termički obrađenom zrnu. Ukoliko se termička obrada izvrši na propisan način, neće doći do negativnih posljedica prilikom konzumacije. Soja sadrži dva tipa inhibitora, Kunitzov i Bowman-Birkov koji inhibiraju djelovanje tripsina, a Bowman-Birkov inhibira i djelovanje kimotripsina (Božanić, 2006.). Tripsin inhibitori vežu se na tripsinogen i kimotripsinogen, te sprječavaju njihovu pretvorbu u aktivan oblik, odnosno enzime tripsin i kimotripsin. Ti enzimi, čije neaktivne oblike izlučuje gušterača, a aktiviraju se u tankom crijevu, imaju glavnu ulogu u razgradnji proteina u tankom crijevu razlažući polipeptide u oligopeptide (Dozier i Hess, 2011., prema Alpers, 1994.; Lowe, 1994.). Razgradnja oligopeptida nastavlja se djelovanjem peptidaza u tankom crijevu što rezultira nastankom dipeptida i aminokiselina koje se u tankom crijevu apsorbiraju i dalje koriste u sintezi tjelesnih proteina (Dozier i Hess, 2011.). Isti autori pozivaju se na rad Chernick i sur. (1948.) koji su utvrdili depresiju u rastu i značajno povećanje gušterače kod peradi hranjene termički neobrađenim zrnom soje, te na rad Lyman i Lepkovsky (1957.) gdje je zabilježena ekscesivna proizvodnja tripsinogena kod štakora hranjenima sirovim zrnom soje. Zaključili su da je prekomjerna proizvodnja tripsinogena posljedica pokušaja gušterače za nadoknadom manjka tripsina nastalog zbog djelovanja tripsin inhibitora.

Sirovo zrno soje, ovisno o sorti i klimatskim uvjetima koji prevladavaju u vremenu uzgoja, sadrži u prosjeku 35 mg/g, (raspon 22 – 78 mg/g ili g/kg) tripsin inhibitora čija aktivnost se kreće u rasponu od 70 500 do 110 000 TIA/g. Sadržaj tripsin inhibitora se nastoji smanjiti selekcijom, međutim kako je on bogat metioninom i cistinom istovremeno se smanjuje njihova koncentracija u zrnu soje. Termičkom obradom se smanjuje sadržaj tripisn inhibitora na 6,8 mg/g proteina, odnosno aktivnost tripsin ihibitora opada na 6 500 do 7 500 TIA/g (Grbeša, 2019.). Božanić (2006.) navodi i važnost dostupnosti u prehrani inaktiviranih oblika, posebno Bowman-Birkovog inhibitora, budući da je taj protein vrlo bogat aminokiselinama sa sumporom koje su u soji najdeficitarnije.

Smanjenje aktivnosti inhibitora probavnih enzima jedan je od ciljeva oplemenjivačkih programa soje kako bi se smanjio utrošak energije prilikom termičke obrade zrna te smanjenje biološke vrijednosti proteina kao posljedice visokih temperatura obrade. Nekoliko sorata soje sa smanjenom količinom Kunitzovog tripsin inhibitora prisutno je i na našem tržištu. Prosječna vrijednost sadržaja tripsin inhibitora u standardnim sortama iznosi 32.1 mg/g dok je kod ovih sorata smanjena na 13.4 mg/g (Bc institut Zagreb).

Isto tako zrno soje sadrži i enzim ureazu koja razlaganjem dodane ureje u obrok naglo otpušta amonijak što može dovesti do trovanja životinja. Zato se iz opreza ne preporučuje hraniti odrasle preživače većim količinama sirovog zrna soje (Grbeša, 2019.).

4.3. Zdravstvene prednosti konzumacije

Primarna namjena najvećeg dijela proizvedene soje na svjetskoj razini je iskorištenje u hranidbi životinja, primarno peradi i svinja dok se u govedarstvu može lakše zamijeniti alternativnim izvorima proteina. Tek u Azijskim zemljama soja, uzgojena bez korištenja genetski modificiranog sjemena, koristi se primarno kao hrana za ljude dok ostatak svijeta GM i ne-GM soju koristi najviše u animalnoj proizvodnji (Bertheau i Davison, 2011. prema Birthal i sur, 2010.). Iako se soju najviše cijeni kao izvor proteina, u današnje vrijeme raste interes i za sojom kao izvorom fitokemikalija koje imaju brojne potencijalno korisne utjecaje na ljudsko zdravlje.

Prema He i Chen (2013.) brojne studije predlažu da je povećana potrošnja sojinih proizvoda povezana sa smanjenom pojavom smrtnosti i/ili povratka raka dojke. Salgado i Donado-Pestana (2011.) spominju istraživanje provedeno na nešto više od 73 000 žena u Kini koje je pokazalo da je konzumacija proteina soje i izoflavona smanjuje rizik od pojave raka dojke s velikom signifikantnošću. Pozivajući se na Lee i sur. (2009.) iznose tvrdnju da žene koje učestalo konzumiraju veće količine sojinih proizvoda u pubertetu i odrasloj dobi imaju jako mali rizik od razvoja raka dojke. U nastavku su ukratko prikazani spojevi koje nalazimo u soji, a koji su najčešći predmet istraživanja zbog svoje biološke funkcije.

4.3.1. Fitoestrogeni

Soja, kao i druge povrtne vrste, sadrži fitestrogene, nesteroidne spojeve koji pokazuju estrogensku ili antiestrogensku aktivnost i uključuju različite grupe spojeva koji imaju sličnu strukturu i biološku aktivnost kao estrogen. Fitosetrogeni se dijele u dvije glavne grupe: izoflavonoidi i lignani, a izoflavonoidi se dalje dijele na izoflavone i kumestane (Gašparević-Ivanek, 2003.). Soja je glavni izvor fitoestrogena u ljudskoj prehrani, a najviše se pažnje pridaje izoflavonoidima (Salgado i Donado-Pestana, 2011.).

Koncentracija i sastav izoflavona ovisi o uvjetima u kojima je soja uzgajana kao i stupnju prerađenosti namirnice. Najzastupljeniji izoflavoni u zrnu soje su daidzein, genisten i glicitin (Salgado i Donado-Pestana, 2011.; He i Chen, 2013.). Izoflavoni se u prirodi nalaze u obliku glikozida (daidzin, genistin, glicitin), a u fermentiranoj hrani nalaze se u obliku aglikona (daidzein, genistein i glicitein) koji se apsorbiraju odmah iz želuca i tankog crijeva. Izoflavoni se u zrnu soje nalaze u obliku glikozida te se pretvaraju u aktivan oblik (aglikoni) djelovanjem probavnih bakterija te o njima ovisi učinkovitost apsorpcije koja se kreće od 13 % do 35 % kada se konzumiraju u obliku sojinog napitka (Gašparević-Ivanek, 2003.; Salgado i Donado-Pestana, 2011., prema Xu i sur., 1995.).

Fitoestrogenima se pripisuje oboje estrogenska i antiestrogenska aktivnost. Gašparević-Ivanek (2003.) to objašnjava činjenicom da se genistein, iako slabijeg djelovanja od estrogena, može vezati na receptore estrogena te time umanjiti količinu estrogena koji se vežu na receptore. Uz istovremenu konzumaciju namirnica koje potiču razgradnju estrogena i njegovu eliminaciju iz organizma (npr. kupusnjače) negativne posljedice prekomjerne količine estrogena u tijelu mogu biti znatno smanjene. Djelovanje koje fitoestrogeni pokazuju protiv novotvorina na dojkama i maternici vjerojatno je posljedica uravnoteženja vrijednosti estrogena u organizmu, a istražuje se i njihovo djelovanje na širenje krvnih žila i nastanak novih stanica. Ukoliko pak u tijelu nema dovoljno estrogena, genistein vezanjem na receptore preuzima njegovu ulogu, uz znatno slabije djelovanje. Ista autorica također navodi: „Unos 25 grama soje smanjuje jakost menopauzalnih tegoba, dok veći unos sojinog proteina (50 – 60 grama dnevno) smanjuje učestalost simptoma na 40 %“.

Istraživanja koja se provode s ciljem razjašnjavanja potencijalnih zdravstvenih prednosti konzumacije često ističu primjere smanjene pojavnosti osteoporoze kod Azijatkinja te navedeno pripisuju i činjenici da je prosječna konzumacija soje po glavi stanovnika u Aziji nekoliko puta veća nego u ostatku svijeta (Salgado i Donado-Pestana, 2011.). Epidemiološki podaci govore da ženama koje konzumiraju fitoestrogene u većoj količini prijeti manja opasnost od razvoja kardioloških bolesti. Studije pokazuju da izoflavoni snižavaju vrijednosti LDL (*Low Density Lipoprotein*) „lošeg“ kolesterola (Gašparević-Ivanek, 2003.) te utječu na sniženje krvnog tlaka (Salgado i Donado-Pestana, 2011.).

4.3.2. Saponini i fitosteroli

Saponini su glikozidi koji pokazuju svojstvo pjenjenja u vodenoj otopini. Saponinima također pripisuju brojne biološke aktivnosti poput antioksidativne, antiviralne i antitumorske aktivnosti te utjecaj na smanjenje kolesterola. Utjecaj saponina na navedeno pripisuje se njihovoj sposobnosti vezanja slobodnih radikala. Salgado i Donado-Pestana (2011.) ističu da ne postoje in-vivo studije o utjecaju saponina već samo in-vitro studije provedene na stanicama raka dojke, crijeva i jetre. Količina saponina u sirovom zrnu soje je do 50 % viša od sadržaja u hrani jer ih kuhanje znatno reducira.

Fitosteroli su spojevi koji imaju važnu funkciju u strukturi stanične membrane biljaka i u biosintezi celuloze. Zbog sličnosti s kolesterolom, postoje indikacije da fitosteroli mogu utjecati na smanjenje razine kolesterola u krvi kod ljudi vezanjem na micele i sprječavanjem otapanja kolesterola što za posljedicu ima smanjenu apsorpciju kolesterola i povećanje izlučivanja fecesom. Budući da je razina fitosterola u soji premala da bi pokazala značajan učinak na razinu kolesterola, postoji interes za razvojem obogaćenih sojinih proizvoda s većom količinom fitosterola. Istraživanje provedeno na 50 osoba koje su konzumirale sojin napitak obogaćen s 2.6 g fitosterola pokazalo je smanjenje LDL kolesterola za 7 % dok je razina HDL kolesterola ostala ista (Salgado i Donado-Pestana, 2011., prema Weidner i sur., 2008.).

S obzirom na veći broj aktivnih komponenti, teško je zdravstvene koristi pripisati samo jednoj od njih. Često više spojeva ima sličan utjecaj te se pozitivni rezultati pripisuju kumulativnom učinku više tvari. Potrebna su daljnja istraživanja potencijalnih mogućnosti iskorištenja soje u prevenciji bolesti i postizanju dobrog općeg stanja organizma.

4.4. Proizvodi od soje

Soja je našla svoju primjenu u prehrani ljudi i životinja u različitim oblicima i namjenama. Dok se životinjama najčešće daje u obliku sačme ili pogače, u kulinarstvu se njena upotrebna vrijednost znatno širi. Bitna odlika soje ukoliko je namijenjena ljudskoj konzumaciji je da zrno ima neobojen hilum kako bi bilo pogodno za obradu u sojine proizvode. Ukoliko je hilum obojan, kasnijim postupcima u obradi sjemena boja se ne može potpuno ukloniti što posebno velik problem predstavlja u proizvodnji tofua.

Na tržištu je danas lako naći soju u obliku zrna, napitka, zamjena za meso pa sve do dodataka prehrani. Krug ljudi koji konzumiraju takve proizvode širi se sve više i na osobe koje konzumiraju životinjske proizvode, ali žele svoju prehranu obogatiti dodatnim izvorom proteina i ostalih kvalitetnih sastavnica prisutnih u soji. Čitajući deklaracije proizvoda na tržištu naoko nepovezanih sa sojom, lako je zaključiti da je soju danas zapravo teško izbjeći jer se određeni sastojci ekstrahiraju iz soje i dodaju u jako različite skupine proizvoda. Budući da soja kod nekih ljudi izaziva ozbiljne alergijske reakcije, smatra se alergenom i mora se

jasno naznačiti njena prisutnost u nekom proizvodu. Kod nas se veća raznolikost sojinih proizvoda pronalazi većinom u specijaliziranim prodavaonicama koje drže proizvode koji su primjereni za vegetarijance/vegane ili sve popularnijim dućanima „zdrave hrane“. Zbog duge tradicije uzgoja i konzumacije, najširа paleta proizvoda nalazi se u kuhinjama zemalja azijskog kontinenta. Tamo se soja često fermentira čime dobiva dodatno na vrijednosti zbog povoljnog učinka fermentiranih proizvoda na probavu, a fermentacija i naklijavanje imaju pozitivan utjecaj na nutricionističku kvalitetu mahunarki općenito. Smanjuju količinu antinutritivnih spojeva, a naklijavanjem se smanjuje i količina masti i ugljikohidrata, a povećava količina dijetalnih vlakana i vitamina (Burssens i sur., 2011.).

Naklijavanjem zrna soje u vlažnim i mračnim uvjetima dobivaju se sojine klice, hrana čija se popularnost brzo širi. Od grama sojina zrna dobije se 8 – 10 grama klica (Burssens i sur., 2011) nakon otprilike 7 dana (Dong Hwa, 2011.). Klice su vrlo koncentrirani izvor vitamina, ne sadrže masti, a količina proteina i dalje je vrlo visoka. Dong Hwa (2011.) navodi kako se vitamin C ne nalazi u zrnu soje, ali se naklijavanjem razvija. U Kini i Koreji konzumiraju se kao sastojak u juhama ili ih se priprema u woku, u varivima i kao dio mješavina svježeg povrća. Može ih se konzumirati i svježe na salatu zbog smanjene količine inhibitora, ali to je praksa u zapadnim zemljama dok se na Istoku uvijek termički obrađuju (Burssens i sur.,2011.). Na Zapadu se u trgovinama često kupce zavarava prodajom klica mungo graha (*Vigna radiata*) kao klica soje. Razlog tome je što je mungo grah lakše naklijati, jeftinije i lakše nabaviti. Takve klice ne sadrže toliko izoflavona i proteina kao sojine klice, odnosno nutritivno su siromašnije (Burssens i sur., 2011.).

Kada se soja bere u fazi mahuna, prije postizanja zrelosti zrna taj proizvod naziva se edamam. U Kini i Japanu dio je tradicionalne kuhinje. Prodaje se većinom u smrznutom obliku, a konzumira u povrtnim mješavinama i kao salata. Izbor sorata soje ukoliko se planira berba u fazi zelenih mahuna trebao bi se okrenuti sortama većeg zrna i višeg sadržaja šećera koje su okusom prihvatljivije (Malidža i sur., 2016.).

Sojino brašno nastaje finim mljevenjem prženog (tostitanog) sojinog zrna. Dolazi u varijantama bez masnoće ili s određenom do punom količinom ulja. Sojino brašno koristi se u pekarskoj industriji. Dodavanje sojina brašna u pšenično smanjuje udio ugljikohidrata i povećava sadržaj proteina s 8 – 9 % koliko sadrži pšenični kruh do čak 16 %, ovisno o količini dodanog sojinog brašna (Nikolić i Lazić, 2011. prema Ribotta i sur., 2010.). Dodavanje sojinog brašna u pšenično može biti posebno zanimljivo u zemljama gdje se pšenica ne uzgaja na velikim površinama, ali i u zapadnim zemljama gdje je velika konzumacija pekarskih proizvoda po glavi stanovnika kako bi se postigle određene zdravstvene prednosti koje proizlaze iz konzumacije soje i njenih prerađevina. U svom radu u kojem istražuju sastav, proizvodne osobine i lipidni profil kruha napravljenog kombiniranjem sojinog i pšeničnog brašna u različitim omjerima, Nikolić i Lazić (2011.) ističu kako bi količina sojinog brašna trebala iznositi 20 – 30 % ukupne količine kako bi se sadržaj proteina značajno povećao. Od 10 do 20 % sojinog brašna ne utječe negativno na proizvodna svojstva kruha.

Pozitivne strane konzumacije sojina ulja navedene su u prethodnom poglavlju. Ulje soje može biti sastojak u kulinarstvu ili u industriji za proizvodnju biogoriva. Ekstrakcija ulja iz zrna provodi se mehaničkim putem odnosno tiješnjenjem zrna ili organskim otapalima. Nakon ekstrakcije ulje se rafinira kako bi se uklonile neželjene komponente. Ulje se upotrebljava za pečenje i prženje, u proizvodnji majoneza, margarina i sličnih proizvoda, a dodaje se u malim količinama i u razne druge vrste hrane poput slatkiša.

Kada se iz usitnjenog sojinog zrna ekstrahira ulje, ostaje sojina pogača ili sačma koje se razlikuju u količini ulja koje je preostalo. U sačmi ga gotovo ni nema, a u pogačama se kreće oko 5 %. One se dalje koriste u hranidbi životinja, ali prvo moraju proći toplinski tretman za deaktivaciju inhibitora probavnih enzima. Izlaganje visokim temperaturama smanjuje količinu antinutrijenata, ali smanjuje i iskoristivost proteina.

Samo zrno soje može se koristiti kao prilog ili kao grickalica. Namočeno ili kuhano sojino zrno, samo ili u različitim nadjevima poput crvene paprike, wasabia i sl. peče se ili prži kako bi se dobila hrskava i ukusna grickalica osobito popularna na zapadu.

Kuhanjem, usitnjavanjem i procjeđivanjem sojina zrna dobiva se sojin napitak, često nazivan „sojino mlijeko“ koji se može konzumirati kao takav ili koristiti za proizvodnju drugih proizvoda od soje. Zapravo je to vodeni ekstrakt sojina proteina. Ukoliko je namijenjen konzumaciji u obliku napitka naknadno prolazi proces homogenizacije i sterilizacije, a često ga se obogaćuje kalcijem i aromama poput vanilije i čokolade kako bi bio prihvatljiviji konzumentima. Često služi kao zamjena za mlijeko populaciji koja iz vlastitih uvjerenja ili zdravstvenih razloga ne konzumira mlijeko životinjskog porijekla. Po sastavu je slično kravljem mlijeku jer sadrži sličnu količinu proteina i masti, ali ne sadrži laktozu ni kolesterol. Zbog toga se smatra zdravom zamjenom za ljude koji su netolerantni na laktozu. Okusom ipak jako odmiče od mlijeka i ima tipičan okus i miris na mahunarke. Zanimanje za sojin napitak traje već dugi niz godina, tako je kod nas Tratnik još 1981. godine ispitivala organoleptička svojstva sojinog napitka dobivenog različitim metodama pripreme i s različitim omjerima vode i soje.

Okara je nusproizvod odnosno ostatak od proizvodnje sojinog napitka. To je zapravo usitnjeno kuhano zrno soje koje se procijedi kako bi se iz njega izdvojio sojin napitak. Okara sadrži oko 80 % vode, 3.2 % proteina i 1.7 % masti (He i Chen, 2013.). Okara se koristi u tradicionalnoj kuhinji Kine, Japana i Koreje, ali ipak se najveće količine okare iskoriste kao hrana za životinje.

Kod nas dobro poznat sojin proizvod je tofu. Tofu je nastao u Kini. To je zapravo skuta nastala koagulacijom sojinih proteina djelovanjem mineralnih soli ili kiseline. Sličan je svježem kravljem siru. Kod proizvodnje tofua koagulant se koristi za izdvajanje proteina iz sojina napitka i formiranje želatinozne skute. Skuta onda prolazi različite načine obrade kako bi se dobili različiti proizvodi od tofua koji su danas dostupni u supermarketima diljem svijeta. Skuta može biti podvrgnuta tiješnjenju kako bi se dobio tofu različite čvrstoće i

vlažnosti, a dodaju mu se i različiti okusi. Tradicionalno, u Kini je tofu služio kao izvor proteina budući da je konzumacija mesa u Kini do nedavno bila nedostatna za podmirivanje proteinskih potreba organizma. Također, tofu u kojem se kao koagulant koriste kalcijeve soli predstavlja i bitan izvor tog elementa koji je deficitaran u tradicionalnoj kineskoj prehrani (He i Chen, 2013.).

Sojin tvrdi sir nastaje od tofua, a kao i tipični mliječni sirevi, dolazi u različitim okusima. Ipak, sojin sir nije fermentirani proizvod. Sojin jogurt, s druge strane, nastaje fermentacijom sojinog napitka uz dodatak probiotičkih kultura.

Fermentacijom se kvalitativna svojstva sojinih proizvoda dodatno poboljšavaju. Tradicionalni postupci fermentacije koji se još uvijek primjenjuju u azijskim zemljama gdje je soja dio kulture dugotrajni su i rezultiraju proizvodima promjenjivih svojstava (Dong Hwa, 2011.). Natto je tradicionalno japansko jelo nastalo fermentacijom soje bakterijama *Bacillus subtillis*. Odlikuje ga izrazito jak miris i okus, slično kao vrlo masni sirevi pa je slabije prihvaćen u populaciji konzumenata sojinih proizvoda. Ipak, rastom saznanja o dodatnim zdravstvenim prednostima fermentiranih sojinih proizvoda, raste i popularnost nattoa. Tempeh je još jedan fermentirani proizvod, a dobiva se od oljuštenog zrna soje koje se djelomično skuha te fermentira pomoću plijesni iz roda *Rhizopus.* Micelije plijesni povezuju zrna soje i pa ona poprimaju oblik štruce. Porijeklo mu je u Indoneziji. Fermentirana mješavina riže i soje nastala u Japanu naziva se miso. Fermentacija se vrši u dva navrata; najprije kuhana riža fermentira uz dodatak spora vrste *Aspergillus oryzae*, a zatim slijedi druga fermentacija riže uz dodatak kuhane soje koju provodi mješavina kvasaca, bakterija i plijesni. Rezultat je smjesa kompleksnog okusa koja se često koristi u pripremi miso juha.

Soja sos je najkorišteniji začin u Kini gdje mu tradicija seže još u 2. st. Soja sos nosi različite nazive u različitim azijskim zemljama gdje je njegova konzumacija dio kulture. Nastaje fermentacijom mješavine pšenice i soje od strane mješavine mikroorganizama uključujući *Aspergillus,* mliječno-kisele bakterije i kvasce. Pod utjecajem mikroorganizama i kompleksnih kemijskih i biokemijskih reakcija koje se događaju u procesu proizvodnje nastaje specifičan i kompleksan okus. Okus ovisi i o karakteristikama početnog materijala, korištenim kulturama i samom procesu fermentacije. U zadnje vrijeme promiče se korištenje soja sosa sa smanjenom količinom soli zbog zdravstvenih razloga.

Sve popularniji izolati proteina iz raznih biljnih i životinjskih izvora postali su zadnjih godina dostupni širim masama, ne samo sportašima i osobama koje žele razviti veliku mišićnu masu. Izolat sojina proteina dodaje se u razne proteinske napitke, proteinske grickalice, smrznute deserte, preljeve, pekarske proizvode, pahuljice, juhe, dodatke prehrani. Izolira se iz različitih oblika sojinih prerađevina, a sadrži i više od 90 % proteina uz iznimno malo masti i ugljikohidrata. Od izolata sojinog proteina, samog ili u kombinaciji s drugim biljnim proteinima rade se veganske inačice mesnih proizvoda poput veganskih kobasica.

S povećanjem svijesti o zdravstvenim prednostima određenih spojeva koji se nalaze u zrnu soje na tržištu su se pojavili dodatci prehrani koji sadrže iste u koncentriranoj formi. Najpopularniji su vitamin E, lecitin i izoflavoni (He i Chen, 2013.).

5. Soja u Republici Hrvatskoj

Soja je kultura koja se u Hrvatskoj uzgaja od 30-ih godina prošlog stoljeća (Vratarić, 1986.), ali unatoč povoljnim uvjetima za uzgoj, još uvijek ne zauzima značajne površine. U 2017. godini soja se uzgajala na 85 133 hektara i ostvaren je prinos od 207 765 tona, odnosno prosječno 2.4 t/ha (Statistički ljetopis RH, 2018.). Područja na kojima se uzgaja kukuruz općenito se smatraju povoljnima i za uzgoj soje. Kod nas je glavno područje za proizvodnju soje između 44° i 46°s. g. š. gdje je duljina dana 13.5 – 15.5 sati u vrijeme vegetacije (Kalistović i Kovačević, 2018.). Hrvatska dio potreba za sojom namiruje iz uvoza jer domaća proizvodnja ne može zadovoljiti potrebe tržišta. Brojna se istraživanja provode s ciljem utvrđivanja optimalne tehnike uzgoja soje kod nas kako bi se omogućilo povećanje prinosa ove vrijedne mahunarke. Također, oplemenjivački rad na soji razvijen je na Agronomskom fakultetu u Zagrebu i Poljoprivrednom institutu u Osijeku.

Ekološki uzgoj u porastu je već nekoliko godina. Državni zavod za statistiku ne vodi statistiku ekološki proizvedene soje, ali dostupan je podatak da su se 2018. godine suhe mahunarke i proteinski usjevi za proizvodnju zrna uzgajali na 90 ha (Državni zavod za statistiku, 2019.). Tako male površine ne mogu zadovoljiti domaće potrebe, a potencijala za značajno povećanje uzgoja zasigurno ima. Zbog prevladavajućeg stanja na tržištu soje na razini Europske Unije, plasman proizvoda ne bi predstavljao problem.

U 2013. godini više od 60 % potreba EU-a za biljnim proteinima zadovoljeno je uvozom – u osnovi soje i sojina brašna (Europska komisija, 2015.). Većina tog uvoza odnosi se na soju dobivenu procesom genetske modifikacije. Genetski modificirana soja tolerantna na glifosat najviše je uzgajana genetski modificirana biljka na svijetu i čini 83 % ukupno uzgojene soje na godišnjoj razini u svijetu. GM soja koristi se u pripremi stočne hrane i u ljudskoj prehrani (Nikolić i sur., 2017.). Unatoč općem negativnom stavu Europljana prema genetski modificiranim organizmima, uvoz takvih organizama ili njihovih proizvoda dozvoljen je. Trenutno se 18 evenata soje nalazi na listi odobrenih GM biljaka, a još dva nalaze se u procesu obnove odobrenja. Svaka država članica ima pravo sama odlučiti o uzgoju GMO-a na svom teritoriju, a dozvolu za proizvodnju mogu dobiti samo GMO koji su dobili dozvolu Europske agencije za sigurnost hrane (EFSA). 2015. godine samo jedan event GM kukuruza uzgajao se na području EU u pet članica dok ostalih biljnih vrsta dobivenih genetskom modifikacijom nije bilo u uzgoju (Europska Komisija, 2015.). Hrvatska trenutno zakonom ne zabranjuje uzgoj GMO-a, ali sve županije proglasile su se GMO-free zonama (zonama bez GMO-a) pa se time onemogućava uzgoj u bilo kojem dijelu Hrvatske. Stavljanje na tržište hrane koja sadrži GMO dopušteno je uz uvjet jasnog deklariranja ukoliko proizvod sadrži više od 0.9 % GMO-a. Nikolić i sur. (2017.) istraživali su mogućnost detektiranja GM soje u sojinim proizvodima kako bi utvrdili točnost trenutnog načina testiranja hrane na prisutnost GMO-a. Autori istraživanja navode da je trenutno nemoguće sa sigurnošću utvrditi odgovara li postotak genetski modificiranih organizama u procesuiranom proizvodu stvarnoj količini takvih organizama u sirovom materijalu zbog degradacije DNK uslijed mehaničke i toplinske

obrade namirnica. Označavanje namirnica koje sadrže genetski modificirane organizme obavezno je u EU ukoliko sadržaj prelazi 0.9 %. U drugim zemljama taj sadržaj varira od 3 % u Južnoj Koreji do 5 % u Japanu. Rezultati njihova istraživanja pokazali su smanjenje količine GMO sadržaja u finalnom proizvodu u usporedbi sa sirovim materijalom i naglasili potrebu definiranja novih kriterija obaveznog označavanja hrane koja sadrži GMO.

Kod namirnica životinjskog porijekla koje su hranjene GM proizvodima nije obavezno navođenje te činjenice, a brojni proizvođači svojevoljno proizvode deklariraju kao GMO-free kako bi privukli potrošače koji preferiraju proizvode dobivene bez korištenja genetskih modifikacija u bilo kojem dijelu proizvodnje. Bertheau i Davison (2011.) ističu kako je većina hrane za životinje koja sadrži soju na tržištu EU proizvedena od GM soje. Također napominju kako bi se u godinama koje slijede mogla povećati proizvodnja soje u EU, bilo GM ili ne-GM zbog nekoliko razloga: smanjenja ovisnosti o uvozu, smanjena ugljičnog otiska (mjera količine stakleničkih plinova koja se proizvede po glavi stanovnika, izravno i neizravno), kao mjera borbe protiv kukuruzne zlatice rotacijom usjeva i kao mjera smanjenja utroška dušičnih gnojiva.

S obzirom na velik broj sorata dostupnih na tržištu i brojna istraživanja koja se provode kako bi se pronašla optimalna agrotehnika za uzgoj, Hrvatska bi također mogla naći svoje mjesto u proizvodnji, ako ne u velikoj mjeri za stočnu hranu, tada barem za podmirivanje potreba za sojom u ekološkom uzgoju životinja i ekološki proizvedenom sojom za ljudsku prehranu. Do sada zabilježena veća zastupljenost soje u strukturi domaće poljoprivredne proizvodnje ima utjecaja i na intenzivniji razvoj industrijskih grana kao što su proizvodnja jestivog ulja, proizvodnja vegetarijanskih proizvoda, te proizvodnja stočne hrane. (Jukić i sur., 2006.).

Jukić i sur. (2007.) ispitivali su ekonomski aspekt proizvodnje soje u istočnoj Hrvatskoj i zaključili kako financijski rezultat na tri i više hektara pokazuje rentabilnost proizvodnje. Marketing domaće poljoprivredne proizvodnje, prema autorima, treba biti usmjeren na one sorte soje čija je proizvodnja isplativija na površinama većim od tri hektara. Zaključuju kako istraživanje pokazuje veću agroekonomsku isplativost soje u odnosu na konvencionalne ratarske kulture koje se tradicionalno siju u Hrvatskoj.

Problem u proizvodnji soje zadnjih godina izaziva suša. Kako je već ranije navedeno za uzgoj soje povoljnim se smatraju područja gdje na godišnjoj razini padne 600 do 700 mm oborina, ali bitno je da u razdoblju od lipnja do kolovoza padne oko 150 mm (Kalistović i Kovačević, 2018.). U tablici 5.1 prikazani su podatci za količinu oborina u mjesecima vegetacije soje za dvije lokacije kontinentalne Hrvatske gdje je uzgoj soje moguć i gdje se soja aktivno uzgaja. Na području Osijeka proizvodnja je već razvijena, a Bjelovar s okolicom, kao poljoprivredno aktivan kraj s razvijenom animalnom proizvodnjom pogodan je za plasman soje na tržište i predstavlja potencijalno pogodnu lokaciju za širenje proizvodnje soje u sustavu integrirane i ekološke poljoprivrede.

Tablica 5.1- količina oborina tijekom vegetacije soje na području Osijeka-Čepin i Bjelovara (2014. – 2019.)

Osijek - Čepin (izmjerena količina padalina u mm)						
Godina/mjesec	**Svibanj**	**Lipanj**	**Srpanj**	**Kolovoz**	**Rujan**	Ukupno
2014	160,78	92,69	62,72	54,35	69,08	**439,62**
2015	112,78	16,76	27,17	104,14	39,12	**299,97**
2016	64,02	65,03	111,52	79,75	42,92	**363,24**
2017	61,21	51,55	65,79	18,03	86,37	**282,95**
2018	26,91	128,52	119,12	36,58	21,34	**332,47**
Prosjek	85,14	70,91	77,264	58,57	51,766	**343,65**

Bjelovar (izmjerena količina padalina u mm)						
Godina/mjesec	**Svibanj**	**Lipanj**	**Srpanj**	**Kolovoz**	**Rujan**	Ukupno
2014	170,17	84,83	139,19	126,19	202,95	**723,33**
2015	143,25	39,13	42,41	49,78	107,69	**382,26**
2016	87,63	78,72	58,92	153,66	50,3	**429,23**
2017	80,52	58,93	37,08	22,86	152,15	**351,54**
2018	31,26	109,23	92,96	56,64	58,67	**348,76**
Prosjek	102,566	74,168	74,112	81,826	114,352	**447,024**

Izvor: Autor prema podatcima sa https://en.tutiempo.net/climate/ws-142800.html

Prema višegodišnjim prosjecima oborina u 3 ključna mjeseca, obje lokacije pogodne su za uzgoj soje. Ipak, ako se pogledaju podatci za 2015. godinu, raspored oborina bio je iznimno loš, pogotovo u lipnju i srpnju. Te je godine prosječan urod soje na razini cijele Hrvatske bio niskih 2.2 t/ha (DZSRH, 2017.). Slična je situacija s oborinama u ključnim mjesecima i u 2017. godini, a ostvareni prosječni prinos soje te je godine bio 2.4 t/ha. 2016. godina u pogledu količine oborina bila je povoljnija, a isto se odrazilo i na prinos čiji je prosjek na razini države iznosio 3.1 t/ha (DZSRH, 2018.). Na tržištu postoje sorte koje su deklarirane kao one koje bolje podnose sušne uvjete te je preporuka takve sorte koristiti u predjelima u kojima se duže vrijeme pojavljuju sušna razdoblja u vrijeme vegetacije ukoliko se pokusima utvrdi kako je izneseno uistinu točno. Važnost pronalaska sorata koje su manje osjetljive na uvjete suše tijekom različitih razdoblja vegetacije i daju stabilne prinose u različitim uvjetima okoliša velika je ukoliko se soju želi popularizirati među našim poljoprivrednim proizvođačima. S ciljem evaluacije sorata soje i kukuruza prisutnih na tržištu na otpornost na sušu i stabilnost uroda u godinama s promjenjivom količinom oborina pokrenut je projekt Agro-Drought-Adapt. Testirana su 32 genotipa soje na 19 lokacija diljem Hrvatske dvije uzastopne godine. Preliminarni rezultati pokazali su kako neke sorte ostvaruju izvrsne prinose u povoljnim uvjetima okoliša, međutim prinosi im padaju za preko 50% u sušnim uvjetima (http://ada.agr.hr/wp-content/uploads/2019/04/5.-Pona%C5%A1anje-vode%C4%87ih-sorata-soje-u-pokusima-2017.-i-2018..pdf). Postoje i sorte čiji su prinosi zadovoljavajući i u optimalnim i u nepovoljnim uvjetima okoliša te bi takve sorte trebalo

koristiti. Detaljni rezultati samog istraživanja još uvijek nisu javno dostupni te se još ne može izvesti zaključak o procijenjenom utjecaju vremenskih prilika na kvalitativne sastavnice zrna soje.

Na zajedničkoj sortnoj listi Europske Unije nalaze se u 2019. godini 33 sorte registrirane u Hrvatskoj. Broj sorata dostupnih na hrvatskom tržištu još je veći zbog nekih inozemnih sorata koje su pogodne za uzgoj i kod nas. Brojna se istraživanja koncentriraju na evaluaciju domaćih sorata, a većinom se provode u sklopu oplemenjivačkih programa. Bitna svojstva koja se tiču uroda, a ocjenjuju se u pokusima su broj mahuna po biljci, broj zrna u mahunama, masa zrna po biljci i žetveni indeks. Svojstvo broj mahuna po biljci važno je kvantitativno svojstvo u strukturi uroda jer je zadovoljavajuća oplodnja cvjetova i zametanje mahuna preduvjet visokih uroda zrna soje. Broj zrna po biljci mnogi istraživači smatraju najvažnijom komponentom uroda zrna soje čije vrijednosti ovise o broju mahuna po biljci i broju zrna po mahuni, a varijabilnost nastaje pod utjecajem genotipa i agroekoloških uvjeta tijekom vegetacije. Masa zrna po biljci je komponenta uroda na koju bitan utjecaj imaju uvjeti uzgoja i primijenjena agrotehnika budući da se radi o kvantitativnom svojstvu. Žetveni indeks je kompleksno svojstvo koje se kod soje obično definira kao odnos uroda zrna i mase zrele biljke. Sa stajališta oplemenjivanja važno je da se od ukupne energije koja biljci stoji na raspolaganju što veći dio usmjeri na formiranje agronomskog uroda, odnosno zrna (Sudarić i sur., 2009.).

Vratarić i Sudarić (2008.) sumirale su dostignuća u oplemenjivanju soje na Poljoprivrednom institutu u Osijeku. U radu su iznijeti podatci o oplemenjivačkom radu na soji u Poljoprivrednom institutu Osijek i naglašeno je pritom kako su u svim uzgojnim područjima soje u svijetu razvijeni vlastiti oplemenjivački programi zbog činjenice da su sorte najbolje adaptirane na uvjete u kojima su stvarane. Naglašena je važnost očuvanja i povećavanja genetske raznolikosti za važna agronomska svojstva kako bi se povećao izvor potencijalno korisnih gena u oplemenjivanju na različita svojstva. U PIO selekcijski postupak usmjeren je na visinu i stabilnost uroda zrna soje, a radi se i na poboljšanju kakvoće zrna što je važno s aspekta nutritivne vrijednosti i za preradu u biodizel. U ovom pogledu rad je usmjeren na povećanje količine i stabilnosti proteina i ulja u zrnu te na poboljšanje kakvoće ulja. Tolerantnost na bolesti koje su najčešće u našim uzgojnim uvjetima i na nepogodne uvjete okoliša, prvenstveno sušu, također je jedan od bitnih ciljeva oplemenjivanja. Rezultati oplemenjivačkog rada očituju se u povećanju genetskog potencijala rodnosti domaćeg sortimenta, veća tolerantnost novih priznatih sorata na najzastupljenije bolesti, širenje uzgojnog područja soje u Hrvatskoj razvojem sorata ranije grupe zriobe i visoka otpornost sorata na polijeganje. Posljedice povećanja potencijala rodnosti ipak se još ne primjećuju na prosječnom urodu zrna koje je na značajno nižoj razini od potencijala rodnosti deklariranog od strane oplemenjivača.

Osim rada na sortimentu, bitno je i ocjenjivanje lokacija povoljnih za uzgoj procjenom utjecaja lokaliteta i prevladavajućih uvjeta na urod i kvalitetu zrna soje. Kozumplik i Pejić (2012.) izvode zaključak kako je primarni cilj oplemenjivačkog rada razvoj novih sorata koje,

da bi bile prihvaćene u proizvodnji, moraju imati veće urode zrna, visoku stabilnost uroda i bolju prilagodljivost na različite okolinske uvjete. Istraživanje Jukića i sur. (2010.) imalo je za cilj utvrditi međusoban utjecaj uvjeta okoline i sortimenta soje na prinos zrna. U pokusu su korištene standardne sorte po skupinama zriobe - Danica (000), Marija (00), Dubravka (0) i Drina (I). Pokusi su provođeni na tri standardne lokacije - Osijek, Kutjevo i Nova Gradiška u razdoblju od 2004. do 2007. Autori ističu nizak prosječni prinos soje u Hrvatskoj koji je 2007. godine iznosio 2.77 t/ha, a kao razlog tome navode nepoznavanje tehnologije uzgoja te promjene vremenskih prilika što je povezano s odabirom sorte i grupe dozrijevanja. Izabrane sorte testirali su kako bi utvrdili koje su sorte optimalne na kojoj lokaciji kako bi njihov uzgoj doveo do boljeg iskorištenja genetskog potencijala rodnosti u komercijalnom uzgoju. Rezultati istraživanja pokazali su značajan utjecaj interakcije sorte, godine i lokacije na prinos zrna. Zaključili su kako nepovoljni uvjeti uzgojne sredine predstavljaju ograničavajući čimbenik u proizvodnji i kako pravilan izbor sorte i skupine zriobe koji odgovara izabranoj lokaciji uzgoja mogu utjecati pozitivno na povećanje prinosa. Također, istaknuli su lokaciju Nova Gradiška kao lokaciju s najboljim klimatskim prilikama, a Osijek kao najlošiju zbog nepovoljnog rasporeda oborina u vegetaciji. Sorte koje su korištene u ovom pokusu danas više nisu značajnije zastupljene u uzgoju.

Osim samog zrna za konzumaciju, ostatci soje predstavljaju još jedan izvor prihoda ukoliko se koriste kao energetski izvor. Kiš i sur. (2013.) u istraživanju provedenom u Osijeku 2007. godine na pet sorata soje koje su se u Hrvatskoj tada sijale na većim površinama (Tisa, Podravka, Neoplanta, Ika i Vita) utvrdili su energetsku i fertilizacijsku vrijednost žetvenih ostataka, a u sklopu istraživanja mjerili su i prosječan prinos. Rezultati su pokazali najniži prinos sorte Tisa, a najveći sorte Ika. Energetska vrijednost dobivena upotrebom 80 % slame imala je suprotne rezultate te je najveću vrijednost imala slama Tise, a najmanju Ike. Uporabom 80 % slame soje prosječno se po ha može proizvesti 42,02 GJ energije što su velike količine energije koja se, prema autorima, može iskoristiti za sušenje soje na skladišnu vlagu te zadovoljiti ostale potrebe za energijom. Gledajući fertilizacijsku vrijednost utvrđena vrijednost u rangu je svježega goveđega ili konjskoga stajskoga gnoja, a u usporedbi s kompostiranim stajskim gnojem iznosi 40 %. Pozitivna su svojstva žetvenih ostataka soje sadržaj mikrohraniva i dušika, kalija i fosfora, a potencijalno nepovoljno svojstvo je visok C/N odnos.

Uzimajući u obzir sve navedeno, vidljivo je kako je znanstveni rad na soji razvijen u našoj zemlji, ali sama proizvodnja ne u tolikoj mjeri. Nužna je bolja edukacija proizvođača o tehnologiji proizvodnje i mogućnostima koje domaća proizvodnja soje ima. Kod nas još uvijek nema sorata koje se posebno deklariraju kao pogodne za preradu za ljudsku hranu ili sorata certificiranih za ekološku proizvodnju. Štoviše, na sortnoj listi za ekološku poljoprivredu 2019. nije bilo nijedne sorte soje čime je sjeme proizvedeno u uvjetima ekološke poljoprivrede, što znači da su naši ekološki proizvođači sjeme morali kupovati iz drugih zemalja Europske unije ili koristiti sjeme iz konvencionalne proizvodnje. Sjemenska proizvodnja soje za ekološku poljoprivredu teško može postići ekonomsku isplativost zbog

činjenice da se soja kao samooplodna kultura s vrlo niskim postotkom stranooplodnje vrlo lako održava od strane proizvođača i oni nisu ovisni o kupovini sjemena svake godine. Cilj ekološke poljoprivrede je postizanje zaokruženog ciklusa na gospodarstvu gdje se unos materijala izvan gospodarstva svodi na nulu.

S druge strane, razvoj sorata pogodnih za proizvodnju s ciljem prerade u hranu za ljude može biti isplativ ukoliko se uspije postići zadovoljavajuća razina kvalitete zrna, smanjena količina antinutrijenata i visoki prinosi. U susjednoj Srbiji na tržištu postoje sorte s vrlo visokim sadržajem proteina (44 – 47 %) i neobojenog hiluma za koje se navodi kako su posebno pogodne za uzgoj za ljudsku hranu (Malidža i sur., 2016.). Suradnja na ovom polju mogla bi rezultirati pozitivnim rezultatima proizvodnje kod nas.

ZAKLJUČAK

Soja kao stočna hrana danas predstavlja iznimno važan izvor proteina koji omogućuje intenziviranje animalne proizvodnje s ciljem bržeg plasmana gotovog proizvoda na tržište uz manja financijska ulaganja. Najveći dio sojinog zrna se prerađuje u ulje i sojinu sačmu koje je glavno proteinsko krmivo u intenzivnoj hranidbi monogastričnih životinja.Također, ulje soje raširilo se u industriji prerade i pripreme hrane za ljude, a eksperimentira se i s njegovim iskorištavanjem u svrhu proizvodnje takozvane „zelene energije“ odnosno biogoriva. Ipak, uz izuzetak azijskih zemalja u kojima je ona dio tradicionalne kuhinje, soja još nije pronašla svoje mjesto u prehrani većeg dijela svjetskog stanovništva.

Kao mahunarka iznimno bogata visokovrijednim proteinima i drugim spojevima čije se zdravstvene koristi naveliko istražuju, soja bi trebala zauzimati puno važnije mjesto u prehrambenim navikama ljudi i u prostorima gdje do sada nije bila dio tradicije. Veliki broj raznolikih sojinih proizvoda predstavlja mogućnost izbora po ukusu potrošača, bilo da traže blaže i neutralnije nefermentirane prerađevine ili fermentirane proizvode intenzivnih aroma i dodatne zdravstvene vrijednosti.

Soja se u Republici Hrvatskoj ne nalazi na popisu najzastupljenijih kultura u uzgoju iako za to postoje dobri uvjeti. Ulaskom u Europsku Uniju našim se proizvođačima otvorilo puno šire tržište na koje mogu plasirati svoj proizvod, bilo u obliku zrna i prerađevina za hranidbu životinja ili u obliku proizvoda za ljudsku prehranu. Ekološki proizvedeni poljoprivredni proizvodi sve su traženiji na tržištu, a kod nas postoji dobar potencijal za njihovu proizvodnju.

Problemi na koje nailaze proizvođači soje nastoje se riješiti oplemenjivanjem i pronalaskom sorata koje su stabilnije u prinosu i u godinama kada vremenski uvjeti nisu optimalni. Uz to, nastoji se povećati potencijal prinosa koji bi, uz optimalnu agrotehniku, mogao osigurati visoke prihode od proizvodnje.

Prema dostupnim podatcima, zaključak je da trenutno u Hrvatskoj ne postoje sorte soje koje su posebno prilagođene za uzgoj kao hrana za ljude uz dodatan naglasak na ekološkoj proizvodnji. Kako bi se omogućila uspješna proizvodnja soje u ovom pogledu, potrebno je razviti sorte koje posjeduju dobru sposobnost adaptacije na različite uzgojne uvjete, pokazuju toleranciju na najznačajnije bolesti koje se pojavljuju u uzgoju na našem području, imaju dobar potencijal razvoja simbiotskog odnosa s bakterijama roda *B. japonicum* i dobro razvijen korijenov sustav koji omogućuje bolje iskorištavanje hraniva iz tla što je značajno u ekološkoj proizvodnji. Sjetva takvih sorata u multilinijama smanjila bi opasnost od smanjenja prinosa u nepovoljnim godinama koji bi doveo do financijske neisplativosti proizvodnje. Proziran hilum nužan je za mogućnost prerade zrna u sojine proizvode, visok sadržaj proteina osigurat će visoku hranidbenu vrijednost, a povoljniji

sadržaj masnih kiselina, prvenstveno smanjenje količine linolne kiseline pridonijet će stabilnosti ulja soje. Smanjenje količine tripsin inhibitora, stahioze i rafinoze bitno je za skraćenje vremena i smanjenje temperature potrebne za termičku obradu zrna i povećanje probavljivosti soje. Navedeno bi moglo značajno utjecati na prihvatljivost soje kod potrošača. Edukacija naših poljoprivrednih proizvođača nužna je kako bi ih se upoznalo s optimalnom tehnologijom uzgoja i ukazalo se na mogućnosti proizvodnje soje kao hrane u obliku zelenih mahuna ili pak sojinih klica koje su sve više zastupljene u prehrani, ali to ipak zahtijeva specijaliziranu opremu i dodatnu edukaciju o samoj tehnologiji uzgoja klica. Promocija soje i sojinih proizvoda mora se provoditi usporedno s aktivnostima s ciljem povećanja proizvodnje kako bi se našim poljoprivrednicima i prerađivačima omogućilo da kvalitetnu sirovinu i prerađevine mogu plasirati na domaćem tržištu, a višak udruženo plasiraju na inozemno tržište.

POPIS LITERATURE

1. Barić, K., Ostojić, Z. (2000). Mogućnosti suzbijanja korova u soji. Agronomski glasnik, 62 (1-2), 71-84. https://hrcak.srce.hr/116015 (pristupljeno: 21.08.2019.)

2. Bertheau, Y., Davison, J. (2011). Soybean in the european union, status and perspective, Recent Trends for Enhancing the Diversity and Quality of Soybean Products, Prof. Dora Krezhova (Ed.), ISBN: 978-953-307-533-4, InTech, http://www.intechopen.com/books/recent-trends-for-enhancing-thediversity-and-quality-of-soybean-products/soybean-in-the-european-union-status-and-perspective (pristupljeno: 15.05.2018.)

3. Blažinkov, M., Sikora, S., Sudarić, A., Mesić, M., Rajnović, I., Redžepović, S. (2015). Improvement of Rhizobial Inoculants: A Key Process in Sustainable Soybean Production. Agriculturae Conspectus Scientificus, 80 (1), 25-29. https://hrcak.srce.hr/151056 (pristupljeno: 21.08.2019.)

4. Božanić, R. (2006). Proizvodnja, svojstva i fermentacija sojinog mlijeka. Mljekarstvo, 56 (3), 233-254. https://hrcak.srce.hr/7219 (pristupljeno: 10.08.2019.)

5. Burssens, S., Pertry, I., Ngudi, D. D., Kuo, Y-H., Van Montagu, M., Lambein, F. (2011). Soya, human nutrition and health, Soybean and Nutrition, Prof. Hany El-Shemy (Ed.), ISBN: 978-953- 307-536-5, InTech, http://www.intechopen.com/books/soybean-and-nutrition/soya-humannutrition-and-health (pristupljeno: 15.05.2018.)

6. Dong Hwa, S. (2011). Utilization of soybean as food stuffs in korea, Soybean and Nutrition, Prof. Hany El-Shemy (Ed.), ISBN: 978-953-307-536-5, InTech, http://www.intechopen.com/books/soybeanand-nutrition/utilization-of-soybean-as-food-stuffs-in-korea (pristupljeno: 15.05.2018.)

7. Dozier, W. A., Hess J. B. (2011). Soybean meal quality and analytical techniques, Soybean and Nutrition, Hany El-Shemy, IntechOpen, DOI: 10.5772/24161. https://www.intechopen.com/books/soybean-and-nutrition/soybean-meal-quality-and-analytical-techniques (pristupljeno: 15.05.2018.)

8. Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske (2018). Statistički ljetopis Republike Hrvatske 2018. https://www.dzs.hr/Hrv_Eng/ljetopis/2018/sljh2018.pdf (pristupljeno: 25.08.2019.)

9. Europska Komisija (2015). Komunikacija Komisije Europskom Parlamentu, Vijeću, Europskom gospodarskom i socijalnom Odboru i Odboru Regija- Preispitivanje postupka odlučivanja o genetski modificiranim organizmima (GMOovima). https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/AUTO/?uri=celex:52015DC0176 (pristupljeno: 27.08.2019.)

10. FAO Commodities and Trade Division, Basic Foodstuffs Service (2004). The role of soybean in fighting world hunger. http://www.fao.org/3/a-bs958e.pdf (pristupljeno: 17.05.2018.)

11. Galić Subašić, D., Jurišić, M., Sudarić, A., Josipović, M., Rapčan, I. (2017). Visina biljaka i urod zrna soje u zavisnosti o godini, navodnjavanju i sorti. Poljoprivreda, 23 (2), 19-24. https://doi.org/10.18047/poljo.23.2.3 (pristupljeno: 17.05.2018.)

12. Gašparević-Ivanek, V. (2003). Fitoestrogeni. Medix, 9 (50), 90-94. https://hrcak.srce.hr/20061 (pristupljeno: 20.08.2019.)

13. Goldsmith, Peter D. (2008). Economics of soybean production, marketing, and utilization. Soybeans- Chemistry, Production, Processing, and Utilization. Pages 117-150. https://doi.org/10.1016/B978-1-893997-64-6.50008-1 (pristupljeno: 20.08.2019.)

14. Grbeša, D. (2004). Metode procjene i tablice kemijskog sastava i hranjive vrijednosti krepkih krmiva. Hrvatsko agronomsko društvo, Zagreb

15. Grbeša D. Krepka krmiva (2019). Zagreb – interna skripta

16. Hartman, G. L., West, E. D., Herman, T. K. (2011). Crops that feed the world 2. Soybean—worldwide production, use, and constraints caused by pathogens and pests. Food Sec. (2011) 3:5–17 DOI 10.1007/s12571-010-0108-x https://sci-hub.tw/10.1007/s12571-010-0108-x (pristupljeno: 20.08.2019.)

17. Hartman, G.L., Pawlowski, M. L., Herman, T. K., Eastburn, D. (2016). Organically grown soybean production in the usa: constraints and management of pathogens and insect pests. Agronomy 2016, 6, 16; doi:10.3390/agronomy6010016 https://www.researchgate.net/publication/295833629_Organically_Grown_Soybean_Production_in_the_USA_Constraints_and_Management_of_Pathogens_and_Insect_Pests/fulltext/56f32bae08ae81582bebaa84/Organically-Grown-Soybean-Production-in-the-USA-Constraints-and-Management-of-Pathogens-and-Insect-Pests.pdf (pristupljeno 20.08.2019.)

18. He, F-J., Chen, J-Q (2013). Consumption of soybean, soy foods, soy isoflavones and breast cancer incidence: differences between chinese women and women in western countries and possible mechanisms. Food Science and Human Wellness 2 (2013) 146–161. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2213453013000438/pdfft?md5=83e21ec54e468481e50adb795b24826f&pid=1-s2.0-S2213453013000438-main.pdf (pristupljeno: 10.08.2019.)

19. Food and Agriculture Organization of the United Nations, World Health Organization & United Nations University. (2007). Protein and amino acid requirements in human nutrition : report of a joint FAO/WHO/UNU expert consultation. World Health Organization. https://apps.who.int/iris/handle/10665/43411 (pristupljeno: 10.08.2019.)

20. Jukić, G., Guberac, V., i Marić, S. (2006). Utjecaj lokaliteta i godine uzgoja na sadržaj ulja i bjelančevina u sjemenu soje, Sjemenarstvo, 23 (5 - 6), 429-435. https://hrcak.srce.hr/17011 (pristupljeno: 17.05.2018.)

21. Jukić, G., Guberac, V., Marić, S., Dunković, D. (2007). Ekonomski aspekti proizvodnje soje u istočnoj Hrvatskoj. Poljoprivreda, 13 (2), 23-28. https://hrcak.srce.hr/19115 (pristupljeno: 17.05.2018.)

22. Jukić, G., Čupić, T., Marić, S., Jukić, R., Teodorović, R. (2010). Utjecaj agroekoloških uvjeta na prinos zrna soje. Sjemenarstvo, 27 (3-4), 103-112. https://hrcak.srce.hr/69987 (pristupljeno: 17.05.2018.)

23. Kalistović, M., Kovačević, R. (2018). Agrotehnika proizvodnje soje. Hrvatska poljoprivredno-šumarska savjetodavna služba. https://www.savjetodavna.hr/wp-content/uploads/publikacije/AgrotehnikaSojeWeb102018.pdf (pristupljeno: 17.08.2019.)

24. Kiš, D., Sučić, B., Šumanovac, L., Antunović, M. (2013). Energetska i fertilizacijska vrijednost žetvenih ostataka soje. Poljoprivreda, 19 (1), 48-52. https://hrcak.srce.hr/104280 (pristupljeno: 17.05.2018.)

25. Košutić, S., Filipović, D., Gospodarić, Z., Husnjak, S., Zimmer, R., Kovačev, I. (2006). Usporedba različitih sustava obrade tla u proizvodnji soje i ozime pšenice u slavoniji. Agronomski glasnik, 68 (5), 381-392. https://hrcak.srce.hr/26551 (pristupljeno: 17.05.2018.)

26. Kozumplik, V., Pejić, I. (2012). Oplemenjivanje poljoprivrednog bilja u Hrvatskoj. Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet. Tiskara Zelina d.d.

27. Lešić, R., Borošić, J., Butorac, I., Herak Ćustić, M., Poljak, M., Romić, D. (2016). Povrćarstvo. Zrinski d.d. Čakovec

28. Malidža, G., Miladinović, J., Milovac, Ž., Balešević-Tubić, S., Đorđević, V. (2016). Priručnik za gajenje organske soje: podrška organskoj proizvodnji soje iz Evrope- Novi Sad: Donau soja, Zemunplast press, Zemun

29. Matoša Kočar, M., Sudarić, A., Vila, S., Petrović, S., Rebekić, A., Josipović, A., Markulj Kulundžić, A. (2017). Varijabilnost fenotipske ekspresije svojstava kvalitete zrna elitnih linija soje. Poljoprivreda, 23 (1), 40-48. https://hrcak.srce.hr/182894 (pristupljeno: 17.05.2018.)

30. Miladinović, J.; Hrustić, M.; Vidić, M. (2011). Soybean. Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad „Sojaprotein“, Bečej, AMB Grafika, Novi Sad, Serbia

31. Neeson, R. (2008). Going organic—organic rice & soybean production—a guide to convert to organic production. Rural Industries Research and Development Corporation, ISBN: 1-74151-525-4. Publication no. 07/128 https://www.agrifutures.com.au/wp-content/uploads/publications/07-128.pdf (pristupljeno 17.05.2018.)

32. Nikolić, N., Lazić, M. (2011). The main components content, rheology properties and lipid profile of wheat-soybean flour. Flour, Recent Trends for Enhancing the Diversity and Quality of Soybean Products, Prof. Dora Krezhova (Ed.), ISBN: 978-953-307-533-4, InTech,: http://www.intechopen.com/books/recent-trends-for-enhancing-the-diversity-and-quality-of-soybeanproducts/the-main-components-content-rheology-properties-and-lipid-profile-of-wheat-soybean-flour (pristupljeno: 15.05.2018.)

33. Nikolić, N., Petrović, G., Panković, D., Ignjatov, M., Marinković, D., Stojanović, M., Đorđević, V. (2017). Threshold level and traceability of roundup ready® soybeans in tofu production. Food Technol. Biotechnol. 55 (4) 439-444. https://hrcak.srce.hr/file/283702 (pristupljeno: 15.05.2018.)

34. Poljoprivredni institut Osijek (2017). OS sorte soje, hibridi suncokreta; katalog 2017. https://cdn.poljinos.hr/upload/documents/PIOOIB2017WEB(1).pdf (pristupljeno: 25.08.2019.)

35. Pospišil, A., Varga, B., Grgić, Z., Svečnjak, Z. (2002). Utjecaj razine agrotehnike na prinos i ekonomičnost proizvodnje soje. Agriculturae Conspectus Scientificus, 67 (3), 149-159. https://hrcak.srce.hr/12396 (pristupljeno: 17.05.2018.)

36. Rapčan, I. (2014). Bilinogojstvo -sistematika, morfologija i agroekologija važnijih ratarskih kultura. Poljoprivredni fakultet u Osijeku. http://www.pfos.hr/upload/documents/Priru%C4%8Dnik%20BILINOGOJSTVO-%20web.doc (pristupljeno: 21.08.2019.)

37. Redondo-Cuenca, A., Villanueva-Suarez, M. J., Rodriguez-Sevilla, M. D., Mateos-Aparicio, I. (2006). Comercial composition and dietary fibre of yellow and green commercial soybeans (Glycine max) Food Chemistry 101, 1216-1222. https://sci-hub.tw/10.1016/j.foodchem.2006.03.025 (pristupljeno: 13.09.2019.)

38. Salgado, J. M., Donado-Pestana, C. M. (2011). Soy as a functional food, Soybean and Nutrition, Prof. Hany El-Shemy (Ed.), ISBN: 978-953-307-536-5, InTech, http://www.intechopen.com/books/soybean-and-nutrition/soy-as-a-functional-food (pristupljeno: 15.05.2018.)

39. Sudarić, A., Vratarić, M. (2008). Značenje, dostignuća i trendovi u oplemenjivanju soje u Poljoprivrednom institutu Osijek. Sjemenarstvo, 25 (3-4), 207-216. https://hrcak.srce.hr/34185 (pristupljeno: 17.05.2018.)

40. Sudarić, A., Vratarić, M., Volenik, M., Matoša, M., Duvnjak, V. (2009). Heterozis i heterobeltiozis za komponente uroda zrna soje. Poljoprivreda, 15 (2), 26-31. https://hrcak.srce.hr/44892 (pristupljeno: 17.05.2018.)

41. Šarkanj, B., Kipčić, D., Vasić-Rački, Đ., Delaš, F., Galić, K., Katalenić, M., Dimitrov, N., Klapec, T. (2010). Kemijske i fizikalne opasnosti u hrani. Hrvatska agencija za hranu.

https://www.hah.hr/pdf/Knjiga_kemijske_i_fizikalne_opasnosti.pdf (pristupljeno: 23.09.2019.)

42. Šimić, B., Vratarić, M., Sudarić, A., Krizmanić, M., Andrić, L. (2005). Effect of storage longevity under different storage conditions on seed vigor and oil content in maize, soybean and sunflower. Poljoprivreda, 11 (2), 12-17. https://hrcak.srce.hr/11939 (pristupljeno: 17.05.2018.)

43. Špoljar, A., Kisić, I., Kvaternjak, I., Kamenjak, D., Gunjača, J., Orehovački, V. (2011). Utjecaj obrade na konzervaciju vlage u tlu te na prinose i sadržaj ukupnih masti i bjelančevina u zrnu soje. Agronomski glasnik, 73 (1-2), 93-105. https://hrcak.srce.hr/73939 (pristupljeno: 20.09.2019.)

44. Tratnik, Lj. (1981). Sojino mlijeko. Mljekarstvo, 31 (12), 360-365. https://hrcak.srce.hr/115677 (pristupljeno: 10.08.2019.)

45. Vratarić, M.(1986). Proizvodnja soje. NIRO „Zadrugar“ Sarajevo

46. Vratarić, M., Sudarić, A., Duvnjak, T., Jurković, D., Culek, M. (2002). Djelotvornost primjenjenih fungicida na sjemenu i folijarno u suzbijanju glavnih bolesti soje. Sjemenarstvo, 19 (1-2), 33-48. https://hrcak.srce.hr/169773 (pristupljeno: 22.08.2019.)

47. Vratarić, M., Sudarić, A. (2009 a). Abiotski činitelji u proizvodnji soje, Glasnik Zaštite Bilja, 32(5), str. 67-76. *https://hrcak.srce.hr/163431* (pristupljeno: 17.05.2018.)

48. Vratarić, M., Sudarić, A. (2009 b). Važnije bolesti i štetnici na soji u Republici Hrvatskoj. Glasnik Zaštite Bilja, 32 (6), 6-23. https://hrcak.srce.hr/163400 (pristupljeno: 17.05.2018.)

49. Vukadinović, V. (2018). Gnojidba soje. http://tlo-i-biljka.eu/Gnojidba/Gnojidba_soje.pdf (pristupljeno: 22.08.2019.)

INTERNETSKI IZVORI

1. Bc institut Zagreb (2017). Nove sorte soje Bc instituta. https://bc-institut.hr/wp-content/uploads/2017/10/Soja-rezultati.pdf (pristupljeno: 13.09.2019.)

2. Državni zavod za statistiku (2017). Biljna proizvodnja u 2016. https://www.dzs.hr/Hrv_Eng/publication/2017/01-01-14_01_2017.htm (pristupljeno: 17.09.2019.)

3. Državni zavod za statistiku (2018). Biljna proizvodnja u 2017. https://www.dzs.hr/Hrv_Eng/publication/2018/01-01-14_01_2018.htm (pristupljeno: 17.09.2019.)

4. Državni zavod za statistiku (2019). Ekološka proizvodnja u 2018. https://www.dzs.hr/Hrv_Eng/publication/2019/01-01-19_01_2019.htm (pristupljeno: 22.08.2019.)

5. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (2017). Statistika proizvodnje soje i konzumacija po glavi stanovnika http://www.fao.org/faostat/en/#compare (pristupljeno: 22.08.2019.)

6. Hrgović, S. (2016). Soja i agrotehnika. https://www.agrobiz.hr/agrosavjeti/soja-i-agrotehnika-939 (pristupljeno: 22.08.2019.)

7. Ministarstvo poljoprivrede (2019). Popis registriranih sredstava za zaštitu bilja. https://fis.mps.hr/trazilicaszb/ (pristupljeno: 22.08.2019.)

8. Podatci o količini oborina u Osijeku, Čepinu i Novoj Gradišci https://en.tutiempo.net/climate/ws-142800.html (pristupljeno: 23.08.2019.)

9. Ponašanje vodećih sorata soje u mreži poljskih pokusa 2017. i 2018. http://ada.agr.hr/wp-content/uploads/2019/04/5.-Pona%C5%A1anje-vode%C4%87ih-sorata-soje-u-pokusima-2017.-i-2018..pdf (pristupljeno: 13.09.2019.)

ŽIVOTOPIS

Rođena sam 08.08.1994. u Zagrebu gdje i živim. Školovanje sam započela u Osnovnoj školi Gustav Krklec u Travnom, nakon čega sam upisala Prvu gimnaziju Zagreb 2009. godine.

2013. upisala sam Preddiplomski studij Ekološka poljoprivreda na Agronomskom fakultetu u Zagrebu koji sam završila u rujnu 2016. obranivši Završni rad s temom „Oplemenjivanje bilja za ekološku poljoprivredu“ pod mentorstvom prof. dr. sc. Snježane Bolarić.

2016. upisala sam Diplomski studij Hortikultura- Povrćarstvo. Tijekom studija boravila sam na studentskoj razmjeni u sklopu programa CEEPUS u Beču na Sveučilištu za prirodne resurse i primijenjene bioznanosti (BOKU).

Koristim se aktivno engleskim jezikom na stupnju znanja B2 te njemačkim i španjolskim na stupnju A2.

Vodim aktivan život uz veliki interes prema borilačkim sportovima i biciklizmu.