

Alelopatsko djelovanje pokrovnih biljaka na klijanje soje

Sisan, Petra

Master's thesis / Diplomski rad

2020

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://um.nsk.hr/um:nbn:hr:204:941163>

Rights / Prava: [In copyright](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2021-10-20**



Repository / Repozitorij:

[Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb](#)





Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture



ALELOPATSKO DJELOVANJE POKROVNIH BILJAKA NA KLIJANJE SOJE

DIPLOMSKI RAD

univ. bacc. ing. agr. Petra Sisan

Zagreb, srpanj, 2020.



Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture



Diplomski studij:

Fitomedicina

ALELOPATSKO DJELOVANJE POKROVNIH BILJAKA NA KLIJANJE SOJE

DIPLOMSKI RAD

univ. bacc. ing. agr. Petra Sisan

Mentor:

izv. prof. dr. sc. Klara Barić

Zagreb, srpanj, 2020.



Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture



IZJAVA STUDENTA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, **Petra Sisan**, JMBAG 0248030750, rođena 28.06.1992. u Zagrebu, izjavljujem da sam samostalno izradila diplomski rad pod naslovom:

ALELOPATSKO DJELOVANJE POKROVNIH BILJAKA NA KLIJANJE SOJE

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/upoznat s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (Čl. 19).

U Zagrebu, dana _____

Potpis studentice



Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture



IZVJEŠĆE O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studentice **Petra Sisan**, JMBAG 0248030750, naslova

ALELOPATSKO DJELOVANJE POKROVNIH BILJAKA NA KLIJANJE SOJE

obranjen je i ocijenjen ocjenom _____, dana _____.

Povjerenstvo:

potpisi:

1. izv. prof. dr. sc. Klara Barić mentor
2. prof. dr. sc. Ana Pospišil član
3. izv. prof. dr. sc. Maja Šćepanović član
4. Neposredni voditelj: dr. sc. Ana Pintar

Sadržaj

1. UVOD	1
1.1. Cilj istraživanja	2
2. PREGLED LITERATURE	3
3. MATERIJALI I METODE	9
3.1. Priprema vodenih ekstrakata	9
3.2. Provedba pokusa	10
3.3. Statistička obrada podataka	10
4. REZULTATI I RASPRAVA	11
4.1. Utjecaj vodenog ekstrakta pokrovnih biljaka na klijanje sjemena soje	11
4.2. Utjecaj vodenog ekstrakta pokrovnih biljaka na masu klica soje	12
6. LITERATURA	15
ŽIVOTOPIS	19

Sažetak

Diplomskog rada studentice **Petre Sisan**, naslova

ALELOPATSKO DJELOVANJE POKROVNIH BILJAKA NA KLIJANJE SOJE

Cilj provedenog istraživanja bio je utvrditi alelopatsko djelovanje pokrovnih biljaka na klijavost sjemena soje. Istraživanje je provedeno u laboratorijskim uvjetima, a istraživano je alelopatsko djelovanje vodenih ekstrakata smjese suhe stabljike, listova i mladica pokrovnih biljaka lanolika [*Camelina sativa* (L.) Cranz.], heljde (*Fagopyrum esculentum* Moench.), munga (*Guizotia abyssinica* Cass.), divlje rotkve (*Raphanus raphanistrum* Metzg.) i poljske gorušice (*Sinapsis arvensis* L.) u različitim koncentracijama: 0; 0,5; 1,0; 2,5; 5,0; 7,5 i 10 %. Nije utvrđen alelopatski utjecaj navedenih biljaka na klijavost sjemena soje. Najveće smanjenje mase klice utvrđeno je kod 10 %-tne koncentracije vodenog ekstrakta. Povećanje koncentracije vodenog ekstrakta rezultiralo je većim inhibitornim djelovanjem, dok pri nižim koncentracijama nije utvrđeno ni inhibitorno niti stimulatивно djelovanje.

Ključne riječi: alelopatija, pokrovne biljke, vodeni ekstrakti, soja

Summary

Of the master's thesis – student **Petra Sisan**, entitled

ALLELOPATHIC ACTIVITY OF COVER CROPS ON SOYBEAN GERMINATION

The aim of the conducted study was to determine the allelopathic activity of cover crops on soybean seeds germination. A test was conducted under laboratory conditions and the allelopathic activity of aqueous extracts of a mixture of dry stems, leaves and shoots of cover plants of false flax [*Camelina sativa* (L.) Cranz.], buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench.), niger seed (*Guizotia abyssinica* Cass.), wild radish (*Raphanus raphanistrum* Metzg.), wild mustard (*Sinapsis arvensis* L.) at different concentrations of 0; 0,5; 1,0; 2,5; 5,0; 7,5 i 10 %. were investigated. The allelopathic effect of these plants on soybean seeds germination was not determined. The largest reduction in germ was determined at 100 % of the concentration of aqueous extract. Increasing the concentration of aqueous extract resulted in a higher inhibitory activity, whereas at lower concentrations neither inhibitory nor stimulatory activity were found.

Keywords: allelopathy, cover crops, aqueous extracts, soybean

1. UVOD

Soja (*Glycine max* (L.) Merr) je biljka iz porodice mahunarki (Fabaceae) čije porijeklo se najčešće veže uz područje sjevernih i središnjih provincija Kine. Kao kulturna biljka koja se na našem uzgojnom prostoru udomaćila, dolazi na treće mjesto iza kukuruza i pšenice (Vratarić, 1986). Značaj i važnost soje ogleda se u kakvoći njezinog sjemena (visok sadržaj ulja i bjelančevina) te je zbog toga jedna od najvažnijih uljnih i bjelančevinastih kultura u svijetu (Pospišil, 2010).

Soja, kao značajna uljna kultura u svijetu često je pod utjecajem različitih čimbenika, posebice korova, koji se sa sojom natječu za vodu, svjetlost i hranjive tvari, što direktno dovodi do smanjenja prinosa i poteškoća prilikom žetve (Sao Miguel i sur., 2018). Veličina štete i smanjenje uroda zrna soje ovisi o vrsti korova, njihovom broju te o agroekološkim uvjetima uzgoja soje (Vratarić i Sudarić, 2000). Na svjetskoj razini korovi smanjuju urod zrna za 15 %, dok se u Hrvatskoj takve štete procjenjuju na oko 6 % (Maceljki, 1995).

Prilikom uzgoja soje najveći dio novčanih sredstava i utroška rada odnosi se na suzbijanje korova i to najčešće primjenom kemijskih mjera suzbijanja (Vratarić i Sudarić, 2008). Uvidjevši negativne posljedice na okoliš i čovjekovo zdravlje, u svijetu se sve veća važnost pridaje tzv. održivoj poljoprivredi, odnosno integriranoj biljnoj proizvodnji, u sastavu koje je integrirana zaštita od korova, a čija je zadaća smanjiti primjenu pesticida primjenom drugih kulturalnih izravnih i neizravnih (nekemijskih) mjera zaštite (Barić i sur., 2014).

U praksi se malo vodi briga o poželjnom korištenju tla tijekom razdoblja između dviju glavnih kultura. Sjetva ozimih i ljetnih pokrovnih biljaka korisna je da bi se smanjilo spiranje i ispiranje hraniva ili pesticida, spriječila erozija te nesmetan rast, razvoj i plodonošenje sezonskih korova (Barić i sur., 2014). Pokrovne biljke, osim svojom biomasom, utjecaj iskazuju i alelopatskim djelovanjem.

Rice (1984) definira alelopatiju kao direktni ili indirektni, pozitivni ili negativni utjecaj jedne biljke na drugu putem kemijskih izlučevina koje se nazivaju alelokemikalije. Alelokemikalije mogu utjecati na promjenu sastava korovne flore, na rast i prinos usjeva te se potencijalno mogu koristiti kao mjera borbe protiv korova (Singh i sur., 2001). Osim navedenog, Einhellig i Leather (1988) navode da bi se alelokemikalije mogle koristiti kao regulatori rasta i prirodni pesticidi u poljoprivrednoj proizvodnji.

Dosadašnjim istraživanjima, primjena pokrovnih biljaka s alelopatskim svojstvima pokazala se kao učinkovita metoda u suzbijanju korova, ali treba dati naglasak na važnost razumijevanja njihove primjene zbog velikog rizika od smanjenja rasta i prinosa glavnih usjeva.

1.1. Cilj istraživanja

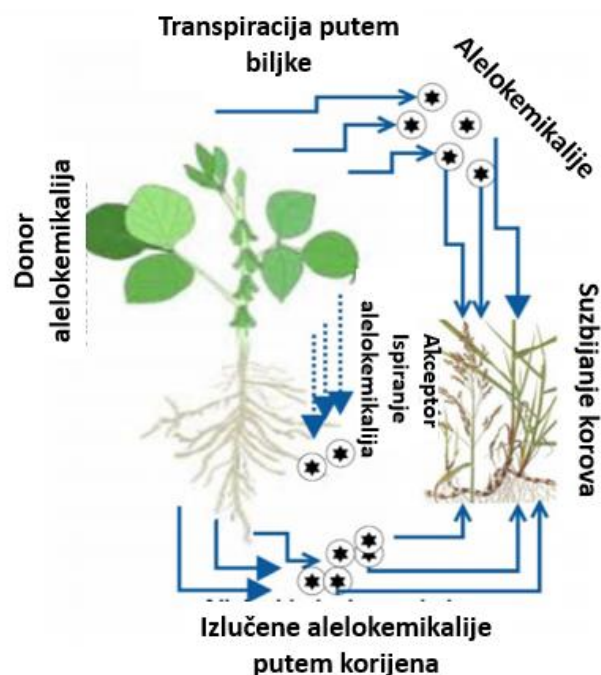
Cilj istraživanja je u laboratorijskim uvjetima utvrditi alelopatsko djelovanje smjese pokrovnih biljaka sastavljene od: lanolika (*Camelina sativa*), heljde (*Fagopyrum esculentum*), munga (*Guizotia abyssinica*), divlje rotkve (*Raphanus raphanistrum*), poljske gorušice (*Sinapis arvensis*) na klijanje sjemena soje.

2. PREGLED LITERATURE

Pojam alelopatija vuče podrijetlo iz grčkih riječi: *allélon* – uzajamno, međusobno i *pathos* – patiti, osjećati. Pojam alelopatija prvi je upotrijebio Molish 1937. da bi ukazao na sve učinke biokemijskih tvari koje se izravno ili neizravno prenose s jedne biljke na drugu (Cheng i Cheng, 2015). Prema Putnam i Duke (1978) pojam alelopatija odnosi se na štetan učinak jedne biljne vrste (donor) na klijanje, rast ili razvoj druge biljne vrste (akceptor). Rice (1984) definira alelopatiju kao pozitivan ili negativan, izravan ili neizravan učinak jedne biljke, gljive ili mikroorganizma na drugi, putem kemijskih spojeva (alelokemikalija) koji se ispuštaju u okoliš. Prema definiciji međunarodnog alelopatskog društva (*International Allelopathy Society* - IAS) alelopatija je svaki proces koji uključuje sekundarne metabolite biljaka, mikroorganizama, virusa i gljiva, a koji utječe na rast i razvoj poljoprivrednih i bioloških sustava. Nadalje, alelopatija se definira kao važan mehanizam biljnih interferencija posredovan biljnim dodacima - proizvedeni sekundarni produkti u rizosferi (Weston, 2005). Putnam i Duke (1978) navode da se alelopatija može odvojiti od ostalih mehanizama biljne interferencije jer do štetnog učinka dolazi tijekom otpuštanja kemikalija putem donora.

Alelokemikalije su sekundarni metaboliti biljaka i mikroorganizama nastali primarnim metaboličkim procesima, a prisutne su, uglavnom u konjugiranom obliku, u gotovo svim biljnim tkivima (Rice, 1984). Pojedini biljni organi imaju inhibitorni ili stimulativni alelopatski potencijal pri čemu listovi radi visoke koncentracije alelokemikalija često imaju inhibitorno djelovanje (Xuan i sur., 2004). Picman i Picman (1984) navode da se poznavanjem veze između selektivnosti i toksičnosti, različiti dijelovi biljaka mogu koristiti kao inhibitori. Putnam (1988) navodi da će niže koncentracije alelokemikalija prije stimulirati nego inhibirati rast biljke, dok Willis (2007) navodi da će gotovo svaka inhibitorna tvar pri određenoj koncentraciji pokazati inhibitorno djelovanje, a u nešto manjoj koncentraciji i stimulatorno.

Kao što prikazuje crtež 2.1., donor biljka u svom neposrednom okruženju izravno i kontinuirano oslobađa alelokemikalije kao hlapljive tvari u zrak, korijenskim eksudatima u tlo ili kao mikrobne produkte razgradnje biljnih ostataka (Liu i sur., 2008).



Crtež 2.1. Oslobađanje alelokemikalija u okoliš
(Shah i sur., 2016)

Jedan od glavnih ciljeva alelopatijskih istraživanja je primjena alelokemikalija kao dodatne mjere borbe protiv korova i biljnih štetočina. Osnovni cilj navedenog je smanjenje uporabe sintetičkih pesticida i njihovog negativnog utjecaja na okoliš (Zeman i sur., 2011). Prema Bhadoria (2011) alelokemikalije su prikladna zamjena za sintetičke herbicide jer nemaju rezidualne ili toksične učinke, iako su djelotvornost i specifičnost mnogih alelokemikalija ograničene. Alelopatijske interakcije također se istražuju u cilju smanjenja negativnog utjecaja alelokemikalija na rast i prinos usjeva (Šćepanović i sur. 2007). Kod nekih biljnih usjeva zabilježena je auto-toksičnost, što je atipična vrsta alelopatije kod koje biljka ima inhibitorni učinak na istu biljnu vrstu. Također, zabilježeno je da se različiti biljni organi kod iste biljne vrste mogu razlikovati u svom alelopatijskom sastavu (Iman i sur., 2006).

Primjena alelopatijskih usjeva, kao jedne od metoda u suzbijanju korova ostvaruje se kroz primjenu pokrovnih biljaka (Alcántara i sur., 2011; Narwal, 2001), međusjeka (Hatcher i Melander, 2003) i sorti s alelopatijskim djelovanjem (Wu i sur., 1999).

Pokrovni usjev je bilo koji živi zemljani pokrov koji se sije ili sadi u ili poslije glavnog usjeva te se obično uklanja prije sjetve sljedeće kulture (Hartwig i Ammon, 2002). Uglavnom se ne uzgajaju za komercijalnu upotrebu, no imaju višestruku funkciju u sustavima plodoreda (Karoglan Todorović, 2010). Da bi se smanjilo ispiranje i spiranje hraniva i/ili pesticida, te spriječila erozija tla, korisna je namjenska sjetva ozimih i ljetnih pokrovnih usjeva. Osim toga, pokrovne biljke smanjuju kolebanja temperature i vlage tla, ne propuštaju svjetlo i dobra su zaštita za predatore koji se hrane sjemenom korova. Ako biljni ostaci pokrovne biljke ostaju na površini tla (reducirana ili no-till obrada), tijekom razgradnje mogu producirati

prirodne fitotoksine (alelokemikalije) koje ometaju nicanje i razvoj korova u neposrednoj blizini. Pri odabiru vrste pokrovne biljke prednost treba dati vrstama koje brzo prekriju površinu tla (Barić i sur., 2014). Pokrovne biljke koje brzo rastu i brzo zatvaraju redove koriste se kao alelopatski pokrovni usjevi koji sprječavaju nicanje i razvoj korova (Shah i sur., 2016). Pokrovne biljke mogu smanjiti gustoću korova nadmećući se za svjetlost (Teasdale, 1993) i proizvodnjom alelopatskih spojeva (Kamo i sur., 2003). Međutim, Garibay i sur. (1997) navode da postoje praktična ograničenja u primjeni pokrovnih biljaka u suzbijanju korova zbog velikog rizika od smanjenja rasta i prinosa glavnih usjeva. Stoga, Uchino i sur. (2012) ističu da je važno razumijevanje značajki i pravilne primjene pokrovnih biljaka te navode da je rok sjetve pokrovnih biljaka jedan od važnijih načina primjene pokrovnih biljaka da bi se spriječilo smanjenje prinosa glavnih usjeva.

Slijedom prethodno navedenog, Uchino i sur. (2009) proveli su istraživanje u poljskim uvjetima koje je imalo za cilj utvrditi učinak roka sjetve pokrovnih biljaka raži (*Secale cereale* L.) i vlasastodlakave grahorice (*Vicia villosa* Roth) na rast glavnih usjeva kukuruza i soje i korovnih vrsta. Pokrovne biljke zasijane su prije sjetve glavnog usjeva (1. rok), za vrijeme sjetve glavnog usjeva (2. rok) i nakon sjetve glavnog usjeva (3. rok). Parcela bez pokrovnih biljaka korištena je kao kontrola. Rokovi sjetve pokrovnih biljaka imali su značajne učinke na masu suhe tvari glavnih usjeva i korova. Masa suhe tvari korova bila je značajno veća na kontroli u odnosu na tretmane u oba glavna usjeva. Pored toga, suha masa korova bila je i značajno veća kod 2. roka sjetve u odnosu na 3. rok sjetve. Masa suhe tvari soje bila je najveća kod 3. roka sjetve. Slijedom toga, prinos zrna soje bio je najveći kod 3. roka sjetve i smanjivao se za 29 % (kontrola), 18 % (1. rok) i 7 % (2. rok). Najveća masa suhe tvari kukuruza također je utvrđena kod 3. roka sjetve. Prinos zrna kukuruza bio je najveći kod 3. roka sjetve i smanjivao se za 68 % (kontrola), 100 % (1. rok) i 24 % (2. rok). Najmanji sadržaj klorofila glavnih usjeva utvrđen je kod 1. roka sjetve. Rezultati su pokazali da je inhibicija rasta glavnih usjeva pod utjecajem pokrovnih biljaka dijelom uzrokovana kompeticijom za hranivima između glavnih usjeva i pokrovnih biljaka, a ta inhibicija ublažena je kada su pokrovne biljke zasijane nakon sjetve glavnih usjeva.

Poznato je da razni kemijski spojevi, kao što su fenoli, flavonoidi i terpenoidi, posjeduju alelopatska svojstva (Macías i sur., 2007). Pokrovne biljke ih otpuštaju u tlo ispiranjem ili korijenskim eksudatima ili razgradnjom biljne biomase, poput malčeva (Bonanomi i sur., 2006). Pokrovna biljka mungo (*Guizotia abyssinica*) koristi se u poljoprivrednim sustavima jer oslobađa alelokemikalije, posebice flavonoide. Međutim, Devequi i sur. (2020) istraživali su alelopatski učinak vodenih ekstrakata korijena, listova i stabljike munga na klijavost i početni rast klijanaca soje (*Glycine max*) i zaključili da vodeni ekstrakti korijena i stabljike munga smanjuju klijanje i početni rast klijanaca, dok su vodeni ekstrakti listova povećali duljinu klijanaca soje.

Chaniago i sur. (2006) istraživali su alelopatski utjecaj korovnih vrsta križanog šćira (*Amaranthus powellii* S. Watson), okruglastog oštika (*Cyperus rotundum* L.) i proširenog paspaluma (*Paspalum dilatatum* Poir) na različite sorte (Banjalong, Melrose i Valiant) soje. Sve korovne vrste pokazale su alelopatski utjecaj na rast i prinos soje. *Amaranthus powellii*

imao je najizraženiji alelopatski utjecaj, a sorte Melrose i Banjalong bile su najtolerantnije prema interferenciji s istraživanim korovima. Sukladno dobivenim rezultatima, autori navode da različite sorte soje različito reagiraju na korove. Također navode da korovna vrsta *Amaranthus powellii* čak i pri relativno niskoj gustoći populacije može ozbiljno utjecati na rast i prinos soje.

Beres i Kazinczi (2000) istraživali su utjecaj vodenih ekstrakata izdanaka i biljnih ostataka korovnih vrsta bijelog kužnjaka (*Datura stramonium* L.), ciganskog perja (*Asclepias syriaca* L.), oštrodlakavog šćira (*Amaranthus retroflexus* L.), rosopasa (*Chelidonium majus* L.), teofrastovog mračnjaka (*Abutilon theophrasti* Medic.), tupolisne kiselice (*Rumex obtusifolius* L.), velike zlatnice (*Solidago gigantea* Aiton) i vratića [*Chrysanthemum vulgare* (L.) Bernh.] na klijanje i rast ječma (*Hordeum vulgare* L.), kukuruza (*Zea mays* L.), pšenice (*Triticum aestivum* L.), soje i suncokreta (*Helianthus annuus* L.). Vodeni ekstrakti izbojaka korovnih vrsta *Abutilon theophrasti* i *Solidago gigantea* smanjili su klijavost pšenice za 7,6 %, odnosno 18,3 %, a klijavost ječma za 9,8 % i 22,7 %. Vodeni ekstrakti korovnih vrsta *Datura stramonium*, *Asclepias syriaca* i *Chrysanthemum vulgare* smanjili su klijavost kukuruza za 34, 30 i 40 %. Vodeni ekstrakti svih ispitivanih korova, osim *Amaranthus retroflexus*, smanjili su klijavost suncokreta i soje.

Oudhia (2000) je istraživao alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata lista, korijena i stabljike korovnih vrsta *Datura stramonium*, *Blumea lacera* Burm. f. DC i *Parthenium hysterophorus* L. na klijavost soje. Pet dana nakon sjetve vodeni ekstrakt stabljike *Blumea lacera* utjecao je na postotak klijavosti od 84 %, dok je vodeni ekstrakt korijena *Parthenium hysterophorus* rezultirao 80 % - tnm klijanjem soje. Vodeni ekstrakt korijena *Datura stramonium* inhibirao je klijavost sjemena soje.

Colton i Einhellig (1980) utvrdili su da prisutnost *Abutilon theophrasti* u usjevu soje ometa njezinu produkciju. Broj sjemenki po mahuni i broj mahuna po stabljici bili su značajno smanjeni u prisustvu *Abutilon theophrasti*. Također, istraživali su i utjecaj vodenog ekstrakta listova *Abutilon theophrasti* na klijavost i početni rast klijanaca rotkvice (*Raphanus sativus* L.) i soje te su utvrdili da vodeni ekstrakt listova *Abutilon theophrasti* smanjuje klijanje rotkvice i inhibira početni rast klijanaca soje.

Bhowmik i Doll (1982) proučavali su alelopatski potencijal korova i ostataka usjeva (nadzemne biomase) na kukuruz i soju. Vodeni ekstrakti osušenih ostataka bijele lobode (*Chenopodium album* L.), oštrodlakavog šćira (*Amaranthus retroflexus*), račvastog prosa (*Panicum dichotomiflorum* Michx.), sivog muhara [*Setaria glauca* (L.) Beauv] velikog muhara [*Setaria faberi* (Herrm.)] i zelenog muhara [*Setaria viridis* (L.) Beauv.] inhibirali su duljinu klijanaca kukuruza, dok je samo ekstrakt *Chenopodium album* smanjio rast koleoptile. Ostaci ambrozije (*Ambrosia artemisifolia* L.), koštana [*Echinochloa crus-gali* (L.) Beauv.], teofrastovog mračnjaka (*Abutilon theophrasti*) i prethodno navedenih vrsta inhibirali su rast kukuruza i soje u stakleniku, dok su u poljskim uvjetima ostaci *Echinochloa crus-gali* i *Setaria faberi* smanjili prinos kukuruza.

Han i sur. (2008) istraživali su utjecaj vodenih ekstrakata lista, korijena i stabljike đumbira (*Zingiber officinale* Roscoe) na klijavost i rast klijanaca luka (*Allium cepa* L.) i soje. Istraživanjem je utvrđeno da spomenuti vodeni ekstrakti inhibiraju klijanje i rast klijanaca luka i soje, a stupanj inhibicije povećava se porastom koncentracije vodenih ekstrakata.

Moore i sur. (1994) istraživali su učinak pokrovnog malča pšenice (*Triticum aestivum*), raži (*Secale cereale* L.) i tritikala (*Triticale* sp.) na biomasu korovnih vrsta bijele lobode (*Chenopodium album*) i oštrodlakavog šćira (*Amaranthus retroflexus*) te na razvoj soje. Istraživanjem je utvrđeno da je pokrovni malč spomenutih kultura uspješno reducirao biomasu korova, a na razvoj i prinos soje nije imao štetan učinak.

Ayeni i Kayode (2012) istraživali su alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata biljnih ostataka sirka (*Sorghum vulgare* L.), stabljike i cvati kukuruza (*Zea mays*) i rižine (*Oryza sativa* L.) pljevice na klijavost i rast klijanaca soje. Svi vodeni ekstrakti rezultirali su značajnom inhibicijom klijavosti, a samim time i duljine klijanaca soje. Najveći inhibitorni učinak utvrđen je kod vodenih ekstrakata stabljike i cvati kukuruza te pljevica riže

Shah i sur. (2016) navode da su uljarice alelopatski usjevi, koji općenito inhibiraju druge usjeve te potiskuju korovne vrste. Od svih uljarica, Fageria (2012) ističe soju kao kulturu koja putem alelokemikalija inhibitorno djeluje na rast okolnih usjeva. Tako Mahmoodzadeh i Mahmoodzadeh (2013) navode da vodeni ekstrakti izdanaka soje u koncentracijama od 100, 75 i 50 % utječu na smanjenje klijavosti i duljinu korijena raži (*Secale cereale*) i sirka (*Sorghum vulgare*), dok vodeni ekstrakt korijena soje samo pri najvišoj (100 %) istraživanoj koncentraciji dovodi do smanjenja duljine korijena raži. Izraženiji inhibitorni učinak vodenih ekstrakata soje utvrđen je kod sjemena sirka u odnosu na sjeme raži.

Elahifard i Rashed (2010) istraživali su alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata soje u koncentracijama od 5, 10, 20 i 40 % na klijavost i rast klijanaca bijelog šćira (*Amaranthus albus* L.), hibridnog šćira (*Amaranthus hybridus* L.), bijele lobode (*Chenopodium album*) i crne pomoćnice (*Solanum nigrum* L.). Porastom koncentracije vodenih ekstrakata smanjivao se postotak klijavosti i duljina korijena navedenih korovnih vrsta. Vrsta *Solanum nigrum* imala je najveći postotak klijavosti (88,14 %), najveću duljinu korijena (46,4 mm) te najbolju ujednačenost klijanja (1,5 dana). Vrsta *Amaranthus albus* imala je najbolju brzinu klijanja (3 dana), a vrijeme potrebno da se postigne maksimalna klijavost od 90 % iznosila je 4 dana. Najveći inhibitorni učinak vodenih ekstrakata na postotak klijavosti zabilježen je kod vrste *Amaranthus hybridus*.

Chon (2003) navodi inhibitorni učinak vodenih ekstrakata i biljnih ostataka korijena, stabljike, listova, mahuna i sjemena crne korejske soje (*Glycine max*) na duljinu korijena lucerne (*Medicago sativa* L.). Tako su vodeni ekstrakti sjemena i mahune soje reducirali duljinu korijena lucerne za 78 %, odnosno 74 %, dok su vodeni ekstrakti listova i korijena reducirali duljinu korijena za 51 %, odnosno 27 %.

Kunz i sur. (2016) proveli su istraživanje u kontroliranim i poljskim uvjetima da bi utvrdili učinke pokrovnih biljaka, u pojedinačnom i miješanom uzgoju, u suzbijanju korovnih vrsta bijele lobode (*Chenopodium album*), kamilice (*Matricaria chamomilla* L.) i obične mišjakinje [*Stellaria media* (L.) Will]. Mješavine pokrovnih biljaka uključivale su sljedeće vrste: (a) mješavina 1 (M 1): grahorica (*Vicia sativa* L.), crna zob (*Avena strigosa* Schreb.), rotkvica (*Raphanus sativus*), aleksandrijska djetelina (*Trifolium alexandrinum* L.), mungo (*Guizotia abyssinica*); (b) mješavina 2 (M 2): grahorica (*Vicia sativa*), grašak (*Pisum sativum* L.), uskolisna vučika (*Lupinus augustifolius* L.), crna zob (*Avena strigosa*), aleksandrijska djetelina (*Trifolium alexandrinum*), facelija (*Phacelia tanacetifolia* Benth), mungo (*Guizotia abyssinica*). Pojedinačne pokrovne biljke, bijela gorušica (*Sinapis alba* L.), crna rotkva (*Raphanus sativus* var. *niger* J. Kern) i grahorica (*Vicia sativa*) potisnule su korove za 57 %, 62 %, odnosno 62 % dok su M 1 i M 2 rezultirale 68 %-tnim odnosno 64 %-tnim potiskivanjem korova tijekom trogodišnjeg istraživanja. U kontroliranim uvjetima proveden je test klijavosti s vodenim ekstraktima za procjenu biokemijskog utjecaja spomenutih pojedinačnih/mješavine pokrovnih biljaka na korovne vrste. Vodeni ekstrakti pojedinačnih/mješavine pokrovnih biljaka pri koncentraciji od 125 mg/ml značajno su smanjili klijavost i duljinu korijena svih korovnih vrsta. Vodeni ekstrakti M1 uzrokovali su najveće inhibitorne učinke na klijavost (71 %) i duljinu korijena (67 %) korovnih vrsta. Autori navode da je velika učinkovitost vodenih ekstrakata pojedinačnih pokrovnih biljaka te M1 u testovima klijavosti rezultat visoke količine fitotoksičnih i alelopatskih tvari u biljkama porodice Brassicaceae. Autori međutim, nisu naveli podatke o utjecaju vodenih ekstrakata ovih biljnih vrsta na klijavost i početni rast soje.

Iqbal i sur. (2002) su istraživali alelopatski potencijal heljde (*Fagopyrum esculentum*) na korove te je rezultatima istraživanja utvrđeno da eksudati korijena heljde značajno potiskuju rast korijena i početni razvoj korova, što se kasnije očituje značajnom redukcijom suhe mase korova. Također se u radu ne navode učinci heljde na usjev soje.

Koliko je nama poznato, u literaturi nema dovoljno navoda o utjecaju biljnih vrsta pokrovnih kultura na rast soje, dok je utjecaj pokrovnih biljaka na rast korova dobro istražen, stoga je ovo istraživanje opravdano.

3. MATERIJALI I METODE

Utvrđivanje alelopatskog učinka vodenih ekstrakata pokrovnih biljaka na klijanje soje provedeno je tijekom ožujka 2019. godine u praktikumu Zavoda za herbologiju Sveučilišta u Zagrebu Agronomskog fakulteta.

3.1. Priprema vodenih ekstrakata

U istraživanju je korištena nadzemna masa pokrovnih biljaka podlanka (*Camelina sativa*), heljde (*Fagopyrum esculentum*), munga (*Guizotia abyssinica*), divlje rotkve (*Raphanus raphanistrum*) i poljske gorušice (*Sinapis arvensis*) prisutne u komercijalnoj smjesi TERA GOLD 14.. Nadzemna masa pokrovnih biljaka uzorkovana je u listopadu 2018. s lokacije Drenčec (45°50'17"N 16°12'11"E). Pokrovne biljke nalazile su se u razvojnoj fazi 59-85 prema BBCH skali.

Svježa nadzemna masa pokrovnih biljaka osušena je u sušioniku na 70 °C u trajanju od 72 sata, nakon čega je usitnjena pomoću električnog mlina. Smjesa je pripravljena potapanjem suhe biljne mase u destiliranu vodu u omjeru 100 g suhe biljne mase na 1 litru destilirane vode (1:10). Dobivena smjesa ostavljena je 24 sata na sobnoj temperaturi, nakon čega je filtrirana kroz dvostruki filter papir kako bi se uklonile čestice većih dimenzija (slika 3.1.1.).



Slika 3.1.1. Filtriranje smjese pokrovnih biljaka

(Foto: P. Sisan)

Nakon pripreme smjese pokrovnih biljaka uslijedila je priprema vodenog ekstrakta različitih koncentracija.

Vodeni ekstrakti pripravljeni su na način da se suha masa smjese pokrovnih biljaka pomiješala s destiliranom vodom u omjeru 1:10 (0.1 g mL^{-1}) što predstavlja koncentraciju od 10%. Vodeni ekstrakti su se potom razrijedili i dobivene su slijedeće koncentracije: 7,5; 5,0; 2,5; 1,0; 0,5 i 0%.

3.2. Provedba pokusa

Prije sjetve je sjeme soje površinski sterilizirano uranjanjem u 4 %-tnu otopinu natrijevog hipoklorita (NaOCl) u trajanju od pet minuta, a zatim nekoliko puta isprano destiliranom vodom.. Sjeme je potom pincetom položeno na filter papir postavljen u sterilne Petrijeve zdjelice promjera 100 mm. U svaku Petrijevu zdjelicu položeno je po 20 sjemenki soje i dodano 10 ml vodenog ekstrakta svake koncentracije (Slika 3.2.1). Na kontrolnom tretmanu je dodana ista količina (10 ml) destilirane vode. Svaka istraživana koncentracija postavljena je u 4 repeticije. Nakon sjetve soje, svaka Petrijeva zdjelica zatvorena je parafilmom radi sprječavanja isparavanja tekućine iz zdjelice. Posijane sjemenke u Petrijevim zdjelicama čuvane su na sobnoj temperaturi.



Slika 3.2.1. Posijano sjeme soje

(Foto: P. Sisan)

Alelopatski učinak vodenog ekstrakta pokrovnih biljaka na sjeme soje utvrđivan je sljedećim parametrima:

- klijavost sjemena (%)
- masa klice (g).

Utvrđivanje klijavosti sjemena soje provodilo se 3, 4 i 5 dana nakon sjetve. Klijavim sjemenom smatralo se sjeme čija je radikula iznosila više od 1 mm. Kod posljednjeg utvrđivanja klijavosti, utvrđena je masa klice. Postotak klijavosti izračunat je prema formuli: $\text{klijavost (\%)} = \frac{\text{broj proklijalih sjemenki}}{\text{broj posijanih sjemenki}} \times 100$.

3.3. Statistička obrada podataka

Statistička obrada podataka provedena je analizom varijance u programu SAS 8.0 koristeći MIXED MODEL PROCEDURE (SAS Inst., 1997). U analizi varijance za klijavost sjemena i masu klice, tretmani (različite koncentracije vodenog ekstrakta) smatrani su fiksnim efektom, a repeticije slučajnim efektom. Nakon signifikantnog F-testa ($P=0,05$), za usporedbu srednjih vrijednosti korišten je LSD test za $P=0,05$.

4. REZULTATI I RASPRAVA

4.1. Utjecaj vodenog ekstrakta pokrovnih biljaka na klijanje sjemena soje

U grafikonu 4.1.1. prikazan je utjecaj različitih koncentracija vodenog ekstrakta pokrovnih biljaka na klijavost sjemena soje.



Grafikon 4.1.1. Utjecaj različitih koncentracija vodenog ekstrakta pokrovnih biljaka na klijavost sjemena soje

Iz grafikona je vidljivo da ni jedna istraživana koncentracija vodenog ekstrakta pokrovnih biljaka nije utjecala na klijavost u usporedbi s kontrolom. Također, nije dokazana statistički značajna razlika između istraživanih koncentracija. Na kontrolnom tretmanu utvrđena je 100 %-tna klijavost soje, kao i pri koncentracijama od 0,5; 2,5; 5,0 i 7,5 % (Slika 4.1.1.).



Slika 4.1.1. Utjecaj različitih koncentracija vodenog ekstrakta pokrovnih biljaka na klijavost sjemena soje (s desna na lijevo: 0; 0,5; 1,0; 2,5; 5,0; 7,5; 10 %)

(Foto: P. Sisan)

Prema Ferreira i Borghetti (2004) utjecaj alelokemikalija na klijavost sjemena manje je vidljiv u odnosu na rast klijanaca. Nekoliko istraživanja pokazuju da je klijavost sjemena soje

nedostatan pokazatelj učinka alelopatskih biljaka. Vinhal-Freitas i sur. (2010) navode da vodeni ekstrakti *Pinus caribaea* Morelet nisu utjecali na klijavost soje, kao i Nunes i sur. (2014), nisu primijetili promjene u klijanju ove kulture nakon što su njezine sjemenke bile izložene ekstraktima uljane repice (*Brassica napus* L.), abisinije (*Crambe abyssinica* Hochst), bengalske konoplje (*Crotalaria juncea* L.), lana (*Linum usitatissimum* L.) i rotkvice (*Raphanus sativus*). Rezultate slične rezultatima ovog istraživanja navode Devequi i sur. (2020), koji također nisu utvrdili utjecaj vodenog ekstrakta pokrovne biljke *Guizotia abyssinica* na klijanje soje.

Da pojedine korovne vrste nemaju značajan utjecaj na klijavost soje zaključuju Darmanti i sur. (2015) koji u svom istraživanju utvrđuju da korovna vrsta okruglasti oštrik (*Cyperus rotundus*) i pri najvišoj (25%) koncentraciji vodenog ekstrakta gomolja ne pokazuje inhibitorni učinak na klijanje sjemena soje koje je iznosilo 80%. Oudhia (2000) također ne dokazuje negativan alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata korovnih vrsta *Blumea lacera* i *Parthenium hysterophorus* na klijanje soje. Klijavost soje pod utjecajem vodenih ekstrakata stabljike *Blumea lacera* i korijena *Parthenium hysterophorus* iznosila je 84%, odnosno 80 %.

Li i sur. (2015) dokazuju stimulativni učinak vodenih ekstrakata listova ginsenga [*Panax notoginseng* (Burk.) F. H. Chen] na klijavost i rast klijanaca soje. Vodeni ekstrakti listova ubrzali su klijanje i značajno stimulirali duljinu klijanaca i korijena soje.

4.2. Utjecaj vodenog ekstrakta pokrovnih biljaka na masu klica soje

U tablici 4.2.1. prikazan je utjecaj različitih koncentracija vodenog ekstrakta pokrovnih biljaka na masu klica soje.

Tablica 4.2.1. Utjecaj različitih koncentracija vodenog ekstrakta pokrovnih biljaka na masu klica soje

Koncentracija ekstrakta (%)	Masa klice (g)
0	1,715 a
0,5	1,625 a
1,0	1,415 a
2,5	1,690 a
5,0	1,190 ab
7,5	1,413 a
10	0,808 b

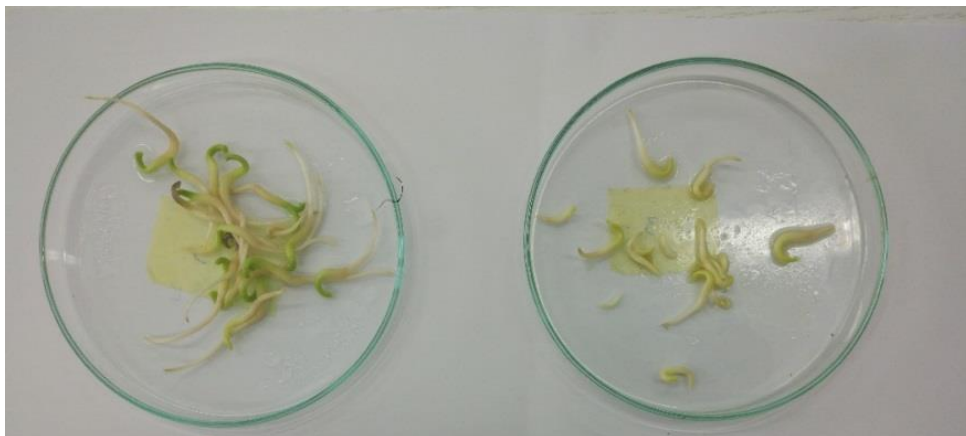
a-b Vrijednosti mase klice soje označene istim slovima međusobno se statistički značajno ne razlikuju. $LSD_{0,05} = 0,6$ g

Iz tablice je vidljivo da je statistički značajna inhibicija mase klice soje u usporedbi s kontrolom i ostalim primjenjenim koncentracijama vodenih ekstrakata (0,5; 1,0; 2,5 i 7,5 % dokazana kod najviše (10 %) istraživane koncentracije vodenog ekstrakta i iznosila je 47 %. Između koncentracija vodenih ekstrakata od 0,5; 1,0; 2,5; 5,0 i 7,5 % međusobno i kontrole, nije dokazana statistički značajna razlika u masi klice.

Slično su utvrdili Devequi i sur. (2020) istražujući alelopatski učinak vodenih ekstrakata korijena, listova i stabljike munga (*Guizotia abyssinica*) na klijavost i početni rast klijanaca soje. Najviša (3 %) istraživana koncentracija vodenih ekstrakata stabljike, listova i korijena munga smanjila je suhu masu klijanaca za 7,2 do 63 %, te svježju masu klijanaca za 43 do 68 %.

Smanjenje mase klice povećanjem koncentracija vodenih ekstrakata navode Darmanti i sur. (2015) istražujući alelopatski utjecaj korovne vrste *Cyperus rotundus* na klijavost sjemena soje. Pri koncentraciji od 5 % svježja masa klice iznosila je 3,3 g te 0,9 g suhe mase, dok je pri 25 %-tnoj koncentraciji svježja masa iznosila 0,7 g, a suha masa 0,7 g. Rezultati autora odgovaraju rezultatima dobivenim u ovom istraživanju u kojem je također utvrđena redukcija mase klice soje primjenom najkoncentriranijeg ekstrakta (10%)

U istraživanju nije uključen parametar duljine klice, no na slici 4.2.2. vidljivo je da je pri koncentraciji od 10 % duljina klice značajno smanjena u odnosu na kontrolnu varijantu, što upućuje na negativan učinak 10 %-tne koncentracije vodenog ekstrakta pokrovnih biljaka na masu i duljinu klice soje.



Slika 4.2.2. Usporedba mase klice sjemena soje na kontroli (lijevo) i tretmanu sa 10 %-tnom koncentracijom vodenog ekstrakta (desno)

(Foto: P. Sisan)

5. ZAKLJUČAK

Na temelju provedenog istraživanja mogu se donijeti sljedeći zaključci:

- U istraživanju nije utvrđen alelopatski utjecaj vodenog ekstrakta pokrovnih biljaka na klijanje sjemena soje. Klijavost je iznosila 95 % kod 1,0 i 10 %-tne koncentracije te 100 % kod 0,5; 2,5; 5,0 i 7,5 %-tne koncentracije vodenog ekstrakta pokrovnih biljaka.
- Inhibicija mase klice soje u usporedbi s kontrolom i u usporedbi s koncentracijama $\geq 7,5\%$ dokazana je samo kod najviše (10 %) istraživane koncentracije vodenog ekstrakta i iznosila je 47 %.

6. LITERATURA

1. Alcántara C., Pujadas A., Saavedra M. (2011). Management of *Sinapis alba* subsp. *maireri* winter cover crop residues for summer weed control in southern Spain. *Crop protection*, 30(9), 1239-1244.
2. Ayeni M. J., Kayode J. (2012). Allelopathic Potential of Some Crop Residues on the Germination and Growth of Soybean [*Glycine max* (L.) Merrill]. *Journal of Agricultural Science and Technology. B*, 2(10B), 1057.
3. Barić K., Ostojić Z., Šćepanović M. (2014). Integrirana zaštita bilja od korova. *Glasilo biljne zaštite*, 14(5), 416-434.
4. Beres I., Kazinczi G. (2000). Allelopathic effect of shoot extract and residues of weeds on field crops. *Allelopathy Journal*, 7:1. 93 – 98.
5. Bhadoria P. B. S. (2011). Allelopathy: a natural way towards weed management. *Journal of Experimental Agriculture International*, 7-20.
6. Bhowmik P.C., Doll J.D. (1982.). Corn and soybean response to allelopathic effects of weed and crop residues. *Agronomy Journal*, 74(4): 601 – 606.
7. Bonanomi G., Sicurezza M. G., Caporaso S., Esposito A., Mazzoleni S. (2006). Phytotoxicity dynamics of decaying plant materials. *New Phytologist*, 169(3), 571-578.
8. Bond W., Grundy A. C. (2001). Non-chemical weed management in organic farming systems. *Weed research*, 41(5), 383-405.
9. Chaniago I., Taji A., Jessop R. (2006). Weed interference in soybean (*Glycine max*). In *Proceedings of the 13th Australian agronomy conference*. Perth, Australia (pp. 542-544).
10. Cheema Z. A., Rakha A., Khaliq A. (2000). Use of sorghum and sorghum mulch for weed management in mungbean. *Pak. J. Agric. Sci*, 37(3-4), 140-44.
11. Cheng, F., Cheng Z. (2015). Research progress on the use of plant allelopathy in agriculture and the physiological and ecological mechanisms of allelopathy. *Frontiers in plant science*, 6, 1020.
12. Chon S. U. (2003). An assessment of allelopathic potential of Korean black soybean plant parts. *Korean Journal of Crop Science*, 48(4), 345-350.
13. Colton C. E., Einhellig F. A. (1980). Allelopathic mechanisms of velvetleaf (*Abutilon theophrasti* Medic., *Malvaceae*) on soybean. *American Journal of Botany*, 67(10): 1407-1413.
14. Darmanti, S., Santosa, S., Dewi, K., & Nugroho, L. H. (2015). Allelopathic Effect of *Cyperus rotundus* L. on Seed Germination and Initial Growth of *Glycine max* L. cv. Grobogan. *Biom: Berkala Ilmiah Biologi*, 17(2), 61-67.
15. Devequi G. N., de Oliveira Freitas M. L., de Moura Libório F. H., da Silva L. I., da Costa Zonetti P. (2020). Allelopathic Action of the Níger (*Guizotia abyssinica* Cass.) on Soybean [*Glycine max* (L.) Merrill] DOI: [10.5296/jas.v8i1.15401](https://doi.org/10.5296/jas.v8i1.15401)
16. Einhellig, F. S., Leather, G. R. (1988.): Potentials for exploiting allelopathy to enhance crop production. *Journal of Chemical Ecology*, 14: 1829-1844.

17. Elahifard E., Rashed M. M. (2010). Study of Allelopathic potential of soybean (*Glycine max*) on seed germination and seedling growth of some weed species. Iranian Journal of Field Crops Research, 8(2): 359-367.
18. Fageria N. K. (2012). The role of plant roots in crop production. CRC Press.
19. Ferreira A. G. i Borghetti F. (2004). Germinação: do básico ao aplicado (p. 323). Porto Alegre: Artmed.
20. Garibay S. V., Stamp P., Ammon H. U., Feil B. (1997). Yield and quality components of silage maize in killed and live cover crop sods. European Journal of Agronomy, 6(3-4): 179-190.
21. Han C. M., Pan K. W., Wu N., Wang J. C., Li, W. (2008). Allelopathic effect of ginger on seed germination and seedling growth of soybean and chive. Scientia horticulturae, 116(3), 330-336.
22. Hartwig N. L., Ammon H. U. (2002). Cover crops and living mulches. Weed science, 50(6), 688-699.
23. Hatcher P. E., Melander B. (2003). Combining physical, cultural and biological methods: prospects for integrated non-chemical weed management strategies. Weed research, 43(5), 303-322.
24. Iman A., Wahab S., Rastan M., Halim M. (2006). Allelopathic effect of sweet corn and vegetable soybean extracts at two growth stages on germination and seedling growth of corn and soybean varieties. Journal of Agronomy, 5(1), 62-68.
institut Osijek
25. Iqbal Z., Hiradate S., Noda A., Isojima S. I., Fujii Y. (2002). Allelopathy of buckwheat: assessment of allelopathic potential of extract of aerial parts of buckwheat and identification of fagomine and other related alkaloids as allelochemicals. Weed Biology and Management, 2(2), 110-115.
26. Kamo T., Hiradat, S., Fujii Y. (2003). First isolation of natural cyanamide as a possible allelochemical from hairy vetch *Vicia villosa*. Journal of chemical ecology, 29(2), 275-283.
27. Karoglan Todorović S. (2010). Agricultural Pollution Control Project (Projekt kontrole onečišćenja u poljoprivredi). Demonstracijski program mjera dobre poljoprivredne prakse. Stega tisak, Zagreb
28. Kunz Ch., Sturm D. J., Varnholt D., Walker F., i Gerhards R. (2016). Allelopathic effects and weed suppressive ability of cover crops. Plant, soil and environment, 62(2), 60-66.
29. Li, K. M., Bao, Y. S., & Zhang, Z. L. (2015). Allelopathic effects of Panax notoginseng plant extracts on germination and seedling growth of soybean (*Glycine max*) and corn (*Zea mays*). Allelopathy Journal, 36(1).
30. Liu Y. H., Zeng R. S., An M., Mallik A. U., Luo S. M. (2008). Autotoxicity in agriculture and forestry. In Allelopathy in sustainable agriculture and forestry (pp. 283-301). Springer, New York, NY.
31. Maceljiski M. (1995). Štete od štetočinja u Hrvatskoj. U: Glasnik zaštite bilja, 6: 261-266

32. Macias F. A., Molinill, J. M., Varela R. M., Galindo J. C. (2007). Allelopathy—a natural alternative for weed control. *Pest Management Science: formerly Pesticide Science*, 63(4), 327-348.
33. Mahmood A. R. I. F., Cheema Z. A. (2004). Influence of sorghum mulch on purple nutsedge (*Cyperus rotundus* L.). *International Journal of Agriculture and Biology*, 6(1), 86-88.
34. Mahmoodzadeh H., Mahmoodzadeh M. (2013). Allelopathic potential of soybean (*Glycine max* L.) on the germination and root growth of weed species. *Life science journal*, 10, 63-69.
35. Moore M. J., Gillespie T. J., Swanton C. J. (1994). Effect of cover crop mulches on weed emergence, weed biomass, and soybean (*Glycine max*) development. *Weed Technology*, 8(3), 512-518.
36. Narwal S. S. (2001). Prof. E. L. Rice: A tribute and some reminiscences. *Allelopathy Journal* 8 (1): 3-10.
37. Nunes, J. V. D., de Melo, D., Nóbrega, L. H. P., Loures, N. T. P., & Sosa, D. E. F. (2014). Atividade alelopática de extratos de plantas de cobertura sobre soja, pepino e alface. *Revista Caatinga*, 27(1), 122-130.
38. Oudhia P. (2000). Allelopathic effects of some obnoxious weeds on germination of soybean. *Indian Journal of Plant Physiology*, 5(3), 295-296.
39. Picman, J., Picman A. K. (1984). Autotoxicity in *Parthenium hysterophorus* and its possible role in control of germination. *Biochemical Systematics and Ecology*, 12(3), 287-292.
40. Pospíšil A. (2010). Ratarstvo I. dio. Zrinski d.d., Čakovec.
41. Putnam A. R. (1988). Allelochemicals from Plants as Herbicides. *Weed Technology*, 2(04), 510–518. doi:10.1017/s0890037x00032371
42. Putnam A. R., Duke W. B. (1978). Allelopathy in agroecosystems. *Annual review of phytopathology*, 16(1), 431-451.
43. Rice E. L. (1984). *Allelopathy*. Academic Press, Orlando, FL. *Allelopathy*. 2nd ed. Academic Press, Orlando, FL.
44. São Miguel, A. S. D. C., Pacheco, L. P., Souza, E. D., Silva, C. M. R., & Carvalho, I. C. (2018). Cover crops in the weed management in soybean culture. *Planta Daninha*, 36.
45. Shah A. N., Iqbal J., Ullah A., Yang G., Yousaf M., Fahad S., Khan, A. (2016). Allelopathic potential of oil seed crops in production of crops: a review. *Environmental Science and Pollution Research*, 23(15), 14854-14867.
46. Singh, H.P., Batish, D.R., Kohli, R.K. (2001.): Allelopathy in agroecosystems: an overview. *Journal of Crop production*, 14(4): 1-42
47. Šćepanović, M., Novak, N., Barić, K., Ostojić, Z., Galzina, N., Goršić, M. (2007.):
48. Teasdale J. R. (1993). Reduced-herbicide weed management systems for no-tillage corn (*Zea mays*) in a hairy vetch (*Vicia villosa*) cover crop. *Weed Technology*, 7(4), 879-883.
49. Uchino, H., Iwama, K., Jitsuyama, Y., Ichiyama, K., Sugiura, E., Yudate, T., ... & Gopal, J. (2012). Effect of interseeding cover crops and fertilization on weed suppression under an organic and rotational cropping system: 1. Stability of weed

- suppression over years and main crops of potato, maize and soybean. *Field Crops Research*, 127, 9-16.
50. Uchino, H., Iwama, K., Jitsuyama, Y., Yudate, T., & Nakamura, S. (2009). Yield losses of soybean and maize by competition with interseeded cover crops and weeds in organic-based cropping systems. *Field Crops Research*, 113(3), 342-351.
 51. Vinhal-Freitas, I. C., SILVAS, M., & Melo, L. F. (2010). Efeito alelopático de extratos aquosos de resíduos de *Pinus caribaea* na germinação de soja. *Agropecuária Técnica, Areia*, 31(2), 85-90.
 52. Vratarić, M. (1986.): *Proizvodnja soje*. Niro „Zadrugar” Sarajevo
 53. Vratarić, M., Sudarić, A. (2000.): *Soja*. Poljoprivredni institute Osijek
 54. Vratarić, M., Sudarić, A. (2008.): *Soja Glycine max (L.) Merr.* Poljoprivredni institut Osijek, Osijek
 55. Weston L. A. (2005). History and current trends in the use of allelopathy for weed management. *HortTechnology*, 15(3), 529-534.
 56. Willis R. L. (2007). *The History of Allelopathy*. First Edition. Springer Netherlands, str. 1-301. doi: 10.1007/978-1-4020-4093-1
 57. Wu H., Pratley J., Lemerle D., Haig T. (1999). Crop cultivars with allelopathic capability. *Weed Research-Oxford*, 39(3), 171-180.
 58. Xuan T.D., Shinkichi T., Hong N.H., Khanh T.D., Min C.I. (2004). Assessment of phytotoxic action of *Ageratum conyzoides* L. (billy goat weed) on weeds. *Crop Protection*, 23: 915-922
 59. Zeman S., Fruk G., Jemrić T. (2011). Alelopatski odnosi biljaka: pregled djelujućih čimbenika i mogućnost primjene. *Glasnik zaštite bilja*. 34(4): 52-59.

ŽIVOTOPIS

Petra Sisan, rođena je u Zagrebu, 28. lipnja 1992. godine. Osnovnu školu „Nikola Tesla“ pohađa u Zagrebu. Srednjoškolsko obrazovanje u Prirodoslovnoj školi Vladimira Preloga u Zagrebu završila je maturom 2011. godine. Tijekom srednjoškolskog obrazovanja iskazuje uspjeh na državnom natjecanju kemijskih tehničara. Preddiplomski studij Zaštite bilja na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu upisuje 2013. godine. Sveučilišnom prvostupnicom postala je 2017. nakon obrane završnog rada na temu „Fizikalno-kemijska svojstva polikloriranih bifenila“. Iste godine upisuje diplomski studij Fitomedicine na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu i pristupa izvannastavnoj aktivnosti naziva „Entomološka grupa“. Tijekom studiranja pokazuje interes za radom putem Student servisa.