

# Novi trendovi u zaštiti bilja od bolesti i štetnika u ekološkoj proizvodnji

---

Paulić, Tesa

Master's thesis / Diplomski rad

2022

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

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:200834>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-08-25**



Sveučilište Josipa Jurja  
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet  
agrobiotehničkih  
znanosti Osijek**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Agrobiotechnical  
Sciences Osijek - Repository of the Faculty of  
Agrobiotechnical Sciences Osijek](#)



**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK**

Tesa Paulić

Diplomski sveučilišni studij Ekološka poljoprivreda

**NOVI TRENDVI U ZAŠTITI BILJA OD BOLESTI I ŠTETNIKA U EKOLOŠKOJ  
PROIZVODNJI**

**Diplomski rad**

**Osijek, 2022.**

**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU**  
**FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK**

Tesa Paulić

Diplomski sveučilišni studij Ekološka poljoprivreda

**NOVI TRENDVI U ZAŠTITI BILJA OD BOLESTI I ŠTETNIKA U EKOLOŠKOJ**  
**PROIZVODNJI**

**Diplomski rad**

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

1. prof. dr. sc. Karolina Vrandečić, predsjednik
2. prof. dr. sc. Mirjana Brmež, mentor
3. prof. dr. sc. Brigita Popović, član

**Osijek, 2022.**

# SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b> .....	<b>1</b>
<b>2. EKOLOŠKA POLJOPRIVREDA I PROIZVODNJA</b> .....	<b>3</b>
<b>3. ZAŠTITA OD BOLESTI I ŠTETNIKA</b> .....	<b>5</b>
3.1. Dozvoljena sredstva za zaštitu bilja sukladno Zakonu o ekološkoj proizvodnji .....	7
3.1.1. Azadirachtin iz <i>Azadirachta indica</i> (Neem).....	10
3.1.2. Pčelinji vosak .....	11
3.1.3. Hidrolizirana bjelančevina .....	12
3.1.4. Lecitin .....	13
3.1.5. Ekstrakt (vodena otopina) iz duhana <i>Nicotiana tabacum</i> .....	14
3.1.6. Piretrin ekstrahiran iz buhača ( <i>Chrysanthemum cinerariaefolium</i> ).....	15
3.1.7. Kvizija ekstrahirana iz <i>Quassia amara</i> .....	16
3.1.8. Repelent Rotenon ekstrahiran iz <i>Derris</i> spp., <i>Lonchocarpus</i> spp. i <i>Terphrosia</i> spp. ....	17
3.1.9. Bakar u obliku bakrenog hidroksida, bakrenog oksiklorida, trobaznog bakrenog sulfata i bakrenog oksida .....	18
3.1.10. Kalijev sapun (mazivi sapun).....	19
3.1.11. Vapneni sulfat (kalcijev polisulfid).....	19
3.1.12. Kalijev permanganat.....	20
3.1.13. Biljni pesticidi na bazi eteričnih ulja .....	20
3.2. Biološko-dinamički preparati s pesticidnim djelovanjem .....	21
3.3. Suzbijanje korova.....	22
<b>4. PLODORED I HIGIJENA TLA</b> .....	<b>23</b>
<b>5. ORGANSKA GNOJIVA</b> .....	<b>25</b>
<b>6. ZAKLJUČAK</b> .....	<b>27</b>
<b>7. POPIS LITERATURE</b> .....	<b>28</b>
<b>8. SAŽETAK</b> .....	<b>32</b>
<b>9. SUMMARY</b> .....	<b>33</b>

<b>10. POPIS SLIKA.....</b>	<b>34</b>
<b>11. POPIS TABLICA .....</b>	<b>35</b>
<b>12. POPIS GRAFIKONA.....</b>	<b>36</b>
<b>TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA</b>	
<b>BASIC DOCUMENTATION CARD</b>	

## 1. UVOD

Konvencionalne poljoprivredne tehnike primijenjene u posljednjim desetljećima imale su neželjene posljedice na održivost okoliša, dovele su do degradacije ekološkog sustava, promjene ravnoteže između korisnih i štetnih insekata te kontaminacije tla, vode i poljoprivrednih proizvoda teškim metalima i pesticidima. Stoga dolazi do razvoja ekološke poljoprivrede koja nudi alternativu raširenijim poljoprivrednim praksama s visokim unosom sintetičkih gnojiva, fungicida i pesticida. Ekološka poljoprivreda temelji se na ideji da je tlo živi sustav pa su samim time sintetički proizvodi u velikoj mjeri isključeni iz ekološkog uzgoja što naglašava njezin povoljan utjecaj na okoliš.

Naime, ova vrsta poljoprivrede oslanja se na očuvanje prirodnih resursa i dobrobiti životinja, primjenu visokih proizvodnih standarda te racionalnijem upravljanju poljoprivrednim gospodarstvima. Kontrolna tijela obavezna su minimalno jednom godišnje provoditi redovne i nenajavljene kontrole svih subjekata u ekološkoj proizvodnji, a Državni inspektorat, Sektor za nadzor poljoprivrede dužan je provoditi nadzor jednom godišnje nad radom ovlaštenih kontrolnih tijela kako ne bi došlo do obmanjivanja potrošača. Također, ekološki proizvodi moraju poštivati određene standarde kvalitete te brojne standarde tržišta kako bi se što uspješnije plasirali na tržište. U sklopu Programa ruralnog razvoja ekološkim proizvođačima osiguravaju se razne potpore kako bi se dodatno potaknuo ekološki uzgoj. (Ministarstvo poljoprivrede - <https://poljoprivreda.gov.hr/ekoloska/199>)

Iz šire perspektive, ekološka proizvodnja trebala bi pridonijeti globalnim izazovima kroz sigurnost prehrane i dobrobit stanovništva. Također bi trebala biti ekonomski održiva, društveno poštena, kulturno raznolika, transparentno odgovorna i uključiva. (Dorais, 2019).

Prema Litterick i sur. (2002.) strategije zaštite usjeva u ekološkoj poljoprivredi i proizvodnji imaju za cilj spriječiti probleme sa štetnicima, bolestima i korovima kroz optimizaciju sustava usjeva u cjelini. Odabir usjeva i sorti unutar plodoreda i korištenje odgovarajućih uzgojnih praksi ključni su za uspjeh proizvodnje. U tim slučajevima izravno kurativno djelovanje protiv štetnika i bolesti rijetko je potrebno.

Kontinuirani rast broja ekoloških proizvođača zabilježen je u svim razvijenim zemljama Svijeta pa tako i u Hrvatskoj. Najveća tržišta ekološki uzgojenih poljoprivrednih proizvoda su

Sjedinjene Američke države i Europska unija. Dio tog tržišta je i Hrvatska koja nudi veliki potencijal za uspješan rast ovakvog tipa poljoprivredne proizvodnje.

Ekološki način proizvodnje znatno je restriktivniji u korištenju pesticida i gnojiva nego konvencionalna i integrirana biljna proizvodnja. Ukoliko se sve potrebne regulative ispune, kontrolna tijela izdaju certifikat koji proizvođaču omogućuje da na svoj proizvode stavi oznaku 'Ekoproizvod' (Mešić i sur. 2016.).

Cilj rada je, uz teorijske odrednice ekološke poljoprivrede, dati uvid u karakteristike zaštite protiv bolesti i štetnika u ekološkoj poljoprivredi, spominjući zakonski okvir, ali i trendove koji su prisutni u ekološkom uzgoju. Prilikom izrade diplomskog rada detaljno je analizirana domaća i strana literatura.

## 2. EKOLOŠKA POLJOPRIVREDA I PROIZVODNJA

Ekološka poljoprivreda, također nazvana biološka ili organska poljoprivreda, definirana je od strane Međunarodne federacije ekoloških poljoprivrednih pokreta (IFOAM) kao „*produktivni sustav koji održava zdravlje tla, ekosustava i ljudi*“ (IFOAM - <http://www.ifoam.org>)

Prema Puđak i Bokan (2011.) ekološka poljoprivreda je „*poljoprivredna metoda koja proizvodi hranu iz zdrave i cjelovite zajednice zemlje i biljaka bez upotrebe mineralnih gnojiva, GM organizama, pesticida i drugih sintetičkih kemijskih preparata. Ekološka poljoprivreda dugoročno poboljšava kvalitetu tla i doprinosi povećanju biološke raznolikosti.*“

Koncept organske poljoprivrede seže od početka dvadesetog stoljeća i potkrijepljen je potrebom rješavanja dugotrajnih problema – erozije i iscrpljivanja tla, gubitka raznolikosti vrsta, pogoršanja kvalitete hrane i stočne hrane, širenja siromaštva među ruralnim stanovništvom. Organska poljoprivreda, koja se ponekad naziva biološkom ili ekološkom poljoprivredom, kombinira tradicionalne metode uzgoja usmjerene na očuvanje prirode s modernim poljoprivrednim tehnologijama. Naglašava rotiranje usjeva, prirodno suzbijanje štetočina, diverzifikaciju usjeva i stoke te poboljšanje tla dodacima komposta te životinjskim i zelenim gnojivima. (IFOAM - <http://www.ifoam.org>)

Ekološka poljoprivreda poznata je kao ekološki prihvatljiv proizvodni sustav koji integrira tradicionalne, moderne i inovativne tehnike u cilju promicanja biološke raznolikosti, bioloških ciklusa i biološke aktivnosti tla uz minimalnu upotrebu inputa izvan farme. Slijedom toga, ista koristi kulturne prakse s ciljem održavanja ili poboljšavanja zdravlja tla, održivog upravljanja vodom i otpadom, ograničenja korištenja fosilne energije, usvajanja uravnoteženih pristupa hranjivim tvarima za ograničavanje ispiranja hranjivih tvari u podzemne vode i zasljanjivanja tla te podržati mehaničku i biološku kontrolu štetnika (Dorais, 2019.).

Prema IFOAM ( <http://www.ifoam.org>) organska poljoprivreda temelji se na četiri principa:

### 1. Zdravlje

Potrebno je održavati i poboljšavati zdravlje tla, biljaka, životinja, ljudi i planete.

### 2. Ekologija

Potrebno je temeljiti se prema živim ekološkim sustavima i ciklusima, raditi s njima, oponašati ih i održavati „zdravima“.



### 3. Poštenje

Potrebno je graditi odnose koji osiguravaju pravednost u pogledu zajedničkog okruženja i životnih prilika.

### 3. Skrb

Potrebno je upravljati na oprezan i odgovoran način kako bi se zaštitila zdravlje i dobrobit sadašnjih i budućih generacija i okoliša.

Nadalje, prema Uredbi Vijeća (EZ) br. 834/2007 (2007.), ekološka proizvodnja ima za cilj:

1. Uspostaviti održivi sustav upravljanja poljoprivredom
2. Uspostaviti proizvodnju proizvoda visoke kvalitete
3. Uspostaviti proizvodnju široke palete hrane i drugih poljoprivrednih proizvoda koji mogu odgovoriti na potražnju potrošača upotrebom procesa koji ne štete okolišu, zdravlju ljudi, zdravlju biljaka ili životinja i dobrobit i u globalu.

S prethodno navedena 3 cilja slažu se Alsanius i sur. (2019.), koji smatraju kako se organski proizvodi često doživljavaju sigurnijim i promotivnijim za zdravlje potrošača u usporedbi s proizvodima iz konvencionalnih ili integriranih proizvodnih sustava. S navedenim se slažu i Granatstein i sur. (2010.) te ističu kako se organska poljoprivreda širi diljem svijeta te kako se voće i povrće promovira kao dio zdrave prehrane koji može pomoći u izbjegavanju zdravstvenih problema kao što su pretilost, dijabetes i srčane bolesti. S obzirom na zainteresiranost potrošača za zdraviju i kvalitetniju prehranu povećava se i privlačnost ekološke proizvodnje, odnosno veća je potražnja za proizvodima iz ekološke proizvodnje.

### 3. ZAŠTITA OD BOLESTI I ŠTETNIKA

Prema Litterick i sur. (2002.) strategije zaštite usjeva u ekološkoj poljoprivredi i proizvodnji imaju za cilj spriječiti probleme sa štetnicima, bolestima i korovima kroz optimizaciju sustava usjeva u cjelini. Odabir usjeva i sorti unutar plodoreda i korištenje odgovarajućih uzgojnih praksi ključni su za uspjeh sustava, a u tim situacijama, izravno kurativno djelovanje protiv štetnika i bolesti, rijetko je potrebno.

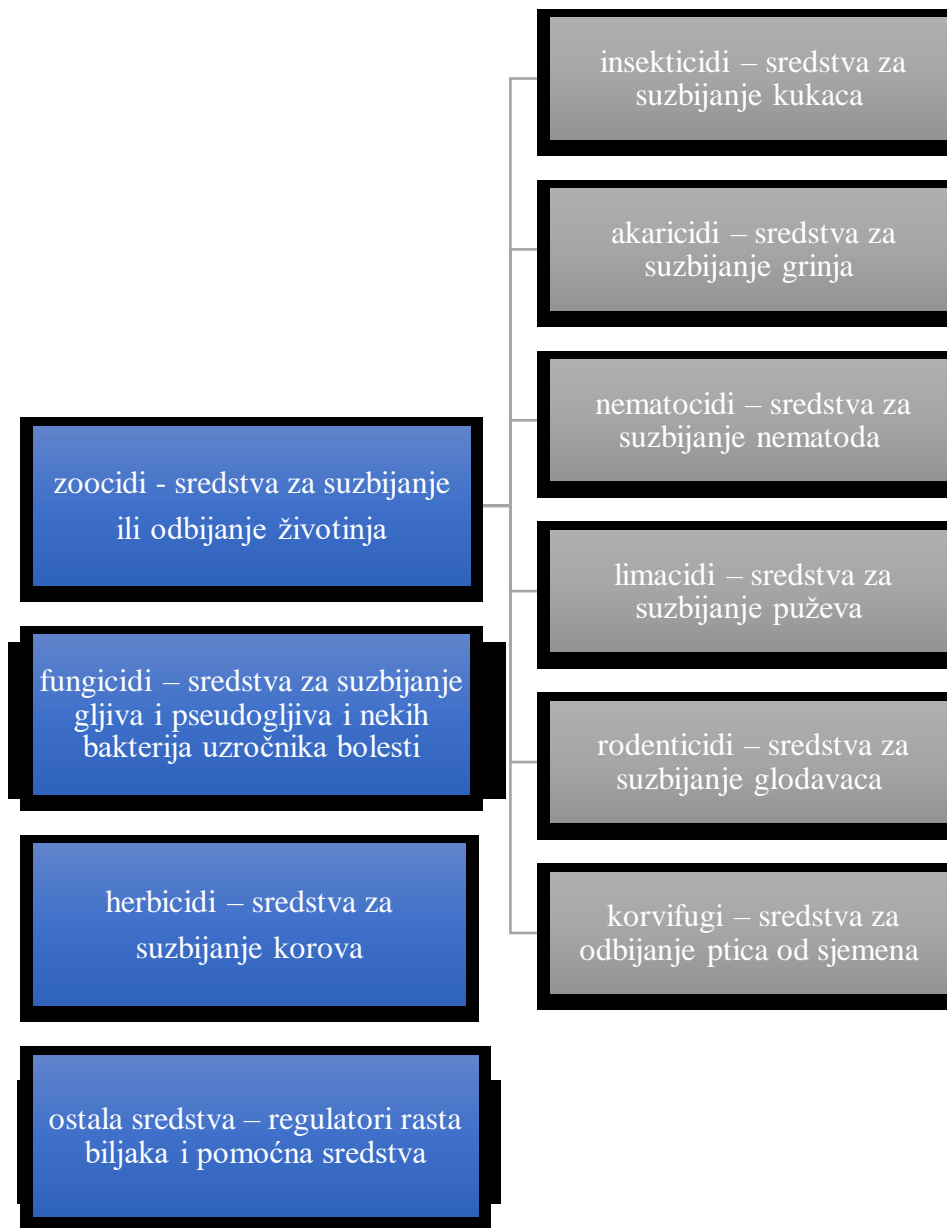
Zaštita biljaka u konvencionalnoj poljoprivredi uvelike ovisi o upotrebi sintetičkih pesticida. Suprotno tome, ekološki se uzgoj općenito oslanja na prevenciju i biološka sredstva za zaštitu bilja, poput rotacije usjeva, međusobnog uzgoja, otpornih sorti, biološke kontrole koja koristi prirodne neprijatelje, higijenske prakse i druge mjere. Ipak, određeni pesticidi odobreni su za uporabu u ekološkoj poljoprivredi. U EU se pesticidi odobravaju nakon opsežne procjene, uključujući niz toksikoloških ispitivanja u studijama na životinjama. Prihvatljive koncentracije ostataka u hrani izračunavaju se iz iste dokumentacije i iz očekivanih koncentracija u skladu s odobrenom uporabom pesticida (Mie i sur., 2017.).

Posljedično, ekološka proizvodnja voća još uvijek uvelike ovisi o metodama izravne kontrole štetnika i bolesti. To uključuje tradicionalne pesticide kao što su bakar, sumpor i vapneni sulfat, piretrin, ulja i preparati sapuna. U novije vrijeme razvijeni su novi spojevi i tehnike za suzbijanje štetočina, uključujući Neem proizvode, virus granuloze i prekid parenja - tehnika upravljanja štetočinama dizajnirana za suzbijanje određenih štetočina insekata uvođenjem umjetnih podražaja koji zbunjuju jedinke i ometaju lokalizaciju partnera i/ili udvaranje, čime se sprječava parenje i blokira reproduktivni ciklus (WSU - [Mating Disruption | WSU Tree Fruit | Washington State University](#)). Novi alati za kontrolu bolesti usredotočeni su na zamjenu bakra (npr. glinenim prahovima i induktorima otpornosti). Uvođenje nove opreme, materijala i sustava dodatno poboljšava stabilnost prinosa (Tamm i sur., 2002.).

Prema Bokulić i sur. (2015.) sredstva za zaštitu bilja dijele se na različite načine. Prema podrijetlu sredstva za zaštitu bilja dijele se na:

- Kemijska sredstva
- Biološka sredstva

Prema vrsti štetnog organizma kojeg se suzbija dijele se na zoocide, fungicide, herbicide i ostala sredstva (Grafikon 1.).



Grafikon 1. Podjela sredstava za zaštitu bilja

(Izvor: izrada autora prema Bokulić i sur., 2015.)

Najveći problemi pri zaštiti ekoloških proizvoda javljaju se u voću i povrću. Prema Tamm i sur. (2002.) ključni štetnici i bolesti jabuke i kruške uključuju krastavost, čađavu mrlju i plamenjaču, kao i ružičastu jabučnu lisnu uš te kruškovu sisaljku. Kod trešnje, oštećenja od smeđe truleži (*Monilia*) i višnjeve voćne muhe čine ekološku proizvodnju gotovo

neizvedivom. U idealnom organskom sustavu moraju se provesti sve moguće mjere koje dovode do poboljšanja stabilnosti sustava.

U proizvodnji voća takve mjere uključuju.

1. korištenje otpornih sorti
2. aktivno promicanje grabežljivaca
3. sanitarnu zaštitu
4. upravljanje mikroklimom
5. jačanje sustava samoobrane

Svake godine postoje sve jači pritisci na zakonodavstvo EU da se smanji uporaba pesticida, a neki zastupaju tezu kako bi ih do 2035. godine trebalo u potpunosti ukinuti. U 2017. godini od 385 pesticida, 26 je bilo odobreno za uporabu u organskoj poljoprivredi (Mie i sur., 2017.).

### **3.1. Dozvoljena sredstva za zaštitu bilja sukladno Zakonu o ekološkoj proizvodnji**

U ekološkoj proizvodnji dozvoljeno je upotrebljavati sredstva za zaštitu bilja prema propisima za zaštitu bilja (Tablica 1.).

*„Dopuštene biološke i biotehničke mjere za suzbijanje štetnih organizama su uporabe:*

*- prirodnih neprijatelja štetnika poljoprivrednog bilja (predatori, parazitoidi)*

*- feromona (feromonske klopke), kada se ne primjenjuju izravno na biljke*

*- repelenata (nekemijska sintetska odbojna sredstva)*

*- klopki za kukce, obojenih posuda, obojenih ljepljivih ploča te ljepljivih vrpca*

*- mehaničkih sredstava kao što su ograda za puževe, svjetlećih noćnih lovki, mreža, koprena i klopki te sterilnih mužjaka, ako drugi zahvati nisu uspješni, ali samo uz dopuštenje kontrolnog tijela.“ (Bokulić i sur., 2015.).*

Tablica 1. Dozvoljena sredstva za zaštitu biljaka u ekološkoj poljoprivredi

(Izvor: izrada autora)

<b>NAZIV</b>	<b>OPIS</b>
<b>Azadirachtin iz <i>Azadirachta indica</i></b> (Neem)	Insekticid
<b>Pčelinji vosak</b>	Upotreba kod rezidbe drveća
<b>Želatina</b>	Insekticid
<b>Hidrolizirana bjelančevina</b>	Mamac (koristi se samo u dozvoljenoj uporabi u kombinaciji s drugim prikladnim proizvodima)
<b>Lecitin</b>	Fungicid
<b>Ekstrakt (vodena otopina) iz <i>Nicotiana tabacum</i></b>	Insekticid
<b>Biljna ulja (npr. ulje od metvice, crnogorične smole, kima)</b>	Insekticid, akardicid, fungicid i tvar za ometanje rasta klica
<b>Piretrin ekstrahiran iz buhača <i>Chrysanthemum cinerariaefolium</i></b>	Insekticid
<b>Kvazije ekstrahirane iz <i>Quassia amara</i></b>	Insekticid
<b>Repelent Rotenon ekstrahiran iz <i>Deris spp.</i> i <i>Lonchocarpus spp.</i> i <i>Terphrosia spp.</i></b>	Insekticid (potrebno odobrenje nadzorne stanice)

<b>Mikroorganizmi (bakterije, virusi i gljivice) npr. <i>Bacillus thuringiensis</i>, virus granuloze itd.</b>	Samo prerađevine; zabranjena upotreba genetski preinačenih organizama
<b>Bakar u obliku bakrenog hidroksida, bakrenog oksiklorida, trobaznog bakrenog sulfata, bakrenog oksida</b>	Fungicid (potrebno odobrenje nadzorne stanice)
<b>Etilen</b>	Upotreba kod dozrijevanja banana
<b>Kalijev sapun (mazivi sapun)</b>	Insekticid
<b>Vapneni sulfat (kalcijev polisulfid)</b>	Fungicid, insekticid, akaricid (potrebno odobrenje nadzorne stanice)
<b>Kalijev permanganat</b>	Fungicid, baktericid
<b>Parafinsko ulje</b>	Insekticid, akaricid
<b>Mineralna ulja</b>	Fungicid, insekticid

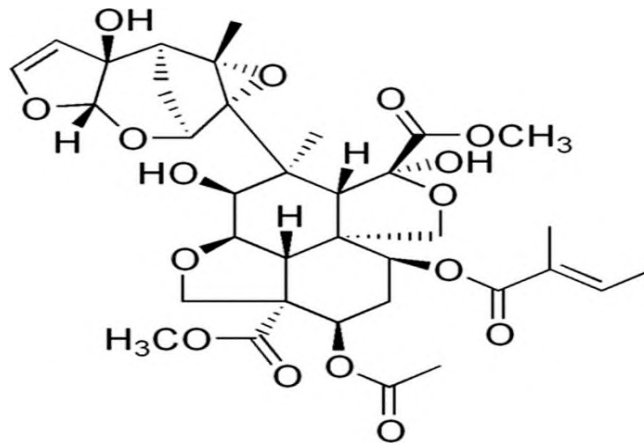
### 3.1.1. Azadirachtin iz *Azadirachta indica* (Neem)

Među različitim alternativama načinima suzbijanja štetnika sve više je interesa za korištenje spojeva biljnog podrijetla, zvanih alelokemikalije. Trenutno je azadirachtin, tetranortriterpenoid dobiven iz sjemena Neema indijskog stabla Neem (*Azadirachta indica* L.), jedan od istaknutih biopesticida koji se komercijalizira postaje jedan od najuspješnijih botanički pesticid u organskoj poljoprivrednoj proizvodnji u cijelome svijetu. Azadirachtin je moćan ometač rasta insekata s iznimno niskom rezidualnom snagom i niskom toksičnošću za biokontrolu, grabežljivce i parazitoide. Insekticid je širokog spektra, djeluje kao sredstvo odvracanja od hranjenja te se koristi za kontrolu raznih vrsta poljoprivrednih štetnika (Kilani-Morakchi i sur., 2021).

Azadirachtin je pokazao izuzetnu selektivnost s niskom toksičnošću za sisavce te je pokazao LD50 vrijednost veću od 5000 mg/kg što spada u klasu U (mala vjerojatnost da predstavlja akutnu opasnost) prema WHO ocjeni toksičnosti. Azadirachtin je registriran u Sjedinjenim Američkim Državama kao pesticid opće uporabe s toksikološkom klasom Agencije za zaštitu okoliša (EPA) kao relativno netoksičan. Smatra se kako Azadirachtin nije autogen i lako je razgradiv te je siguran za korisne organizme (Celestino i sur., 2014.).

Prema Direktivi Europske unije (2007.) Azadirachtin je „...*upotrebljiv samo: na majčinskim biljkama za proizvodnju usjeva i na roditeljskim biljkama za proizvodnju drugog materijala za ispitivanje i vegetativnim pokusima; kod ukrasnih biljaka potrebno je odobrenje nadzorne stanice ili tijela.*“

Kada je riječ o kemijskoj strukturi Azadirachtina (Slika 1.) prema Baligar i sur. (2014.) ovaj tetranortriterpenoid je glavni aktivni sastojak izoliran iz sjemenke jezgre Neema.



Slika 1. Kemijski sastav Azadirachtina

(Izvor: Baligar i sur., 2014.)

### 3.1.2. Pčelinji vosak

Među prirodnim pripravcima za zaštitu bilja javlja se i pčelinji vosak koji se može definirati kao „organska tvorevina koja se uglavnom sastoji od estera masnih kiselina i alkohola, parafinskih ugljikovodika (alkana) i slobodnih masnih kiselina, uz razne druge spojeve i nečistoće u tragovima. Na tržištu se obično pojavljuje kao žuti ili bijeli vosak, a prema boji, kvaliteti i svojstvima može se razlikovati nekoliko tipova. Posebno se cijeni bijeli vosak zbog estetskog izgleda te mehaničkih, toplinskih i drugih svojstava.“ (Sučić, 2014.).



Slika 2. Pčelinji vosak u rezidbi

(Izvor: Tesa Paulić)



Pčelinji vosak koristi se kod debljih presjeka nakon rezidbe (Slika 2.) koje je potrebno zaštititi od prodora bolesti i štetočina (www. agroklub/Simović, 2019.).

Pčelinji vosak je u potpunosti nerazgradiv u vodi, pa je samim time pogodan za zaštitu drva, ukoliko se na površini formira sloj dovoljne debljine, zatvarajući pritom površinu. Ako se nanese pretanak sloj pčelinjeg voska dolazi do dobre zaštite drva od utjecaja vlage iz zraka, no takav sloj nije otporan na vodu. Vosak formira elastičan film, koji se može polirati do visokog sjaja. Pčelinji vosak moguće je miješati sa skoro svim drugim voskovima, ali i biljnim uljima, primjerice sa lanenim uljem. Također, uz zagrijavanje se miješa i sa mineralnim uljima (Sučić 2014.).

### **3.1.3. Hidrolizirana bjelančevina**

Hidrolizirana bjelančevina ili proteinski hidrolizat (PHs) uključuje složenu skupinu biostimulansa koji su definirani kao mješavine polipeptida, oligopeptida i aminokiselina koje se proizvode iz izvora proteina djelomičnom hidrolizom. Općenito se klasificiraju temeljem podrijetla proteina odnosno mogu biti životinjskog ili biljnog porijekla a po metodi proizvodnje može biti kemijska ili enzimaska hidroliza (Cola i sur., 2015.).

Podrijetlo i prihvaćena metoda hidrolize snažno utječu na specifični sastav hidrolizirane bjelančevine i ovaj aspekt treba pažljivo uzeti u obzir pri usporedbi doziranja i načina primjene za različite formulacije. Osim navedenog, smatra se kako hidrolizirana bjelančevina uključuje i tragove drugih organskih (lipida, ugljikohidrata, fenola, poliamina itd.) i anorganskih spojeva (mineralnih elemenata) koji djelomično mogu doprinijeti biostimulacijskoj aktivnosti biljaka (Pecha i sur., 2012.).

Istraživanje Cola i sur. (2015.) pokazalo je kako primjena hidrolizirane bjelančevine u ekološkoj poljoprivredi potiče vegetativnost, rast i unos makro i mikro nutrijenata u nekoliko hortikulturnih usjeva, što rezultira povećanom produktivnosti usjeva. Osim navedenog primjena otopine hidrolizirane bjelančevine smanjila je koncentraciju nitrata u stakleniku za uzgoj zelene salate za 29% u usporedbi s onima pri čijem se tretmanu koristila anorganska gnojidba.



### 3.1.5. Ekstrakt (vodena otopina) iz duhana (*Nicotiana tabacum*)

Duhan (*Nicotiana tabacum* L.) je jednogodišnja zeljasta biljka (Slika 4.) koja potječe iz porodice Solanaceae (Al Laham i sur., 2020.).

Kao najvažniji spoj navedene biljke smatra se nikotin koji se nalazi u listovima *Nicotiana tabacum* i *Nicotiana rustica* od 2-14 % te također u *Duboisia hopwoodii* i *Asclepias syriaca*. Nikotin je najvažniji s oko 97 % među svim ostalim spojevima koji se nalaze u duhanu, a druga dva spoja s insekticidnom vrijednošću su nornikotin i anabazin. Nornikotin se nalazi u 1-2 % izbojaka *Anabasis aphylla* i oko 1 % u *Nicotiana glauca*. Nikotin i druga dva srodna alkaloida, nornikotin i anabazin, sinaptički su otrovi koji oponašaju neurotransmiter acetilkolin. Alkaloidi su znatno hlapljivi i bazični, dok je nikotin sulfat stabilniji i manje hlapljiv. On je ujedno i otrov koji utječe na živčani sustav, iznimno je toksičan kada se apsorbira kroz kutikulu, unese kroz dušnik ili kada se proguta. Zbog ekstremne toksičnosti čistog nikotina za sisavce i njegove brze dermalne apsorpcije kod ljudi, upotreba nikotina je u padu (Nayak, 2020.).



Slika 4. *Nicotiana tabacum*

(Izvor: [www.carnimundo.com](http://www.carnimundo.com))

Prema Al-Lahham i sur. (2020.) 60 % -tni metanolni ekstrakt lista *Nicotiana tabacum* pokazao je antibakterijsko djelovanje protiv šest od devet bakterijskih izolata u koncentraciji od 25 mg/ml. Koristi se isključivo na početku ili u prijelaznom razdoblju uz odobrenje nadzorne stanice ili tijela i samo protiv lisne uši kod tropskih i suptropskih biljaka.

### 3.1.6. Piretrin ekstrahiran iz buhača (*Chrysanthemum cinerariaefolium*)

Piretrin je insekticid koji ima sposobnost brzog djelovanja odnosno već nakon par minuta nakon kontakta s kukcem izaziva obaranje ili takozvani „knock down“ efekt, a nakon nekoliko sati izaziva ugibanje (Gunasekara, 2004.). Prema Nayak (2020.) insekticidno djelovanje piretrina karakterizira brzi učinak ugibanja kod letećih insekata. Primijećeno je da piretrin ne djeluje jednako u svim dozama. Prilikom korištenja premalih doza, primijećeno je da dolazi do oporavka tretiranih insekata. Oporavak je posljedica brze enzimske detoksikacije u tijelu kukca. Kako bi se postigla smrtnost koja je ekvivalentna efektu degradacije, može biti potrebno trostruko povećanje doze.



Slika 5. *Chrysanthemum cinerariaefolium*

(Izvor: [www.greeninstitute.ng](http://www.greeninstitute.ng))

Nastavno, poznato je da spojevi kao što su piperonil butoksid, propil izom i sulfoksid inhibiraju enzime za detoksikaciju i povećavaju toksičnost piretroida. Uočeni simptomi su hiperaktivnost i konvulzije kod većine insekata kao rezultat neurotoksičnog djelovanja piretrina, koji blokiraju naponsko regulirane natrijeve kanale u živčanim aksonima. Piretrini su osjetljivi na UV zračenja, što uvelike ograničava njihovu upotrebu na otvorenom (Nayak, 2020.).

Piretrin se koristi kod suzbijanja širokog spektra kukaca kao što su: biljne stjenice, gusjenice, lisne uši, krpelji, komarci, obadi, stršljeni i sl. Kada je riječ o primjeni, potrebno ju je obavljati za vrijeme slabe sunčeve svjetlosti, odnosno u ranim jutarnjim ili kasnim popodnevnim satima kako se primijenjen piretrin ne bi brzo razgradio. Također, važno je naglasiti da se prskanje obavlja u vrijeme kada nema pčela, odnosno, kad iste ne lete s obzirom da je piretrin iznimno toksičan za pčele (Gunasekara, 2004.).

### **3.1.7. Kvizije ekstrahirana iz *Quassia amara***

*Quassia amara* je tropsko drvo koje sadrži kemijske tvari otrovne za insekte (Gouli i sur., 2015.).



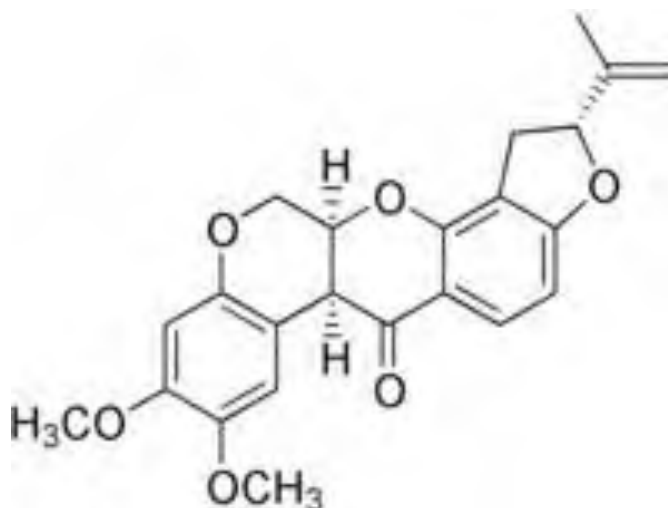
Slika 6. *Quassia amara*

(Izvor: [www.monaconatureencyclopedia.com](http://www.monaconatureencyclopedia.com))

U laboratorijskom pokusu Bruggen (1991.) 0,5 i 1,0 % vodenih ekstrakata *Quassia amara* rezultiralo je s >95 % smrtnosti lisnih uši *Macrosiphum avenae* (*Sitobion avenae*) i *Rhopalosiphum padi* 24 sata nakon primjene. U poljskim pokusima 1988. i 1989. tretiranje pšenice ekstraktima *Quassia amara* značajno je smanjilo broj lisnih uši po klipju, s 10 lisnih uši po klipju prije prskanja, na 1,1 lisne uši po klipju, 24 sata nakon prskanja.

### 3.1.8. Repelent Rotenon ekstrahiran iz *Derris* spp., *Lonchocarpus* spp. i *Terphrosia* spp.

Rotenon (Slika 7.) je prirodni insekticid koji se ekstrahira iz korijena nekoliko različitih biljaka koje rastu u tropima (Vacacela Ajila i sur., 2020.). Rotenon je glavni insekticidni spoj prisutan u korijenu biljaka *Derris* i *Lonchocarpus* te u lišću i sjemenu biljaka *Terphrosia*. Rotenon je insekticid širokog spektra koji je kristalni ketonski kemijski spoj bez mirisa i boje (Slika 7.). Iako se Rotenon javlja u čak 68 vrsta mahunarki, kao glavni komercijalni izvori navode se *Derris elliptica* i *Derris malaccensis* iz Malezije te *Lonchocarpus utilis* i *Derris urucu* iz Južne Amerike. Među najvažnijim toksinima, u korijenu i sjemenu biljke, rotenon je glavni spoj koji se javlja u korijenima *Derrisa* (4-9 %) i *Lonchocarpus* (8-11 %). Ostali toksični spojevi su elipton, sumatrol, malaccol, toxicarol i deguelin. Rotenon ima različite bihevioralne i fiziološke učinke na kukce (Nayak, 2020.).



Slika 7. Rotenon molekula

(Izvor: [www.livingwithbugs.com](http://www.livingwithbugs.com))

Važno je istaknuti da, iako rotenon pokazuje umjerenu do nisku toksičnost kao vrtni insekticid, vrlo je toksičan za ribe i beskralješnjake te je izvorno korišten kao pomoć u ribolovu (Vacacela Ajila i sur., 2020.). Korijen Derrisa je dobro poznati otrov za ribe. Vrlo je specifičan jer je iznimno toksičan za ribe i većinu vrsta kukaca, ali gotovo bezopasan za toplokrvne životinje, osim svinja (Nayak, 2020.). Danas ga uzgajivači najviše koriste kao prirodni insekticid, a ribari za ubijanje neželjene, neautohtone ribe iz jezera (Vacacela Ajila i sur., 2020.).

Osim navedenog, u prisutnosti svjetlosti i zraka, oksidira se u neinsekticidni spoj i stoga je teško pronaći ostatke rotenona nakon 5 do 10 dana primjene na normalnoj sunčevoj svjetlosti. Insekti otrovani rotenonom prestaju se hraniti, što dovodi do njihove smrti zbog gladovanja i otežanog disanja (Nayak, 2020.).

### **3.1.9. Bakar u obliku bakrenog hidroksida, bakrenog oksiklorida, trobaznog bakrenog sulfata i bakrenog oksida**

Spojevi bakra stoljećima se koriste zbog svog antimikrobnog djelovanja. U poljoprivredi se bakreni sulfat, bakreni oksiklorid i bakreni hidroksid intenzivno koriste kao fungicidi, algicidi i moluscicidi. Bakar sulfat može se naći u proizvodima kao što su Agritox, Basicap, BSC bakreni fungicid, CP bazični sulfat i tri-bazni bakreni sulfat. Ovi proizvodi se redovito primjenjuju na usjeve kao što su riža, agrumi, orasi, grožđe i rajčica (Barnett i Brundage, 2010.).

*„Ključna razlika između bakrenog hidroksida i bakrenog oksiklorida je u tome što je bakrov hidroksid anorganski spoj, dok je bakrov oksiklorid organski spoj. I bakreni hidroksid i bakreni oksiklorid važni su kao fungicidi. Bakar oksiklorid je koristan uglavnom kao fungicid dok je bakreni hidroksid alternativa fungicidima. Bakar hidroksid se također koristi u proizvodnji rajona, celuloznog vlakna. Bakrov hidroksid je plavkasto-zelena krutina, dok je bakrov oksiklorid zelena kristalna krutina“ (Parveen i sur., 2011.).*

Bakreni pesticidi su skupina mnogih različitih spojeva koji imaju neki zajednički oblik bakra kao aktivni sastojak. Ovi spojevi imaju zaštitno djelovanje protiv nekoliko bakterijskih i gljivičnih bolesti. Iako su bakreni pesticidi jedna od najstarijih klasa fungicida, oni se i danas koriste za suzbijanje mnogih različitih bolesti. Kombinacija širokog spektra djelovanja,

sposobnosti da izdrži česte vlažne vremenske prilike i jeftine cijene čini ovu skupinu spojeva vrijednom u programima suzbijanja štetočina (Pscheidt i Ocamb, 2022.).

### **3.1.10. Kalijev sapun (mazivi sapun)**

Kalijev sapun (mazivi sapun) nastaje iz kombinacije masti biljnog podrijetla pomiješanih s alkalnim proizvodima s pH vrijednošću većom od 7, kako bi se postigla solubilizacija. Različite često korištene alternative mogu se koristiti kao biljne masti, poput maslinovog ulja, kokosovog oraha, soje, suncokreta, kukuruza, palme itd. Kako su ove vrste masti izrazito masne i ljepljive, kada se pomiješaju sa tvarima za otapanje, kao što je kalijev hidroksid, dobiva se potpuno tekući konačni proizvod koji je pogodan za folijarnu primjenu. Otopina kalijevog sapuna nepovoljno utječe na insekte. Osobito je djelotvoran u borbi protiv lisnih ušiju, brašnastih buba, bijele mušica i insekata s mekim kutikulama. Kalijev sapun zatvara organe za disanje mekokožnih kukaca i uzrokuje gušenje te omekšava i nagriza kutikulu insekata pa se životinje osuše na suncu, kao npr. ličinke muha (www. agroklub/Dragović, 2015.).

Kalijev sapun primjenjuje se uz pomoć prskalice pri čemu je važno voditi računa da se cijela biljka impregnira tekućinom, posebice donja strana lišća. Prskanje se ponavlja svaka 2 dana dok se ne vidi napredak. Tjedan dana nakon prskanja, biljke bi valjalo poprskati čistom vodom kako bi isprali ostatke kalijevog sapuna i uginule insekte. Ovaj proizvod, primijenjen nekoliko puta na usjev, može u potpunosti suzbiti štetočine koje je inače teško ukloniti (Valdes, 2018.).

### **3.1.11. Vapneni sulfat (kalcijev polisulfid)**

Primjena vapnenog sulfata uobičajena je praksa koja se koristi za suzbijanje štetočina člankonožaca u organskoj proizvodnji voća (Vacacela Ajila i sur., 2020.).

Ovo učinkovito sredstvo za zaštitu primjenjuje se rano u sezoni kad počinje rast. Vapneni sumpor se može koristiti s uljem kako bi se povećao prodor kaustičnog sumpora u površinu zaraženih tkiva. Kad se pojavi zeleno tkivo, ovaj pripravak se ne smije koristiti kako sumpor ne bi ušao u tkivo biljke. Količina sumpornog vapna pri prskanju treba se postepeno smanjivati kada je zeleno tkivo izloženo. Vrlo je učinkovito protiv bolesti koje prezimljuju na



domaćinu. Također, djelotvornost je uočena i protiv mnogih štetnika koji prezimljuju na biljci. Vapneni sumpor registriran je za upotrebu na većini voća, ali se najčešće koristi na sitnom voću. Koristi se na kupini za suzbijanje antraknoze i plamenjače. Kod borovnica suzbijaju se bolesti fomopsisa i antraknoze grančica. Na grožđu je učinkovit protiv crne truleži i pepelnice. Vapneni sumpor također se koristi u jabukama, kruškama, breskvama i trešnjama (Longstroth, 2011.)

### **3.1.12. Kalijev permanganat**

Kalijev permanganat ( $\text{KMnO}_4$ ) je moćno sredstvo koje se široko koristi kod svježih poljoprivrednih proizvoda kao sredstvo za odgodu sazrijevanja nakon žetve (Álvarez-Hernández i sur., 2019.).

Osim navedenog, kalijev permanganat poželjan je preoksidans za uklanjanje cijanobakterija jer se lako primjenjuje i kroz povijest se koristio razrijeđen u vodi. Permanganat je učinkovit u oksidaciji anorganskih i organskih tvari, a njegov reducirani produkt, manganov dioksid, dobar je adsorbent koji se koristiti za uklanjanje teških metala iz vode i tla (Piezer i sur., 2019.).

### **3.1.13. Biljni pesticidi na bazi eteričnih ulja**

Pesticidi na bazi biljnih eteričnih ulja ili njihovih sastojaka pokazali su učinkovitost protiv niza štetnika uskladištenih proizvoda, štetnika koji se hrane krvlju i određenih poljoprivrednih štetnika mekog tijela, kao i protiv nekih biljnih patogenih gljivica odgovornih za bolesti prije i poslije žetve. Mogu se primjenjivati kao fumiganti, granulirane formulacije ili izravni sprejevi s nizom učinaka od smrtonosne toksičnosti do odbijanja i/ili odvrćanja polaganja jaja kod insekata (Isman i Machial, 2006.).

Razna eterična ulja dobivaju se iz različitih biljaka kao što su eugenol iz klinčića, *Eugenia cryophyllus* (Sprengel), 1,8-cineol iz eukaliptusa, *Eucalyptus globus* (Labill *globus*), Citronella limunska trava, *Cymbopogon nardus*, timol i karvakrol iz timijana, *Thymus vulgaris*, Pulegone iz *Pennyroyala* – vrsta mente, *Mentha pulegium*, oleoresin iz đumbira, *Zingiber officinale* (Roscoe) (Nayak, 2020.).

### 3.2. Biološko-dinamički preparati s pesticidnim djelovanjem

Jedan od biološko- dinamičkih preparata s pesticidnim djelovanjem je svakako pepeo insekata i ostalih životinja. Isti je prije aplikacije potrebno pomiješati s pijeskom iz razloga što je veća djelotvornost u sprječavanju pojave korova i parazita (Mihajlović i Bajčetić, 2013.).

Osim navedenog, u literaturi se navodi i voda u kojoj su potapani insekti. Ista se dobiva na način da se skupi određeni broj insekata koje je potom potrebno držati umočene u vodi nekoliko dana. Nakon toga, voda se razrijedi i njom prska po napadnutim biljkama. Živim insektima navedena voda "zaudara na smrt". Najveći učinak vidljiv je kod rane faze napada krumpirove zlatice (Mihajlović i Bajčetić, 2013.).

Prema Mihajlović i Bajčetić (2013.) svoju svrhu ima i voda u kojoj je nekoliko dana natapana samljevena kora drveća kao što su jabuka, hrast, orah, i dr. Smatra se da je učinak utemeljen na mikroorganizmima predatora koji žive na korama raznog drveća i posjeduju sposobnost regulacije uzročnika biljnih bolesti.

Određeni biljni ekstrakti za proizvodnju biljnih tonika ne djeluju ni kao izravni niti kao neizravni pesticidi. Uz njihovu pomoć, biljka sama postaje otporna na napad bolesti i štetnika. Trenutno su najpoznatiji biljni pripravci od koprive, „koprivina juha“ i ekstrakt smeđih algi (*Ascophyllum nosodum*). Upravo ekstrakti smeđih algi sadrže obilje mikroelemenata, hormona rasta i vitamina, a trenutno su na tržištu najpoznatiji „Polymaris“, „Algifert“, i „Oscorna Pflanzenstaerkung“. Preporučena doza pri upotrebi iznosi 0,8—1 % otopine.

Još jedan zanimljivi biološko-dinamički preparat je svakako pesticid od koprive. Pesticid od koprive radi se tako da se određena količina koprive zakuha 20-30 minuta u vodi, nakon čega se promiješa i ostavi 1 dan da odstoji. Nakon toga, prethodno pripremljenoj otopini se dodaje tekući sapun, omjera 100:1. Neposredno prije korištenja, otopina se dodatno razrijedi s vodom u omjeru 1:4. Osim navedenog, moguće je dodati mlijeko, smeđi šećer ili smeđi sapun zbog boljeg zadržavanja na listovima. Pesticid od koprive koristi se protiv lisnih uši i gusjenica ([www.agroklub.com](http://www.agroklub.com)).

### 3.3. Suzbijanje korova

Ekološki proizvođači korov smatraju jednim od najzahtjevnijih, najdugotrajnijih i najskupljih proizvodnih problema (Cai i Gu, 2016.). S navedenim se slaže i Barberi (2002.) koji ističe kako se korovi često prepoznaju kao najozbiljnija prijetnja ekološke proizvodnje i uzrokuju strah od neučinkovite kontrole korova koju poljoprivrednici često doživljavaju kao jednu od glavnih prepreka u prelasku s konvencionalnog na ekološki uzgoj. Upravljanju korovom često se pristupa iz redukcionističke perspektive, npr. usredotočuje se isključivo na usporedbu između vrsta i prilagodbu oruđa za mehaničku kontrolu korova u danom usjevu. Ovaj konvencionalni pristup zanemaruje holističku prirodu ekološke poljoprivrede koja je odavno prepoznata kao stup dizajna stvarnih, učinkovitih sustava ekološke proizvodnje usjeva (Barberi, 2002.).

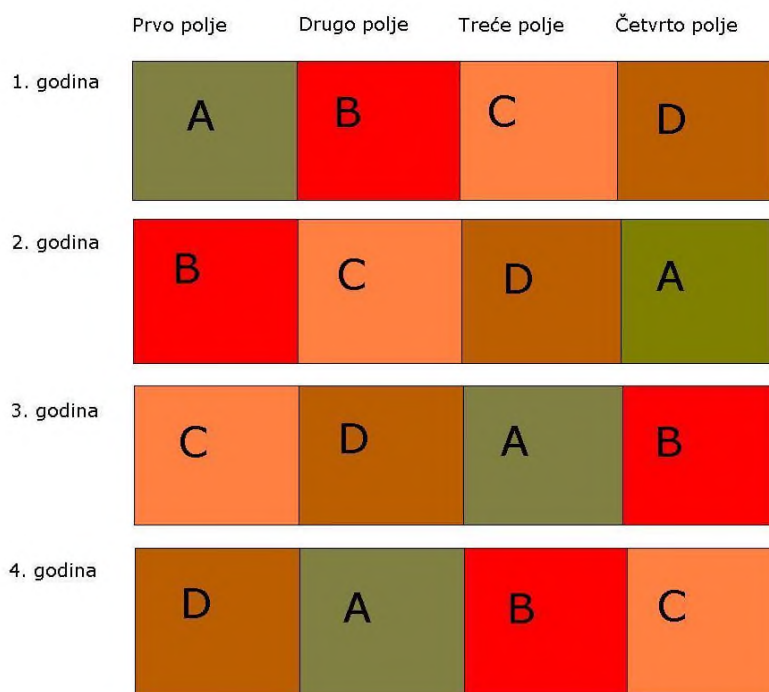
S obzirom na navedeno, te činjenicom kako značaj ekološke proizvodnje raste, ujedno raste i potreba za novim bioherbicidima za suzbijanje korova. Potencijalni bioherbicidi mogu se razviti iz patogena, prirodnih proizvoda i ekstrakata prirodnih materijala. Gljivični i bakterijski patogeni su dvije važne vrste mikrobnih agenasa koji se mogu koristiti kao bioherbicidi. Nusprodukti prirodnih izvora kao što su suhi trop žitarica (DDGS), brašno od kukuruznog glutena (CGM) i brašno sjemenki gorušice (MSM) pokazali su herbicidno djelovanje u suzbijanju mnogih vrsta korova. Neki ekstrakti eteričnog ulja također su pokazali bioherbicidni potencijal. Učinkovitost bioherbicida glavni je ograničavajući čimbenik za njegovu primjenu, a na njega mogu utjecati čimbenici okoliša kao što su vlažnost i vlaga, način primjene, spektar bioherbicida i vrsta formulacije. Osim učinkovitosti, troškovi i zabrinutost oko potencijalnih prijetnji ljudskom zdravlju također su ograničenja za uporabu bioherbicida (Cai i Gu, 2016.).

Barberi (2002.) ističe kako idealan pristup upravljanje korovom u organskom uzgoju mora uključivati jedan od dva sljedeća koraka:

- (1) izmjena usjeva kako bi se smanjilo nicanje korova i odabranih problematičnih vrsta
- (2) izravne metode suzbijanja korova (drljanje, okopavanje, suzbijanje korova itd.) u okviru prethodno postavljenog scenarija (redukcionistički korak).

#### 4. PLODORED I HIGIJENA TLA

Prema Yu i sur. (2021.) uzgoj poljoprivrednih usjeva jedan je od najosjetljivijih i najranjivijih sektora u kontekstu klimatskih promjena. Globalno zatopljenje i klimatske promjene znatno otežavaju održavanje kvalitete usjeva, a ekstremno vrijeme uključujući visoke temperature i sušu ili kiše i poplave, rezultira gubitkom prinosa. Ovakve vremenske promjene utječu i na aktivnost korisnih mikroorganizmima u tlu čime se onemogućava razgradnja organske tvari i stvaranje humusa. Cjelokupni glineno-humusni kompleks tla se narušava, utječući tako i na interakcije biotičkih i abiotičkih komponenata te na zdravlje tla i povećanje biljnih bolesti, štetnika, korova i drugih problema koji uvelike utječu na prinos usjeva i ukupnu kvalitetu. Pojedini poljoprivrednici također rade veliku grešku pri nepoštivanju plodoreda, sadeći konstantno iste kulture na istom području. Sadnja iste vrste ili blisko srodnih vrsta dugi niz godina uzrokuje degradaciju kvalitete tla, a zatim i ekološku neravnotežu. To ne samo da dovodi do gubitka hranjivih tvari u tlu i pogoršanja napada štetnika i bolesti, već dodatno pogoršava utjecaj klimatskih promjena na poljoprivredu.



Slika 8. Prikaz plodoreda

(Izvor: Stara vrtlarica: Četveropoljni povrtlarski plodored)

Plodored (slika 8.) podrazumijeva sadnju različitih usjeva na istom zemljištu tijekom uzastopnih ciklusa rasta/sjetve. Mnogi istraživači su otkrili kako plodored može učinkovito poboljšati klimatsku otpornost usjeva kroz poboljšanje dinamike vode, zdravlja tla i bioloških uvjeta u sustavima sadnje. Raznolik plodored može učinkovito poboljšati zdravlje tla i smanjiti utjecaj biljojeda, korova i patogena na usjeve. Čak i u uvjetima suše, raznolik plodored može smanjiti učinke povećanog intenziteta suše i toplinskih valova, osiguravajući da prinos kukuruza i drugih usjeva može odoljeti ekstremnim vremenskim prilikama (Yu i sur., 2021.).

Intenzifikacija poljoprivrede može uključivati pojednostavljene agroekosustava na monokulture usjeva, dok prakse plodoreda, međuusjeva i prateće sadnje održavaju određenu raznolikost usjeva tijekom vremena i prostora. Općenito se pretpostavlja da smanjena raznolikost može utjecati na funkciju ekosustava (Venter i sur., 2016.).

Prema Malézieux i sur. (2019.) u agroekosustavima biološka raznolikost može imati nekoliko pozitivnih učinaka:

1. doprinositi stalnoj proizvodnji biomase i smanjiti rizik od propadanja usjeva u nepredvidivim uvjetima
2. obnoviti poremećene usluge ekosustava, kao što su kruženje vode i hranjivih tvari
3. smanjiti rizik od invazije, štetnika i bolesti kroz pojačanu biološku kontrolu ili izravnu kontrolu štetnika

Prema Malézieux i sur. (2009.) evolucija prirodnih ekosustava kontrolira se visokom razinom biološke raznolikosti, u oštroj suprotnosti, intenzivni poljoprivredni sustavi uključuju monokulturne usjeve povezane s visokim unosom kemijskih gnojiva i pesticida. Intenzivni poljoprivredni sustavi očito negativno utječu na kvalitetu tla i vode te na očuvanje biološke raznolikosti. Alternativno, sustavi usjeva koji se temelje na pažljivo dizajniranim mješavinama vrsta otkrivaju mnoge potencijalne prednosti u različitim uvjetima, kako u konvencionalnoj tako i u ekološkoj poljoprivredi. Potencijalne prednosti plodoreda su:

1. veća ukupna produktivnost tla
2. bolja kontrola štetnika i bolesti
3. bolje funkcioniranje ekosustava – mineralizacija i razgradnja organske tvari
4. veća ekonomska isplativost

## 5. ORGANSKA GNOJIVA

Organska gnojiva su gnojiva koja pomažu stvaranju humusa u tlu uz pomoć odgovarajućih hranjivih sastojaka. Prema definiciji hranjivih sastojaka koje su predstavili Arnon i Hoagland, (1939.) godine, biljka ne može dovršiti svoj ciklus rasta u nedostatku bilo koje hranjive tvari, kao i činjenica da se ni jedna hranjiva tvar ne može zamijeniti s drugom (npr., nedostatak magnezija, ne može zamijeniti dodatak fosfora) (Czekała i sur., 2019.).

Organska gnojiva definiraju se kao gnojiva koja potječu isključivo od raspadnute ili raspadajuće biljke ili životinje. Neki primjeri uobičajenih organskih gnojiva su sirovi ili kompostirani stajski gnoj, kompost bez sintetičkih dodataka, zelena gnojidba i organski ostatci poput sijena mahunarki ili lišća (Khandaker i sur., 2017.).

Poznato je da primjena organskih tvari poboljšava kemijska i fizička svojstva te biološke funkcije tla. Poboljšani fizički uvjeti tla pojačavaju rast korijena olakšavajući unos hranjivih sastojaka. Učinkovitost unosa hranjivih tvari može se definirati kao ukupni oporavak količine elementa u biljci po primijenjenom gnojivu. Štoviše, primjena organskih gnojiva stekla je veću važnost, ne samo zbog utjecaja na kvalitetu tla, već i zbog njegove uloge u sekvestraciji ugljika, ublažavajući atmosfersku razinu CO<sub>2</sub>. Također, zabilježeno je da organska gnojidba utječe na hranjivu kvalitetu usjeva, pojačavajući proizvodnju antioksidativnih metabolita u biljkama (Martínez-Alcántara i sur., 2016.). Prirodna i organska gnojiva su također izvori osnovnih hranjivih sastojaka za biljke (Czekała i sur., 2019.).

Prema Lončarić i sur. (2015.) ističu kako je prednost korištenja organskih gnojiva u odnosu na mineralna u tome što se netopivi dušik i fosfor otpuštaju postepeno te se na taj način ne gube tj. ne dolazi do ispiranja hranjiva, a budući da ne sadrže topive soli mogu primjenjivati u većim količinama bez stresnog utjecaja na biljku.

Prema Hazra (2016.) neke od prednosti organskih gnojiva su:

1. bolja su za tlo; osiguravaju organsku tvar esencijalnu za mikroorganizme, a kvaliteta tla sve je bolja s vremenom
2. mikroorganizmi razgrađuju organsku tvar tla do humusa, samim time biljke lakše usvajaju i koriste hranjive tvari; nema opasnosti od nedostatka koncentracije bilo kojeg elementa
3. minerali su obično prisutni u tragovima i pružaju biljci uravnoteženiju prehranu

4. dugotrajnija su, ne ispiru se iz tla jer se organska tvar veže na čestice tla gdje se nalazi korijenje
5. potrebno je manje primjena, nakon što se postigne zdravo stanje tla lakše je i održavanje
6. kontrolirani rast; ne dolazi do naglog rasta koji može uzrokovati probleme
7. veća otpornost na bolesti i štetnike
8. korisna su za okoliš, neće ostavljati štetne ostatke niti uzrokovati zagađenje uslijed otjecanja iz navodnjavanja ili slijevanja nakon kiša
9. specifičnih su formula, postoji mogućnost prilagodbe formula prema potrebama biljaka

## 7. ZAKLJUČAK

Ne postoji nijedan drugi sektor koji dotiče toliko važnih aspekata zelene ekonomije kao poljoprivreda. Naime, važnost poljoprivrede za čovječanstvo i razvoj na nacionalnoj i globalnoj razini vidljiva je od davnina te ovaj sektor još uvijek predstavlja najvažniji izvor prihoda za većinu svjetskog stanovništva i proizvodi većinu hrane koja nam je potrebna. Konvencionalna poljoprivreda koristi veliki broj inputa kao što su umjetna gnojiva, različiti kemijski preparati u obliku herbicida, pesticida i insekticida i genetski modificiranih organizama. S druge strane, ekološka poljoprivreda temelji se na ideji da je tlo živi sustav pa su sintetički proizvodi u velikoj mjeri isključeni s ekološkog uzgoja. Umjesto navedenog, korištene su nove nekonvencionalne metode, poput prirodnih pripravaka. Naime, ova vrsta poljoprivrede oslanja se na plodored, gnojivo životinjskog podrijetla, zelenu gnojidbu i biološku kontrolu štetnika i bolesti kako bi se održalo zdravlje i produktivnost tla. Nažalost, trenutno u svijetu još uvijek dominiraju kemijske mjere borbe i korištenje kemijskih sredstava. Svjesni smo da takva sredstva i preparati zagađuju okoliš i imaju iznimno štetan utjecaj na tlo, biljni i životinjski svijet i u konačnici na zdravlje čovjeka. Kako bi se spriječile navedene nepovoljne posljedice, razvija se ekološka poljoprivredna proizvodnja koja, zahvaljujući svojim brojnim pozitivnim učincima, postaje sve popularnija u svijetu.

Organski poljoprivrednici koriste modernu opremu, poboljšane sorte usjeva, racionalnije prakse očuvanja tla i vode te najnovije inovacije u hranidbi i rukovanju stokom, a pesticidi za uporabu u ekološkoj proizvodnji moraju biti u skladu sa zakonskim okvirom. Alternativa kemijskim sintetičkim proizvodima podrazumijeva korištenje prirodnih pripravaka i dozvoljenih sredstava za zaštitu bilja sukladno Zakonu o ekološkoj proizvodnji. Neka od najčešće korištenih sredstava u zaštiti protiv bolesti i štetnika su Azadirachtin iz *Azadirachta indica* (Neem), pčelinji vosak, lecitin, biološko-dinamički preparati, kalijev sapun (mazivi sapun), biljni pesticidi na bazi eteričnih ulja i ostali navedeni u ovom radu.

Prioritet ekološke poljoprivredne proizvodnje osim proizvodnje hrane očituje se i u očuvanju zdravlja ekosustava čime se biljkama omogućuje da postanu otporne na napade štetnika i bolesti. Ideja o holističkom pristupu i potpunoj samoodrživosti gospodarstva prisutna u ekološkoj zaštiti bilja trebala bi biti temelj budućnosti poljoprivrede. Nema sumnje da će u bliskoj budućnosti prirodni i biodinamički pripravci naći svoje zasluženo mjesto u borbi protiv bolesti i štetnika.



## 8. POPIS LITERATURE

1. Al-Lahham, S., Sbieh, R., Jaradat, N., Almasri, M., Mosa, A., Hamayel, A., Hammad, F. (2020.) Antioxidant, antimicrobial and cytotoxic properties of four different extracts derived from the roots of *Nicotiana tabacum* L. *European Journal of Integrative Medicine*, 33, 101039.
2. Alsanius, B. W., Von Essen, E., Hartmann, R., Vågsholm, I., Doyle, O., Schmutz, U., Stützel, H., Fricke, A., Dorais, M. (2019.) The “one health”-concept and organic production of vegetables and fruits. *Acta Horticulturae*, 1, 14.
3. Álvarez-Hernández, M. H., Martínez-Hernández, G. B., Avalos-Belmontes, F., Castillo-Campohermoso, M. A., Contreras-Esquivel, J. C., Artés-Hernández, F. (2019.) Potassium permanganate-based ethylene scavengers for fresh horticultural produce as an active packaging. *Food Engineering Reviews*, 11(3), 159-183.
4. Arnon, D.I., Hoagland, D.R. (1939.) A Comparison of Water Culture and Soil as Media for Crop Production. *Science*, Vol 89, Issue 2318, 512-514.
5. Baligar, N. S., Aladakatti, R. H., Ahmed, M., Hiremath, M. B. (2014.) Hepatoprotective activity of the neem-based constituent azadirachtin-A in carbon tetrachloride intoxicated Wistar rats. *Canadian journal of physiology and pharmacology*, 92(4), 267-277.
6. Bàrberi, P. A. O. L. O. (2002.) Weed management in organic agriculture: are we addressing the right issues?. *Weed research*, 42(3), 177-193.
7. Barnett, J.B., Brundage, K.M. (2010.) *Comprehensive Toxicology, Copper-containing compounds (Second edition)*, 467-487.
8. Bokulić, A., Budinšćak, Ž., Čelig, D., Deždek, B., Hamel, D., Ivić, D., Mrnjavčić Vojvoda, A., Nikl, N., Novak, M., Novak, N., Novaković, V., Pavunić Miljanović, Z., Peček, G., Poje, I., Prpić, I., Rehak, T., Ševar, M., Šimala, M., Turk, R. (2015) Priručnik za sigurno rukovanje i primjenu sredstava za zaštitu bilja, *Ministarstvo poljoprivrede, Zagreb*, 40-44.
9. Bretones, M. i Aguilera, F. (2020.) Use of lecithins as a biocide against arthropods. European patent application.
10. Brüggén, K. U. (1991.) Investigations on the effect of aqueous extracts of *Quassia amara* (L.) on cereal aphids. *Journal of Applied Entomology*, 112(2), 211-215.
11. Cai, X., Gu, M. (2016) Bioherbicides in organic horticulture. *Horticulturae*, 2(2), 3.

12. Celestino, D., Braoios, G. I., Ramos, R. G., Gontijo, L. M., Guedes, R. N. C. (2014) Azadirachtin-mediated reproductive response of the predatory pirate bug *Blaptostethus pallescens*. *Biol. Control*. 59, 697–705.
13. Colla, G., Nardi, S., Cardarelli, M., Ertani, A., Lucini, L., Canaguier, R., Roupael, Y. (2015.) Protein hydrolysates as biostimulants in horticulture. *Scientia Horticulturae*, 196, 28-38.
14. Czekala, W., Jeżowska, A., Chełkowski, D. (2019.) The use of biochar for the production of organic fertilizers. *Journal of Ecological Engineering*, 20(1).
15. Dorais, M. (2019.) Organic horticulture. *Horticulture Compendium*, (95536620
16. Europska Unija (2007.) Ekološka proizvodnja i označavanje ekoloških proizvoda, Uredba vijeća (EC), 834/07, 23.
17. Gouli, V. V., Gouli, S. Y., Marcelino, J. A. (2015.). *Concise illustrated dictionary of biocontrol terms*. Academic Press.
18. Granatstein, D., Kirby, E., Willer, H. (2010.). Organic horticulture expands globally. *Chronica horticulturae*, 50(4), 31-38.
19. Gunasekara, A. S. (2004.). Environmental fate of pyrethrins. *Environmental Monitoring Branch, Department of Pesticide Regulation, Sacramento, CA*, 1-19.
20. Hazra, G. (2016.) Different Types of Eco-Friendly Fertilizers: An Overview, *Sustainability in Environment*, ISSN 2470-6388 (Online), 63-66.
21. Isman, M. B., Machial, C. M. (2006.) Pesticides based on plant essential oils: from traditional practice to commercialization. *Advances in phytomedicine*, 3, 29-44.
22. Khandaker, M. M., Jusoh, N., Hafiza, N. A. A. R., Ismail, S. Z. (2017.) The effect of different types of organic fertilizers on growth and yield of *Abelmoschus esculentus*. Moench (Okra). *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 23(1), 119-125.
23. Kilani-Morakchi, S., Morakchi-Goudjil, H., Sifi, K. (2021.) Azadirachtin-based insecticide: Overview, risk assessments, and future directions. *Frontiers in Agronomy*.
24. Litterick, A.M., Stephen, N.H., Watson, C.A., Atkinson, D. (2002.) Research and education in organic agriculture. ISSN : 0020-0735. *Informatore Fitopatologico*, Vol 52: 18-23.
25. Lončarić, Z., Parađiković, N., Popović, B., Lončarić, R., Kanisek, J. (2019.) Gnojidba povrća, organska gnojiva i kompostiranje, *Poljoprivredni fakultet u Osijeku*, ISBN 978-953-7871-36-9, 91-98
26. Longstroth, M. (2011.) Lime sulfur sprays can improve spring disease control. Michigan State University.

27. Malézieux, E., Crozat, Y., Dupraz, C., Laurans, M., Makowski, D., Ozier-Lafontaine, H., Rapidel, B., de Tourdonnet, S., Valantin-Morison, M. (2009.) Mixing plant species in cropping systems: concepts, tools and models: a review. *Sustainable agriculture*, 329-353.
28. Martínez-Alcántara, B., Martínez-Cuenca, M. R., Bermejo, A., Legaz, F., Quinones, A. (2016.) Liquid organic fertilizers for sustainable agriculture: Nutrient uptake of organic versus mineral fertilizers in citrus trees. *PLoS one*, 11(10), e0161619.
29. Mešić, A., Pajač Zivković, I., Židovec, V., Krasnić, M., Čajkulić, A. (2016.) Ekološka biljna poljoprivredna proizvodnja u Hrvatskoj i njezino označavanje. *Glasilo biljne zaštite* 6: 563-577.
30. Mie, A., Andersen, H. R., Gunnarsson, S., Kahl, J., Kesse-Guyot, E., Rembiałkowska, E., Ougaglio, G., Mie, A., Grandjean, P. (2017.) Human health implications of organic food and organic agriculture: a comprehensive review. *Environmental Health*, 16(1), 111.
31. Mihajlović, B., Bajčetić, J. (2013.) Razvoj proizvodnje organske hrane najvažniji faktor suprotstavljanja protiv genetski modifikovane hrane. 8. Naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem „KVALITET 2013“ Neum, B&H, 523-530.
32. Nayak, P. (2020.). Botanical pesticides: An insecticide from plant derivatives. *Biotica Research Today*, 2(8), 727-730.
33. Parveen, S., Siddiqui, R. A., Gaimkhan, M. I., Rauf, M. (2011.). A New Method for the Preparation of Copper Oxochloride (A Fungicide). *Journal of The Chemical Society of Pakistan*, 30(6), 361.
34. Pecha, J., Fürst, T., Kolomazník, K., Friebrová, V., Svoboda, P. (2012.) Protein biostimulant foliar uptake modeling: the impact of climatic conditions. *AIChE journal*, 58(7), 2010-2019.
35. Piezer, K., Li, L., Jeon, Y., Kadudula, A., Seo, Y. (2021.) The application of potassium permanganate to treat cyanobacteria-laden water: a review. *Process Safety and Environmental Protection*, 148, 400-414.
36. Pscheidt, J. W., Ocamb, C. M. (2022.) Copper-based Bactericides and Fungicides. *Pacific Northwest pest management handbooks. Oregon State University, Corvallis*.
37. Sučić, N. (2014.). Prirodne i patvorene podloge za pčelinji vosak. *Polimeri: časopis za plastiku i gumu*, 35(1-2), 39-41.

38. Tamm, L., Häseli, A., Fuchs, J.G., Weibel, F.P., Wyss E. (2002.) Organic fruit production in humid climates of Europe: bottlenecks and new approaches in disease and pest control. ISHS Acta Horticulturae 638. XXVI International Horticultural Congress: Sustainability of Horticultural Systems in the 21st Century.
39. Vacacela Ajila, H. E., Oliveira, E. E., Lemos, F., Haddi, K., Colares, F., Marques Gonçalves, P. H., Venzon, M., Pallini, A. (2020.) Effects of lime sulfur on *Neoseiulus californicus* and *Phytoseiulus macropilis*, two naturally occurring enemies of the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae*. *Pest management science*, 76(3), 996-1003.
40. Venter, Z. S., Jacobs, K., Hawkins, H. J. (2016.) The impact of crop rotation on soil microbial diversity: A meta-analysis. *Pedobiologia*, 59(4), 215-223.
41. Yu, H., Qu, J., Guo, X., Li, L., Zhang, X., Yang, Q. (2021). Overexpression of vacuolar H<sup>+</sup>-pyrophosphatase (H<sup>+</sup>-PPase) gene from *Ammopiptanthus nanus* enhances drought tolerance in maize. *J. Agron. Crop Sci.* [Epub ahead of print].

#### Web izvori:

1. BIOinput (2022.) Lecitin: [Lecitina - Ostala sredstva za zaštitu bilja - Poljoprivredni oglasnik | Agroklub.com](#) – pristupljeno dana 15.05.2022.
2. Dragović, R. (2015.) Biološka sredstva za obranu od nametnika: [Biološka sredstva za obranu od nametnika - Eko proizvodnja | Agroklub.com](#) - pristupljeno dana 18.05.2022.
3. Europski revizorski sud: <https://op.europa.eu/webpub/eca/special-reports/pesticides-5-2020/hr/> - pristupljeno dana 13.09.2022.
4. IFOAM: <http://www.ifoam.org> – pristupljeno dana 15.05.2022.
5. Mijat, V. (2013.) Priprema pesticida od koprive: [Priprema pesticida od koprive - Eko proizvodnja | Agroklub.com](#) - pristupljeno dana 15.05.2022.
6. Ministarstvo poljoprivrede: <https://poljoprivreda.gov.hr/ekoloska/199> - pristupljeno dana 13.09.2022.
7. Simović, Đ. (2019.) Hladan kalem vosak napravite sami: [Hladan kalem vosak napravite sami - Voćarstvo | Agroklub.ba](#) – pristupljeno dana 18.05.2022.
8. Valdes, M. (2018.) Kalijev sapun: [Kalijev sapun, prirodni insekticid | Vrtlarenje na \(jardineriaon.com\)](#) – pristupljeno dana 25.05.2022.
9. WSU: [Mating Disruption | WSU Tree Fruit | Washington State University](#) – pristupljeno dana 15.05.202.

## 9. SAŽETAK

Prilikom izrade diplomskog s ciljem praćenja novih trendova u borbi s bolestima i štetnicima u ekološkoj proizvodnji detaljno je analizirana domaća i strana literatura. U sklopu rada ukratko su definirani temeljni pojmovi vezani uz ekološku poljoprivrednu proizvodnju. Također, navedena su te pojedinačno objašnjena dozvoljena sredstva za zaštitu bilja sukladno zakonu i biološko-dinamički preparati s pesticidnim djelovanjem. Osim navedenog fokus je i na uspješnosti ekološke poljoprivrede i prevenciju bolesti i štetočina te su pojašnjeni pojmovi plodored i higijena tla te organska gnojiva. Na temelju prikupljenih i obrađenih podataka zaključak je sljedeći: uz proizvodnju hrane, cilj ekološke poljoprivrede je i zaštita okoliša. Određeni pesticidi zakonom su dozvoljeni i u ekološkoj proizvodnji. U radu se također spominju najvažniji prirodni pripravci vezani uz zaštitu, kao što su *Azadirachtin* iz *Azadirachta indica* (Neem), pčelinji vosak, lecitin, vapneni sulfat, ekstrakt iz duhana, piretnin ekstrahiran iz buhača, kvazija ekstrahirana iz gorkog jasena, repelent Rotenon, bakar, kalijev sapun i ostali.

**Ključne riječi:** ekološka poljoprivreda, zaštita protiv štetnika, zaštita protiv bolesti

## 10. SUMMARY

The aim of the thesis is to monitor new trends in the fight against diseases and pests in organic production. domestic and foreign literature were analyzed in detail. he paper briefly defines the basic concepts related to organic farming and production. Also, the permitted plant protection products in accordance with the law and biological-dynamic preparations with pesticidal action are listed and individually explained. In addition to the above, the focus is on the success of organic farming and prevention of diseases and pests, and the concepts of crop rotation and soil hygiene and organic fertilizers are clarified. Based on the collected and processed data, the conclusion is as follows: the primary goal of organic agriculture is environmental protection. Certain pesticides are also legally allowed in organic production. The paper also mentions the most important natural preparations related to protection, such as Azadirachtin from *Azadirachta indica* (Neem), beeswax, lecithin and lime sulfate (*calcium polysulfide*), extract from tobacco, pyrethrin extracted from fleabane, quassia extracted from *Quassia amara*, repellent Rotenon, copper, potassium soap etc.

**Key words:** ecological agriculture, protection against pests, protection against diseases

## 11. POPIS SLIKA

Slika 1. Kemijski sastav Azadirachtina .....	11
Slika 2. Pčelinji vosak u rezidbi .....	11
Slika 3. Kemijska struktura Lecitina .....	13
Slika 4. <i>Nicotiana tabacum</i> .....	14
Slika 5. <i>Chrysanthemum cinerariaefolium</i> .....	15
Slika 6. <i>Quassia amara</i> .....	16
Slika 7. Rotenon molekula.....	17
Slika 8. Prikaz plodoreda.....	23

## **12. POPIS TABLICA**

Tablica 1. Dozvoljena sredstva za zaštitu biljaka u ekološkoj poljoprivredi.....	8
--	---



### **13. POPIS GRAFIKONA**

Grafikon 1. Podjela sredstava za zaštitu bilja .....	6
--	---

# TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Diplomski rad

Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Sveučilišni diplomski studij, smjer Ekološka poljoprivreda

Novi trendovi u zaštiti bilja od bolesti i štetnika u ekološkoj proizvodnji

Tesa Paulić

## Sažetak:

Prilikom izrade diplomskog s ciljem praćenja novih trendova u borbi s bolestima i štetnicima u ekološkoj proizvodnji detaljno je analizirana domaća i strana literatura. U sklopu rada ukratko su definirani temeljni pojmovi vezani uz Ekološku poljoprivredu i proizvodnju. Također, navedena su te pojedinačno objašnjena dozvoljena sredstva za zaštitu bilja sukladno zakonu i biološko-dinamički preparati s pesticidnim djelovanjem. Osim navedenog fokus je i na uspješnosti ekološke poljoprivrede i prevenciju bolesti i štetočina te su pojašnjeni pojmovi plodored i higijena tla te organska gnojiva. Na temelju prikupljenih i obrađenih podataka zaključak je sljedeći: primarni cilj ekološke poljoprivrede je zaštita okoliša. Određeni pesticidi zakonom su dozvoljeni i u ekološkoj proizvodnji. U radu se također spominju najvažniji prirodni pripravci vezani uz zaštitu, kao što su Azadirachtin iz *Azadirachta indica* (Neem), pčelinji vosak, lecitin, vapneni sulfat (kalcijev polisulfid) i ostali.

**Rad je izrađen pri:** Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

**Mentor:** prof.dr.sc. Mirjana Brmež

**Broj stranica:** 36

**Broj slika:** 8

**Broj tablica:** 1

**Broj literaturnih navoda s web stranicama:** 50

**Jezik izvornika:** Hrvatski

**Ključne riječi:** ekološka poljoprivreda, zaštita protiv štetnika, zaštita protiv bolesti

**Datum obrane:**

**Stručno povjerenstvo za obranu:**

1. prof. dr. sc. Karolina Vrandečić, predsjednik
2. prof. dr. sc. Mirjana Brmež, mentor
3. prof. dr. sc. Brigita Popović, član

**Rad je pohranjen u:** Knjižnica Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, Osijek.

## **BASIC DOCUMENTATION CARD**

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek**

**Master thesis**

**Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek**

**University Graduate Studies, course Ecological agriculture**

New trends in plant protection against diseases and pests in organic production

Tesa Paulić

### **Abstract:**

The aim of the thesis is to monitor new trends in the fight against diseases and pests in organic production. domestic and foreign literature were analyzed in detail. the paper briefly defines the basic concepts related to organic farming and production. Also, the permitted plant protection products in accordance with the law and biological-dynamic preparations with pesticidal action are listed and individually explained. In addition to the above, the focus is on the success of organic farming and prevention of diseases and pests, and the concepts of crop rotation and soil hygiene and organic fertilizers are clarified. Based on the collected and processed data, the conclusion is as follows: the primary goal of organic agriculture is environmental protection. Certain pesticides are also legally allowed in organic production. The paper also mentions the most important natural preparations related to protection, such as Azadirachtin from *Azadirachta indica* (Neem), beeswax, lecithin and lime sulfate (*calcium polysulfide*) etc.

**Thesis performed at:** Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

**Mentor:** PhD Mirjana Brmež, full professor

**Number of pages:** 36

**Number of figures:** 8

**Number of tables:** 1

**Number of references with Internet pages:** 50

**Original in:** Croatian

**Key words:** ecological agriculture, protection against pests, protection against diseases

**Thesis defended on date:**

**Reviewers:**

- 1. PhD, Karolina Vrandečić, full professor, president**
- 2. PhD, Mirjana Brmež, full professor, menthor**
- 3. PhD, Brigita Popović, full professor, member**

**Thesis deposited at:** Library, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Vladimira Preloga 1, Osijek.