

Učinak zeo-bio pripravka na latentnu pojavu paunovog oka masline sorte 'oblica' u Zadarskoj županiji

Mišlov, Krstina

Master's thesis / Diplomski rad

2025

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:204:660953>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-15**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

**UČINAK ZEO-BIO PRIPRAVKA NA LATENTNU
POJAVU PAUNOVOG OKA MASLINE SORTE
'OBLICA' U ZADARSKOJ ŽUPANIJI**

DIPLOMSKI RAD

Krstina Mišlov

Zagreb, veljača, 2025.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

Diplomski studij: Mediteranska poljoprivreda

Vinogradarstvo, vinarstvo i voćarstvo

**UČINAK ZEO-BIO PRIPRAVKA NA LATENTNU POJAVU
PAUNOVOG OKA MASLINE SORTE 'OBLICA' U ZADARSKOJ
ŽUPANIJI**

DIPLOMSKI RAD

Krstina Mišlov

Mentor:

Izv. prof. dr. sc. Tomislav Kos

Zagreb, rujan, 2024.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

IZJAVA STUDENTA
O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, Krstina Mišlov, JMBAG 0269096800, rođena 09.06.1996. u Zadru, izjavljujem da sam samostalno izradila diplomski rad pod naslovom:

**UČINAK ZEO-BIO PRIPRAVKA NA LATENTNU POJAVU PAUNOVOG OKA
MASLINE SORTE 'OBLICA' U ZADARSKOJ ŽUPANIJI**

Svojim potpisom jamčim:

- da sam jedina autorica/jedini autor 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 Zadru, dana _____

Potpis studentice

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

IZVJEŠĆE

O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studentice **Krstina Mišlov**, JMBAG 0269096800 , naslova

**UČINAK ZEO-BIO PRIPRAVKA NA LATENTNU POJAVU PAUNOVOG OKA
MASLINE SORTE 'OBLICA' U ZADARSKOJ ŽUPANIJI**

obranjen je i ocijenjen ocjenom _____ , dana _____ .

Povjerenstvo:

potpisi:

1. izv. prof. dr. sc. Tomislav Kos, Sveučilište u Zadru _____
2. doc. dr. sc. Šime Marčelić, Sveučilište u Zadru _____
3. izv. prof. dr. sc. Joško Kaliterna, Sveučilište u Zagrebu _____

Zahvala

Želim se zahvaliti svome mentoru izv. prof. dr. sc. Tomislavu Kosu te stručnoj suradnici projekta „LIFE Microfighter“ (101074218 — LIFE21-ENV-IT-LIFE MICROFIGHTER), mag. ing. agr. Magdaleni Baričević na uključivanju u projekt na temelju kojeg je nastao ovaj diplomski rad. Zahvaljujem se i izv. prof. dr. sc. Jošku Kaliterni na savjetima i kritikama koje su doprinijele stvaranju ovog rada.

Zahvaljujem se na pruženom mentorstvu, vodstvu te nesebičnoj pomoći pri pisanju ovog rada.

Sadržaj

Sadržaj	6
1. Uvod	1
1.1. Cilj istraživanja	2
2. Pregled literature	3
2.1. Maslina	3
2.2. Maslinovo ulje.....	5
2.3. Uzgoj masline.....	6
2.4. Paunovo oko.....	7
2.5. Bakar	9
2.6. Zeoliti.....	11
2.6.1. Kemijska građa zeolita.....	11
2.6.2. Zeoliti u zaštiti bilja.....	12
3. Materijali i metode.....	14
3.1. Geografski smještaj.....	14
3.2. Priprema i aplikacija tretmana.....	14
3.3. Utvrđivanje učestalosti pojave i jačine zaraze latentnih simptoma paunovog oka metodom s 5% - tnm NaOH.....	15
4. Rezultati i rasprava.....	18
5. Zaključak.....	22
6. Popis literature:.....	23

Sažetak

Diplomskog rada studentice **Krstine Mišlov**, naslova

Učinak zeo – bio pripravka na latentnu pojavu paunovog oka masline sorte 'oblica' u Zadarskoj županiji

Paunovo oko (*Venturia oleaginea* (Castagne) Rossman & Crous, najčešća je gospodarski važna bolest masline koja izaziva velike štete i narušava kvalitetu i prinos maslinovog ulja. U današnje vrijeme klimatskih promjena veliki je pritisak paunovog oka u maslinicima, a dosad najčešće korišteno sredstva za zaštitu masline od te bolesti su sredstva na bazi bakra. Unatoč svojim pozitivnim stranama i širokom spektru djelovanja protiv patogena nužno je traženje alternativnih sredstava u suzbijanju paunovog oka zbog činjenice da se bakar dugotrajnim korištenjem nakuplja u tlu i vodi te tako onečišćuje okoliš. Potencijal u zamjeni komercijalnih sredstava na bazi bakra pokazali su zeoliti – minerali koji se pojavljuju u nemetamorfoznim sedimentnim stijenama. Ovaj rad temelji se na istraživanju provedenom u sklopu projekta 'LIFE' Microfighter“. Cilj mu je istražiti utjecaj smanjenja doze bakra na latentnu zarazu paunovim okom. U tu svrhu provedena su poljska i laboratorijska mjerenja. Istraživanje je provedeno u laboratoriju Sveučilišta u Zadru, a uzorci lista skupljeni su u mjestu Škabrnja pokraj Zadra, na postavljenom poljskom pokusu u masliniku starom 17 godina gdje se redovito provodi integrirana zaštita bilja. Poljski pokus je postavljen po shemi slučajnog bloknoeg rasporeda s četiri varijante u četiri ponavljanja. Sredstvo na bazi bakra, korišteno za tretiranje paunovog oka u masliniku, bilo je Nordox 75 WG, a drugo sredstvo koje je istraživano kao alternativa proizvodima na bazi bakra je prirodni i okolišno održivi „zeo–bio pripravak“. Ovaj naziv se koristi u projektu kao sinonim za proizvod koji će se pojaviti na tržištu kao tvar za ojačavanje bilja. Proizvod je sastavljen od dvije komponente, zeolitne (K-kabazita) i mikrobiološke (bakterije, (mBCA), *Pseudomonas* sp. soj DLS65)). Tijekom vegetacijskog razdoblja u 2023. godini provedena su dva tretmana maslina te dvije procjene pojave paunovog oka. Utvrđena je latentna zaraza paunovim okom. Rezultati broja zaraženih listova i zaražene lisne površine su uspoređeni ANOVA-om. Statističkom obradom podataka nije utvrđena značajna razlika među tretmanima pokusa međusobno niti tretmana s aktivnim tvarima u odnosu na kontrolu. Iako su rezultati istraživanja obećavajući, potrebna su daljnja ispitivanja učinkovitosti preparata na bazi zeolita kao sredstva za zaštitu bilja kako bi se proširilo njegovo korištenje te potencijalno zamijenilo dosad korištena sredstva.

Ključne riječi: bakar, ekološke mjere zaštite, *Olea europaea* L., paunovo oko, zeoliti

Summary

Of the master's thesis – student Krstina Mišlov, entitled

Effect of Zeo–Bio Preparation on Latent Peacock Eye Occurrence in the Olive Variety 'Oblica' in the Zadar County

Peacock eye (*Venturia oleaginea* (Castagne) Rossman & Crous) is the most common economically important disease of the olive tree, causing significant damage and affecting the quality and yield of olive oil. In the context of climate change, there is increasing pressure from peacock eye in olive groves, and the most commonly used plant protection products against this disease are copper-based. Despite their positive aspects and broad spectrum of action against pathogens, there is a necessity to search for alternative treatments to control peacock eye due to the fact that copper accumulates in the soil and water with prolonged use, thus polluting the environment. Zeolites – minerals found in non-metamorphic sedimentary rocks – have shown potential as a substitute for copper-based products. This paper is based on research conducted within the 'LIFE' Microfighter project. Its aim is to investigate the effect of reducing copper dosage on latent infection by peacock eye. Field and laboratory measurements were carried out for this purpose. The research was conducted at the University of Zadar laboratory, and leaf samples were collected from the village of Škabrnja near Zadar, at a 17-year-old olive grove where integrated pest management is regularly practiced. The field trial was set up in a randomized block design with four variants and four replications. The copper-based product used for treating peacock eye in the olive grove was Nordox 75 WG, while the second product investigated as an alternative to copper-based products was a natural and environmentally sustainable "zeo-bio preparation." This name is used in the project as a synonym for the product that will appear on the market as a plant-strengthening substance. The product consists of two components: zeolitic (K-cabazite) and microbiological (bacteria, (mBCA), *Pseudomonas* sp. strain DLS65). During the 2023 growing season, two olive treatments and two assessments of peacock eye occurrence were carried out. Latent infection by peacock eye was confirmed. The results of the number of infected leaves and infected leaf surface were compared using ANOVA. They showed that zeolite as a carrier of *Pseudomonas* sp. bacteria has the ability to replace copper since it exhibited the same effect in controlling peacock eye, i.e., the manifestation of latent infection of the leaves. Statistical data analysis did not show any significant differences between the trial treatments or treatments with active substances compared to the control. Although the results of the research are promising, further testing of zeolite effectiveness as a plant protection agent is needed in order to expand its use and potentially replace the currently used products

Keywords: copper, ecological protection measures, *Olea europaea* L., peacock eye, zeolites

1. Uvod

Paunovo oko (*Venturia oleaginea*) (Castagne) Rossman & Crous bolest je masline poznata još od 19. stoljeća, a prvi ju je opisao Castagne davne 1845. godine. Najčešća je gljivična bolest masline, a simptomi se javljaju uglavnom na listovima. Zaraženi listovi opadaju, biljka potom usmjerava hranjive tvari u rast novog lišća te se tako iscrpljuje, gubi na kvaliteti plodova i polako odumire (Cvjetković, 2010.).

Gljiva je prisutna kroz cijelu godinu, a prezimljava u zaraženim listovima u krošnji ili u otpalom lišću. Izuzetno ju je teško prognozirati, a time i suzbijati jer osim što nema prognostičkog modela, dugotrajno je razdoblje prisutne latentne zaraze. Vidljivi simptomi pojavljuju se nakon vremenskih uvjeta pogodnih za razvoj gljive. Problem predstavlja latentna zaraza koja nema izražene vidljive simptome već je gljiva u „nevidljivoj“ fazi te započinje prodiranje hifa u dublje stanice tkiva lista. Već u sljedećoj fazi širi se prema naličju lista te se pojavljuju vidljivi simptomi – tamnozeleno mrlje u obliku kruga. Vrlo je važna rana dijagnoza kako bi se pravovremeno provele potrebne mjere zaštite. Neizostavan čimbenik za širenje zaraze je voda koja ostaje na listovima poslije dugotrajnih kiša (Cvjetković, 2010.).

Suzbijanje ove gljivične bolesti uvelike se provodi kroz integriranu zaštitu, a vrlo su važne odluke koje se donose prije sadnje maslina, poput odabira sortimenta, lokacije, gustoće sadnje i sustava uzgoja. Najčešće korišteno sredstvo za zaštitu masline su fungicidi na bazi bakra kao aktivne tvari. Europska unija potiče smanjenje tj. ukidanje korištenja pripravaka na osnovi bakra kao sredstva za zaštitu bilja i u tu svrhu provodi mnoga istraživanja i projekte. Glavna prednost sredstava na bazi bakra je njihov širok spektar djelovanja na različite patogene, a kao glavni nedostatak navodi se njihovo taloženje u tlu i vodi kroz dugogodišnju primjenu te štetno djelovanje na biološku raznolikost zbog čega je potrebno provoditi istraživanja kako bi se pronašla ekološki prihvatljiva alternativa sredstvima na bazi bakra (Tamm i sur., 2022.).

Kao alternativa se ističu zeoliti, skupina mikroporoznih aluminosilikatnih minerala koji mogu biti prirodnog ili sintetskog porijekla. Zeoliti se mogu koristiti samostalno i u kombinaciji s ostalim sredstvima za zaštitu bilja. Oni djeluju na način da kombinirani s takvim sredstvima postaju ekološki prihvatljiviji i stabilniji tj. manje su podložni brzom razgradnji u prirodi (Baričević i sur., 2023.).

1.1. Cilj istraživanja

Cilj istraživanja je ispitati učinkovitost zaštite masline od pojave latentnih simptoma paunovog oka tretmanima koji su ekološki prihvatljiviji, a bazirani su na čistom pripravku zeolita s bakterijom *Pseudomonas* sp. ili na njegovoj kombinaciji s fungicidnim pripravkom na bazi bakra u 50% smanjenoj dozi od one kod konvencionalne zaštite.

Hipoteza 1; Tretman na bazi 50% zeo bio pripravka i 50% Nordoxa je podjednako učinkovit kao i pozitivna kontrola odnosno konvencionalna zaštita.

Hipoteza 2; Tretman baziran na samom zeo bio pripravku (100 %) je manje učinkovit nego konvencionalna zaštita Nordoxom (pozitivna kontrola), ali je značajno učinkovitiji u suzbijanju pojave latentne zaraze masline paunovim okom u odnosu na tretman bez zaštite (negativna kontrola).

2. Pregled literature

2.1. Maslina

Maslina (*Olea Europaea* L.) se smatra biljnom kulturom starijom više od 45.000 godina, porijeklom iz područja Mediterana. U Hrvatskoj je poznata više od 2.500 godina. Jedna je od najčešće spomenutih biljaka u Bibliji te je mnogo puta opjevana i hvaljena kao hraniteljica ljudi Sredozemlja. Svoje porijeklo maslina vuče sa Bliskog istoka odakle se proširila u sve mediteranske zemlje. Danas se na tom području ostvaruje čak 98% svjetske proizvodnje, a Hrvatska sudjeluje s 0.2 % čime ne utječe bitno na svjetsko tržište (Mesić i sur., 2015.). Prema Homeru, osnivač Atene – Kekrops je donio maslinu u staru Grčku odakle se proširila i u Hrvatsku (Jemrić, 2008). Istraživanjima je u rimskoj Saloni pronađen mlin za masline koji potječe iz 1. ili 2. stoljeća poslije Krista, a arheološke iskopine iz starog Rima nalaze se i u Puli, Brijunima, Červaru kod Poreča i na još mnogo lokaliteta. Nadalje, na otoku Ugljanu u mjestu Muline te u pulskom Amfiteatru otkriveni su dijelovi antičke uljarice. O dugoj i očuvanoj tradiciji maslinarstva na hrvatskom svjedoče i stabla maslina stara preko 1.500 godina u Kaštel Štafliću i otočju Brijuni (Miljković i sur., 2011.).



Slika 2.1.1. Stablo masline

Izvor: Krstina Mišlov

Kao grana poljoprivrede u Hrvatskoj maslinarstvo ima veliki potencijal obzirom da je maslina najrasprotranjenija voćna kultura na obalnom području RH. Prema podacima Državnog zavoda za statistiku ukupna proizvodnja maslina za 2023. godinu iznosi 29.844 tona, dok je u 2022. ona

iznosila 40.128 tona uključujući industrijsku proizvodnju te proizvodnju na obiteljskim poljoprivrednim gospodarstvima (DZS, 2023.)

Tablicom 2.1.1. je prikazana proizvodnja maslina i maslinovog ulja u periodu od 2014. do 2022.

Tablica 2.1.1. Proizvodnja maslina i maslinova ulja od 2014. do 2022. u Republici Hrvatskoj

	2014.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.	2021.	2022.
Plod, t	8840	28267	31183	28947	28418	33216	33230	23867	40128
Ulje, hl	10640	35352	34538	37463	36573	44497	40278	32036	55088

Izvor: DZS, 2023.

Maslina je vazdazelena biljna vrsta koja može narasti i do 15 metara, a nosi okruglastu krošnju srednje bujnosti i nepravilnih grana. Karakterizira je dugovječnost i velika regenerativna moć koju može zahvaliti aktiviranju adventivnih pupova i mnogobrojnim hiperplazijama, tj. skladištima hranjivih tvari koja se nalaze na korijenju i deblu. Prilagodljiva je biljka, ali preferira umjerenu klimu. Tipičan je kserofit i heliofit što znači da podnosi sušu, a za svoj rast i razvoj traži puno svjetla (Miljković i sur., 2011.). Listovi su simetrični, kožnati, eliptično duguljastog oblika. Naličje lista srebrene je boje, dok je lice maslinasto. Cvjetovi masline grozdastog su oblika i bijele boje. Plod masline koristi se za proizvodnju maslinovog ulja kojega odlikuju zdrave masnoće i brojni antioksidansi te protuupalni sastojci. Listovi i ulje koriste se u narodnoj medicini, a posebice kod liječenja probavnih tegoba. Plodovi se razlikuju ovisno o kultivaru, a glavne razlike su u obliku, boji, veličini i sadržaju ulja u plodu (Bulimbašić, 2011.). Oblik ploda je ovalan, a tamnozeleno do crne boje. Razvoj započinje ljeti, a oko rujna dostiže fazu zrelosti te kod nekih sorti dolazi do promjene boje. Plod masline sastoji se od kožice (epikarp), mesnatog dijela (mezokarp) te drvenaste koštice (endokarp). Kožica ploda ili epikarp prekrivena je voštanom presvalkom te čini 1,5 do 3 % od ukupne mase ploda (Škarica i sur., 1996.). Kožica sadrži boje poput klorofila, karotena i ksantofila čija koncentracija opada sazrijevanjem ploda te on žuti (Koprivnjak, 2006). Mezokarp ili mesnati dio ploda sadrži 15 do 30% maslinovog ulja, ali i velike količine vode te čini 85% ukupne mase ploda. Unutar koštice nalazi se sjemenka koja sadrži 1 do 1,5 % maslinova ulja što nije značajno u usporedbi s uljem u mezokarpu (Škarica i sur., 1996.). Proces stvaranja ulja odvija se u mjesecu srpnju (Miljković i sur., 2011.).

Danas je u svijetu opisano oko 700 sorti maslina, a u Hrvatskoj ih se uzgaja oko šezdesetak, uglavnom u obalnom području, ali i u unutrašnjosti. Maslinarsko uzgojno područje Hrvatske dijeli se na 6 podregija: Istra, Hrvatsko primorje i Kvarner, Sjeverna, Srednja i Južna Dalmacija te Unutrašnjost Dalmacije (Miljković i sur., 2011). Potiče se uzgoj autohtonih sorti kao što su oblica, lastovka, drobnica, levantinka, buža, istarska bjelica, krvavica (Miljković i sur., 2011.)

Oblica je najučestalija u Hrvatskoj s oko 60% udjela, a to je sorta krupnog i okruglog ploda. Uzgaja se na cijelom uzgojnom području u Hrvatskoj. Dozrijeva neujednačeno pa se u doba berbe mogu naći plodovi svijetlozelene do crne boje. Otporna je na sušu i visoke temperature te prilagodljiva na razne tipove tla. Upravo zbog veličine ploda, osim za proizvodnju ulja koristi se i za konzerviranje plodova (Miljković i sur., 2011.).

2.2. Maslinovo ulje

Maslinovo ulje prema kemijskom sastavu pripada skupini jednostavnih lipida koju najvećim dijelom čine esteri masnih kiselina i alkohola glicerola (Škarica i sur., 1996.).

Prirodno maslinovo ulje sastoji se od zasićenih masnih kiselina i višestruko nezasićenih masnih kiselina. Od zasićenih najzastupljenija je palmitinska kiselina i oleinska kiselina, a od višestruko nezasićenih masnih kiselina zastupljene su linolna i α -linolenska. Esencijalne su kiseline i doprinose biološkom značaju ulja. U maslinovom ulju prevladava nezasićena oleinska kiselina koja se odlikuje lakom probavljivošću, a visokom biološko-prehrambenom vrijednošću (Škarica i sur., 1996.).

Negliceridni sastojci maslinovog ulja su ugljikovodici, triterpenski alkoholi, tokoferoli, alifatski alkoholi, steroli, pigmenti, fenoli i fosfolipidi, a razlikuju se u količini, kakvoći i sastavu ovisno o sortimentu (Škarica i sur., 1996.). Sekundarni su produkti metabolizma stabla i ploda masline, sudjeluju u formiranju arome ulja i odlikuju se antioksidativnom aktivnošću i tako djeluju kao inhibitori kvarenja (Žanetić i Gugić, 2006.).

Od ugljikovodika najvažniji je skvalen koji prethodi biosintezi kolesterola, fitosterola i steroidnih hormona (Škarica i sur., 1996.). Maslinovo ulje sastoji se i od tokoferola, visokomolekularnih cikličkih alkohola, poznatijih pod nazivom vitamin E. Djeluju kao antioksidansi u ulju, a njihov manjak u organizmu dovodi do mišićne distrofije, anemije i smanjene reprodukcije (Škarica i sur., 1996.). U maslinovom ulju količinski se ističu steroli koji pripadaju fitosterolima. Oni se koriste za određivanje podrijetla i čistoće prirodnih maslinovih ulja, a imaju ulogu antioksidansa i inhibitora njihovog kvarenja. Najviše je zastupljen β sitosterol, koji ograničava crijevno upijanje viška kolesterola, također prisutnog u maslinovom ulju, ali u vrlo malim količinama (Škarica i sur., 1996.).

U promjenjivim količinama mogu se naći i jedini spojevi topivi u vodi – fenolni spojevi. Promjene količina fenolnih spojeva u ulju ovise o sortimentu masline, stupnju zrelosti ploda te načinu prerade i čuvanja ulja. Fenoli djeluju kao prirodni antioksidansi, a imaju utjecaj i na organoleptiku. Po svojoj strukturi razlikuju se od onih koji se nalaze u plodu masline (Žanetić i Gugić, 2006.).

Zelena boja maslinovog ulja potječe od zelenog pigmenta klorofila. Maslinovo ulje dobiveno od zelenih plodova ima izraženiju zelenu boju i sadrži veće količine klorofila. Na intezitet i sklad boja ulja utječu pigmenti karotenoidi od kojih važnu ulogu imaju β -karoten, likopen i oksidirani

derivati karotena (ksantofil). Ulja dobivena od maslina ubranih na početku sezone prerade sadrže veće količine karotenoida naspram ulja od zrelih plodova. Nadalje, α i β karoteni imaju provitaminsko djelovanje jer se u organizmu pretvaraju u vitamin A. Karotenoidi su dosta nestabilni zbog visokog stupnja nezasićenosti (Škarica i sur., 1996.). Ubikinon ili koenzim Q važan je antioksidans sličnog djelovanja kao vitamin E koji ima ključnu ulogu u energetskom metabolizmu. Dio je elektron-transportnog lanca kojim se iz hrane dobiva energija, u obliku adenozin-trifosfata (ATP-a). Antioksidansi poboljšavaju oksidacijsku stabilnost ulja (Škarica i sur., 1996.). Kakvoća maslinova ulja proizlazi i iz njegove svojstvene arome, a spojevi koji utječu na aromu i na senzorska svojstva ulja su primjerice aldehidi, ketoni esteri i drugi. (Žanetić i Gugić, 2006.).

2.3. Uzgoj masline

Važnost uzgoja masline kao kulture ističe se zbog dobivanja maslinovog ulja, ali i konzerviranja plodova masline. Tako se i sorte masline dijele na uljne i stolne koje se razlikuju u veličini ploda, omjeru mesa i koštice te sadržaju ulja u plodu. Na uzgojnom području Republike Hrvatske od stolnih sorti najzastupljenija je ascolana terenea, a od uljnih sorti ističu se oblica, istarska bjelica i buža od autohtonih sorti te od introduciranih sorti pendolino, leccino i frantoio. Za uspješan uzgoj masline potrebno je poštovati određene uvjete. Maslina je heliofitna vrsta i zbog toga je potrebno voditi računa o niskim temperaturama, ali i o ekspoziciji terena. Temperature od $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$ tijekom nekoliko dana mogu prouzročiti nenadoknadive štete iako se maslina nalazi u periodu mirovanja (Žužić, 2008.). Suprotno, maslina je kserofitna vrsta koja podnosi temperature do $42\text{ }^{\circ}\text{C}$ uz uvjet da u tlu ima dosta vlage i određena razina relativne vlage zraka (Žužić, 2008.). Nadalje, ekspozicije terena za uzgoj idealno bi trebale biti južne ili jugozapadne, dok bi sjeverne i sjeveroistočne ekspozicije trebalo isključiti iz odabira zbog izraženih amplituda. Sa pedološkog stajališta, maslina je vrsta koja ima mogućnost prilagođavanja raznim vrstama tala. Potrebno je izbjegavati sadnju na teškim glinastim tlima koja mogu zadržavati suvišnu vodu i tako izazvati gušenje korijena. Najbolji su tereni koji sadržavaju 60% pijeska, 20 % gline i 20 % praha, a maslina može izdržati i do 35 % gline ako je provedena drenaža tla (Žužić, 2008.). S druge strane, u plitkim skeletnim tlima moguć je uzgoj masline, ali je slabo produktivna pa se ne preporuča. Još jedna bitna stavka u uzgoju masline kao kulture je i nagib terena. Ako je nagib preko 15% naglašena je erozija, onemogućena mehanizacija, a kao rješenje se navodi terasiranje zemljišta. Izbor pogodnog terena za podizanje maslinika vrlo je bitan i predstavlja temelj za krajnji uspjeh, a nakon odabira terena pristupa se pripremi istog. Priprema tla obavlja se tijekom ljeta, a obuhvaća krčenje starih stabala i ostalih biljnih vrsta, poravnanje tla adekvatnom mehanizacijom, drenaža, osnovna gnojidba, rigolanje tla. Unatoč poštivanju svih navedenih uvjeta za uspješano podizanje maslinika osnovna je zaštita od bolesti i štetnika. Maslina je kao rijetko koja voćna vrsta podložna napadima vrlo velikog broja bolesti i štetnika. Danas je u svijetu poznato više od 250 nametnika masline, ali srećom nisu svi toliko opasni za opstojanje i korisnost masline (Žužić, 2008.).

2.4. Paunovo oko

Paunovo oko (*Venturia oleaginea*) (Castagne) Rossman & Crous bolest je masline poznata još od 19. stoljeća, a prvi ju je opisao Castagne davne 1845. godine. Najčešća je gljivična bolest masline, a javlja se uglavnom na listovima. U maslinicima je prisutna kroz cijelu godinu, a prezimljava u zaraženim listovima u krošnji ili u otpalom lišću. Vidljivi simptomi pojavljuju se nakon vremenskih uvjeta pogodnih za razvoj gljivice. Neizostavan čimbenik za širenje zaraze je voda koja ostaje na listovima poslije dugotrajnih kiša (Cvjetković, 2010.).

Glavni simptomi su tamno smeđe mrlje na lišću odnosno pojava koncentričnih krugova promjera 10 mm koji podsjećaju na oči paunova perja te je po tome ova bolest i dobila ime. Listovi koje napadne ova gljiva polako otpadaju, a hranjive tvari biljka usmjerava u rast novog lišća. Postepeno se biljka iscrpljuje i ostaje bez roda (Cvjetković, 2010.).

Za primarnu zarazu potrebne su umjerene temperature, optimalno od 10 do 20 °C te kišovito vrijeme. Razdoblje inkubacije traje od 15 dana do tri i pol mjeseca. Pojava vanjskih znakova zaraze ovisi o temperaturi, vlažnosti zraka, starosti, sorti, itd. Zadnjih nekoliko godina nastupaju klimatske promjene koje uvelike pogoduju razvoju gljive paunovog oka (Buonario i sur., 2023.) Najbolje uvjete za zarazu pružaju kišna proljeća i jeseni, a blage zime. Mogućnost zaraze također povećava i položaj maslinika u udolinama, gusta krošnja, nepravodobno tretiranje zaštitnim sredstvima, izostanak agrotehnike, obilno navodnjavanje, needuciranost i tako dalje. Također, pretjerana gnojidba maslina dušikom te manjak kalcija povećavaju osjetljivost na ovu bolest. Izražena je razlika u osjetljivosti kultivara, a u vrlo osjetljive sorte ubrajaju se buža ženska, istarska bjelica i oblica dok su otpornije leccino, puntoža i rosinjola (Žužić, 2008.).

Nakon zaraze, nastupa latentno razdoblje koje je pod velikim utjecajem temperature i vlage zraka, što je kod ove bolesti osobito prisutno i može biti različito dugo te ta činjenica otežava suzbijanje. Tipična meditaranska klima koju karakteriziraju suha i vruća ljeta sprječavaju razvoj patogena i tako uzrokuju dug period latentne zaraze (Viruega i sur., 2013.). Roubal i sur. (2013.) u svome istraživanju navode period latentne zaraze od 16, 60 pa čak i 120 dana pri temperaturama od 16,6 i 25,0 °C. Posljedično, zaraza i sporulacija događaju se na jesen i u proljeće kada su za to pogodni uvjeti, dok gljiva prezimljava i preživljava ljetu u latentno zaraženim biljkama (Graniti 1993; Viruega i sur., 2013.). Tako se u sjevernim uzgojnim područjima Europe, kao što je Sjeverna Italija, odvija dugo latentno razdoblje tijekom zime zbog niskih temperatura, dok je u područjima s blagim zimama, kao što su jug Italije, jug Španjolske i sjever Afrike, latentna zaraza zimi kratkotrajna ili nepostojeća, a prevladava ljetna latentna zaraza. Kada su prisutni klasični simptomi zaraze na lišću, tada je bolest lako dijagnosticirati (Buonario i sur., 2023.) no, problem predstavlja asimptomatska latentna zaraza zato što se bolest teže otkriva (Graniti 1993.; Viruega i sur., 2013.).

Loprieno i Tenerini (1959.) razvili su otkrivanje zaraze umakanjem lišća u natrijevu ili kalijevu lužinu, no ova metoda također detektira zarazu kad je već u uznapredovalom stadiju. Nadalje, ova metoda se koristi samo za starije lišće, dok mlado lišće i ostali biljni organi masline ne mogu biti testirani. Nedavno je razvijena molekularna metoda temeljena na qPCR koja se koristi za rano otkrivanje zaraze paunovim okom na asimptomatskom lišću (Buonario i sur., 2023., prema Scibetta i sur., 2020.). Autori Scibetta i sur. (2020.) u svome istraživanju navode kako je mlado lišće jednako osjetljivo kao i odrasli listovi na zarazu uzročnikom paunovog oka te su istaknuli potrebu ranijeg korištenja potrebnog fungicida. Također, ova molekularna metoda može se koristiti i za detekciju zaraze na ostalim biljnim organima što predstavlja vrijedan alat za daljnja istraživanja (Buonario i sur., 2023.).

Za zaštitu maslinika od paunovog oka važna je mjera praćenja – monitoring. Potrebno je trajno pratiti stanje maslinika i pojavu simptoma bolesti. Proces uključuje poznavanje biologije uzročnika bolesti te elemenata koji utječu na razvoj bolesti (temperatura, vlaga). Vrlo su bitni i ostali čimbenici kao što je sam položaj maslinika, nadmorska visina, dominantni vjetrovi i brojnost sortimenta (Družetić, 2013.).

Jedan od načina praćenja je i provjera latentne zaraze natrijevom lužinom (NaOH). Prisustvo zaraze prije pojave vidljivih simptoma može se uočiti i ocijeniti umakanjem listova u 5%-tnu lužnatu otopinu NaOH u razdoblju od 2 do 4 minute nakon čega se pojavljuju simptomi zaraze (Slika 2.).



Slika 2.4.1. Pojava simptoma paunovog oka nakon namakanja u 5%-tnoj otopini NaOH

Izvor: Krstina Mišlov

Potreban uzorak za utvrđivanje postotka zaraze u masliniku je 200 listova masline na jedan hektar (Cvjetković, 2010.).

Preventivnom zaštitom, od napada gljive uzročnika paunovog oka, smatra se odabir otpornijeg sortimenta, prozračivanje krošnje rezidbom, primjena slabo zbijenih nasada te agrotehlike te optimalna gnojdba. Suzbijanje se provodi primjenom fungicidnih zaštitnih sredstava na bazi bakra. Prvo tretiranje može se obaviti na početku vegetacije bordoškom juhom ($\text{CuSO}_4 \times 5 \text{H}_2\text{O}$) koncentracije 1% kada zaraza zahvati 30% površine lista. Prvo prskanje mora biti u jesen i to krajem rujna i početkom listopada kada je maslina u fenofazi 81 do 89 prema BBCH skali (zrenje plodova, promjena boje plodova, berba, opadanje lišća), a drugo u proljeće, potkraj veljače i početkom ožujka kada pupovi počinju bubriti (fenofaza 00 – 09) i kada se listovi počinju razvijati tj. maslina se nalazi u fenofazi 10 do 19. Prema istraživanjima, jesensko prskanje je najvažnije. U slučaju kiše, potrebno je ponoviti zahvate (Vischiot, 2004.).

2.5. Bakar

Bakar (Cu) predstavlja važan mikroelement u poljoprivredi i to još od kraja 19. stoljeća kada je Alexis Millardet slučajno otkrio učinkovitost neutraliziranog bakrenog sulfata u smanjenju peronospore vinove loze (Tamm i sur., 2022.). Glavna prednost bakra kao sredstva za zaštitu bilja je njegov širok spektar djelovanja na različite patogene, a kao glavni nedostatak navodi se njegovo taloženje u tlu i vodi kroz dugogodišnju primjenu te štetno djelovanje na biološku raznolikost (Tamm i sur., 2022.).

Znanstvenici Tamm i sur. (2022.) proveli su istraživanje u zemljama Europske unije: Belgija, Bugarska, Danska, Estonija, Francuska, Njemačka, Mađarska, Italija, Norveška, Španjolska, Švicarska i Ujedinjeno Kraljevstvo te su izračunali da se u ekološkoj poljoprivredi godišnje potroši oko 3.258 tona bakra, odnosno 52% dopuštene godišnje doze. Ova količina dijeli se između maslina (1.263 t godišnje, 39%), vinove loze (990 t godišnje, 30%) i badema (317 t godišnje, 10%), dok se za ostale usjeve koristi mnogo manje bakra (<80 t godišnje). Iako je u međuvremenu otkriveno mnogo tvari koje se mogu koristiti u tretiranju bolesti, i dalje se za zaštitu bilja prvenstveno koriste sredstva na bazi bakra zbog mnogih prednosti, ali i nedostataka alternativa (Tamm i sur., 2022.).

Europska unija potiče smanjenje tj. ukidanje korištenja bakra kao sredstva za zaštitu bilja i u tu svrhu provodi mnoga istraživanja i projekte. Osim projekta „LIFE-Microfighter“, redovito se od 2006. provodi projekt LUCAS (Land Use and Cover Area frame Survey), a podaci se prikupljaju svake tri godine. U sklopu projekta LUCAS prikupljaju se informacije važne za praćenje niza društveno-okolišnih pokazatelja, kao što su korištenje zemljišta i zemljišni pokrov, stanje kvalitete tla, utjecaj poljoprivrede na okoliš te stanje krajolika. Terensko istraživanje provodi se na oko 240.000 lokacija na području Europske unije sa kojih se prikupljaju podaci te uzimaju uzorci tla za analizu. Prikupljene informacije vrlo su vrijedne za oblikovanje Zajedničke poljoprivredne politike (ZAP), okolišne i klimatske politike te drugih europskih politika (Ballabio i sur., 2018.).

Istraživači Ballabio i sur. (2018.) u okviru ovog projekta proveli su istraživanje te prikupili 21.682 uzoraka tla u 25 zemalja Europske unije kako bi ispitali raspodjelu i količinu bakra u tlu.

Onečišćenje tla koje nastaje zbog dugoročne i/ili prekomjerne uporabe kemijskih tvari, pesticida, teških metala ali i industrijskog otpada predstavlja velik rizik za ljudsko zdravlje (Steffan i sur., 2018.). Prema Panagosu i sur. (2013.), onečišćenje tla velika je prijetnja Europskoj uniji jer je procijenjeni broj potencijalno ugroženih lokaliteta više od 2,5 milijuna dok je broj utvrđenih onečišćenih lokacija 342 tisuće.

Bakar je jedan od 7 mikronutrijenata potrebnih za rast i razvoj biljaka, a kao potrebnu količinu Adriano (2005.) navodi 5 do 30 mg kg⁻¹. Što se tiče ljudskog organizma, nedostatak bakra može uzrokovati anemiju i neutropeniju (Oliver, 1997.). S druge strane, suvišak bakra može dovesti do problema s jetrom, neuroloških problema, ali i Alzheimerove bolesti (Uriu Adams i Keen, 2005.).

Koncentracija bakra u tlu ovisi o raznim čimbenicima, primjerice visok pH tla, visok sadržaj organskog ugljika te visok sadržaj gline uzrokuje smanjenje koncentracije bakra (Ballabio i sur., 2018.). Posljednjih desetljeća maksimalna dopuštena količina bakra određena je Europskom regulativom za zaštitu bilja te iznosi 28 kg po hektaru tijekom razdoblja od 7 godina (status 2021) (direktiva (EU) 2018/1981). Teško je odrediti kolika je točna količina bakra korištenog za zaštitu bilja jer neke zemlje nemaju uopće registriran bakar kao sredstvo koje se koristi u zaštiti. Na primjer, u 5 od 27 zemalja Europske unije (Danska, Švedska, Finska, Nizozemska i Estonija) bakar nije registriran u tu svrhu (Tamm i sur., 2022.). Nadalje, dopuštena količina sredstava na bazi bakra razlikuje se ovisno o kulturi ili bolesti za koju se primjenjuje, a istraživanje provedeno u Švicarskoj pokazalo je da se u organskoj poljoprivredi koristi između 3 i 80 % dopuštene količine sredstava na bazi bakra što je pokazatelj visoke svijesti o potrebi za smanjenjem uporabe sredstava na bazi bakra među poljoprivrednicima (Speiser i sur., 2015.). Usprkos dostupnim ostalim rješenjima za smanjenje uporabe sredstava na bazi bakra kao što su otporne sorte, sustavi za podršku te alternativni proizvodi za zaštitu bilja, potpuno napuštanje fungicida na bazi bakra dovelo bi do gubitaka prinosa u mnogim kulturama (Kühne i sur., 2017.).

U 12 ispitanih zemalja Europske Unije istraživači Tamm i sur. (2022.) obuhvatili su sve agroklimatske zone, a to su: mediteranska zona (Italija, Španjolska i dio Francuske), pomorska zona koja uključuje Belgiju, dio Francuske, Njemačku, Švicarsku, Ujedinjeno Kraljevstvo, Dansku i dio Norveške, zatim sjeveroistočna zona (Estonija i dio Norveške) te centralna zona sa Bugarskom i Mađarskom (Bouma, 2005.). Nadalje, u svome istraživanju Tamm i sur. (2022.) naveli su da je bakar kao sredstvo za zaštitu bilja registriran u 25 od 30 zemalja Europske unije uključujući i zemlje koje nisu članice EU (Ujedinjeno Kraljevstvo, Norveška i Švicarska), a kao aktivna supstanca nije registriran u čak 5 od 27 zemalja EU: Danska, Švedska, Finska, Nizozemska i Estonija. Bakreni spojevi koji se koriste kao aktivne tvari u fungicidima u EU su bordoška smjesa, bakreni hidroksid, bakreni oksid, bakreni oksiklorid i tribazični bakreni sulfat. Međutim, svako sredstvo na bazi bakra nije registrirano u svakoj zemlji – bakreni hidroksid i oksiklorid registrirani su u 22 zemlje, zatim tribazični bakreni sulfat koji je registriran u 16 zemalja, bakreni oksid u 12 zemalja te bordoška smjesa u 10 zemalja.

Zbog preklapanja europskih i nacionalnih regulativa, nedostatka središnjih baza podataka te dodatnih ograničenja iznad zakona od strane raznih organizacija, znatno je otežano dobivanje pregleda o dopuštenoj količini upotrebe sredstava na bazi bakra (Tamm i sur., 2022.).

2.6. Zeoliti

Zeoliti su skupina mikroporoznih aluminosilikatnih minerala koji mogu biti prirodnog ili sintetskog porijekla. Struktura zeolita je kristalna s otvorenim porama i šupljinama koje čine 30 do 50 % ukupnog volumena. Pojavljuju se u nemetamorfoznim sedimentnim stijenama kao jedan od najčešćih minerala (Galli, 2011.). Otkriće prirodnih zeolita važno je za mineralogiju zbog svojih zanimljivih površinskih i strukturnih svojstava. Mumpton (1985.) navodi da je istraživanje zeolita kao minerala koji bi se mogao koristiti u poljoprivredne svrhe započelo šezdestih godina u Japanu. Zeoliti se koriste u mnogim drugim granama kao što su poljoprivreda, industrija, stočarstvo, kozmetička i biotehnološka industrija (Mahesh i sur., 2018.). Švedski mineralog Alex Fredrik Crönstedt 1756. godine prvi puta je identificirao prirodni zeolit kao mineral nakon uzorkovanja kristala iz rudnika bakra u Švedskoj (Mahesh i sur., 2018.). Pronađeni su u šupljinama u bazalnim stijenama, a u 19. stoljeću i u sedimentnim stijenama. Zeoliti su se intenzivno istraživali od 1954. do 1980. godine, a komercijalno su se počeli proizvoditi 1960ih godina u većini zemalja (Baričević i sur., 2023.). Osim prirodnog porijekla zeolite može sintetizirati i čovjek. Sintetski zeolit je proizveden ili sintetiziran kroz jednu ili više kemijskih reakcija koje uključuju trganje tj. stvaranje kemijskih veza (Ziyath i sur., 2011.). Odlikuju se visokim adsorpcijskim kapacitetom u dehidriranom stanju te visokom kapacitetu ionske izmjene i zato predstavljaju učinkovite nosače pesticida (Yoshinaga, 1973.). Do danas je opisano oko 50 prirodnih minerala zeolita, a sintetizirano ih je više od 150. Najpoznatiji su: klinoptilolit, heulandit, natrolit, filipsit, laumontit, mordenit, habazit, stilbit, harmotom, ferijerit, analcim i erionit (Baričević i sur., 2023.). Gottardi i Galli (1985.), navode da postoji oko 1.000 glavnih nalazišta zeolita gdje su zalihe preko 105 t, u više od četrdeset zemalja svijeta, a prema Passagliji i sur. (1998.), nalazišta zeolita poznata su na Islandu i Novom Zelandu, u SAD-u, Japanu i Rusiji (Kamčatka) te na Kavkazu.

2.6.1. Kemijska građa zeolita

Zeoliti su čvrste tvari otvorene, trodimenzionalne kristalne strukture. Sastavljene su od nekoliko elemenata – silicij (Si), aluminij (Al) i kisik (O) s alkalnim metalima (npr. magnezijem (Mg), natrijem (Na) i kalijem (K)) te molekulama vode koja se nalazi u porama između njih (Ming i Mumpton, 1989.).

Jedna od važnih karakteristika zeolita je omjer silicija i aluminijskih. Neravnoteža koja se javlja zbog prisutnosti aluminijskih u okviru zeolita određuje karaktere ionske izmjene zeolita, a očekuje se da inducira potencijalna kisela mjesta (Baričević i sur., 2023.). Omjer silicija i aluminijskih obrnuto je proporcionalan sadržaju kationa, ali izravno proporcionalan toplinskoj stabilnosti. Selektivnost

površine mijenja se iz hidrofilne u hidrofobnu kada se omjer poveća. Silikatna molekularna sita (silikalit-1) imaju neutralnu strukturu, hidrofobna su i nemaju izmjenjujuća ionska ili katalitička svojstva (Barrer, 1986.). De Smedt i sur. (2015.) klasificiraju minerale zeolita prema odnosu silicijevog dioksida i alumijevog dioksida na sljedeći način: zeoliti erionit i mordenit-visok omjer Si/Al (od 10 do nekoliko tisuća), zeoliti Y-srednji omjer Si/Al (2 do 5) te zeoliti A-nizak omjer Si/Al (između 1,0 i 1,5). Silikatni zeoliti su organofilni nepolarni sorbenti, dok su aluminijski jaki desikanti (Ramesh i sur., 2010.).

Flanigen i sur. (1991.) zeolite dijele na temelju promjera pora i to na: zeolite malih pora koji imaju osmeročlani prsten s promjerom slobodnih pora od 0,3 do 0,45 nm, zeolite srednjih pora koji imaju deseteročlani prsten s promjerom slobodnih pora od 0,45 do 0,6 nm, zeoliti velikih pora koji imaju dvanaesteročlani prsten s promjerom slobodnih pora od 0,6 do 0,8 nm te zeoliti s iznimno velikim porama koji imaju četrnaesteročlani prsten s promjerom slobodnih pora od 0,8 do 1,0 nm. Lok i sur. (1983.) navode kemijska i fizikalna svojstva ovih minerala - morfologija, toplinska ekspanzija, gustoća, boja, veličina čestica, tvrdoća, ujednačenost sastava, optička svojstva zatim dielektrična svojstva, električna vodljivost, termokemija, zeolitna voda, volumen pora, struktura vanjske i unutarnje tetraedarske veze i gustoća okvira. Dimenzija, oblik, visoka čistoća te povezanost njihovih pora i praznina ključne su karakteristike svojstava zeolita (Rhodes, 2010.; Ren i sur., 2018.). Na temelju strukture pora, molekule vode i kationi zauzimaju međusobno povezane šupljine i pore. Struktura minerala je vrlo složena, jer zeolit ima velike otvorene „kanale“ u svojoj kristalnoj strukturi, a koji omogućuju prazan prostor za kationsku izmjenu i adsorpciju (Morris i Nachtigall, 2017.), što ih čini izuzetno učinkovitim izmjenjivačima zbog unutarnje površine tih kanala. Zeoliti mogu bez promjene svoje kristalne strukture reverzibilno dobivati i gubiti vodu i izmjenjivati katione izvan okvira. Korisna svojstva koja odlikuju zeolite su i selektivnost kationa, zatim velik volumen šupljina (50%) te visok kapacitet kationske izmjene (Auerbach i sur., 2003.). Za poljoprivredu su od interesa visok kapacitet zadržavanja vode u slobodnim kanalima u tlu, visok kapacitet kationske izmjene te visok kapacitet adsorpcije (Hedstrom, 2001.).

2.6.2. Zeoliti u zaštiti bilja

Zeoliti imaju specifična fizikalna i kemijska svojstva koja im omogućuju ključnu ulogu primijenjeni u obliku prašiva pri suzbijanju štetnika uskladištenih poljoprivrednih proizvoda, kako u IPM programima, tako i u organskoj poljoprivredi (Mumpton, 1999.). Zeoliti se koriste u poljoprivrednoj proizvodnji i to za poboljšanje usjeva, pročišćavanje otpadnih voda, očuvanje resursa, poboljšanje strukture tla, dobrobit okoliša, itd. (Allen, 1991.; Ando i sur., 1996.; Prisa, 2017.). Elliot i Zhang (2005.) navode i ostale benefite korištenja zeolita u poljoprivredi kao što su: sposobnost zadržavanja vode i hranjivih tvari, ekološka prihvatljivost jer osigurava da aktivna tvar herbicida ima trajniju učinkovitost, pa se smanjuje potencijal ispiranja i onečišćenja okoliša. Oni djeluju kao gnojivo sa sporim otpuštanjem, imaju sposobnost filtriranja amonijaka iz akvakulture

te adsorbiraju teške metale, pomažu sekvestraciju ugljika. Ove tvari smanjuju emisiju amonijaka te djeluju kao kondicioneri i dekontaminatori tla.

Potrebne su visoke razine pokrivenosti zeolitom da bi se postigla učinkovitost u suzbijanju štetnih kukaca. To se također odnosi na druge prirodne proizvode koji se koriste kao biopesticidi (De Smedt, 2016.).

Što se tiče primjene zeolita u suzbijanju bolesti, istraživači Sirosita i sur. (1991.) opsežno su radili na pronalaženju sredstva koje ima aktivnost protiv raznih uzročnika bolesti voća i povrća te se može sigurno primijeniti na usjeve. Autori su zaključili da zeoliti koji sadrže bakar imaju izvrstan fungicidni učinak i ne pokazuju problematičnu fitotoksičnost.

Maslina je kao rijetko koja biljna vrsta podložna napadima velikog broja štetnika i uzročnika bolesti među kojima velike štete radi *V. oleaginea*, uzročnik paunovog oka. Dugogodišnje korištenje sredstava za zaštitu bilja na bazi bakra dugoročno dovodi do onečišćenja, smanjenja biološke raznolikosti tla te stvara negativan pritisak na okoliš. Zbog toga postoji potreba provesti ovo istraživanje, ali i nastaviti provoditi daljnja istraživanja kako bi se pronašla alternativa bakru. Kao novi, prirodan i ekološki prihvatljiv proizvod ističe se zeolit.

3. Materijali i metode

3.1. Geografski smještaj

Istraživanje je provedeno na uzorcima lista masline sorte oblica prikupljenog u mjestu Škabrnja koje je smješteno u blizini Zadra. Oblica se ističe kao jedna od najpoznatijih i najrasprostranjenijih sorti maslina u Hrvatskoj. Njezini plodovi su jajastog oblika, težine 2.5 -10 grama te sadrže i do 20% ulja (Medved, 2021.). Karakterizira je i alternativna rodnost pa je u čiste nasade oblice potrebno unositi druge sorte – oprašivače (levantinka, lastovka) (Medved, 2021.). Po uporabi je uljarica i jestiva sorta. Postavljeni pokus nalazi se na području Mediterana što znači da ima tipičnu mediteransku klimu koju karakteriziraju topli i suhi ljetni mjeseci te blage i kišovite zime. Uvjeti za uzgoj masline su na istraživanom lokalitetu povoljni jer maslina preferira sunčana područja i dobro podnosi visoke temperature, a otporna je i na sušu. Važno je napomenuti da maslini odgovara dobro drenirano tlo s pH vrijednosti između 6 i 8, a tlo u Škabrnji je uglavnom pjeskovito s malim udjelom manjeg skeletnog kamena stoga može biti pogodno za uzgoj masline kao kulture. Uz odgovarajuću agrotehniku maslina na lokalitetu uspješno raste i donosi plodove, a uzgoj može biti profitabilan jer maslinovo ulje iz ovog područja ima visoku kvalitetu i cijenjeno je na tržištu.

Uzorci lista za potrebe ovog istraživanja prikupljeni su u masliniku površine 0.8 ha (44.095018 N, 15.441517 E). Maslinik je starosti 17 godina u integriranom sustavu uzgoja. Integrirani sustav kombinira različite metode zaštite, ostavljajući kemijsku zaštitu kao posljednju nužnu mjeru kako bi bila postignuta održiva i gospodarski opravdana proizvodnja. Nadalje, ovaj sustav uzgoja uključuje i primjenu adekvatnih gnojiva, praćenje i suzbijanje štetnih organizama te racionalnu primjenu sredstava za zaštitu kako bi se minimalizirali negativni utjecaji na okoliš.

3.2. Priprema i aplikacija tretmana

Istraživanje je provedeno u sklopu projekta „LIFE-Microfighter“ (101074218/LIFE21-ENV-IT-LIFE MICROFIGHTER), financiranog u sklopu operativnog programa: LIFE 2021. - 2027. U svrhu mjerenja učinka zeo-bio pripravka na latentnu pojavu paunovog oka kod masline sorte oblica u Zadarskoj županiji provedena su i poljska i laboratorijska mjerenja.

Poljski pokus je postavljen po shemi slučajnog bloknoeg rasporeda sa četiri varijante u četiri ponavljanja. Ukupna površina poljskog pokusa iznosila je 4ha. Površine varijanti poljskog pokusa iznosile su: 0.3 ha Cu100, 0.3 ha Cu50/Zb50 – Ps, 0.1 ha Zb100 – Ps te 0.1 ha Cu0.

Provedeno tretiranje za zaštitu od bolesti paunovog oka je usklađeno s programom zaštite koju u prosječnim godinama provodi vlasnik maslinika, a ono je obavljeno 17. travnja 2023. nošenim rasprskivačem AGP 100–440[©].

Varijante pokusnih tretmana bile su sljedeće:

1. pozitivna kontrola Cu100: puna doza bakra (CuO) (4 kg/ha), korišteno sredstvo Nordox 75 WG. Pripravak Nordox 75 WG je površinski fungicid na bazi bakra iz bakrenog oksida. Širokog je spektra djelovanja što znači da suzbija širok spektar gljivičnih bolesti.

2. Cu50/Zb50 – Ps : kombinacija zeo bio pripravka s fungicidnim pripravkom bakra u 50% smanjenoj dozi od one kod konvencionalne zaštite (2kg/ha Cu i 3kg/ha Zb), korišteno sredstvo Nordox 75 WG i zeo bio pripravak tj. ove dvije komponente fizički su pomiješane i primjenjene u pokusu.

3. Zb100 – Ps : čisti pripravak zeolita s bakterijom *Pseudomonas* sp. (6 kg/ha). Proizvod je sastavljen od dvije komponente, zeolitne (K-kabazita) i mikrobiološke (bakterije, (mBCA), *Pseudomonas* sp. DLS65)). Soj bakterije je testiran u laboratorijskim uvjetima i nije osjetljiv prema bakru. te

4. negativna kontrola Cu0: primjena čiste vode

Sva sredstva su bila prethodno pripremljena i dostavljena za upotrebu, poštujući kompatibilnost djelatnih tvari te uvažavajući njihovu djelotvornost. Način pripreme proizvoda je proizvođačevo autorsko pravo. Nadalje, sva sredstva su pripremljena standardnim načinom pripreme krutih formulacija za tekuću primjenu na način da je prethodno odvagana doza za površinu od četiri ponavljanja svake varijante i stavljena u kablčić s vodom i promiješana te nakon toga usipana u spremnik uređaja za primjenu.

Kod svakog uzorkovanja u polju prikupljeno je 50 listova s jednog centralnog stabla svake varijante na ponavljanju (ukupno 800 listova). Uzorkovano lišće je bilo iste starosti s različito orijentiranih strana stabla i to s unutarnjih i nižih dijelova krošnje. Svi uzorci su pospremljeni u pvc vrećice i transportirani u laboratorij gdje su bili čuvani u frižideru. Na istraživanoj plohi provedena su ukupno dva uzorkovanja listova masline. Prvo uzorkovanje bilo je dana 14. travnja 2023. dok je maslina bila u fenofazi 33 prema BBCH skali kad izbojci dosežu 30% konačne veličine. Drugo uzorkovanje provedeno je 20. studenog 2023. dok je maslina bila u fenofazi 00 prema BBCH skali kada su folijarni pupoljci na vrhu izdanka, razvijeni u prethodnoj godini, potpuno zatvoreni, oštri, bez još razvijene stabljike, a maslina je u zimskom mirovanju.

3.3. Utvrđivanje učestalosti pojave i jačine zaraze latentnih simptoma paunovog oka metodom s 5% - tnim NaOH

Laboratorijski dio istraživanja započeo je na način da su prikupljeni uzorci lista izvađeni iz frižidera, pregledani na oštećenja i stavljeni u kadice s otopinom 5% - NaOH. Otopina 5% NaOH alkalni je spoj koji u kontaktu sa zaraženim listovima masline može otkriti prisutnost patogena, u ovom slučaju gljive *V. oleaginea*. Listovi su se namakali u otopini 10 minuta, zatim su stavljeni na filter papir da se posuše tri minute tj. do pojave tamnih mrlja ukoliko je patogen prisutan u listu.

Iz raspoređenih listova utvrđen je intezitet zaraze. Postupak je prikazan na slikama 3.3.1. i 3.3.2. Kod latentne zaraze simptomi zaraze nisu vidljivi golim okom.



Slika 3.3.1. Utvrđivanje zaraze i listovi u 5% otopini NaOH

Izvor: Krstina Mišlov, 2023.



Slika 3.3.2. Sušenje listova do pojave tamnih mrlja

Izvor: Krstina Mišlov, 2023.

Kod očitavanja inteziteta zaraze, utvrđena je učestalost pojave te jačina pojave latentnih simptoma paunovog oka, sukladno EPPO smjernicama za utvrđivanje učinkovitosti pripravaka u suzbijanju paunovog oka (EPPO, 2011). Postotak površine s pjegama je procjenjivan vizualno i usklađen sa skalom prema EPPO smjernicama.

Učinkovitost (%) istraživanih četiriju varijanti tretmana na a) učestalost pojave i b) jačinu pojave latentnih simptoma paunovog oka, izračunata je za svaki od tretmana formulom prema Abbottu (Abbott, 1925.) (1).

$$(1) \text{ Učinkovitost zaštite (\%)} = ((\text{zaraza prije} - \text{zaraza kasnije}) / \text{zaraza kasnije}) * 100$$

Zaraza prije – datum 14.04.

Zaraza kasnije – datum 20.11.

Kod izračuna za učinkovitost na učestalost pojave latentnih simptoma paunovog oka, za vrijednost „zaraza prije” uvrštena je vrijednost koja predstavlja postotni udio zaraženih listova u ukupnom broju listova u uzorku prije tretiranja, a za vrijednost „zaraza poslije“ uvrštena je učestalost pojave koja predstavlja postotni udio zaraženih listova u ukupnom broju listova u uzorku nakon tretiranja. Kod izračuna za učinkovitost na jačinu pojave latentnih simptoma paunovog oka za vrijednost „zaraza prije” uvrštena je vrijednost procijenjene površine zaraženih listova pokrivena otkrivenom mrljom nakon primjene NaOH koja predstavlja postotni udio zaražene lisne površine u ukupnom broju listova u uzorku prije tretiranja, a za iznos „zaraza poslije“ uvrštena je vrijednost procijenjene površine zaraženih listova pokrivena otkrivenom mrljom nakon primjene NaOH koja predstavlja postotni udio zaražene lisne površine u ukupnom broju listova u uzorku nakon tretiranja. Obje vrijednosti imaju mjernu jedinicu izraženu u postotku (%).

Rezultati su obrađeni statistički, analizom varijance (ANOVA) statističkim programom ARM 7. Prosječne vrijednosti su rangirane Tukey testom rangova (Grylling Data Management, 2005.).

4. Rezultati i rasprava

Tablicom 4.1. prikazan je provedena statistička analize usporedbe tretmana za učestalost pojave (postotak zaraženih listova u uzorku) te jačinu zaraze (postotak zaražene lisne površine) u dva datuma očitavanja.

Tablica 4.1. Vrijednosti ANOVE, statistička analiza ARM7.

		Učestalost pojave (% zaraženih listova/uzorku)		Jačina zaraze (% zaražene lisne površine)		Učinak tretmana na učestalost pojave po Abbotu (%)	Učinak tretmana na jačinu zaraze po Abbotu (%)
		14.4.2023.	20.11.2023.	14.4.2023.	20.11.2023.	20.11.2023.	20.11.2023.
	Varijanta tretmana / Datum očitavanja						
1.	Cu100	12,3±14,97	3,0±2,76	50,2±29,50	18,2±13,10	-371,82	-229,49
2.	Cu50/Zb50 – Ps	19,0±16,48	1,7±2,03	69,5±42,65	8,3±3,00	335,83	332,04
3.	Zb100 – Ps	1,7±0,92	1,0±0,45	24,4±10,89	14,3±4,12	-611,82	-334,68
4.	Cu0	17,2±18,51	2,2±2,13	57,1±36,42	11,3±3,42	0,00	0,00
	LSD <i>P=0.05</i>	26,36	3,42	59,90	10,74	40,908	25,597

Statistička obrada podataka nije pokazala da postoji značajna razlika u učinku za učestalost pojave i jačinu zaraze.

Statistička obrada podataka nije pokazala značajnu razliku u učinku tretmana na učestalost pojave zaraze i jačinu zaraze po Abbotu.

Učestalost pojave zaraženih listova (%) varirala je između tretiranih varijanti, pri čemu su najniže vrijednosti zabilježene kod tretmana 3. (1,7±0,92 % u travnju i 1,0±0,45 % u studenom 2023.), dok je najviša učestalost u travnju zabilježena kod tretmana 2. (kombinacija NORDOX 75 WG 0,5 kg/ha + ZEO-BIOPESTICIDE 3 kg/ha (19,0±16,48 %)). U studenom su sve tretirane varijante pokazale smanjenje učestalosti pojave u odnosu na travanj.

Jačina zaraze (%) također je varirala, pri čemu su u travnju najviše vrijednosti zabilježene kod tretmana 2. (kombinacije NORDOX 75 WG 0,5 kg/ha + ZEO-BIOPESTICIDE 3 kg/ha (69,5±42,65 %)), dok su u studenom najniže vrijednosti zabilježene kod istog tretmana (8,3±3,00

%). Neočekivano visoka vrijednost u tretmanu 1. u travnju ($50,2 \pm 29,50$ %) ukazuje na visoku varijabilnost unutar uzoraka.

Izračun učinka tretmana prema Abbotu pokazao je visoke negativne vrijednosti za tretman ZEO-BIOPESTICIDE 6 kg/ha (-611,82 % za učestalost pojave i -334,68 % za jačinu zaraze), što može ukazivati na neadekvatnu učinkovitost ovog tretmana u suzbijanju zaraze. Suprotno tome, kombinirani tretman 2. (NORDOX 75 WG 0,5 kg/ha + ZEO-BIOPESTICIDE 3 kg/ha) pokazao je pozitivne učinke (335,83 % i 332,04 %), što sugerira potencijalno sinergijsko djelovanje. Dakle, kombinacija komercijalnog sredstva NORDOX 75 i zeo – biopesticida dala je pozitivan učinak na suzbijanje zaraze paunovog oka. To nam ukazuje da je kombinacija ova dva tretmana učinkovitija nego svaki tretman pojedinačno što je karakteristika sinergijskog djelovanja.

Vrijednosti LSD pri $P=0,05$ pokazuju visoku varijabilnost rezultata, što može otežati donošenje konačnih zaključaka o statistički značajnim razlikama među tretmanima. Potrebna su dodatna istraživanja kako bi se potvrdila učinkovitost tretmana i smanjila varijabilnost rezultata.

Paunovo oko je gljiva prisutna u masliniku cijele godine, a prezimljava u otpalim listovima i na listovima u krošnji masline (Cvjetković., 2010.). Kiša raznosi konidije po stablu, a vjetar i na okolna stabla, no ne više od 5 do 6 metara. Prema Cvjetkoviću (2010.) u dalmatinskom uzgojnom području sporulacija je najobilnija u jesen (listopad, studeni) te u proljeće (ožujak, travanj). Inkubacija u optimalnim uvjetima traje otprilike 2 tjedna, no ako nakon inkubacije uslijedi toplo i suho razdoblje inkubacija se može produžiti i na nekoliko mjeseci (Cvjetković, 2010.). U godini provođenja ovog istraživanja nastupilo je sušno razdoblje u ljetnim mjesecima (lipanj, srpanj) što nije pogodovalo inkubaciji bolesti paunovog oka. Također, razdoblje između dva očitavanja maslina je dugačko te uvelike ovisi o klimatskim čimbenicima.

Slična istraživanja vezana uz primjenu zeolita u zaštiti maslina od *V. oleaginea* na latentnu zarazu nisu provedena. Iako bi zbog duljine inkubacije i latentnosti bilo korisno vidjeti učinak.

Druga istraživanja vezana uz primjenu zeolita na drugim kulturama provedena su na vinovoj lozi, jabukama, rajčicama te agrumima. Opisana istraživanja provedena su na listopadnim kulturama, dakle inokulum ne ostaje u granama kao kod masline koja je zimzelena biljka. Što je moguće čini značajnu razliku u učinku ovih pripravaka (zeolita) na smanjenje jačine i učestalosti zaraze nakon tretiranja.

Polat i sur. (2018.) proveli su istraživanje gdje su testirali nekoliko formulacija zeolita (850 WP i 800 MSC) te zeolit u kombinaciji s plavim ultramarinom i gljivom *Trichoderma asperellum* Zeolit 850 WP (6 000 i 3 000 ppm) + plavi ultramarin ili *Trichoderma asperellum* te Zeolit 800 MSC (6 000 i 3 000 ppm) + *Trichoderma asperellum* u poljskim pokusima kako bi procijenili njihovu učinkovitost u suzbijanju plamenjače vinove loze (*Plasmopara viticola*) (Baričević i sur., 2023.). Dobiveni rezultati pokazali su da zeolit 850 WP ima potencijal korištenja kao nov fungicid jer bi mogao smanjiti štete od plamenjače na stolnim sortama grožđa. Kako *P. viticola* nema

latentnu fazu s istraživanjem je moguće samo raspraviti u smislu učinka na vidljive simptome, što nije bilo u skladu našim hipotezama.

Istraživanje provjere učinka različitih zeolita na rast sive plijesni (*Botrytis cinerea* Pers.) i krastavosti jabuke (*Venturia inaequalis*) provela je autorica De Smedt (2016.). Ovo istraživanje provedeno je na rajčici i na reznicama stabala jabuke. Rezultati istraživanja pokazali su značajne razlike u promjeru zone inhibicije rasta micelija za skoro sve spojeve zeolita i korištenih koncentracija u odnosu na kontrolu. Inhibicija porasta micelija u korelaciji je s povećanjem koncentracije zeolita. Iako naši rezultati nisu usporedivi s ovim radom u tom smislu, ovo istraživanje otvara drugu perspektivu. A to je postavljanje hipoteze na način koliko primijenjeni tretman zeolitima utječe na inhibiciju porasta micelija tijekom latentne zaraze.

Cerrilloa i sur. (2017.) proveli su ispitivanje potencijala srebrnih zeolita u suzbijanju uzročnika bolesti zelene plijesni citrusa (*Penicillium digitatum*). Rezultati su pokazali kako dobiveni spojevi imaju mogućnost za suzbijanje zelene plijesni citrusa te da ugradnja ovih zeolita u HPMC može omogućiti pristupačnu i sigurnu metodu za suzbijanje truljenja svježih agruma. Fungicidni učinak ovisi o količini srebra u zeolitima, ali visok sadržaj srebra izaziva fitotoksičnost na površini ploda. Budući da su pripravci na bazi zeolita koje su korišteni u našem istraživanju autorski zaštićeni nije poznata količina žive komponente u zeolitu kao nosaču te iako nije polučen učinak moguće je potvrditi da nema fitotoksičnog učinka na listu masline. Nadalje, bilo bi dobro predvidjeti u budućnosti usporedbu zeolitnih pripravaka koji sadrže žive u odnosu na nežive komponente jer je poznato da zeolitni pripravci sa živim komponentama kraće traju i kod skladištenja imaju brži vijek propadanja odnosno pouzdane učinkovitosti u primjeni, što je moguće utjecalo i na naš rezultat.

Slijedom toga, što se tiče korištenja nekih drugih sredstava za zaštitu bilja protiv paunovog oka možemo istaknuti istraživanje provedeno u središnjoj Italiji u masliniku gdje se uzgaja sorta Moraiolo, a zaraza gljivom *V. oleginea* izrazito je uznapredovala (Almadi i sur., 2024.). Cilj istraživanja bio je procijeniti učinkovitost tretiranja zaraženih stabala bakrenim oksikloridom i dodinom u proljeće i jesen, a kao kontrola su korištena stabla koja nisu tretirana. Masline tretirane dodinom pokazale su znatno manji postotak zaraženog lišća – oko 20%. Defolijacija na kontroli je iznosila 90% kao i na tretmanu tretiranim bakrom, dok je na tretmanu tretiranim dodinom zabilježen postotak defolijacije od oko 55%. Naše istraživanje moglo bi se proširiti u smjeru da se preuzmu pozitivne karakteristike dodina i da ga se primjeni u subletalnim dozama i na taj način poveća učinkovitost zeolitnih pripravaka sa živom komponentom. Prethodno bi trebalo istražiti osjetljivost soja *Pseudomonas DSL65* na dodin. Iako dodin nije registriran u RH kao dozvoljena djelatna tvar za suzbijanje paunovog oka u maslinama (FIS, MP, 2024.), svakako treba ovu praksu s pozitivnim iskustvima u suzbijanju uzeti kao primjer i mogućnost razrade novih rješenja. Takva praksa ili proizvodnja tih pripravka bi imala smisla samo kad bi se željele izbjeći negativne karakteristike zeolitnih pripravaka sa živom komponentom, a to je prije svega rok trajanja i pad učinkovitosti s vremenom skladištenja od trenutka formuliranja pripravka.

Učestali napadi paunovog oka u masliniku izazivaju defolijaciju, slab rast biljke te propadanje ogoljenih grana što dovodi do negativnog utjecaja na produktivnost masline (Buonario i sur., 2023.). Uobičajeno tretiranje bakrom nije dovoljno u suzbijanju bolesti naročito ako je stupanj zaraze visok, ali i zbog činjenice da bakar uzrokuje opadanje zaraženog lišća. Zbog toga je potrebno naći alternativu.

5. Zaključak

Bakar, iako važan mikroelement u poljoprivredi predstavlja prijetnju od ekološkog onečišćenja zbog perzistentnosti i nakupljanja u tlu i vodi, posljedično i u živim organizmima. Zeoliti imaju mogućnost nositi živu i neživu komponentu koje su učinkovite na štetne organizme. Cilj ovog istraživanja bio je ispitati učinak zaštite masline od pojave latentnih simptoma paunovog oka tretmanima koji su ekološki prihvatljiviji. Obje hipoteze su odbačene. Nadalje, zbog zimzelenosti masline kao biljke i složenosti životnog ciklusa patogena osobito zbog nejasnog utjecaja vremenskih prilika na jačinu i učestalost pojave jako je teško predviđati učinak tretmana na latentnu zarazu *V. oleaginea*. Istraživanja je dalo doprinos u rasvjetljavanju učinka „Zeo-bio pripravka na latentnu pojavu paunovog oka masline sorte oblica u zadarskoj županiji zaštitu masline od latentne zaraze paunovim okom okolišu prihvatljivijim pripravcima. Dobiveni rezultati imaju visoku varijabilnost i time je donošenje zaključaka otežano. Potrebna su dodatna istraživanja kako bi se potvrdila učinkovitost tretmana i smanjila varijabilnost rezultata. Također je potrebno nastaviti tražiti nove tehnike i mjere kao i ekološki prihvatljive proizvode koji mogu imati utjecaj na smanjenje simptoma latentne zaraze *V. oleaginea*, te postepeno zamjenjivati bakar.

6. Popis literature:

1. Abbott, W. S. (1925). "A method of computing the effectiveness of an insecticide." *Journal of Economic Entomology*, 18(2), 265-267.
2. Adriano, D.C. (2005.). Trace elements in terrestrial environments. Biogeochemistry, Bioavailability, and Risk of Metals. Springer. New York.
3. Allen, E. R. (1991.). Supplying nitrogen, phosphorus, and potassium to plants through dissolution and ion exchange using a zeolite-based substrate. Texas A&M University
4. Almadi L, Frioni T, Farinelli D, Paoletti A, Cinosi N, Rosati A, Moretti C, Buonario R, Famiani F (2024.). Dodine an effective alternative to copper for controlling *Venturia oleaginea*, the causal agent of pea-cock eye disease, in highly infected olive trees. *Front. PlantSci.*15:1369048.doi:10.3389/fpls.2024.136904[online] <https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1369048> (pristupljeno 15.8.2024.)
5. Ando, H., Mihara, C., Kakuda, K. I., & Wada, G. (1996.). The fate of ammonium nitrogen applied to flooded rice as affected by zeolite addition. *Soil Science and Plant Nutrition*. 42(3): 531-538. [online] <https://doi.org/10.1080/00380768.1996.10416322> (pristupljeno 17.7.2024.)
6. Auerbach, S. M., Carrado, K. A., & Dutta, P. K. (2003.). Handbook of zeolite science and technology. CRC press [online] <https://doi.org/10.1201/9780203911167> (pristupljeno 15.7.2024.)
7. Ballabio, C., Panagos P., Lugato E., Huang J.H., Orgiazzi A., Jones A., Fernández-Ugalde O., Borrelli, P., Montanarella. L. (2018.). Copper distribution in European topsoils: An assessment based on LUCAS soil survey. *Science of The Total Environment*. 636: 282-298. [online] <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.04.268> (pristupljeno 12.8.2024.)
8. Baričević, M., Vrandečić, K., Zorica, M., Kos, T., (2023.) Zeoliti i njihova primjena u zaštiti bilja. *Poljoprivreda*. 29: 33-42 [online] <https://doi.org/10.18047/poljo.29.2.5> (pristupljeno 27.7.2024.)
9. Barrer, R. M. (1986.). Porous crystals: a perspective. *Pure and Applied Chemistry*. 58(10): 1317-1322. [online] <https://doi.org/10.1351/pac198658101317> (pristupljeno 15.7.2024.)
10. Bouma, E. (2005.). Development of comparable agroclimatic zones. *Bull. OEPP/EPPO Bull.* 35: 233–238.
11. Buonario, R., Almadi, L., Famiani, F., Moretti, C., Agosteo GE i Schena L (2023.). Olive leaf spot caused by *Venturia oleaginea*: An updated review. *Front. Plant Sci.* 13:1061136. [online] doi: 10.3389/fpls.2022.1061136 (pristupljeno 17.7.2024.)
12. Castagne, J. L. M. (1845.). *Catalogue des plantes qui croissent naturellement aux environs de Marseille*. (Pont-Moreau, France: Nicot et Pardigon).
13. Cerrillo, J. L., Palomares, A. E., Rey, F., Valencia, S., Palou, L., & Pérez-Gago, M. B. (2017.). Ag-zeolites as fungicidal material: Control of citrus green mold caused by *Penicillium digitatum*. *Microporous and Mesoporous Materials*. 254:69-76. [online] <https://doi.org/10.1016/j.micromeso.2017.03.036> (pristupljeno 17.8.2024.)

14. Cvjetković B. (2010.). Mikoze i pseudomikoze voćaka i vinove loze, Zrinski d.d., Zagreb
15. De Smedt, C. (2016.). Zeolites as potential plant protection agents (Doctoral dissertation, Ghent University).
16. De Smedt, C., Someus, E., i Spanoghe, P. (2015.). Potential and actual uses of zeolites in crop protection. *Pest management science*. 71(10): 1355-1367 [online] <https://doi.org/10.1002/ps.3999> (pristupljeno 23.8.2024.)
17. Družetić, E. (2013.) Zaštita maslina od bolesti i štetnika. Slobodna Dalmacija. Split.
18. Elliot, A. D., i Zhang, D. K. (2005.). Controlled release zeolite fertilisers: a value added product produced from fly ash. *World of Coal Ash (WOCA)*, 11-15.
19. EPPO (2011.) Smjernica PP1/081(3) - *Cycloconium oleaginum*, Revision: 3, Fungicides/Bactericides, European and Mediterranean Plant Protection Organization, Paris, Francuska.
20. Flanigen, E. M., Jansen, J. C., i van Bekkum, H. (Eds.) (1991.). Introduction to zeolite science and practice. Elsevier.
21. Galli, E., i Passaglia, E. (2011.). Natural zeolites in environmental engineering. *Zeolites In Chemical Engineering*. Verlag Processeng Engineering GmbH. Vienna, 392-416.
22. Gottardi, G., i Galli, E. (1985.). Natural Zeolites. Minerals and Rocks Series. *Geological Magazine*. 123(6):718-718. [online] doi:10.1017/S0016756800024456 (pristupljeno 18.7.2024.)
23. Graniti, A. (1993.). Olive scab: a review. *EPPO Bull.* 23 (3): 377–384. [online] doi: 10.1111/j.1365-2338.1993.tb01339.x (pristupljeno 12.8.2024)
24. Grylling Data Management (2005.): Inc. ARM software revision 7.2.2. September 12, 2005. Brookings, south Dakota, USA.
25. Jemrić T. (2008.). Cijepljenje i rezidba voćaka. Naklada Uliks. Zagreb.
26. Koprivnjak, O. (2006.). Djevičansko maslinovo ulje: od masline do stola. MIH d.o.o.. Poreč.
27. Kühne, S.; Roßberg, D.; Röhrig, P.; von Mehring, F.; Weihrauch, F.; Kanthak, S.; Kienzle, J.; Patzwahl, W.; Reiners, E.; Gitzel, J. (2017.). The use of copper pesticides in Germany and the search for minimization and replacement strategies. *Org. Farming*. 3(1): 66–75.
28. Lok, B. M., Cannan, T., i Messina, C. A. (1983.). The role of organic molecules in molecular sieve synthesis. *Zeolites*. 3(4): 282-291. [online] [https://doi.org/10.1016/0144-2449\(83\)90169-0](https://doi.org/10.1016/0144-2449(83)90169-0) (pristupljeno 16.7.2024.)
29. Loprieno, N., i Tenerini, I. (1959). Metodo per la diagnosi precoce dell'occhio di pavone dell'olivo (*Cycloconium oleaginum* cast.). *J. Phytopathol. Phytopathology* 34 (4), 385–392.
30. Mahesh, M., Thomas, J., Kumar, K. A., Bhopale, B. S., Suresh, N. V., Vaid, S. K., i Sahu, S. K. (2018). Zeolite farming: A sustainable agricultural prospective. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 7(5): 2912-2924. [online] <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2018.705.340> (pristupljeno 17.7.2024.)
31. MedvedI. (2021.). Sorte maslina. Agroportal. <https://www.agroportal.hr/maslinarstvo/1924> (pristupljeno 21.2.2025.)

32. Mesić, Ž., Lončar, H., Dolić, Z., Tomić, M. (2015.). Analiza svjetskog i hrvatskog tržišta maslinovog ulja. *Agronomski glasnik*. 77 (4-6): 227-240.
33. Miljković, I., Gašparec-Skočić, Lj., Milat, V., Strikić, F., Oplanić, M., Bjeliš, M., Čelar, I., Petričević, S., Jurišić, Z., Verbanac, D., Poljuha, D., Tratnik, M., Katalinić, I., Ševar, M., Bičak, L., Šimunović, V., Niskota, J., Orenda, J., Skakelja, S., Deur, M., Bolić, J., Bulimbašić, S., Milat, I., Brkan, B. (2011.). *Maslina i maslinovo ulje: Božji dar u Hrvata*, Mavi d.o.o., Hrvatski centar za poljoprivredu, hranu i selo. Zagreb.
34. Ming, D. W., i Mumpton, F. A. (1989.). Zeolites in soils. *Minerals in soil environments*. 1: 873-911.
35. Morris, R. E., i Nachtigall, P. (Eds.). (2017.). *Zeolites in catalysis: properties and applications*. Royal Society of Chemistry.
36. Mumpton, F. A. (1985). Using zeolites in agriculture. *Innovative biological technologies for lesser developed countries*, 127-158.
37. Mumpton, F. A. (1999). La roca magica: Uses of natural zeolites in agriculture and industry. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 96(7), 3463. [online] <https://doi.org/10.1073/pnas.96.7.3463> (pristupljeno 17.7.2024)
38. Oliver, M.A. (1997.). Soil and human health: a review. *Eur. J. Soil Sci.* 48 (4): 573–592.
39. Panagos, P., Van Liedekerke, M., Yigini, Y., Montanarella, L. (2013.) Contaminated sites in Europe: review of the current situation based on data collected through a European network. *J. Environ. Public Health*. 158764. [online] doi:10.1155/2013/158764 (pristupljeno 11.8.2024.).
40. Passaglia, E., Marchi, E., i Manfredi, F. (1998.). Zeoliti arricchite in NH₄ nella coltivazione in vaso di gerani (*Pelargonium zonale*). *Flortecnica*. Novembre. 11-15.
41. Polat, I., Abdullah, N. L. Ü., Keçeci, M., Özdemir, M., Öztop, A., Çalışkan, S. (2018). Efficiency of Zeolite as Alternative Product for Controlling Downy Mildew (*Plasmopara viticola*) in Table Grape. *The Journal of Turkish Phytopathology*. 47(3): 93-103.
42. Prisa, D.O.M.E.N.I.C.O. (2017.). Italian chabazitic-zeolitite and Effective microorganisms for the qualitative improvement of olive trees. *Atti del Convegno di Calci (PI)*. 13-17. [online] <http://dx.doi.org/10.2424/ASTSN.M.2018.2> (pristupljeno 17.7.2024.)
43. Ramesh, K., Biswas, A. K., Somasundaram, J., i Rao, A. S. (2010.). Nanoporous zeolites in farming: current status and issues ahead. *Current Science*. 760-764.
44. Ren, X., Xiao, L., Qu, R., Liu, S., Ye, D., Song, H., Gao, X. (2018.). Synthesis and characterization of a single phase zeolite A using coal fly ash. *RSC advances*. 8(73): 42200-42209. . [online] <https://doi.org/10.1039%2Fc8ra09215j> (pristupljeno 17.7.2024)
45. Rhodes, C. J. (2010). Properties and applications of zeolites. *Science progress*. 93(3): 223-284. [online] <https://doi.org/10.3184/003685010X12800828155007> (pristupljeno 14.7.2024.)

46. Roubal, C., Regis, S., Nicot, P. (2013.). Field models for the prediction of leaf infection and latent period of *Fusicladium oleagineum* on olive based on rain, temperature and relative humidity. *Plant Pathol.* 62 (3): 657–666. [online] doi: 10.1111/j.1365-3059.2012.02666.x (pristupljeno 24.7. 2024.)
47. Sante Vischiot (2004.). *Maslinarstvo u vrtu i voćnjaku*. Leo commerce. Rijeka.
48. Scibetta, S., Agosteo, G. E., Abdelfattah, A., Li Destri Nicosia, M. G., Cacciola, S. O., Schena, L. (2020.). Development and application of a quantitative PCR detection method to quantify *Venturia oleaginea* in asymptomatic olive (*Olea europaea*) leaves. *Phytopathology.* 110 (3): 547–555. [online] doi: 10.1094/PHYTO-07-19-0227-R (pristupljeno 27.7.2024).
49. Sirosita, M., Mizutani, M., Kimura, S., Oguri, Y., Kitamura, M., Umada, Y., i Sato, H. (1991.). Zeolite fungicide. Patent Number US Patent 4. 986: 989.
50. Škarica, A., Žužić, I., Bonifačić, M. (1996.). *Maslina i maslinovo ulje visoke kakvoće u Hrvatskoj*. Tipograf d.d.. Rijeka.
51. Speiser, B.; Mieves, E.; Tamm, L. (2015.). Kupfereinsatz von Schweizer Biobauern in verschiedenen Kulturen. *Agrar. Schweiz.* 6: 160–165.
52. Steffan, J.J., Brevik, E.C., Burgess, L.C., Cerdà, A. (2018.). The effect of soil on human health: an overview. *Eur. J. Soil Sci.* 69 (1): 159–171.
53. Tamm, L.; Thuerig, B.; Apostolov, S.; Blogg, H.; Borgo, E.; Corneo, P.E.; Fittje, S.; de Palma, M.; Donko, A.; Experton, C. et al. (2022.). Use of Copper-Based Fungicides in Organic Agriculture in Twelve European Countries. *Agronomy.* 12: 673. [online] <https://doi.org/10.3390/agronomy12030673> (pristupljeno 28.7.2024.).
54. Uriu-Adams, J.Y., Keen, C.L. (2005.). Copper, oxidative stress, and human health. *Mol. Asp. Med.* 26 (4–5): 268–298.
55. *Venturia oleaginea* (Castagne) Rossman & Crous, in Rossman, Crous & Hyde, IMA Fungus 6(2):520 (2015) <https://www.speciesfungorum.org/Names/SynSpecies.asp?RecordID=815112>
56. Viruega, J. R., Moral, J., Roca, L. F., Navarro, N., Trapero, A. (2013.). *Spilocaea oleagina* in olive groves of southern Spain: survival, inoculum production, and dispersal. *Plant Dis.* 97 (12): 1549–1556. [online] doi: 10.1094/pdis-12-12-1206-re (pristupljeno 27.7.2024.).
57. Yoshinaga, E., Takahashi, Y., i Kado, M. (1973.). Organophosphate-containing Agricultural and Horticultural Granule Formulation US. Patent, 3(708): 573.
58. Žanetić, M., Gugić, M. (2006.). Zdravstvene vrijednosti maslinovog ulja. *Pomologia Croatica.* 12 (2): 159-173
59. Ziyath, A.M., Mahbub, P., Goonetilleke, A., Adebajo, M.O., Kokot, S., i Oloyede, A. (2011.). Influence of physical and chemical parameters on the treatment of heavy metals in polluted stormwater using zeolite - A review. *Journal of Water Resource and Protection.*, 03:, 758-767. [online] doi:10.4236/jwarp.2011.310086 (pristupljeno 16.7.2024.)
60. Žužić I. (2008.). *Maslina i maslinovo ulje*. "Olea", udruga maslinara Istarske županije.

Popis korištenih izvora – poveznica:

1. Državni zavod za statistiku - [SI-1712_Poljoprivredna proizvodnja u 2022.doc \(dzs.hr\)](#)
(pristupljeno 22.2.2024.)
2. Fitosanitarni informacijski sustav - [Tražilica - Fitosanitarni informacijski sustav \(mps.hr\)](#)
(pristupljeno 7.9.2024.)

Životopis

Krstina Mišlov rođena je 09.06.1996. u Zadru. Završila je gimnaziju Jurja Barakovića u Zadru. Preddiplomski studij Primjenjene ekologije u poljoprivredi završava 2019./2020. te stječe naziv sveučilišne prvostupnice inženjerke agronomije (univ.bacc.ing.agr.). Diplomski studij Mediteranske poljoprivrede smjera Vinogradarstvo, vinarstvo i voćarstvo upisuje akademske godine 2021./2022. na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu.