

# Upotreba tehnike fluorescentne mikroskopije u istraživanju reproduktivnih značajki sorte masline Lastovka

---

Markić, Franka

Master's thesis / Diplomski rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Split, University of Split, Faculty of science / Sveučilište u Splitu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:166:541855>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-23**

Repository / Repozitorij:

[Repository of Faculty of Science](#)



Sveučilište u Splitu  
Prirodoslovno-matematički fakultet  
Odjel za biologiju

Franka Markić

**UPOTREBA TEHNIKE FLUORESCENTNE  
MIKROSKOPIJE U ISTRAŽIVANJU  
REPRODUKTIVNIH ZNAČAJKI SORTE  
MASLINE LASTOVKA**

Diplomski rad

Split, 2022.

Sveučilište u Splitu  
Prirodoslovno-matematički fakultet  
Odjel za biologiju

Franka Markić

**UPOTREBA TEHNIKE FLUORESCENTNE  
MIKROSKOPIJE U ISTRAŽIVANJU  
REPRODUKTIVNIH ZNAČAJKI SORTE  
MASLINE LASTOVKA**

Diplomski rad

Split, 2022.

Ovaj rad, izrađen u Splitu 2022. godine pod vodstvom doc. dr. sc. Gabriele Vuletin Selak predan je na ocjenu Odjelu za biologiju Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Splitu radi stjecanja zvanja magistre edukacije biologije i kemije.

## **Zahvale**

*Zahvaljujem mentorici doc. dr. sc. Gabrieli Vuletin Selak koja me je svojom pozitivnom energijom, predanošću, upornošću i neizmjernom količinom strpljenja vodila kroz izradu ovog diplomskog rada.*

*Zahvaljujem profesorici Ivani Bočini bez čije se inicijative suradnja s mentoricom i izrada ovog diplomskog rada ne bi dogodila.*

*Zahvaljujem profesorici Željani Fredotović koja je pristala biti član povjerenstva.*

*Zahvaljujem svojoj obitelji na molitvama, strpljenju, povjerenju i podršci koju su mi pružili tijekom studiranja.*

*Hvala mojim prijateljima (Kati, Pavli, Pauli, Tomi i Matei) koji su ovo studentsko doba učinili lakšim zajedničkim ispijanjem kava, savjetima, beskrajnim razgovorima, šalama te kampanjskim učenjem.*

*Hvala mojoj prijateljici i kumi Ružici čija vjera u moj rad nikada nije posustala.*

*Hvala najboljoj cimerici Ani bez koje življenje u domu sa svim komentarima, razgovorima, ispijenim kavama i pogledanim serijama ne bi imalo smisla.*

*Naposljetku, hvala Tebi dragi Bože bez čije providnosti ništa od ovoga ne bi bilo moguće.*

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Splitu  
Prirodoslovno-matematički fakultet  
Odjel za biologiju  
Ruđera Boškovića 33, 21000 Split, Hrvatska

Diplomski rad

Franka Markić

### UPOTREBA TEHNIKE FLUORESCENTNE MIKROSKOPIJE U ISTRAŽIVANJU REPRODUKTIVNIH ZNAČAJKI SORTE MASLINE LASTOVKA

#### SAŽETAK

Maslina (*Olea europaea* L.) pripada porodici *Oleaceae*. Najznačajnija je voćna vrsta u mediteranskom dijelu Republike Hrvatske čiji prinos plodova i ulja ima značajan utjecaj na gospodarski razvoj. Pažljivim planiranjem sadnje i uzgoja različitih sorti maslina postiže se veći prinos plodova. Stranooprašivanjem značajno se povećava mogućnost za uspješnu oplodnju i zemetanje plodova. Pomnim odabirom sorti koje pokazuju kompatibilnost u reproduktivnim procesima, omogućava se uspješno zemetanje plodova i veći prinos. Prijemčivost njuške tučka, rast i razvoj peludnih mješnica te uspjeh zemetanja plodova su reproduktivni procesi čijom analizom se omogućuje bolje razumijevanje autoinkompatibilnosti i sorte kompatibilnosti masline. Cilj ovoga rada je analizirati navedene reproduktivne procese nakon kontroliranih oprašivanja korištenjem tehnike fluorescentne mikroskopije.

**Ključne riječi:** maslina, autoinkompatibilnost, sortna kompatibilnost, reproduktivni procesi.

Rad je pohranjen u knjižnici Prirodoslovno-matematičkog fakulteta, Sveučilišta u Splitu.

**Rad sadrži:** 43 stranice, 25 slika, 1 tabelu i 56 literaturnih navoda, izvornik je na hrvatskom jeziku

**Mentor:** Dr. sc. Gabriela Vuletin Selak, *docent*

**Ocjenjivači:** Dr. sc. Gabriela Vuletin Selak, *docent*

Dr. sc. Ivana Bočina, *redoviti profesor*

Dr. sc. Željana Fredotović, *docent*

**Rad prihvaćen:** 14. srpnja 2022.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Split  
Faculty of Science  
Department of Biology  
Ruđera Boškovića 33, 21000 Split, Croatia

Master Thesis

Franka Markić

### FLUORESCENCE MICROSCOPY TECHNIQUE IN ANALYSES OF REPRODUCTIVE CHARACTERISTICS OF OLIVE CULTIVAR LASTOVKA

#### ABSTRACT

Olive (*Olea europaea* L.) belongs to the *Oleaceae* family. It is the most important fruit species in the Adriatic part of Croatia with the fruit and oil yield that has a significant impact on economic development. Selection of suitable cultivars leads to higher yields because cross-pollination significantly enhances fertilization and fruit set. Pollen adhesion and germination in stigma, pollen tube growth in the style and fertilization are reproductive processes that enable better understanding of self-incompatibility and cross-compatibility mechanisms in olive cultivars. The aim of this work was to analyze the reproductive processes after controlled crossings using technique of fluorescence microscopy.

**Key words:** Olive, self-incompatibility, cross-compatibility, reproductive processes.

Thesis deposited in the library of Faculty of Science, University of Split.

**Thesis consist of:** 43 pages, 25 pictures, 1 table 56 references, Original language: Croatian

**Mentor:** Gabriela Vuletin Selak Ph. D. *Assistant Professor*

**Reviewers:** Gabriela Vuletin Selak Ph. D. *Assistant Professor*

Ivana Bočina, Ph. D. *Full Professor*

Željana Fredotović Ph. D. *Assistant Professor*

**Thesis accepted:** July 14, 2022.

## SADRŽAJ

1. Uvod .....	1
1.1. Opće karakteristike porodice <i>Oleaceae</i> .....	1
1.2. Raširenost, uzgoj i sortiment masline u Republici Hrvatskoj.....	2
1.3. Čimbenici rasta i razvoja masline .....	4
2. Reproductivna obilježja masline .....	6
2.1. Građa cvijeta masline .....	6
2.2. Sterilnost cvjetova masline .....	7
2.3. Vrijeme cvatnje masline .....	8
2.4. Reproductivni procesi u cvijetu masline .....	9
2.4.1. Vijabilnost peludi .....	9
2.4.2. Auto (in) kompatibilnost i sortna kompatibilnost masline .....	10
2.4.3. Prijemčivost njuške tučka.....	11
2.4.4. Razvoj peludne mješinice .....	12
2.4.5. Efektivno vrijeme oprašivanja (EPP).....	13
2.5. Oplodnja masline.....	14
3. Cilj istraživanja .....	15
4. Materijali i metode.....	16
4.1. Eksperimentalni nasad maslina u Kaštel Starome .....	16
4.2. Istraživane sorte maslina .....	16
4.3. Praćenje vremena cvatnje istraživanih sorti masline i izrada dijagrama cvjetanja .....	17
4.4. Provedba kontroliranih oprašivanja .....	19
4.4.1. Priprema cvjetova i njihova analiza fluorescentnim mikroskopom .....	21
4.4.2. Analiza uspjeha klijanja peludi sorti donora peludi .....	22
4.4.3. Analiza rasta peludnih mješinica.....	22
4.4.4. Analiza uspjeha oplodnje .....	23



4.4.5. Statistička obrada podataka.....	23
5. Rezultati.....	24
5.1. Trajanje razdoblja cvatnje istraživanih sorti i dijagram cvjetanja .....	24
5.2. Prijemčivost i klijanje peludi na njušci tučka sorte Lastovka nakon provedbe kontroliranih oprašivanja u 2020. ....	26
5.3. Rast peludnih mješnica sorti oprašivača nakon provedbe kontroliranih oprašivanja sorte Lastovka u 2020. ....	28
5.4. Uspjeh oplodnje nakon kontroliranih oprašivanja sorte Lastovka u 2020. ....	29
5.5. Prijemčivost i klijanje peludi na njušci tučka sorte Lastovka nakon provedbe kontroliranih oprašivanja u 2021. ....	31
5.6. Rast peludnih mješnica sorti oprašivača nakon provedbe kontroliranih oprašivanja sorte Lastovka u 2021. ....	32
5.7. Uspjeh oplodnje nakon provedbe kontroliranih oprašivanja sorte Lastovka u 2020. ....	33
6. Rasprava .....	34
7. Zaključak .....	37
8. LITERATURA.....	38

# 1. Uvod

## 1.1. Opće karakteristike porodice *Oleaceae*

Razredu Magnoliopsida pripada red cvjetnica Lamiales u koji se ubraja porodica *Oleaceae*. Porodici pripada 25 različitih rodova u kojima je zastupljeno oko 600 različitih vrsta biljaka. Prema tome porodicu *Oleaceae* možemo klasificirati kao srednje veliku porodicu biljaka. Vrste koje pripadaju porodici *Oleaceae* zastupljene su gotovo na svim kontinentima, a velika većina vrsta naseljava umjerena i tropska područja sjeverne polutke Zemlje (Simpson, 2010). Porodici *Oleaceae* pripadaju različiti oblici biljaka od kojih su najzastupljeniji drveća i grmlje, a manje zastupljene su biljke penjačice ili biljke puzavice (Wallander i Albert, 2000). Cijela porodica *Oleaceae* se može podijeliti na dvije potporodice, *Jasminoideae* i *Oleoideae*. Zajedničke osobine ovih dviju potporodica se očituju u morfološkim, anatomskim, genetskim te kemijskim svojstvima. Ekonomski najznačajniji rodovi koji pripadaju porodici *Oleaceae* su rodovi *Olea* i *Fraxinus*. Rodu *Olea* pripadaju različite sorte maslina čiji se uzgoj očituje u proizvodnji plodova i maslinova ulja, dok se vrste roda *Fraxinus* koriste u drvnoj industriji. Od ostalih rodova bitno je spomenuti rodove *Forsythia*, *Jasminum*, *Ligustrum* i *Syringa* čije se vrste uzgajaju kao ukrasne biljke u čemu se očituje njihov ekonomski značaj (Vuletin Selak, 2011).

Rod *Olea* dijeli na dva podroda *Olea* i *Paniculateae*. Vrsta *Olea europaea* L.(maslina) pripada podrodu *Olea*, te se sastoji od 6 različitih podvrsta. Podvrste su karakteristične za geografska područja koja naseljavaju. Stoga *Olea europaea* subsp. *europaea* je karakteristična za Sredozemno područje. Kod nje razlikujemo divlju formu (*Olea europaea* subsp. *europaea* var. *sylvestris*) te kultiviranu (*Olea europaea* subsp. *europaea* var. *europaea*) (Besnard i sur., 2009).

Morfološki gledano, stablo masline je zimzeleno kserofitsko stablo s razgranjenom okruglastom krošnjom nalik otvorenom kišobranu. Korijenje masline dobro je površinski razgranjeno zbog čega je cjelokupni korijenski sustav plitak. Kora koja oblaže stablo je sivo-zelene boje i na dodir je glatka u prvih nekoliko godina. U kasnijim godinama kora postaje naborana i kvrgava te poprima tamniju boju. Na jednogodišnjim i dvogodišnjim granama nalaze se listovi (Sibbett i Louise, 2005).

Listovi masline su nasuprotni i kožasti, ponekad mogu biti izmjenični. Građeni su od peteljke i plojke koja je cjelovita i urezana s perastom nervaturom u kojoj su zastupljene žile koje

pripadaju višem redu. Rub plojke je cjelovit, pilast ili zupčast. Listovi nemaju palistiće i nemaju rukavac. Lice lista je zelene boje dok je naličje lista srebrno-sive boje. Na listu se mogu zamijetiti složene dlačice koje su obično štitasta oblika (Nikolić, 2017).

Cvjetovi većine vrsta imaju radijalnu simetriju, tako da bilo koji presjek kroz sredinu cvijeta rezultira dvjema identičnim polovicama cvijeta. Cvjetovi su obično dvospolni, ali u pojedinim slučajevima mogu biti i jednospolni. Ocvijeće se sastoji od čaške i vjenčića pri čemu je čaška građena od 4 lapa koji su smješteni u jednom pršljenu. Vjenčić je simpetalan, a čine ga 4 latice koje se nalaze u jednom pršljenu (Nikolić, 2017).

Plod masline se sastoji od vanjskog dijela ili kože (epikarp), srednjeg mesnatog dijela (mezokarp) i unutarnjeg drvenastog dijela odnosno koštice (endokarp). Stoga plod masline pripada plodovima koji se nazivaju koštunice. Plod se počinje razvijati tijekom ljeta, a svoju potpunu zrelost doživljava u jesen. Ovalnog je oblika te mijenja boju od zelene i žute sve do crvene boje, a kod nekih sorti je zamijećena i tamnoljubičasta do crna boja ploda (Strikić i sur., 2007). Mesnata koštunica masline sadrži u sebi u najvećem postotku ulje (22%) zatim vodu, bjelančevine, ugljikohidrate među kojima i celulozu te mineralne tvari (Doveri i Baldoni, 2007).

## **1.2. Raširenost, uzgoj i sortiment masline u Republici Hrvatskoj**

Tijekom povijesti brojni narodi su štovali i divili se stablu masline. Dok je jednima postala dio vjerske tradicije simbolizirajući snagu, mudrost i mir, drugi su je koristili u medicinske svrhe. Smatra se da je uzgoj masline započeo na Bliskom istoku odakle se proširio sve do Sredozemlja gdje su zastupljeni najveći maslinarski proizvođači. Nakon otkrića i naseljavanja Novoga svijeta, uzgoj masline se proširio na Ameriku i Australiju (Škarica i sur.,1996).

Uzgoj masline u Hrvatskoj datira još od prapovijesnog doba čemu svjedoče rezultati analiza uzoraka drveta i koštunice iz Vranjica kraj Splita. Nagli uspon i razvoj maslinarske proizvodnje događa se nakon učvršćivanja rimske vlasti u Dalmaciji (Bakarić i sur., 2007) te traje sve do danas.

U mediteranskom području Republike Hrvatske, uzgoj masline ima značajan utjecaj na gospodarski razvoj države. Prema tome, maslina je najrasprostranjenija voćna kultura u mediteranskoj agroekološkoj regiji. Prema Gugić i sur. (2008) u Hrvatskoj postoji 18 matičnih nasada masline i 20 registriranih poslovnih subjekata koji se bave proizvodnjom sadnica masline. Gledajući zemljopisnu raspodjelu, zastupljenost nasada i proizvodnje sadnica, u

Dalmaciji je koncentriran najveći broj nasada masline (16) i poslovnih subjekata (17). Ostatak nasada i proizvodnje je zastupljen u Istri (2 matična nasada i 3 poslovna subjekta).

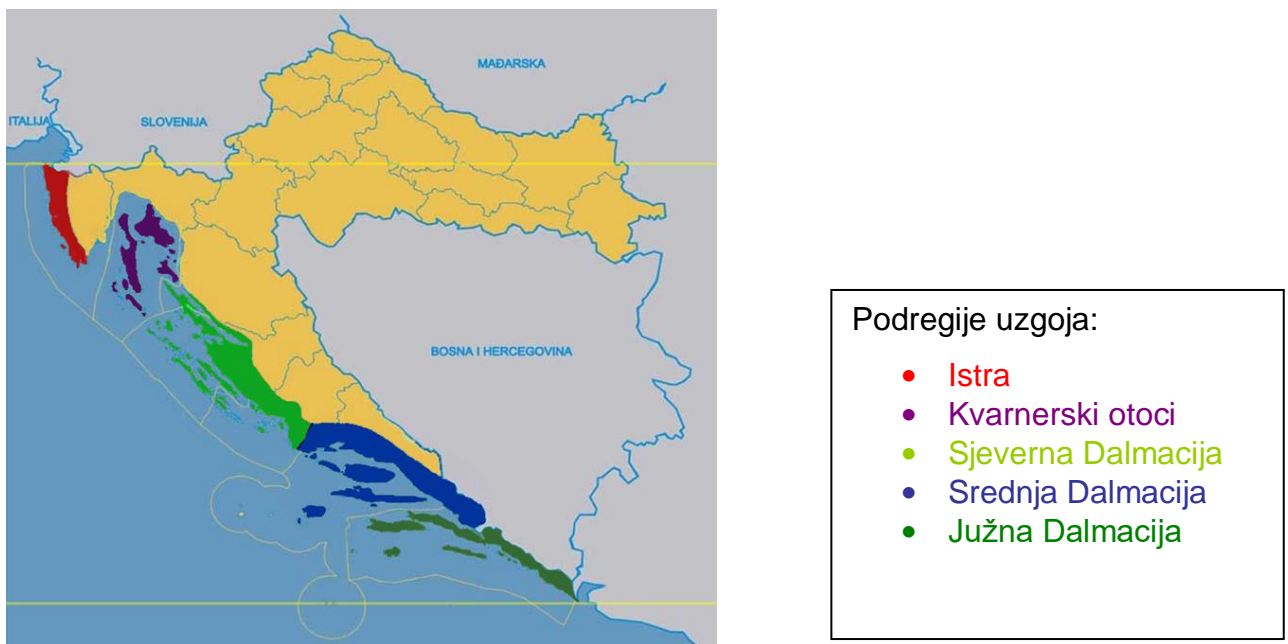
Sortna struktura masline u Hrvatskoj se odlikuje s 31 autohtonom i 44 introducirane sorte maslina koje se najčešće unose iz Italije i Francuske (Gugić i sur., 2008). Prema osnovnoj podjeli s obzirom na namjenu razlikujemo uljarice te stolne sorte maslina. Glavna razlika između uljarica i stolnih sorti očituje se u veličini ploda te količini ulja kojega plod sadrži. Uljarice sadrže veću količinu ulja i imaju sitnije plodove. Stolne sorte sadrže manje količine ulja i imaju veće plodove. Postoje sorte koje imaju dvojnu namjenu. Jedna od takvih sorti je Oblica koja ima krupne plodove, a ujedno i zadovoljavajući sadržaj ulja (Kovačević i Perica, 1994). Među hrvatskim autohtonim sortama najzastupljenije sorte su:

1. Lastovka je najzastupljenija sorta u srednjoj i južnoj Dalmaciji. Ime je dobila po karakterističnom obliku i izgledu grana koje podsjećaju na rep lastavice. Lastovka je sorta koju odlikuju visoki i redoviti prinosi te osjetljivost na bakterijska oboljenja od kojih je najznačajniji rak masline. Plod Lastovke je sitna koštunica bogata uljem zbog čega se ova sorta ubraja u uljarice (Škarica i sur., 1996).
2. Levantinka je uz Lastovku najraširenija sorta u području južne i srednje Dalmacije. Posebno veliki postotak zastupljenosti Levantinke bilježi otok Šolta zbog čega se često naziva Šoltankom. Plod joj je srednje veličine, crne boje s velikim udjelom ulja u plodu. Levantinka se ubraja u uljarice (Kovačević i Perica, 1994).
3. Oblica je najpoznatija hrvatska sorta masline. Zbog karakteristične morfologije i otpornosti na nepovoljne uvjete, najzastupljenija je sorta u hrvatskim maslinicima. Za razliku od prethodno navedenih sorti koje pripadaju uljaricama, Oblica je sorta dvojake namjene. Plod Oblice je velika koštunica koja u sebi sadrži oko 20% ulja (Kovačević i Perica, 1994).
4. Istarska bjelica je najpoznatija sorta masline u Istri i Kvarneru. Ima redovitu i visoku rodnoš. Odlikuje je visoka otpornost na nepovoljne uvjete i bakterijska oboljenja. Prema veličini ploda i udjelu ulja u plodu, ubraja se u masline uljarice (Kovačević i Perica, 1994).

### 1.3. Čimbenici rasta i razvoja masline

Maslina je karakteristični predstavnik mediteranske flore. Morfološka i anatomska obilježja masline čine je otpornom na nepovoljne vanjske uvjete okoliša. Prema tome maslina pripada kserofitskim<sup>1</sup> biljkama što se očituje u građi lista. List ima debelu kutikulu dok naličje lista obiluje karakterističnim štitastim dlakama (El-Khatib i Deya, 2012).

Područje uzgoja masline u Hrvatskoj možemo podijeliti na pet podregija: Istra, Hrvatsko primorje i Kvarner, sjeverna Dalmacija, srednja Dalmacija, južna Dalmacija i Dalmatinsko zaleđe (web 1).



Slika 1. Podregije uzgoja masline u Hrvatskoj (Vuletin Selak, 2011)

Prema Slici 1 može se zaključiti da se maslina u Hrvatskoj uzgaja pretežito u priobalnom području i na otocima. Klima tog područja obilježena je suhim i vrućim ljetima te blagim i vlažnim zimama. Klimatski uvjeti područja koji odgovaraju uzgoju masline su:

Temperatura - srednja godišnja temperatura kreće se u rasponu od 15 - 20°C. Tijekom ljeta temperature mogu doseći 40°C. Kritični čimbenik koji utječe na uzgoj masline je niska temperatura. Tijekom perioda mirovanja, stablo masline može preživjeti temperaturne uvjete od -10 °C. Niske vrijednosti temperature od -3°C tijekom vegetacije mogu uzrokovati ozbiljne štete na stablima masline (Miljković, 1991).

<sup>1</sup>Kserofitske biljke- biljke sušnih područja.

**Voda** - dugogodišnji uzgoj masline u sušnim klimatskim uvjetima pogodovao je razvoju raznih morfoloških prilagodbi. Pogrešno je tvrditi da su potrebe masline za vodom male. Ona može opstati i u sušnim uvjetima, ali će se nedostatak vode nepovoljno odraziti na prinos plodova. Za uzgoj masline optimalna vlažnost zraka iznosi od 60 do 70% (web 2).

**Vjetar** – maslina pripada anemofilnim vrstama zbog čega je utjecaj vjetra važan čimbenik za njezin uzgoj. Utjecaj vjetra ovisi o jačini, pravcu i učestalosti. Jaki i učestali vjetrovi štetno djeluju na uzgoj masline. Lagani vjetrovi pospješuju oprašivanje te sprječavaju gljivična oboljenja zbog čega djeluju pozitivno na uzgoj masline (Perica i Kovačević, 1994).

**Tlo** – maslina, za razliku od drugih voćnih vrsta, ima skromne zahtjeve za tlom. U Hrvatskoj se maslina sadi na plitkim i oskudnim tlima (web 2).

## 2. Reproductivna obilježja masline

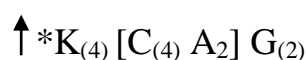
### 2.1. Građa cvijeta masline

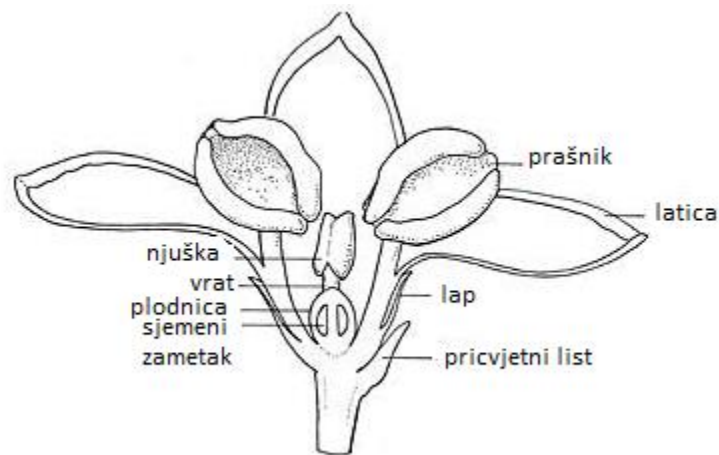
Cvjetni pupovi masline razvijaju se na jednogodišnjim granama terminalno ili u pazušcima listova. Cvjetovi masline na jednoj cvatnoj grančici formiraju cvat koji se naziva sastavljeni grozd (Slika 2). Cvat se sastoji od 10 do 30 bijelih cvjetova ovisno o sorti. Pred samu cvatnju cvjetovi prolaze kroz diferencijacijsko razdoblje. Tijekom razdoblja diferencijacije cvjetovi se razvijaju u jedan od dva moguća oblika. Prvi oblik cvijeta je dvospolni cvijet koji sadrži prašnike (muški reproductivni organ) i tučak (ženski reproductivni organ). Drugi oblik cvijeta je muški cvijet koji sadrži samo prašnike dok je tučak zakržljao (Poljuha i Sladonja, 2013).



Slika 2. Cvat masline (Vuletin Selak, 2011)

Ocvijeće dvospolnih cvjetova masline sastoji se od čaške i vjenčića (Slika 3). Čašku čine 4 lapa smještena u jednom pršljenu. Vjenčić je građen od 4 latice koje su pri dnu međusobno srasle. Andrecej u većini slučajeva čine 2 prašnika (rjeđe 4) pri čemu mogu biti slobodni ili srasli s ocvijećem. Ginecej je sinkarpan i nadržao. Sastoji se od njuške tučka, kratkog vrata i plodnice. Plodnica je nastala srastanjem dva plodna lista od kojih svaki sadrži po dva sjemena zametka (Nikolić, 2017). Stoga cvjetna formula dvospolnih cvjetova ima oblik:





Slika 3. Presjek dvospolnog cvijeta masline (Condit, 1947)

## 2.2. Sterilnost cvjetova masline

Karakteristika dvospolnih cvjetova je zastupljenost muških i ženskih reproduktivnih organa unutar jednog cvijeta tijekom cvatnje. Kod određenih sorti masline pojavljuju se jednospolni cvjetovi koji su različito zastupljeni (Slika 4). Karakteristika takvih cvjetova je zastupljenost prašnika dok tučak izostaje ili je slabo razvijen. Tijekom formiranja cvjetova masline, dolazi do razvijanja muških i ženskih reproduktivnih organa (Nauer i Moore, 1956). Razvoj prašnika započinje 6 do 7 tjedana prije početka cvatnje odnosno tjedan dana prije početka razvoja tučka. Rast i razvoj tučka započinje 5 do 6 tjedana prije početka cvatnje. Kritično razdoblje za razvoj tučka događa se 4 tjedna prije početka cvatnje kada dolazi do snažnog povećanja volumena tučka. Prestanak razvoja tučka usko je vezan uz uznapredovali rast i razvoj ostalih cvjetnih dijelova. Biljka troši energiju na rast i razvoj ostalih cvjetnih dijelova što je nedostavno za razvoj tučka. Nedostatak resursa i energije zaustavlja rast i razvoj tučka. Energija koju je biljka trošila na razvoj tučka se preraspoređuje za razvoj ostalih cvjetnih dijelova (Cuevas i sur., 1999).



Slika 4. Prikaz jednospolnog i dvospolnog cvijeta masline



### 2.3. Vrijeme cvatnje masline

Vrijeme cvatnje stabla masline ovisi o ekološkim čimbenicima kojima je izložena u okolišu u kojem se uzgaja. Temperatura se smatra glavnim čimbenikom koji utječe na vrijeme cvatnje masline (Fernandez-Escobar i sur., 1992). Temperaturni parametri u mjesecima prije očekivanog početka cvatnje služe kao predlošci po kojima se provode analize ponašanja stabla masline u ovisnosti o klimatskim uvjetima okoliša (Osborne i sur., 2000). Tijekom zime stabla masline bivaju izložena niskim temperaturama zraka koje su potrebne za poticanje razvoja cvjetnih pupova (engl. chilling units; CU) dok su za daljnji rast i razvoj te otvaranje cvjetnih pupova neophodne više temperature zrak (engl. growing degree days- GDD) (Galan i sur., 2005).

Prema Vuletin Selak (2011) vrijeme cvatnje većine sorti maslina događa se tijekom mjeseca svibnja i prvog tjedna mjeseca lipnja. Stablo masline prolazi kroz različite stadije tijekom vremena cvatnje. Razlikujemo tri stadija cvatnje, a to su: početak cvatnje (Slika 5), puna cvatnja i završetak cvatnje (Barranco i sur., 1994). Različite sorte masline većinom ne cvjetaju u isto vrijeme, zbog čega pojedini stadiji cvatnje nisu zastupljeni u isto vrijeme. One sorte koje cvjetaju istovremeno je poželjno imati u masliniku. Na taj način se povećava mogućnost za stranooplodnju koja rezultira većim uspjehom zametanja plodova u usporedbi sa samooplodnjom (Vuletin Selak, 2011).



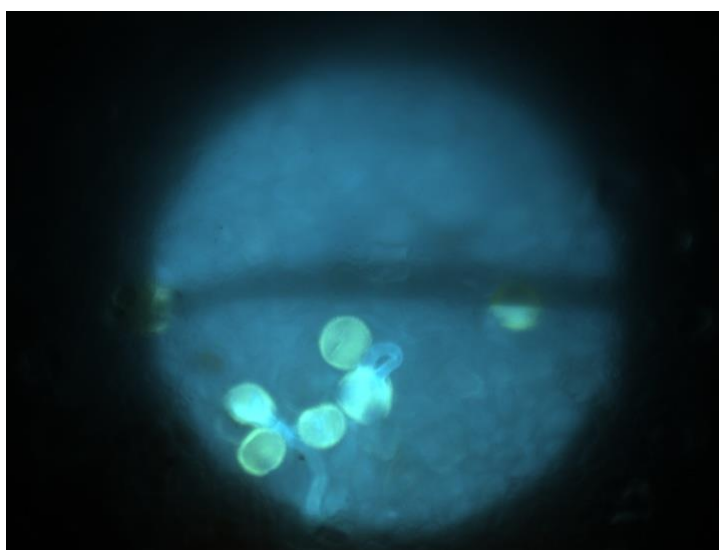
Slika 5. Cvatovi masline pred početak cvatnje

## 2.4. Reproductivni procesi u cvijetu masline

### 2.4.1. Vijabilnost peludi

Maslina je anemofilna biljna vrsta čiji se cvjetovi oprašuju peludom nošenim vjetrom pa joj za oprašivanje u vrijeme cvatnje pogoduje lagani vjetar. Vijabilnost peludi definira se kao njegova sposobnost za klijanje, rast i razvoj, stoga se smatra značajnim čimbenikom za uspješno oprašivanje, zametanje i formiranje ploda. Procjena kvalitete peludi važna je u proučavanju različitih aspekata vezanih uz produktivnost biljaka (Ribeiro i sur., 2012). Prema Vuletin Selak (2011) vijabilnost peludi uvelike doprinosi rastu i razvoju peludne mješince koja nadalje rezultira uspješnom oplodnjom sjemenog zametka unutar plodnice tučka. Smanjena vijabilnost peludi može nepovoljno utjecati na uspjeh oplodnje (Aguilera i Valenzuela, 2013).

Maslina može formirati dvospolne i jednospolne cvjetove pri čemu oba tipa cvijeta mogu proizvoditi vijabilna peludna zrnca. Ne postoje razlike u proizvodnji i vijabilnosti peludi između jednospolnih i dvospolnih cvjetova (Cuevas i Polito, 2004). Klijavost peludi (Slika 6) uvjetovana je ekološkim čimbenicima kao što je temperatura. Temperaturni raspon koji pogoduje klijavosti peludi specifičan je za svaku sortu (Chartzoulakis i Loupassaki, 1997). Uz ekološke čimbenike, kod većine sorti za uspješnu klijavost i rast peludne mješince, peludna zrnca zahtijevaju veliku količinu hidratacije, ugljikohidrata i minerala među kojima su najznačajniji bor i kalcij (Shivanna, 2003).



Slika 6. Klijavost peludnih zrnaca na njušci tučka cvijeta masline

Oprašivanje je proces prijenosa peludi na njušku tučka cvijeta. Oprašivanje biljnih vrsta može se podijeliti na samooprašivanje i stranooprašivanje. Samooprašivanje nastaje kada je jedna jedinka i recipijent i donor peludnih zrnaca. Kod stranooprašivanja jedna jedinka je recipijent, a druga donor peludnih zrnaca. Odnosno, u ovom drugom slučaju, cvjetovi jedne sorte masline se oprašuju peludnim zrnima druge sorte. Provedena su mnoga istraživanja koja su pokazala da različite sorte maslina preferiraju stranooprašivanje, a da je uspjeh zametanja plodova nakon samooprašivanja značajno niži ili potpuno izostaje (Vuletin Selak i sur., 2013).

#### **2.4.2. Auto (in) kompatibilnost i sortna kompatibilnost masline**

Oprašivanje i oplodnja cvjetova masline su glavni procesi koji imaju izravan utjecaj na uspjeh zametanja plodova i prinos. Kod određenih sorti masline je zabilježen trend u kojemu jedne godine stabla obilno cvjetaju dok je iduće godine cvatnja značajno slabijeg intenziteta. Posljedica takve pojave je naizmjenična rodnost te izostanak zadovoljavajućeg prinosa kod stabala koja su formirala manji broj cvjetova. Međutim, obilno cvjetanje ne mora izravno značiti i visok prinos plodova. Od ukupnog broja razvijenih cvjetova na stablu masline samo mali dio se nakon oprašivanja razvije u plodove (oko 2%). Oplodnja i oprašivanje cvjetova pod kontrolom su okolišnih i genetskih čimbenika zbog čega veći dio cvjetova ostane neoprašen ili ako dođe do oprašivanja ono ne rezultira stvaranjem plodova (Williams, 1969).

Maslina je vrsta koja se oprašuje vjetrom. Klijavost i formiranje peludne mješinice su procesi koji vode do oplodnje i stvaranja ploda, a ovise o kompatibilnosti među sortama. Razina kompatibilnosti je različita i specifična za svaku pojedinu sortu (Androulakis i Loupassaki, 1990). Problem autoinkompatibilnosti (nemogućnost uspješnog oprašivanja cvijeta vlastitom peludi) sorti je najviše izražen u starim monosortnim nasadima maslina u kojima je prisutna samo jedna sorta. U takvim nasadima se bilježe značajno niži prinosi u odnosu na višesortne nasade u kojima je zastupljeno stranooprašivanje između više različitih sorti. Istovremeno cvjetanje kompatibilnih sorti je poželjno jer omogućava stranooprašivanje koje rezultira visokim prinosima plodova (Vuletin Selak i sur., 2006).

Smatra se da je kod masline zastupljena gametofitska autinkompatibilnosti. Gametofitska autoinkompatibilnost podrazumijeva sprječavanje klijanja peludne mješinice u vratu tučka zbog čega ne dolazi do oplodnje i razvitka ploda (Shivanna i sur., 2003). Autoinkompatibilnost homomorfih cvjetova je pod kontrolom jednog genskog lokusa (S-lokus) koji se zasniva na dva različita mehanizma. Pravi pokazatelj razine

autoinkompatibilnosti zapravo je SI indeks<sup>2</sup> (Breton i Breville, 2012). SI indeks predstavlja omjer postotka plodova koji su dobiveni samooplodnjom i postotka plodova dobivenih stranooplodnjom. Ako su vrijednosti SI indeksa niže od 0,1, sorta se definira kao autosterilna. Da bi se odredila kompatibilnost sorti provode se brojni eksperimenti. Iz eksperimentalnih podataka nakon provedbe kontroliranih oprašivanja može se izračunati SI indeks koji ima veliki značaj prilikom odabira sorti za uzgoj u nasadu (Vuletin Selak i sur., 2012).

### **2.4.3. Prijemčivost njuške tučka**

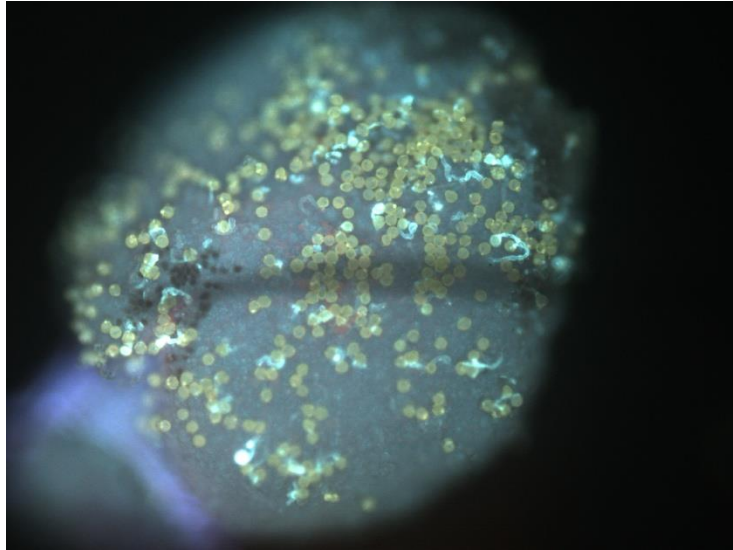
Tijekom procesa oprašivanja peludna zrnca dopijevaju na njušku tučka. Površina njuške je prekrivena mnogobrojnim stanicama koje joj omogućuju selektivno prepoznavanje peludnih zrnaca. Stanice koje prekrivaju njušku tučka raspoznaju peludna zrnca iste sorte, peludna zrnca druge sorte masline ili pak neke druge anemofilne<sup>3</sup> biljne vrste (Edlund, 2004). Stoga njuška tučka djeluje selektivno na peludna zrnca koja se nalaze na njenoj površini. Da bi njuška tučka podržala klijanje peludnih zrnaca, potreban je razvoj papilarnih stanica koje utječu na prijemčivost njuške tučka. Papilarne stanice proizvode sekret koji pozitivno djeluje na prijem peludi (Herrero i Arbeloa, 1989).

Razvijene su različite metode pomoću kojih je utvrđena korelacija između razvojnog stadija tučka i razine prijemčivosti peludnih zrnaca na njegovoj površini nakon provedbe kontroliranih oprašivanja (Vuletin Selak, 2011). Kapacitet njuške tučka za prijemčivost peludi opada sa starošću cvijeta, odnosno s vremenom proteklom od trenutka otvaranja cvijeta masline. Prolaskom vremena njuška tučka prvo gubi sposobnost podržavanja klijanja, a potom gubi sposobnost prijemčivosti peludi na svojoj površini (Vuletin Selak i sur., 2014). Slaba prijemčivost (Slika 7) je povezana s degradacijom tučka u kojoj peludna zrnca zadržavaju klijavost, ali je razvoj peludnih mješica onemogućen (Sanzol i sur., 2003).

---

<sup>2</sup>SI- engl. self-incompatibilityindex

<sup>3</sup>Anemofilne vrste- biljne vrste koje se oprašuju vjetrom.

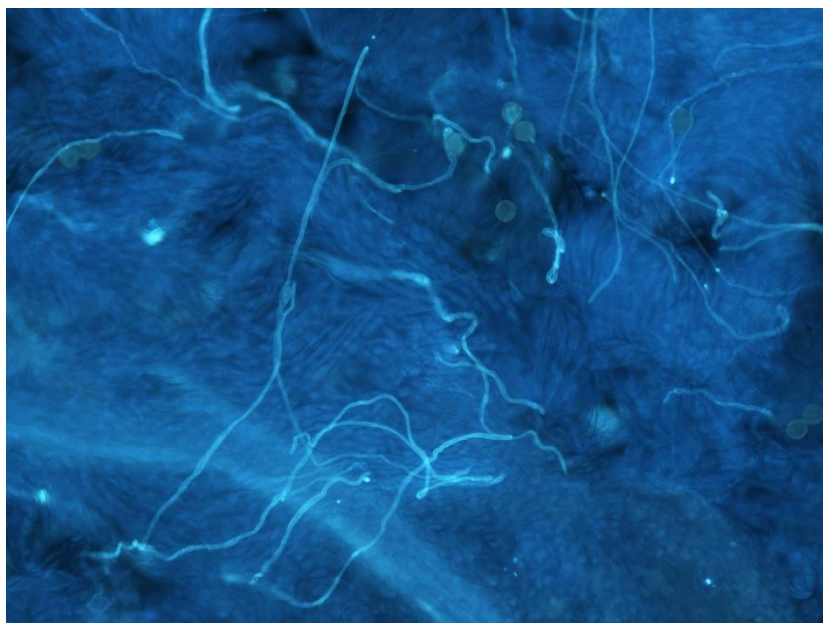


Slika 7. Slaba prijemčivost i klijanje peludnih zrnaca na njušci tučka u sorte Lastovka

#### **2.4.4. Razvoj peludne mješinice**

Stranooprašivanje i samooprašivanje imaju ključnu ulogu za razvoj peludne mješinice. Nakon klijanja peludnih zrnaca na njušci tučka dolazi do rasta i razvoja peludne mješinice (Slika 8). Dinamika rasta peludne mješinice znatno se razlikuje kod stranooprašivanja i samooprašivanja. Obzirom da biljke u svim aspektima podržavaju stranooprašivanje tako je rast peludnih mješinica kod stranooprašivanja izraženiji nego što je to slučaj kod samooprašivanja (Vuletin Selak i sur., 2013). Provedeni su eksperimenti koji su potvrdili da se rast peludne mješinice odvija brže kada je riječ o stranooprašivanju. Kod samooprašivanja postoji vjerojatnost da su isti geni zastupljeni u tučku i peludnom zrnu. Ako se takvo peludno zrno razvije u peludnu mješinicu, nakon nekog vremena može doći do neželjene inkompatibilne reakcije, odnosno zastoja u rastu mješinice. Inkompatibilna reakcija zaustavlja klijanje peludne mješinice na njušci ili u vratu tučka zbog čega mješinica ne može dospjeti do sjemenog zametka u plodnici pri čemu oplodnja izostaje (Bradley i sur., 1961).

Eksperimentalni podatci su ukazali na značajan utjecaj temperature na razvoj peludne mješinice. Istraživanja su pokazala da temperatura utječe na brzinu rasta peludne mješinice. Pri višim temperaturama brzina rasta i razvoja peludne mješinice je veća, međutim porast temperature ubrzava starenje reproduktivnih tkiva kroz koje mješinica prolazi na svom putu do plodnice (Bradley i sur., 1961).



Slika 8. Rast peludnih mješunica na njušci tučka

#### **2.4.5. Efektivno vrijeme oprašivanja (EPP)**

Prema Williams (1965) efektivno vrijeme oprašivanja (EPP<sup>4</sup>) se definira kao vrijeme tijekom kojeg cvijet može primiti i podržati rast i razvoj peludnih zrnaca čije mješinice mogu nesmetano prorasti do plodnice te uspješno doprinijeti procesu oplodnje. Oprašivanje, prijanjanje peludnih zrnaca na njušku tučka, rast peludnih mješunica i oplodnja predstavljaju glavne reproduktivne procese koji rezultiraju nastankom ploda. Da bi u konačnici nastao plod, potrebno je da se svi procesi odvijaju bez poteškoća. Poremećaji u bilo kojem od navedenih procesa mogu se nepovoljno odraziti na prinos. Okolišni uvjeti mogu značajno usporiti ili u potpunosti onemogućiti oprašivanje zbog čega se oprašivanje otvorenog cvijeta može odgoditi. Nakon određenog vremenskog perioda, kada se klimatski uvjeti poprave, pelud se može prenijeti na njušku tučka. Nakon odgode oprašivanja najčešće njuška tučka ne može više primiti pelud niti podržati njegovo klijanje i stvaranje peludnih mješunica. Kao posljedica toga dolazi do izostanka oplodnje (Vuletin Selak, 2011). Stoga se EPP smatra ograničavajućim čimbenikom pri razmatranju oplodnje i prinosa plodova (Jackson i Hamer, 1980).

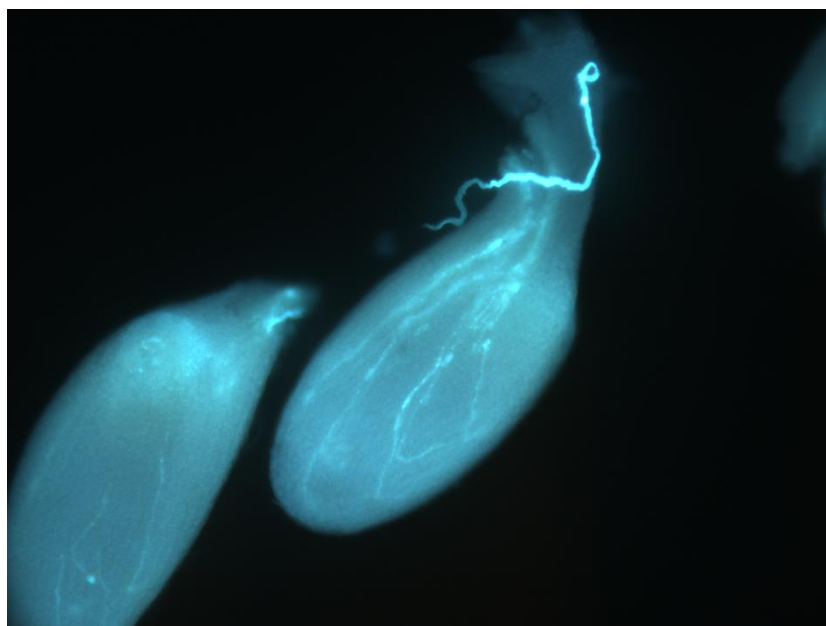
---

<sup>4</sup> EPP- engl. effectivepollination period

## 2.5. Oplodnja masline

Od mnoštva peludnih mješinica koje prorastaju kroz vrat tučka s ciljem dopremanja muške spolne stanice do sjemenog zametka i oplodnje jajne stanice, samo jedna u tome uspijeva (Slika 9). Spajanje muške i ženske gamete nazivamo oplodnjom (Raskin i Vuturro, 2012).

Vijabilnost sjemenog zametka znatno utječe na oplodnju i trajanje efektivnog vremena oprašivanja. Razni poremećaji u razvoju struktura koje čine sjemeni zametak i embrionsku vreću uzrokuju gubitak vijabilnosti sjemenog zametka. Oplodnja masline i razvoj ploda ne mogu se dogoditi ukoliko sjemeni zametak nije vijabilan kad do njega stigne peludna mješinica (Rallo i sur., 1981). Skraćeno vrijeme vijabilnosti sjemenog zametka može biti posljedica genetskih predispozicija ili djelovanja okolišnih čimbenika. Stoga vijabilnost sjemenog zametka može biti jedan od limitirajućih čimbenika za uspješnu oplodnju masline (Vuletin Selak, 2011). Visoke temperature ubrzavaju sazrijevanje sjemenih zametaka zbog čega mogu utjecati na skraćivanje efektivnog vremena oprašivanja (Cerović i Ružić, 1992).



Slika 9. Oplodeni sjemeni zametak sorte Lastovka



### 3. Cilj istraživanja

Uz šljivu i jabuku, maslina je treća voćarska kultura u Hrvatskoj koja obiluje autohtonim i introduciranim sortama. Uzgoj masline u Republici Hrvatskoj seže od davnina čemu svjedoče stari nasadi maslina u kojima su zastupljene autohtone sorte (Gugić i sur., 2008). Stari nasadi maslina većinom su monosortni, odnosno u njima su prisutna stabla samo jedne sorte, dok su u mladim nasadima zastupljene različite autohtone i introducirane sorte. U višesortnim nasadima bilježe se viši i redovitiji prinosi. Pažljivim planiranjem sadnje i uzgoja maslina postiže se veći prinos plodova. Planska sadnja maslinika podrazumijeva pomni odabir onih sorti koje pokazuju kompatibilnost u reproduktivnim procesima koji vode do uspješnog zametanja plodova (Vuletin Selak, 2011).

Ovim istraživanjem obuhvatit će se 3 najznačajnije autohtone sorte masline u Hrvatskoj, a to su: Lastovka, Levantinka i Oblica. Pomoću eksperimentalnih podataka odredit će se uspjeh samooprašivanja te reproduktivna kompatibilnost među sortama nakon provedbe kontroliranih stranooprašivanja između sorti.

Cilj ovoga rada je analizirati tri reproduktivna procesa koja utječu na zametanje plodova masline: analiza klijavosti peludi na njušci tučka, rast i razvoj peludnih mješica te uspjeh oplodnje. Navedeni procesi analizirat će se pomoću tehnike fluorescentne mikroskopije. Vrijeme cvjetanje istraživanih sorti će se dovesti u vezu s uspjehom zametanja plodova. Od početka cvatnje pa do kraja cvatnje, pratit će se razvojni stadiji cvjetova prema čemu će se izraditi dijagrami cvatnje za sve istraživane sorte.

Analiza pojedinih reproduktivnih procesa koji utječu na stvaranje plodova omogućit će razumijevanje pojave autoinkompatibilnosti i sortne kompatibilnosti masline. S obzirom na to da je maslina skoro u potpunosti autoinkompatibilna vrsta, potrebno je odrediti sorte masline koje se podudaraju u vremenu cvatnje i reproduktivnim procesima kako bi došlo do uspješnog zametanja i ekonomski značajnog prinosa plodova. Izrada dijagrama cvjetanja s detaljnom analizom omogućit će izdvajanje sorti s istovremenom cvatnjom što će pospješiti odabir sorti prilikom planiranja sadnje maslinika.



## **4. Materijali i metode**

### **4.1. Eksperimentalni nasad maslina u Kaštel Starome**

Tijekom dvije godine u istraživanje sam uključila kolekcijski nasad maslina na pokusnom dobru Instituta za jadranske kulture i melioraciju krša – Split u Kaštel Starom (nasad autohtonih sorti) (Slika 10).

Nasad autohtonih sorti (Drobnica, Lastovka, Levantinka i Oblica) se sastoje od ukupno 72 stabla. U istraživanje sam uključila sorte: Lastovka, Levantinka i Oblica. Nasad se nalazi na 27 m nadmorske visine te zauzima položaj 43°55'N, 16°35'E. Starost nasada je 50 godina.



Slika 10. Kolekcijski nasad autohtonih sorti u Kaštel Starom

### **4.2. Istraživane sorte maslina**

U istraživanje sam uključila tri autohtone sorte maslina: Lastovka, Levantinka i Oblica. Svaka od istraživanih sorti je u istraživanju sudjelovala s pet stabala.

### 4.3. Praćenje vremena cvatnje istraživanih sorti masline i izrada dijagrama cvjetanja

U istraživanju sam se koristila RESGEN metodologijom za sekundarnu karakterizaciju sorti masline. Pomoću RESGEN metodologije za sekundarnu karakterizaciju sorti masline (Barranco i sur., 1994) pratila sam fenofaze cvatnje istraživanih sorti masline tijekom mjeseca svibnja.

Tijekom 2020. i 2021. pratila sam cvjetanje sorti Lastovka, Levantinka i Oblica. Promatrala sam i bilježila promjene na odabranim stablima u nasadu (5 stabala po sorti). Promatranje sam provodila svakog dana, od trenutka kada je odvajanje čaške cvijeta od vjenčića postalo uočljivo, do trenutka otpadanja latica (kraj cvatnje).

U razdoblju cvatnje masline, razlikuju se četiri razvojna stadija cvjetova:

1. stadij u kojem prijelaz između čaške i vjenčića postaje uočljiv, uz istovremeno izduljivanje cvjetne stapke (oznaka stadija = **E**);
2. početak cvatnje; otvaranje prvih cvjetova u cvatu, nakon što se boja vjenčića promijenila iz zelene u bijelu (oznaka stadija = **F**) (Slika 11);
3. puna cvatnja; većina cvjetova u cvatovima je otvorena (oznaka stadija = **F1**) (Slika 12);
4. kraj cvatnje; laticе cvjetova tamne i otpadaju (oznaka stadija = **G**) (Slika 13).

Tijekom trajanja cvatnje,svaki dan sam ocijenila u kojem se stadiju nalazi svako od promatranih stabala. Za svako stablo odredila sam najraniji stadij cvatnje zabilježen na stablu, najprisutniji stadij i najnapredniji stadij u cvatnji. U oznakama koje sam koristila naznačila sam sve stadije prisutne na pojedinom stablu. Prva oznaka označava najraniji stadij zabilježen na stablu. Srednja oznaka odnosi se na stadij koji je najviše zastupljen na stablu, dok se posljednja oznaka odnosi na najnapredniji stadij. Navedeni opis sam koristila kako bi se izbjegle moguće pogreške. Tijekom promatranja vremena cvatnje, na stablu se mogu uočiti cvjetovi različitog stupnja razvoja. Dok su pojedini cvjetovi otvoreni i otpuštaju pelud, postoje cvjetovi koji se tek počinju otvarati.



Slika 11. Cvjetovi masline pred otvaranje (F stadij)



Slika 12. Puna cvatnja masline (F1 stadij)





Slika 13. Kraj cvatnje masline (G stadij)

Nakon završetka praćenja fenofaze cvatnje, izradila sam dijagrame cvjetanja za sve istraživane sorte. Vrijeme pune cvatnje pojedine sorte je izraženo posebnom bojom na dijagramu. Analizom dijagrama vidljiva su preklapanja pune cvatnje za pojedine sorte što sam posebno istaknula.

#### **4.4. Provedba kontroliranih oprašivanja**

Neposredno prije cvatnje sorti maslina uključenih u istraživanje, izdvojila sam i označila pet stabala sorte Lastovka na kojima sam uočila veliki broj cvatova. Na stablima sam provela odabir rodni grana koje su na sebi imale oko 25 cvatova (višak cvatova sam uklonila). Odabir grana provodila sam dan prije početka cvatnje dok su cvjetovi bili u fazi bijelih glavica. Svi cvjetovi koji nisu bili u fazi neposrednog otvaranja sam uklonila. Na svakome od stabala odabrala sam po četiri grane (za svaku stranu svijeta) za oprašivanje. Potom sam grane izolirala papirnim vrećicama koje su štitile grane i cvjetove od kiše, a istovremeno su im omogućile izmjenu plinova te spriječile prijenos peludi s nekog od stabala iz nasada (Slika 14).



Slika 14. Grane masline zaštićene papirnim vrećicama

Tijekom razdoblja pune cvatnje provela sam kontrolirano oprašivanje otvorenih cvjetova (Slika 15). Oprašivanje sam izvodila pomoću kista kojim sam nanosila prikupljenu pelud na njušku tučka. Pelud sam prikupila sa stabala sorti Lastovka, Levantinka i Oblica. Sortu koju sam oprašivala bila je Lastovka dok su sorte Levantinka i Oblica služile kao donori peludi gdje je provedeno samooprašivanje i stranooprašivanje. Kombinacije koje sam provela tijekom 2020. i 2021. bile su: Lastovka x Lastovka, Lastovka x Levantinka i Lastovka x Oblica.



Slika 15. Kontrolirano oprašivanje cvjetova

#### **4.4.1. Priprema cvjetova i njihova analiza fluorescentnim mikroskopom**

U određenim intervalima nakon provedbe oprašivanja (24h, 48h, 72h i 96h) prikupila sam cvjetove s odabranih stabala (20 cvjetova po sorti i intervalu vremena). Cvjetove sam prikupljala tijekom 2020. i 2021. godine

Cvjetove sam neposredno nakon prikupljanja fiksirala u unaprijed pripremljeni FAA fiksativ (Cuevas i sur., 1994b). Fiksativ se sastoji od formalina, octene kiseline i 70% alkohola etanola u omjeru 1:2:17. Nakon dva mjeseca čuvanja uzoraka, FAA fiksativ je zamijenjen 70% alkoholom etanolom.

Prije detaljnog analiziranja, cvjetove je potrebno pripremiti na sljedeći način:

1. Ispiranje fiksativa tijekom 3h pod laganim mlazom tekuće vode;
2. Omekšavanje tkiva cvjetova u 0,8M NaOH tijekom 4h (modificirano iz metode Cuevas i sur., (1994b), a na prijedlog autora metode; predloženo dulje izlaganje cvjetova otopini za omekšavanje tkiva ili jača koncentracija NaOH otežavaju daljnji rad s tkivom cvijeta koje postaje mekano i rastresito);
3. Ispiranje 0,8M NaOH iz tkiva cvjetova pod laganim mlazom tekuće vode tijekom 12 – 24h;
4. Razdvajanje tučka cvijeta od plodnice, te izdvajanje 4 sjemena zametka iz plodnice na predmetnom stakalcu pod stereomikroskopom Carl ZeissStemi DV4.
5. Bojanje tučka i sjemenih zametaka 0,1% anilin blue bojom pripremljenoj u fosfatnom puferu  $K_3PO_4 \times H_2O$  (pH = 11,7);

#### Analiza rasta peludnih mješnica pod fluorescentnim mikroskopom

6. Analiza tučaka (uspjeh klijanja peludi (njuška tučka) i rasta peludnih mješnica (njuška i vrat tučka) te sjemenih zametaka (oplodnja) pod fluorescentnim mikroskopom Carl ZeissAxioskop 2 plus, uz korištenje Carl Zeiss filter seta 18 (FT 425 nm, LP 450 nm) i AxioVision 4.1 software sustava za analizu slike (Polito i Pimienta, 1982);
7. Određivanje ukupnog broja peludnih zrnaca i broja prokljalih peludnih zrnaca na jednoj strani njuške tučka (na ukupnoj površini njuške tučka = broj x 2) ili u slučaju prevelikog broja peludnih zrnaca određivanje broja prokljalih peludnih zrnaca na tri vidna polja razmještena s lijeve i desne strane njuške tučka, te pri dnu njuške tučka (ukupan broj peludnih zrnaca se kasnije dobije preračunom na ukupnu površinu njuške tučka (Griggs i sur., 1975);

8. Izrada tzv. „squash” preparata tučka laganim pritiskom na pokrovno stakalce;
9. Određivanje postotka cvjetova s peludnom mješanicom u dnu vrata tučka 24h, 48h, 72h, 96h nakon provedbe oprašivanja;
10. Određivanje postotka cvjetova s peludnom mješanicom u sjemenom zametku 24h, 48h, 72h, 96h nakon provedbe oprašivanja;
11. Izvođenje zaključaka o broju dana potrebnih peludnoj mješnici da stigne do dna vrata tučka ili sjemenog zametka, te o uspjehu stranooprašivanja i samooprašivanja sorti.

#### **4.4.2. Analiza uspjeha klijanja peludi sorti donora peludi**

Koristeći se fluorescentnim mikroskopom ocijenila sam prijemčivost njuške tučka cvjetova sorte Lastovka i uspjeh klijanja peludi sorti oprašivača. Odredila sam ukupan broj peludnih zrnaca na jednoj strani njuške tučka. U slučaju velikog broja peludnih zrnaca, određivanje sam provodila na tri vidna polja (s lijeve i desne strane te pri dnu njuške tučka). Nakon određivanja ukupnog broja, odredila sam broj prokljalih peludnih zrnaca na isti način kao i ukupan broj peludnih zrnaca. Ukupan broj peludnih zrnaca njuške tučka i broj prokljalih peludnih zrnaca za cijelu površinu njuške tučka dobila sam preračunavanjem po formuli: ukupna površina njuške tučka = broj x 2 ili izračunom iz površine tri vidna polja prema Griggs i sur., (1975).

#### **4.4.3. Analiza rasta peludnih mješnica**

Nakon određivanja ukupnog broja peludnih zrnaca i prokljalih peludnih zrnaca na njušci tučka, analizirala sam rast peludnih mješnica u vratu tučka. Da bi se odredio rast peludnih mješnica, bilo je potrebno izvesti „squash“ tehniku pritiskanja pokrovnog stakla preparata na mjestu njuške i vrata tučka. Potom se preparat analizira korištenjem fluorescentne mikroskopije kako bi se odredila dinamika rasta peludnih mješnica (postotak cvjetova s peludnom mješnicom u dnu vrata tučka). Analiza se određivala za sve kombinacije ispitivanih sorti tijekom odrađenih tijekom dvije godine.

#### **4.4.4. Analiza uspjeha oplodnje**

Analizu uspjeha oplodnje sam provodila na uzorku od 20 cvjetova za sve kombinacije istraživanih sorti u svim intervalima tijekom dvije godine. Iz svakog cvijeta su pod stereomikroskopom izdvojeni sjemeni zameci (4) te je za svaki interval i kombinaciju oprašivanja određen postotak cvjetova kod kojih je uočena peludna mješinica u jednom od četiri sjemena zametka.

#### **4.4.5. Statistička obrada podataka**

Podaci su statistički analizirani primjenom programskog sustava SAS V9.1 (SAS/STAT User'sGuide 1989) korištenjem procedure GLM. Svi podaci izraženi u postotcima (klijavost peludi, rast peudnih mješinica i uspjeh zametanja plodova) su arcsin transformirani i potom obrađeni standardnom metodom analize varijance (ANOVA). Nakon signifikantnog F-testa ( $P \leq 0.05$ ) proveden je LSD test za usporedbu prosječnih vrijednosti. U grafikonima koje prikazuju rezultate istraživanja, opravdanost razlika između sorti označena je malim slovima.



## 5. Rezultati

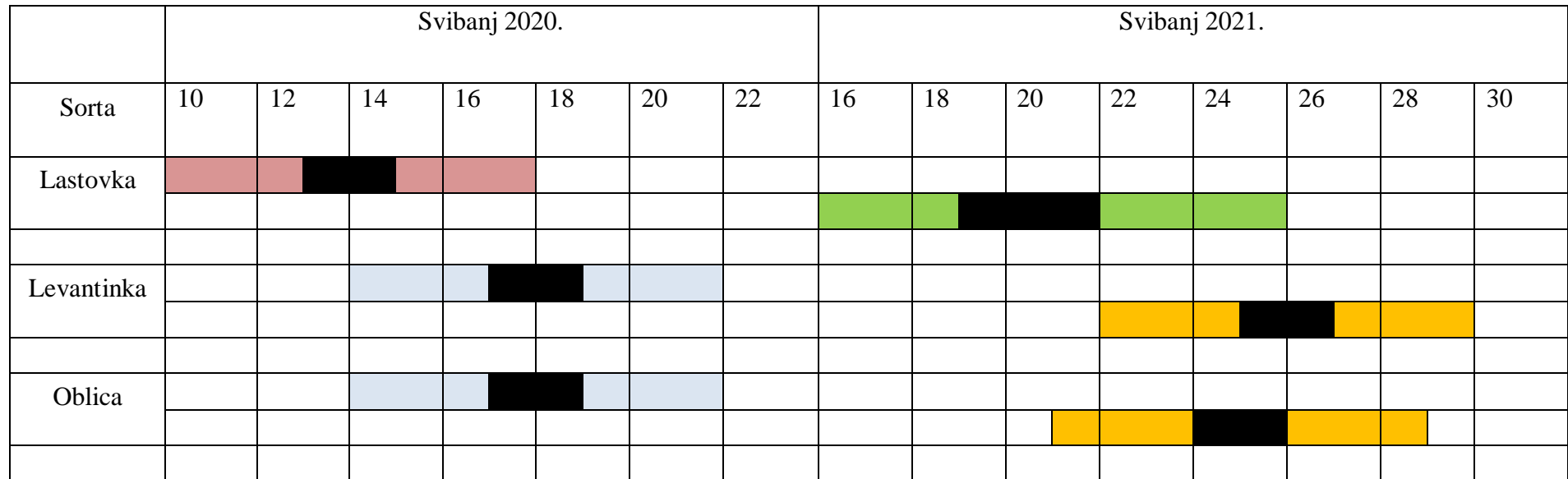
### 5.1. Trajanje razdoblja cvatnje istraživanih sorti i dijagram cvjetanja

Tijekom 2020. i 2021. godine pratila sam razdoblje cvatnje istraživanih sorti koje se razlikovalo tijekom trajanja istraživanja (Tabela 1). Tijekom 2020. godine razdoblje cvatnje za sortu Lastovka trajalo je od 10. do 17. svibnja dok je za druge dvije istraživane sorte (Levantinka i Oblica) razdoblje cvatnje trajalo od 14. do 21. svibnja. Tijekom 2021. godine razdoblje cvatnje za sortu Lastovka je trajalo od 16. do 25. svibnja dok je za sortu Levantinka trajalo od 22. svibnja do 30. svibnja. Sorta Oblica imala je razdoblje cvatnje od 21. do 29. svibnja.

Tijekom 2020. godine sorta Lastovka najranije je započela s cvatnjom (10. svibnja) dok su sorte Levantinka i Oblica istovremeno započele fenofazu cvatnje (14. svibnja), odnosno 4 dana kasnije u odnosu na sortu Lastovka. U usporedbi 2020. i 2021. godine, sve tri istraživane sorte su kasnije ušle u razdoblje cvatnje. Pri tom, sorta Lastovka je tijekom 2021. godine prva počela cvjetati (16. svibnja), kasnije u odnosu na prethodnu godinu (2020). Trajanje fenofaze cvatnje sorte Lastovka trajalo je 2 dana duže tijekom 2021. godine u usporedbi s 2020. godinom. Sorte Levantinka i Oblica su tijekom 2021. godine gotovo istovremeno ušle u razdoblje cvjetanja (21. i 22. svibnja) što je 7 dana kasnije u usporedbi s prethodnom godinom (2020.). Trajanje fenofaze cvatnje za sorte Levantinka i Oblica tijekom 2020. i 2021. godine bilo je jednako, odnosno trajalo je 8 dana.

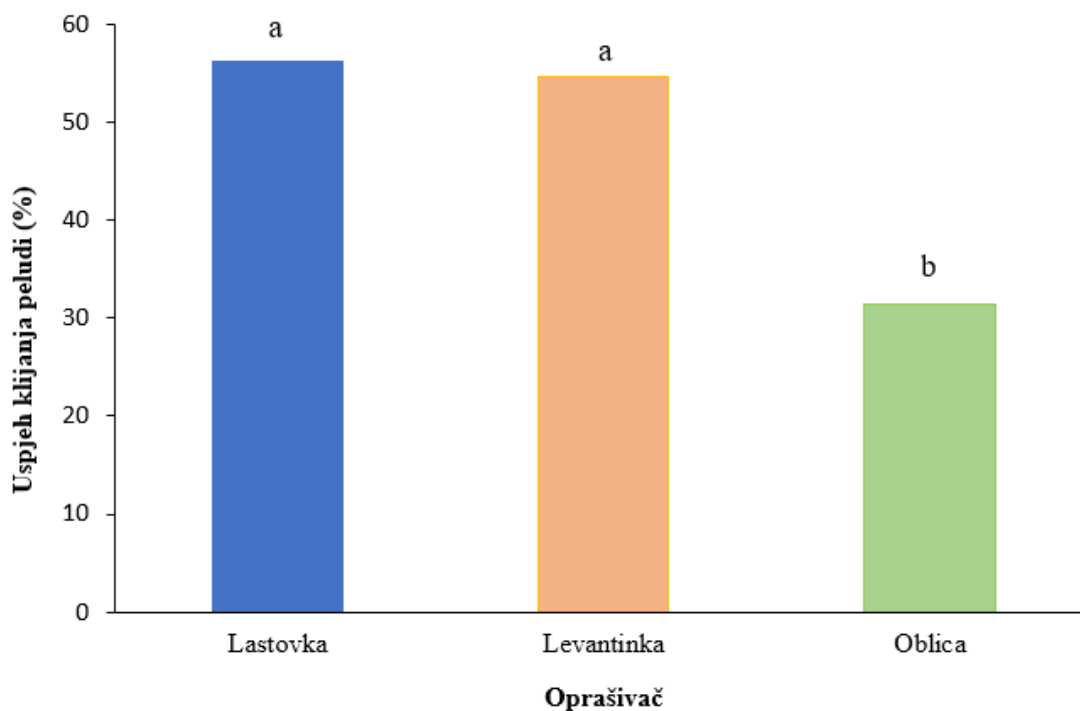
Prema dijagramu cvatnje vidljiva su preklapanja u fenofazama cvjetanja za sve tri istraživane sorte. Sorte Levantinka i Oblica su imale istovremeni interval pune cvatnje tijekom 2020. godine. Tijekom 2021. godine sorte Levantinka i Oblica su gotovo istovremeno ušle u razdoblje cvatnje s tim da je razdoblje pune cvatnje za sortu Levantinka zabilježeno dan kasnije od sorte Oblica. Iako je sorta Lastovka tijekom 2020. i 2021. godine prva ušla u razdoblje cvatnje, vidljiva su određena preklapanja. Preklapanja su se dogodila tijekom kraja cvatnje sorte Lastovka i vremenskog intervala od početka i prvog dana pune cvatnje za sorte Levantinka i Oblica. Kašnjenje u razdoblju cvatnje i produženo trajanje fenofaze cvatnje sorte Lastovka tijekom 2021. godine rezultiralo je većim preklapanjem s preostale dvije sorte u razdoblju cvatnje.

Tabela 1. Fenogram cvatnje sorti Lastovka, Levantinka i Oblica tijekom 2020. i 2021. godine. Faza pune cvatnje je označena crnom bojom

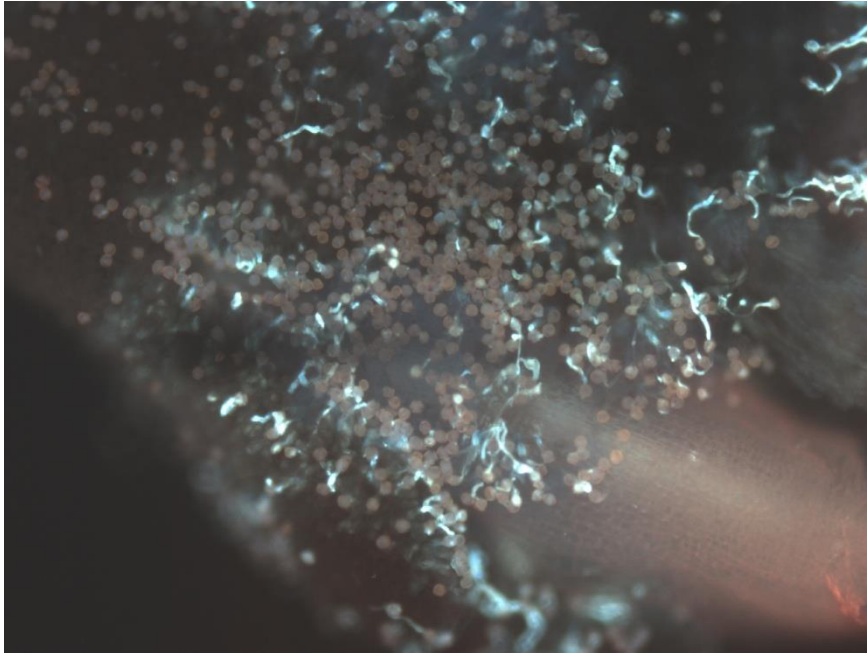


## 5.2. Prijemčivost i klijanje peludi na njušci tučka sorte Lastovka nakon provedbe kontroliranih oprašivanja u 2020.

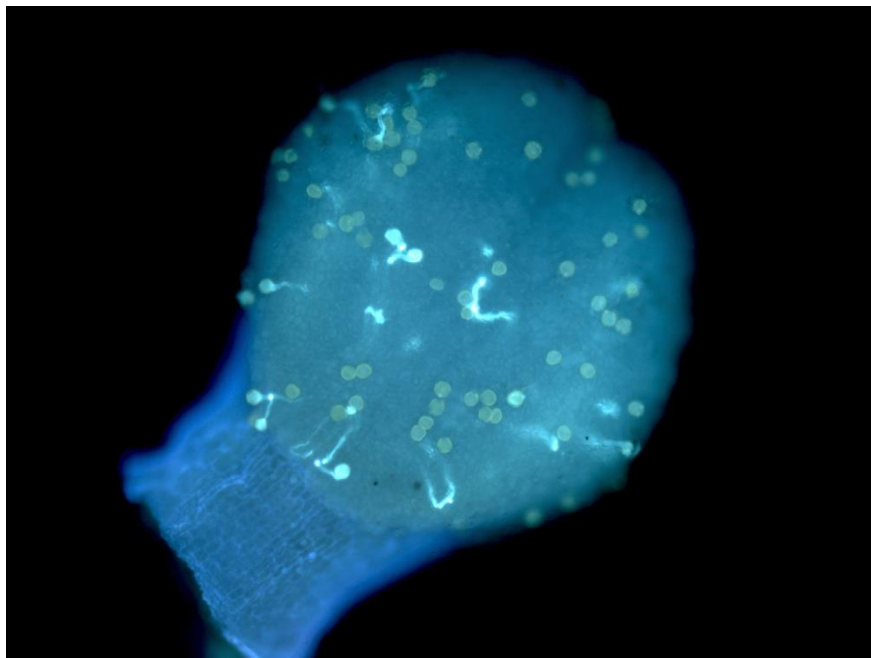
Uspjeh klijanja peludnih zrnaca na njušci tučka se razlikovao ovisno o sorti koju sam koristila u ulozi oprašivača tijekom provedbe kontroliranih oprašivanja. Nakon provedbe kontroliranih oprašivanja cvjetova sorte Lastovka, najveći uspjeh klijanja peludi je zabilježen za sorte Lastovka i Levantinka, dok je pelud sorte Oblica imala najmanji uspjeh klijanja peludi na njušci tučka (Slika 16). Na Slici 17 prikazana je dobra klijavost peludi sorte Levantinka na njušci tučka sorte Lastovka. Njuška tučka sorte Lastovka je bolje podržala klijavost vlastite peludi i peludi sorte Levantinka, dok je slaba klijavost peludi zabilježena za sortu Oblica (Slika 18).



Slika 16. Klijavost peludi (%) sorti oprašivača (Lastovka, Levantinka i Oblica) na njušci tučka sorte Lastovka nakon provedbe kontroliranih oprašivanja u 2020. godini



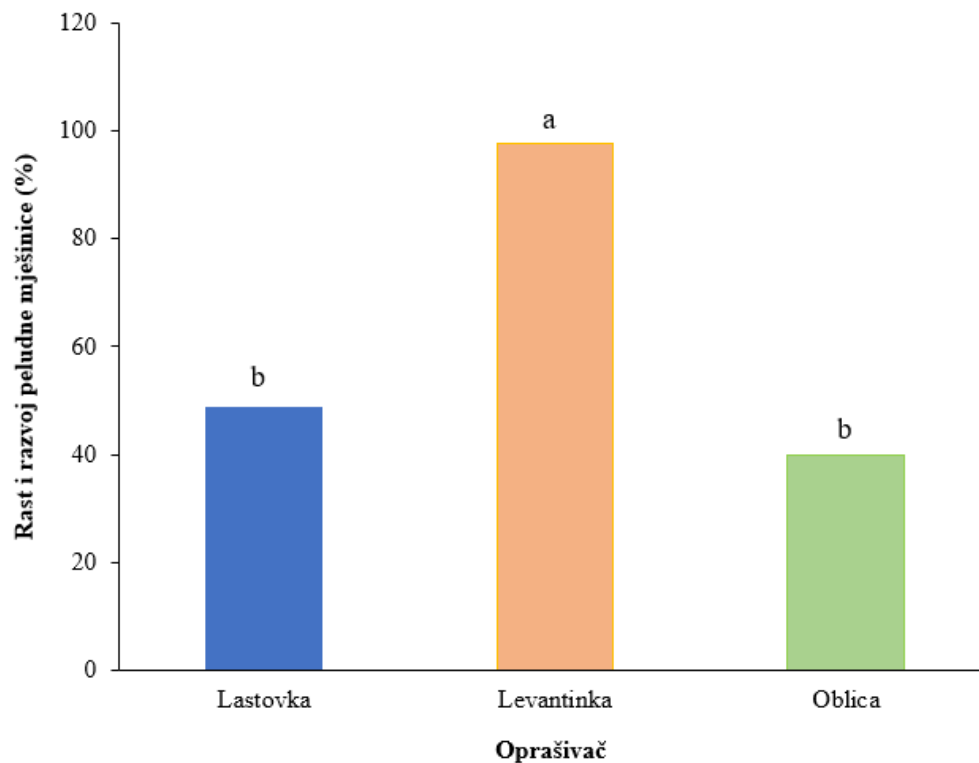
Slika 17. Klijavost peludi sorte Levantinka na njušci tučka sorte Lastovka nakon provedbe kontroliranog oprašivanja 2020. godine



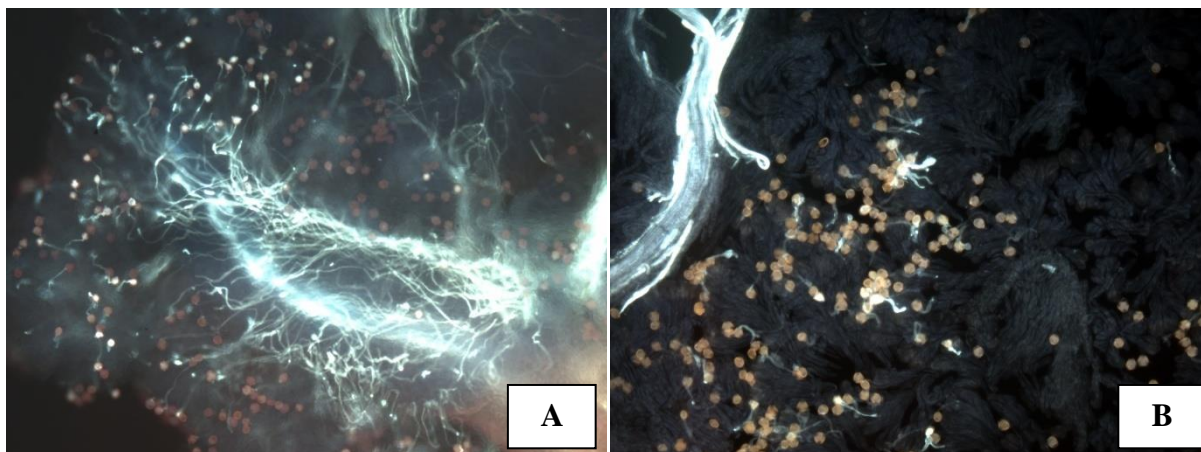
Slika 18. Klijavost peludi sorte Oblica na njušci tučka sorte Lastovka nakon provedbe kontroliranog oprašivanja 2020. godine

### 5.3. Rast peludnih mješinica sorti oprašivača nakon provedbe kontroliranih oprašivanja sorte Lastovka u 2020.

Nakon provedbe kontroliranih oprašivanja cvjetova sorte Lastovka, zabilježen je različit postotak cvjetova s peludnom mješinicom u dnu vrata tučka. Najveći postotak cvjetova s peludnom mješinicom u dnu vrata tučka zabilježen je nakon oprašivanja sa sortom Levantinka. Značajno manji postotak cvjetova je imao peludnu mješinicu u dnu vrata tučka kada se u kontroliranom oprašivanju koristila pelud sorti Lastovka (samooprašivanje) i Oblica (Slika 19). Razlika u rastu peludnih mješinica između stranooprašivanja i samooprašivanja jasno je vidljiva tijekom promatranja pod fluorescentnim mikroskopom, a prikazana je na Slici 20.



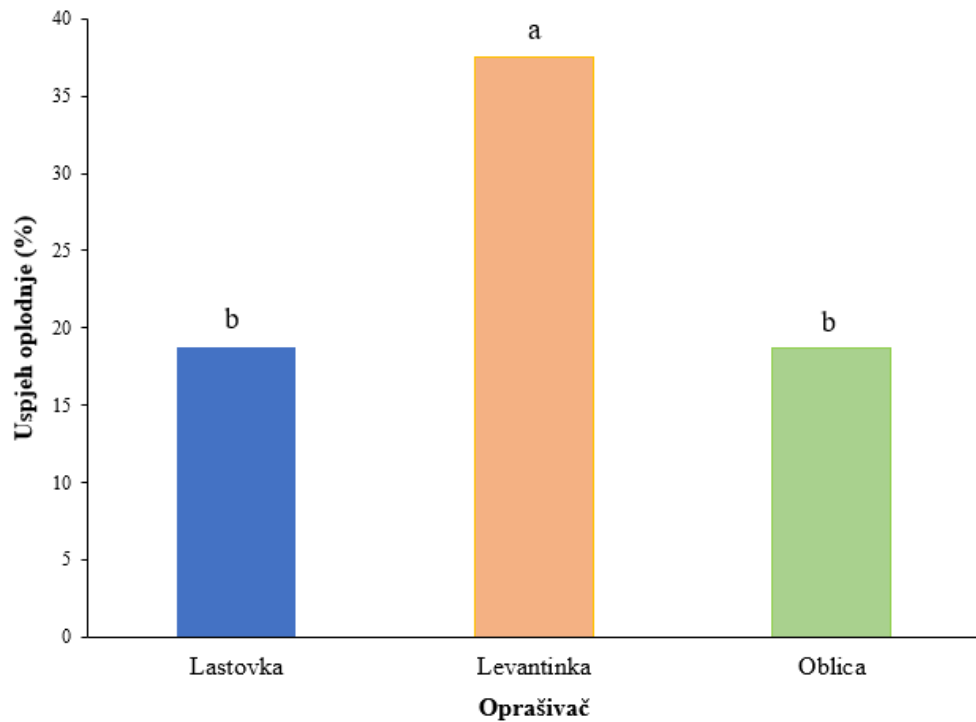
Slika 19. Prorastanje peludnih mješinica u vratu tučka (%) kod sorte Lastovka nakon provedbe kontroliranih oprašivanja s peludi sorti Lastovka, Levantinka i Oblica u 2020. godini



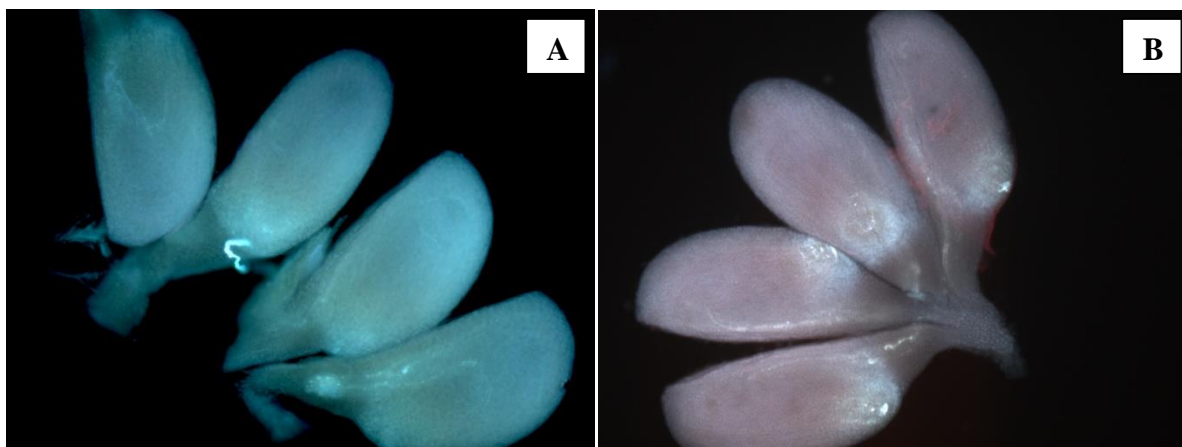
Slika 20. Veliki broj peludnih mješinica nakon kontrolirano oprašivanja s peludi sorte Levantinka (A); Mali broj peludnih mješinica nakon kontroliranog oprašivanja s vlastitom peludi (B)

#### **5.4. Uspjeh oplodnje nakon kontroliranih oprašivanja sorte Lastovka u 2020.**

Proces oplodnje kod svih cvjetova je analiziran pod mikroskopom, kod četiri sjemena zametka izdvojena iz plodnice svakog cvijeta masline. Cvjetovi kod kojih je zabilježena peludna mješinica u sjemenom zametku (Slika 22), označeni su kao oplodeni. Značajno najveći uspjeh oplodnje kod cvjetova sorte Lastovka je zabilježen nakon oprašivanja s peludi sorte Levantinka, dok je uspjeh stranooplodnje s peludi sorte Oblica i samooplodnje s vlastitom peludi rezultirao sa značajno manjim uspjehom oplodnje (Slika 21). Razlika u uspjehu samooplodnje te stranooplodnje s peludi sorte Levantinka prikazana je na Slici 22. Sjemeni zametak koji je oplodjen s peludi sorte Levantinka na slici ima jasno vidljivu peludnu mješinicu, dok kod neoplođenih sjemenih zametaka peludna mješinica izostaje.



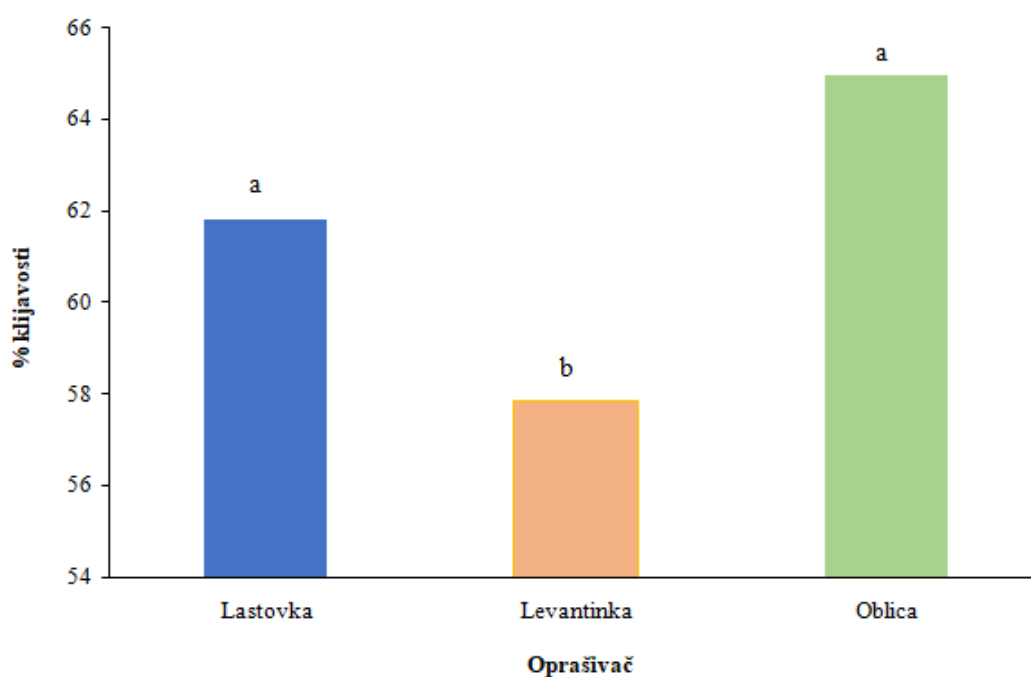
Slika 21. Uspjeh oplodnje (%) kod sorte Lastovka nakon oprašivanja s peludi sorti Lastovka, Levantinka i Oblica u 2020.



Slika 22. Uspjeh stranooplodnje sorte Lastovka nakon provedbe kontroliranog oprašivanja s peludi sorte Levantinka (A); Uspjeh samooplodnje sorte Lastovka nakon provedbe kontroliranog oprašivanja s vlastitom peludi (B)

### 5.5. Prijemčivost i klijanje peludi na njušci tučka sorte Lastovka nakon provedbe kontroliranih oprašivanja u 2021.

Uspjeh klijanja peludnih zrnaca na njušci tučka se razlikovao ovisno o sorti koju sam koristila u ulozi oprašivača tijekom provedbe kontroliranih oprašivanja. Nakon provedbe kontroliranih oprašivanja cvjetova sorte Lastovka, najveći uspjeh klijanja peludi je zabilježen za sorte Oblica i Lastovka, dok je sorta Levantinka imala najmanji uspjeh klijanja peludi na njušci tučka (Slika 23).

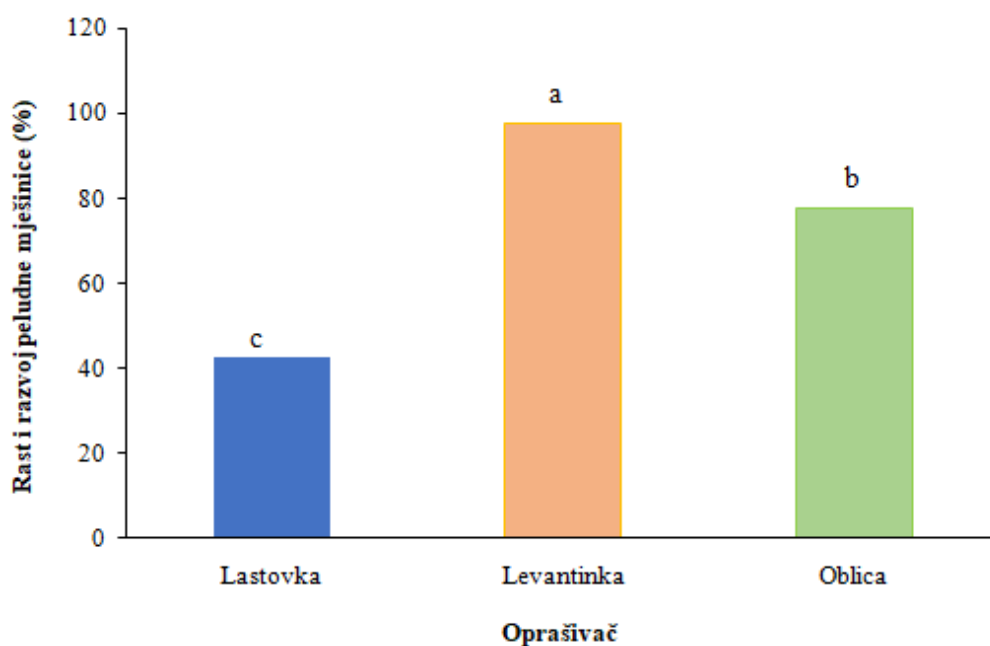


Slika 23. Klijavost peludi (%) sorti oprašivača (Lastovka, Levantinka i Oblica) na njušci tučka sorte Lastovka nakon provedbe kontroliranih oprašivanja u 2021. godini



## 5.6. Rast peludnih mješinica sorti oprašivača nakon provedbe kontroliranih oprašivanja sorte Lastovka u 2021.

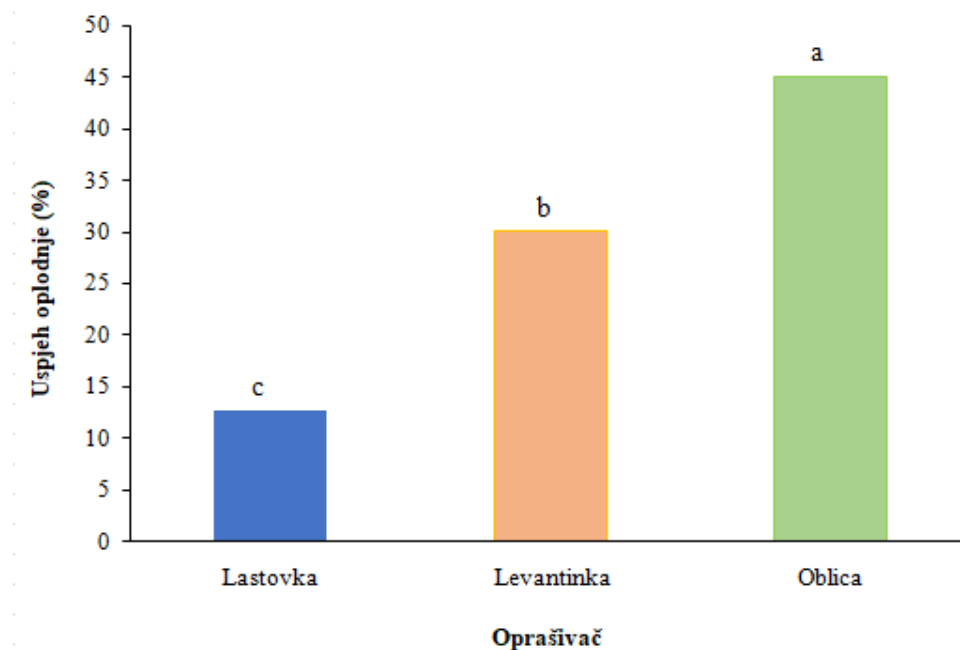
Nakon provedbe kontroliranih oprašivanja cvjetova sorte Lastovka, zabilježen je različit postotak cvjetova s peludnom mješinicom u dnu vrata tučka. Najveći postotak cvjetova s peludnom mješinicom u dnu vrata tučka zabilježen je nakon oprašivanja sa sortom Levantinka. Značajno manji postotak cvjetova je imao peludnu mješinicu u dnu vrata tučka kada se u kontroliranom oprašivanju koristila pelud sorti Lastovka (samooprašivanje) i Oblica (Slika 24).



Slika 24. Prorastanje peludnih mješinica u vratu tučka (%) kod sorte Lastovka nakon provedbe kontroliranih oprašivanja s peludi sorti Lastovka, Levantinka i Oblica u 2021. godini

### 5.7. Uspjeh oplodnje nakon provedbe kontroliranih oprašivanja sorte Lastovka u 2020.

Proces oplodnje kod svih cvjetova je analiziran pod mikroskopom, kod četiri sjemena zametka izdvojena iz plodnice svakog cvijeta masline. Cvjetovi kod kojih je zabilježena peludna mješina u sjemenom zametku, označeni su kao oplodeni. Značajno najveći uspjeh oplodnje kod cvjetova sorte Lastovka je zabilježen nakon oprašivanja s peludi sorte Oblica, zatim stranooplodnje s peludi sorte Levantinka, dok je nakon samooplodnje s vlastitom peludi rezultirao sa značajno manjim uspjehom oplodnje (Slika 25).



Slika 25. Uspjeh oplodnje (%) kod sorte Lastovka nakon oprašivanja s peludi sorti Lastovka, Levantinka i Oblica u 2021.

## 6. Rasprava

Pomnim odabirom sorti te planskom sadnjom maslinika postiže se veći prinos plodova masline. Redovitiji i obilniji godišnji prinosi plodova ciljevi su suvremene maslinarske proizvodnje. Kultiviranje maslinarskih nasada s raznovrsnim autohtonim te introduciranim sortama vodi do ostvarivanja zadanih ciljeva. Različito vrijeme cvatnje sorti, autoinkompatibilnost te sortna nekompatibilnost samo su neki od problema koji se javljaju prilikom planske sadnje maslinika. Pomnim odabirom sorti koje pokazuju kompatibilnost u vremenu cvatnje, oprašivanju i oplodnji može se postići zadani cilj odnosno poboljšanje uvjeta koji vode do redovitijeg i obilnijeg prinosa plodova.

U ovom istraživanju sam analizirala procese koji utječu na zametanje plodova masline: prijemčivost i klijanje peludi na njušci tučka, rast i razvoj peludnih mješnica te uspjeh oplodnje. Navedene procese sam analizirala koristeći se metodama fluorescentne mikroskopije pri čemu sam u istraživanje uključila tri autohtone hrvatske sorte maslina: Lastovka, Levantinka i Oblica.

Prije analize reproduktivnih procesa, odredila sam vrijeme cvatnje istraživanih sorti. Razdoblje cvatnje istraživanih sorti su se razlikovalo tijekom 2020. i 2021. godine. Tijekom 2021. godine istraživane sorte ušle su nekoliko dana kasnije u razdoblje cvatnje. Prema Griggs i sur., (1975) trajanje razdoblja cvatnje masline razlikuje se između sorti i godina. Da bi došlo do uspješnog zametanja plodova, potrebno je uspješno oprašivanje sorti koje su kompatibilne u vremenu cvatnje. Pomoću metodologije za određivanje trajanja razdoblja cvatnje kod masline (Barrancoi sur., 1994) odredila sam vremena cvatnje za sorte Lastovka, Levantinka i Oblica pri čemu sam izradila i analizirala cvjetne dijagrame za 2020. i 2021. godinu. Sorta Lastovka je tijekom obje godine ušla prva u fenofazu cvjetanja, dok su sorte Levantinka i Oblica ušle 4 dana kasnije u razdoblje cvatnje. Također sorte Levantinka i Oblica su za obje godine pokazale preklapanje u cvjetanju s gotovo istovremenim intervalom pune cvatnje pri čemu je sorta Levantinka tijekom 2021. godine u razdoblje pune cvatnje ušla nešto kasnije od sorte Oblica. Prema tome, može se zaključiti da postoji sortna kompatibilnost u vremenu cvjetanja kod sorti Levantinka i Oblica, dok za sortu Lastovka postoji samo djelomična kompatibilnost u cvjetanju s navedenim sortama.

Prvi od reproduktivnih procesa koji utječu na oplodnju i uspješno zametanje plodova je prijemčivost i uspjeh klijanja peludi na njušci tučka. Prijemčivost i uspjeh klijanja peludi sam odredila prema rastu i razvoju peludnih zrnaca na površini njuške tučka. Rast i razvoj peludi podrazumijeva proces klijanja te rasta i razvoja peludnih mješnica (Hedhly i sur., 2005a).

Uspješnost klijanja peludi je proces koji osim što ovisi o kvaliteti peludi, ovisi i o genotipu njuške tučka. Utjecaj njuške tučka na klijavost peludnih zrnaca može biti povoljna ili nepovoljna. Prema tome, njuška tučka može podržati, usporiti ili u potpunosti inhibirati rast i razvoj peludi (Suarez i sur., 2012). Interakcija pelud-njuška tučka je glavni čimbenik o kojemu ovisi rast i razvoj peludnih mješinica bez kojih se uspješna oplodnja ne može dogoditi. Ova interakcija je pod utjecajem autoinkompatibilnosti sorte (Hormaza i Herrero, 1999.). Prema stupnju kompatibilnosti, različite sorte masline mogu biti autokompatibilne, djelomično autoinkompatibilne ili u potpunosti autoinkompatibilne (Spinardi i Bassi, 2012). Stoga, sustav autoinkompatibilnosti može značajno smanjiti broj peludnih mješinica koje prorastaju kroz vrat tučka kako bi dospjele do sjemenih zametaka. Prema tome, poželjan čimbenik za uspješno oprašivanje je dobra sortna kompatibilnost koja pozitivno utječe na rast i razvoj peludnih zrnaca na njušci tučka. U ovom istraživanju analiziran je utjecaj njuške tučka sorte Lastovka na rast i razvoj peludi nakon samooprašivanja i stranooprašivanja s odabranim sortama. Istraživanje je pokazalo da je genotip njuške tučka imao utjecaj na klijavost peludnih zrnaca oprašivača. Rezultati istraživanja provedenog tijekom 2020. i 2021. godine su pokazali da je uspjeh klijavosti peludi na njušci tučka ovisio o sorti koja je korištena u ulozi donora peludi. Tijekom 2020. godine njuška tučka je gotovo jednako podržala klijanje vlastite peludi i peludi sorte Levantinka dok je tijekom 2021. godine jednako podržala klijanje vlastite peludi i peludi sorte Oblica.

Peludna zrnca koja su započela proces klijanja na njušci tučka, razvijaju peludne mješinice koje prorastaju kroz vrat tučka kako bi dospjele do sjemenih zametaka u plodnici tučka (Vuletin Selak i sur., 2013). Prorastanje peludnih mješinica je kompetitivni proces u kojemu se broj peludnih mješinica postupno smanjuje tako da samo nekolicina peludnih mješinica (od velikog početnog broja) dospije do dna tučka (Herrero, 1992). U istraživanju kojega sam provela tijekom 2020. i 2021. godine, brži i izraženiji rast peludnih mješinica zastupljen je u slučaju stranooprašivanja cvjetova sorte Lastovka. Osim bržeg i izraženijeg rasta, broj peludnih mješinica znatno je veći prilikom stranooprašivanja cvjetova sorte Lastovka nego što je to slučaj kod samooprašivanja. Rezultati su pokazali da je čak 90% cvjetova sorte Lastovka imalo peludnu mješinicu u dnu vrata tučka nakon stranooprašivanja sa sortom Levantinka u 2020. U slučaju samooprašivanja (Lastovka x Lastovka) u 2020., postotak je iznosio oko 50%. U 2021., nakon provedbe kontroliranog oprašivanja, postotak cvjetova s peludnom mješinicom u dnu vrata tučka za kombinaciju Lastovka x Levantinka iznosio je 95%, dok je postotak u slučaju samooprašivanja (Lastovka x Lastovka) iznosio oko 40%. Prilikom

stranooprašivanja cvjetova sorte Lastovka s peludi sorte Oblica u 2020., postotak cvjetova s peludnom mješanicom u dnu vrata tučka iznosio je oko 40% te je bio manji nego kod stranooprašivanja sa sortom Levantinka. Povećanje postotka rasta peludnih mješnica tijekom stranooprašivanja s peludi sorte Oblica zabilježen je za 2021. godinu, a iznosio je oko 80%. Navedeni rezultati ukazuju na bolji uspjeh stranooprašivanja sorte Lastovka s peludi sorte Levantinka u odnosu na sortu Oblica.

Oplodnja je ključni reproduktivni proces čiji rezultat ima direktan utjecaj na formiranje plodova (Suarez i sur., 2012). Od mnoštva peludnih mješnica koje u procesu kompeticije pokušavaju doći do sjemenih zametaka, samo jedna peludna mješnica, ona najbrža, uspije stići do sjemenog zametka i sudjelovati u oplodnji (Raskin i Vuturro, 2012). Prema Spinardi i Bassi (2012) uspjeh oplodnje je mnogo manji prilikom samooprašivanja nego stranooprašivanja. Istraživanje koje sam provela 2020. i 2021. pokazalo je da se kod cvjetova masline oplodnja događa već 24h nakon provedbe oprašivanja. Rezultati su pokazali da je uspjeh oplodnje bio veći prilikom provedbe stranooprašivanja nego samooprašivanja što se slaže s rezultatima Spinardi i Bassi, (2012). Dobiveni rezultati ukazuju na podjednak uspjeh oplodnje pri stranooprašivanju s peludi sorti Levantinka i Oblica. Niži uspjeh oplodnje zabilježen je prilikom samooprašivanja odnosno kod kombinacije Lastovka x Lastovka. Prema tome, može se izvesti zaključak o procjeni kompatibilnosti među navedenim sortama. Rezultati uspjeha klijanja peludi, rasta i razvoja peludnih mješnica te oplodnje su najveći prilikom stranooprašivanja sortama Levantinka i Oblica. Stoga bi bilo poželjno imati u nasadima ove sorte zajedno sa sortom Lastovka.

Uspjeh klijanja peludi, rast i razvoj u peludnih mješnica te oplodnja ovise o genotipu peludi oprašivača. Svi navedeni procesi su se razlikovali između samooprašivanja i stranooprašivanja. Nakon stranooprašivanja većina navedenih procesa je imala veći uspjeh nego nakon samooprašivanja.

## 7. Zaključak

Maslina je anemofilna biljna vrsta čiji prinos plodova ovisi o reproduktivnim procesima koji započinju oprašivanjem, a završavaju formiranjem plodova. Oprašivanje cvjetova masline događa se tijekom intervala pune cvatnje, a sorte mogu biti oprašene vlastitom peludi ili peludi stranih oprašivača. Autoinkompatibilnost različitih sorti masline smatra se ograničavajućim čimbenikom za uspješno zametanje plodova (Androulakis i Loupassaki, 1990) zbog čega je u maslinarskim nasadima poželjno imati sorte sa sličnim zahtjevima za cvjetanje, oprašivanje i oplodnju. Istovremeno cvjetanje sorti u jednom nasadu omogućuje stranooprašivanje koje vodi do uspješnog zametanja plodova. Uspjeh klijanja peludi, rast i razvoj peludnih mješnica te oplodnja sjemenih zametaka je veća prilikom stranooprašivanja nego samooprašivanja. Svi navedeni procesi ovise o genotipu donora peludi koji je različit za različite sorte (Vuletin Selak, 2011) zbog čega je zametanje plodova za neke kombinacije uspješnije od drugih.

Na pozitivan ishod navedenih procesa, osim genotipa donora peludi, utjecaj imaju razni ekološki čimbenici. Neki od čimbenika su temperatura, vjetar i količina vode (Osborne i sur., 2000). Visoka temperatura (30°-35°C) ima inhibirajući učinak na klijanje peludi te na rast i razvoj peludnih mješnica. Razina autokompatibilnosti te sortne kompatibilnosti se smanjuje s povišenjem temperature. Nedostatak vode smanjuje efektivno vrijeme oprašivanja koje za posljedicu ima smanjenu mogućnost cvjetova masline za uspješno oprašivanje i oplodnju (Spinardi i Bassi, 2012). Prema Quero i sur., (2002) usporeni rast peludnih mješnica kroz vrat tučka tijekom samooprašivanja znatno smanjuje mogućnosti za uspješnu oplodnju. Vijabilnost sjemenih zametaka se smanjuje s vremenom odnosno postoji mogućnost da sjemeni zametak nije vijabilan onog trenutka kada peludna mješnica dospije do njega. Stoga, tijekom uzgoja masline i planske sadnje maslinika u smislu poboljšanja uroda plodova, treba uzeti u obzir sortnu kompatibilnost te ekološke čimbenike koji utječu na uspješnost oprašivanja i oplodnje.

Analiza reproduktivnih procesa u ovom radu je omogućila bolje razumijevanje autoinkompatibilnosti te sortne kompatibilnosti masline. Provedba istraživanja je pomogla pri odabiru sorti koje pokazuju kompatibilnost u reproduktivnim procesima koji vode do uspješnog zametanja i većeg maslinarskog prinosa.

## 8. LITERATURA

1. Aguilera, F., & Valenzuela, L. R. (2013). Time trend in the viability of pollen grains in the 'Picual' olive (*Olea europaea* L.) cultivar. U *Palynology* (str. 28-34).
2. Androulakis, I. I., & Lopusassaki, M. H. (1990). Studies on the self-fertility of some olive cultivars in the area od Crete. *Acta Hortic* 286 , str. 159-162.
3. Bakarić, P., Bjeliš, M., Brekalo, B., Bulimbašić-Botteri, M., Duić-Pribičević, V., Džidić, L., i dr. (2007). *Maslina i maslinovo ulje: A-Ž*. Zagreb: Naklada Zadro.
4. Besnard, G., Rubio de Casas, R., Christin, P.-A., & Vargas, P. (2009.). Phylogenetics of *Olea* (Oleaceae) based on plastid and nuclear ribosomal DNA sequences: tertiary climatic shifts and lineage differentiation times. *Annals of Botany* .
5. Bradley, M. V., Griggs, W. H., & Hartmann, H. T. (1961.). Studies on Self- and Cross-Pollination of Olives Under Varying Temperature Conditions. *California Agriculture* , str. 4-5.
6. Breton, C., & Breville, A. (2012). New hypothesis elucidates self-incompatibility in the olive tree regarding S-alleles dominance relationships as in the sporophytic model. *Comptes Rendus Biologies* 335 , str. 563-572.
7. Cerović, R., & Ružić, R. (1992). Senescence of ovules at different temperatures and their effect on the behaviour of pollen tubes in sour cherry. *Sci Hortic* 51 , str. 321-327.
8. Chartzoulakis, K., & Loupassaki, M. (1997). Effects of NaCl salinity on germination, growth, gas exchange and yield of greenhouse eggplant . *Agricultural Water Management* (32) , str. 215-225.
9. Condit, I. (1947). Olive culture in California. California Agricultural Extension Service.
10. Cuevas, J., & Polito, V. (2004). The role of staminate flowers in the breeding system of *Olea europaea* (Oleaceae): an andromonoecious, wind-pollinated taxon. *Annals of Botany* 93 (5) , str. 547-553.
11. Cuevas, J., Pinney, K., & Polito, V. (1999). Flower differentiation, pistil development and pistil abortion in olive (*Olea europaea* L. "Manzanillo"). *Acta Horticulturae* (474) , str. 293-296.
12. Cuevas, J., Rallo, L., & Rapoport, H. (1994b). Procedure to study ovule senescence in olive. *Acta Horticulturae* 356 , str. 252-255.

13. Doveri, S., & Baldoni, L. (2007). Genome Mapping and Molecular Breeding in Plants, Volume 4: Fruits and Nuts. U *Genome Mapping and Molecular Breeding in Plants* (str. 253-264). Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.
14. Edlund, A. (2004). Pollen and Stigma Structure and Function: The Role of Diversity in Pollination . U *The plant cell* (str. 84-97).
15. El-Khatib, A., & Radwan, D. (12 2012). Morpho-Anatomical Characteristics of Olive (*Olea europaea* L.) Trees Leaf as Bio-indicator of Cement Dust Air Pollution in Libya. *Journal of Environmental Studies* , str. 65-72.
16. Fernandez-Escobar, R., Benlloch, M., Navarro, C., & Martin, G. (1992.). The time of floral induction in the olive. *Journal of the American Society for Horticultural Science. American Society for Horticultural Science* , str. 303-309.
17. Galan, C., Garcia-Mozo, H., Vazquez, L., Ruiz, L., de la Guardia, C., & Trigo, M. (2005). Heat requirement for the onset of the *Olea europaea* L. pollen season in several sites in Andalusia and the effect of the expected future climate change. *International Journal of Biometeorology* , str. 184-188.
18. Griggs, W., Hartmann, H., Bradley, M., & Iwakin, B. (1975). Olive pollination in California. *Bulletin, California Agricultural Experimental Station* , str. 3-50.
19. Gugić, J., Strikić, F., Perica, S., Čmelik, Z., & Jukić, L. (2008). Proizvodnja sadnog materijala masline. *Polmologia croatica* , str. 229-250.
20. Headhly, A., Hormaza, J., & Herrero, M. (2005a). The Effect of Temperature on Pollen Germination, Pollen Tube Growth and Stigmatic Receptivity in Peach. *Plant Biology* 7 , str. 476-483.
21. Herrero, M. (1992). From pollination to fertilisation in fruit trees. *Plant Growth Regul* 11 , str. 27-32.
22. Herrero, M., & Arbeloa, A. (1989.). Influence of the pistil on pollen tube kinetics in peach (*Prunus persica*). *American journal of botany* , str. 1441-1447.
23. Hormaza, J., & Herrero, M. (1999). Pollen performance as affected by the pistilar genotype in sweet cherry (*Prunus avium* L.). *Protoplasma* 208 , str. 129-135.
24. Jackson, J., & Hamer, P. (1980). The causes of year-to-year variation in the average yield of Cox's Orange Pippin apple in England . *Sci Hort* 55 , str. 149-156.
25. Kovačević, I., & Perica, S. (1994). *Suvremeno maslinarstvo*. Split: Dalmacija papir.



26. (2007). Genome Mapping and Molecular Breeding in Plants Vol 4: Fruits and Nuts. U D. S. L., *Genome Mapping and Molecular Breeding in Plants* (str. 253-264). Berlin-Heidelberg: Springer-Verlag.
27. Miljković, I. (1991). *Suvremeno voćarstvo*. Zagreb: Znanje.
28. Nauer, E., & Moore, P. (srpanj 1956.). Pistil Abortion of the Olive. *California agriculture* .
29. Nikolić, T. (2017). *Morfologija bljaka - razvoj građa i uloga, biljnih tkiva, organa i organskih sustava*. Zagreb: Alfa.
30. *Olea cult web 1.* (n.d.). Preuzeto 12. 6. 2022. iz *Olea cult*: [http://www.oleacult.com/hr/o\\_nama\\_detalji/hrvatske-maslinarske-regije-4](http://www.oleacult.com/hr/o_nama_detalji/hrvatske-maslinarske-regije-4)
31. Osborne, C. P., Chuine, I., Viner, D., & Woodward, F. I. (2000). Olive phenology as a sensitive indicator of future climatic warming in the Mediterranean. U *Plant, Cell and Environment* (str. 701-710). Lower Journal's Impact FC.
32. Poljuha, D., & Sladonja, B. (2013). From the Olive Flower to the Drupe: Flower Types, Pollination, Self and Inter-Compatibility and Fruit Set. U *The Mediterranean Genetic Code*. London: IntechOpen.
33. Quero, A., Pinillos, V., & Cuevas, J. (2002.). Reduced ovule longevity increases cross-pollination response in olive. *Acta Horticulturae 586* , str. 469–472.
34. Rallo, L., Martin, G., & Lavee, S. (1981). Relationship between abnormaln embryo sac development and fruitfulness in olive. *Sci Hortic 106* , str. 813-817.
35. Raskin, N., & Vuturro, P. (2012). *Pollination: Mechanisms, Ecology and Agricultural Advances*. Chicago: Nova Science Publishers.
36. Riberio, H., Cunha, M., Calado, L., & Ruas de Abreu, I. (2012). Pollen morphology and quality of twenty olive (*Olea europaea* L.) cultivars grown in Portugal. *Acta Horticulturae (949)* , str. 259-264.
37. Sanzol, J., & Herrero, R. (2001.). The “effective pollination period” in fruit trees. *Scientia Horticulturae 90* , str. 1-17.
38. Sanzol, J., Rallo, P., & Herrero, M. (2003.). Asynchronous development of stigmatic receptivity in the pear (*Pyrus communis*, Rosaceae) flower. *Am J Bot* , 78-84.
39. Shivanna, K. R. (2003). Pollen viability and vigour. U *Pollen Biology and Biotechnology* (str. 45-58). Enfield, USA: Science Publishers Inc.

40. Sibbett, S., & Ferguson, L. (2005). *Olive production manual*. Agriculture and Natural Resource.
41. Simpson, M. G. (2010). Diversity and Classification of Flowering Plants: Eudicots. U M. G. Simpson, *Plant Systematics* (str. 132). London: Academic Press.
42. Spinardi, A., & Bassi, D. (2012). Olive fertility as affected by cross-pollination and boron. *The Scientific World Journal* .
43. Strikić, F., Čmelik, Z., Šatović, Z., & Perica, S. (2007). Morfološka raznolikost masline (*olea europaea* l.) sorte Oblica. *Pomologia Croatica* , str. 77-86.
44. Suarez, C., Castro, A., Rapoport, H., & Rodriguez-Ggarcia, M. (2012). Morphological, histological and ultrastructural changes in the olive pistil during flowering. *Springer-Verlag* , str. 133-146.
45. Škarica, B., Žužić, I., & Bonifačić, M. (1996). *Maslina i maslinovo ulje visoke kvakvoće u Hrvatskoj*. Rijeka: Tipograf d.d.
46. Vuletin Selak, G. (2011). *Određivanje efektivnog vremena oprašivanja sorti masline (Olea europaea L.)* . Doktorska disertacija, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb.
47. Vuletin Selak, G., Cuevas, J., Goreta Ban, S., & Perica, S. (2013.). Pollen tube performance in assessment of compatibility. *Scientia Horticulturae* , str. 36-43.
48. Vuletin Selak, G., Cuevas, J., Pinillos, V., Goreta Ban, S., Poljak, M., & Perica, S. (2014.). Assessment of effective pollination period in olive (*Olea europaea*) by means of fluorescence microscopy and plant response to sequential pollinations: limitations and drawbacks of current methodologies. *Trees* 28 , str. 1497-1505.
49. Vuletin Selak, G., Perica, S., Goreta Ban, S., & Poljak, M. (2012.). Utjecaj toplotnog stresa i međudjelovanja muškog i ženskog gametofita na prijemčivost njuški tučaka, razvoj peludi i vijabilnost sjemenih zametaka cvjetova masline (*Olea europaea* l.). *HRVATSKI BIOLOŠKI KONGRES s međunarodnim sudjelovanjem 11th CROATIAN BIOLOGICAL CONGRESS with International Participation / Jelaska, Sven D. ; Klobučar, Göran I.V. ; Šerić Jelaska, Lucija ; Leljak Levanić, Dunja ; Lukša, Žaklin (ur.)*., (str. 7.-8.).
50. Vuletin Selak, G., Perica, S., Goreta Ban, S., & Radunić, M. (2011). Reproductive Success after Self-pollination and Cross-pollination of Olive Cultivars in Croatia. *Scientia Horticulturae* 46 , str. 186-191.

51. Vuletin Selak, G., Perica, S., Goreta Ban, S., Bućan, L., & Poljak, M. (2012). Flower sterility and the germination ability of pollen as genetic traits of seven olive (*Olea europaea* L.) cultivars grown in Croatia. *Journal of horticultural science & biotechnology*, , str. 237-242.
52. Vuletin Selak, G., Perica, S., Poljak, M., Goreta Ban, S., Radunić, M., & Hartl Musinov, D. (2006.). Compatibility relationships within and between olive (*Olea europaea* L.) cultivars. *Book of Abstracts 4. Slovenian Symposium on Plant Biology with International Participation / Dolenc Koce, Jasna ; Vodnik, Dominik ; Dermastia, Marina - Ljubljana, Slovenia : Slovenian Society for Plant Physiology, 2006, 131-132.*
53. Wallander, E., & Albert, V. (2000). PHYLOGENY AND CLASSIFICATION OF OLEACEAE. *American Journal of Botany* .
54. Williams, R. (1969). Factors affecting pollination in fruit trees. U *Luckwill LC, Cutting CV, eds. Physiology of tree crops.* (str. 193-207). London: Academic Press.

**Mrežne stranice:**

1. *Agroportal.Hr* (29. 11. 2012.). Preuzeto 16. 6. 2022. iz Agroportal.Hr: <https://www.agroportal.hr/agro-baza/sortne-liste/masline-sortne-liste/8124>
2. *Klimatski uvjeti za uzgoj masline* (n.d.). Preuzeto 12. 6. 2022. iz Nir analiza: <http://www.niranaliza.hr/klimatski-uvjeti-za-uzgoj-masline/>

# METODIČKI DIO

**Mentor:** izv. prof. dr. sc. Mirko Ruščić

<b>Ime i prezime učitelja</b>	<b>Predmet</b>	<b>Razred</b>
Franka Markić	Biologija	8.
<b>Nastavna tema</b> <i>Odrediti na osnovu godišnjeg izvedbenog kurikulumuma (GIK).</i>		<b>Datum</b>
<b>Razmnožavaju li se sva živa bića?</b>		

<b>Cilj nastavne teme</b> <i>Odrediti u skladu s ciljem poučavanja dijela nastavne teme.</i>	
Stjecanje znanja o građi cvijeta, načinima oprašivanja i oplodnje kod kritosjemenjača.	
<b>Ključni pojmovi</b> <i>Pojmovi koje učenik treba usvojiti uz poučavanje.</i>	<b>Temeljni koncepti</b> <i>Ideje koje učenici trebaju usvojiti na razini razumijevanja i/ ili primjene (uz pomoć konceptualnog okvira poučavanja biologije).</i>
Cvijet, cvat, tučak, prašnik, oprašivanje, oplodnja.	Cvijet kritosjemenjača se sastoji od lapova, latica, tučka i prašnika, a može biti jednospolan i dvospolan. Ako se na jednoj cvjetnoj stapci nalazi više cvjetova onda se takva tvorba naziva cvat. Ženski spolni organ je tučak, dok je prašnik muški spolni organ. Tučak se sastoji od njuške, vrata i plodnice u kojoj se nalaze sjemeni zametci. U sjemenom zametku nalazi se jajna stanica. Prašnik se sastoji od prašničke niti i prašnica u kojima se nalaze peludna zrnca (muške spolne stanice).  Razmnožavanje kritosjemenjača je vezano uz oprašivanje i oplodnju. Oprašivanje je proces prijenosa peludnih zrnaca s prašnika na njušku tučka. Peludna zrnca se razvijaju u peludnu mješinicu koja prolazi kroz vrat tučka te dolazi do sjemenog zametka. Spajanje muške spolne stanice s jajnom stanicom naziva se oplodnja. Iz oplodene jajne stanice razvija se zigota.
<b>Kontekst poučavanja koncepta</b> <i>Sadržajni okvir učenja (na kojim će se primjerima učiti).</i>	
Pptx, mikroskopiranje preparata, biljni materijal, radni listovi.	

<b>Odgojno-obrazovni ishodi</b> <i>Odabrati i preslikati iz Kurikuluma uz oznaku (šifru) ishoda.</i>	
BIO OŠ A.8.1.	Povezuje usloznavanje građe s razvojem novih svojstava uz klasifikaciju organizama primjenom različitih kriterija ukazujući na njihovu srodnost i raznolikost.
BIO OŠ B.8.3.	Analizira utjecaj životnih uvjeta na razvoj prilagodbi i bioraznolikost.
BIO OŠ B.8.4.	Povezuje različite načine razmnožavanja organizama s nasljeđivanjem roditeljskih osobina i evolucijom
BIO OŠ D.8.2.	Povezuje biološka otkrića s razvojem civilizacije i primjenom tehnologije u svakodnevnome životu.
<b>Primjeri:</b> OŠ PRI A.5.1. Učenik objašnjava temeljnu građu prirode BIO OŠ B.8.4. Povezuje različite načine razmnožavanja organizama s nasljeđivanjem roditeljskih osobina i evolucijom. BIO SŠ C.3.2. Analizira principe iskorištavanja energije na razini stanice.	

<b>Očekivanja međupredmetnih tema</b> <i>Odabrati i preslikati iz Kurikuluma uz oznaku (šifru) ishoda.</i>	
uku A.3.1.	Učenik samostalno traži nove informacije iz različitih izvora, transformira ih u novo znanje i uspješno primjenjuje pri rješavanju problema.
uku A.3.3.	Učenik samostalno oblikuje svoje ideje i kreativno pristupa rješavanju problema.
pod A.3.1.	Primjenjuje inovativna i kreativna rješenja.
odr A.3.1.	Objašnjava osnovne sastavnice prirodne raznolikosti.
odr A.3.4.	Objašnjava povezanost ekonomskih aktivnosti sa stanjem u okolišu i društvu.

<b>Br. Ishoda u razradi(RI/IA)</b>	<b>Razrada ishoda</b> <i>Koristiti prema Kurikulumu.</i> <b>Ishodi aktivnosti</b> <i>Prema potrebi dodati i specifično razraditi ishod iz razrade ishoda.</i>	<b>Zadatak/ primjer pitanja za provjeru</b> <i>Pitanja trebaju polaziti od razine propisane Kurikulumom (minimum), ali treba planirati i pitanja više razine usvojenosti.</i>	<b>KR</b>	<b>PU</b>
BIO OŠ A.1.8.2.	Povezuje građu i ulogu organa/organskih sustava ukazujući na njihovu promjenjivost, usložnjavanje i prilagodbe.	-Opišite građu cvijeta. -Opišite građu tučka. -Opišite građu prašnika.	R 1 R 1 R 1	+ + +
BIO OŠ A.1.8.3.	Objašnjava važnost ekonomičnosti građe pojedinih organa	-Navedite ulogu lapova i latica u cvijetu. -Koja je uloga tučka i prašnika u cvijetu? -Definirajte cvat.	R 1 R 1 R 1	+ + +
BIO OŠ A.8.1.9.	Uspoređuje na tipičnim predstavnicima temeljna obilježja pojedine skupine.	-Navedite na koji način se razmnožavaju bakterije, ribe, žabe, zmije, ptice i sisavci.  - Koji su sve oblici razmnožavanja kod biljaka?	R 1  R 1	+  +
BIO OŠ B.8.3.8.	Uspoređuje prilagodbe za razmnožavanje u različitim organizama povezujući ih s uvjetima staništa.	-Navedite načine pomoću kojih se oprašuju: maslačak, breza, lavanda, vrba, trešnja. -Navedite prilagodbe cvjetova s obzirom na način oprašivanja.	R 3  R 2	+/-  +/-
BIO OŠ B.8.4.1.	Objašnjava prednosti i nedostatke pojedinih načina razmnožavanja.	-Objasnite prednosti i nedostatke oprašivanja pomoću vjetra.	R 2	+/-
BIO OŠ B.8.4.10.	Objašnjava životne cikluse organizama na	-Opišite proces razmnožavanja biljaka. -Definirajte pojam oplodnje kod biljaka.	R 1	+ +

	primjerima čovjeka, ptice, žabe, kukca i kritosjemenjača	-Koji proces prethodi oplodnji biljaka?	R 1  R 1	+
BIO OŠ D.8.2.1.	Opisuje važnost bioloških otkrića za razvoj civilizacije i primjenu tehnologije na jednostavnim primjerima.	-Predložite uređaj pomoću kojega bi se mogla vizualizirati oplodnja u sjemenom zametku masline.  - Usporedite samooplodnju i stranooplodnju kod masline.	R 3  R 3	+/-  +/-
<b>Kognitivna razina (KR):</b> I. reprodukcija, II. konceptualno razumijevanje i primjena znanja, III. rješavanje problema				
<b>Procjena uspješnosti učenja (PU):</b> – odgovara manje od 5 učenika, +/- odgovara otprilike polovina učenika, + odgovara većina učenika				
<b>Br. ishoda u razradi (RI):</b> dodati prema odgovarajućem broju iz dokumenta Kurikuluma Prirode i Biologije – numerirana razrada ishoda(npr. OŠ PRI A.5.1.2 Uočava na temelju praktičnih radova da su tvari građene od sitnih čestica;BIO OŠ B.8.4.9. Povezuje mitozu s razmnožavanjem jednostaničnih te s rastom i obnavljanjem višestaničnih organizama; BIO SŠ C.3.2.2. Analizira prijenos tvari kroz membranu/membranom s aspekta korištenja energije)				
<b>(IA):</b> broj ishoda aktivnosti generirati prema nadređenom broju (RI) ishoda u razradi (npr. OŠ PRI A.5.1.2.1.Zaključuje na temelju praktičnog rada da je u morskoj vodi otopljena sol.)				

<b>Tijek</b>									
<i>Artikulacija (pregledni nacrt nastavnog sata) - Kratki tablični pregled strukture nastavnog sata s iskazanim dominantnim aktivnostima i sociološkim oblicima rada te predviđenim trajanjem za svaki strukturni element sata (po potrebi dodati retke tablice). Uz svaku aktivnost obavezno navesti oznaku ishoda u razradi (prema Kurikulumu Prirode i Biologije – numerirana razrada ishoda) koji se njome ostvaruje.</i>									
Tip sata	Obrada novog nastavnog sadržaja			Trajanje	45 minuta				
R. NASTAVNOG SATI	STRUKTURNI ELEMENT NASTAVNOG SATI	DOMINANTNA AKTIVNOST			BR. ISHODA (MPT OČEKIVANJA)	KORISTITI	METODA	OBLIK RADA	TRAJANJE (min)
	Početni dio	<p>Pozdravljam učenike te im se predstavljam. Učenicima pokazujem primjere izvorne stvarnosti različitih organizama- bakterije i različite životinje (riba, žaba, zmija, ptica, mačka). N- Možete li navesti koje organizme vidite? U- kolonije bakterija, životinje- riba, žaba, zmija, ptica i mačka (R1). N-koji proces je ključan kako bi neka vrsta evolucijski opstala? U- razmnožavanje (R1). N- na koji način se razmnožavaju navedeni organizmi? U- bakterije binarnom diobom- nespolni oblik razmnožavanja, a životinje- spolno, unutarnjom i vanjskom oplodnjom (R1).</p> <p>Zatim im pokazujem izvornu stvarnost- cvijet masline. N- kako se naziva vrsta biljke čiji cvijet vidite ispred sebe? U- maslina (R2). N- razmnožavaju li se biljke? U- razmnožavaju (R1). N- na koje se sve načine može biljka razmnožavati? U- nesporno i spolno (R1). N- prema tome razmnožavaju li se sva živa bića? U- razmnožavaju (R1). Tada najavljujem cilj i pišem naslov na ploči: <b>RAZMNOŽAVAJU LI SE SVA ŽIVA BIĆA?</b></p>			A.8.1.9	PM P	D R	F	5 min
	Središnji dio	<p>Svim učenicima podijelim primjer izvorne stvarnosti- cvijet biljke. Kažem im da prouče biljni materijal te da mi kažu što su uočili. Nakon što su rekli svoja zapažanja, zajedno analiziramo građu cvijeta pri čemu zapisuju dijelove cvijeta u radni listić. Pokazujem dio po dio cvijeta krenuvši od vani prema unutra te tražim od učenika da na svojim cvjetovima pokažu isti dio na koji im ukazujem. Za početak promatramo lapove. N- koja bi bila uloga lapova? U- štite cvijet (R3). N- koja bi bila uloga latica? U- privlače kukce i štite cvijet (R3). N- moraju li svi cvjetovi imati jednaki broj latica i lapova? U- ne moraju (R2). N- otrgnite jednu nitastu, žutu tvorbu iz cvijeta i dio cvijeta koji se nalazi u</p>			A.1.8.2 A.1.8.3	PM RL P PP	R D PR T	F I	10 min

	središtu. N- kako se zove nitasti, žuti dio? U- prašnik (R1). N- kako se zove tvorba koju ste otrgnuli iz središnjeg dijela cvijeta? U- tučak (R1). N- pokazujem dijelove prašnika i tučka učenicima te ih imenujem. Učenici na radnim listovima označavaju dijelove prašnika i tučka. Slike s označenim dijelovima cvijeta, prašnika i tuča učenici lijepe u bilježnice.					
	<p>Pokazujem učenicima cvat i cvijet. N- mogu li cvjetovi biljke rasti pojedinačno ili su grupirani u tvorbe? U- mogu rasti pojedinačno (R1). N- kako se zove pojava kada na jednoj cvjetnoj stapci ima više od jednog cvijeta? U- cvat (R1). Pokazujem im primjere različitih cvatova (izvorna stvarnost i pptx).</p> <p>N- zašto kukce privlači živa boja cvjetova? U- zbog nektara koji se nalazi unutar cvjetova (R2). N- što kukci „nesvjesno“ rade kada slete na jedan cvijet, a potom na drugi cvijet iste vrste? U- oprae cvijet (R1). Tada prozivam jednog dobrovoljca da definira oprašivanje. N- zašto je biljkama potrebno oprašivanje? U- da bi se mogle razmnožavati (R2). N- biljke se razmnožavaju spolno i nespolno. Kod spolnog razmnožavanja, biljke se u prvom koraku trebaju oprašiti. Prema tome, biljke su razvile različite prilagodbe na oprašivanje. N- što mislite kako se biljke mogu oprašivati? U- pomoću vode, vjetra, kukaca i čovjeka (R1). N- Ako jedna biljka ima i prašnike i tučak, može li se ona sama oprašiti? U- može (R2). N- kako bi se zvao taj oblik oprašivanja? U- samooprašivanje (R1). N- kako bi se zvao oblik oprašivanja u kojemu se biljka oprašuje s peludi druge biljke? N- stanooprašivanje (R1). N- je li genetski povoljnije stranooprašivanje ili samooprašivanje? U- stranooprašivanje (R3). Na kliznici su prikazane različite biljke s različitim prilagodbama na oprašivanje. Dajem učenicima minutu vremena da promotre zadane biljke te da promisle na koji način bi se navedene biljke oprašile. Potom učenici zapisuju definiciju oprašivanja u bilježnicu.</p>	A.1.8.3 B.8.3.8 B.8.4.1 B.8.4.1 0.	PM P PP	D R I	F I	10 min
	Zatim im dijelim papiriće na kojima se nalazi rebus kojega trebaju riješiti (Rj. Oplodnja). N- definirajte pojam oplodnja; U- oplodnja je proces spajanja muške i ženske spolne stanice (R1). N- kako se nazivaju biljne tvorbe u kojima se nalaze muška i ženska spolna stanica? U- sjemeni zametak- ženska spolna stanica, peludno zrno- muška spolna stanica (R1). N- tijekom oprašivanja peludna zrnca s muškim spolnim stanicama se prenesu na njušku tučka. Da bi došlo do oplodnje, peludno zrnce mora doći do sjemenog zametka. Stoga, muške spolne stanice se razvijaju u peludne mješine koje prolaze kroz vrat tučka. Najbrža peludna mješina dolazi do sjemenog zametka u kojemu oplodi jajnu stanicu. Tada im dijelim preparate na kojima su vidljiva peludna zrna, sjemeni zametci, prašnik i tučak. Slike crtaju na radne listiće koje potom lijepe u bilježnice.	B.8.4.1 0. D.8.2.1	RL P PM PP	D R I T	F I	15 min
<b>Završni dio</b>	Na kliznici se nalaze pitanja za ponavljanje. Postavljam pitanje te prozivam jednog učenika da odgovori na pitanje tako što mu bacim lopticu. Nakon što odgovori, učenik baca lopticu drugome učeniku koji će odgovoriti na iduće pitanje.	A.1.8.2 A.1.8.3 A.8.1.9 B.8.3.8 .B.8.4. 1.B.8.4 .10. D.8.2.1	PP	R	I F	5 min
<p><b>Nositelji aktivnosti:</b> N – nastavnik, U – učenici (dodati i mijenjati uloge ukoliko je potrebno uz svaku aktivnost)</p> <p><b>Koristiti u izvedbi:</b> RL – radni listić za učenike, UDŽ – udžbenik, RB – radna bilježnica, P – ploča, PM – prirodni materijal, E – pokus/eksperiment, MD – model, AP – aplikacija, PP – projekcija prezentacije, VL – video lekcija, APP – digitalni alat, P/SU – platforma/sustav učenja na daljinu, V – video zapis, A – animacija, I – igra, IU – igranje uloga, RS – računalna simulacija, M – mikroskop</p> <p>L – lupa, F – fleks kamera, T – tablet, MO – mobitel, OP – organizator pažnje, AL – anketni listić TM – tekstualni materijali (dodati prema potrebi)</p> <p><b>Metode:</b> PR – praktični radovi, D – demonstracija, C – crtanje, I – usmeno izlaganje, R – razgovor, T – rad na tekstu i pisanje</p> <p><b>Oblici rada:</b> I – individualno, P – rad u paru, G – grupni rad, F – frontalno</p>						



**Materijalna priprema** Popis nastavnog materijala, izvora znanja, sredstva i pomagala, odnosno svega što je potrebno pripremiti za uspješno odvijanje nastave prema postavljenom cilju i zamišljenom planu. Treba biti uključena izvorna stvarnost kad god je to moguće, kao i nastavna sredstva te nastavna pomagala koja će se koristiti tijekom poučavanja i učenja.

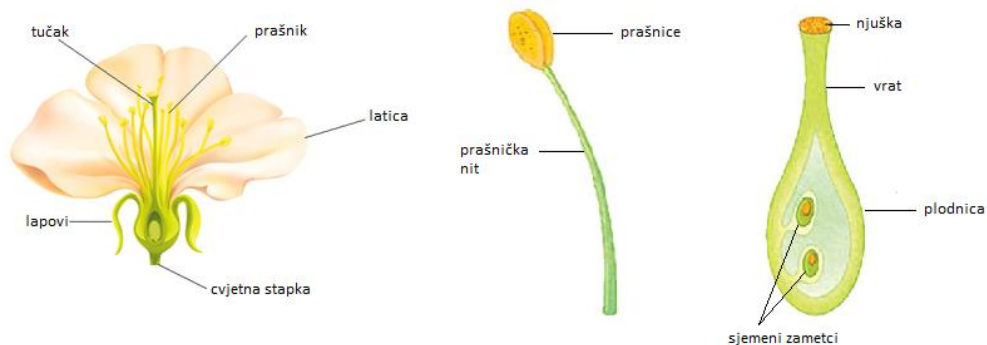
Izvorna stvarnost: različiti cvjetovi, cvat, bakterije, različite životinje, preparati peludnih zrnaca i sjemenih zametaka.

Nastavna sredstva: radni listić, power point prezentacija, tekst na ploči.

Nastavna pomagala: mikroskop, računalo, kreda, ploča.

**Plan učeničkog zapisa** Može biti plan ploče ili zapis koji nastaje na temelju drugih poticaja.

### RAZMNOŽAVAJU LI SE SVA ŽIVA BIĆA?



**Cvat** je skupina cvjetova pravilno raspoređenih na jednoj cvjetnoj stapci (klas, grozd, resa, glavica..).

**Oprašivanje** je prijenos peludnih zrnaca na njušku tučka. Može biti: **-samooprašivanje**  
**-stranooprašivanje**

Oprašivanje se može odviti uz pomoć vjetra, vode, kukaca i čovjeka.

**Oplodnja** je proces spajanja muške i ženske spolne stanice.

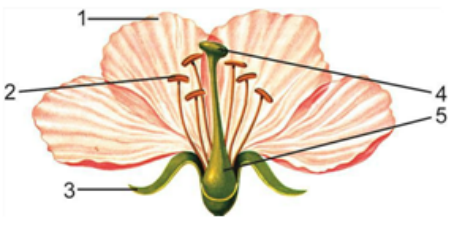
**Vrednovanje** Različiti pristupi vrednovanju.

Vrednovanje za učenje	Vrednovanje kao učenje	Vrednovanje naučenog
Opazanje rada učenika i angažiranosti za nastavnu jedinicu. Procjena zaključivanja na temelju opažanja	Postavljanjem pitanja tijekom sata učenike se potiče na razmišljanje i promišljanje o onomu što se obrađuje tijekom sata. Nakon sata učenici daju nastavniku povratnu informaciju o naučenom gradivu (ljestvica od 1 do 5).	Na idućem satu provjera zadataka domaćeg rada.


**Prilagodba za učenike s teškoćama u učenju** *Navesti način prilagodbe učenja mogućnostima i potrebama učenika te priložiti zadatke prilagodbe.*

**RADNI LIST**  
**RAZMNOŽAVAJU LI SE SVA ŽIVA BIĆA?**

1. Na slici je prikazan cvijet. Imenujte označene dijelove cvijeta.



2. Imenujte tvorbe prikazane na slici. Kako se nazivaju označeni dijelovi tvorbi?



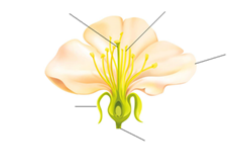
3. U tablicu upišite opažanja nakon mikroskopiiranja određenog preparata.

OPAŽANJA PREPARAT PRAŠNIKA	
OPAŽANJA PREPARAT TUČKA	
OPAŽANJA PREPARAT PELLUDNIH ZRINACA	
OPAŽANJA PREPARAT SIEMENIH ZAMETAKA	

**Prilagodba za darovite učenike** *Navesti način prilagodbe učenja mogućnostima i potrebama učenika te priložiti zadatke prilagodbe.*

**RADNI LIST**  
**RAZMNOŽAVAJU LI SE SVA ŽIVA BIĆA?**

1. Na slici je prikazan cvijet. Imenujte označene dijelove cvijeta.



2. U tablicu upišite opažanja nakon mikroskopiiranja određenog preparata.

OPAŽANJA PREPARAT PRAŠNIKA	
OPAŽANJA PREPARAT TUČKA	
OPAŽANJA PREPARAT PELLUDNIH ZRINACA	
OPAŽANJA PREPARAT SIEMENIH ZAMETAKA	

Ime i prezime: \_\_\_\_\_  
Datum: \_\_\_\_\_

**PITANJA ZA DOMAĆI RAD**

1. Navedite čimbenike koji utječu na uspjeh opravljanja masline.  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

2. Osmislite eksperiment kojim biste potvrdili uspjeh stanooplodnje u odnosu na samooplodnju.  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

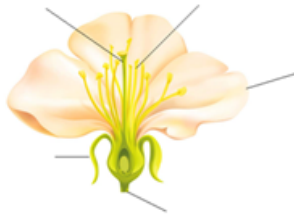
3. Istražite na koje sve načine se može vizualizirati oplodnja sjemenog zametka kod masline?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**RADNI LIST:**

**RADNI LIST**

**RAZMNOŽAVAJU LI SE SVA ŽIVA BIĆA?**

1. Na slici je prikazan cvijet. Imenujte označene dijelove cvijeta.



2. U tablicu upišite opažanja nakon mikroskpiranja određenog preparata.

OPAŽANJA PREPARAT PRAŠNIKA	
OPAŽANJA PREPARAT TUČKA	
OPAŽANJA PREPARAT PELUDNIH ZRNACA	
OPAŽANJA PREPARAT SJEMENIH ZAMETAKA	

**PPTX:**

**GRAĐA CVIJETA**

**CVIJET I CVAT**

**OPRAŠIVANJE**

**Kako se oprašuju prikazane biljke?**

**Prilagodbe biljaka na različite vrste oprašivanja**

KUKCI	VJETAR	VODA
<ul style="list-style-type: none"> <li>cvjetovi su žuto narančasti, crveni, bijeli, crveni, bijeli</li> <li>peludna zrnca su lagana i mala</li> <li>luđača, mršava, mršava, mršava</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>cvjetovi su nježni, bez boje mirisa</li> <li>peludna zrnca lagana i mala</li> <li>trava, vrba, trava</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>cvjetovi su nježni, bez boje mirisa</li> <li>peludna zrnca lagana i mala</li> <li>Plasidna vodena</li> </ul>

**REBUS**

**OPLODNIJA**

**OPLODNIJA**

**PITANJA ZA PONAVLJANJE**

- Kako se zove tvorba u kojoj jedna cvjetna stazika sadri više od jednog cvijeta?  
**CVAT**
- Opisite građu cvijeta.  
**Cvjetna stazika, listići, listići, listići i listići**
- Peludno zrnco nosi \_\_\_\_\_ spolno stanice.  
**Muški**

- \_\_\_\_\_ tučka je dio tučka na koji dospjevu peludna zrnca.  
**tučka**
- Kako se zove proces u kojemu peludna zrnca jedne biljke padaju na njatku tučka iste biljke?  
**Samooprašivanje**
- Kako se zove proces u kojemu peludna zrnca jedne biljke padaju na njatku tučka druge biljke?  
**Stranooprašivanje**

- Kako se biljke mogu oprašivati?  
**Kukcima, vjetrom, vodom i životinjama**
- Kako se oprašuje mršava?  
**Kukcima**
- U proljeće je velika količina peludi u zraku, što to kod ljudi može uzrokovati?  
**Alergije**

- Kako se zove proces koji slijedi iz oprašivanja?  
**Oplođnja**
- Oplođnja je proces spajanja muške i ženske \_\_\_\_\_ stanice.  
**staniice**
- Nakon što peludno zrnco dospje na njatku tučka razvija se u \_\_\_\_\_.  
**Peludnu mjehuricu**

**REBUS:**



## OPLODNJA

**Literatura** *Izvori za učenike i izvori koje je učitelj koristio za pripremu poučavanja.*

1. Begić V., Bastić M., Madaj Prpić J., Bakarić A. (2020): *Udžbenik iz biologije za osmi razred osnovne škole*, Alfa, Zagreb.
2. <https://www.profil-klett.hr/sites/default/files/flip/10912/>
3. <https://edutorij.e-skole.hr/share/proxy/alfresco-noauth/edutorij/api/proxy-guest/13b85c9f-f31e-438d-a786-da63b0510fbd/biologija-1/m05/j02/index.html>

**Refleksija nakon poučavanja** *Zabilješke nakon izvedbe nastavnog sata o uspješnosti sa sugestijama za poboljšanje.*