

UNIVERZA NA PRIMORSKEM  
FAKULTETA ZA MATEMATIKO, NARAVOSLOVJE IN  
INFORMACIJSKE TEHNOLOGIJE

ZAKLJUČNA NALOGA  
OPRAŠEVANJE IN OPLODITEV OLJKE  
(*Olea europaea* L.)

NASTJA SOSIČ

UNIVERZA NA PRIMORSKEM  
FAKULTETA ZA MATEMATIKO, NARAVOSLOVJE IN  
INFORMACIJSKE TEHNOLOGIJE

Zaključna naloga

**Opraševanje in oploditev oljke (*Olea europaea* L.)**

(Pollination and fertility of olive tree (*Olea europaea* L.))

Ime in priimek: Nastja Sosič

Študijski program: Sredozemsko kmetijstvo

Mentor: izr. prof. dr. Dunja Bandelj

Somentor: asist. dr. Alenka Baruca Arbeiter

Koper, februar 2018

### **Ključna dokumentacijska informacija**

Ime in PRIIMEK: Nastja SOSIČ

Naslov zaključne naloge: Opraševanje in oploditev oljke (*Olea europaea* L.)

Kraj: Koper

Leto: 2018

Število listov: 32      Število slik: 8

Število referenc: 91

Mentor: izr. prof. dr. Dunja Bandelj

Somentor: asist. dr. Alenka Baruca Arbeiter

Ključne besede: oljka, *Olea europaea* L., cvetenje, opraševanje, oploditev, samo(ne)kompatibilnost.

Izvleček: Oljka je značilna kulturna rastlina Sredozemlja in, po površini nasadov, druga najbolj zastopana sadna vrsta v Sloveniji. Sortna struktura oljk je izjemnega pomena za doseganje značilnih in kakovostnih olj v pridelovalnem območju. Poleg ekoloških dejavnikov, ki usmerjajo pridelavo, je pomemben tudi izbor sort v nasadih, saj uspešno opraševanje in oplodnja pomembno vplivata na rodnost oljčnih nasadov. Sorte oljk se delijo v tri skupine: samoneoplodne, delno samoneoplodne in samooplodne, zato je poznavanje kompatibilnosti glavnih sort in njihovih opraševalnih sort izjemnega pomena za ekonomično pridelavo oljk in posledično pri načrtovanju novih oljčnih nasadov.

### Key words documentation

Name and SURNAME: Nastja SOSIČ

Title of the final project paper: Pollination and fertility of olive tree (*Olea europaea* L.)

Place: Koper

Year: 2018

Number of pages: 32                      Number of figures: 8

Number of references: 91

Mentor: Assoc. Prof. Dunja Bandelj, PhD

Co-Mentor: Assist. Alenka Baruca Arbeiter, PhD

Keywords: olive, *Olea europaea* L., flowering, pollination, fertility, self(in)compatibility.

Abstract: Olive tree is a typical Mediterranean plant. According to the surface of Slovenian orchards, olive is the second most represented fruit species. In order to achieve characteristic and high quality olive oils in the production area, the olive varietal structure is of great importance. In addition to the ecological factors, which direct the olive cultivation, the varieties selection in orchards is also important, since the olive orchards production depends on successful pollination and fertilization. Olive varieties are divided into three groups: self-incompatible, partly self-incompatible and self-compatible; therefore, the knowledge of the compatibility of the main varieties and their pollinating varieties is important for the economical production, and consequently for new olive orchards planning.

## **ZAHVALA**

Zahvaljujem se mentorici ter somentorici za vso pomoč in svetovanje pri pisanju zaključne naloge, prav tako za izbor strokovne literature in člankov. Zahvala gre tudi moji družini, ki mi je vsa leta študija stala ob strani in me podpirala.

Posebej bi se rada zahvalila mojemu partnerju za potrpežljivost in razumevanje v času pisanja zaključne naloge.

Hvala vam.

## KAZALO VSEBINE

1 UVOD.....	1
2 PREGLED LITERATURE .....	2
2.1 Botanična uvrstitev oljke .....	2
2.2 Oljkarstvo v svetu in pri nas .....	4
2.3 Cvetenje oljke .....	5
2.3.1 Cvet.....	5
2.3.2 Fenološke faze cvetenja.....	7
2.3.3 Diferenciacija rodnih brstov .....	9
2.3.4 Vpliv hranil na cvetenje.....	10
2.3.5 Vpliv temperature na cvetenje.....	11
2.4 Opraševanje in oploditev oljke .....	12
2.5 Samonekompatibilnost .....	13
2.6 Kompatibilnost sort .....	15
3 ZAKLJUČEK .....	18
4 LITERATURA IN VIRI.....	19

## KAZALO SLIK IN GRAFIKONOV

<b>Slika 1:</b> Primer divje oljke, kolekcija Porquerolles, Francija (Foto: Dunja Bandelj). .....	3
<b>Slika 2:</b> Plodovi divje oljke, kolekcija Porquerolles, Francija (Foto: Dunja Bandelj). .....	3
<b>Slika 3:</b> Socvetje oljke (Foto: Alenka Baruca, 2013). .....	6
<b>Slika 4:</b> Prerez cveta; 20 kratna povečava (McGregor, 1976). .....	7
<b>Slika 5:</b> Fenofaza E (Sanz-Cortés, 2001). .....	8
<b>Slika 6:</b> Fenofaza F (Sanz-Cortés, 2001). .....	8
<b>Slika 7:</b> Fenofaza F1 (Sanz-Cortés, 2001). .....	9
<b>Slika 8:</b> Fenofaza G (Sanz-Cortés, 2001). .....	9

## 1 UVOD

Oljka (*Olea europaea* L.) je dolgoživo, zimzeleno sadno drevo. Njena pridelava je razširjena v Sredozemlju, ki zagotavlja približno 90 % svetovne proizvodnje oljčnega olja (Rugini in sod., 2001). Visoka prehranska vrednost oljčnega olja je prispevala k večji porabi le tega po vsem svetu. Posledično se je proizvodnja oljk pred kratkim začela v državah, v katerih so podnebne razmere podobne sredozemskim, kot so Argentina, Čile, Mehika, ZDA, Nova Zelandija, Avstralija in Južna Afrika (Baldoni in Belaj, 2009).

Izjemna regenerativna sposobnost oljk, združljivost in križanje med divjimi in gojenimi oblikami ter pridobivanje zelenih oljčnih genotipov s pomočjo vegetativnega razmnoževanja, so prispevali k raznolikosti sort oljk (Zohary in Spiegel-Roy, 1975). Obstaja več kot 1000 sort oljk, ki so nastale skozi stoletja, s tem, ko so pridelovalci odbirali najprimernejše sorte (Rugini in Baldoni, 2005). Izbira sortne strukture za določeno območje bistveno prispeva h kakovosti oljčnega olja; združljivost sort pa je eden izmed najpomembnejših dejavnikov, ki ga je potrebno upoštevati pri izbiri sort v oljčnem nasadu. Cvet oljke je hermafroditen (dvospolen), vendar je kljub temu večina sort samoneoplodnih. Tako potrebuje ena sorta oljke drugo sorto kot opraševalno sorto. Izbira sorte in njene opraševalne sorte določa rodnost in posledično tudi produktivnost oljčnih nasadov, zato je sortni izbor pomemben dejavnik za uspešno in gospodarsko uspešno pridelavo.

V Sloveniji so potencialni oljčni nasadi za pridelavo oljk omejeni na območje Slovenske Istre in Goriških Brd. Sortna struktura oljk se je oblikovala skozi stoletja gojenja in je rezultat različnih poskusov oživljanja oljkarstva v regiji, kjer se občasno pojavljajo hude zmrzali. V zadnjih tridesetih letih je v Sloveniji zaznati trend splošnega povečevanja zasajanja oljčnih nasadov in trenutno se proizvede od 500 – 630 ton oljčnega olja na leto (MKGP, 2017) na 2068 ha zemljišč (Služba za Register kmetijskih gospodarstev, 2016). Vodilna sorta v slovenskih oljčnih nasadih je 'Istrska belica', ki po oceni strokovnih služb KGZS Nova Gorica predstavlja 65 % vseh oljčnih dreves (Vesel in sod., 2016). Ta sorta se je intenzivno razmnoževala v 2. polovici 20. stoletja na območju Slovenske Istre (Bandelj in sod., 2002) in v Furlaniji-Julijski krajini (Italija) (Parmegiani in Scarbolo, 2000), zaradi svoje prilagojenosti na nizke temperature, dobre in redne rodnosti ter visoke vsebnosti fenolnih spojin. V urejenih nasadih daje 'Istrska belica' navadno obilne in redne pridelke. Kljub temu, pa nekateri pridelovalci poročajo o težavah z rodnostjo in pridelkom (Baruca Arbeiter in sod., 2014).

Poznavanje opraševalnih odnosov in oplodnje pri oljki je zelo pomembno za redne in dobre pridelke, zato smo v okviru zaključne naloge proučili:

1. Cvetenje
2. Opraševanje in oploditev



3. Samo(ne)oplodnost

4. Kompatibilnost oljčnih sort

## 2 PREGLED LITERATURE

### 2.1 Botanična uvrstitev oljke

Oljka spada v družino *Oleaceae* in poddružino *Oleideae*. Družina *Oleaceae* vključuje tudi nekatere okrasne vrste, kot so jasmin, španski bezeg, forzicija, jesen, liguster, širokolistna zelenika. V skladu z novo delitvijo (Green, 2002) ima rod *Olea* tri podrodove: *Paniculatae*, *Tetrapilus* in *Olea*. *Olea europaea* L. je edina vrsta iz družine *Oleaceae* z užitnimi plodovi (Lavee, 1985; Carriero in sod., 2002), ki je razdeljena na šest podvrst, ki temeljijo na morfološki in geografski razširjenosti:

- subsp. *europaea*, razširjena v sredozemskem prostoru;
- subsp. *cuspidata*, razširjena v jugozahodni Aziji in jugovzhodni Afriki;
- subsp. *laperrinei*, iz Sahare;
- subsp. *maroccana*, iz Maroka;
- subsp. *cerasiformis*, iz otokov Madeire;
- subsp. *guanchica*, iz Kanarskih otokov.

Subsp. *europaea* vključuje dve botanični vrsti: *europaea* (gojena oljka) in *sylvestris* (divja oljka). Divja oljka, imenovana tudi oleaster (Besnard in sod., 2001), ima značilno grmičasto rast (Slika 1), kratke liste, majhne plodove (Slika 2), tanek mezokarp in nizko vsebnost olja (Zohary, 1994; Vargas in Kadereit, 2001). Študija divjih oljk z desetih območij v Sredozemlju, s pomočjo mikrosatelitskih markerjev, je pokazala, da so prisotne v vzhodnem in zahodnem Sredozemlju (Breton in sod., 2006).



**Slika 1:** Primer divje oljke, kolekcija Porquerolles, Francija (Foto: Dunja Bandelj).



**Slika 2:** Plodovi divje oljke, kolekcija Porquerolles, Francija (Foto: Dunja Bandelj).

## 2.2 Oljkarstvo v svetu in pri nas

Oljka je značilna rastlina sredozemskega bazena. Med drugim je zelo razširjena drevesna vrsta tudi zaradi svoje visoke gospodarske vrednosti. Sodobne raziskave in zavedanje ljudi o pomenu zdravega načina življenja so privedli do velikega povpraševanja po oljčnem olju. Temu primerno se je pridelava oljk razširila izven sredozemskega bazena, v države kot so Združene države Amerike, Indija, Pakistan, Afganistan in druge azijske ter afriške države in države bližnjega vzhoda (Sawe, 2017). Po pridelavi oljk je na prvem mestu Evropa s kar 67,7 % sledi ji Azija s 16,2 %, na tretjem mestu je Afrika s 14,8 % in sledita Amerika z 2,1 % ter Oceanija z 0,2 % pridelave oljk (FAOSTAT, 2017).

Španija je največja proizvajalka oljčnega olja na svetu, ki obdeluje več kot 300 milijonov oljčnih dreves na petih milijonih hektarjev površin. Španija proizvede povprečno milijon ton oljčnega olja na leto. Španiji sledi Italija, kjer znaša letna proizvodnja oljčnega olja od 500 000 do 700 000 ton (FAOSTAT, 2017). Italija je znana po bogastvu lokalnih sort, po oceni okoli 700 različnih domačih sort. Znana je tudi kot največja uvoznica in izvoznica oljčnega olja (Sawe, 2017). Na tretjem mestu je Grčija, ki proizvede povprečno 344 000 ton oljčnega olja na leto (FAOSTAT, 2017), kar predstavlja 20 % svetovne proizvodnje. V primerjavi s katerim koli drugim narodom na svetu, so Grki največji porabniki oljčnega olja.

Države, ki sledijo po količini pridelanega oljčnega olja, so Tunizija (160 000 ton/leto), Sirija (140 000 ton/leto), Turčija (128 000 ton/leto) in Maroko (77 000 ton/leto) (FAOSTAT, 2017). Turčija trenutno obdeluje večje število oljk, kot je prebivalcev, saj je v Turčiji 73 milijonov prebivalcev, število oljk pa znaša 250 milijonov. To v povprečju pomeni tri oljke na prebivalca. Mnogi verjamejo, da je rodni kraj oljke Sirija, kjer se 74 milijonov dreves razprostira na približno 517 000 hektarjih. Sirske oblasti si zelo prizadevajo za nadaljni razvoj oljkarstva, zato se je Sirija leta 1998 pridružila Mednarodnemu svetu za oljčno olje in je od takrat zelo aktivna članica. Maročani naj bi bili med boljšimi glede kakovosti, svežine okusa in raznolikosti oljčnega olja, za kar so prejeli že številne nagrade (Sawe, 2017). Izven Evrope je Amerika tista, ki uvozi in potroši največ oljčnega olja, čeprav je njena lastna proizvodnja zelo majhna in predstavlja le 0,1 % svetovne proizvodnje. Skoraj vse oljke Združenih držav Amerike rastejo v Kaliforniji. V Združenih državah Amerike, se prehranjevanje ter kakovost življenja tamkajšnjih prebivalcev izboljšuje in ljudje vedno bolj zaupajo lokalno proizvedenemu olju (Sawe, 2017).

V Sloveniji je oljkarstvo omejeno na Slovensko Istro in na del Goriških Brd ter Goriškega, kjer je tradicionalna kmetijska panoga, saj njeni začetki segajo v obdobje 600 let p.n.š.. Oljkarstvo ima tako velik pomen pri ohranjanju značilne sredozemske krajine in kulturne

dediščine, kot tudi za trajnostni razvoj tega območja in lahko pomembno vpliva na razvoj turizma (značilna sredozemska krajina in hrana). Skupna površina oljčnikov v Sloveniji znaša 2.068 ha, ki se večinoma (96 %) nahajajo v Slovenski Istri. Še vedno obstajajo možnosti za širitev nasadov oljk; potencialno za 1.400 ha, realno pa za 600 do 1.000 ha, kar bi z redno obnovo oljčnikov pomenilo povečanje na 2.600 ha. Trend naraščanja števila oljčnih dreves je prisoten od leta 1989 in do leta 1996 se je povprečno zasadilo po 18 ha oljčnikov na leto. Hkrati je prisoten tudi trend prehoda iz ekstenzivne v intenzivno gojenje oljk. V obdobju od leta 1996 do 2005 se je verjetno zaradi državne podpore za postavitve oljčnikov zasadilo največ oljčnikov, 37 ha/leto. Po letu 2005 pa so se površine novih nasadov zmanjšale na 18 ha/leto. Vzrok temu je lahko tudi priključitev Slovenije Evropski uniji, ko se je ukinilo nacionalno podporo za postavitve oljčnikov (MKGP, 2017).

Za slovensko oljkarstvo so značilna majhna kmetijska gospodarstva (85 % kmetijskih gospodarstev (KMG) ima od 0,1 do 1 ha oljčnikov) in razdrobljenost oljčnikov. V povprečju so oljčniki majhni (0,3 ha) in razdrobljeni (več kot polovica jih je pod 0,5 ha), le 4 % (88) oljčnikov je velikih nad 1 ha. Majhnost kmetijskih gospodarstev in razdrobljenost ter nerešena lastništva zemljišč predstavljajo omejujoče faktorje za razvoj oljkarstva. Zaradi neugodnih zemljiških razmer in prilagajanja posebnim podnebnim razmeram (pridelava oljk v Sloveniji je na najbolj severnih pridelovalnih območjih za oljko, zaradi česar so pozebe pogostejše), je tehnologija pridelave oljk v Sloveniji zahtevna. Stroški naložb so na takšni zemljiški strukturi višji (terase), vendar se površina oljčnikov kljub temu stalno povečuje. Del konvencionalne pridelave se je z uvedbo podpor za sonaravno kmetijstvo preusmeril v okolju prijaznejši način pridelave. Integrirana pridelava je na 191 ha, ekološka na 208 ha oljčnikov in se povečuje (MKGP, 2017). Slovenija pridelava 4.000 – 6.000 ton oljk, in povprečno 500 – 630 ton oljčnega olja. Iz držav članic Evropske unije Slovenija uvozi 1.500 ton oljčnega olja. Izvoz oljčnega olja iz Slovenije je zanemarljiv. Povprečna letna poraba oljčnega olja na prebivalca je 1 liter (30 % slovenskega) (MKGP, 2017).

## 2.3 Cvetenje oljke

### 2.3.1 Cvet

Cvet oljke je dvospolen (hermafrodit) (Sinkovič, 2010). Je majhen in sestavljen iz štirih zelenih časnih listov, štirih belo-rumenkastih venčnih listov, dveh prašnikov in dveh karpelov (Fabbri in sod., 2004). Cvetni listi so zrasli na bazi in spuščeni kot enota, pogosto s prašniki (Martin in sod., 2005). Obstajata dva tipa cvetov; popolni cvet s funkcionalnim pestičem in nepopolni cvet katerih pestiči so degenerirani. Do degeneriranih pestičev lahko pride v katerikoli fazi razvoja (Lavee 1985; Fabbri in sod., 2004). Voda in pomanjkanje hranil med razvojem cveta lahko privede do odpadanja cvetov (Martin in Sibbett, 2005).

Število nepopolnih cvetov je lahko genetsko kontrolirano in odvisno od okoljskih dejavnikov, vendar pa se lahko neodvisno od tega, spreminja med rastnimi sezonami (Badr in Hartmann 1971; Lavee in sod., 2002; Fabbri in sod., 2004; Martin in Sibbet, 2005).

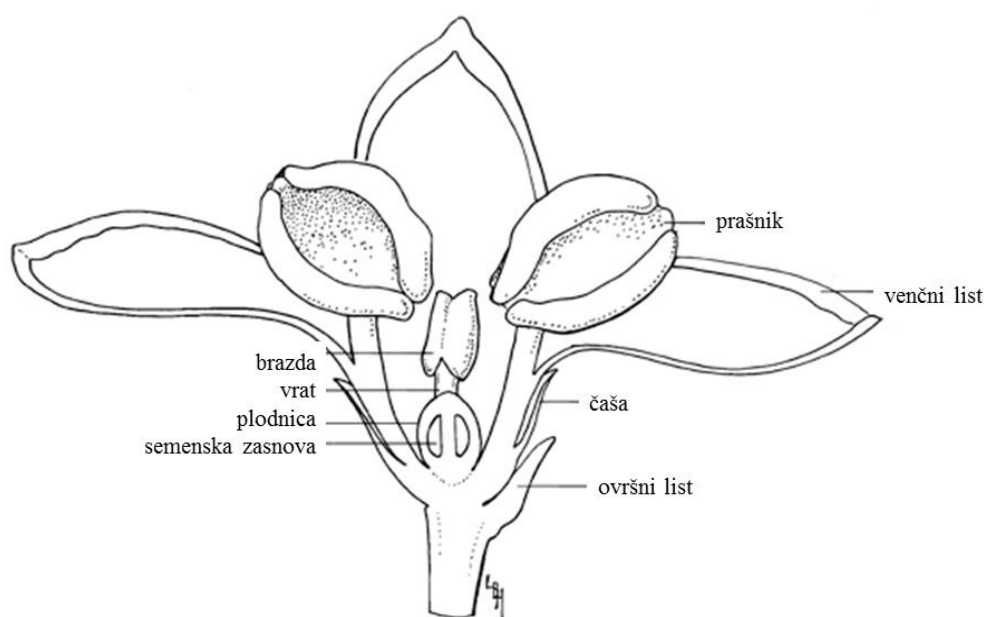
Položaj cveta v socvetju lahko vpliva tudi na njegov spol (Bouranis in sod., 1999; Dimassi in sod., 1999; Ateyyeh in sod., 2000; Cuevas in Polito 2004; Martin in sod., 2005). Več popolnih kot nepopolnih cvetov se nahaja na vrhu (Brooks 1948; Griggs in sod., 1975; Bouranis in sod., 1999; Ateyyeh in sod., 2000; Martin in sod., 2005) in v sredini (Dimassi in sod., 1999) rodne poganjka ali vejice. Odstotek nepopolnih cvetov nima pomembnega vpliva na pridelek (Lavee in sod., 1996), razen za nekatere klone sorte 'Ascolana tenera', ki je v nekaterih letih imela manj kot 5 % popolnih cvetov (Lavee in sod., 1996; Lavee in sod., 2002). Nenormalni cvetovi so prav tako pogosti pri nekaterih drugih oljčnih sortah. Poročali so tudi o cvetovih, ki so razvili tri ali štiri prašnike ter pet, šest ali osem cvetnih listov (Lavee, 1985).

Odrasla oljka proizvede v eni rastni sezoni okoli 500 000 cvetov (Martin in sod., 2005). Oljčni cvetovi so združeni v socvetja. Dolžina socvetja (Slika 3) je odvisna od sorte in se giblje od 3 do 8 cm (Lavee, 1985). Socvetje ima običajno od 15 do 30 cvetov (Martin in Sibbet, 2005), odvisno od sorte in to število se lahko spreminja med leti, odvisno pa je tudi od lege poganjka (Brooks, 1948; Lavee in Datt 1978; Lavee 1985; Cuevas in sod., 1994; Lavee, 1996; Lavee in sod., 2002; Reale in sod., 2006).



**Slika 3:** Socvetje oljke (Foto: Alenka Baruca, 2013).

Socvetja se navadno razvijejo v zalistju enoletnih poganjkov. Redko se razvijejo na dvo ali tri letnih vejah (Lavee, 1996). Končno število cvetnih brstov je odvisno od okoljskih razmer, hranil, hormonskega ravnovesja in drugih dejavnikov. Znano je, da brsti potrebujejo nizke temperature pozimi, vendar je vpliv mraza na indukcijo in diferenciacijo cvetnih brstov še vedno predmet raziskav (Lavee, 1996; Fabbri in Bonelli, 2000). Večina sort oljk po letu z obilnim pridelkom, naslednje leto proizvede manjše število cvetov in plodov (alternativna rodnost) (Lavee, 1985).



**Slika 4:** Prerez cveta; 20 kratna povečava (McGregor, 1976).

Razvoj socvetja je počasen in ponavadi traja od 4 do 6 tednov od vzbrstenja do cvetenja (Lavee, 1985). Ko socvetja dosežejo dolžino približno 2 cm, se hitro podaljšajo, in ko dosežejo dve tretjini končne dolžine, se cvetni brsti začnejo širiti (Lavee, 1996). Cvetenje ponavadi traja dva do tri dni v posameznih socvetjih, pet do šest dni na posameznem drevesu, lahko tudi deset do petnajst dni v hladnejših letnih časih in okoljih (Fabbri in sod., 2004). Položaj cveta v socvetju vpliva na njegovo odprtje (Cuevas in Polito, 2004).

### 2.3.2 Fenološke faze cvetenja

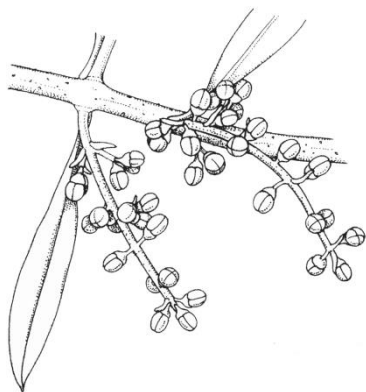
Mednarodna fenološka komisija (US/IBP Phenology Committee) je podala sodobno definicijo fenologije, in sicer da je to znanstvena disciplina, ki proučuje zakonitosti periodičnih pojavov v razvojnem ciklu rastlin in živali ter ugotavlja njihovo odvisnost od sezonskih in letnih nihanj podnebnih dejavnikov (Lieth, 1974).

Letni razvojni cikel rastlin je razdeljen na faze, ki jih v fenologiji imenujemo fenološke faze; olistanje, brstenje, prvi cvetovi, prvi plodovi, ter jesensko rumenenje in odpadanje listja (Žust, 2015).

Fenološke faze pri oljki so bile definirane že s strani De Andrés-a leta 1974, temeljile pa so na Fleckinger-jevi lestvici za sadno drevje. Relativno nova lestvica za določanje fenoloških faz pa je BBCH (Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt, Chemische Industrie) lestvica, ki je uradno potrjena s strani evropske organizacije za zavarovanje rastlin (EPPO). Lestvica BBCH je decimalna, dvo-številkna, kjer prva številka opisuje glavno fazo v kateri je rastlina (npr. cvetenje), druga številka pa podfazo (npr. prvi odprti cvetovi) (Sanz-Cortés, 2001).

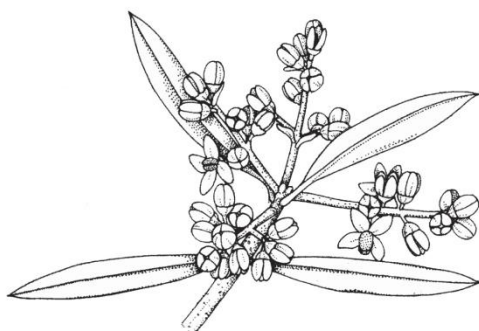
Fenofaze cvetenja si sledijo takole:

- Fenofaza E: Pojav venčnih listov: ločitev časnih in venčnih listov postane vidna. Peclji se podaljšajo, cvetni brsti so ločeni od stebra v socvetju.



**Slika 5:** Fenofaza E (Sanz-Cortés, 2001).

- Fenofaza F: Začetek cvetenja: prvi cvetovi v socvetju se odprejo potem, ko venčni listi spremenijo barvo iz zelene v belo.



**Slika 6:** Fenofaza F (Sanz-Cortés, 2001).

- Fenofaza F1: Polno cvetenje: večina cvetov v socvetju je odprtih.



**Slika 7:** Fenofaza F1 (Sanz-Cortés, 2001).

- Fenofaza G: Venčni listi odpadejo: venčni listi porjavijo in se ločijo od čaše; lahko odpadejo ali pa ostanejo na socvetju še nekaj časa.



**Slika 8:** Fenofaza G (Sanz-Cortés, 2001).

### 2.3.3 Diferenciacija rodni brstov

Proces nastajanja rodni brstov se začne z indukcijo. V fazi indukcije vegetativni brsti prejmejo dražljaj, ki je odločilen za to, ali se bo brst nadalje razvijal v rodni brst. Indukcija lahko pri oljki nastopi že 6 tednov po polnem cvetenju ali v juliju, vendar pa razlike med vegetativnimi in cvetnimi brsti ostajajo nevidne vse do februarja (8 mesecev kasneje) (Sibbett in sod., 2005).

Pri večini sadnih vrst diferenciacija nastopi takoj po indukciji (Štampar in sod., 2009), medtem ko se pri oljki začne šele naslednje leto med koncem februarja in maja. Najprej se razvijejo prašniki, nato pestič. Obdobje med 8 in 10 tednom diferenciacije pred cvetenjem



v maju, je najbolj kritično obdobje za popoln razvoj cvetov. Stres v tem obdobju lahko vpliva na slabšo diferenciacijo rodnih brstov. Ker cvetovi slabo tekmujejo z listi za razpoložljivo vodo, lahko diferenciacija rodnih brstov v primeru suše poteče le delno.

Na indukcijo in diferenciacijo rodnih brstov pomembno vplivajo tudi drugi dejavniki, kot so: ovesek v prejšnji rastni dobi, zdravstveno stanje rastlin ter tehnološki ukrepi (Sibbett in sod., 2005).

#### **2.3.4 Vpliv hranil na cvetenje**

Proces razvoja cvetov je odvisen od dobre preskrbljenosti s hranili. Dušik je običajno glavni element, potreben za oljko, zato je zelo pomembno, da spremljamo njegovo količino. Presežek dušika lahko v nekaterih primerih poveča cvetenje v drugih primerih pa zmanjšuje. Z rezjo debelih vej in uporabo prevelike količine dušika lahko povzročimo prekomerno, lokalizirano vegetativno rast, ki zmanjšuje pridelek. Obrezovanje oljke je potrebno načrtovati tako, da je sredina krošnje odprta, kar omogoča boljšo osvetljenost, ki je potrebna za razvoj cvetov (Sibbett in sod., 2005).

Pri intenzivnih nasadih je pomembna redna uporaba fosforja. S povečevanjem koncentracije fosforja se povečuje tudi število cvetov na socvetje. Ob pomanjkanju fosforja pa se intenzivnost cvetenja občutno zmanjša (Yermiyahu in sod., 2009). Za fosfor velja, da je zelo imobiliziran v tleh, zato se rastline običajno zelo počasi odzivajo na gnojila s fosforjem (Mengel in Kirkby, 2001), še posebej v tistih nasadih, kjer ni možnosti za namakanje (Erel in sod., 2013).

Raziskave kažejo, da kalij nima velikega vpliva na cvetenje oljke, število plodov ali na splošno produktivnost. Dokler imajo oljke na voljo zadostno količino vode, se ne pojavijo nobeni znaki pomanjkanja kalija (Cakmak, 2005). Tudi velik primanjkljaj kalija naj ne bi negativno vplival na obdobje polnega cvetenja in na število plodov na socvetje. Tudi, ko so kalij dodajali v namakanih oljčnih nasadih, le ta ni posredno vplival na rast in produktivnost oljk. To kaže, da imajo namakana oljčna drevesa manjšo potrebo po kaliju, najverjetneje zaradi večje razpoložljivosti mineralov (Erel in sod., 2013).

Dokazno je, da je bor potreben za opraševanje in oploditev pri oljki, saj je bistvenega pomena za rast pelodne cevke (Iwai in sod., 2006). Potrebe po boru se med oljčnimi sortami lahko razlikujejo. Po foliarnem tretiranju oljk z borom se je pri sorti 'Frantoio' povečala stopnja uspešnosti oploditve, pri sorti 'Leccino' pa je bil odziv zanemarljiv. Previsoka koncentracija bora ima lahko tudi negativen učinek, ker inhibira določeno fazo v procesu oploditve in nadaljnji uspešen razvoj oljčnih plodov (Spinardi in Bassi, 2012).

### 2.3.5 Vpliv temperature na cvetenje

Raziskave na kalifornijskih sortah oljk so pokazale, da zimske temperature močno vplivajo na nadaljnji razvoj cvetenja. Oljke, izpostavljene zimskemu mrazu, so spomladi normalno zacvetele in rodile. Oljke, ki so bile v topli gredi, niso cvetele in zato tudi niso imele plodov (Hartmann in Provingus, 1957).

Nekatere sorte oljk, ki uspevajo na Kreti, južni Grčiji, Egiptu, Izraelu in Tuniziji, obilno cvetijo in rodijo, kljub relativno visokim zimskim temperaturam. Sorte, ki izvirajo iz Italije, Španije in Kalifornije, pa za dober razvoj plodov zahtevajo nižje zimske temperature. Tudi občasno pojavljanje vročih in suhih vetrov v času cvetenja lahko zmanjša količino pridelka. Veter in toplota vplivata na sušenje brazde pestiča, kar vodi do slabše receptivnosti brazde za pelod (Hartmann, 1953).

Daljša neobičajno hladno vreme v aprilu in maju, ko se cvetni brsti hitro razvijajo, ima lahko negativen učinek na kasnejše cvetenje, opraševanje in količino plodov. Takšno vreme je bilo v Kaliforniji spomladi leta 1967, ko je cvetenje zamujalo za več tednov. Pojavile so se tudi nepravilnosti v razvoju cvetov in tistega leta je bil pridelek najnižji v celotni zgodovini gojenja oljk v Kaliforniji (14.000 ton) (Sibbett in sod., 2005).

Koubouris G. C., in sod. (2009) so tri leta opazovali sorte 'Koroneiki', 'Mastoidis' in 'Amigdalolia', da bi ocenili vpliv temperature na kalitev peloda in rast pelodne cevke, glede na relativno zračno vlago in genotip. Vzorce peloda so predhodno inkubirali pri 10, 20, 30 ali 40 °C, v kombinaciji z zmanjšano relativno zračno vlago – ločeno pri 80, 40, 30 ali 20 % – za 24 ur, s čimer so stimulirali temperaturni stres, ki je opažen med razširjanjem peloda; in posledično v *in vitro* pogojih. V drugem poskusu so pelod izpostavili 15, 20, 25 in 30 °C v *in vitro* pogojih za 24 ur, da bi ocenili odziv peloda glede na vodne razmere in dostopnost hranil, da bi za vsako sorto določili optimalno temperaturo za kalitev peloda in rast pelodne cevke. Pri najvišji temperaturi predinkubacije (40 °C) je bila preprečena kalitev peloda, in sicer pri sorti 'Koroneiki' in 'Mastoidis', manjši vpliv pa je bil viden pri sortah 'Amigdalolia' in 'Kalamata', kjer je povprečna kaljivost znašala 7,6 % in 2 % za posamezno sorto. Predinkubacija na 30 °C je negativno vplivala na kaljivost peloda pri sorti 'Koroneiki' (-65 %), 'Kalamata' (-20 %) in 'Amigdalolia' (-72 %), v primerjavi s kontrolno skupino (20 °C). Predinkubacija peloda na 40 °C je znatno zmanjšala dolžino pelodne cevke pri sorti 'Kalamata' (-50 %) in 'Amigdalolia' (-52 %). V drugem poskusu kaljivosti peloda v *in vitro* pogojih se je kaljivost peloda pri inkubaciji 25 °C, v primerjavi s kontrolno skupino (20 °C), povečala pri sorti 'Koroneiki' (+6 %), 'Mastoidis' (+52 %), 'Kalamata' (+10 %) in 'Amigdalolia' (+10 %). Pri sortah 'Mastoidis', 'Kalamata' in 'Amigdalolia' je bila pri 30 °C kaljivost za 8 %, 6 % in 14 % višja, v primerjavi s kontrolno skupino (20 °C). Pri vseh proučevanih sortah se je tudi dolžina pelodne cevke

povečala pri višji temperaturi inkubacije. Pokazalo se je, da je odziv različnih genotipov na visoke in nizke temperature zelo različen, kar bi se lahko v programih žlahtnjenja izkoristilo za razvoj novih tolerantnih sort (Koubouris in sod., 2009).

## 2.4 Opraševanje in oploditev oljke

Prenos pelodnih zrn na brazdo pestiča kritosemenk imenujemo opraševanje. Ločimo samoopraševanje (avtogamija) in tujeplodno opraševanje (alogamija). Tujeploidno opraševanje je zaradi povečanja genetske pestrosti koristnejše in bolj razširjeno med cvetnicami (Sinkovič, 2010). Navzkrižno opraševanje in oplodnja omogoča rekombinacije genov in s tem večjo sposobnost prilagajanja organizma na različne razmere v okolju, zato je navzkrižna oploditev z biološkega vidika za osebke koristnejša (Sinkovič, 2010).

Pri kritosemenkah so se razvile različne oblike preprečevanja samoopraševanja za preprečevanje križanja v sorodstvu in ohranjanja vitalnosti in raznolikosti genomov (Sinkovič, 2010). Avtogamija je bila prva oblika razmnoževanja, ki je rastlinam omogočala samoobstoj (Zohary in Hopf, 2004). Med sisteme za preprečevanje samoopraševanja in oplodnje sodijo večinoma sterilnost, dihogamija, heterostilija in harkogamija. Pri dihogamiji v cvetovih predhodno dozori prašniki (protoandrija) ali predčasno dozorijo pestiči (protoginija). Za heterostilijo (raznovratnost) je značilna razlika v dolžini vratu pestiča in prašnic. Pri harkogamiji pa gre za prostorsko ločitev prašnikov in pestičev v cvetu. Samoopraševanje preprečuje tudi genetska inkompatibilnost in avtosterilnost. (Sinkovič, 2010).

Ko pelod pristane na brazdi, pelodna zrna vzklijejo. Pelodna cevka raste skozi vrat pestiča proti jajčni celici. Ta proces se odvija približno en teden. Ob združitvi spermalne in jajčne celice nastane zigota, ki se razvije v embrij. Za uspešno oploditev je ključna vitalnost peloda, da pelodna zrna kalijo dovolj hitro in v določenem času dosežejo embrionalno vrečko. Med ekološkimi dejavniki, ki vplivajo na rast pelodne cevke, je zelo pomembna temperatura. Nizke temperature upočasnijo rast, zato lahko posledično pričakujemo manjšo rodno, saj v tem primeru pelodna cevka ne doseže embrionalne vrečke in zaradi počasne rasti izgubi vitalnost in propade. Tudi previsoke temperature, nad 35 °C, še posebej, če jih spremlja veter, slabo vplivajo na oplodnjo. Visoke temperature osušijo brazdo pestiča, s čimer se zmanjša receptivnost brazde za pelod, posledica pa je slaba oplodnja (Sibbett in sod., 2005).

Cvet oljke proizvaja veliko peloda (Griggs in sod., 1975; Lavee, 1986), ki je trikotne oblike z mrežasto površino (Lavee, 1985). Čeprav oljke oprašuje veter (anemogamija), jih obiskujejo žuželke, vključno s čebelami, ki lahko pomagajo pri opraševanju (Lavee, 1985;

Free, 1993). Cvet ne proizvaja nektarja, zato žuželke zbirajo samo zrna peloda (Lavee, 1985). Kritične razmere, kot so močni in suhi vetrovi, dež in visoke temperature, vplivajo na opraševanje in lahko zmanjšajo končni pridelek (Lavee, 1986; Conner in Fereres, 2005). Učinkovita razdalja za opraševanje s pomočjo vetra je pri normalnih pogojih 30 metrov (Ayerza in Coates 2004; Fabbri in sod., 2004; Sibbett in Osgood, 2005). Za zagotovitev dobre oplodnje zadostuje, da je znotraj učinkovite razdalje glavne oljčne sorte prisotnih deset odstotkov opraševalnih sort (Lavee, 1996).

Oljka je vetrocvetna rastlina, zato je veter najpomembnejši ekološki dejavnik, ki prenaša pelod. Za vetrocvetke je značilno, da imajo sorazmerno majhne cvetove z reduciranim cvetnim odevalom ali so celo brez njega. Zanje je značilno, da ustvarjajo v svojih pelodnih vrečkah majhna, suha in lahka pelodna zrna, da jih veter lažje prenaša tudi več sto kilometrov daleč na višini od 1.000 do 1.500 metrov (Sinkovič, 2010). Oploditev oljke poteka z lastnim pelodom (avtokompatibilnost ali samooplodnja) ali pa navzkrižno, s pelodom druge sorte (avtoinkompatibilnost ali samoneoplodnost).

## 2.5 Samonekompatibilnost

Pri kritosemenkah je uspešno spolno razmnoževanje odvisno od številnih dogodkov, v okviru katerih pelodno zrno doseže receptivno brazdo pestiča, se nanjo veže in hidrira. Sledi kalitev peloda in tvorba pelodne cevke, ki raste vzdolž vrata pestiča, da doseže plodnico (ovarij), oplodi jajčne celice in oblikuje embrij. Navzkrižno opraševanje povečuje genetsko variabilnost in ima posledično močan razvojni potencial. Pri cvetočih rastlinah so se razvili različni mehanizmi za spodbujanje samonekompatibilnosti, kot je enospolnost, dvodomnost, dihogamija in moška sterilnost. Samonekompatibilnost je najbolj razširjen mehanizem (Franklin-Tong in Franklin, 2003; Hiscock in McInnis, 2003) in ocenjuje se, da je prisoten pri več kot polovici vrst kritosemenk (de Nettancourt, 1977; McClure in Franklin-Tong, 2006).

Samonekompatibilnost je mehanizem, ki preprečuje oploditev z lastnim pelodom (de Nettancourt, 1977; de Nettancourt, 2001). Samonekompatibilnost preprečuje oploditev v ožjem sorodstvu in sicer tako, da rastlina prepozna in zavrne lasten in lastnemu pelodu podoben pelod. Do razvoja mehanizma samonekompatibilnosti je najverjetneje prišlo šele po ločitvi v taksonomsko kategorijo družin, saj imajo nekatere tesno povezane družine razvite različne mehanizme samoneoplodnosti (Hiscock in McInnis, 2003). Družini *Solanaceae* in *Convolvulaceae*, sta npr. zelo sorodni, vendar ima ena gametofitni in druga sporofitni mehanizem zavrnitve peloda (Kowayama in sod., 2000). Steinbach in Holsinger (2002) sta zaključila, da je tekom evolucije cvetočih rastlin vsaj 21-krat prišlo do razvoja mehanizma samonekompatibilnosti.

Načine samonekompatibilnosti lahko razvrstimo na podlagi morfologije cveta, genetske kontrole fenotipa peloda in inhibicije. Glede na morfologijo cveta ločimo dve vrsti samonekompatibilnosti: heteromorfna samonekompatibilnost (cvetovi križanih rastlin, imajo različno strukturo) in homomorfna samonekompatibilnost (cvetovi križanih rastlin imajo na videz isto morfologijo). Na podlagi genetskega nadzora fenotipa peloda, se homomorfna samonekompatibilnost deli v dve skupini; sporofitni in gametofitni sistem. Obstaja tudi druga vrsta samonekompatibilnosti, imenovana pozno-delujoča ali samonekompatibilnost plodnice ali ovarija, v kateri se inhibicija ne zgodi na vratu pestiča ali stigmi, ampak kasneje v plodnici (Sedgley, 1994).

Večina sort oljk je samonekompatibilnih ali delno samonekompatibilnih, zato za uspešno oploditev potrebujejo kompatibilno sorto, da se zagotovi ekonomsko učinkovit donos (Lavee, 1986; Lavee, 1990; Besnard in sod., 1999; Dimassi in sod., 1999; Moutier, 2002; Fabbri in sod., 2004; Conner in Fereres, 2005). Tudi enosortni oljčni nasadi lahko dosežejo primerno rodno, vendar običajno vodi navzkrižno opraševanje do boljših pridelkov. Izvedene so bile številne študije, v katerih so proučevali samonekompatibilnost različnih oljčnih sort in jih v skladu z rezultati razdelili v tri skupine: samonekompatibilne, delno samokompatibilne in samokompatibilne. Izmed 547 sort oljk, ki so jih v okviru Organizacije za prehrano in kmetijstvo FAO (FAO, 2012) razvrstili glede na stopnjo samonekompatibilnosti, se je 348 sort (63,62 %) izkazalo kot samonekompatibilnih, 94 sort (17,18 %) kot delno samokompatibilnih in 105 sort (19,20 %) kot samokompatibilnih.

Do nedavnega je bil pri oljki sistem samonekompatibilnosti in njegov molekularni mehanizem nepojasnen. Nekateri avtorji so predlagali mehanizem GSI (gametofitni način zavrnitve peloda) (Ateyyeh in sod., 2000; Orlandi in sod., 2005). Znano je namreč, da so za oljko značilna dvojedna zrna peloda (Wu in sod., 2002; Rodriguez-Garcia in sod., 2003b) in omočena brazda pestiča (Ateyyeh in sod., 2000; Wu in sod., 2002), čeprav so pri nekaterih sortah poročali tudi o suhih brazdah (Rodriguez-Garcia in sod., 2003a). Do inhibicije rasti nekompatibilne pelodne cevke pride po kalitvi in znotraj tkiva brazde pestiča, ne pa na njeni površini (Cuevas in Polito, 1997; Ateyyeh in sod., 2000; Orlandi in sod., 2005; Seifa in sod., 2011). Dvojedni pelod, omočena brazda pestiča in inhibicija rasti pelodne cevke po kalitvi peloda so bile odkrite pri rastlinah z mehanizmom GSI (Heslop-Harrison in Shivanna, 1977; de Nettancourt, 1997). Vendar pa so značilnosti, ki določajo, ali bo šlo za gametofitni ali sporofitni mehanizem samonekompatibilnosti, določene z genetskimi značilnostmi peloda. Pri gametofitnem mehanizmu zavrnitve peloda je fenotip samonekompatibilnosti definiran s haploidnim genotipom peloda (t.j. z moškim gametofitom) (Newbiggin in sod., 1993; McCubb in Kao, 2000; de Graaf in sod., 2006) in

pri sporofitnem sistemu preko diploidnega genotipa donorja peloda (t.j. sporofita) (Newbiggin in sod., 1993; McCubb in Kao, 2000).

Številne študije o samokompatibilnosti oljčnih sort, so pokazale spremenljive in/ali nasprotujoče si rezultate. Sorta 'Frantoio', je bila tako uvrščena med samokompatibilne (Sharma in sod., 1976; Fontanazza in Baldoni, 1990; Fabbri in sod., 2004), v drugih študijah pa med samonekompatibilne sorte (Wu in sod., 2002; Mookerjee in sod., 2005). Lavee in sod. (1986) ter Leavee in sod. (2002), so sorto 'Koroneiki' opredelili kot samokompatibilno, Mookerjee in sod. (2005) pa kot samonekompatibilno. Raznoliki oz. nasprotujoči si rezultati so lahko posledica (1) različnega poimenovanja sort, zaradi prisotnosti homonimov in sinonimov (Bartolini in sod., 1994; Lanza in sod., 1996; Mekuria in sod., 1999); (2) kontaminacije, do katere lahko pride med zbiranjem peloda, med izolacijo cvetnih poganjkov, in navzkrižnim kontroliranim ročnim opraševanjem; (3) število cvetov na drevesu med proučevanimi leti (Lavee in sod., 2002); in (4) podnebnih sprememb (Lanza in sod., 1996; Mekuria in sod., 1999).

Nekompatibilnost peloda oljk je pogosto odvisna od vremenskih razmer; in se zato razlikuje med pridelovalnimi območji in med leti (Griggs in sod., 1975; Lavee, 1986; Androulakis in Loupassaki, 1990; Lavee in sod., 2002). Izkazalo se je, da pelodna cevka raste hitreje po navzkrižni oploditvi (Ghrisi in sod., 1999; Cuevas in sod., 2001). Tudi visoke temperature lahko zavirajo rast pelodne cevke v primeru samooprašitve (Griggs in sod., 1975; Fernandez-Escobar in sod., 1983), med tem ko je ta vpliv manjši v primeru navzkrižne oprašitve (Lavee in sod., 2002).

## 2.6 Kompatibilnost sort

Produktivnost oljk v nasadu je v veliki meri odvisna od izbire sort in njihovih primernih opraševalnih sort. Predhodne študije so pokazale, da je sorta 'Koroneiki' samokompatibilna (Lavee, 1986; Lavee in sod., 2002) sorte 'Picholine', 'Leccino', 'Kalamata', 'Manzanillo', 'Picual' in 'Arbequina' pa kot samonekompatibilne ali delno samokompatibilne (Griggs in sod., 1975; Lavee, 1986; Androulakis in Loupassaki, 1990; Dimassi in sod., 1999; Ghrisi in sod., 1999; Wu in sod., 2002; Mookerjee in sod., 2005; Diaz in sod., 2006; Seifi in sod., 2012). Poleg tega obstaja nekompatibilnost tudi med različnimi sortami, zato med njimi ni možna oploditev (Griggs in sod., 1975; Cuevas in Polito, 1997; Martin in sod., 2005; Mookerjee in sod., 2005). 'Ascolana' in 'Mission' nista kompatibilni s sorto 'Manzanillo' (kot donorjem peloda) in sorta 'Barouni' ne s sorto 'Sevillano' (kot donorjem peloda) (Martin et. al., 2005). Sorta 'Kalamata' je nekompatibilna s sortami 'Arbequina', 'Azapa' in 'Picual' (Seifi in sod., 2012). Navzkrižna nekompatibilnost naj bi bila v določenih primerih recipročna oz. obojestranska,

kot denimo pri sortah 'Manzanillo' in 'Mission', med tem ko drugi avtorji poročajo, da medsebojna kompatibilnosti ni nujno obojestranska. Moutier (2000) poroča, da je sorta 'Picholine' nekompatibilna s sorto 'Manzanillo' (kot donorjem peloda), vendar pa je sorta 'Manzanillo' kompatibilna s sorto 'Picholine' (kot donorjem peloda). Tudi Lavee in sod. (2002) niso uspeli v svojih dolgoletnih (12 let) in obsežnih (36 sort) poskusih odkriti medsebojne skladnosti sort.

El-Hady in sod. (2007), so v Egiptu izvedli študijo v dveh zaporednih sezonah (2004 in 2006), da bi lahko ocenili vpliv različnih načinov opraševanja pri 16 let starih oljčnih sortah, in sicer pri sortah 'Arbequina', 'Bouteillan' in 'Koroneiki'. Oljke so bile posajene v poskusnem nasadu na Ismaili Governorate, v Egiptu, kjer so peščena tla. Pri sortah so se pokazale težave s slabim formiranjem plodov in posledično nizko rodnostjo. V obeh proučevanih sezonah se je pri vsaki sorti proučevalo tri različne načine opraševanja, t.j., samoopraševanje, navzkrižno opraševanje in naravno opraševanje. Dobljeni rezultati so na splošno pokazali, da so se sorte 'Arbequina', 'Bouteillan' in 'Koroneiki' v danih razmerah izkazale kot samonekompatibilne. Za najboljšo rodnost sorte 'Arbequina' je bila najprimernejša opraševalna sorta 'Koroneiki', med tem ko je bila sorta 'Arbequina' najboljša opraševalna sorta za sorto 'Bouteillan'. Tudi 'Bouteillan' se je izkazal z navzkrižno kompatibilnostjo s sorto 'Koroneiki', kar je vodilo v dobro rodnost. 'Arbequina' je morda najboljša opraševalna sorta za sorto 'Koroneiki', kar se je odrazilo tudi v visoki vsebnosti olja v plodovih. Dobljeni rezultati so pokazali, da so pogoji na območju Governorate takšni, da se za dobro rodnost in oljevitost priporoča mešane nasade sort 'Arbequina', 'Bouteillan' in 'Koroneiki' (El-Hady E. S. in sod., 2007).

Taslimpour in sod. (2008) so med letom 2002 in 2003 izvedli študijo v Iranu (provinca Fars), da bi identificirali najboljšo opraševalno oljčno sorto. Cvetove so ročno opraševali s pelodom različnih sort: 'Derak', 'Dezfoul', 'Roghani', 'Shengeh', 'Shiraz' in 'Fishomi'. Mešanico peloda vseh sort pa so uporabili zato, da bi dosegli samooprašitev oz. navzkrižno opraševanje. Ocenili so začetni in končni razvoj plodov, indeks pridelka in samoneoplodnost. Rezultati so pokazali, da je sorta 'Dezfoul' v veliki meri samoneoplodna. Najboljše rezultate so dobili pri navzkrižnem opraševanju sorte 'Dezfoul' s sorto 'Shiraz', kjer se je pridelek povečal za 5,21 in 5,73- krat. Sorto 'Dhiraz' so tako priporočili kot idealno opraševalno sorto za sorto 'Dezfoul' (Taslimpour in sod., 2008).

Na Hrvaškem se je struktura oljčnih nasadov tekom let spremenila, saj so bile v zadnjih desetletjih v nasade vnesene številne tuje sorte, predvsem italijanske. Raziskovalci so se zato lotili proučevanje kompatibilnosti med avtohtonimi ('Drobница', 'Lastovka', 'Levantinka' in 'Oblica') in vnesenimi sortami ('Leccino' in 'Pendolino'). V treh sezonah cvetenja so primerjali število na začetku formiranih plodov s končnim številom plodov in

sicer v primeru samooprašitve, navzkrižne oprašitve in naravne oprašitve. Po testiranju različnih načinov opraševanja pri petih oljčnih sortah so ugotovili, da je bilo končno število plodov pri vseh analiziranih sortah višje pri navzkrižnem opraševanju v primerjavi s samooprašitvijo. Pri proučevanih sortah so ugotovili, da uspešnost samooploditve varira med rastnimi sezonami. Indeks samonekompatibilnosti je bil pri sorti 'Levantinka' v vseh proučevanih letih večji od 0,1, zato se je sorta uvrstila med delno samonekompatibilne. Samonekompatibilna je bila tudi sorta 'Lastovka'. 'Drobnica', 'Leccino' in 'Oblica' so se samo v določenih letih proučevanja izkazale kot delno samonekompatibilne, zaradi prednosti navzkrižnega opraševanja pred samooprašitvijo. Rezultati študije so pokazali, da je uspešna oploditev posledica specifične kombinacije: sorta 'Leccino' je bila uspešna pri sprejemanju tujega peloda in dober donor peloda za večino hrvaških sort. Uspešna medsebojna oploditev pri navzkrižnem opraševanju se je pokazala tudi pri sortah 'Levantinka' in 'Oblica'. Pri sorti 'Oblica' je bil velik pridelek po oprašitvi in uspešni oploditvi s sorto 'Leccino' ali 'Levantinka'. Pričakovati je, da prisotnost primernih opraševalnih sort v vseh pridelovalnih območjih vodi v povečanje produktivnosti oz. boljšo rodnost oljčnih dreves (Vuletin Selak in sod., 2011).

V slovenskih oljčnih nasadih je najbolj zastopana sorta 'Istrska belica'. Mnogi smatrajo to sorto kot samooplodno, saj so tudi v enosortnih nasadih Istrske belice dobri pridelki. Kljub temu pa pridelovalci opažajo, da se na določenih legah pojavljajo težave z rodnostjo 'Istrske belice' (Baruca Arbeiter in sod., 2014). To dejstvo je slovenske raziskovalce spodbudilo k proučevanju samo(ne)kompatibilnosti 'Istrske belice'. Vzorce embrijev 'Istrske belice' so pridobili v enosortnem oljčnem nasadu 'Istrske belice' in v nacionalnem kolekcijskem nasadu, v analizo vključili 24-ih referenčnih sort oljke ter izvedli starševski test. Rezultati raziskave so pokazali, da je sorta 'Istrska belica' kompatibilna z različnimi sortami, in sicer s sortama 'Leccino' in 'Frantoio'. Prav tako sta različni študiji pokazali, da je za 'Istrsko belico' značilna nizka stopnja samooplodnosti (Ugrinović in Štampar, 1996, Baruca Arbeiter in sod., 2017). Na podlagi genetske raziskave in izdelanega starševskega testa se je 'Istrska belica' umestila v skupino delno samooplodnih oljk (Baruca Arbeiter in sod., 2017).



### 3 ZAKLJUČEK

Oljka je na Primorskem zelo razširjena in gospodarsko pomembna sadna vrsta, ki lokalnemu prebivalstvu prinaša dodaten dohodek. Skozi zgodovino je pomen oljk v samem kmetijstvu nihal, včasih je bilo pridelovanje oljčnega olja pomembnejše, drugič spet manj. V zadnjem času tudi v Sloveniji narašča pomen oljkarstva in temu primerno se tudi pridelovalci v večji meri zanimajo za pridelavo oljk ter razvoj in napredek te panoge.

Dober pridelek je odvisen od cvetenja ter nadaljnje uspešne oprašitve in oploditve. Potek cvetenja je odvisen že od nizkih temperatur v času zimskih mesecev, saj te ugodno vplivajo na nadaljnjo indukcijo in diferenciacijo cvetnih brstov. Za proces razvoja cvetov je pomembna tudi dobra preskrbljenost oljke s hranili. Izpostaviti velja dušik, ki ga je priporočljivo redno spremljati, saj prevelike količine povzročajo prekomerno vegetativno rast, ki lahko zmanjša pridelek. Za intenzivne nasade je pomembno redno gnojenje s fosforjem, ki vpliva na razvoj večjega števila cvetov v socvetju. Kalij nima večjega vpliva na cvetenje oljke. Pomemben element pri opraševanju in oploditvi pri oljki je bor, ki ima zelo pomembno vlogo pri rasti pelodne cevke, vendar se potrebe po tem hranilu med oljčnimi sortami razlikujejo. Posebno gre opozoriti, da ima previsoka koncentracija bora negativen učinek, saj inhibira določeno fazo v procesu oploditve in nadaljni uspešen razvoj plodov.

Za oljko je značilno, da je večina sort samoneoplodnih ali delno samoneoplodnih, zato je zelo pomembno, da ima določena sorta oljke v neposredni bližini sebi primerno oz. kompatibilno oljčno sorto. O kompatibilnosti oljčnih sort so bile narejene različne študije, ki poudarjajo pomen navzkrižnega opraševanja oljk. Enosortni nasadi zato verjetno niso najboljša izbira. To velja tudi za sorto 'Istrska belica', ki je najbolj pogosta v slovenskih oljčnikih. Pri postavitvi novega oljčnega nasada je nujno potrebno poznavanje potencialnih opraševalnih sort tiste sorte, ki bo v nasadu prevladovala. Le na tak način lahko v novem oljčniku pričakujemo dobre in redne pridelke. Pozornost je potrebno nameniti tudi temu, kdaj določena sorta oljke cveti.

Za dobro poznavanje opraševalnih odnosov pri oljki in kompatibilnosti med oljčnimi sortami so potrebne nadaljnje večletne raziskave, saj se opraševalni odnosi se med leti spreminjajo. Na podlagi takih raziskav, bo mogoče pripraviti dobre načrte in smernice za zasaditev novih oljčnikov ali obnovo starih nasadov.

#### 4 LITERATURA IN VIRI

- Androulakis I. I. and M. H. Loupassaki. 1990. 'Studies on the self-fertility of some olive cultivars in the area of Crete'. *Acta Horticulturae* 286: 159-162.
- Ateyyeh A.F., Stosser R., Qrunfleh M. 2000. Reproductive biology of the olive (*Olea europaea* L.) cultivar 'Nabali Baladi'. *Journal of Applied Botany-Angewandte Botanik*. 74: 255-270.
- Ayerza R., Coates W. 2004. Supplemental pollination – Increasing Olive (*Olea europaea*) yields in hot, arid environments. *Experimental Agriculture*. 40: 481-491.
- Baldoni L., Belaj A. 2009. "Olive", in *Oil crops, Handbook of plant breeding*, Vollmann J., Rajean I., Eds., vol 4. Springer Science Business Media, New York..
- Bandelj D., Jakše J., Javornik B. 2002. "DNA Fingerprinting of Olive Varieties by Microsatellites Markers", *Journal of Food Technology and Biotechnology*, vol. 40, no. 3, pp. 185-190.
- Bartolini G., G. Prevost and C. Messeri. 1994. 'Olive tree germplasm: Descriptor lists of cultivated varieties in the world'. *Acta Horticulturae*, 356: 116-118.
- Baruca Arbeiter A., Jakše J., Bandelj D. 2014. Paternity analysis of the Olive Variety "Istrska Belica" and identification of pollen donors by microsatellite markers, *The Scientific World Journal*, vol. 2014.
- Baruca Arbeiter A., Jakše J., Bandelj D. 2017. Izvedba starševskega testa z markerji EST-SSR in določitev najpogostejših opraševalcev oljčne sorte 'Istrska belica'. Zbornik referatov 4. slovenskega sadjarskega kongresa z mednarodno udeležbo. Krško, 20.-21. Januar 2017.
- Besnard G., B. Khadari, P. Villemur and A. Berville. 1999. 'Cytoplasmic male sterility in the olive (*Olea europaea* L.)'. *Theoretical and Applied Genetics*, 100: 1018-1024.
- Besnard G., Baradat P., Chevalier D., Tagmount A., Berville A. 2001. Genetic differentiation in the olive complex (*Olea europaea*) revealed by RAPDs and RFLPs in the rRNA genes. *Genetic Resources and Crop Evolution*. 48: 165-182.
- Breton C., Tersac M., and Berville A. 2006. Genetic diversity and gene flow between the wild olive (oleaster, *Olea europaea* L.) and the olive: several Plio-Pleistocene refuge zones in the Mediterranean basin suggested by simple sequence repeats analysis. *Journal of Biogeography*. 33: 1916-1928.
- Cakmak I. 2005. The role of potassium in alleviating detrimental effects of abiotic stresses in plants. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 68, 521–530.
- Carriero F., Fontanazza G., Cellini F., and Giorgio G. 2002. Identification of simple sequence repeats (SSRs) in olive (*Olea europaea* L.). *Theoretical and Applied Genetics*. 104: 301-307.
- Conner D.J. and Fereres E. 2005. The physiology of adaptation and yield expression in olive. *Horticultural Reviews*. 31: 155-229.

- Cuevas J. and V. S. Polito. 1997. 'Compatibility relationships in 'Manzanillo' olive'. Hort Science, 32: 1056-1058.
- Cuevas J., A. J. Diaz-Hermoso, D. Galian, J. J. Hueso, V. Pinillos, M. Prieto, D. Sola and V. S. Polito. 2001. 'Response to cross pollination and choice of pollinizers for the olive cultivars (*Olea europaea* L.) 'Manzanilla de Sevilla', 'Hojiblanca' and 'Picual'. Olivae, 85: 26-32.
- Cuevas J. and Polito V. S. 2004. 'The role of staminate flowers in the breeding system of *Olea europaea* (Oleaceae): an andromonoecious, wind-pollinated taxon'. Annals of Botany. 93: 547-553.
- De Graaf B. H., C. Lee, B. A. McClure and N. Franklin-Tong. 2006. 'Cellular mechanisms for pollen tube growth inhibition in gametophyte self-incompatibility'. p. 201-221. In: Malho R. (ed.). The Pollen Tube: A Cellular and Molecular Perspective. Springer-Verlag, Berlin.
- De Nettancourt D. 1997. 'Incompatibility in angiosperms'. Sexual Plant Reproduction. 10, 185-199. Berlin, Springer-Verlag.
- De Nettancourt D. 2001. 'Incompatibility and Incongruity in Wild and Cultivated Plants'. Springer-Verlag, New York, USA.
- Diaz A., A. Martin, P. Rallo, D. Barranco and R. De la Rosa. 2006. 'Self-incompatibility of 'Arbequina' and 'Picual' olive assessed by SSR markers'. Journal of the American Society for Horticultural Science, 131: 250-255.
- Dimassi K., Therios I., Balatsos A. 1999. The blooming period and self-fruitfulness in twelve Greek and three foreign olive cultivars. Acta Horticulturae. 474: 275-278.
- El-Hady E., Eman L.F., Haggag M.M., Abdel-Migeed M., Desouky I.M. 2007. Studies on sex compatibility of some olive cultivars. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences, 3: 504-509.
- Erel R., Yermiyahua U., Van Opstala J., Ben-Gala A., Schwartz A., Dag A. 2013. The importance of olive (*Olea europaea* L.) tree nutritional status on its productivity. Scientia Horticulturae, 159: 8-18.
- Fabbri A. and Bonelli C. 2000. Flower bud induction and differentiation in olive. Journal of Horticultural Science and Biotechnology. 75: 131-141.
- Fabbri A., Bartolini G., Lambardi M., Kails S.G. 2004. Olive Propagation Manual. Landlinks, Collingwood, Vic.
- FAO 2012. The Second Report on the State of the World's Plant Genetic Resources for Food and Agriculture. Rome, Italy, ISBN 978-92-5-106534-1.
- FAOSTAT: Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistics Division. <http://faostat3.fao.org/browse/Q> (30. sept. 2017).
- Fernandez-Escobar R., G. Mez-Valledor and L. Rallo. 1983. 'Influence of pistil extract and temperature on in vitro pollen germination and pollen tube growth of olive cultivars.' Journal of Horticultural Science, 58: 219-227.

- Fontanazza G. and L. Baldoni. 1990. 'Proposed programmed for the genetic improvement of the olive'. *Olivae*, 34: 32-40.
- Franklin-Tong N. and F. C. H. Franklin. 2003. 'Gametophytic self-incompatibility inhibits pollen tube growth using different mechanisms'. *Trends in Plant Science*, 8: 598-605.
- Free J.B. 1993. *Insect Pollination of Crops*. Academic Press, London.
- Ghrisi N., B. Boulouha, M. Benichou and S. Hilali. 1999. 'Agro-physiological evaluation of the phenomenon of pollen compatibility in olive: case of the Mediterranean collection at the Menera Station, Marrakech'. *Olivae*, 79: 51-59.
- Green P.S. 2002. A revision of *Olea* L. *Kew Bulletin*. 57: 91-140.
- Griggs W.H., Hartmann H.T., Bradley M.V., Iwakiri B.T., Whisler J.E. 1975. Olive pollination in California. *California Agricultural Experiment Station Bulletin*, 869: 1-49.
- Hartmann H. T. 1953. Effect of winter chilling on fruitfulness and vegetative growth in the olive. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 62:184-190.
- Hartman W. P. and Porlingus I. 1957. Effect of different amounts of winter chilling on fruitfulness of several olive varieties. *Botanical Gazette* vol. 19, no. 2.
- Heslop-Harrison Y. and K. R. Shivanna. 1977. 'The receptive surface of the angiosperms stigma'. *Annals of Botany*, 41:1233-1258.
- Hiscock S. J. and S. M. McInnis. 2003. 'Pollen recognition and rejection during the sporophytic self-incompatibility response: Brassica and beyond'. *Trends in Plant Science*, 8: 606-613.
- Iwai H., Hokura A., Oishi M. et. al. 2006. "The gene responsible for borate cross-linking of pectin Rhamnogalacturonan-II is required for plant reproductive tissue development and fertilization," *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, vol. 103, no. 44, pp. 16592–16597.
- Koubouris G. C., Metzidakis I. T., Vasilakakis M. D. 2009. Impact of temperature on olive (*Olea europaea* L.) pollen performance in relation to relative humidity and genotype. *Environmental and Experimental Botany* 67: 209–214.
- Kowyama Y., T. Tsuchiya and K. Kakeda. 2000. 'Sporophytic self-incompatibility in *Ipomoea trifida*, a close relative of sweet potato'. *Annals of Botany*, 85: 191-196.
- Lanza B., V. Marsilio and N. Martinelli. 1996. 'Olive pollen ultrastructure: Characterization of exile pattern through image analysis scanning electron microscopy (IA-SEM)'. *Scientia Horticulturae*, 65: 283-294.
- Lavee S. 1985. *Olea europaea*, p.423-434. In: Halevy, A.H. (ed.). *Handbook of Flowering*. CRC Press, Boca Raton F1.
- Lavee S. 1986. Olive, p. 261-276. In Monselise, S.P. (ed.). *Handbook of Fruit Set and Development*. CRC Press, Boca Raton F1.
- Lavee S. 1996. Biology and physiology of the olive, p. 59-110. In IOOC (ed.). *World Olive Encyclopaedia*. International Olive Oil Council, Madrid, Spain.

- Lavee S. 1990. Aims, methods, and advances in breeding of new olive (*Olea europaea* L.) cultivars. *Acta Horticulturae*. 286: 23-36.
- Lavee S., Taryan J., Levin J., Haskal A. 2002. The significance of cross-pollination for various olive cultivars under irrigated intensive growing conditions. *Olivae*. 91: 25-36.
- Lieth H. 1974. Phenology and seasonality modeling. University of North Carolina at Chapel Hill.
- Martin G.C. and Sibbett G.S. 2005. Botany of the olive, p. 15-19. In: Sibbett G.S., Ferguson L., Coviello J.L., Lindstram M. (eds.). *Olive Production Manual*. University of California, Agriculture and Natural Resources, Oakland, California.
- Martin G.C., Ferguson L., Sibbett G.S. 2005. Flowering, pollination, fruiting, alternate bearing, and abscission, p. 49-54. In: Sibbett G.S., Ferguson L., Coviello J.L., Lindstrand M. (eds.). *Olive Production Manual*. University of California, Agriculture and Natural Resources, Oakland, California.
- McClure B. A. and V. Franklin-Tong. 2006. 'Gametophytic self-incompatibility: understanding the cellular mechanisms involved in "self" pollen tube inhibition'. *Planta*, 224: 233-245.
- McCubbin A. G. and T. H. Kao. 2000. 'Molecular recognition and response in pollen and pistil interactions'. *Annual Review of Cell and Developmental Biology*, 16: 333-364.
- McGregor S.E. 1976. *Tree Fruits & Nuts and Exotic Tree Fruits & Nuts – Olive*. V: Insects Pollination of Cultivated Crop plants. The First and Only Virtual Beekeeping Book updated Continuously, 401 str.
- Mekuria G. T., G. G. Collins and M. Sedgley. 1999. 'Genetic variability between different accessions of some common commercial olive cultivars'. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 74: 309-314.
- Mengel K., Kirkby, E.A. 2001. *Principles of Plant Nutrition*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Mookerjee S., J. Guerin, G. Collins, C. Ford and M. Sedgley. 2005. 'Paternity analysis using microsatellite markers to identify pollen donors in an olive grove'. *Theoretical and Applied Genetics*, 111: 1174-1182.
- MKGP: Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano [http://www.mkgp.gov.si/si/delovna\\_podrocja/kmetijstvo/kmetijski\\_trgi/oljcno\\_olje/](http://www.mkgp.gov.si/si/delovna_podrocja/kmetijstvo/kmetijski_trgi/oljcno_olje/) (april, 2017).
- Moutier N. 2002. 'Self-fertility and inter-compatibilities of sixteen olive varieties'. *Acta Horticulturae*, 586: 209-212.
- Newbigin E., M. A. Anderson and A. E. Clarke. 1993. 'Gametophytic self-incompatibility systems'. *The Plant Cell*, 5: 1315-1324.
- Orlandi F., B. Romano and M. Fornaciari. 2005. 'Relationship between pollen emission and fruit production in olive (*Olea europaea* L.)'. *Grana*, 44: 98-103.

- Parmegiani P., Scarbolo E. 2000. "Olive trees and oil in the Friuli Venezia Giulia Region: Historical notes, production, characterization, specificity", Report presented at the Conference on: 'Perspectives for horticultural and viticulture in the Alpine Region in the third millenium', pp. 604-606, Udine, 8.-10. November, 2000.
- Rodriguez-Garcia M. I., M. M'rani-Alaoui and M. C. Fernandez. 2003a. 'Behavior of storage lipids during development and germination of olive (*Olea europaea* L.) pollen'. *Protoplasma*, 221: 237-244.
- Rodriguez-Garcia, M. I., M. M. Alaoui, J. D. Diaz and M. D. Fernandez. 2003b. 'Observations on microtubules and nuclei motility in the pollen tube of olive (*Olea europaea* L.)'. *Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica*, 45:97-101.
- Rugini E., De Pace C., Gutiérrez-Pesce P., Muleo R. 2001. "Olea", in *Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources, Temperate Fruits*, C. Kole, Ed., chap. 5, Springer Science Business Media, New York.
- Rugini E. and Baldoni L. 2005. "Olea europaea Olive," in *Biotechnology of Fruit and Nut Crops*, R. E. Litz, Ed., Cromwell Press, London, UK.
- Sanz-Cortés F., Martínez-Calvo J., Badenes M. L., Bleiholder H., Hack H., Llácer G., Meier U. 2001. Phenological growth stages of olive trees (*Olea europaea* L.). *Annals of Applied Biology*, 140: 151-157.
- Sawe B.E. 2017. Leading Olive Producing Countries. <http://www.worldatlas.com/articles/leading-olive-producing-countries.html> (maj, 2017)
- Sedgley M. 1994. 'Self-incompatibility in woody horticultural species', p. 141-163. In: Williams, E.G., Clarke, A.E., and Knox, R.B. (eds.). *Genetic control of self-incompatibility and reproductive development in flowering plants*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, the Netherlands.
- Seifi E. 2008. Self- incompatibility of olive, University of Adelaide.
- Seifi E., J. Guerin, B. Kaiser and M. Sedgley. 2011. 'Sexual compatibility and floral biology of some olive cultivars'. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 39 (2): 141-151.
- Seifi E., J. Guerin, B. Kaiser and M. Sedgley. 2012. 'Sexual compatibility of the olive cultivar 'Kalamata' assessed by paternity analysis'. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 10 (3): 731-740.
- Sharma P. C., D. R. Thakur and M. R. Sharma. 1976. 'Pollination and fruit development studies in olive, *Olea europaea*'. *Food Farming and Agriculture*, 8: 24-26.
- Sibbett G.S., Osgood J. 2005. Site selection and preparation, tree spacing and design, planting, and initial training, p. 49-54. In: Sibbet G.S., Ferguson L., Coviello J.L., Lindstrand M. (eds.). *Olive Production Manual*. University of California, Agriculture and Natural Resources, Oakland, California.

- Sibbet G.S., Ferguson L., Coviello J.L., Lindstrand M. (eds.). 2005. Olive Production Manual, p. 49-54. University of California, Agriculture and Natural Resources, Oakland, California.
- Sinkovič T. 2010. Uvod v botaniko. Ljubljana, Oddelek za agronomijo Biotehniške fakultete v Ljubljani: 176 str.
- Služba za Register kmetijskih gospodarstev. 2016. Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano RS.
- Spinardi A., Bassi D. 2012. Olive fertility as affected by cross-pollination and boron. The Scientific World Journal.
- Steinbachs J. E. and K. E. Holsinger. 2002. 'S-RNase-mediated gametophytic self-incompatibility is ancestral in eudicots'. Molecular Biology and Evolution, 19: 825-829.
- Štampar F., Lešnik M., Verbič R., Solar A., Koron D., Usenik V., Hudina M., Osterc G. 2009. Sadjarstvo. Založba Kmečki glas.
- Taslimpour M., Bonyanpour A. and Rahemi M. 2008. Determining the Best Pollenizer of Olive [*Olea europaea* (L.) ('Dezfoul')] in Fars Province. American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci., 4 (6): 682-686.
- Ugrinović K., Štampar F. 1996. Fertilization of olive (*Olea europea* L.) cultivars "Istrska belica", "Pendolino" and "Leccino" by different pollinators. Acta Horticulturae, 474: 767-770.
- Vargas P. and Kadereit J.W. 2001. Molecular fingerprinting evidence (ISSR, inter-simple sequence repeats) for a wild status of *Olea europaea* L. (*Oleaceae*) in the Eurosiberian North of the Iberian Peninsula. Flora. 196: 142-152.
- Vesel V., Baruca Arbeiter A., Bandelj D. 2016. Zbiranje in vrednotenje genskih virov oljk v Sloveniji. V: Zbornik referatov 4. slovenskega sadjarskega kongresa z mednarodno udeležbo. 4. slovenski sadjarski kongres z mednarodno udeležbo, Krško, 20. - 21. januar 2017. Hudina M. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Strokovno sadjarsko društvo Slovenije: 37-44
- Vuletin Selak G., Perica S., Goreta Ban S., Radunic M. 2011. Reproductive success after self-pollination and cross-pollination of olive cultivars in Croatia. Department of Plant Sciences. Hortscience: 46(2):186-191.
- Wu S. B., G. Collins and M. Sedgley. 2002. 'Sexual compatibility within and between olive cultivars'. Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 77 (6): 665-673.
- Yermiyahu U., Erel, R., Ben-Gal, A., Schwartz, A., Dag, A. 2009. The role of macronutrients in olive tree flowering and fruit set. The Proceedings of the International Plant Nutrition Colloquium XVI. Department of Plant Sciences. UC Davis
- Zohary D. 1994. The wild genetic resources of the cultivated olive. Acta Horticulturae. 356: 62-65.
- Zohary D. and Hopf M. 2004. Domestication of Plants in the Old World, Third Edition. 145-151.

Zohary D., Spiegel-Roy P. 1975. "Beginnings of fruit growing in the Old World", *Science* vol 187, no. 4174 pp. 319-327.

Žust A. 2015. Fenologija v Sloveniji. Priročnik za fenološka opazovanja. Ministrstvo za okolje in prostor. Agencija RS za okolje.