

## VPLIV OLJČNE MUHE (*Bactrocera oleae* [Gmelin]) NA KEMIJSKE IN SENZORIČNE ZNAČILNOSTI OLJČNEGA OLJA

Vasilij VALENCIČ<sup>1</sup>, Bojan BUTINAR<sup>2</sup>, Maja PODGORNIK<sup>3</sup>, Milena BUČAR-  
MIKLAVČIČ<sup>4</sup>

<sup>1-4</sup> Inštitut za oljkarstvo, Znanstveno-raziskovalno središče Koper, Koper

### IZVLEČEK

Zastopanost in napad oljčne muhe (*Bactrocera oleae* [Gmelin]) v slovenskih oljčnikih se odraža na kakovosti oljčnega olja, saj vpliva na kemijske in senzorične značilnosti oljčnega olja. Vremenske razmere v letu 2014 so vplivale na dinamiko leta oljčne muhe in močno zaznamovale pridelek slovenskih oljkarjev, predvsem sorte 'Istrska belica', skupna škoda pa je preseгла 75 % povprečne letne količine pridelanega oljčnega olja. Preučili smo vpliv oljčne muhe na obranih plodovih letnika 2014, ki smo jih razdelili glede na stopnjo napadenosti v vzorce z aktivno in škodljivo napadenostjo. Določili smo vsebnost in sestavo biofenolov, sterolov, triterpenskimi dialkoholov in maščobnokislinsko sestavo predelanega olja. Večjo vsebnost skupnih biofenolov, olevropejskih in ligstrozidnih derivatov smo določili v vzorcih, predelanih iz plodov z aktivno napadenostjo, medtem ko je bila vsebnost obravnanih spojin v oljih, predelanih iz plodov s škodljivo napadenostjo manjša. Ugotovili smo korelacijo med olevropejskimi in ligstrozidnimi derivati: v vzorcih z aktivno napadenostjo so prevladovali olevropejski derivati, medtem ko so v vzorcih s škodljivo napadenostjo prevladovali ligstrozidni derivati. Olja iz plodov s škodljivo napadenostjo, so se razlikovala od vzorcev z aktivno napadenostjo po večji vsebnosti stigmasterola in manjši vsebnosti kamposterola ter večji vsebnosti skupnih sterolov in triterpenskimi dialkoholov. V vzorcih olj iz plodov s škodljivo napadenostjo, smo ugotovili tudi manjšo vsebnost oleinske kisline v primerjavi z vzorci z aktivno napadenostjo. Vpliv oljčne muhe na značilnosti oljčnega olja je razviden tudi na nekaterih vzorcih letnika 2020 s povečano kislostjo oziroma vsebnostjo prostih maščobnih kislin. Posamezni vzorci olj imajo porušeno razmerje med kamposterolom in stigmasterolom ter povečano vsebnost triterpenskimi dialkoholov, podobno kot je bilo določeno v primeru škodljive napadenosti leta 2014. Pri preučevanju vsebnosti in sestave biofenolov smo v analiziranih vzorcih letnika 2020 ugotovili povečano vsebnost tirozola in hidroksitiroza. V večini primerov so bile prisotne tudi senzorične napake in povečana vsebnost nonanala in (E)-2-decenala.

156

---

<sup>1</sup> dr., Garibaldijska 1, SI-6000 Koper, e-pošta: vasilij.valencic@zrs-kp.si

<sup>2</sup> dr., prav tam

<sup>3</sup> dr., prav tam

<sup>4</sup> dr., prav tam

**Ključne besede:** oljka, *Bactrocera oleae*, maščobne kisline, steroli, biofenoli, hlapne spojine, senzorične značilnosti

## ABSTRACT

### INFLUENCE OF OLIVE FRUIT FLY (*Bactrocera oleae* [Gmelin]) ON CHEMICAL AND SENSORY CHARACTERISTICS OF OLIVE OILS

The infestation of the olive fruit fly (*Bactrocera oleae* [Gmelin]) in Slovenian olive orchards had an impact on the quality of produced olive oils. The olive fruit fly affects the chemical and the sensory characteristics of olive oils. Weather conditions in 2014 favoured the dynamics of the olive fly which caused serious economic damage to Slovenian's olive orchards, especially to the olive variety 'Istrska belica'. The total damage exceeded 75% of the average annual amount of produced olive oil. The influence of the olive fruit fly was studied on the collected samples of the year 2014, which were classified according to the degree of infestation into samples with active and damaging infestation. The content and composition of biophenols, sterols, triterpenic dialcohols and the fatty acids composition of the produced oils were determined. Oils produced from fruits with active infestation showed higher amounts of total biophenols, oleuropein and ligstroside derivatives, whereas, in contrast lower amounts were determined in oils produced from fruits with damaging infestation. A correlation between oleuropein and ligstroside derivatives was found: oleuropein derivatives were prevalent in oils from active infestation, whereas ligstroside derivatives were more present in oils from damaging infestation. Higher values of stigmasterol and lower values of campesterol were determined in oils from damaging infestation, as well as higher content of total sterols and triterpenic dialcohols. Lower amounts of oleic acid were determined in oils with damaging infestation. The influence of the olive fruit fly attack on the characteristics of olive oils was also observed in some samples of the year 2020 with higher acidity (free fatty acids content). Some samples showed higher amounts of stigmasterol, lower amounts of campesterol and higher amounts of triterpenic dialcohols, as it was determined in the case of damaging infestation in 2014. Studying the content and composition of biophenols, the samples from crop year 2020 showed a higher content of tyrosol and hydroxytyrosol. In most samples, sensory defects and higher content of nonanal and (E)-2-decenal were also determined.

**Key words:** olive, *Bactrocera oleae*, fatty acids, sterols, biophenols, volatile compounds, sensory characteristics

## 1 UVOD

Oljčna muha (*Bactrocera oleae* [Gmelin]) sodi med najbolj pogoste škodljivce oljk in je v letu 2014 povzročila veliko gospodarsko škodo; ocenjuje se, da je skupna škoda na območju Slovenske Istre preseгла 75 % povprečne letne količine pridelanega oljčnega olja (Jančar in sod., 2015). Vremenske razmere so tudi v letu 2020 pripomogle, da smo v priobalnem pasu Slovenske Istre zabeležili močan napad oljčne muhe, ki je bil največji po letu 2014 (Klančar in Juretič, 2021). Podatki iz literature kažejo, da se napad oljčne muhe odraža na kemijskih in senzoričnih značilnostih ter posledično prehranski

vrednosti oljčnega olja (Malheiro in sod., 2015). V poškodovanih plodovih potekajo hidrolitski in oksidacijski procesi, v predelanih oljih pa se posledice kažejo na povečanju kislosti in peroksidnega števila (Angerosa in sod., 1992; Pereira in sod., 2004; Koprivnjak in sod., 2010; Gucci in sod., 2012). Omenjene spremembe so lahko tudi posledica delovanja mikroorganizmov, ki se razvijejo v poškodovanih plodovih zaradi napada oljčne muhe (Al-Ameri in sod., 2015; Torbati in sod. 2013). Podatki iz literature kažejo, da se slaba kakovost olja, predelanega iz poškodovanih plodov, odraža na povečanju vrednosti parametrov v UV-območju  $K_{232}$  in  $K_{270}$  (Angerosa in sod., 1992; Pereira in sod., 2004; Koprivnjak in sod., 2010), v takih oljih so prisotne tudi senzorične napake pregreto, plesnivo, zakisano, po črvivem in žarko (Angerosa in sod., 1992; Bendini in sod. 2008; Tamendjari in sod., 2009a; Koprivnjak in sod., 2010). Napad oljčne muhe vpliva tudi na vsebnost naravnih antioksidantov, biofenolov, ki ščitijo olje pred oksidacijo in prispevajo k senzoričnim značilnostim oljčnega olja. Deviška oljna olja, predelana iz poškodovanih plodov, vsebujejo v primerjavi z olji dobre kakovosti, manjšo vsebnost skupnih biofenolov (Tamendjari in sod., 2009a; Koprivnjak in sod., 2010; Gucci in sod., 2012). Številni avtorji poročajo tudi o spremembah sterolne in maščobnokislinske sestave (Delrio in sod., 1995; Tamendjari in sod., 2009b; Abu-Alruz in sod., 2011; Housheya in sod., 2014; Yorulmaz in sod., 2017).

V opravljeni raziskavi smo proučili vpliv aktivne in škodljive napadenosti oljčne muhe v letu 2014 na kakovost predelanega olja sorte 'Istrska belica' in razlike med olji Slovenske Istre letnika 2020 na izbrane kemijske parametre.

158

## 2 MATERIALI IN METODE

V raziskavo smo vključili deviška oljna olja, predelana iz plodov z aktivno in škodljivo napadenostjo sorte 'Istrska belica' letnika 2014 in (ekstra) deviška oljna olja, zbrana na področju Slovenske Istre letnika 2020.

Maščobnokislinsko sestavo smo določili po metodi iz Uredbe Komisije (EGS) št. 2568/91, Priloga X: oljčno olje smo raztopili v heptanu in pripravili metilne estre maščobnih kislin s transesterifikacijo z metanolno raztopino kalijevega hidroksida (2 mol/L) pri sobni temperaturi. Dobljene metilne estre maščobnih kislin smo analizirali s plinskim kromatografom Agilent HP 6890 Series (Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA), s plamensko ionizacijskim detektorjem (FID) in izračunali utežni delež posameznih metilnih estrov maščobnih kislin v analiziranem vzorcu oljčnega olja.

Vsebnost in sestavo sterolov ter triterpenskih dialkoholov smo določili po metodi iz Uredbe Komisije (EGS) št. 2568/91, Priloga XIX: v olje smo dodali interni standard ( $\alpha$ -holestanol, 0,2 % (m/V)), sledila je faza umiljanja z etanolno raztopino kalijevega hidroksida (2 mol/L) ter ekstrakcije neumiljivih snovi z dietil etrom. Frakcijo sterolov in triterpenskih dialkoholov smo ločili od preostalih neumiljivih snovi s pomočjo tankoplastne kromatografije na silikagelni plošči, ki je bila predhodno aktivirana z etanolno raztopino kalijevega hidroksida (0,2 mol/L). Izolirane sterole in triterpenske dialkohole smo pretvorili v trimetilsililne etre in jih analizirali s plinskim kromatografom Agilent HP 6890 Series (Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA), s plamensko ionizacijskim detektorjem (FID).

Vsebnost in sestavo biofenolov smo določili po metodi COI/T.20/Doc. No 29 Rev. 1, 2017, na kratko: biofenole smo ekstrahirali iz oljčnega olja v raztopini metanola in vode (80/20, V/V), ob dodatku internega standarda (siringična kislina, 0,15 mg/mL), na ultrazvočni kopeli 15 minut. Vsebnost in sestavo biofenolov smo določili s HPLC Agilent 1260 (Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA), z detektorjem DAD. Pripravili smo zunanjo kalibracijsko raztopino tirozola (0,030 mg/mL) in siringične kisline (0,015 mg/mL). Biofenolne spojine smo kvantificirali z uporabo faktorja odzivnosti tirozola.

Hlapne spojine smo določili po metodi, opisani v Casadei in sod. (2021), ki je bila razvita v okviru mednarodnega projekta OLEUM, Hizon 2020. V 20 mL-vialo smo zatehtali olje, dodali raztopino internega standarda (4-metil-2-pentanol v rafiniranem olju, 2,5 mg/kg), nato smo s pomočjo robotskega vzorčevalnika Gerstel MPS Robotic XL (Gerstel, Mülheim an der Ruhr, Nemčija) vzorec segreti na 40 °C 10 min (vzpostavitev ravnotežja), sledila je faza ekstrakcije hlapnih spoji na vlaknih SPME 40 °C 30 min ter faza desorpcije (260 °C 5 min) in vbrizga v plinski kromatograf Agilent 7890B Series (Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA), s plamensko ionizacijskim detektorjem (FID). Za identifikacijo in kvantifikacijo kromatografskih vrhov smo pripravili kalibracijske raztopine oktana, etil acetata, etanola, etil propanoata, heksanala, 3-metil-1-butanola, (E)-2-heksenala, 6-metil-5-heptan-2-ona, (Z)-3-heksenil acetata, (E)-2-heptenala, 1-eksanola, 1-okten-3-ola, nonanala, (E,E)-2,4-heksadienala, očetne kisline, propanojske kisline, (E)-2-decenala in pentanojske kisline.

Kislost smo določili po metodi iz Uredbe Komisije (EGS) št. 2568/91, Priloga II: olje smo raztopili v nevtralizirani mešanici etanola in dietiletra (1/1, V/V) in titrali proste maščobne kisline s standardizirano etanolno raztopino KOH (0,1 mol/L) ob prisotnosti indikatorja fenolfaleina do preskoka barve. Iz mase vzorca in volumna titranta smo izračunali kislost v utežnih odstotkih, preračunano na oleinsko kislino.

Senzorične značilnosti oljčnega olja smo določili po metodi iz Uredbe Komisije (EGS) št. 2568/91, Priloga XII: osemčlanski panel mednarodno usposobljenih in priznanih preskuševalcev za senzorično ocenjevanje deviškega oljčnega olja je preskusilo vzorce olja. Intenzivnosti posameznih senzoričnih deskriptorjev so beležili na predpisan ocenjevalni list, vsak deskriptor na 10 cm-daljci. Za vsak vzorec smo izračunali mediane posameznih senzoričnih deskriptorjev, ugotovili prisotnost morebitnih senzoričnih napak in olja razvrstili v kategorije.

Rezultate preskusov smo statistično obdelali s programom SPSS Statistics, različica 26 (SPSS, Chicago, IL, USA). Izračunali smo povprečne vrednosti in standardne odklone, izvedli *t*-test in *t*-test dvojic. Delovne hipoteze smo preverili pri stopnji tveganja  $\alpha < 0,05$ .

### 3 REZULTATI IN RAZPRAVA

V vzorcih letnika 2014 smo določili statistično značilne razlike (*t*-test,  $\alpha < 0,05$ ) med aktivno in škodljivo napadenostjo v vsebnosti in sestavi biofenolov, sterolov in triterpenskimi dialkoholov ter maščobnokislinski sestavi. V vzorcih z aktivno napadenostjo prevladujejo skupni biofenoli olevropeinskega izvora, oleacein in aldehidna oblika olevropein aglikona (O-Agl-A) v primerjavi z ustreznimi derivati ligstrozida, medtem ko v vzorcih s škodljivo napadenostjo prevladujejo skupni biofenoli ligstrozidnega izvora, aldehidna oblika ligstrozid aglikona (L-Agl-A) in tirozol v primerjavi z ustreznimi derivati olevropeina. Podrobna predstavitev rezultatov biofenolne sestave je dosegljiva v publikaciji Valenčič in sod. (2021).

Olja, predelana iz plodov z aktivno napadenostjo se statistično značilno razlikujejo od olj, predelanih iz plodov s škodljivo napadenostjo tudi v sterolni sestavi. Primerjava vzorcev je pokazala, da imajo olja, predelana iz plodov z aktivno napadenostjo večjo vsebnost  $\Delta$ -5,24-stigmastadienola (1,06 % v primerjavi z 0,98 %;  $p = 0,003$ ) in navideznega  $\beta$ -sitosterola (95,65 % v primerjavi z 93,78 %;  $p < 0,001$ ) ter majšo vsebnost stigmasterola (1,20 % v primerjavi z 2,99 %;  $p < 0,001$ ), skupnih sterolov (1120 mg/kg v primerjavi z 1437 mg/kg;  $p = 0,002$ ) ter vsote eritrodiole in uvaola (1,62 % v primerjavi z 3,04 %; ( $p < 0,001$ ). Prisotnost uvaola smo določili le v vzorcih, predelanih iz plodov s škodljivo napadenostjo, kar kaže na to, da je bila povrhnjica plodov bolj poškodovana. S *t*-testom primerjav dvojic smo dokazali da olja, predelana s plodov z aktivno napadenostjo, vsebujejo več kampesterola (2,18 %) in manj stigmasterola (1,20 %), medtem ko olja, predelana iz plodov s škodljivo napadenostjo vsebujejo več stigmasterola (2,99 %) in manj kampesterola (2,25 %).

Pri preučevanju maščobnokislinske sestave smo ugotovili, da za vzorce, predelane iz plodov z akativno napadenostjo je v primerjavi z vzorci, predelanimi iz plodov s škodljivo napadenostjo, značilna večja vsebnost oleinske (75,15 ut. % v primerjavi z 73,89 ut. %;  $p = 0,013$ ), manjša vsebnost linolne (6,48 ut. % v primerjavi z 7,27 ut. %;  $p = 0,019$ ) in linolenske (0,61 ut. % v primerjavi z 0,74 ut. %;  $p < 0,001$ ) kisline.

V preskušanih vzorcih letnika 2020 smo določili kislost in ugotovili statistično značilne razlike ( $p < 0,001$ ) med vzorci dobre in slabe kakovosti. Povprečna kislost v vzorcih dobre kakovosti je bila 0,16 ut. %, medtem ko je bila povprečna kislost vzorcev slabe kakovosti 0,33 ut. %. V vzorcih smo določili tudi vsebnost in sestavo biofenolov, hlapnih spojin, sterolno in maščobnokislinsko sestavo ter jih senzorično ocenili.

V preglednici 1 so podani rezultati vsebnosti in sestave biofenolov vzorcev letnika 2020. Iz rezultatov je razvidno, da olja dobre kakovosti vsebujejo v primerjavi z olji slabe kakovosti več biofenolnih spojin, podobne razlike smo dokazali pri proučevanju vpliva aktivne in škodljive napadenosti v vzorcih letnika 2014.

Analiza hlapnih spojin je pokazala, da se olja letnika 2020 statistično značilno razlikujejo v vsebnosti etanola, heksanala, 3-metil-1-butanola, (E)-2-heksenala, (Z)-3-heksenil acetata, (E)-2-heptenala, nonanala, (E,E)-2,4-heksadienala in pentanojske kisline. Rezultati analiz hlapnih spojin so podani v preglednici 2. Olja slabe kakovosti vsebujejo več etanola, kar je posledica fermentacijskih postopkov plodov slabe kakovosti in se odraža tudi v prisotnosti senzorične napake pregreto. Vzorci olja slabe kakovosti imajo poleg etanola večjo vsebnost (E)-2-heksenala, nonanala, 3-metil-1-butanola, (E)-2-heptenala in pentanojske kisline. V primerjavi z olji dobre kakovosti pa imajo olja slabe kakovosti najššo vsebnost (Z)-3-heksenil acetata in (E,E)-2,4-heksadienala. Kljub temu, da zaradi velikega odklona med vzorci s statistično analizo nismo ugotovili značilnih razlik, pa smo v vzorcih slabe kakovosti zasledili povečano vsebnost očetne kisline in (E)-2-decenala. Poudariti je potrebno, da je v oljih dobre kakovosti vsebnost obeh obravnavanih spojin znatno manjša v primerjavi z olji slabe kakovosti.

Rezultati senzorične analize vzorcev in statistične obdelave podatkov letnika 2020 so pokazali, da so v vzorcih slabe kakovosti prisotne napake pregreto/morklja, ki je posledica fermentacije plodov pred predelavo (pregreto) ali olja v stiku z usedlino

(morklja), plesnivo, kar kaže na razvoj plesni zaradi poškodovanosti plodov in/ali neprimerne shranjevanja plodov pred predelavo, žarko zaradi oksidacije olja in črvido, ki je posledica napada oljčne muhe in razvoja ličink v plodovih. Povprečne intenzivnosti posameznih deskriptorjev in senzorična ocena so prikazane v preglednici 3.

Preglednica 1: Vsebnost in sestava biofenolov v vzorcih olja dobre in slabe kakovosti letnika 2020.

Biofenol	Enota	Dobra kakovost	Slaba kakovost	p-vrednost
TyrOH	mg/kg	3,2 ± 1,5 <sup>a</sup>	5,4 ± 4,4 <sup>b</sup>	0,015
Tyr	mg/kg	5,9 ± 3,7 <sup>a</sup>	5,6 ± 4,9 <sup>a</sup>	0,809
Vanilinska + kavna kislina	mg/kg	2,4 ± 1,6 <sup>a</sup>	0,5 ± 0,5 <sup>b</sup>	< 0,001
Vanilin	mg/kg	4,4 ± 1,6 <sup>a</sup>	2,8 ± 1,1 <sup>b</sup>	< 0,001
p-kumarna kislina	mg/kg	2,8 ± 2,1 <sup>a</sup>	1,3 ± 0,8 <sup>b</sup>	0,001
Ferulna kislina	mg/kg	1,1 ± 0,8 <sup>a</sup>	0,4 ± 0,4 <sup>b</sup>	< 0,001
Oleacein (vsota DMO-Agl-dA in (DMO-Agl-dA)ox)	mg/kg	175,6 ± 71,1 <sup>a</sup>	94,1 ± 51,9 <sup>b</sup>	< 0,001
Oleokantal (vsota DML-Agl-dA in (DML-Agl-dA)ox)	mg/kg	118,5 ± 44,6 <sup>a</sup>	84,2 ± 29,9 <sup>b</sup>	0,001
O-Agl-dA	mg/kg	53,9 ± 37,9 <sup>a</sup>	7,8 ± 9,6 <sup>b</sup>	< 0,001
L-Agl-dA	mg/kg	48,5 ± 33,5 <sup>a</sup>	13,6 ± 13,9 <sup>b</sup>	< 0,001
O-Agl-A	mg/kg	44,4 ± 31,4 <sup>a</sup>	19,2 ± 11,0 <sup>b</sup>	< 0,001
L-Agl-A	mg/kg	4,5 ± 4,7 <sup>a</sup>	23,3 ± 15,7 <sup>b</sup>	< 0,001
Lignana (vsota pinorezinola in 1-acetoksi-pinorezinola)	mg/kg	44,9 ± 28,3 <sup>a</sup>	25,1 ± 16,2 <sup>b</sup>	0,003
Skupni OLE BP	mg/kg	341,3 ± 148,4 <sup>a</sup>	173,9 ± 89,6 <sup>b</sup>	< 0,001
Skupni LIG BP	mg/kg	239,4 ± 89,0 <sup>a</sup>	182,7 ± 59,3 <sup>b</sup>	0,008
Skupni BP	mg/kg	638 ± 236 <sup>a</sup>	388 ± 119 <sup>b</sup>	< 0,001

Okrajšave: TyrOH: hidroksitirozol; Tyr: tirozol; DMO-Agl-dA: dialdehidna oblika dekarboksimitil oleuropein aglikona; (DMO-Agl-dA)ox: oksidirana dialdehidna oblika dekarboksimitil oleuropein aglikona; DML-Agl-dA: dialdehidna oblika dekarboksimitil ligstrozid aglikona; (DML-Agl-dA)ox: oksidirana dialdehidna oblika dekarboksimitil ligstrozid aglikona; O-Agl-dA: dialdehidna oblika oleuropein aglikona; L-Agl-dA: dialdehidna oblika ligstrozid aglikona; O-Agl-A: aldehidna oblika oleuropein aglikona; L-Agl-A: aldehidna oblika ligstrozid aglikona; skupni OLE BP: skupni biofenoli oleuropeinskega izvora; skupni LIG BP: skupni biofenoli ligstrozidnega izvora. Rezultati so podani kot povprečje ± standardni odklon (n = 56); <sup>a,b</sup>: vrednosti v posamezni vrstici, označene z različnim nadpisanim indeksom, se statistično značilno razlikujejo (*t*-test, *p* < 0,05).

Senzorične napake so bile ugotovljene le v oljih slabe kakovosti, olja dobre kakovosti so bila brez senzoričnih napak. V vsakem vzorcu slabe kakovosti je bila prisotna najmanj ena senzorična napaka, različne napake pa so bile prisotne v različnih vzorcih, kar je razvidno iz standardnega odklona posamezne senzorične napake. V oljih dobre kakovosti smo v primerjavi z olji slabe kakovosti ugotovili večje povprečne

intenzivnosti osnovnih pozitivnih senzoričnih deskriptorjev sadežno, grenko in pikantno, kar je bilo tudi potrjeno s statistično analizo podatkov. Olja dobre in slabe kakovosti se statistično značilno razlikujejo tudi v intenzivnosti dodatnih pozitivnih deskriptorjev po travi, po oljčnem listu, po artičoki, po začimbah in po mandlju. Intenzivnosti dodatnih deskriptorjev so bile večje v vzorih brez senzoričnih napak. V oljih slabe kakovosti so bile intenzivnosti pozitivnih značilnosti manj izražene. V primeru drugih deskriptorjev, navedenih v preglednici 3, pa ni bilo statistično značilnih razlik med vzorci dobre in slabe kakovosti. Povprečna ocena vzorcev dobre kakovosti je bila 7,9, vzorcev slabe kakovosti pa 6,3. Olja dobre kakovosti so se uvrstila v kategorijo ekstra deviško oljčno olje, olja s senzoričnimi napakami pa v kategorijo deviško oljčno olje. Mejne vrednosti za sadežnost in napake so za posamezno kategorijo olja navedene v zadnji veljavni izdaji Uredbe Komisije (EGS) št. 2568/91 iz leta 2019 (Izvedbena uredba Komisije (EU) 2019/1604).

Preglednica 2: Vsebnost in sestava hlapnih spojin v vzorcih olja dobre in slabe kakovosti letnika 2020.

Hlapna spojina	Enota	Dobra kakovost	Slaba kakovost	p-vrednost
Oktan	mg/kg	0,05 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,06 ± 0,03 <sup>a</sup>	0,517
Etil acetat	mg/kg	0,11 ± 0,10 <sup>a</sup>	0,06 ± 0,07 <sup>a</sup>	0,134
Etanol	mg/kg	1,01 ± 0,61 <sup>a</sup>	4,46 ± 4,33 <sup>b</sup>	< 0,001
Etil propanoat	mg/kg	0,01 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,01 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,320
Heksanal	mg/kg	2,16 ± 0,68 <sup>a</sup>	3,28 ± 0,64 <sup>b</sup>	< 0,001
3-metil-1-butanol	mg/kg	0,04 ± 0,02 <sup>a</sup>	0,21 ± 0,19 <sup>b</sup>	< 0,001
(E)-2-heksenal	mg/kg	37,72 ± 13,05 <sup>a</sup>	77,27 ± 21,98 <sup>b</sup>	< 0,001
6-metil-5-heptan-2-on	mg/kg	0,07 ± 0,07 <sup>a</sup>	0,04 ± 0,03 <sup>a</sup>	0,333
(Z)-3-heksenil acetat	mg/kg	1,69 ± 1,22 <sup>a</sup>	0,38 ± 0,32 <sup>b</sup>	0,047
(E)-2-heptenal	mg/kg	0,09 ± 0,03 <sup>a</sup>	1,14 ± 0,67 <sup>b</sup>	< 0,001
1-heksanol	mg/kg	0,84 ± 0,23 <sup>a</sup>	2,05 ± 1,67 <sup>a</sup>	0,089
1-okten-3-ol	mg/kg	0,02 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,01 ± 0,02 <sup>a</sup>	0,259
Nonanal	mg/kg	1,93 ± 0,89 <sup>a</sup>	6,57 ± 4,18 <sup>b</sup>	< 0,001
(E,E)-2,4-heksadienal	mg/kg	3,40 ± 1,29 <sup>a</sup>	2,31 ± 1,02 <sup>b</sup>	0,028
Ocetna kislina	mg/kg	0,26 ± 0,07 <sup>a</sup>	1,19 ± 1,24 <sup>a</sup>	0,079
Propanojska kislina	mg/kg	0,12 ± 0,03 <sup>a</sup>	0,16 ± 0,08 <sup>a</sup>	0,237
(E)-2-decenal	mg/kg	0,32 ± 0,19 <sup>a</sup>	7,84 ± 10,89 <sup>a</sup>	0,104
Pentanojska kislina	mg/kg	0,06 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,11 ± 0,05 <sup>b</sup>	0,018

Rezultati so podani kot povprečje ± standardni odklon (n = 36); <sup>a, b</sup>: vrednosti v posamezni vrstici, označene z različnim nadpisanim indeksom, se statistično značilno razlikujejo (t-test, p < 0,05).

V vzorcih letnika 2020 smo preverili tudi vsebnost in sestavo sterolov in triterpenskimi dialkoholov. V vzorcih slabe kakovosti je bila le v enem primeru vsebnost stigmasterola večja od kampesterola, kar ni v skladu z mejnimi vrednostmi iz Uredbe Komisije (EGS) št. 2568/91, v dveh vzorcih pa se je vsebnost stigmasterola približala mejni vrednosti. Vsebnost triterpenskimi dialkoholov je bila presežena le v enem vzorcu, v drugem pa je dosegla mejno vrednost. Razlike v sterolni sestavi med vzorci dobre in slabe kakovosti letnika 2020 so manj izrazite v primerjavi z vzorci letnika 2014, kar pripisujemo temu, da je oljčna muha v letu 2014 povzročila večjo škodo in bolj poškodovala plodove kot v letu 2020. Pri preučevanju maščobnokislinske sestave vzorcev letnika 2020 nismo ugotovili statistično značilnih razlik med vzorci dobre in slabe kakovosti.

Preglednica 3: Senzorične značilnosti in ocena vzorcev olja dobre in slabe kakovosti letnika 2020.

Senzorični deskriptor	Dobra kakovost	Slaba kakovost	p-vrednost
Pregreto/morklja	0,0 ± 0,0 <sup>a</sup>	0,5 ± 0,8 <sup>b</sup>	0,003
Plesnivo	0,0 ± 0,0 <sup>a</sup>	0,3 ± 0,6 <sup>b</sup>	0,027
Žarko	0,0 ± 0,0 <sup>a</sup>	0,3 ± 0,7 <sup>b</sup>	0,013
Črvivo	0,0 ± 0,0 <sup>a</sup>	0,6 ± 0,7 <sup>b</sup>	< 0,001
Sadežno	4,8 ± 0,5 <sup>a</sup>	2,9 ± 0,5 <sup>b</sup>	< 0,001
Grenko	4,1 ± 0,4 <sup>a</sup>	2,7 ± 0,6 <sup>b</sup>	< 0,001
Pikantno	4,8 ± 0,4 <sup>a</sup>	3,1 ± 0,7 <sup>b</sup>	< 0,001
Po travi	1,6 ± 0,6 <sup>a</sup>	0,1 ± 0,2 <sup>b</sup>	0,002
Po oljčnem listu	1,0 ± 0,4 <sup>a</sup>	0,2 ± 0,3 <sup>b</sup>	< 0,001
Po artičoki	1,1 ± 0,4 <sup>a</sup>	0,1 ± 0,3 <sup>b</sup>	< 0,001
Po paradižniku	0,3 ± 0,2 <sup>a</sup>	0,1 ± 0,1 <sup>a</sup>	0,063
Po začimbah	1,1 ± 0,5 <sup>a</sup>	0,2 ± 0,2 <sup>b</sup>	0,007
Po listnati zelenjavi	0,4 ± 0,2 <sup>a</sup>	0,3 ± 0,3 <sup>a</sup>	0,525
Po jabolku	0,2 ± 0,2 <sup>a</sup>	0,0 ± 0,1 <sup>a</sup>	0,064
Po mandlju	1,1 ± 0,4 <sup>a</sup>	0,4 ± 0,4 <sup>b</sup>	< 0,001
Po pinjoli	0,1 ± 0,2 <sup>a</sup>	0,1 ± 0,1 <sup>a</sup>	1,000
Po vaniliji	0,8 ± 0,6 <sup>a</sup>	0,6 ± 0,4 <sup>a</sup>	0,559
Po zrelem sadju	0,0 ± 0,1 <sup>a</sup>	0,1 ± 0,2 <sup>a</sup>	0,063
Po agrumih	0,0 ± 0,0 <sup>a</sup>	0,0 ± 0,1 <sup>a</sup>	0,889
Senzorična ocena	7,9 ± 0,2 <sup>a</sup>	6,3 ± 0,4 <sup>b</sup>	< 0,001

Intenzivnost senzoričnih značilnosti v razponu od 0 do 10; senzorična ocena na lestvici od 0 do 9. Rezultati so podani kot povprečje ± standardni odklon (n = 36); <sup>a,b</sup>: vrednosti v posamezni vrstici, označene z različnim nadpisanim indeksom, se statistično značilno razlikujejo (*t*-test, *p* < 0,05).



## 4 SKLEPI

Rezultati opravljene raziskave potrjujejo, da napad oljčne muhe vpliva na kakovost oljčnega olja v širšem pomenu in v primeru močnega napada na nekatere parametre pristnosti, predvsem sterole. V oljih, predelanih iz poškodovanih plodov, smo ugotovili povečano kislost, zmanjšano vsebnost skupnih biofenolov in spremembo biofenolne sestave. Posledice močnega napada oljčne muhe, kot je bilo leta 2014, so razvidne tudi v spremembi maščobnokislinske in sterolne sestave ter povečani vsebnosti triterpenskih dialkoholov. Slaba kakovost olj se odraža tudi na spremembi hlapnih spojin, nastanku senzoričnih napak in zmanjšanju intenzivnosti pozitivnih značilnosti olja. Poleg tega, da so zaradi napada oljčne muhe olja slabe kakovosti, se postavlja tudi vprašanje tržne vrednosti olj glede na zakonodajne zahteve, saj se v nekaterih primerih porušijo razmerja med posameznimi parametri pristnosti in taka olja ni dovoljeno tržiti. Izpostavljamo pomembnost celovitega pristopa za uspešno pridelavo in predelavo ekstra deviškega oljčnega olja, predvsem pomembnost preventivnega delovanja in spremljanja dinamike oljčne muhe ter monitoring predelanega oljčnega olja.

## 5 ZAHVALA

Avtorji se zahvaljujejo Saši Volk, Katji Fičur, Gašperju Kozloviču, Teji Hladnik, Eriki Bešter in članom panela za senzorično ocenjevanje Laboratorija Inštituta za oljkarstvo za pomoč pri izvedbi laboratorijskih analiz. Raziskava je financirana v okviru javnih služb v oljkarstvu.

## 6 LITERATURA

- Abu-Alruz, K., Afaneh, I.A., Quasem, J.M., Hmidat, M.A., Abbady, J., Mazahreh, A.S. 2011. Factors Affecting  $\Delta$ -7-Stigmastenol in Palestinian Olive Oil. *J. Appl. Sci.*, 11, 797–805.
- Al-Ameri, N.S., Karajeh, M.R., Qaraleh, S.Y. 2015. Molds associated with olive fruits infested with olive fruit fly (*Bactrocera oleae*) and their effects on oil quality. *Jordan J. Biol. Sci.*, 8, 217–220.
- Angerosa, F., Di Giacinto, L., Solinas, M. 1992. Influence of *Dacus oleae* infestation on flavor of oils, extracted from attacked olive fruits, by HPLC and HRGC analyses of volatile compounds. *Grasas Aceites*, 43, 134–142.
- Bendini, A., Cerretani, L., Cichelli, A., Lercker, G. 2008. Effect of *Bactrocera oleae* infestation on the aromatic profile of virgin olive oils. *Riv. Ital. Sostanze Grasse*, 85, 167–177.
- Casadei, E., Valli, E., Aparicio-Ruiz R., Ortiz-Romero, C., Garcia-Gonzalez, D.L., Vichi, S., Quintanilla-Casas, B., Tres, A., Bendini, A., Gallina Toschi, T. 2021. Peer inter-laboratory validation study of a harmonized SPME-GC-FID method for the analysis of selected volatile compounds in virgin olive oils. *Food Control*, 123, 107823
- COI/T.20/Doc. No 29/Rev. 1, 2017. Determination of Biophenols in Olive Oils by HPLC. International Olive Council, Madrid, Španija.
- Delrio, G., Lentini, A., Vacca, V., Serra, G. 1995. Effects of *Bactrocera oleae* (Gmel.) infestation on the production and quality of olive oil. *Riv. Ital. Sostanze Grasse*, 72, 5–9.
- Gucci, R., Caruso, G., Canale, A., Loni, A., Raspi, A., Urbani, S., Taticchi, A., Esposito, S., Servili, M. 2012. Qualitative changes of olive oils obtained from fruits damaged by *Bactrocera oleae* (Rossi). *HortScience*, 47, 301–306.
- Housheya, O.J., AbuEid, M., Zaid, O., Zaid, M., Hamad, O., Jeneedi, M.Y. 2014. The Influence of Peacock-eye Disease and Fruit-fly Infection on Olive Oil  $\Delta$ 7 Stigmasterol in Northern West Bank. *Int. J. Ecosyst.*, 4, 184–189.
- Jančar, M., Vesel, V., Vrhovnik I. Pregled stanja in vzrokov za množičen pojav oljčne muhe (*Bactrocera oleae* rossi) v slovenski istri v letu 2014. V: Trdan, S (ur.). Zbornik predavanj in

- referatov 12. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin z mednarodno udeležbo, Ptuj, 3.-4. marec 2015. Ljubljana: Društvo za varstvo rastlin Slovenije, 41-58.
- Klančar, U., Juretič, V. 2021. Pregled oljarske sezone 2020. [https://www.kmetijskizavod-ng.si/novice/2021010520004739/pregled\\_oljarske\\_sezone\\_2020/](https://www.kmetijskizavod-ng.si/novice/2021010520004739/pregled_oljarske_sezone_2020/) (25. 2. 2022).
- Koprivnjak, O., Dminić, I., Kosić, U., Majetić, V., Godena, S., Valenčič, V. 2010. Dynamics of oil quality parameters changes related to olive fruit fly attack. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 112, 1033–1040.
- Malheiro, R., Casal, S., Baptista, P., Pereira, J.A. 2015. A review of *Bactrocera oleae* (Rossi) impact in olive products: From the tree to the table. *Trends Food Sci. Technol.*, 44, 226–242.
- Pereira, J.A., Alves, M.R., Casal, S., Oliveira, M.B.P.P. 2004. Effect of olive fruit fly infestation on the quality of olive oil from cultivars Corbançosa, Madural and Verdeal Transmontana. *Ital. J. Food Sci.*, 3, 355–366.
- Tamendjari, A., Angerosa, F., Mettouchi, S., Bellal, M.M. 2009a. The effect of fly attack (*Bactrocera oleae*) on the quality and phenolic content of Chemlal olive oil. *Grasas Aceites*, 60, 507–513.
- Tamendjari, A., Sahnoune, M., Mettouchi, S., Angerosa, F. 2009b. Effect of *Bactrocera oleae* infestation on the olive oil quality of three Algerian varieties: Chemlal, Azzeradj and Bouchouk. *Riv. Ital. Sostanze Grasse*, 86, 103–111.
- Torbati, M., Arzanlou, M., Azadmard-damirchi, S., Babai-ahari, A., Alijani, S. 2013 Effect of fungal species involved in the olive fruit rot on the qualitative properties of olive oil. *Arch. Phytopathol. Plant Prot.*, 47, 292–297.
- Uredba Komisije (EGS) št. 2568/91, nazadnje spremenjena z Izvedbeno uredbo Komisije (EU) 2019/1604, Priloge II, X, XII, XIX. Urad za publikacije Evropske unije, Luksemburg, 2019.
- Valenčič, V., Butinar, B., Podgornik, M., Bučar-Miklavčič, M. 2021. The Effect of Olive Fruit Fly *Bactrocera oleae* (Rossi) Infestation on Certain Chemical Parameters of Produced Olive Oils. *Molecules*, 26, 1, 1-17.
- Yorulmaz, H.O., Konuskan, D.B. 2017. Antioxidant activity, sterol and fatty acid composition of Turkish olive oils as an indicator of variety and ripening degree. *J. Food Sci. Technol.*, 54, 4067–4077.