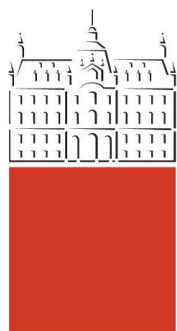


**STROKOVNO SADJARSKO DRUŠTVO SLOVENIJE**  
**UNIVERZA V LJUBLJANI, BIOTEHNIŠKA FAKULTETA,**  
**ODDELEK ZA AGRONOMIJO,**  
**KATEDRA ZA SADJARSTVO, VINOGRADNIŠTVO IN VRTNARSTVO**



Univerza  
v Ljubljani *Biotehniška*  
fakulteta  
*Oddelek za agronomijo*



# **ZBORNİK REFERATOV**

**4. SLOVENSKEGA SADJARSKEGA**  
**KONGRESA Z MEDNARODNO UDELEŽBO**

KRŠKO, 20. – 21. JANUAR 2017

LJUBLJANA, 2017

**STROKOVNO SADJARSKO DRUŠTVO SLOVENIJE  
UNIVERZA V LJUBLJANI, BIOTEHNIŠKA FAKULTETA,  
ODDELEK ZA AGRONOMIJO,  
KATEDRA ZA SADJARSTVO, VINOGRADNIŠTVO IN VRTNARSTVO**

# **ZBORNİK REFERATOV**

**4. SLOVENSKEGA SADJARSKEGA  
KONGRESA Z MEDNARODNO UDELEŽBO**

**KRŠKO, 20. – 21. JANUAR 2017**

LJUBLJANA, 2017

CIP - Kataložni zapis o publikaciji  
Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

634.1/.7(082)

SLOVENSKI sadjarski kongres z mednarodno udeležbo (4 ; 2017 ; Krško)

Zbornik referatov 4. slovenskega sadjarskega kongresa z mednarodno udeležbo, Krško, 20.-21. januar 2017 / [organizatorja] Strokovno sadjarsko društvo Slovenije [in] Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Katedra za sadjarstvo, vinogradništvo in vrtnarstvo ; [urednik zbornika Metka Hudina]. - Ljubljana : Strokovno sadjarsko društvo Slovenije, 2017

ISBN 978-961-91301-5-5

1. Hudina, Metka, 1968- 2. Strokovno sadjarsko društvo Slovenije 3. Biotehniška fakulteta (Ljubljana). Oddelek za agronomijo. Katedra za sadjarstvo, vinogradništvo in vrtnarstvo 288888320

**Organizacijski odbor:**

prof. dr. Metka HUDINA  
prof. dr. Robert VEBERIČ  
prof. dr. Franci ŠTAMPAR  
doc. dr. Jerneja JAKOPIČ  
doc. dr. Valentina USENIK  
dr. Anita SOLAR, viš. znan. sod.  
prof. dr. Gregor OSTERC  
doc. Maja MIKULIČ PETKOVŠEK  
doc. dr. Ana SLATNAR

**Strokovni odbor:**

prof. dr. Franci ŠTAMPAR  
prof. dr. Metka HUDINA  
dr. Anita SOLAR, znan. svet.  
prof. dr. Rajko VIDRIH  
dr. Matej STOPAR  
prof. dr. Tatjana UNUK  
Vojko BIZJAK, univ. dipl. inž.  
Boštjan GODEC, univ. dipl. inž.  
dr. Darinka KORON  
dr. Nikita FAJT  
mag. Viljanka VESEL  
Magdalena KROŠELJ, univ. dipl. inž.

**Organizatorja:**

- Strokovno sadjarsko društvo Slovenije, Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana, e-mail: sad.kongres@bf.uni-lj.si; web: <http://sadjar.si/kongresi/>
- Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Katedra za sadjarstvo, vinogradništvo in vrtnarstvo, Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana

**Urednik zbornika:** prof. dr. Metka HUDINA

**Tehnični urednik:** prof. dr. Metka HUDINA

**Založnik:** Strokovno sadjarsko društvo Slovenije, Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana

Objavljeni članki so recenzirani.

## KAZALO

KONKURENČNA PRIDELAVA JABOLK V SLOVENIJI – PREŽIVETJE V NASLEDNJIH LETIH Franci ŠTAMPAR, Jerneja JAKOPIČ, Valentina SCHMITZER	1
VPLIV VELIKOSTI JABOLK NA NJIHOVO KAKOVOST Robert VEBERIČ, Zala ZORENČ, Martina PERŠIČ, Jerneja JAKOPIČ, Maja MIKULIČ PETKOVŠEK	9
SADJARSKE POVRŠINE V SLOVENIJI Matjaž BEBER, Irena VRHOVNIK, Andreja BRENCE, Alenka CAF, Ivan KODRIČ	15
MOŽNOST UPORABE ANALIZE SLIKE ZA OCENO CVETENJA IN ŠTEVILA PLODIČEV PRI NEKATERIH NOVEJŠIH SORTAH JABOLK Denis STAJNKO, Damijan KELC	21
DOLOČANJE GEOGRAFSKEGA POREKLA SADJA IN ZELENJAVE Rajko VIDRIH, Anja MAHNE OPATIČ, Nives OGRINC, Marijan NEČEMER, Janez HRIBAR	29
ZBIRANJE IN VREDNOTENJE GENSKIH VIROV OLJK V SLOVENIJI Viljanka VESEL, Alenka BARUCA ARBEITER, Dunja BANDELJ	37
IZVEDBA STARŠEVSKEGA TESTA Z MARKERJI EST-SSR IN DOLOČITEV NAJPOGOSTEJŠIH OPRAŠEVALNIH SORT OLJČNE SORTE 'ISTRSKA BELICA' Alenka BARUCA ARBEITER, Jernej JAKŠE, Dunja BANDELJ	45
IZBOLJŠANJE RODNEGA NASTAVKA ČEŠENJ ( <i>Prunus avium</i> L.) Z UPORABO 1-NAFTILOCETNE IN GIBERELINSKE KISLINE Matej STOPAR	51
KAKO ZMANJŠANJE LISTNE POVRŠINE VPLIVA NA TREBLJENJE PLODIČEV PRI JABLANI? Jerneja JAKOPIČ, Franček POLIČNIK, Robert VEBERIČ	57
KAKO POVEČATI OVESEK PRI HRUŠKI ( <i>Pyrus communis</i> L.) SORTE 'VILJAMOVKA'? Metka HUDINA, Jerneja JAKOPIČ	65
SPREMINJANJE KAKOVOSTI PLODOV RAZLIČNIH VRST JAGODIČJA MED ZORENEM Maja MIKULIČ PETKOVŠEK, Zala ZORENČ, Jan REŠČIČ, Robert VEBERIČ, Darinka KORON	75
POOBIRALNO TRETIRANJE SADJA Z LED SVETLOBO RAZLIČNIH VALOVNIH DOLŽIN Doris KOKALJ, Emil ZLATIC, Janez HRIBAR, Blaž CIGIČ, Rajko VIDRIH	81
DOSEGANJE UŽITNE ZRELOSTI NAMIZNEGA GROZDJA SORT VINSKE TRTE ( <i>Vitis</i> sp.) V SLOVENIJI Denis RUSJAN, Maja MIKULIČ PETKOVŠEK, Domen KJUDER, Radojko PELENGIČ, Andreja ŠKVARČ, Stanko VRŠIČ	87
OHRANJANJE AVTOHTONIH GENOTIPOV EVROPSKEGA PRAVEGA KOSTANJA ( <i>Castanea sativa</i> MILL.) V SLOVENIJI Gregor OSTERC, Anita SOLAR, Zlata LUTHAR	95
SLOVENSKI GENSKI VIRI OREHA: PROUČEVANJE, OHRANJANJE IN UVAJANJE V PRAKSO Anita SOLAR	101
SLIVA V SLOVENIJI – LE PRETEKLOST? Valentina USENIK	113
GENETSKA RAZNOLIKOST IN PRIMERJAVA FIG ISTRE S KOLEKCIJO USDA V KALIFORNIJI Tea KNAP, Dunja BANDELJ	121

VPLIV KRAJŠANJA ZELENIH POGANJKOV MALINE NA POTEK ZORENJA DVAKRAT RODNIH SORT 'AMIRA' IN 'POLKA'	
Darinka KORON	129
PRIMERNOST KOMBINACIJE ČASA GNOJENJA IN ODMERKA DUŠIKA ZA PRIDELAVO ČEŠENJ SORTE 'SUMMIT'	
Tatjana UNUK, Gregor TOMŠE, Andrej VOGRIN, Marijan SIRK, Mario LEŠNIK, Matjaž LERŠ, Stanislav TOJNKO	135
TRENDI PRI SKLADIŠČENJU SADJA	
Rajko VIDRIH, Emil ZLATIC, Janez HRIBAR	141
VPLIV RAZLIČNE INTENZIVNOSTI REZI NA RAST IN RODNOST ČEŠENJ ( <i>Prunus avium</i> L.) NA BUJNI PODLAGI	
Nikita FAJT, Erika KOMEL	147
POMEN VROČINSKIH VALOV V HORTIKULTURI	
Lučka KAJFEŽ BOGATAJ, Tjaša POGAČAR, Mateja ZALAR, Zalika ČREPINŠEK	153
FIZIOLOŠKI ODZIV OLJKE NA NAMAKANJE – IZKUŠNJE IZ POSKUSA DEKANI	
Dominik VODNIK, Damijana KASTELEC, Vesna ZUPANC, Maja PODGORNIK, Marina PINTAR, Bojan BUTINAR	159
VODNA BILANCA IN DEFICITNO NAMAKANJE V OLJKARSTVU	
Vesna ZUPANC, Maja PODGORNIK, Bojan BUTINAR, Marina PINTAR	165
VPLIV RAZLIČNIH REŽIMOV NAMAKANJA NA KAKOVOST PLODOV ŽLAHTNEGA JAGODNJAKA ( <i>Fragaria × ananassa</i> Duch.)	
Nika WEBER, Vesna ZUPANC, Jerneja JAKOPIČ, Robert VEBERIČ, Maja MIKULIČ-PETKOVŠEK, Franci ŠTAMPAR	173
VODNA BILANCA V NASADU ČEŠENJ Z RAZLIČNIMI PODLAGAMI	
Vesna ZUPANC, Nikita FAJT, Marina PINTAR	181
POMEN OBVLADOVANJA FITOPLAZEMSKÉ BOLEZNI METLIČAVOSTI JABLAN	
Barbara AMBROŽIČ TURK, Biserka DONIK PURGAJ, Gabrijel SELJAK, Mario LEŠNIK, Nataša MEHLE, Meta VIRANT DOBERLET, Marina DERMASTIA	187
VPLIV OLJČNEGA MOLJA <i>Prays oleae</i> (Bern) NA ZMANJŠANJE PRIDELKA OLJK	
Matjaž JANČAR, Viljanka VESEL	193
REZULTATI TESTIRANJA ALTERNATIVNIH ŠKROPILNIH PROGRAMOV ZA ZATIRANJE NAVADNE HRUŠEVE BOLŠICE ( <i>Cocopsylla pyri</i> L.) V SISTEMU PRIDELAVE HRUŠK »0.0 RESIDUE«	
Mario LEŠNIK, Tatjana UNUK, Stanislav VAJS, Stanislav TOJNKO	201
KAKOVOST NANOSA FFS V NASADU JABLAN V ODVISNOSTI OD HITROSTI VOŽNJE PRŠILNIKA	
Špela ZUPAN, Mario LEŠNIK	215
POKRITOST LISTOV S ŠKROPILNO BROZGO PRI ŠKROPLJENJU JABLANE Z RAZLIČNIMI PRŠILNIKI	
Martin MAVSAR, Gregor LESKOŠEK, Matej VIDRIH, Filip VUČAJNK	223
MOLEKULARNE METODE ZA SPREMLJANJE ODPORNOSTI NA INSEKTICIDE PRI OLJČNI MUHI ( <i>Bactrocera oleae</i> Gmelin)	
Matjaž HLADNIK, Andreja FRANCA, Dunja BANDELJ	231

POSKUS PRIDELAVE JAGOD ( <i>Fragaria x ananassa</i> Duch.) BREZ UPORABE BOTRITICIDOV Andrej VOGRIN, Tatjana UNUK, Stanislav TOJNKO	237
LIPOFILNI ANTIOKSIDANTI V KOŽICI IN MESU IZBRANIH SORT JABOLK ( <i>Malus domestica</i> Borkh. ) Helena ŠIRCELJ	243
SENZORIČNO OVREDNOTENJE OBETAVNIH SORT MALIN Pakeza DRKENDA, Adis OSMIĆ, Osman MUSIĆ, Nermina SPAHO	249
SPREMLJANJE MINERALOV V LISTIH OLJK ( <i>Olea europaea</i> L.) SORTE 'ISTRSKA BELICA' Viljanka VESEL, Tjaša JUG	251
VPLIV TOPLOTNE OBDELAVE NA STABILNOST PRIMARNIH IN SEKUNDARNIH METABOLITOV V AMERIŠKIH BOROVNICAH ( <i>Vaccinium corymbosum</i> L.) Zala ZORENČ, Robert VEBERIČ, Franci ŠTAMPAR, Darinka KORON, Maja MIKULIČ-PETKOVŠEK	259
FRUIT PLANTING MATERIAL STRUCTURE PRODUCED IN THE REPUBLIC OF SRPSKA (BiH) IN RELATION TO THE REQUIREMENTS OF FRUIT PRODUCERS Jelena DAVIDOVIĆ GIDAS, Gordana ĐURIĆ, Nikola MIČIĆ	265
NEW APRICOT CULTIVARS RESISTANT AGAINST PPV FROM CZECH REPUBLIC Tomáš KISS, Tomáš NEČAS, Ivo ONDRÁŠEK, Jan WOLF, Boris KRŠKA, Zdeněk VACHŮN	273
VPLIV REZI NA FIZIKALNE LASTNOSTI GROZDA IN KEMIJSKO SESTAVO GROZDNEGA SOKA ŽLAHTNE VINSKE TRTE SORTE 'VICTORIA' ( <i>Vitis vinifera</i> L.) Mersija DELIĆ, Agan KOJIĆ, Fikreta BEHMEN, Pakeza DRKENDA , Violeta DIMOVSKA, Saša MATIJAŠEVIĆ, Zorica RANKOVIĆ-VASIĆ	281
FIZIOLOŠKE IN METABOLNE SPREMEMBE V PLODOVIH KAKIJA MED MEDENJEM Martina PERŠIĆ, Robert VEBERIČ, Jerneja JAKOPIČ, Gregor BIZJAK, Metka HUDINA	283
KAKO FIZIOLOŠKE MOTNJE VPLIVAJO NA NOTRANJE PARAMETRE KAKOVOSTI JABOLK? Anka ČEBULJ, Maja MIKULIČ-PETKOVŠEK, Ana SLATNAR, Vlasta CUNJA, Robert VEBERIČ	291
VPLIV OPRAŠEVANJA NA PRIDELEK IN KAKOVOST PLODOV NAVADNE HRUŠKE ( <i>Pyrus communis</i> L.) SORT 'VILJAMOVKA' IN 'ABATE FETEL' Metka HUDINA, Jerneja JAKOPIČ	299
KOLIČINA IN KAKOVOST PRIDELKA NAVADNE HRUŠKE ( <i>Pyrus communis</i> L.) SORT 'VILJAMOVKA' IN 'ABATE FETEL' PRI RAZLIČNIH NAČINI NAMAKANJA Metka HUDINA, Franci ŠTAMPAR	307
VPLIV ZATRAVLJENOSTI TAL POD DREVESNO KROŠNJO NA PRIDELEK IN KAKOVOST JABOLK Ana SLATNAR, Iwona SYGUTOWSKA, Maria LICZNAR-MALANCZUK	317
VPLIV NAGIBA NASADA NA RAST DREVES IN KAKOVOST PLODOV JABLANE ( <i>Malus domestica</i> Borkh.) Zala ZORENČ, Robert VEBERIČ, Vesna ZUPANC	325
PROSTORSKA VARIABILNOST FIZIKALNIH IN KEMIČNIH LASTNOSTI TAL PO VZPOSTAVITVI NOVEGA NASADA V NAGIBU Zala ZORENČ, Helena GRČMAN, Robert VEBERIČ, Vesna ZUPANC	331
MODERN RASPBERRY AND Highbush BLUEBERRY PRODUCTION IN SERBIA – ACHIEVEMENTS AND TRENDS Jasminka MILIVOJEVIĆ, Mihailo NIKOLIĆ, Dragan RADIVOJEVIĆ	337

POMOLOGICAL AND QUALITATIVE CHARACTERISTICS OF PLUM CULTIVARS DELIVERED  
FROM *Prunus domestica*, *P. salicina*, *P. cerasifera* AND THEIR HYBRIDS  
Jan WOLF, Ivo ONDRÁŠEK, Tomáš KISS, Tomáš NEČAS 351

STROJNA REZ ŽLAHTNE JABLANE (*Malus domestica* Borkh.) SPOMLADI (RDEČI BALON) IN  
POLETI (12. LIST)  
Matjaž BEBER 359



## KONKURENČNA PRIDELAVA JABOLK V SLOVENIJI – PREŽIVETJE V NASLEDNJIH LETIH

Franci ŠTAMPAR<sup>1</sup>, Jerneja JAKOPIČ<sup>1</sup>, Valentina SCHMITZER<sup>2</sup>

### POVZETEK

Razmere v pridelavi jabolk v Evropi so se v zadnjih letih močno spremenile. Povprečni pridelki jabolk so na letni ravni že tretje leto presegli 12 milijonov ton. Zaradi geopolitičnih razmer je preko noči izpadel ruski trg, še nekoliko prej pa trg severne Afrike. Nenadoma se je pojavil presežek jabolk preko milijona ton. Ta količina je dodatno vplivala na zmanjšanje odkupnih cen. Na to so najboljši pridelovalci odgovorili s povečanjem pridelave in povprečnega hektarskega donosa. V Sloveniji s povprečnimi pridelki v najboljših intenzivnih nasadih zaostajamo za 20 do 30 % za evropskimi pridelki, medtem ko je investicija za postavitev novega nasada primerljiva. V Evropi ni meja za jabolko zato največji proizvajalci (Poljaki) diktirajo ceno, ki se giblje med 0,25 do 0,30 € za kg pakiranih jabolk vrhunske kakovosti. Če želimo ostati del evropskega trga moramo pridelavo jabolk pripeljati na tak tehnološki nivo, da bo naša lastna cena okrog 0,10 € nižja, kot je najnižja ponujena cena pakiranih jabolk v Evropi. Ali je to mogoče? Kaj je potrebno storiti, da to lahko dosežemo?

**Ključne besede:** pridelek, talno in foliarno gnojenje, strojna rez

## COMPETITIVE PRODUCTION OF APPLES IN SLOVENIA – SURVIVAL IN THE COMING YEARS

### ABSTRACT

The situation in European apple production has changed drastically over the recent years. Average yields of apples at the annual level exceeded 12 million tons for the third consecutive year. Due to altered geopolitical relationships the Russian market became inaccessible to European producers. North African markets destabilized a few years earlier. Suddenly a surplus of one million tons of apples appeared in Europe. This amount is further lowering the purchase prices of apples. Large apple producers responded by increasing production and average yield per hectare. In Slovenia, average yields of the best intensive orchards fail to reach the European standards by 20 to 30%. On the other hand, comparable investment costs are required for the development of a new orchard. In Europe, there are no boundaries for the apple market and so the biggest producers (Poles) dictate the price. This ranges between 0.25 and 0.30 € per kg of pre-packaged first-quality apples. If we want to retain a solid position in the European apple market, we need to advance to a higher technological level and produce apples at the production price of approx. 0.10 € less than the minimum purchase price of pre-packaged apples in Europe. Is this possible? What measures must be carried out to achieve this goal?

<sup>1</sup> Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Katedra za sadjarstvo, vinogradništvo in vrtnarstvo, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana

<sup>2</sup> Biotehniška fakulteta, Oddelek za krajinsko arhitekturo, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana

**Key words:** yield, soil and foliar nutrition, mechanical pruning

## 1. UVOD

V zadnjih 50-ih letih je bil velik napredek na področju pridelave jabolk. Razvili so se sistemi z veliko gostoto sajenja, s številnimi različicami gojitvenih oblik na osnovi ozkega vretena in sončne osi, znižala se je višina dreves. Kljub temu je do velikega izboljšanja v količini in kakovosti sadja prišlo predvsem zaradi napredka pri razumevanju razvoja dreves in plodov ter izboljšanju arhitekture dreves in oblikovanju krošnje, ki temeljijo na načelih fiziologije rastlin (Tustin, 2014).

Dorigoni in Micheli (2015) navajata, da so se v zadnjih 30 letih donosi stalno povečevali in v regijah, kjer je največja pridelava jabolk na svetu, dosegli rast od 30 do okoli 70 ton/ha. Pri nas teh pridelkov na ha še ne dosegamo, kar je posledica predvsem slabe vegetativne rasti v prvih letih po postavitvi novih nasadov. Zaradi poznega sajenja in nezadostne preskrbe s hranili v prvem letu je slabši prirast poganjkov in minimalen pridelek. Posledica je dobra diferenciacija rodnihih brstov in v drugem letu preobložena drevesa ter slaba vegetativna aktivnost, v tretjem letu spet sledi slabša rodnost in močna vegetativna rast, kar pripelje v alternativno rodnost dreves. In tako imamo v četrtem letu, ko bi morali imeti že poln rodni volumen, zgrajenega le dobri dve tretjini rodnega volumna in pridelke le 30-40 ton na hektar (Stampar in Jakopič, 2016; Stampar in Schmitzer 2012). Za pridelovalce gosto sajenih nasadov so pridelki v prvih letih po sajenju zelo pomembni za povrnitev stroškov investicije (Granatstein in sod., 2014).

Kaj storiti v našem sadjarstvu – pridelavi jablane, da bomo v naslednjih letih preživeli vse cenovne pritiske skupnega evropskega in svetovnega trga?

Odgovor je preprost. Pridelati v povprečju 70 ton jabolk prve kakovosti na hektar. Kaj je glavna ovira? Nizek nivo uporabe tehnološkega znanja in prepričanje, da smo dobri in drugačne tehnologije, ki jih uporabljajo v tujini, niso sprejemljive. Pomemben je odgovor na vprašanje: kaj smo v tehnologiji bistvenega spremenili v zadnjih 10 letih, 5 letih ali v zadnjem letu? Velikokrat se ponudi preprost odgovor: smo (pre)veliki tradicionalisti, ki ignorirajo nova znanja.

Stroški pridelave po ha so nekje na nivoju 10.000€ na rastno dobo. Pri pridelku jabolk 40 ton/ha to pomeni lastno ceno 0,25€ na kg jabolk, pri 50 t/ha 0,20€, pri 60 ton/ha cena za kg pade na 0,166€, pri 70 ton/ha pa je cena za kg samo 0,142€. Preprosta kalkulacija nam pokaže smer v katero je treba peljati tehnologijo.

Pridelovalne razmere so se zelo spremenile (zgodnejše pomladi ter visoke temperature oktobra in novembra). V rastni dobi imamo vsaj 60 fotosintetskih dni več. Po natančni analizi razmer Tustin (2014) ugotavlja, da so med glavnimi možnostmi na področju fiziološkega napredka v razvoju dvig potenciala rodnosti s povečanjem izrabe energije sončnega sevanja ter izkoriščanjem raznolikosti in oblikovanjem drevesnih krošenj, ki omogočajo čim večjo izrabo svetlobe v novih sistemih sajenja. Poleg neposrednega vpliva svetlobe na fotosintezo, tvorbo sladkorjev in posledično sekundarnih metabolitov, je za kakovosten razvoj pri jablani ključna zadostna osvetlitev. Za razvoj plodov primerne velikosti je potrebno vsaj 50 % razpoložljive sončne svetlobe, za primerno obarvanost plodov več kot 70 % in za uspešno diferenciacijo več kot 30 % sončne osvetlitve.

Poleg tega so velike spremembe na področju preskrbljenosti z vodo. V naših razmerah je padavin sicer dovolj, vendar imamo zaradi neenakomerne razporeditve (Pintar, 2003) suše lahko v marcu, aprilu, juniju, juliju, avgustu. Dotok mineralov iz tal je močno zmanjšan, pogosto popolnoma prekinjen. To vpliva na količino in kakovost pridelka ter posledično na diferenciacijo rodni brstov. Temperature nad 33 °C se lahko pojavijo že junija, običajne pa so v juliju in avgustu. Obdobja visokih temperatur so daljša od 3 dni, lahko trajajo celo več kot 10 dni. Nasprotno pa lahko izjemno velike količine padavin v zelo kratkem obdobju aprila, maja ali junija izperejo ves dušik, ki smo ga dali v tla.

Pri tehnologiji pridelave jabolk prevladuje prepričanje, da smo lahko uspešni le, če pravilno režemo, redčimo in namakamo sadovnjake. Popolnoma v drugem planu pa je postavitve novega nasada, njegova vegetativna aktivnost od prvega leta do polne rodnosti in prehrana jablan preko tal in listov. Prevladuje prepričanje, da je treba posaditi dobro sadiko, ki sama po sebi zagotavlja zgoden vstop v rodnost in takojšnje doseganje polne rodnosti. Tako so narejene odločilne napake pri napravi novih nasadov, s katerimi se ukvarjamo kasneje v letih polne rodnosti.

Največje napake storimo v prvih štirih letih po postavitvi nasada. Slabo pripravimo zemljišče (obdelava tal, talno gnojenje), prepozno sadimo in slabo spodbujamo razvoj koreninskega sistema (zaradi oddaje vlog za subvencije). Sadika naj bi v prvem letu prirasla vsaj 60 cm, a praviloma komaj preživi in iz vsakega odgnanega očesa se razvije rodni brst. Drugo leto nasadi navidezno dobro rodijo, vendar drevesa zaradi preveč plodov ne zrastejo dovolj. Zaradi preobloženosti in zmanjšane vegetativne aktivnosti drevo preide v alternativno rodnost. V tretjem letu drevo dobro raste, vendar je brez plodov. V četrtem letu, ko evropski sadjarji že dosežejo polno rodnost, pri nas bistveno zaostanemo za to količino - vsaj za 20 t/ha. Prva štiri leta skupno izgubimo približno 50 ton pridelka na ha, s čemer bi se praktično povrnila vsaj tretjina investicije. Ključne napake, ki jih storimo, so vezane predvsem na gnojenje prek tal in foliarno gnojenje.

Priprava tal je na nižjem tehnološkem nivoju, kot pred leti. Zanimarili smo večino elementov dobre kmetijske prakse pri pripravi tal. Dobri nasadi jablan so imeli pred 20 leti založenost tal s P v povprečju 25 mg/100 g tal in K 30 mg/100 g tal. Danes se zadovoljimo s polovičnimi vrednostmi. Takrat smo pridelali v dobrih nasadih 40-45 ton jabolk, danes pa pričakujemo, da jih bomo pridelali 70 ton po hektarju ob le polovici hranil v tleh. Drugega dela prehrane jablan pa še vedno nismo popolnoma osvojili, saj ga večinoma uporabljamo ob nepravilnih terminih in pri iskanju najcenejših alternativ tudi zgrešimo z izbiro pravih proizvodov. Lahko rečemo tudi drugače: takrat, ko je potencial v sadovnjaku 45 ton ali kakšna več, res ne bomo ugotovili nobenih posebnih učinkov dodatne prehrane preko listov, mogoče le malo manj grenkih peg zaradi prehrane bohotivk s Ca. Če v osnovi nimamo potenciala za več kot 50 ton/ha potem ga tudi s foliarnim gnojenjem ne bomo dosegli. Kaj spremeniti?

Tla je nujno pripraviti po principih dobre kmetijske prakse. Ob sajenju dodamo 50 % manjkajočih hranil založno – ostala v prvih treh letih do polne rodnosti. Optimalna vrednost pri pH 6 - 6,5 je okrog 25 mg P/100 g tal in 30 mg K/100 g tal. Sajenje obraščenih sadik je optimalno izvesti od decembra do januarja oziroma najpozneje do februarja. Ob sajenju dodamo snovi za takojšnjo obnovo korenin. Ko se začne vegetativna rast pa dodamo še huminske kisline in dušik v vsaj 3 - 5 obrokih v različnih oblikah do 20. junija. Foliarno prehrano razdelimo na dva dela, spomladanski in jesenski odmerek. Prvi del rastne dobe (od brstenja do konca junija) s foliarnim gnojenjem vplivamo na dobro oploditev, delitev celic v plodičih in maksimalni sprejem kalcija v plodiče oziroma v liste. Hkrati pa foliarna prehrana

močno okrepi sadno rastlino, tako da je bistveno bolj odporna na potencialne stresne situacije in posledično manj občutljiva za napad boleznih in škodljivcev.

Za doseganje velikih in kakovostnih pridelkov je nujno poznavanje fiziologije rastlin in razvoja plodov. Pri jabolani zgodnje eksponentno priraščanje plodov pripisujejo povečanju števila celic, kasnejše linearno povečevanje mase plodov pa povezujejo z večanjem volumna celic. Izmerjene razlike v končni velikosti plodov med redčenimi in neredčenimi drevesi pripisujejo predvsem medsebojni konkurenci plodičev za ogljikove hidrate v fazi celičnih delitev (Lakso in sod., 1999), saj je potencialna rast plodov in končna velikost plodov ob obiranju odvisna predvsem od števila celic v plodu. To je dokončno določeno že v prvih nekaj tednih po cvetenju. Plodovi z majhnim številom celic, ki so ostali na preobloženih drevesih zaradi prepozne ali neustreznega redčenja, nikoli ne morejo nadoknaditi zamujenega in doseči ustrezne velikosti ploda (Lakso in Goffinet, 2013). Prevelik ovesek na drevesu ni vzrok le manjšega pridelka slabše kakovosti v istem letu, ampak vpliva tudi na slabše povratno cvetenje, kar posledično privede do alternative rodnosti (Lakso in Corelli Grappadelli, 1992), ki je še posebej pereč problem pri sortah, nagnjenih k alternativni rodnosti (Costes in sod., 2003, Jackson in sod., 2011).

Izredno pomembno je, da redčenje izvedemo pravi čas. Prej ko je izvedeno, večji je njegov učinek. Večina redčenja v praksi po navadi izkoristi centralni (kraljevski) cvet, ki je po velikosti v prednosti pred stranskimi plodiči. To je eden od razlogov, zakaj je uporaba sredstev za redčenje priporočena v fazi F1, ko je v večini cvetnih šopov odprt in oplojen le kraljevi cvet (Fallahi in Willemsen, 2002; Jakopic in sod., 2015).

Pri tem se poslužujemo prej omenjenega znanja o razvoju plodičev in hkrati natančno upoštevamo vremenske razmere, lego sadovnjaka in sortiment. Pri kemičnem redčenju ni stalnega uporabnega recepta, ampak je treba sproti zelo natančno spremljati vremenske razmere ter rast in razvoj plodičev (Stampar in Jakopič, 2016).

Od brstenja do sredine junija tako dodajamo aminokislino, P, alge, titan, B, Si, (N+P), (P+Ca) in Ca. Pričakovana rast provodnika v prvi fazi je vsaj 40 cm do konca rastne dobe še dodatnih 20 cm (slika1). Na drevesu v prvem letu ostane vsaj 15 plodov (3 kg), kar pomeni vsaj 10 ton pridelka v prvem letu.

V drugem delu rastne dobe pa skrbimo za razvoj barve plodov. Razvoj rdeče barve plodov spodbudimo z dodajanjem P+Ca 20 dni pred obiranjem in drugega odmerka še 10 dni pred obiranjem. Razvoj zelene barve ('Granny Smith'; 'Zlati delišes') pa spodbudimo z dodajanjem Mn in N. Jesenska aplikacija fosforja in kalcija vpliva na obarvanost plodov. Dvakratno škropljenje dreves sorte 'Braeburn' (5 in 3 tedne pred predvidenim obiranjem) s Phostrate Ca (0,5% koncentracije) je značilno vplivalo na boljšo obarvanost plodov, ki je posledica 75 % večje vsebnosti antocianov v primerjavi s kontrolnimi plodovi (Bizjak in sod., 2013).

Po 20. avgustu izvedemo gnojenje z N v tla in 3-kratno foliarno gnojenje s P+K za diferenciacijo rodnihih brstov.

Takoj po obiranju izvedemo strojno rez, da dodatno osvetlimo drevo in povečamo kakovost diferenciranih brstov. Strojna rez krošnje je več kot le tehnika rezi z manj delovne sile; je učinkovit način za doseg sistema sadne stene in oblikovanje arhitekture drevesa. S tem se veje sproti pomlajujejo spodbuja se razvoj plodov na robu krošnje (Dorigoni in Micheli, 2015) Izvedba strojne rezi krošnje v ustreznem času ima večji učinek na umiritev rasti kot katerikoli kemični pripravek (Dorigoni, 2013).

V primeru vzgoje "sadne stene" ne potrebujemo več ročne rezi, ročnega redčenja in upogibanja vej. Obenem je obiranje enostavnejše, obstaja pa celo možnost strojnega obiranja z robotskimi rokami. Drevesa lahko mehanično redčimo, režemo in mehanično uničujemo tudi plevele. Poleg tega je uporaba sredstev za zaščito manjša, kar ima posredno še pozitiven vpliv na manjšo obremenitev okolja. Posebej je treba poudariti, da je krošnja bistveno ožja, osvetlitev plodov in listov optimalna (ni plodov v krošnji) in s tem izenačena in večja kakovost plodov, kot pri prejšnjih gojitvenih oblikah (Stampar in Jakopič, 2016).

Zaradi vse večjih stroškov delovne sile imajo ti sistemi obetajočo prihodnost, čas pa bo pokazal, v katero smer jih bomo razvijali in kako uspešni bomo (Stampar in Jakopič, 2016).

Ob koncu rastle dobe pred prvim resnim mrazom dodamo še Zn, B in N na list. V drugem letu (slika 2) dodamo v tla tisto, kar nam manjka do idealne založenosti. Na list pa podoben program kot v prvem letu, samo količino podvojimo, ker se nam je podvojil volumen drevesa. Seveda po potrebi prilagodimo posamezne minerale v odvisnosti od učinka, ki ga želimo doseči (diferenciacija rodni brstov, vegetativna rast). V drugem letu moramo doseči pridelke med 20 in 30 tonami na ha. Tako velike razlike nastanejo zaradi potenciala sorte in različnih tipov sadik. V tretjem letu povečamo foliarni program dodatno za 1/3 zaradi povečanega volumna. V tla dodamo tisto količino hranil, ki še manjka in tisto kar smo odvzeli s pridelkom. Tudi v tem letu (slika 3) mora biti povprečen prirast vsaj 60 cm. Pridelki pa so med 50 in 55 tonami. Četrto leto je leto polne rodnosti (slika 4). Pričakovani pridelki so na nivoju 70 ton na ha prve kakovosti. Izvajamo maksimalen foliarni program (razlike med sortami - rdeče, zelene), prav tako v tla dodamo tisto, kar smo odvzeli s pridelkom.

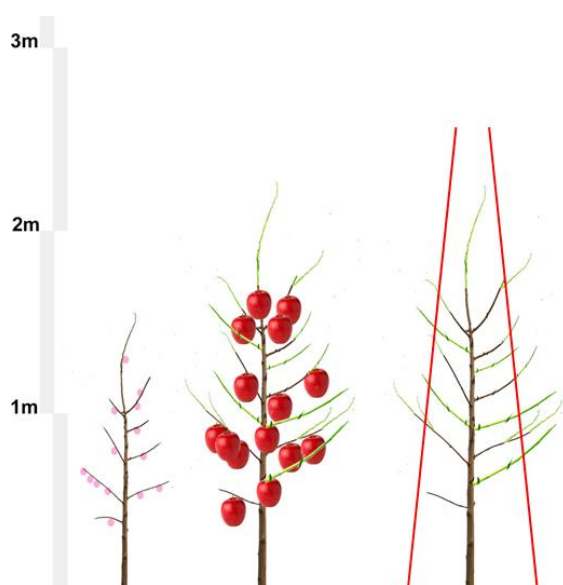
#### 4. ZAHVALA

Raziskava je del programa Hortikultura P4-0013-0481, ki ga financira Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije (ARRS).

#### 5. VIRI

- Bizjak J., Weber N., Mikulič Petkovšek M., Slatnar A., Štampar F., Alam Z., Stich K., Halbwirth H., Veberič R. 2013. Influence of Phostrade Ca on colour development and anthocyanin content of 'Braeburn' apple (*Malus domestica* Borkh.). HortScience, 48: 193-199.
- Costes E., Sinoquet H., Kelner J. J., Godin C. 2003. Exploring within-tree architectural development of two apple tree cultivars over 6 years. Ann. Bot., 91: 91-104.
- Dorigoni A., Micheli F. 2015. The fruit wall: are tall trees really necessary? EFM, 06: 10-13.
- Dorigoni A. 2013. The fruiting wall: From hedging to window mechanical pruning. <http://glexpo.com/summaries/2013summaries/AppleI.pdf> (4. 1. 2017)
- Fallahi E., Willemsen K. M. 2002. Blossom thinning of pome and stone fruit. HortScience, 37: 474-477.
- Granatstein D., Andrews P., Groff A. 2014. Productivity, economics, and fruit and soil quality of weed management systems in commercial organic orchards in Washington State, USA. Organic Agriculture, 4: 197-207.
- Jackson D., Looney N., Morley-Bunker M., Thiele G. 2011. Temperate and Subtropical Fruit Production. Third ed. CABI, Wallingford, UK: 350 str.
- Jakopic J., Zupan A., Eler K., Schmitzer V., Stampar F., Veberic R. 2015. It's great to be the King: Apple fruit development affected by the position in the cluster. Sci Hortic., 194: 18-25.

- Lakso A. N., Corelli-Grappadelli L. 1992. Implications of pruning and training practices to carbon partitioning and fruit development in apple. *Acta Hort.*, 322: 231–240.
- Lakso A. N., Goffinet M. C. 2013. Apple fruit growth. *New York Fruit Quarterly*, 21, 1: 11–14.
- Lakso A. N., Wunsche J. N., Palmer J. W., Corelli-Grappadelli L. 1999. Measurement and modeling of carbon balance of the apple tree. *Hortscience*, 34: 1040-1047.
- Pintar M. 2003. Osnove namakanja s poudarkom na vrtninah in sadnih vrstah v severovzhodni Sloveniji. Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano: 49 str.
- Stampar F., Jakopič J. 2016. Modern apple fruit production. *Acta Hort.*, 1139: 419-424.
- Štampar F., Schmitzer V. 2012. Kakšno letno vegetativno rast jablane potrebujemo za doseganje polne rodnosti v četrtem letu? Zbornik referatov 3. Slovenskega sadjarskega kongresa z mednarodno udeležbo, Krško, 21.-23. november 2012. Ljubljana, Strokovno sadjarsko društvo Slovenije: 179-185.
- Tustin D. S. 2014. Future orchard planting systems – Do we need another revolution? *Acta Hort.*, 1058: 27-36.

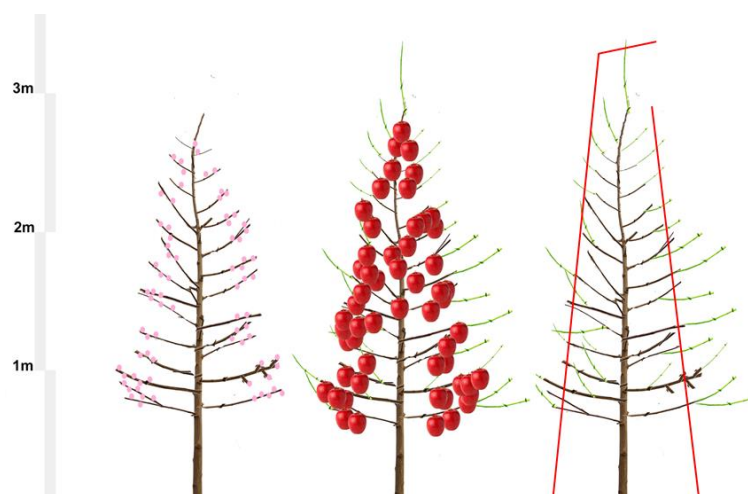


Slika 1: Jablana v prvi rastni dobi.

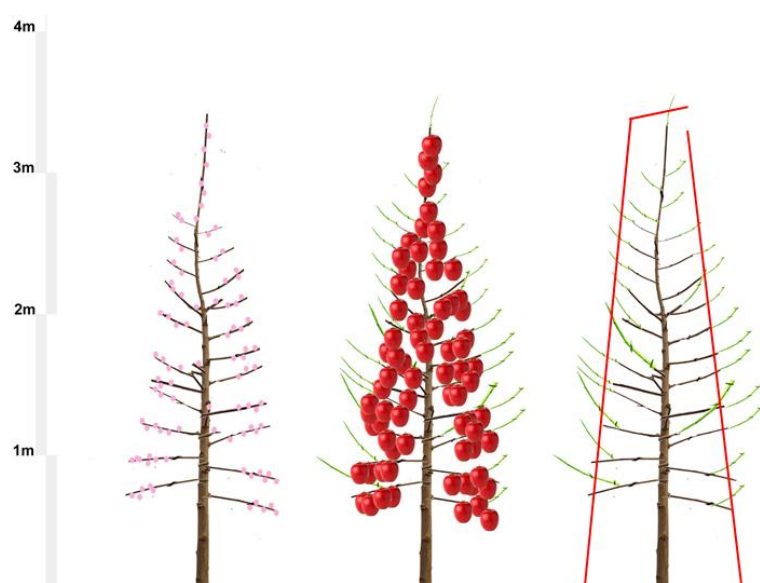
Figure 1: Apple tree in the first growing season.



Slika 2: Jablana v drugi rastni dobi.  
Figure 2: Apple tree in the second growing season.



Slika 3: Jablana v tretji rastni dobi.  
Figure 3: Apple tree in the third growing season.



Slika 4: Jablana v četrti rastni dobi.

Figure 4: Apple tree in the fourth growing season.



## VPLIV VELIKOSTI JABOLK NA NJIHOVO KAKOVOST

Robert VEBERIČ<sup>1</sup>, Zala ZORENČ<sup>1</sup>, Martina PERŠIČ<sup>1</sup>, Maja MIKULIČ-PETKOVŠEK<sup>1</sup>

### POVZETEK

Jabolka so med najbolj zaželenim sadjem pri potrošnikih, zaradi njihovega dobrega okusa, hranilne vrednosti in vsebnosti za zdravje koristnih snovi. Naša hipoteza v raziskavi je bila, da lahko velikost plodov vpliva na različne parametre njihove kakovosti. To hipotezo smo testirali na štirih sortah ('Zlati delišes', 'Jonagold', 'Idared' in 'Elstar'). Plodove smo obrali v tehnološki zrelosti in jih razdelili v pet velikostnih razredov: 50-60 mm, 61-70 mm, 71-80 mm, 81-90 mm in >91 mm. Na primeru drobnoplodne sorte 'Elstar' smo imeli samo tri razrede, pri sorti 'Zlati delišes' pa štiri. Na splošno so imeli manjši plodovi večjo vsebnost skupnih analiziranih fenolnih snovi. To je bilo opazno zlasti pri sorti 'Jonagold'. Večja vsebnost fenolnih snovi je bila predvsem posledica večje vsebnosti flavanolorov, ki so lahko pokazatelj slabše zrelosti plodov. To je bilo potrjeno tudi z večjo trdoto majhnih plodov, manj pa z vsebnostjo sladkorjev, ki se med različnimi velikostnimi razredi ni bistveno razlikovala. Večja vsebnost flavanolorov ima lahko za posledico nekoliko bolj trpek okus plodov, kar je pri potrošnikih manj zaželeno. Večja vsebnost flavanolorov lahko zaradi trpkega okusa, ki ga povzročajo, pomeni manj okusne plodove za potrošnike. Naši rezultati potrjujejo pravilo, da je nujno potrebno plodove večine sorte obirati postopoma, če želimo, da so v optimalni zrelosti in ustrezno kakovostni na volj o potrošnikom.

**Ključne besede:** fenoli, sladkorji, organske kisline, trdota

### INFLUENCE OF FRUIT SIZE ON THEIR QUALITY

#### ABSTRACT

Apples are one of the most desired fruit among buyers, because of their good taste as well as their nutritional and health benefits. Our hypothesis in the study was that fruit size can influence the fruit quality parameters. This was tested on four different apple cultivars ('Golden Delicious', 'Jonagold', 'Idared' and 'Elstar'). Fruits were picked at commercial harvest and divided into five classes according to their size: 50-60 mm, 61-70 mm, 71-80 mm, 81-90 mm and > 91 mm. In the case of 'Elstar', as a small-sized fruit cultivar, only first three and in the case of 'Golden Delicious' only 4 size classes were present. In general, smaller fruit showed higher content of total analysed phenolics. This was especially evident in 'Jonagold' cultivar. This higher content was mainly due to higher content of flavanols which could indicate that the fruits were less ripe. This was confirmed also by higher firmness of the smaller fruit and less with total analysed sugars which remained quite constant among the size classes. Higher content of flavanols could negatively influence the fruit taste as they cause astringent sensation which is not desired by the consumers. Our results confirm the rule that subsequent picking in certain cultivars is necessary to ensure optimal ripeness of the fruit and their optimal quality.

<sup>1</sup> Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Katedra za sadjarstvo, vinogradništvo in vrtnarstvo, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana

**Key words:** phenolics, sugars, organic acids, fruit firmness

## 1. UVOD

Jabolka spadajo med sadje, ki je pri potrošnikih zelo zaželeno. Potrošniki cenijo jabolka odlične kakovosti in jih uživajo tudi zaradi vitaminov, mineralov in drugih za zdravje koristnih snovi (Bizjak in sod., 2012). Pri kakovosti plodov ločimo zunanjo in notranjo kakovost. Zunanja kakovost je tisto, kar kupci zaznavajo s svojimi očmi. Sem gotovo spadajo velikost plodov, obarvanost, oblika plodov (De Salvador in sod., 2006) in nepoškodovanost kože. Med notranjo kakovost pa poleg trdote plodov spada tudi vsebnost metabolitov. Pri tem so zlasti pomembni sladkorji in organske kisline, ki so glavne snovi, ki določajo sladk oz. kisel okus sadja. Med glavne, zdravju koristne snovi v jabolkih prištevamo fenolne snovi. Med njimi so zlasti pomembni antocianini in flavonoli kot pigmenti, medtem ko vsebnost flavanolov vpliva na trpek okus sadja. Poleg teh skupin so pomembne še hidroksicimetne kisline in dihidrohalkoni (Mikulič-Petkovšek in sod., 2010). Na parametre kakovosti vplivajo številni dejavniki. V grobem jih lahko razdelimo na genetske dejavnike oz. lastnosti sorte in podlage ter na vplive okolja. Slednje lahko v dobršni meri uravnavamo s samo tehnologijo pridelave (Mikulič-Petkovšek in sod., 2010).

V raziskavi nas je zanimala povezava med velikostjo plodov in drugimi kakovostnimi parametri. Velikost plodov je neposredno povezana tudi s prihodkom sadjarja (De Salvador in sod., 2006), saj večji plodovi ob enakem številu pomenijo večji hektarski donos. Zato končno velikost plodov skušamo z različnimi tehnikami napovedati že zelo zgodaj v rastni dobi (Zadravec in sod., 2013). Za končno velikost plodov je tako že odločilno, koliko cvetov se bo oplodilo, kakšno bo naravno trebljenje in tehnološki ukrepi, ki bodo uravnali ovesek (Jakopič in sod., 2015). Za trženje jabolk so predpisani minimalni tržni standardi, ki poleg izgleda predpisujejo tudi minimalno velikost plodov, ki je 60 mm ali 90 g oziroma 50 mm in 70 g, če plodovi vsebujejo minimalno 10,5 °Brix topne suhe snovi (EU Št. 543/2011). Hoteli smo preveriti koliko so ti standardi upravičeni s stališča kakovosti plodov, saj različni potrošniki zahtevajo različno velikost plodov in nekateri za svoj namen preferirajo manjše plodove, drugi pa večje. Hipotezo, da velikost plodov vpliva na njihovo kakovost smo testirali pri štirih različnih sortah.

## 2. MATERIAL IN METODE

Poskus smo izvedli v jeseni 2014 na plodovih štirih različnih sort ('Elstar', 'Zlati delišes', 'Jonagold' in 'Idared') cepljenih na podlago 'M9'. Plodove smo obrali v sadovnjaku na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani v tehnološki zrelosti za vsako sorto in jih po obiranju razdelili na velikostne razrede: 50-60 mm, 61-70 mm, 71-80 mm, 81-90 mm in > 91 mm. V primeru drobnoplodne sorte 'Elstar' smo imeli samo tri velikostne razrede, pri sorti 'Zlati delišes' pa štiri razrede. Plodovom smo izmerili trdoto (11 mm bat).

Sladkorje, organske kisline in fenole smo iz plodov ekstrahirali po metodi opisani v članku Slatnar in sod. (2014). Pri tem smo ekstrakcijo naredili samo v mesu ploda. Kožico in peščiče smo odstranili. Za ekstrakcijo sladkorjev in organskih kislin smo uporabili bidestilirano vodo, za ekstrakcijo fenolov pa metanol, ki je vseboval 1% 2,6-di-tert-butyl-4-methylphenol (BHT, za preprečitev oksidacije). Fenole smo ekstrahirali s pomočjo ohlajene ultrazvočne kopeli, sladkorje in kisline pa s pomočjo stresalnika pri sobni temperaturi. Po ekstrakciji smo vzorce centrifugirali in prefiltrirali v vialo. Vse vzorce smo analizirali s

pomočjo HPLC sistema kot je opisano v članku Slatnar in sod. (2014). Snovi smo identificirali na podlagi njihovega karakterističnega spektra, z dodajanjem in primerjavo s standardi ter pri fenolnih snoveh tudi s pomočjo masnega spektrometra Thermo Electron LCQ Deca XP MAX z elektrosprej ionizacijo (ESI). Vsebnost smo izrazili kot skupne analizirane fenole, sladkorje, organske kisline v mg kg<sup>-1</sup> SM (sveže mase).

Rezultate smo statistično obdelali s pomočjo programa Statgraphics 4.0. Uporabili smo enosmerno analizo variance (ANOVA) in razlike med velikostnimi razredi znotraj posamezne sorte testirali s pomočjo Duncanovega testa mnogoterih primerjav pri  $\alpha < 0,05$ .

### 3. REZULTATI IN RAZPRAVA

Kot pričakovano so imeli manjši plodovi večjo trdoto. To je bilo statistično značilno za vse sorte. Ker so bili vsi plodovi izbrane sorte obrani sočasno, so bili manjši plodovi nekoliko manj zreli in so bili po trdoti nad priporočeno mejo za tehnološko zrelost. Hkrati pa so največji plodovi bili že pod priporočeno trdoto za tehnološko zrelost. To je bilo zlasti opazno pri sorti 'Jonagold', ki ima priporočeno trdoto glede na Tehnološka navodila za pridelovanje jabolk (Kodrič in sod., 2013) med 6,5-7,5 kg/cm<sup>2</sup>. Samo plodovi med 61-80 mm so imeli primerno trdoto, medtem ko so imeli plodovi pod 60 mm preveliko trdoto, plodovi nad 81 mm pa premajhno. To govori v prid temu, da je nujno potrebno sorte večkrat obirati, če želimo plodove optimalne zrelosti. Plodovi sorte 'Idared' so zaradi zelo ozke priporočene trdote (7,0-7,5 kg/cm<sup>2</sup>) z izjemo najmanjših plodov vsi imeli premajhno izmerjeno trdoto. Različno zrelost je potrebno upoštevati pri interpretaciji nadaljnjih rezultatov.

Med plodovi različnih velikostnih kategorij je bilo manj razlik v vsebnosti skupnih sladkorjev, kot smo pričakovali. Statistično značilne razlike so bile prisotne samo pri sorti 'Idared', kjer je vsebnost sladkorjev z velikostjo plodov statistično značilno naraščala. Največ sladkorjev smo izmerili pri sorti 'Jonagold'. Prav tako nismo dobili pričakovanih rezultatov pri vsebnosti organskih kislin. Domnevali smo namreč, da bodo manjši plodovi bolj kisli, pa temu ni bilo tako. Manjši plodovi so imeli nekoliko manjše vsebnosti organskih kislin. Sta pa po pričakovanju sorti 'Elstar' in 'Idared' izstopali po vsebnosti kislin. Za razliko od naših rezultatov Mikulič-Petkovšek in sod. (2016) poročajo, da so debelejšje jagode iz zgornjega dela grozda belega, rdečega in črnega ribeza imele večje vsebnosti sladkorjev, organskih kislin in vitamina C.

Pričakovano so bile vrednosti skupnih analiziranih fenolnih snovi v mesu bistveno nižje kot v kožici ploda, ki pa je v tej študiji nismo analizirali. Vsebnost snovi v kožici je lahko tudi do nekaj sto-krat večja kot v mesu (Veberič in sod., 2005; Čebulj in sod., 2017). Po vsebnosti fenolnih snovi je izstopala sorta 'Idared', najmanj pa jih je imela sorta 'Elstar'. Pokazalo se je, da imajo manjši plodovi večje vsebnosti fenolnih snovi v mesu kot plodovi iz večjih velikostnih kategorij. To je predvsem na račun večje vsebnosti flavanolov (podatki niso prikazani). Flavanolni vsebujejo monomere katehin in epikatehin ter njihove polimere in prispevajo ob večji vsebnosti k nekoliko bolj trpkemu okusu sadja. Na primeru sort 'Elstar' in 'Zlati delišes' so bile te razlike med velikostnimi razredi manjše kot pa pri ostalih dveh sortah, kjer je opaziti značilen padec fenolov z naraščanjem velikosti plodov. Tudi v tem primeru je manjša vsebnost skupnih analiziranih fenolov v plodovih iz večjih velikostnih kategorij posledica manjše vsebnosti flavanolov. Na primeru češenj so Usenik in sod. (2015) ugotovili, da je vsebnost snovi v plodu bolj povezana z obarvanostjo plodov kot pa z velikostjo plodov. Velikost plodov ni vplivala na povprečno vsebnost skupnih fenolov in večine analiziranih fenolnih skupin. Nasprotno so Khalid in sod. (2016) poročali, podobno kot v naši raziskavi,

da so imeli manjši plodovi citrusov večjo vsebnost skupnih fenolnih snovi v primerjavi z večjimi plodovi.

#### 4. ZAHVALA

Raziskava je del programa Hortikultura P4-0013-0481, ki ga financira Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije (ARRS).

#### 5. VIRI

- 543/2011/EU: Izvedbena uredba Komisije (EU) št. 543/2011 z dne 7. junija 2011 o določitvi podrobnih pravil za uporabo Uredbe Sveta (ES) št. 1234/2007 za sektorja sadja in zelenjave ter predelanega sadja in zelenjave.
- Bizjak J., Slatnar A., Štampar F., Veberič R. 2012. Changes in quality and biochemical parameters in 'Idared' apples during prolonged shelf life and 1-MCP treatment. *Food Science and Technology International*, 18: 569–577.
- Čebulj A., Cunja V., Mikulič-Petkovšek M., Veberič R. 2017. Importance of metabolite distribution in apple fruit. *Scientia Horticulturae*, 214: 214–220.
- De Salvador F. R., Fisichella M., Fontanari M. 2006. Correlations between fruit size and fruit quality in apple trees with high and standard crop load levels. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 14: 113-122.
- Jakopič J., Zupan A., Eler K., Schmitzer V., Štampar F., Veberič R. 2015. It's great to be the King: Apple fruit development affected by the position in the cluster. *Scientia Horticulturae*, 194: 18–25.
- Khalid S., Malik A. U., Khan A. S., Shahid M., Shafique M., 2016. Tree age, fruit size and storage conditions affect levels of ascorbic acid, total phenolic concentrations and total antioxidant activity of 'Kinnow' mandarin juice. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96: 1319-1325.
- Mikulič-Petkovšek M., Slatnar A., Štampar F., Veberič R. 2010. The influence of organic/integrated production on the content of phenolic compounds in apple leaves and fruits in four different varieties over a 2-year period. *Journal of the science of food and agriculture*, 90: 2366–2378.
- Mikulič-Petkovšek M., Koron D., Veberič R. 2016. Quality parameters of currant berries from three different cluster positions. *Scientia Horticulturae*, 210: 188–196.
- Slatnar A., Licznar-Malanczuk M., Mikulič-Petkovšek M., Štampar F., Veberič R. 2014. Long-term experiment with orchard floor management systems: influence on apple yield and chemical composition. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62: 4095–4103.
- Usenik V., Štampar F., Mikulič Petkovšek M., Kastelec D. 2015. The effect of fruit size and fruit colour on chemical composition in 'Kordia' sweet cherry (*Prunus avium* L.) *Journal of Food Composition and Analysis*, 38: 121-130.
- Veberič R., Trobec M., Herbinger K., Hofer M., Grill D., Štampar F. 2005. Phenolic compounds in some apple (*Malus domestica* Borkh.) cultivars of organic and integrated production. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85: 1687–1694.
- Zadravec P., Veberič R., Štampar F., Schmitzer V. 2013. Fruit size prediction of four apple cultivars: Accuracy and timing. *Scientia Horticulturae*, 160: 177–181.

Preglednica 1: Kakovostni parametri plodov različnih velikostnih razredov pri sorti 'Elstar' (povprečna vrednost  $\pm$  standardna napaka). Različne črke v stolpcih označujejo statistično značilne razlike pri  $\alpha < 0,05$ .

Table 1: Fruit quality parameters of different size classes at cultivar 'Elstar' (average  $\pm$  standard error). Different letters in columns indicate statistical significant differences at  $\alpha < 0.05$ .

Velikostni razred	Trdota ploda (kg/cm <sup>2</sup> )	Skupni sladkorji (g/kg)	Skupne kisline (g/kg)	Skupni analizirani fenoli (mg/kg)
50-60 mm	6,48 $\pm$ 0,05 a	83,3 $\pm$ 3,4 a	8,6 $\pm$ 1,2 b	124,3 $\pm$ 9,0 b
61-70 mm	5,92 $\pm$ 0,05 b	82,5 $\pm$ 3,0 a	5,7 $\pm$ 0,4 a	79,7 $\pm$ 6,5 a
71-80 mm	5,37 $\pm$ 0,04 c	79,9 $\pm$ 4,3 a	6,4 $\pm$ 0,8 ab	87,8 $\pm$ 8,7 a

Preglednica 2: Kakovostni parametri plodov različnih velikostnih razredov pri sorti 'Zlati delišes' (povprečna vrednost  $\pm$  standardna napaka). Različne črke v stolpcih označujejo statistično značilne razlike pri  $\alpha < 0,05$ .

Table 2: Fruit quality parameters of different size classes at cultivar 'Golden Delicious' (average  $\pm$  standard error). Different letters in columns indicate statistical significant differences at  $\alpha < 0.05$ .

Velikostni razred	Trdota ploda (kg/cm <sup>2</sup> )	Skupni sladkorji (g/kg)	Skupne kisline (g/kg)	Skupni analizirani fenoli (mg/kg)
50-60 mm	8,22 $\pm$ 0,08 a	85,5 $\pm$ 3,4 a	3,8 $\pm$ 0,4 a	230,8 $\pm$ 17,7 a
61-70 mm	6,86 $\pm$ 0,07 b	89,2 $\pm$ 3,4 a	3,0 $\pm$ 0,2 a	190,2 $\pm$ 9,7 a
71-80 mm	7,06 $\pm$ 0,09 b	91,5 $\pm$ 2,9 a	5,1 $\pm$ 0,5 b	198,0 $\pm$ 7,3 a
81-90 mm	6,90 $\pm$ 0,06 b	92,9 $\pm$ 1,2 a	4,9 $\pm$ 0,3 b	194,1 $\pm$ 12,4 a

Preglednica 3: Kakovostni parametri plodov različnih velikostnih razredov pri sorti 'Jonagold' (povprečna vrednost  $\pm$  standardna napaka). Različne črke v stolpcih označujejo statistično značilne razlike pri  $\alpha < 0,05$ .

Table 3: Fruit quality parameters of different size classes at cultivar 'Jonagold' (average  $\pm$  standard error). Different letters in columns indicate statistical significant differences at  $\alpha < 0.05$ .

Velikostni razred	Trdota ploda (kg/cm <sup>2</sup> )	Skupni sladkorji (g/kg)	Skupne kisline (g/kg)	Skupni analizirani fenoli (mg/kg)
50-60 mm	8,40 $\pm$ 0,09 a	97,3 $\pm$ 2,4 a	3,6 $\pm$ 0,5 a	271,4 $\pm$ 11,4 b
61-70 mm	6,77 $\pm$ 0,05 b	94,4 $\pm$ 2,0 a	4,2 $\pm$ 0,2 ab	120,1 $\pm$ 30,1 a
71-80 mm	6,71 $\pm$ 0,04 b	92,4 $\pm$ 1,1 a	4,8 $\pm$ 0,2 b	111,9 $\pm$ 27,5 a
81-90 mm	5,67 $\pm$ 0,07 c	91,9 $\pm$ 1,8 a	4,6 $\pm$ 0,2 b	86,9 $\pm$ 18,7 a
>91 mm	5,51 $\pm$ 0,03 c	91,8 $\pm$ 2,6 a	4,3 $\pm$ 0,1 ab	66,3 $\pm$ 14,1 a

Preglednica 4: Kakovostni parametri plodov različnih velikostnih razredov pri sorti 'Idared' (povprečna vrednost  $\pm$  standardna napaka). Različne črke v stolpcih označujejo statistično značilne razlike pri  $\alpha < 0,05$ .

Table 4: Fruit quality parameters of different size classes at cultivar 'Idared' (average  $\pm$  standard error). Different letters in columns indicate statistical significant differences at  $\alpha < 0.05$ .

Velikostni razred	Trdota ploda (kg/cm <sup>2</sup> )	Skupni sladkorji (g/kg)	Skupne kisline (g/kg)	Skupni analizirani fenoli (mg/kg)
50-60 mm	7,78 $\pm$ 0,06 a	75,3 $\pm$ 3,3 a	5,1 $\pm$ 0,1 a	593,3 $\pm$ 64,8 c
61-70 mm	6,43 $\pm$ 0,04 b	81,8 $\pm$ 2,0 ab	5,8 $\pm$ 0,4 ab	501,1 $\pm$ 47,8 bc
71-80 mm	5,59 $\pm$ 0,09 c	85,4 $\pm$ 2,4 bc	6,5 $\pm$ 0,4 b	351,5 $\pm$ 53,8 ab
81-90 mm	5,00 $\pm$ 0,05 d	85,7 $\pm$ 1,5 bc	5,9 $\pm$ 0,1 ab	286,5 $\pm$ 51,6 a
>91 mm	5,65 $\pm$ 0,06 c	90,5 $\pm$ 2,3 c	6,7 $\pm$ 0,5 b	268,2 $\pm$ 47,6 a



## SADJARSKE POVRŠINE V SLOVENIJI

Matjaž BEBER<sup>1</sup>, Irena VRHOVNIK<sup>2</sup>, Andreja BRENCE<sup>3</sup>, Alenka CAF<sup>4</sup>, Ivan KODRIČ<sup>5</sup>

### POVZETEK

Zgodovino slovenskega sadjarstva sta zaznamovala dva pomembna dogodka: reforme Marije Terezije in sajenje gostih nasadov. Posledica slednjega je bil razvoj slovenskega sadjarstva, ki je v obdobju med leti 2000 in 2004 doseglo vrh. Nato so površine intenzivnih nasadov jablan, breskev in hrušk pričele upadati. Povečevati so se pričele površine nasadov oljk, orehov, češenj in jagodičastega sadja. Žal ostajajo povprečni hektarski donosi nizki. Pridelovalci orehov so se povezali v dobro organizirano strokovno društvo, katero je ob podpori strokovnih služb doseglo velike pozitivne spremembe v gojenju orehov. Za povišanje hektarskih donosov je potrebno povezovanje pridelovalcev in večja učinkovitost strokovnih služb, ki z gledno deluje v proizvodnji orehov.

**Ključne besede:** sadjarstvo, sadne vrste, jablana, breskev, oljke, orehi, češnje, jagodičevje

### OCHARDS AREA IN SLOVENIA

#### ABSTRACT

Slovenian history of fruit growing was marked by two major events: the reforms of Maria Theresa and the dense planting. The latter resulted in the development of Slovenian fruit production, which reached its climax in the period between 2000 and 2004. After this period, the orchards of apples, peaches and pears began to decline. The orchards of olives, walnuts, cherries and berry fruit began to increase. Unfortunately, the average yield per hectare remains low. In the production of walnuts, the growers established a well-organized professional association which, supported by professional services resulted in significant positive changes in the cultivation of walnuts. In order to increase the yield per hectare it is necessary to bring together the growers and increase the efficiency of expert services as in the production of walnuts as an exemplary model to follow.

**Key words:** plant production, fruit species, apple, peach, olive, walnuts, cherries, berry fruits

#### 1. UVOD

Prve sadeže so na Primorsko pripeljali Rimljani (oljke, breskve, mandelj). V celinski Sloveniji beležimo začetek sadjarstva šele v srednjem veku (vrtovi s sadnim drevjem v okviru samostanov in graščin). Slovensko sadjarstvo je zaživel z reformami Marije Terezije. Za

<sup>1</sup> KGZS Zavod Maribor, Sadjarski center Maribor, Gačnik 77, 2211 Pesnica pri Mariboru

<sup>2</sup> KGZS Zavod Nova Gorica, Ulica 15 maja 17, 6000, Koper

<sup>3</sup> KGZS Zavod Novo Mesto, Šmihelska 14, 8000 Novo mesto

<sup>4</sup> KGZS Zavod Ljubljana, Gospodinjska ulica 6, 1000 Ljubljana

<sup>5</sup> KGZS Zavod Nova Gorica, Pri hrastu 18, 5000, Nova Gorica

razcvet sadovnjakov na Slovenskih tleh je v bistvu glavni krivec Jožef II sin Marije Terezije, ki je prek državnih kmetijskih družb začel navajati podložnike h gojenju sadnega drevja. Posledica tega je bil razvoj sadjarstva v 19. stoletju: učenje sadjarstva v osnovnih šolah, prve slovenske knjige... Konec 19 stoletja smo Slovenci pridelovali sadje na 22 000 ha površin. Začelo se je raziskovalno delo in njegove rezultate so skušali s tečaji in posveti prenesti v sadovnjake. Žal je gospodarska kriza v poznih dvajsetih letih vplivala negativno tudi na razvoj slovenskega sadjarstva. Po drugi svetovni vojni je prišlo do ustanovitve kmetijskih inštitutov (Maribor 1946, Ljubljana 1954), Agronomske visoke in višje šole (Ljubljana 1947, Maribor 1960) in srednjih kmetijskih šol (po letu 1954). Te institucije so pospešile razvoj strokovnega znanja, žal so v proizvodnji ostajali travniški sadovnjaki z nizko in manj kakovostno pridelavo sadja (Smole, 2004). Leta 1970 je prof. Kravos s svojo ekipo pod okriljem poslovne skupnosti za sadje, v proizvodnjo jablan pričel vpeljevati nov sistem sajenja (gosto sajenje) (Kravos, 2016). Obnove sadovnjakov so se povečevale do leta 2000, ko smo v proizvodnji jablan dosegli največjo letno obnovo 147 ha. Gosto sajenje jablanovih nasadov je sprožilo tudi gostejše sajenje pri ostalih sadnih vrstah, kar je privedlo do večjih količin in boljše kakovosti sadja na trgu. Danes je v Sloveniji 23,5 % obdelovalnih površin, od katerih zasedajo sadovnjaki 2,6 %.

## 2. MATERIAL IN METODE

Podatki so pridobljeni iz registra intenzivnih sadovnjakov ministrstva za kmetijstvo gozdarstvo in prehrano Republike Slovenije (RS). Zbrani podatki zajemajo časovno obdobje med leti 2000 in 2015. Podatke smo s pomočjo programa Excel uredili v podatkovne baze po sadnih vrstah. Posamezne sadne vrste so prikazane po površinah pridelave, površinah obnove, številu pridelovalcev in deležu sadnih vrst. Te podatke smo primerjali s podatki iz rabe zemljišč, oziroma s podatki pridobljenih iz terena s pomočjo svetovalcev svetovalne službe. Podatki pridobljeni iz terena temeljijo na oceni in prikazujejo okvirno oceno odstopanja registra od stanja na terenu.

## 3. REZULTATI IN RAZPRAVA

Leta 2000 je bilo v RS 9892 ha površin posajenih s travniškimi nasadi in 5387 ha intenzivnih nasadov. Po 15 letih so se površine travniških nasadov zmanjšale na 4906 ha površine intenzivnih nasadov pa povečale na 5467 (6775) ha (preglednica 1). Leta 2000 je bila najbolj zastopana sadna vrsta jablana (57%), sledile so breskve (14%), oljke (11%), hruške (7%) in češnje (3%) (slika 1). Po petnajstih letih je upadel delež jablan (45%), breskev (7,1%) in hrušk (4,3%), povečale so se površine oljk (19,1 %), orehov (4,9 %), češenj (3,9%), jagod (2,1) in marelic (1,7%) (slika 2). Ob primerjavi podatkov iz registra z dejanskim stanjem na terenu, močno odstopajo površine oljk in orehov (slika 3). Po podatkih s terena so v večini primerov neregistrirani majhni (pod 1 ha) nasadi oljk in orehov. Največ pridelovalcev prideluje jablane, oljke, breskve in češnje. Delež površin z ekološko proizvodnjo je najvišji pri manj zastopanih sadnih vrstah in pri oreh (preglednica 2). Največji delež površin je namakan pri jagodi (74%) sledi malina, breskev, ameriška borovnica in hruška. Pod protitočno mrežo je največji delež nasadov pri borovnici (48%) sledi jablana, namizno grozdje in malina (preglednica 3). V zadnjih letih pridelovalci iščejo rešitve v drugih sadnih vrstah. Mnogi sadijo jagodičevje, kjer je vodilna sadna vrsta jagoda, sledi borovnica, malina in namizno grozdje (preglednica 4). Od ostalih sadnih vrst je največ površin kakija, leske, aronije in slive (preglednica 5). Hektarski donosi pri pomembnejših sadnih vrstah (preglednica 6) prikazujejo nizke donose. Povprečna velikost sadjarske kmetije je bila leta 2015 6,6 hektarjev.



Iz podatkov je razvidno, da velik del pridelovalcev sadjarske površine uporablja kot vir dodatnega zaslužka. Malo je pridelovalcev katerim je sadjarstvo osnovni vir dohodka. Posledica takega stanja so nizki hektarski donosi. Površine tradicionalnih sadnih vrst, kot so jabolane, hruške in breskve se zmanjšujejo, povečujejo se površine oljk, orehov, češenj in jagodičja. Delež sadovnjakov v ekološki pridelavi, predvsem pri manj zastopanih sadnih vrstah se povečuje. Žal hektarski donosi ne dosegajo povprečnih donosov razvitih sadjarskih dežel. Izjema je sadna vrsta oreh, kjer so pridelovalci z zglednim sodelovanjem in dobro strokovno podporo dosegli velike pozitivne spremembe. V sled temu se kaže potreba po boljšem sodelovanju med pridelovalci in reorganizaciji strokovnih služb v smeri večje strokovne učinkovitosti.

#### 4. ZAHVALA

Zbiranje podatkov je kljub naši majhnosti zelo oteženo, saj podatki iz registra odstopajo od dejanskega stanja na terenu. za pomoč pri zbiranju podatkov se zahvaljujemo Saši Belaj in Viljanki Vesel.

#### 5. VIRI

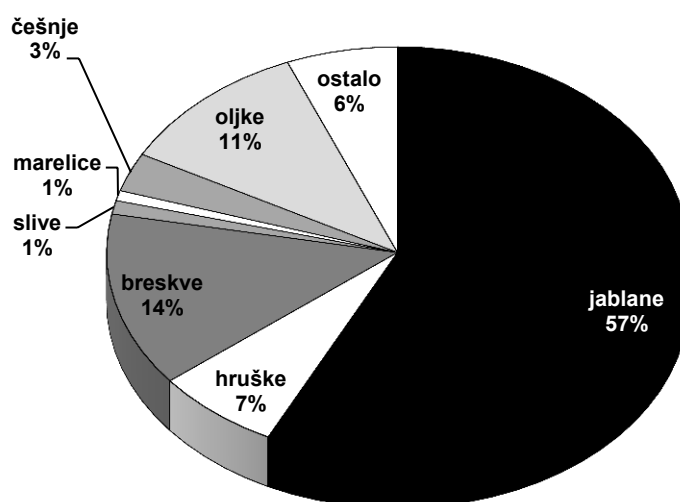
Smole J., Maček J. 2004. Razvoj sadjarstva kot panoge skozi čas. V: Zbornik referatov 1. Slovenskega sadjarskega kongresa z mednarodno udeležbo, Krško, 24. – 26. marec 2004. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Katedra za sadjarstvo: 7-29.

Register Ministrstva za kmetijstvo Republike Slovenije. 2016.

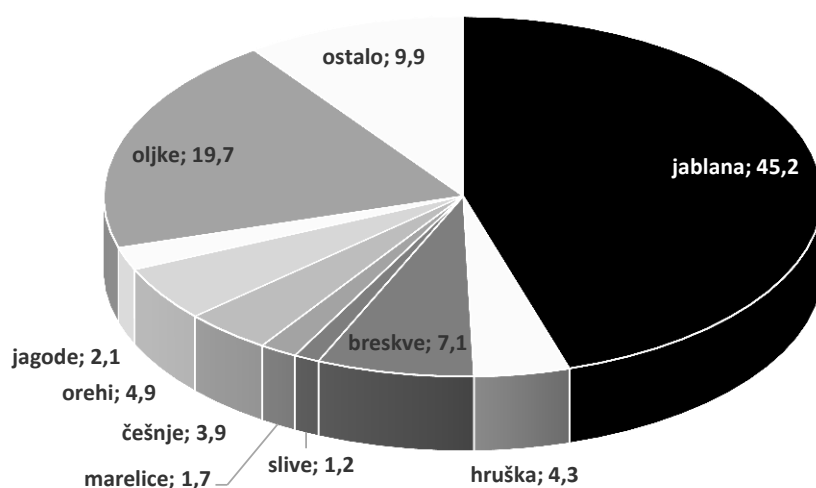
Kravos A. 2016. Razvoj gostega sajenja jablanovih nasadov v Sloveniji. 12. Lombergarjev sadjarski posvet

Evidenca dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč

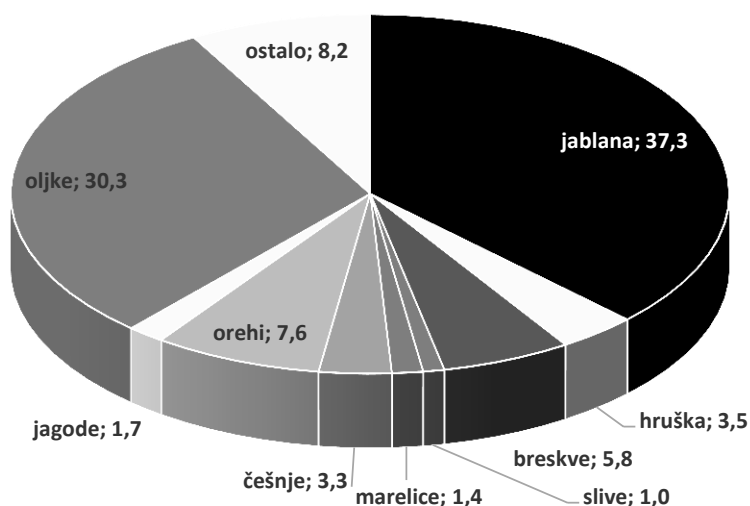
[http://www.mkgp.gov.si/si/delovna\\_podrocja/kmetijstvo/kmetijski\\_trgi/oljčno\\_olje/](http://www.mkgp.gov.si/si/delovna_podrocja/kmetijstvo/kmetijski_trgi/oljčno_olje/) (15. 12. 2016)



Slika 1: Delež sadnih vrst v Slovenskih sadovnjakih za leto 2000.  
Figure 1: The proportion of fruit species in Slovenia for year 2000.



Slika 2: Delež sadnih vrst v Slovenskih sadovnjakih za leto 2015 – register.  
Figure 2: The proportion of fruit species in Slovenia for year 2015 – register.



Slika 3: Delež sadnih vrst v Slovenskih sadovnjakih za leto 2015 – stanje s terena.  
Figure 3: The proportion of fruit species in Slovenia for year 2015 – actual state.

Preglednica 1: Površine sadovnjakov (ha) v Sloveniji za leti 2000 in 2015.  
Table 1: Orchard areas (ha) in Slovenia for years 2000 and 2015.

Nasadi/leto	2000	2015
Travniški	9892	4906
Intenzivni	5367	5467 (6775*)

\*upoštevane so površine, ki izhajajo iz dejanske rabe

Preglednica 2: Površine sadovnjakov (ha) po sadnih vrstah, število pridelovalcev in deležu pridelovalcev za leto 2015.

Table 2: Orchard areas (ha) by fruit species and proportion of producers for year 2015.

Sadna vrsta	Površina (ha)	Število pridelovalcev	Delež pridelovalcev	Delež površin v ekološki pridelavi
Jablana	2466	985	14,9	5,8
Oljka	1098 (2136*)	2327	35,1	10
Breskve/Nektarine	385	675	10,2	1,9
Orehi	269 (500*)	243	3,7	23,8
Hruške	233	300	4,5	3,6
Češnje	215	559	8,4	2,4
Jagodičje	220	236	3,6	6,7
Ostalo	581	1300	19,6	74,3

\*upoštevane so površine, ki izhajajo iz dejanske rabe

Preglednica 3: Delež sadovnjakov oskrbovan z namakalnim sistemom in pokrit s protitočno mrežo za leto 2015.

Table 3: Proportion of orchard under irrigation and under hailnet for year 2015.

Sadna vrsta		Namakano	Proti točna mreža
PEČKARJI	jablana	11,53	44,69
	hruška	32,14	14,64
	ostalo	4,37	0,03
KOŠČIČARJI	breskev	41,55	5,12
	nektarina	2,67	0,01
	češnja	13,59	3,24
	ostalo	3,45	1,25
LUPINASTO SADJE	oreh	1,02	0,00
	ostalo	2,04	0,15
JAGODIČJE	jagoda	74,11	5,99
	ameriška borovnica	33,67	48,67
	malina	42,93	19,89
	namizno grozdje	13,73	25,32
	ostalo	1,90	0,17
	ostalo	11,89	2,03

Preglednica 4: Površine sadovnjakov (ha) pri jagodičju in drugih sadnih vrstah za leti 2013 in 2015.  
Table 4: Orchard areas (ha) for berry fruits and other fruits species for years 2013 and 2015.

Skupina	Leto		Skupina	Leto	
	2013	2015		2013	2015
JAGODIČJE	2013	2015	DRUGE SADNE VRSTE	2013	2015
Jagoda	93,48	111,53	Asimina	0,00	5,45
Borovnica	22,95	48,46			
Namizno grozdje	10,96	19,09			
Malina	8,09	23,79			
Robida	1,12	6,56			
Črni ribez	1,20	2,75			
Goji jagoda	0,50	11,64			
Rdeči ribez	0,33	3,68			
Aronija	0,00	68,74			
Sibirska borovnica	0,00	5,10			
Rakitovec	0,00	4,23			
Dren	0,00	2,77			
Kosmulje	0,00	2,17			
Taybeery	0,00	1,44			
Josta	0,00	0,69			

Preglednica 5: Površine sadovnjakov (ha) pri ostalih sadnih vrstah za leti 2013 in 2015.  
Table 5: Orchard areas (ha) other fruits species for years 2013 and 2015.

Skupina	Leto		Skupina	Leto	
	2013	2015		2013	2015
PEČKARJI	2013	2015	KOŠČIČARJI	2013	2015
Kutina	1,34	7,32	Slive	30,46	62,54
Nashi	0,06	3,42	LUPINASTO SADJE		
Nešplja	0,30	2,25	Leska	61,61	84,05
Skorš	0,00	0,98	Kostanj	8,66	21,88
			Oreh	8,53	7,91
TOPLOTNO ZAHTEVNE SADNE VRTE					
Granatno jabolko	0,12	4,42			
Kaki	51,36	117,01			
Smokva	5,44	25,34			
Aktinidija – Kivi	10,33	22,06			
Feijoja	0,00	0,44			
Žižula	0,00	5,46			
Murva	0,00	3,31			
Mandarinovec	0,13	2,43			

Preglednica 6: Pridelek (t/ha) pri pomembnejših sadnih vrstah za obdobje 2000 – 2014.  
Table 6: Yield (t/ha) by more important fruits species for years 2000 – 2014.

	Povprečje	Minimum	Maksimum
Jabolka	27,04	14,10	34,00
Breskve in nektarine	15,63	2,80	20,70
Marelice	7,31	1,30	12,10
Češnjje	6,66	0,40	8,90
Orehi	3,16	0,50	8,02
Jagoda	18,95	4,80	22,70
Hruške	16,47	6,70	22,20

## MOŽNOST UPORABE ANALIZE SLIKE ZA OCENO CVETENJA IN ŠTEVILA PLODIČEV PRI NEKATERIH NOVEJŠIH SORTAH JABOLK

Denis STAJNKO<sup>1</sup>, Damijan KELC<sup>1</sup>

### POVZETEK

V nasadu jablan Sadjarskega centra Maribor v Gačniku smo ocenili število cvetov in število plodičev pri treh sortah jablan 'Mairac', 'Dalinbel' in 'Kanzi' s pomočjo analize slike in jo primerjali z ročnim štetjem. Namen poskusa je bil oceniti natančnost avtomatskega štetja cvetov in plodov v zgodnjih razvojnih fazah in možnost zamenjave ročne metode, s hitrejšo metodo analize slike. Metoda je bila preizkušena v štirih razvojnih fazah pri obeh sortah (rdeči balon, polno cvetenje, pred redčenjem plodičev in po junijskem redčenju plodičev). Rezultati so predstavljeni s Pearsonovim koeficientom linearne korelacije. Pri sorti 'Mairac' je znašal v času rdečega balona  $r = 0,33$ , v fazi polnega cvetenja  $r = 0,37$ , pri plodičih pred redčenjem  $r = 0,27$  in v fazi plodičev po redčenju  $r = 0,14$ . Nizka vrednost koeficienta v vseh opazovanih fazah kaže na šibko linearno povezavo, zato metoda ni dovolj natančna. Pri sorti 'Dalinbel' je znašal v fazi rdečega balona  $r = 0,38$ , v fazi polnega cvetenja  $r = 0,67$ , v fazi pred redčenjem plodičev  $r = 0,30$  in v fazi po redčenju plodičev  $r = 0,55$ . Dokaj uporabne ocene pri tej sorti smo dobili v fazi polnega cvetenja, v ostalih razvojnih fazah jabolk pa metoda analize slike ni ponudila uporabnih ocen. Pri sorti 'Kanzi' je znašal v fazi rdečega balona  $r = 0,62$ , v fazi polnega cvetenja  $r = 0,60$ , v fazi pred redčenjem plodičev  $r = 0,13$  in v fazi po redčenju plodičev  $r = 0,33$ . V fazi rdečega balona in polnega cvetenja smo pri tej sorti dobili uporabne ocene metode analize slike. Ob dodatnem izboljšanju metode analize slike in programa za štetje cvetov plodičev in plodov lahko predstavlja opisana metoda alternativo dosedanjim metodam ročnega štetja.

**Ključne besede:** 'Dalinbel', 'Mairac', 'Kanzi', analiza slike, sadje, napoved, štetje.

### THE POSSIBILITY OF IMAGE ANALYSIS FOR EVALUATION OF FLOWERING AND NUMBER OF FRUITS IN SOME NEW APPLE VARIETIES

#### ABSTRACT

In the Fruit growing center Gačnik, Maribor, we wanted to predict the yield of three apple varieties 'Mairac', 'Dalinbel' and 'Kanzi' by using the image analysis. We estimated the number of flowers and fruitlets with the automatic flower counting method based on image analysis and compared it with manual counting. The aim of the experiment was to estimate the accuracy of automatic counting of flowers and fruitlets in the early developing stages and the possibility of replacing the current manual method with the faster method of image analysis. The method was tested in four development phases (a red balloon, full flowering, T-

---

<sup>1</sup> Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede, Katedra za biosistemsko inženirstvo, Pivola 30, 2310 Hoče, Slovenija, E-mail: denis.stajnko@um.si

stage of fruits and after fruit thinning in June). The results were introduced by the Pearson linear correlation coefficient. The low value of the coefficient ( $r < 0.50$ ) in the variety 'Mairac' indicates a weak linear relationship in all observation phases, so that the method is not precise enough. For the variety 'Dalinbel' the method of image analysis offers very useful forecast in the phase of full blossom ( $r = 0.67$ ), however in the following stages the method did not bring high accuracy. For the variety 'Kanzi' the method of image analysis offers very useful forecast in the phase of red balloon ( $r = 0.62$ ), and full blossom ( $r = 0.60$ ). With additional improvements, the tool of image analysis might be a perfect substitution for manual flower and early fruitlets counting.

**Key words:** apple, 'Dalinbel', 'Mairac', 'Kanzi', image analysis, fruits, yield, prediction, counting

## 1. UVOD

Ugodno podnebje in tla so razlogi za dolgoletno tradicijo gojenja jablan v Sloveniji. S količino in kakovostjo pridelka morajo domači pridelovalci nenehno konkurirati ponudnikom kakovostnega sadja iz tujine. Na kakovosten in obilen pridelek vplivajo vremenske razmere in tehnološki ukrepi. Spomladi se sadjarji pogosto srečujejo s preobilnim cvetnim nastavkom, kar povzroča droben in boleznim ter škodljivcem izpostavljen pridelek. Poruši se tudi razmerje med rastjo in rodnostjo, kar velikokrat privede do alternativne rodnosti. Pri jablani se pojavlja trebljenje, ko del cvetnega nastavka in plodičev odpade že med rastjo, kar traja do konca junija. Pri intenzivni sadjarski pridelavi to ne zadošča za količinsko in kakovostno ustrezen pridelek, zato je pomemben dodatni ukrep redčenje cvetov in plodičev (Štampar in sod., 2005).

Za redčenje cvetnega nastavka se uporabljajo mehanske in kemijske metode. Postopek mehanskega odstranjevanja poteka s posebnim ometalcem cvetov. Z njim lahko ob skrbni pripravi in izvedbi postopka odstranimo od 25 do 30 % cvetov (Strojno ..., 2016)

Jablane praviloma kemijsko redčijo v treh terminih, pri čemer je izredno pomembna temperatura in zračna vlaga. Optimalna temperatura v času redčenja naj bi bila med 15 °C in 18 °C, in visoka zračna vlaga, da je izhlapevanje nanešene raztopine za redčenje manjše. Uporaba kemijskih sredstev za redčenje zahteva veliko izkušenj in ni vedno dovolj učinkovita (Črnko in sod., 1995).

Velik problem pri natančnem doziranju kemičnih sredstev predstavlja pravilna ocena števila cvetov oziroma velikosti cvetnega nastavka, saj je štetje cvetov in plodičev zamudno ročno opravilo. Sodobna digitalna tehnika se je v preteklosti že uspešno vpeljala za zgodnje napovedovanje pridelka jabolk in hrušk in omogoča hitro in enostavno zajemanje vseh vzorcev z digitalnim fotoaparatom ter hitro obdelavo le-teh v laboratoriju (Stajniko in Vindiš, 2011).

Zaradi nenatančnega določevanja predvidene letne količine jabolk so Stajniko in sod. (2004) začeli razvijati in uvajati nov način napovedovanja pridelka jabolk s pomočjo avtomatizacije štetja plodičev. Ta deluje na principu pridobivanja vzorcev s pomočjo digitalne tehnologije in računalniške analize. Umetni vid, ki je novejše računalniško orodje za ugotavljanje gostote, velikosti in zdravja rastlin v kmetijstvu omogoča v kratkem času zajeti veliko število vzorcev in daje natančne rezultate (Stajniko in sod., 2004). Gre za računalniško orodje, ki se dandanes

pogosto uporablja v preciznem kmetijstvu z namenom ugotavljanja gostote, velikosti, zdravstvenega stanja ter ostalih parametrov rastlinske proizvodnje. Z nadaljnjim razvijanjem umetnega vida bo mogoče informacije za potrebe rastlinske proizvodnje pridobivati še hitreje (Jimenez in sod., 1999).

Zgodnja prognoza pridelka ima velik pomen za pridelovalce, saj je treba zagotoviti dovolj delovne sile za spravilo, primerne skladiščne kapacitete ter tržne kanale za prodajo pričakovanih količin. Pridelovalci bodo lahko konkurenčnejši na globalnih trgih sadja tudi s pomočjo sodobnejših mehanizmov prognoze pridelkov v zgodnjih fazah razvoja (Stajniko in Vindiš, 2011).

Združenje pridelovalcev jabolk in hrušk WAPA (World Apple and Pear Association) pripravlja vsakoletne napovedi pridelka jabolk in hrušk za večino svetovnih pridelovalk sadja. Cilj napovedi je čim natančnejša ocena prihajajoče letine v obdobju po junijskem trebljenju. Doseči želijo oceno pridelka, katere odstopanje ne bi presegalo  $\pm 5\%$ . Metode za ocenjevanje pridelka jabolk se razlikujejo od države do države. Najpogosteje se uporablja metoda ročnega štetja in bavendorfska metoda (Stajniko in Vindiš, 2011).

Namen prispevka je predstaviti rezultate testiranja metode analize slike za napovedovanje števila cvetov in plodičev pri treh novejših sortah jablan: 'Dalinbel', 'Mairac' in 'Kanzi'.

## 2. MATERIAL IN METODE

V poskus smo vključili 20 jablan sorte 'Mairac', 'Dalinbel' in 'Kanzi'. Jablana sorte 'Dalinbel' se trži pod blagovno znamko Antares in spada v skupino jablan, odpornih na škrlup ter izvira iz Francije. Nastala je s križanjem sorte 'Elstar' in nosilcem odpornosti na škrlup s selekcijsko oznako x3191. Sorta je bila žlahtnjena pod okriljem INRA (Institut National de la Recherche Agronomique – francoski nacionalni inštitut za raziskave v agronomiji) in ELARIS iz Francije.

Jablana sorte 'Mairac' izhaja iz Švice in spada med novejše sorte in je nastala s križanjem sorte 'Gala' in 'Maigold' (1986). Uvrščajo jo med bolj priljubljene sorte jabolk predvsem zaradi njenega trdnega mesa (Godec in sod., 2011).

Belgijska sorta 'Kanzi' je rezultat sodelovanja drevesnice Nicolai in sadjarskega centra Univerze v Leuvnu. Rast drevesa je srednje bujna. Vstop v rodnost je zgođen. Plodovi so srednje veliki in zelo izenačeni. Oblika plodov je okroglo kopasta. Je dvobarvna sorta s prikupno živo rdečo krovno barvo. Sorto odlikuje tudi izredna skladiščna sposobnost. Zori v času 'Zlatega delišesa'. Zaradi postopnega obarvanja plodov se priporoča večkratno obiranje. Tržno ime sorte 'Kanzi' je vzeto iz južnoafriškega jezika in pomeni skriti zaklad (Sadje ..., 2016).

Fotografiranje in ročno štetje cvetov, plodičev in plodov smo vedno izvajali v vidnem polju 1 m<sup>2</sup> (slika 1), tako da smo pred vsako drevo namestili lesen okvir, dimenzij 1 x 1 m, na višino 90 cm od tal. Na okvir je bila pritrjena tenis žogica, ki je služila kot objekt standardne velikosti, velikosti 65 mm. Objekt standardne velikosti smo potrebovali za kasnejši preračun površine zajete fotografije v dejanske mere. Fotografije smo poskušali vedno zajeti iz oddaljenosti dveh metrov in poravnati s središčem opazovanega okvirja. Pri ročnem štetju smo si pomagali z mehanskim števcem.

Fotografiranje in štetje smo izvedli z namenom ugotovitve odstopanja metode avtomatskega štetja v posameznih fazah razvoja jabolk, saj se v obdobju od cvetenja do obiranja spreminjajo velikost, barva in oblika cvetov, plodičev in plodov.

Algoritem programa za avtomatsko šteje cvetov, plodičev in plodov je napisan v programskem okolju Labview 7.0 Imaq Vision 6.1. in je primeren za operacijski sistem Windows. Program Labview 7.0. je namenjen analizi grafičnih podatkov. Grafično okolje programa je sestavljeno iz knjižnice za uvoz in shranjevanje fotografije. Vse fotografije v RGB obliki že vsebujejo tri ravnine (rdeča, modra in zelena). Nato se pretvorijo v binarno sliko (Stajniko in sod., 2004).

Program za štetje cvetov in plodičev vsebuje sedem sklopov (slika 2). V sklop 1 se vnesejo značilnosti nasada. Sklop 2 prikazuje izračune števila dreves in rodne površine dreves na hektar. V sklopu 3 so podani trenutni rezultati, ki jih poda program. Sklop 5 je knjižnica za uvoz in shranjevanje fotografij, ki jih mora obdelati računalnik. Sklop 6 predstavlja nastavitve spodnje in zgornje meje segmentacije slike z upragovanjem. Sklop 7 predstavlja velikost posameznih delcev, ki jih kot cvetove zazna in prešteje računalnik, in velikost žogice, izraženo v slikovnih elementih (piksljih).

Obdelava fotografij poteka v več stopnjah. Najprej, na prvi fotografiji v seriji s pomočjo računalniške miške izmerimo premer tenis žogice v piksljih, zato da računalnik preračuna velikost cvetov in plodičev v realne enote – mm. Originalna RGB slika vsebuje tri osnovne barve (rdečo, zeleno, modro), vendar se pred nadaljnjo uporabo izloči modra slika. V drugem koraku iz določene osnovne slike (rdeče ali zelene) s pomočjo ročnega upragovanja ustvarimo binarno sliko, na kateri so z rdečo barvo predstavljeni objekti (cvetovi) in s črno barvo podlaga. Na ta način se izloči veliko motenj oziroma objektov, ki bi ovirali štetje cvetov. V zadnjem koraku odstranimo še vse vidne elemente, ki niso podobni obliki cvetov. Kočni rezultat algoritma so prešteta socvetja, prikazana na sliki 3.

Dobljene rezultate računalniških meritev je program izvozil v Excel obliko, kamor smo dodatno vnesli še rezultate ročnih meritev in jih statistično obdelali z računalniškim programom IBM SPSS 21. Statistične razlike med obravnavanji smo ugotavljali s pomočjo korelacijskega koeficienta in linearno povezanost dveh spremenljivk smo izrazili s pomočjo Pearsonovega koeficienta ( $r$ ). Kadar je vrednost Pearsonovega koeficienta pod 0,6 gre za šibko linearno povezavo, kadar je vrednost med 0,6 in 0,8, govorimo o srednje močni povezavi in kadar je vrednost nad 0,8, govorimo o močno koreliranih spremenljivkah.

### 3. REZULTATI IN RAZPRAVA

V fazi rdečega balona je model težko ocenil natančno število socvetij pri sorti 'Mairac', saj je bila vrednost Pearsonovega koeficienta (0,33) majhna. Pri polnem cvetenju je bila korelacija med računalniško dobljenimi rezultati in ročnim štetjem prav tako šibka. Žal je tudi pri plodičih pred redčenjem znašal  $r_{x_3y_3} = 0,27$ . V fazi plodičev po redčenju je  $r_{x_4y_4} = 0,14$ . Vrednost Pearsonovega koeficienta korelacije pri sorti 'Mairac' je v vseh fazah zelo majhna, zato rezultati niso dovolj natančni, da bi lahko algoritem s svojimi trenutnimi nastavitvami uporabljali za napovedovanje količine pridelka pri sorti 'Mairac' v praksi. Večinoma so odstopanja med ročnim štetjem in računalniško analizo rezultat prekrivanja socvetij in plodičev jablan. Vzrok je tudi v zeleni barvi plodičev in listov jablan, zato pride do slabega kontrasta pri ločevanju med plodiči in socvetji. Tudi goste listje je povzročalo probleme, saj je zakrilo socvetja in plodiče (Kokošinek, 2014).



Rezultati statistične obdelave podatkov v fazi rdečega balona pri sorti 'Dalinbel' so pokazali, da je bil Pearsonov koeficient enostavne linearne korelacije  $r_{x_1y_1} = 0,38$ . Povezava je šibka, zato metoda računalniške napovedi ni natančna. Vzroki so v majhnosti cvetov, slabi opaznosti cvetov in dvobarvnosti cvetov, ki so bili v balonskem stadiju v belo-rdeči barvi. Slaba računalniška ocena bi lahko bila posledica neizenačenosti v odprtosti cvetov, saj je del cvetov bil še vedno zaprt. Pri fotografiranju je bil velik del cvetov v balonskem stadiju prekrit z listjem ali pa močno osenčen.

V fazi polnega cvetenja znaša  $r_{x_2y_2} = 0,67$ , kar pomeni srednje močno povezanost prešteti in računalniško določenih cvetov. Rezultat nakazuje, da bi lahko računalniška analiza v tej fazi postala alternativa ročnemu štetju. Rezultat je dober tudi zaradi kontrasta, to je bele barve cvetov in zelene barve okolice.

Vrednost Pearsonovega koeficienta pred redčenjem plodičev je  $r_{x_3y_3} = 0,30$ . Vzrokov za šibko povezanost je več. Plodiči so zelene barve in malega premera – do 8 mm, in so težko opazni. Težavo pri fotografiranju je povzročalo tudi prekrivanje plodičev z listi in suhimi cvetovi.

Pearsonov koeficient za obdobje po redčenju plodičev je pokazal vrednost  $r_{x_4y_4} = 0,55$ , kar srednje šibkem razmerju obeh spremenljivk. Plodiči so bili precej bolj razviti in zaradi tega tudi lažje opazni kot na termin predhodnega fotografiranja. V fazi obiranja plodov je Pearsonov koeficient znašal  $r_{x_5y_5} = 0,72$ . Vrednost je pričakovano visoka, saj so bili plodovi v tem obdobju največji ter zaradi rdeče obarvanosti najopaznejši.

V predhodnih fazah razvoja cvetov in plodov je bilo veliko težje standardizirati iskani element (rdeči balon, cvet, plodič), saj so bili le-ti zaradi bujne rasti ter posledic mehanskega in kemičnega redčenja zelo neizenačeni.

Iz dobljenih rezultatov analize slike ob obiranju pridelkov lahko zaključimo, da bi ob nadaljnjih izboljšavah algoritma analiza slike postala zelo natančna metoda za oceno pridelka jabolk sorte 'Dalibel'.

Težave so povzročali plodiči, ki so bili prizadeti zaradi kemičnega redčenja in zaradi tega neizenačeni. Težko je bilo prepoznati plodiče zaradi zelene barve in bujne olistanosti drevoja (Kokol, 2014).

Pearsonov koeficient enostavne linearne korelacije pri sorti 'Kanzi' v fazi rdečega balona je znašal  $r_{x_1y_1} = 0,62$ . Povezanost prešteti in računalniško določenih cvetov je srednje močna, kar je največ med vsemi opazovanimi sortami. V tem primeru bi lahko z dodatnimi izboljšavami algoritma in izpopolnjevanjem tehnike fotografiranja dosegli še boljše korelacijo in bi računalniška analiza lahko postala alternativa ročnemu štetju.

Statistična obdelava pri sorti 'Kanzi' je pokazala vrednost  $r_{x_2y_2} = 0,60$  v fazi polnega cvetenja. Kakor v fazi rdečega balona, je povezanost med prešteti in računalniško določenimi cvetovi srednje močna. Če ne bi bilo velikega prekrivanja cvetov, bi bil rezultat računalniške ocene še boljši. Težavo pri napovedovanju števila cvetov je povzročala tudi neizenačena velikost cvetov. Zato je bilo srednjo velikost cvetov iskanega elementa težje določiti. Prednost faze polnega cvetenja za analizo slike pred fazo v balonskem stadiju je v kontrastnosti med iskanim elementom bele barve in zeleno okolico.

Vrednost Pearsonovega koeficienta pred redčenjem plodičev je bila  $r_{x_3y_3} = 0.13$ , kar priča o izredno šibki povezanosti prešteti in ocenjeni vrednosti števila plodičev. Majhna natančnost ocene analize slike v obdobju pred redčenjem plodičev je bila najbrž posledica tega, ker so bili plodiči v tem obdobju zaradi zelene barve in malega premera do 8 mm iz razdalje zajemanja fotografij, težko ločljivi od podobnih objektov. V času zajemanja fotografij je bilo na drevju precej suhih cvetov, ki so računalniško štetje oteževali. Težavo pri zajemu fotografij je povzročalo tudi prekrivanje plodičev z listi, saj je ostalo veliko plodičev skritih v notranjosti krošnje.

Pearsonov koeficient za obdobje po redčenju plodičev je pokazal vrednost  $r_{x_4y_4} = 0,33$ . Gre za pozitivno linearno povezavo, vendar je natančnost ocene analize slike majhna, zato metoda računalniške napovedi v tem stadiju ni bila dovolj natančna. Težave povzročajo neizenačeni plodiči, ki so bili prizadeti zaradi kemičnega redčenja. Prepoznavanje plodičev zaradi zelene barve okolice in plodičev je bilo prav tako otežujoč dejavnik.

Če primerjamo med seboj rezultate vseh opazovanih sort, je Pearsonov koeficient največji pri sorti 'Dalinbel' v fazi polnega cvetenja in obiranja plodov sorti in 'Kanzi' v fazi rdečega balona in polnega cvetenja. Dobljeni rezultati v teh fazah nakazujejo, da bi lahko računalniška analiza ob določenih posodobitvah in izpopolnjevanjem tehnike fotografiranja postala alternativa ročnemu štetju.

#### 4. VIRI

- Črnko J., Kobal Z., Soršak A. 1995. Redčenje cvetja in plodičev jablan. Krško, TRON: 54 str.
- Godec B., Hudina M., Usenik V., Fajt N., Koron D., Solar A., Vesel V., Ambrožič-Turk B., Vrhovnik I., Kodrič I., 2011. Sadni izbor za Slovenijo 2011. Ljubljana, Orbis: 215 str.
- Jimenez A. R., Jain A. K., Ceres R., Pons J. L. 1999. Automatic fruit recognition: a survey and new results using Range/Attenuation images. *Pattern Recognition*, 32, 10: 1719–1736.
- Kokol J. 2014. Uspešnost uporabe analize slike za oceno cvetnega nastavka, število plodičev in plodov pri jablanah sorte 'Dalinbel'. Diplomsko delo. Maribor, FKBV: 35 str.
- Kokošinek V. 2014. Možnost uporabe analize slike za oceno cvetnega nastavka in števila plodičev pri sorti 'Mairac'. Diplomsko delo. Maribor, FKBV: 33 str.
- Stajnko D., Lakota M., Tojnko S. 2004. Zgodnja prognoza pridelka jabolk s pomočjo vizualizacije digitalnih slik. V: Zbornik referatov 1. Slovenskega sadjarskega kongresa z mednarodno udeležbo. Ljubljana, Strokovno sadjarsko društvo Slovenije: 103–109.
- Stajnko D., Vindiš P. 2011. Napoved pridelka jabolk z metodo analize slike.  
<http://www.fk.uni-mb.si/fkbv/images/stories/Biosistemsko-inzenirstvo/E-publikacija-Stajnko-Vindis.pdf>. (1. 12. 2016)
- Štampar F., Lešnik M., Veberič R., Solar A., Koron D., Usenik V., Hudina M., Osterc G., 2005. Sadjarstvo. Ljubljana. Kmečki glas: 416 str.
- Strojno redčenje cvetov. 2016.  
<http://www.evrosad.si/novice/strojno-redcenje-cvetov.html> (19. 11. 2016)
- Sadje: od trznih do novih. 2016.  
<http://www.deloindom.si/sadne-vrste/sadje-od-trznih-do-novih> (12. 12. 2016)

Preglednica 1: Termini fotografiranja po fazah razvoja.

Table 1: Date of image capturing according to development stages.

Sorta	Rdeči balon	Polno cvetenje	Plodiči pred redčenjem	Plodiči po redčenju	Obiranje plodov
Mairac	24. 4. 2013	29. 4. 2013	16. 5. 2013	20.6.2013	
Dalinbel	24. 4. 2013	29. 4. 2013	16. 5. 2013	26. 6. 2013	13. 10. 2013
Kanzi	24. 4. 2013	29. 4. 2013	16. 5. 2013	26. 6. 2013	

Preglednica 2: Prikaz Pearsonovih koeficientov v različnih razvojnih fazah.

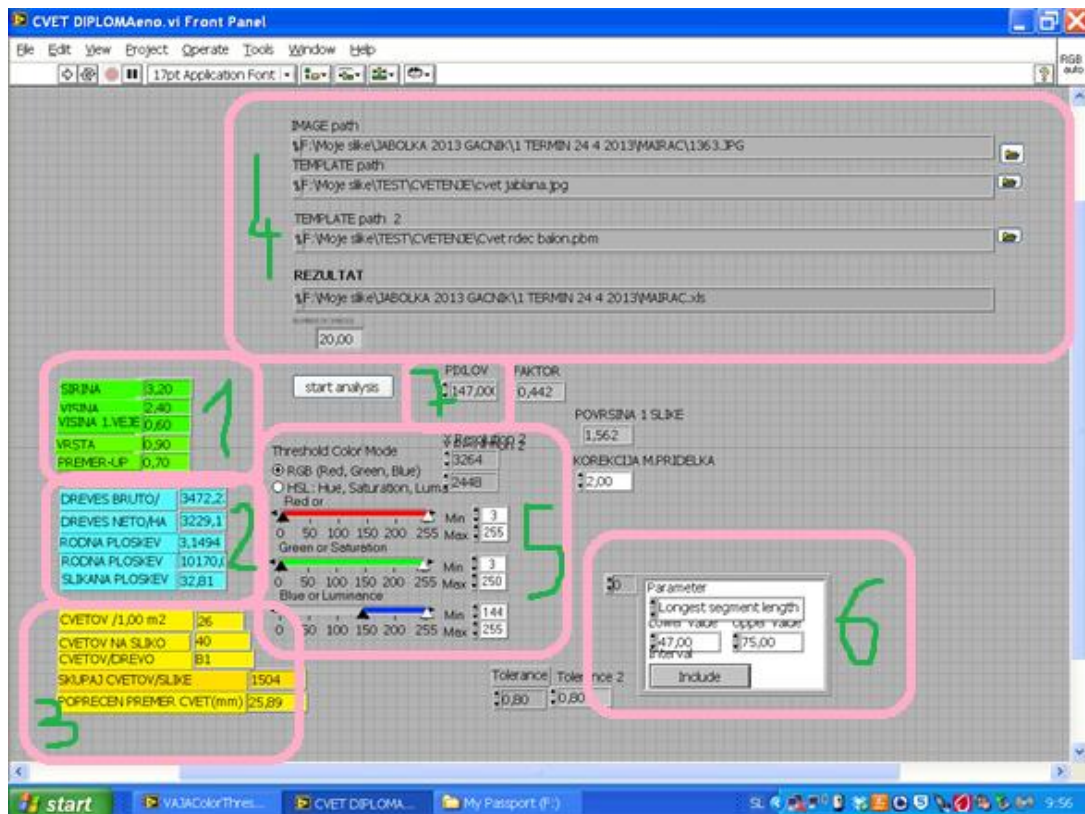
Table 2: Pearson coefficient in different developing stages.

Sorta	Rdeči balon	Polno cvetenje	Plodiči pred redčenjem	Plodiči po redčenju	Obiranje plodov
'Mairac'	$r_{x1y1} = 0,33$	$r_{x2y2} = 0,37$	$r_{x3y3} = 0,27$	$r_{x4y4} = 0,14$	
'Dalinbel'	$r_{x1y1} = 0,38$	$r_{x2y2} = 0,67$	$r_{x3y3} = 0,30$	$r_{x4y4} = 0,55$	$r_{x5y5} = 0,72$
'Kanzi'	$r_{x1y1} = 0,62$	$r_{x2y2} = 0,60$	$r_{x3y3} = 0,13$	$r_{x4y4} = 0,33$	

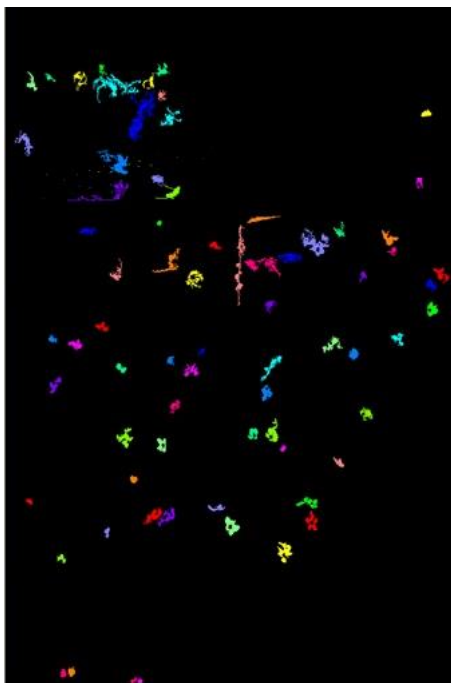


Slika 1: Primer zajemanja fotografij z okvirjem in predmetom standardne velikosti pri sortah 'Dalinbel' (levo) in 'Kanzi' (desno).

Figure 1: Samples of RGB images ('Dalinbel' left and 'Kanzi' right) captured together with a wooden yellow frame and tennis ball.



Slika 2: Delovni portal programa 'cvetje šteje', uporabljen pri sorti 'Mairac'.  
 Figure 2: Working panel of the algorithm 'flower counting' applied in 'Mairac' variety.



Slika 3: Označena socvetja pri sorti 'Mairac'.  
 Figure 3: Labeled flowers after image analysis in 'Mairac' variety.

## DOLOČANJE GEOGRAFSKEGA POREKLA SADJA IN ZELENJAVE

Rajko VIDRIH<sup>1</sup>, Anja MAHNE OPATIC<sup>2</sup>, Nives OGRINC<sup>2</sup>, Marijan NEČEMER<sup>3</sup>, Janez HRIBAR<sup>1</sup>

### POVZETEK

V preglednem članku smo opisali možnost določanja geografskega porekla sadja in zelenjave z analizo izotopske sestave ( $\delta^2\text{H}$ ,  $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$ ,  $\delta^{18}\text{O}$ ,  $\delta^{34}\text{S}$ ), analizo vsebnosti elementov (P, S, Cl, K, Ca, Zn, Br, Rb, Sr) ter kemijskih parametrov (bioaktivne spojine, kot so fenoli, vitamin C, karotenoidi ter maščobne kisline). Voda v celičnih celicah je po izvoru iz naravnega cikla kroženja, izotopi vodika in kisika se frakcionirajo glede na klimatske in okoljske razmere, višje vrednosti  $\delta^2\text{H}$  in  $\delta^{18}\text{O}$  so značilne za toplejšo klimo, nižje nadmorske višine in področja blizu morja. Vrednosti  $\delta^{13}\text{C}$  so prav tako podvržene okoljskim vplivom, a ima kljub temu največji vpliv tip fotosintezne presnove; vrednosti  $\delta^{13}\text{C}$  so namreč različne pri  $\text{C}_3$ ,  $\text{C}_4$  in CAM rastlinah. Razpon vrednosti  $\delta^{34}\text{S}$  ter koncentracijska območja elementov v tleh so široki. Sami kemijski parametri običajno ne omogočajo določitve geografskega porekla, lahko pa jih vključimo v multivariantno analizo skupaj s stabilnimi izotopi in elementi.

**Ključne besede:** geografsko poreklo, stabilni izotopi, elementi, kemijski parametri, multivariantna analiza

### DETERMINATION OF GEOGRAPHICAL ORIGIN OF FRUITS AND VEGETABLES

#### ABSTRACT

In this review article we described the possibility to determine the geographical origin of fruits and vegetables according to analyses of stable isotopes ( $\delta^2\text{H}$ ,  $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$ ,  $\delta^{18}\text{O}$ ,  $\delta^{34}\text{S}$ ), content of elements (P, S, Cl, K, Ca, Zn, Br, Rb, Sr) and chemical parameters (bioactive compounds, phenols, vitamin C, carotenoids, fatty acids). Plant cell water originates from natural water cycle, hydrogen and oxygen stable isotopes are fractionated due to climatic conditions, higher values of  $\delta^2\text{H}$  and  $\delta^{18}\text{O}$  coincide with warmer climate, lower altitudes, and coastal regions.  $\delta^{13}\text{C}$  values exhibit environmental influences, however,  $\delta^{13}\text{C}$  values are strongly related to the photosynthetic pathway ( $\text{C}_3$ ,  $\text{C}_4$  and CAM).  $\delta^{34}\text{S}$  ratio and elemental content occur within large limits in particular soils. Chemical parameters *per se* (bioactive compounds like phenols, vitamin C, carotenoids, fatty acids, etc.) usually do not allow discrimination of geographical origin but may be included in multivariate analysis in combination with stable isotopes ratios and elemental content.

<sup>1</sup> Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo, Katedra za tehnologije, prehrano in vino, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana

<sup>2</sup> Inštitut Jožef Stefan, Odsek za znanosti o okolju, Jamova cesta 39, 1000 Ljubljana

<sup>3</sup> Inštitut Jožef Stefan, Odsek za fiziko nizkih in srednjih energij, Jamova cesta 39, 1000 Ljubljana

**Key words:** geographical origin, stable isotopes, elements, chemical parameters, multivariate analysis

## 1. POMEN DOLOČANJA GEOGRAFSKEGA POREKLA

V zadnjem času se je trgovanje s hrano močno globaliziralo in danes je možno v večini držav kupiti hrano, ki je po poreklu lahko iz kateregakoli pridelovalnega območja. Posledično je postalo določanje avtentičnosti hrane zaradi varnosti in kontrole kakovosti za potrošnike in pridelovalce zelo pomembno (Longobardi in sod., 2015). Zaradi nekaterih okužb z zelenjavo kažejo osveščeni potrošniki vse več zanimanja za sledljivost hrane (Chung in sod., 2016). Kemijske analize posameznih bioaktivnih komponent v hrani so dale le omejene možnosti razlikovanja med različnimi geografskimi porekli (Portarena in sod., 2017). V raziskavah o določanju geografskega porekla omogočajo zaenkrat največ možnosti stabilni izotopi kisika in vodika, katerih vrednosti  $\delta^{18}\text{O}$  in  $\delta^2\text{H}$  so značilne za vodo iz posamezne lokacije. Izotopsko sestavo vzorca ( $\delta$ ) izražamo kot relativni odklon od mednarodno določenega standarda:

$$\delta X[\text{‰}] = \left( \frac{R \text{ vzorec}}{R \text{ standard}} - 1 \right) \times 1000$$

V zgornji enačbi X pomeni težji izotop elementa (npr.  $^{13}\text{C}$ ,  $^{15}\text{N}$ ), R pa predstavlja relativno razliko razmerij med težjim in lažjim izotopom v vzorcu in standardu (npr.  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ,  $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ ). Velika raznolikost glede na lokacijo se kaže tudi v vrednosti izotopov žvepla  $\delta^{34}\text{S}$  ter vsebnosti elementov v tleh. Rastline privzemajo vodo ter minerale preko koreninskega sistema iz tal, zato le-ti predstavljajo odtis neke lokacije. Vrednosti izotopov ogljika  $\delta^{13}\text{C}$  so sicer bolj vezane na vrsto rastlin (način fiksacije  $\text{CO}_2$  pri fotosintezi), vendar so odvisne tudi od evaporacije in kapacitete fotosinteze. Izotopska sestava dušika v rastlinah je v največji meri povezana z načinom gnojenja, biološko fiksacijo  $\text{N}_2$ , delom rastline ter starostjo (Inácio in sod., 2015).

## 2. STABILNI IZOTOPI V NARAVI

V naravi poznamo dva stabilna izotopa vodika, dva stabilna izotopa ogljika, dva stabilna izotopa dušika, tri stabilne izotope kisika ter štiri stabilne izotope žvepla (preglednica 1). Rastline preko korenin privzemajo vodo, elemente in vir dušika, iz zraka pa pri fotosintezi ogljik kot ogljikov dioksid. Izotopi se v rastlini porazdelijo med različne molekule. V vsaki reakciji v rastlini (kemijska, biokemijska) pride do izotopske frakcionacije (porazdelitve). Določene reakcije dajejo prednost lažjim izotopom, spet druge pa težjim. Na frakcionacijo izotopov ogljika vpliva vrsta rastline (fiziološka frakcionacija), na frakcionacijo izotopov vodika in kisika okolje (klimatološka frakcionacija), na frakcionacijo izotopov dušika pa kemijska frakcionacija v postopku kompostiranja.

### 3. IZOTOPI VODIKA IN KISIKA

Na splošno so vrednosti  $\delta^{18}\text{O}$  in  $\delta^2\text{H}$  močno povezane z geografsko širino, nadmorsko višino, količino padavin in oddaljenostjo od morja. Voda v naravi kroži, spreminja agregatna stanja, izhlapeva, se giblje od morja proti notranjosti celin in ponovno kondenzira. Vse te spremembe vodijo v frakcionacijo. Ker se pri izhlapevanju bogati s težjim izotopom, ima voda zaradi intenzivnejšega izparevanja relativno več težjih izotopov  $^2\text{H}$  in  $^{18}\text{O}$  na ekvatorju, proti poloma pa delež težjih izotopov pada. Prav tako postaja voda osiromašena s težjim izotopom z višanjem nadmorske višine, večjo količino padavin ter od morja proti notranjosti celin. Pri razlikovanju oljčnega olja iz različnih geografskih območij so se analize stabilnih izotopov ogljika in kisika izkazale kot dovolj zanesljive za ločbo (Portarena in sod., 2014). Avtorji so ugotovili korelacije med  $\delta^{18}\text{O}$  in zemljepisno širino, povprečno temperaturo in količino padavin. Niso pa ugotovili korelacij med  $\delta^{18}\text{O}$  in nadmorsko višino ter zemljepisno dolžino. Vrednosti  $\delta^{18}\text{O}$  v deževnici padajo od ekvatorja proti obema poloma. Vzorci iz toplejših območji (Sicilija in Sardinija) so imeli višje vrednosti  $\delta^{18}\text{O}$  v primerjavi z vzorci iz severnejših območji. Leto pridelave je imelo značilen vpliv na  $\delta^{13}\text{C}$  in  $\delta^{18}\text{O}$  (Portarena in sod., 2017). V oljčnem olju iz Sicilije so Portarena in sod. (2017) ugotovili višje vrednosti  $\delta^{18}\text{O}$  in  $\delta^{13}\text{C}$  zaradi toplejše klime ( $\delta^{18}\text{O}$ ) in ustreznega fiziološkega odziva rastlin ( $\delta^{13}\text{C}$ ). Portarena in sod. (2015) so proučevali vpliv lokacije pridelave na sestavo izotopov  $\delta^{13}\text{C}$  in  $\delta^{18}\text{O}$  ter maščobnokislinsko sestavo. Njihove ugotovitve kažejo na pozitivno korelacijo med  $\delta^{13}\text{C}$  in  $\delta^{18}\text{O}$  ter vsebnostjo stearinske in linolne kisline in negativno korelacijo z oleinsko kislino.

### 4. IZOTOPI OGLJIKA

Glede na fotosintetsko začetno vezavo  $\text{CO}_2$  iz atmosfere poznamo tri skupine rastlin:  $\text{C}_3$ ,  $\text{C}_4$  in CAM (kisli metabolizem sočnic; crassulacean acid metabolism) rastline.  $\text{C}_3$  tip, ki predstavlja 90 % vseh rastlin. Glavni encim za asimilacijo ogljika je pri  $\text{C}_3$  rastlinah ribuloza- 1,5-bifosfat karboksilaza (Rubisco), ki pa diskriminira težji izotop in na substrat ribulozo-biP preferenčno veže  $^{12}\text{C}$ . To pomeni nižje (bolj negativne) vrednosti  $\delta^{13}\text{C}$  v  $\text{C}_3$  rastlinah.  $\text{C}_4$  rastline pred vezavo z encimom Rubisco koncentrirajo  $\text{CO}_2$  z encimom fosfoenolpiruvat karboksilaze (PEP karboksilaza), pri tem pa nastaja oksaloacetat, spojina s 4 C-atomi. V to skupino spadajo rastline, ki so se prilagodile suhemu in vročemu podnebju, predstavniki pa so koruza, sladkorni trs in nekatere druge. Encim PEP karboksilaza manj diskriminira težji izotop ogljika, zato je vrednost  $\delta^{13}\text{C}$  v  $\text{C}_4$  rastlinah manj negativna kot v  $\text{C}_3$  rastlinah. CAM rastline uporabljajo najpogosteje  $\text{C}_4$  pot vezave  $\text{CO}_2$ , v posebnih okoliščinah pa tudi pot  $\text{C}_3$  vezave  $\text{CO}_2$ . Ponoči vežejo  $\text{CO}_2$  s PEP karboksilazo, podnevi pa ob zaprtih režah izkoriščajo nastali malat kot vir  $\text{CO}_2$  za asimilacijo s pomočjo encima Rubisco. V to skupino spadajo ananas, kaktusi, orhideje in nekatere druge rastline. V manjši meri na vrednosti  $\delta^{13}\text{C}$  vplivajo tudi faktorji iz okolja, kot so suša, nizke temperature, ozonski stres ter nizek atmosferski pritisk (Liu in sod., 2016; Inacio in sod., 2015). Vrednosti  $\delta^{13}\text{C}$  za vse tri vrste rastlin so prikazane v preglednici 2. V kombinaciji z drugimi parametri (izotopi, elementi) so se  $\delta^{13}\text{C}$  vrednosti izkazale kot bolj ali manj pomembne za določevanje geografskega porekla riža (Suzuki in sod., 2008), pšenice (Brescia in sod., 2002; Luo in sod., 2015), jabolčnega soka (Bat in sod., 2016) in oljčnega olja (Angerosa in sod., 1999). Celokupne  $\delta^{13}\text{C}$  vrednosti oz. vrednosti  $\delta^{13}\text{C}$  v glukozi se lahko uporabljajo tudi za ugotavljanje potvorb, kjer sadnim sokovom in vinu ( $\text{C}_3$  rastline) dodajajo cenejši koruzni sirup ( $\text{C}_4$  rastline) (Ogrinc in sod., 2003). Slika 1 prikazuje rezultate določanja geografskega porekla jabolčnega soka z uporabo izotopske sestave ( $\delta^{13}\text{C}$  in  $\delta^{15}\text{N}$  v mesu,  $\delta^{18}\text{O}$  in  $\delta^2\text{H}$  v vodi, (D/H)I in (D/H)II v etanolu) ter elementne sestave (S, Cl, Fe, Cu, Zn, Sr). Sokovi iz mediteranskega in panonskega

območja so dobro ločeni, ravno tako sokovi iz dinarskega območja. Kot je razvidno iz slike 1 pa sokovi iz alpskega in submediteranskega območja niso popolnoma ločeni.

## 5. IZOTOPI DUŠIKA

Vrednosti  $\delta^{15}\text{N}$  v rastlinah so odvisne od izvora dušika (vir v tleh, biološka fiksacija) ter načina gnojenja in gnojila, ki je lahko kompost organskega izvora ali umetno gnojilo (Liu in sod., 2016). Zaradi izotopske frakcionacije med kompostiranjem so v kompostu vrednosti  $\delta^{15}\text{N}$  višje kot v mineralnih gnojilih. Med kompostiranjem prihaja namreč do večjih izgub lahkohlapnih spojin dušika z lažjim izotopom  $^{14}\text{N}$ , zaradi česar se kompost bogati s težjim izotopom. Na izotopsko sestavo dušika v rastlinah pomembno vplivajo tudi biološka fiksacija  $\text{N}_2$ , del rastline ter starost (Inacio in sod., 2015).

## 6. IZOTOPI ŽVEPLA

Žveplo se v naravi nahaja v obliki štirih stabilnih izotopov, od katerih sta pomembna le  $\delta^{32}\text{S}$  (95,020 %) in  $\delta^{34}\text{S}$  (4,218 %). V zgodovini so se oksidirane oblike žvepla nalagale kot sulfati, ki so evaporirali, se reducirali in se ponovno oksidirali ali nalagali v obliki organske materije. Danes najdemo vrednosti  $\delta^{34}\text{S}$  v razponu med +40 in -50‰. Vrednosti  $\delta^{34}\text{S}$  v rastlini predstavljajo odsev lokalnih geoloških lastnosti, zato so idealni marker za določanje geografskega porekla (Krivachy in sod., 2015). Sulfati iz zemlje in  $\text{SO}_2$  iz zraka sta glavna vira  $\delta^{34}\text{S}$  v rastlinah. Razmerje  $\delta^{34}\text{S}$  je konstantno samo v morju  $\delta^{34}\text{S}$  (+23 ± 2‰), ta vpliv se zaradi pršenja morske vode čuti do 100 km od obale.

## 7. IZOTOPI STRONCIJA

Izotopska sestava stroncija je zanesljiv geografski marker, saj odseva lokalne geološke in geokronološke pojave. Stroncij je aktivno vključen v metabolizem vseh bioloških procesov, v katerih se razmerje  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  ne spreminja (Janin in sod., 2014).

## 8. ELEMENTNA SESTAVA

Elementna sestava hrane odseva vpliv geografskega okolja, v katerem je bila pridelana (Kropf in sod., 2010; Nečemer in sod., 2016). Elementna sestava (P, S, Cl, K, Ca, Si, Ti, Zn, Br, Rb, Sr) se je skupaj z analizo stabilnih izotopov pokazala kot ustrezna metoda za diskriminacijo slovenskega kravjega, ovčjega in kozjega mleka glede na geografsko poreklo (Nečemer in sod., 2016). (Kropf in sod., 2010) so s pomočjo elementne analize v kombinaciji z analizo stabilnih izotopov uspeli ločiti štiri vrste slovenskega medu glede na geografsko poreklo (alpsko, dinarsko, panonsko, mediteransko). Suzuki in sod., (2008) so s pomočjo vsebnosti skupnega ogljika in dušika ter stabilnih izotopov ( $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$ ,  $\delta^{18}\text{O}$ ) uspeli ločiti riž, pridelan v različnih geografskih okoljih v Južni Koreji.

## 9. ZAKLJUČKI

V naravoslovju se pogosto dogaja, da moramo objekte, ki nas zanimajo, opisati z več spremenljivkami hkrati. Tako vzorcem sadja in zelenjave pridelanim na različnih geografskih lokacijah izmerimo več kemijskih, elementnih in izotopskih parametrov. Za statistično ovrednotenje takih datotek z več spremenljivkami lahko uporabljamo multivariacijski kemometrični tehniki metodo glavnih osi in diskriminantno analizo. Zaključimo lahko, da je določevanje izotopske in elementne sestave v kombinaciji s statistično obdelavo podatkov



hiter, enostaven in robusten način za analizo velikega števila vzorcev. Predpogoj za vzpostavitev zanesljivih modelov za sledenje geografskega porekla je veliko število vzorcev, zbranih preko več zaporednih let in s tem izgradnja baze podatkov.

## 10. ZAHVALA

Raziskava je del projekta CRP V4-1408 »Vrednotenje parametrov kakovosti in varnosti vrtnin iz različnih sistemov pridelave v Sloveniji in iz tujine za oblikovanje nacionalne sheme kakovosti zelenjave«, ki ga financirata Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano ter Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije (ARRS).

## 11. VIRI

- Angerosa F., Bréas O., Contento S., Guillou C., Reniero F., Sada E. 1999. Application of stable isotope ratio analysis to the characterization of the geographical origin of olive oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47: 1013-1017.
- Bat K. B., Eler K., Mazej D., Vodopivec B. M., Mulič I., Kump P., Ogrinc N. 2016. Isotopic and elemental characterisation of Slovenian apple juice according to geographical origin: Preliminary results. *Food Chemistry*, 203: 86-94.
- Angerosa F., Bréas O., Contento S., Guillou C., Reniero F., Sada E. 1999. Application of stable isotope ratio analysis to the characterization of the geographical origin of olive oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47: 1013-1017.
- Bat K. B., Eler K., Mazej D., Vodopivec B. M., Mulič I., Kump P., Ogrinc N. 2016. Isotopic and elemental characterisation of Slovenian apple juice according to geographical origin: Preliminary results. *Food Chemistry*, 203: 86-94.
- Brescia M., Di Martino G., Guillou C., Reniero F., Sacco A., Serra F. 2002. Differentiation of the geographical origin of durum wheat semolina samples on the basis of isotopic composition. *Rapid Communications in Mass Spectrometry*, 16: 2286-2290.
- Chung I.-M., Kim J.-K., Jin Y.-I., Oh Y.-T., Prabakaran M., Youn K.-J., Kim S.-H. 2016. Discriminative study of a potato (*Solanum tuberosum* L.) cultivation region by measuring the stable isotope ratios of bio-elements. *Food Chemistry*, 212: 48-57.
- Inácio C. T., Chalk P. M., Magalhães A. M. T. 2015. Principles and Limitations of Stable Isotopes in Differentiating Organic and Conventional Foodstuffs: 1. Plant products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 55: 1206-1218.
- Janin M., Medini S., Técher I. 2014. Methods for PDO olive oils traceability: state of art and discussion about the possible contribution of strontium isotopic tool. *European Food Research and Technology*, 239: 745-754.
- Krivachy N., Rossmann A., Schmidt H.-L. 2015. Potentials and caveats with oxygen and sulfur stable isotope analyses in authenticity and origin checks of food and food commodities. *Food Control*, 48: 143-150.
- Kropf U., Korošec M., Bertoneclj J., Ogrinc N., Nečemer M., Kump P., Golob T. 2010. Determination of the geographical origin of Slovenian black locust, lime and chestnut honey. *Food Chemistry*, 121: 839-846.
- Liu H., Wei Y., Lu H., Wei S., Jiang T., Zhang Y., Guo B. 2016. Combination of the  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  ratio and light stable isotopic values ( $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$  and  $\delta\text{D}$ ) for identifying the geographical origin of winter wheat in China. *Food Chemistry*, 212: 367-373.
- Longobardi F., Sacco D., Casiello G., Ventrella A., Sacco A. 2015. Characterization of the geographical and varietal origin of wheat and bread by means of nuclear magnetic resonance

- (NMR), isotope ratio mass spectrometry (IRMS) methods and chemometrics: a review. *Agricultural Sciences*, 6: 126-136.
- Luo D., Dong H., Luo H., Xian Y., Wan J., Guo X., Wu Y. 2015. The application of stable isotope ratio analysis to determine the geographical origin of wheat. *Food Chemistry*, 174: 197-201.
- Nečemer M., Potočnik D., Ogrinc N. 2016. Discrimination between Slovenian cow, goat and sheep milk and cheese according to geographical origin using a combination of elemental content and stable isotope data. *Journal of Food Composition and Analysis*, 52: 16-23.
- Ogrinc N., Bat K., Košir I. J. E., Golob T., Kokkinofa R. 2009. Characterization of commercial Slovenian and Cypriot fruit juices using stable isotopes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57: 6764-6769.
- Ogrinc N., Košir I., Spangenberg J., Kidrič J. 2003. The application of NMR and MS methods for detection of adulteration of wine, fruit juices, and olive oil. A review. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 376, 424-430.
- Portarena, S., Baldacchini, C., Brugnoli, E. 2017. Geographical discrimination of extra-virgin olive oils from the Italian coasts by combining stable isotope data and carotenoid content within a multivariate analysis. *Food Chemistry*, 215: 1-6.
- Portarena S., Farinelli D., Lauteri M., Famiani F., Esti M., Brugnoli E. 2015. Stable isotope and fatty acid compositions of monovarietal olive oils: Implications of ripening stage and climate effects as determinants in traceability studies. *Food Control*, 57: 129-135.
- Portarena S., Gavrichkova O., Lauteri M., Brugnoli E. 2014. Authentication and traceability of Italian extra-virgin olive oils by means of stable isotopes techniques. *Food Chemistry*, 164: 12-16.
- Rossmann A. 2001. Determination of stable isotope ratios in food analysis. *Food reviews international*, 17: 347-381.
- Suzuki Y., Chikaraishi Y., Ogawa N. O., Ohkouchi N., Korenaga T. 2008. Geographical origin of polished rice based on multiple element and stable isotope analyses. *Food Chemistry*, 109: 470-475.

Preglednica 1: Stabilni izotopi v naravi (Rossmann 2001; Krivachy in sod., 2015).

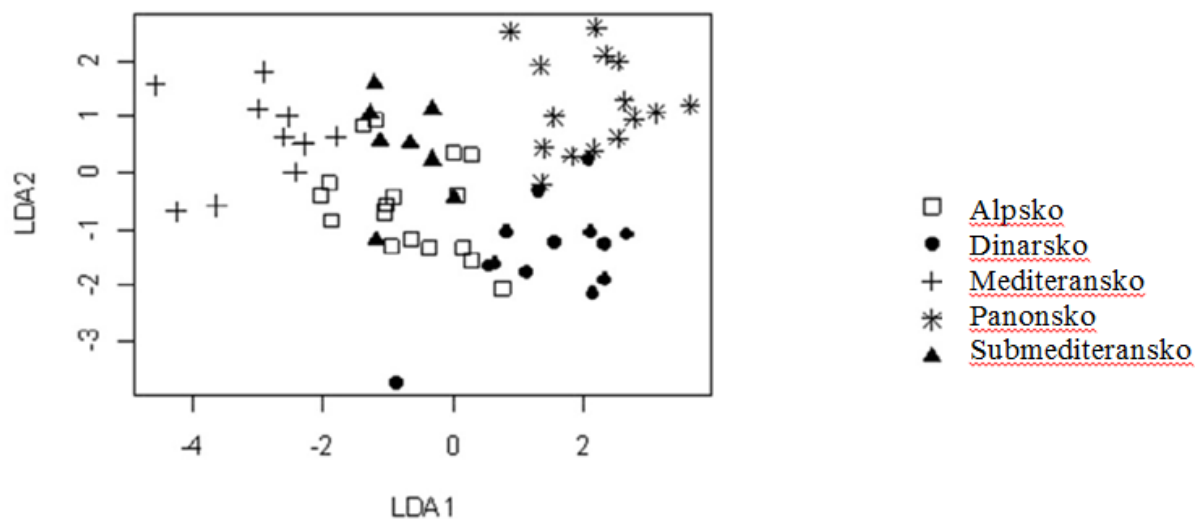
Table 1: Stable isotopes in nature (Rossmann 2001; Krivachy in sod., 2015).

Element	Izotop	Vrednost (ut %)
Vodik	<sup>1</sup> H	99,985
	<sup>2</sup> H	0,015
Ogljik	<sup>12</sup> C	98,892
	<sup>13</sup> C	1,108
Dušik	<sup>14</sup> N	99,634
	<sup>15</sup> N	0,366
Kisik	<sup>16</sup> O	99,759
	<sup>17</sup> O	0,037
	<sup>18</sup> O	0,204
Žveplo	<sup>32</sup> S	95,02
	<sup>34</sup> S	4,218

Preglednica 2. Izotopska sestava rastlinskih tkiv (Ogrinc in sod., 2009).

Table 2: The isotopic composition of plant tissues (Ogrinc et al., 2009).

$\delta^{13}\text{C}_{\text{C3}}$ rastline	- 23‰ do -32‰
$\delta^{13}\text{C}_{\text{C4}}$ rastline	- 10‰ do -16‰
$\delta^{13}\text{C}_{\text{CAM}}$ rastline	- 10‰ do -20‰
$\delta^{13}\text{C}$ zraka:	- 8‰



Slika 1: Določevanje geografskega porekla jabolčnega soka z uporabo izotopske ( $\delta^{13}\text{C}$  in  $\delta^{15}\text{N}$  v mesu,  $\delta^{18}\text{O}$  in  $\delta^2\text{H}$  v vodi, (D/H)I in (D/H)II v etanolu) ter elementne sestave (S, Cl, Fe, Cu, Zn, Sr) (Bat in sod., 2016).

Figure 1: Determination of the geographical origin of the apple juice with the use of isotopic ( $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  in pulp,  $\delta^{18}\text{O}$  and  $\delta^2\text{H}$  in water (D / H) I and (D / H) II in ethanol), and element composition (S, Cl, Fe, Cu, Zn, Sr) (Piston et al., 2016).



## ZBIRANJE IN VREDNOTENJE GENSKIH VIROV OLJK V SLOVENIJI

Viljanka VESEL<sup>1</sup>, Alenka BARUCA ARBEITER<sup>2</sup>, Dunja BANDELJ<sup>2</sup>

### POVZETEK

V Sloveniji se je sortna struktura oljk v 20. stoletju močno spremenila. Številne sorte, ki se jih je stoletja gojilo na območju Slovenske Istre, izginjajo iz oljčnih nasadov. Z namenom, da bi preprečili izgubo dragocenih ekotipov oljk, ki predstavljajo nacionalni genski bazen, se je v letu 1990 pričelo z inventarizacijo sort na terenu. Sistematsko zbiranje in vrednotenje slovenskih genskih virov oljke je služilo kot izhodišče za vzpostavitev dveh nacionalnih kolekcijskih nasadov, Strunjan in Purissima, kjer je potekalo tudi agronomsko vrednotenje sort, klonov, ekotipov in neznanih genotipov. Identifikacija sort samo na osnovi morfologije je lahko problematična zaradi sinonimov in homonimov ter vpliva okoljskih dejavnikov in različnih agronomskih tehnologij. Nedvoumno identifikacijo omogočajo mikrosatelitski markerji, zato smo jih vpeljali v upravljanje nacionalnih kolekcijskih nasadov in jih uporabili za determinacijo neznanih genotipov oljk, ki so bili predhodno odkriti na terenu (Slovenska Istra in Goriška Brda) ter morfološko opisani. V obdobju od 1998 do 2016 smo morfološko opisali 1421 vzorcev, med katerimi smo na podlagi analize z mikrosatelitskimi markerji do sedaj definirali 1154 vzorcev. Med temi smo odkrili 88 različnih genotipov.

**Ključne besede:** oljka (*Olea europaea* L.), kolekcije, vrednotenje sort, mikrosateliti

## COLLECTION AND EVALUATION OF OLIVE GENETIC RESOURCES IN SLOVENIA

### ABSTRACT

In Slovenia, the olive varietal structure has been significantly changed in the 20th century. Many varieties, which have been grown in Slovenian Istria for centuries are disappearing from the olive orchards. In order to prevent the loss of valuable olive ecotypes, which represent a national gene pool in Slovenia, an inventory of the varieties in the region was started in 1990. The systematic collection and evaluation of Slovenian olive genetic resources served as the starting point for the establishment of two national olive collections, in Strunjan and Purissima, where the agronomic evaluation of varieties, clones, ecotypes and unknown genotypes is performed. Identification of varieties based only on morphology could be problematic due to synonyms, homonyms, and differences due to environmental factors and agronomic technologies. Microsatellite markers, which allow unambiguous identification, were therefore introduced into the national olive collections' management, and were used to determine unknown olive genotypes that were previously detected in the region (Slovenian Istria and Goriška Brda) and morphologically described. During the period between 1998 and

<sup>1</sup> KGZS - Zavod GO, Poskusni center za oljkarstvo, Ul. 15. maja 17, SI-6000 Koper

<sup>2</sup> Univerza na Primorskem, Fakulteta za matematiko, naravoslovje in informacijske tehnologije, Glagoljaška 8, SI-6000 Koper

2016, 1421 samples were morphologically described. However, 1154 samples were defined based on the analysis with microsatellite markers. Among these samples, 88 different genotypes have been found.

**Key words:** olive (*Olea europaea* L.), collections, evaluation of varieties, microsatellites

## 1. UVOD

Oljka (*Olea europaea* L.) je tisočletno drevo z izredno sposobnostjo obnavljanja in močno gensko stabilnostjo, ki je prispevala k ohranjanju številnih starih sort. Za oljko so značilni različni sinonimi in homonimi, kar otežuje njihovo ločevanje in identifikacijo sort. Velikokrat je bolje govoriti o populaciji neke sorte, da poudarimo prisotnost klonov, ki so lahko genetsko različni in se lahko med seboj razlikujejo v posameznih značilnostih, lahko pa so samo ekotipi iste sorte. Identifikacija je torej otežena zaradi različnih poimenovanj in močnega vpliva okolja in agrotehnik na morfologijo in biologijo neke sorte (Fiorino, 2003).

V Sloveniji se je sortna struktura oljk v 20. stoletju močno spremenila. V enem izmed prvih virov prisotnosti sort na našem območju so omenjene tudi sorte iz Slovenske Istre: 'Buga' (sin. 'Piranska Buga'), 'Črnica' (sin. Piranska Črnica, Carbogna), 'Drobnica' ('Komuna', 'Piranska Rosulja', 'Comune di Pirano'), 'Mata' ('Piranska Mata', 'Matta di Pirano'), 'Štorta' ('Piranska krivulja', 'Storta di Pirano'), 'Zmartel' ('Piranski Zmartel', 'Mortino') in 'Žižula' ('Piranska žižula', 'Zizzolo di Pirano') (Hugues, 1999). Pred pozebo v letu 1956 je bilo v naših nasadih največ 'Črnice' (42%), zatem pa 'Istrske belice' (28%), 'Drobnice' (13%) in 'Buge' (9%) (Leskovec, 1956). Po pozebi je prišlo do preobrata, saj so veliko večino starih sort precepili z 'Istrsko belico', ki se je v primerjavi s starimi sortami poleg 'Leccina' dobro izkazala v rodnosti in odpornosti na nizke temperature. K intenzivnemu širjenju sorte je prispevala tudi visoka vsebnost olja. Po uradnih podatkih v Sloveniji prevladuje 'Istrska belica' (60%), (MKGP, 2011), po oceni strokovnih služb pri Kmetijsko gozdarskem zavodu Nova Gorica pa 65%. Mnoge sorte, ki se jih je stoletja gojilo na območju Slovenske Istre, so v nasadih slabo zastopane ali celo izginjajo iz oljčnikov (Bandelj in sod., 2002). S tem se izgublja lokalni genski viri in stare tradicionalne sorte, ki so se tekom dolgega obdobja gojenja na nekem območju prilagodile določenim ekološkim razmeram. Posledica je zmanjšana fleksibilnost pridelave v primeru pojavov novih biotskih ali abiotskih stresorjev. K izgubi dragocenih ekotipov lahko, poleg opuščanja starih sort, v veliki meri prispevajo nove bolezni in škodljivci, invazivni pleveli, degradacija okolja, urbanizacija in požari. Nevarnost genske erozije je velika, saj se v Sredozemlju po podatkih IOC (International Olive Council) v nove nasade sadi samo 10 do 12 glavnih sort (IOC, 1998a), zato ima zbiranje, vrednotenje in ohranjanje genskih virov pomembno vlogo pri zaježitvi in ohranjanju obstoječe diverzitete na pridelovalnem območju.

## 2. MATERIAL IN METODE

Z inventarizacijo sort na terenu smo v Sloveniji začeli leta 1990, nadaljevali z morfološkim opisovanjem ter izbrane akcesije/sorte razmnožili. 1995 leta smo v Strunjanu postavili prvi kolekcijski nasad, kjer smo od 1998. leta dalje, poleg izvajanja inventarizacije na terenu, sistematično nadaljevali z morfološkim, pomološkim, fenološkim in agronomskim opisovanjem po sistemu UPOV (International Union for the protection of new varieties of plants) in kasneje tudi po predlogu projekta RESGEN (IOC, 1998b in IOC, 1998c).

Z delom smo nadaljevali in ga nadgradili v okviru projekta RESGEN, v katerega so bile vključene države članice IOC, kjer oljke uspevajo kot avtohtone rastline in pokrivajo približno 95% svetovnega drevesnega fonda (EU – Francija, Grčija, Italija, Portugalska, Slovenija, Španija – ter Alžirija, Ciper, Črna gora, Egipt, Hrvaška, Izrael, Libanon, Maroko, Sirija, Tunizija, Turčija). Med agronomskimi lastnostmi smo ugotavljali sposobnost ukoreninjenja, intenzivnost in kakovost cvetenja, začetek rodnosti, naloženost, kumulativni in povprečni pridelek ter pridelek na poganjkih pri prosti oploditvi in samooploditvi. Med pomološkimi lastnostmi smo opazovali povprečno težo ploda in koščice, razmerje med mesom in koščico, odstotek vlage in olja v plodovih, sestavo maščobnih kislin, vsebnost polifenolov in tokoferolov ter stabilnost olja. Na novo izbrane sorte smo razmnožili in jih v letih 2004 in 2005 posadili v novo nacionalno kolekcijo s 36 akcesijami/sortami (Purissima). Ob koncu projekta smo poslali sadike izbranih avtohtonih in neznanih akcesij ('Buga', 'Črnica', 'Drobnica', 'Istrska belica', Istrska belica Pucer, NN Mišnica, NN Samo, NN Samo NV, 'Štorta', NN Boise) v nacionalno kolekcijo v Marakeš (Maroko). Z inventarizacijo in opisovanjem akcesij/sort smo nadaljevali. Od leta 2002 dalje v laboratorijski oljarni Abencor preverjamo tudi vsebnost olja posamezne akcesije/sorte, poleg tega pa pridobivamo vzorce olja za preverjanje različnih parametrov olja – sestavo maščobnih kislin, vsebnost tokoferolov, polifenolov in sterolov.

Za molekulsko analizo smo uporabili oljčne liste, ki smo jih nabrali v kolekcijskih nasadih (Strunjan, Purissima, Forma viva, Šempeter) in po terenu (Slovenska Istra in Goriška Brda) ter celokupno DNA izolirali po uveljavljenem protokolu CTAB (Kump in sod., 1992). Za analizo mikrosatelitskega polimorfizma smo uporabili 7 lokusov serije *ssrOeUA-DCA* (Sefc in sod., 2000), *EMO* (De la Rosa in sod., 2002), *UDO99* (Cipriani in sod., 2002) in *GAPU* (Carriero in sod., 2002), ki sodijo med mikrosatelitske markerje z visoko informacijsko vrednostjo polimorfizma.

### 3. REZULTATI IN RAZPRAVA

Inventarizacija akcesij/sort je zelo obsežno delo, kjer smo si poleg pregledovanja terena in poimenovanjem sort v veliki meri pomagali z domačini in pridelovalci oljk. Tudi v našem primeru smo se srečali tako s sinonimi kot tudi homonimi, kar nam je zelo oteževalo delo. Pri inventarizaciji je največji poudarek pri iskanju fenotipske drugačnosti, vendar pa le to največkrat najdemo v zapuščenih nasadih, kjer razmere za vrednotenje posameznih akcesij/sort niso ravno idealne. Različne okoljske razmere in agronomske tehnologije otežujejo primerjavo akcesij/sort med seboj na podlagi morfoloških značilnosti. Identifikacija oziroma razlikovanje akcesij/sort znotraj kolekcijskih nasadov je bistveno lažja, ker jih primerjamo v istem okolju. V kolekcijskem nasadu Purissima, kjer so napačne označbe sadilnega materiala onemogočale opisovanje po akcesijah/sortah in smo morali vsa opazovanja izvajati po drevesih, smo večino akcesij/sort ločili na podlagi morfoloških značilnosti. Zaradi težav pri identifikacijah smo v veliko primerih opisovali iste akcesije večkrat. Poleg prisotnosti sinonimov in homonimov pa so se težave pri identifikaciji pojavile tudi zaradi odsotnosti standardov za referenčne sorte.

Vzpostavitev baze podatkov morfološko opisanih akcesij/sort RESGEN, v katerega je bilo vključenih 95% drevesnega fonda, ni veliko pripomogla k identifikaciji sort. Pri preverjanju akcesij ('Buga', 'Črnica', 'Drobnica', 'Istrska belica', Istrska belica Pucer, NN Mišnica, NN Samo, NN Samo NV, 'Štorta', NN Boise) poslanih v gensko banko v Marakeš smo z genotipizacijo DNK ugotovili, da je na našem območju prisotnih več klonov 'Buge', 'Črnice' in 'Drobnice'; pod imenom Mišnica se vodijo genotipsko različne akcesije; NN Samo je

najverjetneje eden od klonov 'Mate'; za akcesijo NN Samo NV je bila odkrita sorta 'Oblica'; Akcesijo NN Boise smo kasneje preimenovali v NN Planjave po lokaciji nabranega vzorca, saj identitete NN Boise nismo mogli z zanesljivostjo potrditi. Prav tako smo s pomočjo mikrosatelitov potrdili identičnost vzorcev 'Istrske belice'. Zaradi priporočil in standardizacije vključevanja genotipizacije v vrednotenje in upravljanje genskega materiala oljke, smo tudi v Sloveniji pričeli z nadgradnjo podatkovne baze z markerji DNK. Za nedvoumno identifikacijo sadilnega materiala se danes rutinsko uporablja metoda pomnoževanja mikrosatelitskih markerjev. V Sloveniji so Bandelj in sod. (2002; 2004) prvi vpeljali metodo mikrosatelitov v upravljanje kolekcije Strunjan in izdelali referenčne genetske profile za 19 oljčnih sort.

Z namenom, da bi si olajšali delo pri inventarizaciji in vrednotenju akcesij/sort na terenu, v Slovenski Istri in Goriških Brdih, ter v kolekcijskih nasadih, smo se leta 2006 lotili sistematičnega pregledovanja sadilnih mest z mikrosatelitskimi markerji. Genotipizacija s sedmimi mikrosatelitskimi markerji je bila opravljena v kolekcijah Strunjan, Purissima, Forma viva, in delno v kolekciji Šempeter ter na širšem območju v Slovenski Istri in v Goriških Brdih (Preglednica 1).

V kolekciji Strunjan je bila genotipizacija opravljena na 100 drevesih, ki so domnevno pripadala 27 različnim sortam. Rezultati so pokazali, da je v kolekciji zbranih 23 sort, ki lahko služijo kot referenčne sorte z zanesljivo identifikacijo ('Arbequina', 'Ascolana tenera', 'Athena', 'Istrska belica', 'Buga', 'Cipressino', 'Coratina', 'Črnica', 'Frantoio', 'Grignan', 'Itrana', 'Leccino', 'Leccio del corno', 'Leccione', klon 'Mata-01', 'Maurino', 'Moraiolo', 'Nocellara del Belice', 'Pendolino', 'Picholine', 'Santa Caterina', 'Štorta', nedefinirana akcesija ZX-Zelvis).

V kolekciji Purissima je bila genotipizacija opravljena na 173 drevesih, ki naj bi pripadala 37 različnim sortam. Med njimi smo odkrili 11 različnih in edinstvenih genotipov, ki pa se ne ujemajo s profili referenčnih sort oz. za te genotipe v Sloveniji nimamo standardov. Rezultati analize so pokazali, da je bilo ob sajenju kar 59 sadilnih mest v kolekciji napačno označenih (34 % vseh mest). Na podlagi morfoloških značilnosti smo jih z veliko gotovostjo identificirali 90%. Manjših razlik med genotipi (kloni) na podlagi morfoloških opisov nismo zaznali (razlike znotraj 'Drobnice', 'Ascolane tenere', 'Črnice', 'Leccina'). S pomočjo mikrosatelitov smo dodatno potrdili nekatere že identificirane in ostale neidentificirane akcesije na podlagi morfoloških značilnosti.

V kolekcijskem nasadu Forma viva je bila genotipizacija opravljena na 36 drevesih tradicionalnih sort Slovenske Istre. Identificiranih je bilo 14 različnih genotipov, med katerimi smo odkrili 2 neznana genotipa. Pri 60 drevesih iz kolekcije v Šempetru smo z mikrosateliti ugotovili 18 različnih genotipov. Med njimi so bili 4 edinstveni genotipi.

Poleg kolekcijskih nasadov so bili na terenu predhodno odkriti ter morfološko opisani številni neznani genotipi oljk, ki smo jih prav tako vključili v analizo z mikrosatelitskimi markerji. V Slovenski Istri je bilo v analizo vključenih 152 dreves, med katerimi smo ugotovili 81 različnih genotipov. Od tega je bilo kar 45 takih genetskih profilov, ki ne pripadajo nobeni referenčni sorti. V Goriških Brdih je bila opravljena genotipizacija 48 dreves, ki naj bi pripadala 24 različnim sortam. Tudi na tem območju smo odkrili 7 neznanih genotipov.

V obdobju od 1998 do 2016 smo morfološko opisali 1421 vzorcev oljk. V kolikor bi vsako akcesijo opisali petkrat, kot je to običajno, bi to pomenilo, da bi v tem obdobju opisali 284 akcesij/sort. Med 1421 opisanimi vzorci smo na podlagi analize z mikrosatelitskimi markerji do sedaj definirali 1154 vzorcev (81,2%), med katerimi je bilo le 88 genetsko različnih



akcesij. Genotipizacija je omogočila združevanje podatkov istih genotipov, da smo lahko začeli pripravljati novo bazo podatkov – delovnim imenom smo dodali ime genotipa, število potrebnega opisovanja pa se je zmanjšalo. Znotraj 88 različnih akcesij je bilo 47 definiranih sort oziroma klonov in 41 neznanih genotipov. Med 297 vzorci, ki jih nismo genetsko preverili, naj bi bilo glede na ime ali morfološke značilnosti 97 različnih (Preglednica 2). Pri izbiri vzorcev smo dali večji poudarek iskanju domačih sort in njihovih klonov oziroma ekotipov, tako da je bilo v opazovanje zajetih 68 vzorcev 'Buge' (7 klonov), 54 vzorcev 'Črnice' (2-3 kloni), 99 vzorcev 'Drobnice' (5 klonov), 48 vzorcev 'Istrske belice', 55 vzorcev 'Mate' (6 klonov) in 29 vzorcev 'Štorte'. Stare sorte 'Žižula', ki jo v svojem delu omenja Hugues (1999) nismo odkrili, za sorto 'Zmartel' pa nismo našli referenčnega vzorca.

V obdobju od 2004 do 2016 smo v 308 vzorcih olja izbranih akcesij/sort, med katerimi je bilo 294 (95,5%) vzorcev genetsko preverjenih, določili nekatere značilnosti olja – sestavo maščobnih kislin, vsebnost tokoferolov, polifenolov in ponekod sterolov. Med njimi je bilo 57 različnih genotipov in sicer 32 znanih in 25 neznanih genotipov (Preglednica 3). Analizirali smo 30 vzorcev 'Buge' (3 kloni), 14 vzorcev 'Črnice' (2 klona), 44 vzorcev 'Drobnice' (4 kloni), 19 vzorcev 'Istrske belice', 10 vzorcev 'Mate' (2 klona) in 6 vzorcev 'Štorte'. Na podlagi rezultatov genotipizacije smo začeli graditi bazo podatkov o značilnostih oljčnega olja posamezne sorte.

Z mikrosatelitskimi markerji smo vzpostavili zelo obsežno nacionalno podatkovno bazo oljke, ki nam je zelo olajšala delo na področju spremljanja značilnosti posameznega genotipa. Rezultati genotipizacije so pokazali, da imamo v Sloveniji zelo pestro genetsko strukturo oljk. Poleg identificiranih referenčnih oljčnih sort, so bili v kolekcijskih nasadih in na terenu odkriti še številni različni in neznani genotipi. Vzpostavljeno slovensko podatkovno bazo bi bilo v prihodnje smiselno nadgraditi tudi z dodatnimi mikrosatelitskimi markerji, da bi jo lahko vključili v širše mednarodne genske banke oljke. S tem bi na mednarodni ravni pomembno prispevali k odkrivanju sinonimov in homonimov ter k ugotavljanju geografskega izvora oljčnih sort. Svetovna baza podatkov z natančno definiranim protokolom genotipizacije bi veliko pripomogla k reševanju velike zmede pri poimenovanju sort oljk.

#### **4. ZAHVALA**

Raziskave so bile opravljene v okviru dveh Ciljno-raziskovalnih projektov: (1) »Izdelava podatkovne baze DNA opisov tradicionalnih oljčnih sort Slovenske Istre za podporo sledljivosti istrskega oljčnega olja in za potrebe pospeševanja gojenja starejših oljčnih sort« (V4-0318) in (2) »Determinacija in vrednotenje genskih virov oljk v nacionalnih kolekcijah Slovenije z uporabo markerjev DNA« (V4-1056), ki ju je financiralo Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano RS in Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS ter v okviru Strokovnih nalog Poskusnega centra za oljkarstvo (KGZS – Zavod GO).

#### **5. VIRI**

- Bandelj D., Jakše J., Javornik B. 2002. DNA Fingerprinting of Olive Varieties by Microsatellite Markers. *Food Technology and Biotechnology*, 40, 3: 185-190.
- Bandelj Mavsar, D., Jakše J., Javornik B. 2004. Assessment of genetic variability of olive varieties by microsatellite and AFLP markers. *Euphytica*, 136: 93-102.
- Carriero E., Fontanazza G., Cellini F., Giorio G. 2000. Identification of simple sequence repeats (SSRs) in olive (*Olea europaea* L.). *Theoretical and Applied Genetics*, 104: 301-307.

- Cipriani G., Marrazo M. T., Marconi R., Cimato A., Testolin R. 2002. Microsatellite markers isolated in olive (*Olea europaea* L.) are suitable for individual fingerprinting and reveal polymorphism within ancient cultivars. *Theoretical and Applied Genetics*, 104: 223-228.
- De la Rosa R., James C. M., Tobutt K. R. 2002. Isolation and characterisation of polymorphic microsatellites in olive (*Olea europaea* L.) and their transferability to other genera in the Oleaceae. *Molecular Ecology*, 2: 265-267.
- Fiorino P., 2003. *Olea – Trattato di olivicoltura*. Bologna, Edagricole: 461 str.
- Hugues C. 1999. *Maslinarstvo Istre. Elaiografia Istriana*. Zagreb, Ceres, 161 str.
- IOC – International Olive Council, 1998a. Project on conservation, characterization, collection and utilization of genetic resources in olive. Doc. CFC/EB/26/6.
- IOC – International Olive Council, 1998b. Methodology for primary characterisation of olive varieties. Madrid, IOC: 10 str.
- IOC – International Olive Council, 1998c. Methodology for secondary characterisation (agronomic, phenological, pomological and oil quality) of olive held in collections. Madrid, IOC: 20 str.
- Kump B., Svetek S., Javornik B. 1992. Izolacija visokomolekularne DNK iz rastlinskih tkiv. *Zbornik Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani*, 59: 63-66.
- Leskovec D. 1956. Pomen gojenja oljke v Slovenskem Primorju. Diplomsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 78 str.
- MKGP. 2011. Register kmetijskih gospodarstev in evidenca dejanske rabe kmetijskih in gozdarskih zemljišč.
- Sefc K. M., Lopes M. S., Mendonca D., Rodriguez dos Santos M., Laimer da Camara Machado M., da Camara Machado A. 2000. Identification of microsatellite loci in olive (*Olea europaea*) and their characterisation in Italian and Iberian olive trees. *Molecular Ecology*, 9: 1171-1193.

Preglednica 1: Lokacija vzorčenja oljčnih listov, število vseh analiziranih dreves ter število vseh identificiranih genotipov in število neznanih genotipov na posamezni lokaciji.

Table 1: Location, the number of analyzed trees, the number of identified genotypes and the number of unknown genotypes at each location.

Lokacija	Število analiziranih dreves	Število identificiranih genotipov	Število neznanih genotipov
Forma viva	36	14	2
Kolekcija Strunjan	100	27	/
Kolekcija Purissima	173	37	11
Kolekcija Šempeter	60	18	4
Slov. Istra (teren)	152	81	45
Goriška Brda (teren)	48	24	7
Skupaj	569	/	/

Preglednica 2: Skupno število morfološko opisanih vzorcev, genetsko preverjenih in nepreverjenih vzorcev ter število identificiranih in število neznanih.

Table 2: Total number of morphologically described samples, genetic verified and unverified samples and the number of identified genotypes and of unknown genotypes.

Morfologija – število opisanih vzorcev (1998-2016)			
Genetsko preverjeni	1154	Genetsko različni	88
		- identificirani genotipi	47
		- neznani genotipi	41
Nepreverjeni	267	Različno poimenovanje	97
Skupaj	1421		

Preglednica 3: Skupno število vzorcev analiziranega olja, genetsko preverjenih in nepreverjenih vzorcev ter število identificiranih in število neznanih.

Table 3: Total number of samples analyzed olive oil, genetic verified and unverified samples and the number of identified genotypes and of unknown genotypes.

Analize olja – število analiziranih vzorcev (2004 - 2016)			
Genetsko preverjeni	294	Genetsko različni	57
		- identificirani genotipi	32
		- neznani genotipi	25
Nepreverjeni	14	Različno poimenovanje	14
Skupaj	308		



## IZVEDBA STARŠEVSKEGA TESTA Z MARKERJI EST-SSR IN DOLOČITEV NAJPOGOSTEJŠIH OPRAŠEVALNIH SORT OLJČNE SORTE 'ISTRSKA BELICA'

Alenka BARUCA ARBEITER<sup>1</sup>, Jernej JAKŠE<sup>2</sup>, Dunja BANDELJ<sup>1</sup>

### POVZETEK

V slovenskih oljčnikih je najbolj zastopana sorta 'Istrska belica', ki je poznana kot samooplodna, a pridelovalci opozarjajo, da se pri tej sorti na določenih lokacijah pojavljajo težave z rodnostjo. V raziskavi smo uporabili sedem visoko polimorfni markerjev EST-SSR za genotipizacijo embrijev 'Istrske belice', vzorčenih v enosortnem in kolekcijskem nasadu, in za 24 referenčnih sort oljk, ki so potencialni donorji peloda v slovenskem prostoru. Starševski test smo izvedli z uporabo programa FAMOZ. Izmed vseh analiziranih embrijev smo najpogostejše opraševalne sorte določili za približno 41 % (enosortni nasad) in 65 % (kolekcija) embrijev. Najpogostejši donorji peloda so se med nasadoma nekoliko razlikovali, kar je lahko posledica prisotnosti raznolikih oljčnih sort v neposredni bližini nasadov ter različnih mikroklimatskih dejavnikov. Rezultati starševskega testa so pokazali, da je 'Istrska belica' kompatibilna z različnimi oljčnimi sortami in odkrili smo le 4 primere samooplodnje. Ti rezultati kažejo na nizko stopnjo samooplodnosti 'Istrske belice'.

**Ključne besede:** *Olea europaea* L., mikrosateliti, analiza starševstva, samooplodnost, samoneoplodnost

### PATERNITY ANALYSIS AND IDENTIFICATION OF POLLEN DONORS OF THE OLIVE VARIETY 'ISTRSKA BELICA' BY USING EST-SSR MARKERS

### ABSTRACT

The leading olive variety in Slovenia is 'Istrska belica', which is traditionally believed to be self-compatible, although growers have noted that there are some existing problems with fruit set and fertility in some growing locations. In this study, seven EST-SSR loci with high polymorphic information content were used for genotyping olive embryos from 'Istrska belica', collected from the monovarietal and national olive collection, and twenty-four reference olive varieties, which could be potential pollen donors in the Slovenian region. Paternity analysis was performed using FAMOZ software. The most probable pollen donors were assigned to approximately 41 % (monovarietal orchard) and 65 % (olive collection) of all analyzed embryos. Identified potential pollen donors were slightly differed between orchards, probably due to the different olive varieties in the immediate vicinity of the experimental field and various microclimatic conditions. The paternity testing showed that 'Istrska belica' is cross-compatible with different olive varieties and only four cases of self-

<sup>1</sup> Univerza na Primorskem, Fakulteta za matematiko, naravoslovje in informacijske tehnologije, Glagoljaška 8, SI-6000 Koper

<sup>2</sup> Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Katedra za genetiko, biotehnologijo, statistiko in žlahtnjenje rastlin, Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana

fertilization was confirmed. These results indicate the low level of self-compatibility of 'Istrska belica'.

**Key words:** *Olea europaea* L., microsatellites, paternity analysis, self-compatibility, self-incompatibility

## 1. UVOD

Pridelava oljk (*Olea europaea* L.) je osrednja kmetijska panoga na območju sredozemskega bazena, saj jo odlikuje visoka gospodarska vrednost. Kljub svetovnemu trendu k zmanjšanju uživanja olj in maščob, se pridelava in uživanje oljčnega olja povečujeta po vsem svetu (Uylaşer in Yildiz, 2013), predvsem zaradi številnih znanih terapevtskih učinkov, povezanih z uživanjem oljčnega olja (Ghanbari in sod., 2012; Ali Hashmi in sod., 2015).

Čeprav je oljka vetrocvetna rastlina s hermafroditnimi cvetovi, je večina sort samoneoplodnih ali delno samoneoplodnih, kar pomeni, da potrebujejo za uspešno oploditev kompatibilno oprasovalno sorto. S preišljenim izborom sort in njihovih najprimernejših oprasovalnih sort lahko vplivamo na uspešnost oploditve in pridelek ter posledično na rodnost oljčnega nasada.

Za ugotavljanje kompatibilnosti oljčnih sort so na voljo različne tradicionalne metode, ki vključujejo umetno oprasovanje in križanje (Moutier, 2002), izolacijo cvetov z oprasovalnimi vrečkami (Pinillos in Cuevas, 2009) in proučevanje rasti pelodne cevke (Seifi in sod., 2011). Tovrstni raziskovalni pristopi pogosto privedejo do nasprotujočih si rezultatov, ker so lahko oprasovalni odnosi odvisni od ekoloških dejavnikov in vremenskih razmer v rastni sezoni (Mekuria in sod., 1999; Lavee in sod., 2002; Vuletin Selak in sod., 2013).

Sodobnejši pristop za proučevanje starševstva predstavlja metoda pomnoževanja mikrosatelitskih markerjev, ki temelji na ugotavljanju prisotnosti alelov staršev pri potomcih. Številne predhodne študije pri oljki potrjujejo, da je starševski test z mikrosateliti uporaben pri proučevanju oprasovalnih odnosov (Mookerjee in sod., 2005; Guerin in Sedgley, 2007), za ugotavljanje stopnje samo(ne)oplodnosti oljčnih sort (Diaz in sod., 2007; Seifi in sod., 2012) in pri ugotavljanju starševstva sejančkov, pridobljenih s kontroliranim križanjem (De la Rosa in sod., 2013).

V slovenskih oljčnikih je najbolj zastopana sorta 'Istrska belica' in predstavlja kar 70 % vseh oljčnih dreves. A pridelovalci opozarjajo, da se pri tej sorti na določenih lokacijah pojavljajo težave z rodnostjo, ki so lahko posledica agrotehnike, mikrolokacije ali odsotnosti primernih oprasovalnih sort. 'Istrska belica' je uvrščena med samooplodne sorte, kar pomeni, da za oplodnjo ne potrebuje drugih oprasovalnih sort. Kljub temu jo v Svetovnem katalogu oljčnih sort (World Catalogue of Olive Varieties) opisujejo kot delno samooplodno (Barranco in sod., 2000) in tudi raziskave kažejo, da je oplodnja 'Istrske belice' bistveno boljša v primeru tujega oprasovanja (Ugrinovič in Štampar, 1996).

V naši raziskavi smo želeli s starševskim testom in markerji EST-SSR določiti najpogostejše oprasovalne sorte 'Istrske belice' ter ugotoviti, v kolikšni meri se sorta dejansko samooplodi.

## 2. MATERIAL IN METODE

Plodove za izolacijo DNA iz oljčnih embrijev smo nabrali v enosortnem nasadu 'Istrske belice' v Ospu in v nacionalnem kolekcijskem nasadu v Strunjanu. Na vsaki lokaciji smo izbrali dve drevesi 'Istrske belice' v dobri kondiciji in s posameznega drevesa naključno nabrali 60 plodov. Plodove smo vzorčili oktobra 2012 in oktobra 2013. Za izolacijo DNA iz oljčnih embrijev smo uporabili metodo, ki sta jo objavila Guerin in Sedgley (2007), z manjšimi spremembami. Za določitev najpogostejših oprashaevalnih sort 'Istrske belice' smo v analizo vključili 24 referenčnih oljčnih sort ('Arbequina', 'Ascolana tenera', 'Athena', 'Buga', 'Cipressino', 'Coratina', 'Črnica', 'Frantoio', 'Grignan', 'Istrska belica', 'Itrana', 'Leccino', 'Leccio del corno', 'Leccione', 'Maurino', 'Moraiolo', 'Nocellara del Belice', 'Oblica', 'Pendolino', 'Picholine', 'Samo', 'Santa Caterina', 'Štorta', 'Zelenjak'). DNA oljke smo izolirali iz mladih oljčnih listov po uveljavljenem protokolu CTAB (Kump in sod., 1992). Koncentracijo DNA vseh vzorcev smo izmerili s pomočjo fluorometra (Qubit Fluorometer, ThermoFisher Scientific).

Za pomnoževanje DNA referenčnih oljčnih sort in DNA embrijev smo uporabili 7 visoko polimorfni markerjev EST-SSR (OeUP-05, OeUP-09, OeUP-16, OeUP-21, OeUP-22, OeUP-37, OeUP-42). Reakcija PCR je potekala v skupnem volumnu 15  $\mu$ l in je vsebovala 1 $\times$  PCR pufer, 2 mM MgCl<sub>2</sub>, 0,2 mM koncentracijo vsakega dNTP (ThermoFisher Scientific), 0,2  $\mu$ M koncentracijo vsakega začetnega oligonukleotida, 0,25  $\mu$ M koncentracije univerzalnega M13 (-21) začetnega oligonukleotida, označenega s fluorescentno molekulo FAM, VIC, PET ali NED (Applied Biosystems), 0,375 enote *Taq* polimeraze (ThermoFisher Scientific) in 40 ng DNA. Pomnoževanje je potekalo po naslednjem temperaturnem profilu: začetna 5 min denaturacija DNA na 94 °C, 5 ciklov s ponavljanjem (45 s na 94 °C, 30 s na 60 °C za OeUP-16 / na 58 °C za OeUP-05, OeUP-09, OeUP-42 / na 55 °C za OeUP-21 / na 50 °C za OeUP-22, OeUP-37, 1 min 30 s na 72 °C), kjer se je pri vsakem ciklu temperatura pri drugem koraku znižala za 1 °C, 35 ciklov s ponavljanjem (30 s na 94 °C, 30 s na 55 °C / 53 °C / 50 °C / 45 °C in 1 min 30 s na 72 °C) ter končna 10 min inkubacija vzorcev na 72 °C. Za ločevanje pomnoženih fragmentov smo uporabili kapilarni sekvenator (ABI Prism 3130, Applied Biosystems) in podatke analize uvozili v programski paket Gene Mapper 4.1 (Applied Biosystems), s katerim smo pridobili podatke o prisotnosti in dolžinah alelov.

Na podlagi rezultatov genotipizacije smo za referenčne sorte oljk s pomočjo programa IDENTITY 1.0 (Wagner in Sefc, 1999) izračunali verjetnost enakosti genotipov PI (ang. probability of identity) in s program FAMOZ (Gerber in sod., 2003) verjetnost izključitve EP (ang. exclusion probability) napačnega potencialnega donorja peloda (Jamieson in Taylor, 1997). S programom FAMOZ smo izdelali tudi starševski test, pri čemer smo najprej izračunali vrednosti LOD (skupni logaritem razmerja verjetij; ang. log of the odds ratio or likelihood ratio). Kot najverjetnejšega donorja peloda smo upoštevali genotip z najvišjo vrednostjo LOD, ki je morala biti hkrati tudi višja od mejne vrednosti LOD (Gerber in sod., 2003). Mejno vrednost LOD smo določili s simulacijo 10,000 potomcev, generiranih na podlagi znanih starševskih genotipov in frekvenc alelov.

## 3. REZULTATI IN RAZPRAVA

Poznavanje kompatibilnosti oljčnih sort je ključnega pomena za doseganje rodnosti v oljčnih nasadih, a kljub temu so oprashaevalni odnosi slovenskih oljčnih sort slabo raziskani. Čeprav so vzroki za nerodnost lahko tudi fiziološke narave, smo s pomočjo genskih mikrosatelitskih

markerjev izvedli starševski test in določili najpogostejše opraševalne sorte za najbolj zastopano oljčno sorto v Sloveniji, 'Istrsko belico'.

Pri starševski populaciji smo najprej izračunali parametra verjetnost izključitve (EP) in verjetnost enakosti genotipov (PI), s pomočjo katerih lahko ovrednotimo primernost izbranih molekulskih markerjev za starševsko analizo (Waits in sod., 2001, Vandeputte, 2012). Visoka vrednost parametra EP (0,998) je potrdila, da je bil izbran set markerjev primeren za izključitev skoraj vseh (99,8 %) tistih donorjev peloda, ki niso imeli dovolj podobnosti z danim potomcem oz. embrijem. Primernost izbranih markerjev so potrdile še zelo nizke vrednosti parametra PI, ki kažejo na to, da je bila verjetnost določitve napačnega donorja peloda zelo majhna. Te vrednosti potrjujejo, da izbran set markerjev EST-SSR odlikuje dobra informativnost in visoka sposobnost izključevanja napačnih donorjev peloda.

Rezultate genotipizacije embrijev smo primerjali z genotipi 24 referenčnih sort in najverjetnejše donorje peloda vseh analiziranih embrijev določili z izračunom vrednosti LOD. V Ospu je povprečna vrednost LOD potencialnih donorjeva peloda znašala 3,1 (2012) in 3,5 (2013). V Strunjanu sta bili v obeh letih povprečni vrednosti LOD potencialnih opraševalnih sort nekoliko nižji, 3,0 (2013) in 3,2 (2013). V Ospu je imelo 62 % (2012) oz. 49 % (2013) embrijev vrednosti LOD nižje od mejne vrednosti in v Strunjanu 29 % (2012) oz. 33 % (2013). Te vzorce embrijev zato nismo vključili v nadaljnjo analizo starševstva. Za določitev najpogostejših opraševalnih sort smo nato upoštevali le tiste embrije, ki so imeli vrednosti LOD višje od mejne vrednosti. Teh je bilo v Ospu 30 % (2012) oz. 51 % (2013) in v Strunjanu 65 %, tako v letu 2012, kot v letu 2013.

Analiza starševstva je pokazala, da je bila v Ospu leta 2012 glavna opraševalna sorta 'Istrske belice' sorta 'Leccino' in leta 2013 sorta 'Frantoio'. V Strunjanu je bila leta 2012 in 2013 glavna opraševalna sorta 'Leccino'. V skladu s pričakovanji so se potencialne opraševalne sorte nekoliko razlikovale med oljčnima nasadoma, kar je lahko posledica različnega nabora sort v neposredni bližini analiziranih dreves. Po naših podatkih se v eksperimentalnem nasadu v Ospu nahaja sorta 'Leccino'. Čeprav je zastopana samo z enim drevesom, je potencialni vir peloda za 'Istrsko belico'. Dejstvo pa je, da so vse sorte razširjene v oljčnih nasadih Slovenske Istre in so lahko prispevale svoj pelod tudi na daljše razdalje s pomočjo zračnih tokov. Pelodna zrna oljke lahko namreč od izvornega drevesa z zračnimi masami prepotujejo tudi razdaljo 12 km (Fabbri in sod., 2004). V Strunjanu se kolekcijski del nasada nadaljuje v nasad, kjer so izključno drevesa sort 'Leccino' in 'Istrska belica', zato ne preseneča, da je bila v Strunjanu sorta 'Leccino' v obeh proučevanih sezonah najpogostejša opraševalna sorta. Kot najboljša opraševalna sorta 'Istrske belice' se je sorta 'Leccino' izkazala tudi v študiji, ki sta jo naredila Ugrinović in Štampar (1996). V svoji raziskavi sta proučevala uspešnost oploditve oljčnih sort 'Istrska belica', 'Pendolino' in 'Leccino', v primeru samooprašitve, naravne oprašitve in navzkrižne oprašitve. Med vsemi analiziranimi embriji 'Istrske belice' smo odkrili samo štiri primere samooplodnje, kar kaže na nizko stopnjo samooplodnosti te sorte, ki sta jo prav tako potrdila že Ugrinović in Štampar (1996).

Najpogostejše opraševalne sorte 'Istrske belice', ki smo jih določili v raziskavi kažejo, da sta sorti 'Leccino' in 'Frantoio' kompatibilni z 'Istrsko belico'. Zaradi razlik, ki smo jih ugotovili med nasadoma in med proučevanima letoma, lahko sklepamo, da sta bili ti dve sorti najučinkovitejši opraševalni sorti v danih okoljskih razmerah (Mookerjee in sod., 2005). Za potrditev najučinkovitejših opraševalnih sort 'Istrske belice' bi bilo v obeh nasadih potrebno izvajati starševski test več zaporednih let, ker lahko na opraševanje vplivajo ekološki dejavniki. Med njimi predvsem visoka temperatura, ki lahko skrajša obdobje receptivnosti



brazde pestiča (Martin in sod., 2005), upočasni ali ustavi rast pelodnega mešička (Koubouris in sod., 2009) in vpliva na stopnjo samo(ne)oplodnosti pri oljki (Lavee in sod., 2002; Koubouris in sod., 2009). Zaradi tega bi bilo analizo starševstva z mikrosatelitskimi markerji smiselno nadgraditi s sodobnimi metodami fluorescentne mikroskopije, ki omogočajo proučevanje parametrov učinkovitega časa opravevanja in kaljivosti peloda, s čimer bi lahko natančno proučili biologijo opravevanja 'Istrske belice'.

V naši raziskavi v Ospu (2012=8 %, 2013=0 %) in v Strunjanu (2012=6 %, 2013=2 %) določenemu odstotku embrijev nismo uspeli določiti nobenega donorja peloda. Sklepamo lahko, da so bili cvetovi teh vzorcev oplojeni s pelodom neidentificiranih genotipov znotraj oljčnega nasada ali s pelodom dreves, ki se nahajajo v bližini nasadov. V Strunjanu in Ospu so oljčniki tako v neposredni bližini proučevanih nasadov, kot tudi v bolj oddaljeni okolici, od koder so lahko zračne mase prinesle pelod neidentificiranih genotipov. Tudi Mookerjee in sod. (2005) so pri proučevanju vzorca opravevanja petih oljčnih sort na jugu Avstralije ugotovili 22 % embrijev, ki so bili oplojeni s pelodom neznanih genotipov oljk.

Zaključimo lahko, da so genski mikrosateliti primerni za ugotavljanje starševstva, saj smo z njimi določili potencialne donorje peloda 'Istrske belice' in ugotovili, da je 'Istrska belica' delno samooplodna. Dobljeni rezultati predstavljajo pomembno izhodišče za načrtovanje obsežnejših, večletnih poskusov za določanje optimalnih opravevalnih sort in stopnje samooplodnosti 'Istrske belice' in drugih oljčnih sort. Poznavanje opravevalnih odnosov vodilnih oljčnih sort je izrednega pomena pri pripravi novih ali sanaciji slabo rodnihi nasadov, saj lahko le premišljena sortna sestava vodi do večjih in rednih pridelkov brez uporabe drugih agrotehničnih ukrepov.

#### 4. ZAHVALA

Raziskava je del usposabljanja mlade raziskovalke (šifra: 32571), ki ga financira Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije (ARRS).

#### 5. VIRI

- Ali Hashmi M., Khan A., Hanif M., Fatoq U., Perveen S. 2015. Traditional Uses, Phytochemistry, and Pharmacology of *Olea europaea* (Olive). Evidence-based Complementary and Alternative Medicine, doi:10.1155/2015/541591.  
<https://www.hindawi.com/journals/ecam/2015/541591/>
- Barranco D., Cimato A., Fiorino P., Rallo L., Touzani A., Castañeda C., Serafini F., Trujillo I. 2000. World Catalogue of Olive Varieties, International Olive Oil Council (IOOC), Madrid, Spain.
- De la Rosa R., Belaj A., Muñoz-Mérida A., Trelles O., Ortíz-Martín I., González-Plaza J. J., Valpuesta V., Beuzón C. R. 2013. Development of EST-derived SSR Markers with Long-core Repeat in Olive and Their Use for Paternity Testing. Journal of the American Society for Horticultural Science, 138, 4: 290-296.
- Díaz A., Martín, A., Rallo P., De la Rosa R. 2007. Crosscompatibility of the parents as the main factor for successful olive breeding crosses. Journal of the American Society for Horticultural Science, 132: 830-835.
- Fabrizi A., Bartolini, G., Lambardi M., Kailis S. G. 2004. Olive Propagation Manual. Landlinks, Collingwood, Vic.
- Gerber S., Chabrier P., Kremer A. 2003. FAMOZ: a software for parentage analysis using dominant, codominant and uniparentally inherited markers. Molecular Ecology Notes, 3: 479-481.

- Ghanbari R., Anwar F., Alkharfy K. M., Gilani A. H., Saari N. 2012. Valuable Nutrients and Functional Bioactives in Different Parts of Olive (*Olea europaea* L.) - A Review. International Journal of Molecular Sciences, 13: 3291-3340.
- Guerin J., Sedgley M. 2007. Cross-Pollination in Olive Cultivars. Rural Industries Research and Development Corporation: 43 str.
- Jamieson A., Taylor S. S. 1997. Comparisons of three probability formulae for parentage exclusion. Animal Genetics, 28: 397-400.
- Jones A. G., Small C. M., Paczolt K. A., Ratterman N. L. 2010. A practical guide methods of parentage analysis. Molecular Ecology Recourses, 10: 6-30.
- 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.
- Kump B., Svetek S., Javornik B. 1992. Izolacija visokomolekularne DNK iz rastlinskih tkiv. Zbornik Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani, 59: 63-66.
- Lavee S., Taryan J., Levin J., Haskal A. 2002. The significance cross-pollination for various olive cultivars under irrigated intensive growing conditions. Olivae, 91: 25-36.
- Martin G. C., Ferguson L., Sibbett G. S. 2005. Flowering, pollination, fruiting, alternate bearing, and abscission. V: Sibbett G. S., Ferguson L., Coviello J. L., Lindstrand M. (ur.), Olive Production Manual. Oakland, University of California, Agriculture and Natural Resources: 49-54.
- Mekuria G. T., Collins G. G., Sedgley M. 1999. Genetic variability between different accessions of some common commercial olive cultivars. Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 74, 3: 309-314.
- Mookerjee S., Guerin J., Collins G., Ford C., Sedgley M. 2005. Paternity analysis using microsatellite markers to identify pollen donors in an olive grove. Theoretical and Applied Genetics, 111: 1174-1182.
- Moutier N. 2002. Self-fertility and inter-compatibilities of sixteen olive varieties. Acta Horticulturae, 586: 209-212.
- Pinillos V., Cuevas J. 2009. Open-pollination provides sufficient levels of cross-pollen in spanish monovarietal olive orchards. HortScience, 44, 2: 499-502.
- Seifi E., Guerina J., Kaiser B., Sedgley M. 2011. Sexual compatibility and floral biology of some olive cultivars. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 39, 2: 141-151.
- Seifi E., Guerin J., Kaiser B., Sedgley M. 2012. Sexual compatibility of the olive cultivar 'Kalamata' assessed by paternity analysis. Spanish Journal of Agriculture Research, 10, 3: 731-740.
- 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.
- Uylaşer V., Yildiz G. 2013. The Historical Development and Nutritional Importance of Olive and Olive Oil Constituted an Important Part of the Mediterranean Diet. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 54, 8: 1092-1101.
- Vandeputte M. 2012. An accurate formula to calculate exclusion power of marker sets in parentage assignment. Genetics Selection Evolution, 44: 36.
- Vuletin Selak G., Perica S., Goreta Ban S., Poljak, M. 2013. The effect of temperature and genotype on pollen performance in olive (*Olea europaea* L.). Scientia Horticulturae, 156: 38-46.
- Wagner H. W., Sefc K. M. 1999. IDENTITY 1.0. Centre for Applied Genetics, University of Agricultural Sciences Vienna (programska oprema).
- Waits L. P., Luikart G., Taberlet P. 2001. Estimating the probability of identity among genotypes in natural populations: cautions and guidelines. Molecular Ecology, 10: 249-256.

## IZBOLJŠANJE RODNEGA NASTAVKA ČEŠENJ (*Prunus avium* L.) Z UPORABO 1-NAFTILOCETNE IN GIBERELINSKE KISLINE

Matej STOPAR<sup>1</sup>

### POVZETEK

V letih z deževnim in oblačnim vremenom v času cvetenja pogosto prihaja do slabega nastavka plodov in malega pridelka češenj. Na treh sortah češenj 'Sunburst', 'Lapins' in 'Sweetheart' smo v dvoletnem poskusu z uporabo različnih rastlinskih bioregulatorjev želeli izboljšati rodni nastavek. V obeh letih smo s trikratnim nanosom mešanice giberelinske kisline 3 (GA<sub>3</sub>) 10 mg l<sup>-1</sup> in 1-naftilacetne kisline (NAA) 10 mg l<sup>-1</sup>, prvič nanešene ob koncu cvetenja in nato v enotedenskih razmikih, v poprečju za vse sorte podvojili končni nastavek plodov v primerjavi z neškropljenimi obravnavanji. Tretiranje z mešanico GA<sub>3</sub> in NAA niso imela vpliva na povratno cvetenje češenj.

**Ključne besede:** češnja, pridelek, NAA, GA, nastavek plodov

### ENHANCEMENT OF SWEET CHERRY FRUIT SET (*Prunus avium* L.) BY THE APPLICATION OF 1-NAPHTHALENEACETIC ACID AND GIBBERELIC ACID

### ABSTRACT

Years with cloudy and rainy weather frequently resulted in low fruit set and small yield of sweet cherries. Two-year experiment was conducted on three sweet cherry cultivars 'Sunburst', 'Lapins' and 'Sweetheart' to improve fruit set by the application of different plant bioregulators. Three applications of mixture of gibberellic acid 3 (GA<sub>3</sub>) 10 mg l<sup>-1</sup> and 1-naphthaleneacetic acid (NAA) 10 mg l<sup>-1</sup>, first sprayed at petal fall and after than in 1-week intervals, successfully enhanced final fruit set. On average for all three cherry cultivars on both years final fruit set was doubled comparing to unsprayed treatment. Spraying of GA<sub>3</sub> + NAA mixture did not have any effect on return bloom.

**Key words:** sweet cherry, yield, NAA, GA, fruit set

### 1. UVOD

Drevesa češenj v nekaterih letih ne nastavijo dovolj plodičev. Še posebno se to dogaja v letih z deževnim in oblačnim vremenom v času cvetenja, včasih pa tudi prihaja do preobilnega trebljenja plodičev češenj v času po cvetenju. Slaba oplodnja ali šibke svetlobne razmere v času cvetenja so lahko vzrok slabe zavezanosti plodičev češenj (Choi in Andersen, 2001). Škropljenje z rastlinskimi bioregulatorji za izboljšanje rodne nastavka pri češnjah ne

---

<sup>1</sup> Kmetijski inštitut Slovenije, Hacquetova ulica 17, 1000 Ljubljana, e-mail: matej.stopar@kis.si

učinkuje tako močno kot pri hruškah, čeprav so v preteklosti nakazali na možnosti uporabe rastnih regulatorjev za ta namen pri češnji (Buban, 1996). Ugotovljeno je bilo, da je možno z večkratnim nanosom giberelinske kisline 3 ( $GA_3$ ) nekoliko izboljšati nastavek plodičev češnje in tudi omejiti naravno trebljenje plodičev, prisotno v letih z deževnimi vremenskimi razmerami (Webster in sod., 2006). V 70-ih letih so na več kultivarjih češnje opravljali poskuse, kateri so kasneje tonili v pozabo; pri škropljenju z veliko količino vode so na drevesa češenj nanašali mešanico  $GA_3$  in sintetičnih avksinov npr. 1-naftilocetno kislino (NAA), z namenom povečanja nastavka partenokarpnih plodov oz. kot pomoč pri obdržanju oplojenih plodičev (Webster in sod., 1979; Modlibowska in Wickenden, 1982). Pri nanosu  $GA_3$  v drugih poskusih je bil hkrati opažen negativen učinek na povratno cvetenje tretiranih češenj (Lenahan in sod., 2006). V našem poskusu želimo z nanosom mešanice  $GA_3$  in NAA povečati rodni nastavek treh sort češenj, ter tako nakazati tehnologijo povečevanja rodnosti v letih s hladnim in oblačnim vremenom.

## 2. MATERIAL IN METODE

Poskus smo izvajali v letih 2015 in 2016 v poskusnem nasadu Kmetijskega inštituta Slovenije na Brdu pri Lukovici. Izvajali smo ga na treh sortah češenj, 'Sunburst', 'Lapins' in 'Sweetheart', cepljenih na podlago F12/1. Pri vsaki sorti smo v poskus vzeli tri odrasla, v piramidalni obliki gojena drevesa. Na vsakem drevesu smo izbrali pet cvetočih vej v spodnjem delu krošnje in vsaki veji dodelili eno izmed petih obravnavanj/škropljenj z rastlinskimi bioregulatorji – zasnova poskusa naključnega bloka (drevo) v treh ponovitvah, s petimi obravnavanji pri vsaki sorti. Pri vseh sortah so bila obravnavanja enaka in sicer:

1. kontrola oz. neškropljeno
2.  $GA_3$  10 mg l<sup>-1</sup> (1 tableta Falgro/100 l vode) - 3 kratni nanos
3.  $GA_3$  10 mg l<sup>-1</sup> + NAA 10 mg l<sup>-1</sup> (1 tab. Falgro/100 l + Obsthormon 1,2 ml/10 l) – 3 krat
4.  $GA_{4+7}$  10 mg l<sup>-1</sup> + BA 10 mg l<sup>-1</sup> (Perlan 5 mL/10 l vode) – 3 kratni nanos
5. Proheksadion kalcij 0,5 g/10 l (Regalis 5 g/10 l vode) – 2 kratni nanos

V času cvetenja smo na vsakem drevesu odbrali pet približno enakomerno cvetočih vej, jim prešteli število cvetov ter jih označili za določeno obravnavanje. Vsa obravnavanja smo nanašali z ročno škropilnico do točke kapljanja. Obravnavanja 2, 3 in 4 smo nanašali v treh zaporednih terminih, prvič ob koncu cvetenja dreves, drugič čez deset dni in tretjič en teden kasneje. Obravnavanje 5 smo škropili drugi in četrti teden po koncu cvetenja. Zaradi poškodb plodov ob prisotnosti stenic marmoriranih smrdljivk (*Halyomorpha halys*), smo plodove obrali in prešteli teden pred predvidenim časom obiranja. Povratno cvetenje smo ovrednotili v naslednjem letu z ocenami cvetenja 1 – 10 (1 = brez cveta, 8 = močno cvetoče, 10 snežna kepa). Značilnost razlik med povprečji obravnavanj smo preverili z analizo variance (ANOVA) in Duncanovim razvrstitvenim testom  $p = 0,05$  za vsako sorto posebej. Izračunali smo tudi ANOVO za vse sorte skupaj, na način, da smo sorte vstavili kot dodaten vir variabilnosti ANOVE.

## 3. REZULTATI IN RAZPRAVA

V poskusu izboljšanja rodne nastavka češenj v letu 2015 smo pri sorti 'Sweetheart' s trikratnim nanosom mešanice  $GA_3$  10 mg l<sup>-1</sup> in NAA 10 mg l<sup>-1</sup> izredno močno povečali končni nastavek plodov na vejo oz. nastavek plodov preračunan na 100 cvetov (preglednica 1). Pri sortah 'Sunburst' in 'Lapins' smo z istim obravnavanjem sicer povečali končni nastavek plodov v primerjavi z netretiranimi vejami, vendar ne statistično značilno. Učinkovitost

trikratnega nanosa  $GA_3$  in NAA na izboljššan nastavek plodov je še posebno vidna ob večjem zajemu podatkov, v statističnem izračunu za vse tri sorte skupaj. Nadalje, izračun za vse sorte skupaj dokazuje neznačilnost samostojnega trikratnega nanosa  $GA_3$ , ali trikratnega nanosa mešanice  $GA_{4+7} + BA$ , ali dvakratnega nanosa proheksadiona kalcija na končni nastavek plodov češenj.

Rezultati enakega poskusa v letu 2016 so podobni rezultatom predhodnega leta. Trikratni nanos mešanice  $GA_3$  10 mg l<sup>-1</sup> in NAA 10 mg l<sup>-1</sup> je, glede na neškropljene veje, izredno močno povečal končni nastavek plodov na vejo oz. nastavek plodov preračunan na 100 cvetov pri sortah 'Sunburst', 'Lapins' in 'Sweetheart' (preglednica 2). Enako se izkaže v izračunu za vse sorte skupaj. Trikratni nanos samostojne  $GA_3$ , ali trikratni nanos  $GA_3$  v kombinaciji z BA, ali dvakratni nanos proheksadiona kalcija ni značilno povečal končnega nastavka plodov, pri sorti 'Lapins' so ti nanosi celo značilno zmanjšali končno št. plodov na vejo oz. št. plodov na 100 cvetov.

Webster in sod. (2006) je s podobnimi koncentracijami mešanice  $GA_3$  in NAA ter večkratnim nanosom v nekoliko kasnejšem času, pri sorti češnje 'Colney' povečal nastavek plodov za dvakrat, pri sorti 'Stella' pa sploh ne. Webster in sod. (2006) zaključuje, da se sorte obnašajo različno na omenjeno tretiranje in da je uporaba navedenih bioregulatorjev za komercialne tehnološke prakse morda predraga. Če povzamemo omenjeno tretiranje v našem poskusu za obe leti hkrati, lahko rečemo, da je trikratni nanos mešanice  $GA_3$  10 mg l<sup>-1</sup> in NAA 10 mg l<sup>-1</sup> več kot podvojil pridelek češenj v primerjavi z neškropljenimi vejami, oz. bi tovrstno aplikacijo lahko priporočali kot tehnološki ukrep povečanja rodnega nastavka za vse sorte češenj. Tudi Modlibowska in Wickenden (1982) ter Goldwin in Webster (1983) so bili pri večkratnem nanosu  $GA_3 + NAA$  kmalu po cvetenju, pri škropljenju z veliko količino vode, uspešni pri zmanjševanju odpadanja plodičev in povečevanju pridelka več sort češenj.

O vplivu sintetičnih avksinov ter GA na kakovost plodov češenj je bilo narejenih mnogo raziskav, nekatere so postale standardna tehnološka praksa pridelave češenj v več deželah. Stern in sod. (2007) poroča o večjem pridelku češenj zaradi povečane velikosti plodov po enkratnem nanosu sintetičnih avksinov ob velikosti plodičev 13 mm. Pri različnih sortah češenj so z enkratnim nanosom v  $GA_3$  20 mg l<sup>-1</sup> sedem tednov po polnem cvetenju (Usenik in sod., 2005), oz. z enkratnim nanosom  $GA_3$  10 mg l<sup>-1</sup> ali 20 mg l<sup>-1</sup> tri tedne pred rokom obiranja (Facteau in sod., 1985; Kappel in sod., 2002), izboljšali trdoto in velikost plodov, ter povečali količino suhe snovi v soku plodov. V našem poskusu so meritve kakovosti plodov preprečile močno prisotne poškodbe plodov zaradi stenic *Halyomorpha halys*.

Znan je vpliv  $GA_3$  na preprečevanje formiranja cvetnega brstja pri pečkarjih (Webster in Wertheim, 2005). Pri češnji so zmanjšano cvetenje v letu po nanosu  $GA_3$  potrdili Facteau in sod. (1989) ter Lenahan in sod. (2006), kar so razlagali kot primeren tehnološki ukrep pri sortah češenj z izrazito močnim oz. preobilnim cvetenjem. V našem poskusu leta 2015 smo ugotovili rahlo negativen, vendar signifikanten učinek trikratnega samostojnega nanosa  $GA_3$  10 mg l<sup>-1</sup> na povratno cvetenje češenj (preglednica 2). Učinki škropljenj z drugimi bioregulatorji, kakor tudi mešanice  $GA_3$  z NAA, na formiranje cvetnega brstja niso imeli vpliva.

Zaključimo lahko, da bi nanos mešanice  $GA_3$  10 mg l<sup>-1</sup> in NAA 10 mg l<sup>-1</sup> lahko uspešno uporabili za povečanje rodnega nastavka različnih sort češenj v Sloveniji v letih, ko kaže na slabe pogoje oplodnje oz. šibek nastavek plodov. Potrebno bi še bilo narediti študije kakovosti

plodov ob različnih odmerkih škropljenja z  $GA_3$  + NAA, oz. po možnosti ugotoviti izvedljivost zmanjšanja odmerkov obeh bioregulatorjev.

#### 4. ZAHVALA

Raziskava je bila financirana s sredstvi raziskovalnega projekta V4-1409 (Tehnologije pridelave hrušk in češenj), katerega sta financirala Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS in Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano RS.

#### 5. VIRI

- Buban T. 1996. Using plant growth regulators to increase fruit set in sour cherry trees. *Acta Hort.*, 410: 307-310.
- Choi C., Andersen R. 2001. Variable fruit set in self-fertile sweet cherry. *Can. J. Plant. Sci.*, 81: 753-760
- Facteau T. J., Rowe K. E., Chesnut N. E. 1985. Response patterns of gibberellic acid-treated sweet cherry fruit at different soluble solids levels and leaf-fruit ratios. *Sci. Hort.*, 27: 257-262.
- Facteau T. J., Rowe K. E., Chesnut N. E. 1989. Flowering in sweet cherry in response to application of gibberellic acid. *Sci. Hort.*, 38: 239-245.
- Goldwin G. K., Webster A. D. 1983. The cumulative effects of hormone mixtures containing  $GA_3$ , DPU plus NOXA, NAA or 2,4,5-TP on the cropping and flowering of sweet cherry cultivars, *Prunus avium* L.. *J. Hort. Sci.*, 58: 505-516.
- Kappel F. MacDonald R. A. 2002. Gibberellic acid increase fruit firmness, fruit size, and delay maturity of 'Sweetheart' Sweet cherry. *J. Amer. Pom. Soc.*, 54: 219-222.
- Lenahan O., Whiting M. D., Elfving D. C. 2006. Gibberellic acid inhibits floral bud induction and improves 'Bing' sweet cherry fruit quality. *HortScience*, 41: 454-459.
- Modlibowska I., Wickenden M. F. 1982. Effects of chemical growth regulators on fruit production of cherries. I. Effects of fruit setting hormone sprays on the cropping of cvs. Merton Glory and Van cherry trees. *J. Hort. Sci.*, 58: 505-516.
- Stern R. A., Flaishman M., Applebaum S., Ben-Arie R. 2007. Effect of synthetic auxins on fruit development of 'Bing' cherry (*Prunus avium* L.). *Scientia Horticulturae*, 114: 275-280.
- Usenik V., Kastelec D., Štampar F. 2005. Physicochemical changes of sweet cherry fruits related to application of gibberellic acid. *Food Chemistry*, 90: 663-671.
- Webster A. D., Goldwin G. K., Schwabe W. W. Dodd P. B., Pennell, D. 1979. Improved setting of sweet cherry cultivars, *Prunus avium* L., with hormone mixtures containing NOXA, NAA or 2,4,5-TP. *J. Hort. Sci.*, 54: 27-32.
- Webster A. D., Wertheim S. J. 2005. Manipulation of growth and development by plant bioregulators, v J. Tromp s sod., *Fundamentals of temperate zone tree fruit production*, 2005 Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands: 267-294.
- Webster A. D., Spencer J. E., Dover C., Atkinson C. J. 2006. The influence of sprays of  $GA_3$  and AVG on fruit abscission, fruit ripening and quality of two sweet cherry cultivars. *Acta Hort.*, 727: 467-472.

Preglednica 1: Število cvetov na vejo, končno število plodov na vejo in št. plodov na 100 cvetov v poskusu izboljšanja rodnega nastavka treh sort češenj 2015.

Table 1: Number of flowers per branch, final number of fruits per branch and number of fruits per 100 flowers in trial of fruit set enhancement on three sweet cherry cultivars 2015.

Obravnavanje	Sunburst			Lapins			
	Št. cvetov na vejo	Končno št. plodov na vejo	Št. plodov na 100 cvetov	Št. cvetov na vejo	Končno št. plodov na vejo	Št. plodov na 100 cvetov	
Kontrola	134 a	4 a	4,2 a	283 b	39 a	22,6 a	
GA <sub>3</sub> (3x)	116 a	7 a	6,1 a	128 ab	43 a	24,8 a	
GA <sub>3</sub> + NAA (3x)	81 a	13 a	14,0 a	205 ab	41 a	29,7 a	
GA <sub>4+7</sub> + BA (3x)	136 a	17 a	14,5 a	98 a	38 a	27,4 a	
Proheksadion kalcij (2x)	133 a	19 a	13,3 a	109 a	38 a	22,9 a	
Obravnavanje	Sweetheart			Poprečje za vse tri sorte skupaj			
	Št. cvetov na vejo	Končno št. plodov na vejo	Št. plodov na 100 cvetov	Št. cvetov na vejo	Končno št. plodov na vejo	Št. plodov na 100 cvetov	Povratno cvetenje (1-10)
Kontrola	96 ab	7 a	5,8 a	171 a	20 a	10,8 a	8,0 b
GA <sub>3</sub> (3x)	215 b	1 a	3,0 a	153 a	14 a	11,3 a	6,7 a
GA <sub>3</sub> + NAA (3x)	69 a	22 b	27,0 b	118 a	28 a	23,8 b	8,2 b
GA <sub>4+7</sub> + BA (3x)	164 ab	8 a	5,6 a	133 a	18 a	15,7 ab	8,1 b
Proheksadion kalcij (2x)	57 a	6 a	4,9 a	100 a	21 a	13,6 a	8,3 b

Poprečja obravnavanj označena z različnimi črkami, se med seboj razlikujejo statistično značilno z Duncanovim razvrstitvenim testom  $p = 0,05$

Different letters denote significant differences between means according to Duncan's multiple range test,  $p = 0.05$

Preglednica 2: Število cvetov na vejo, končno število plodov na vejo in št. plodov na 100 cvetov v poskusu izboljšanja rodnega nastavka treh sort češenj 2016.

Table 2: Number of flowers per branch, final number of fruits per branch and number of fruits per 100 flowers in trial of fruit set enhancement on three sweet cherry cultivars 2016.

Obravnavanje	Sunburst			Lapins		
	Št. cvetov na vejo	Končno št. plodov na vejo	Št. plodov na 100 cvetov	Št. cvetov na vejo	Končno št. plodov na vejo	Št. plodov na 100 cvetov
Kontrola	443 a	44 a	9 a	331 a	72 b	19 b
GA <sub>3</sub> (3x)	485 a	28 a	6 a	350 a	37 a	8 a
GA <sub>3</sub> + NAA (3x)	427 a	81 b	20 b	417 a	168 c	43 c
GA <sub>4+7</sub> + BA (3x)	404 a	50 ab	12 ab	451 a	24 a	7 a
Proheksadion kalcij (2x)	466 a	42 a	10 a	408 a	20 a	6 a
Obravnavanje	Sweetheart			Poprečje za vse tri sorte skupaj		
	Št. cvetov na vejo	Končno št. plodov na vejo	Št. plodov na 100 cvetov	Št. cvetov na vejo	Končno št. plodov na vejo	Št. plodov na 100 cvetov
Kontrola	457 a	39 a	3 a	410 a	51 a	11 a
GA <sub>3</sub> (3x)	406 a	96 a	14 a	413 a	47 a	9 a
GA <sub>3</sub> + NAA (3x)	545 a	224 b	46 b	463 a	164 b	36 b
GA <sub>4+7</sub> + BA (3x)	550 a	66 a	17 a	468 a	53 a	12 a
Proheksadion kalcij (2x)	441 a	99 a	18 a	439 a	49 a	11 a

Poprečja obravnavanj označena z različnimi črkami, se med seboj razlikujejo statistično značilno z Duncanovim razvrstitvenim testom  $p = 0,05$

Different letters denote significant differences between means according to Duncan's multiple range test,  $p = 0.05$



## KAKO ZMANJŠANJE LISTNE POVRŠINE VPLIVA NA TREBLJENJE PLODIČEV PRI JABLANI?

Jerneja JAKOPIČ<sup>1</sup>, Franček POLIČNIK<sup>1</sup>, Robert VEBERIČ<sup>1</sup>

### POVZETEK

Jablana (*Malus domestica* Borkh.) je sadna vrsta, pri kateri je za zanesljiv in kakovosten pridelek v tehnologijo pridelave potrebo vključiti redčenje. Glede na številne dejavnike, ki določajo učinkovitost redčenja, je izrednega pomena poznavanje naravnega odpadanja plodičev. Proučevali smo vpliv odstranjevanja listov ob cvetnih šopih na intenzivnost trebljenja, kakovost plodov in prirast lesa. Pri odstranjevanju 1/3 in 2/3 omenjenih listov, je bilo odpadanje plodičev večje, spremenila pa se je tudi porazdelitev odpadanja z različnih pozicij v cvetnem šopu. Kjer so ostali vsi listi, je bil stranski plodič, ki je najbližje centralnemu, v podrejenem položaju in je pogosto odpadel, medtem ko je bilo z večanjem deleža odstranjenih listov večje trebljenje na nižjih pozicijah v šopu. Kakovost zrelih plodov se med obravnavanji ni razlikovala, razen v vsebnosti topne suhe snovi. Poleg tega odstranjevanje listov vpliva na prirast enoletnih poganjkov.

**Ključne besede:** 'Zlati delišes', odstranjevanje listov, junijsko trebljenje, kakovost plodov, prirast

## HOW DECREASING OF LEAF AREA AFFECTS THE APPLE FRUITLET SHEDDING?

### ABSTRACT

Apple (*Malus domestica* Borkh.) is a fruit species for which thinning is a necessary technical measure to achieve regular and high quality crop. Given the many factors that determine the effectiveness of thinning it is extremely important to know the natural fruitlets dropping. We studied the effect of removing the spur leaves on shedding intensity, fruit quality and vegetative growth. When removing the 1/3 and 2/3 of spur leaves, intensity of shedding was higher and also the distribution of dropping from different positions changed. Where no leaves were removed, lateral fruitlets closest to the central fruitlet were at a disadvantage and often abscised. With increasing share of removed spur leaves increased the proportion of abscission fruitlets from lower positions in the cluster. The quality of mature fruits did not differ among the treatments except in the content of total soluble solids. Moreover, removing part of spur leaves affected the growth of annual shoots.

**Key words:** 'Golden Delicious', spur leaves removing, June drop, fruit quality, growth

---

<sup>1</sup> Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Katedra za sadjarstvo, vinogradništvo in vrtnarstvo, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana

## 1. UVOD

Jablana je sadna vrsta, ki v normalnih razmerah razvije 10 do 15-krat več cvetov, kot jih sadjarji potrebujemo za kakovosten pridelek (Lakso in Goffinet, 2013). Jablana s samoregulatornim sistemom nekaj plodičev odvrže, saj vseh ne bi bila sposobna prehraniti do zrelosti. Prvemu trebljenju (odpadanje neoplojenih cvetov) takoj po cvetenju, nekaj tednov kasneje sledi še t. i. junijsko trebljenje. Za intenzivno pridelavo to ne zadošča. Zaradi preobilnega cvetenja je v tehnologiji pridelavi jabolk redčenje eden ključnih ukrepov, ki dopolnjuje naravno trebljenje.

Za uspešno izvedbo tega ukrepa je treba dobro poznati same procese v rastlini, ki v tem času potekajo in vplivajo nanj. Naravno oz. junijsko trebljenje se začne 4-6 tednov po polnem cvetenju in traja približno do desetega tedna po polnem cvetenju. Trebljenje lahko poteka različno intenzivno, z enim, dvema ali več vrhovi (Jakopic in sod., 2015; 2016), odvisno predvsem od leta oz. vremenskih razmer (Marini, 2003).

Pri jablani so cvetovi združeni v šope, v katerih je 2 do 7 cvetov. Pri sorti 'Zlati delišes' so najbolj pogosti šopi s petimi cvetovi (Jakopic in sod., 2015), zato smo izbirali 5-cvetne šope. Glede na to, da so cvetovi v šopu razporejeni vzdolž cvetne osi od najvišjega centralnega do najnižjega lateralnega, se postavlja vprašanje: Ali ta razporeditev vpliva tudi na intenzivnost odpadanja? Predvsem v šopih z več cvetovi (5 ali več) intenzivnost odpadanja ne narašča po cvetni osi navzdol, pač pa prihaja do tekmovalnosti med plodiči na drugačen način. Zapostavljen je predvsem lateralni plodič, ki je najbliže centralnemu oz. kraljevskemu (Jakopic in sod., 2015; 2016), kar se kaže v pogostem odpadanju s te pozicije.

Razlog, zakaj nekateri plodiči odpadejo, drugi pa ostanejo na drevesu, še vedno ni popolnoma jasen. Obstajata dve teoriji, hormonska in ogljikohidratna. Prva glavni pomen pripisuje avksinom. V šopu plodičev je dominantni tisti, ki se prvi razvije, drugi so v podrejenem položaju, rastejo počasneje in imajo manjši transport avksina (IAA). Le-ta spodbuja lastni bazipolni transport (Warren in sod., 1988). Na prehodu, kjer se srečata močni polarni IAA transport dominantnega plodiča in šibkejši IAA transport lateralnega plodiča, prvi drugega zavre (Bangerth, 2000). Številne raziskave pa podpirajo ogljikohidratno teorijo. Že leta 1955 sta Addicott in Lynch (1955) ugotovila, da pri listopadnih sadnih vrstah količina shranjenih ogljikovih hidratov v drevesu pomembno vpliva na intenzivnost junijskega trebljenja plodičev. Kasneje je Berüter (1985) ugotovil, da odpadanje plodičev med junijskim trebljenjem ni povezano z vsebnostjo sladkorjev v samem plodiču. Na drugi strani so abscizijo plodičev sprožili s senčenjem celega drevesa, obrezovanjem lubja v bližini abscizijske cone in odstranjevanjem plodičev s pecljev (Berüter in Droz, 1991; Stopar in sod., 2001).

Kakorkoli, na intenzivnost odpadanja trebljenja pri jablani vplivajo številni dejavniki. Poleg zgoraj omenjenih (senčenje, obročkanje) so proučevali tudi vpliv vremenskih razmer, sorte, itd. (Marini, 2003), nismo pa zasledili raziskav o vplivu odstranjevanja listov. Naš cilj je bil ugotoviti, kako odstranjevanje dela listov ob cvetnem šopu vpliva na intenzivnost junijskega trebljenja, kakovost plodov ob zrelosti in enoletni prirast pri jablani.

## 2. MATERIAL IN METODE

V Hortikulturnem centru Biotehniške fakultete, v Orehovljah pri Novi Gorici smo v letu 2016 zasnovali poskus, v katerem smo na jablanah spremljali naravno trebljenje plodičev, t. i.

junijsko trebljenje. V ta namen smo med cvetenjem izbrali dvajset dreves sorte 'Zlati delišes', cepljenih na podlago M9, in na njih izbrali izenačene rodne veje, obraščene s kratkim rodnim lesom in enakomerno obložene s cvetnimi šopi. Vejam smo izmerili obseg, jih razredčili na enotno obremenitev (7 cvetnih šopov/cm<sup>2</sup> preseka veje) in pustili le šope s 5 cvetovi. Izbrane veje smo obročkali, označili in jih razdelili v tri obravnavanja: 2/3, kjer smo ob cvetenju (15. 4. 2016) odstranili dve tretjini listov ob cvetnem šopu, 1/3, kjer smo odstranili 1/3 listov ter 0/3, kjer smo pustili vse liste ob cvetnih šopih. Vsako obravnavanje je bilo ponovljeno na 10-ih vejah.

Po končanem junijskem trebljenju (14. 7. 2016) smo v vsakem šopu prešteli ostale plodiče, jim določili pozicijo vzdolž cvetne osi (K1-centralni ali kraljevski, L2-plodič tik pod njim, do L5-bazalni plodič, najnižje na cvetni osi) (Slika 1). V tehnološki zrelosti (12. 9. 2016) smo plodove obrali in natančno določili, s katere veje so bili obrani, na kateri poziciji so rasli, koliko plodov je bilo v šopu. Potem smo vse plodove stehtali, jim določili zrelostne parametre (trdoto mesa, vsebnost suhe topne snovi). Za kemijske analize smo iz vsakega obravnavanja vzeli 15 naključnih plodov in jih po 3 skupaj uporabili za pripravo enega vzorca vsebnosti sladkorjev in org. kislin. Analize smo izvedli s sistemom tekočinske kromatografije visoke ločljivosti (HPLC) po metodi, ki jo opisujejo Jakopič in sod. (2015). Po končani rastni dobi (10.11.2016) smo s šiviljskim trakom izmerili prirast enoletnega lesa na posamezni veji. Podatke smo statistično obdelali z enosmerno analizo variance (ANOVA) in razlike med obravnavanji testirali z LSD testom mnogoterih primerjav.

### 3. REZULTATI IN RAZPRAVA

Iz mešanega brsta jablane se ob cvetenju razvijejo rozetni listi, za njimi cvetni šop, v katerem najprej zacveti centralni (imenovan tudi kraljevi) cvet in nekaj dni kasneje stranski cvetovi, proti koncu cvetenja pa se začne še rast poganjka z novimi listi. Spomladi jablana zabrsti iz zalog hranil, ki so se nakopičila v skorji in koreninah, takoj po cvetenju pa se zaloge ogljikovih hidratov spet začnejo večati, kar pomeni, da razvoj plodičev že takoj po cvetenju ni več odvisen od rezerv, pač pa so popolnoma preskrbljeni s trenutno fotosintezo drevesa (Lakso in Goffinet, 2013).

Odstranjevanje listov ob cvetnem šopu med cvetenjem je vplivalo na intenzivnost naravnega trebljenja plodičev jablane. Na vejah, kjer nismo odstranjevali listov, je po junijskem trebljenju ostalo več plodičev kot na vejah, kjer smo odstranili 1/3 oz. 2/3 listov (Slika 2). Odstranjevanje polno razvitih listov pri mandarini kmalu po cvetenju je povzročilo do 60% večje odpadanje plodičev, ki se je pojavilo 10 dni prej kot pri nedefoliiranih (Mehouachi in sod., 2000). To potrjuje dejstvo, da za prehranjenost plodov prvih nekaj tednov po cvetenju skrbijo izključno listi ob cvetnem šopu in da za razvoj in rast plodov na drevesu ne skrbijo vsi listi v enaki meri (Lakso in Goffinet, 2013).

Slabša prehranjenost plodičev zaradi odstranjevanja listov ob cvetnem šopu, pa ne pomeni le večjega skupnega odpadanja plodičev, pač pa vpliva tudi na to, kateri plodiči v šopu bodo ostali. V šopih brez odstranjenih listov je centralni plodič K1 odpadel pri polovici vseh šopov, trebljenje plodičev s pozicije L2 pa je bilo precej večje (odpadlo 69%), celo večje kot na nižje ležečih pozicijah (L3 in L4) (Slika 3). To je v skladu z ugotovitvami naših prejšnjih raziskav (Jakopič in sod., 2015 in 2016). Ta trend se je spremenil, če smo odstranili liste ob cvetnih šopih. Ko smo odstranili 1/3 listov, je bila intenzivnost odpadanja plodičev s pozicij L2 in L3 praktično enaka, pri obeh je odpadlo 69% plodičev, ko pa smo odstranili 2/3 vseh

listov, se je z oddaljenostjo plodičev od centralnega plodiča večala tudi njihova intenzivnost trebljenja.

Poleg samega števila plodov, smo preverili tudi kakovost plodov ob zrelosti. Masa plodov se glede na obravnavanje ni statistično razlikovala, čeprav so bili plodovi, kjer smo odstranili 2/3 listov nekoliko večjo maso (Preglednica 1). To je najverjetneje posledice dejstva, da je bilo število plodov/cm<sup>2</sup> preseka veje pri obravnavanju z 2/3 odstranjenimi listi zaradi večjega trebljenja 1,6-krat večja kot pri obravnavanju brez odstranjenih listov. Prav tako se med plodovi iz različnih obravnavanj ni razlikovala trdota mesa in vsebnost sladkorjev. Plodovi, kjer smo odstranili 2/3 listov ob cvetovih, so imeli le nekoliko večjo vsebnosti skupne topne snovi, kot plodovi iz ostalih dveh obravnavanj. Pri analizi kakovosti plodov ob zrelosti je treba upoštevati dejstvo, da za rast in razvoj plodov nekje od 30 dni po polnem cvetenju skrbijo tudi listi kratkih poganjkov in kasneje (približno od 60 dni po polnem cvetenju) tudi listi daljših enoletnih poganjkov (Lakso in Goffinet, 2013). Le-ti so v času svoje rasti porabniki asimilatov in konkurirajo plodovom, ko pa dosežejo končno velikost (krajši prej, daljši kasneje) so tudi oni udeleženi pri zagotavljanju preskrbe plodov (Rom in Barritt, 1990). Zato so tudi pri senčenju drevesa po cvetenju, zaradi zmanjšane fotosinteze, najprej prizadeti plodiči, ki jih drevo odvrže, šele kasneje je ovirana rast poganjkov, kar tudi vpliva na redčenje (Stopar in sod., 2001).

Kot kažejo rezultati meritev enoletnega prirasta pri različnih obravnavanjih (Slika 4), je vendarle zaznati vpliv listov ob cvetnem šopu na rast poganjkov. Prirast poganjkov je bil pri vejah, kjer nismo odstranili listov za tretjino večji kot pri obeh obravnavanjih, kjer je bil del listov odstranjen. Pri pomarančah, kjer so proučevali odnos med plodiči in listi ob cvetnih šopih so ugotovili, da le-ta ne more biti v celoti pojasnjen z razmerjem vir-ponor in posledično so sklepali, da najverjetneje obstaja tudi hormonalna regulacija preko katere plodiči vplivajo na liste (Ruiz in Guardiola, 1994)

Intenzivnost trebljenja plodičev pri jablani določajo tudi listi ob cvetnih šopih. Z odstranjevanjem dela teh listov, je trebljenje intenzivnejše. Rezultati kakovosti zrelih plodov kažejo, da za rast in razvoj plodov v kasnejšem obdobju očitno bolj skrbijo listi novih poganjkov, saj med obravnavanji ni bilo razlik, razen v vsebnosti skupnih topnih snovi. Kljub temu pa odstranjevanje listov ob cvetovih vpliva na prirast enoletnih poganjkov.

#### **4. ZAHVALA**

Raziskava je del programa Hortikultura P4-0013-0481, ki ga financira Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije (ARRS).

#### **5. VIRI**

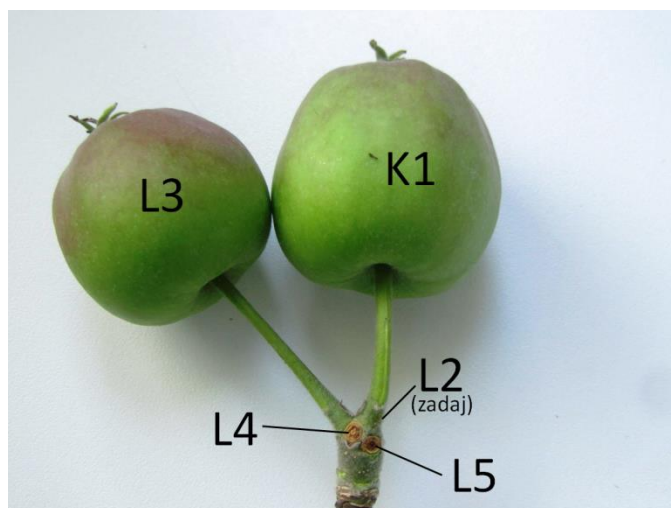
Addicott F. T., Lynch S. R. 1955. Physiology of abscission. *Plant Physiology*, 6: 211-238.

Bangerth F. 2000. Abscission and thinning of young fruit and their regulation by plant hormones and bioregulators. *Plant growth regulation*, 31: 43-59.

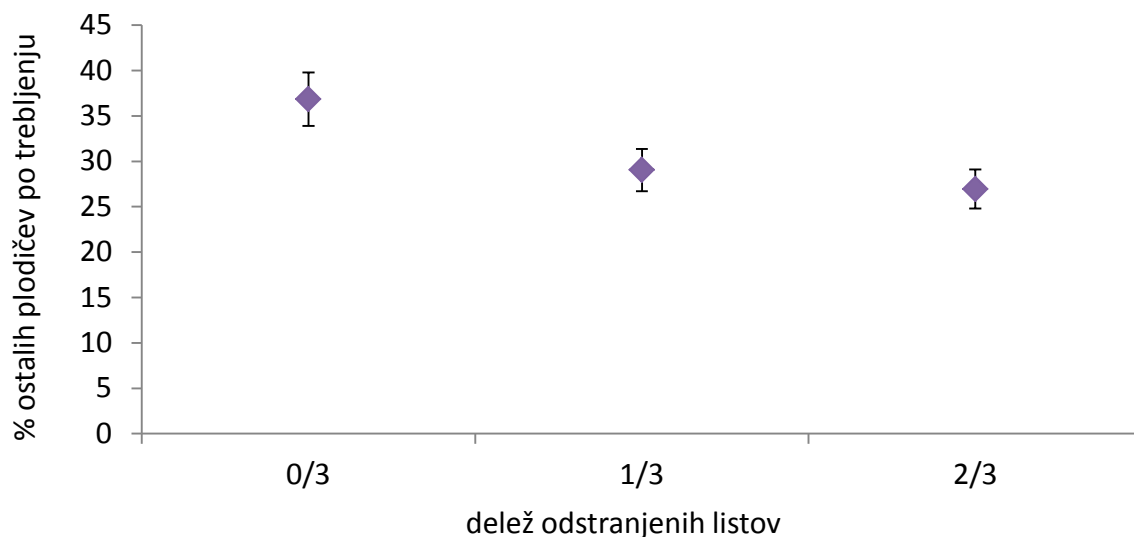
Berüter J. 1985. Sugar accumulation and changes in the activities of related enzymes during development of the apple fruit. *Journal of Plant Physiology*, 121: 331-341.

Berüter J., Droz P. 1991. Studies on locating the signal for fruit abscission in the apple tree. *Scientia Horticulturae*, 46: 201-214.

- Jakopic J., Zupan A., Eler K., Schmitzer V., Stampar F., Veberic R., 2015. It's great to be the King: Apple fruit development affected by the position in the cluster. *Scientia Horticulturae*, 194: 18-25.
- Jakopic J., Zupan A., Schmitzer V., Stampar F., Veberic R. 2016. Sugar and phenolics level dependent on the position of apple fruitlet in the cluster. *Scientia Horticulturae*, 201: 362-369.
- Lakso A. N., Goffinet M. C. 2013. Apple fruit growth. *New York Fruit Quarterly*, 21: 11-14.
- Marini R. P. 2003. Fruitlet size and position within the cluster influence apple fruitlet susceptibility to chemical thinners. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 78: 813-820.
- Mehouachi J., Iglesias D. J., Tadeo F. R., Agusti M., Primo-Millo E., Talon M. 2000. The role of leaves in citrus fruitlet abscission: Effect on endogenous gibberellin levels and carbohydrate content. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 75: 79-85.
- Rom C. R., Barritt B. 1990. Spur development of 'Delicious' apple as influenced by position, wood age, strain, and pruning. *HortScience*, 25: 1578-1581.
- Ruiz R., Guardiola J. L. 1994. Carbohydrate and mineral nutrition of orange fruitlets in relation to growth and abscission. *Physiologia Plantarum*, 90: 27-36.
- Stopar M., Resnik M., Pongrac V. Z. 2001. Non-structural carbohydrate status and CO<sub>2</sub> exchange rate of apple fruitlets at the time of abscission influenced by shade, NAA or BA. *Scientia Horticulturae*, 87: 65-76.
- Warren W. J., Walker E. S., Warren W. P. M. 1988. The role of basipetal auxin transport in the positional control of abscission sites induced in *Impatiens sultani* stem explants. *Annals of Botany*, 62: 487-495.

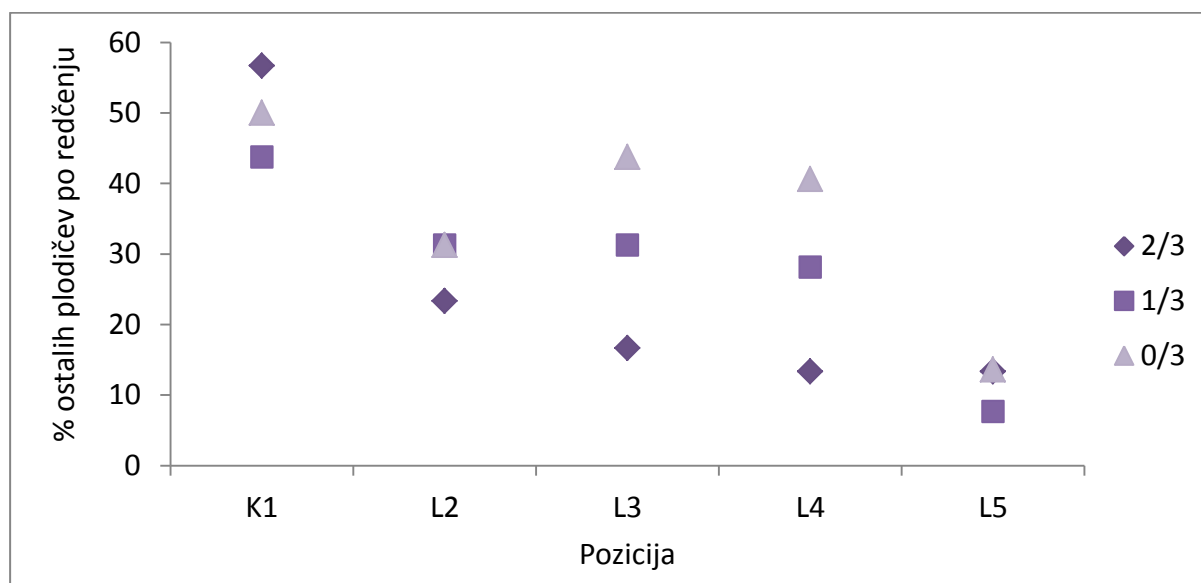


Slika 1: Razporeditev plodičev v šopu.  
Figure 1: Classification of fruitlets in cluster.



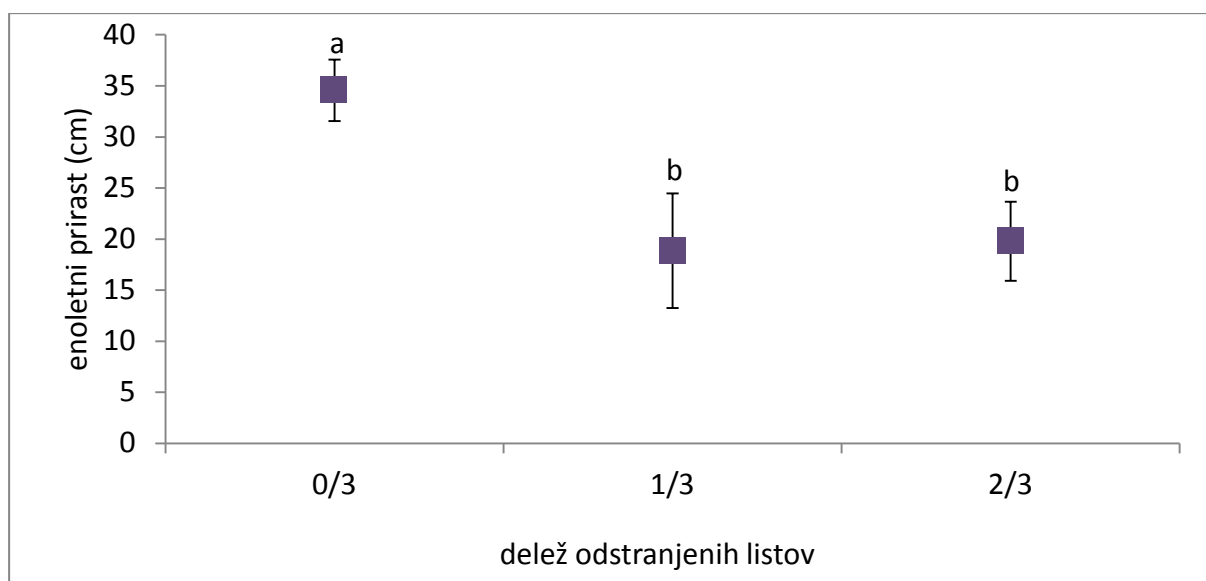
Slika 2: Delež plodičev, ki so ostali po trebljenju, glede na delež (0/3, 1/3 ali 2/3) odstranjenih listov ob cvetnem šopu.

Figure 2: Share of attached fruitlets after natural shedding, depending the share (0/3, 1/3 or 2/3) of removed spur leaves.



Slika 3: Delež plodičev, ki so ostali na določenih pozicijah v šopu (K1-centralni ali kraljevski, L2-plodič tik pod njim, do L5-bazalni plodič, najnižje na cvetni osi) po trebljenju, glede na delež (0/3, 1/3 ali 2/3) odstranjenih listov ob cvetnem šopu.

Figure 3: Share of attached fruitlets on individual positions in cluster (K1-central or king flower, L2- lateral fruitlet nearest to king fruitlet, to L5-lowest basal fruitlet) after natural shedding, depending the share (0/3, 1/3 or 2/3) of removed spur leaves.



Slika 4: Enoletni prirast veje glede na delež (0/3, 1/3 ali 2/3) odstranjenih listov ob cvetnem šopu.

Figure 4: One-year growth of a branch, depending the share (0/3, 1/3 or 2/3) of removed spur leaves.

Preglednica 1: Masa, topna suha snov, trdota in vsebnost sladkorjev ter organskih kislin v plodovih ob obiranju glede na obravnavanje.

Table 1: Weight, total soluble solid, firmness and content of sugars and organic acids in fruits from different treatments at harvest.

Parameter	Delež odstranjenih listov		
	0/3	1/3	2/3
Masa plodov (g)	75,8 ± 3,1 a	75,7 ± 3,7 a	83,2 ± 3,2 a
Topna suha snov (°Brix)	12,0 ± 0,1 b	11,7 ± 0,1 b	12,6 ± 0,2 a
Trdota mesa (kg/cm <sup>2</sup> )	8,2 ± 0,2 a	8,4 ± 0,2 a	8,0 ± 0,3 a
Sladkorji (mg/g sv. mase)	101,9 ± 1,1 a	97,5 ± 0,7 a	97,9 ± 1,1 a
Organske kisline (mg/g sv. mase)	4,9 ± 0,3 a	4,1 ± 0,2 b	4,9 ± 0,1 a





## KAKO POVEČATI OVESEK PRI HRUŠKI (*Pyrus communis* L.) SORTE 'VILJAMOVKA'?

Metka HUDINA<sup>1</sup>, Jerneja JAKOPIČ<sup>2</sup>

### POVZETEK

V nasadu hrušk sorte 'Viljamovka' v Zagaju, Bistrica ob Sotli, smo v letu 2014 želeli ugotoviti učinek gnojenja z Agro N Fluid (ATS, 15% N in 22% S) na povečanje oveska in pridelka ter njegov vpliv na kakovost plodov. V poskus smo vključili 4 obravnavanja: foliarno gnojenje z gnojilom Agro N Fluid 1x pred in 1x po cvetenju, 1x pred in 2x po cvetenju, 1x pred in 3x po cvetenju in kontrolo, kjer drevesa nismo foliarno gnojili. Gnojenje z največjo količino gnojila je imelo pozitiven vpliv na število plodov in posledično tudi na največji pridelek. Gnojenje z gnojilom Agro N Fluid je vplivalo tudi na večje dimenzije plodov. S foliarnim gnojenjem z Agro N Fluid pred in po cvetenju smo značilno povečali koeficient rodnosti, učinek rodnosti in kapaciteto rodnosti. V drugem poskusu smo v letih 2015 in 2016 v nasadu hrušk sorte 'Viljamovka' v Hortikulturnem centru Biotehniške fakultete Orehovlje pri Novi Gorici želeli ugotoviti učinek gnojenja z Agro N Fluid in Hascon M10 AD (15% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 20% K<sub>2</sub>O, 0,1% B, 0,1% Mn, 0,01% Mo) na količino in kakovost plodov. Poskus je vključeval tri obravnavanja: gnojenje z Agro N Fluid 1x pred in 3x po cvetenju, foliarno gnojenje s Hascon M10 AD 3 x v juniju in kontrolo, kjer drevesa nismo škropili z omenjenima gnojiloma. Gnojenje z Agro N Fluid in Hascon M10 AD je imelo pozitiven vpliv na večje število cvetnih šopov in plodov na drevo, višjo višino ploda in večjo vsebnost posameznih in skupnih sladkorjev v plodovih hrušk sorte 'Viljamovka'. Za povečanje oveska priporočamo, da hruške sorte 'Viljamovka' foliarno gnojimo z Agro N Fluid 1x pred in 3x po cvetenju v razmiku 7 dni in s Hascon M10 AD 3x v juniju.

**Ključne besede:** foliarno gnojenje, dušik, pridelek, kakovost plodov

## HOW TO INCREASE FRUIT SET OF PEARS (*Pyrus communis* L.) CV. 'WILLIAMS'?

### ABSTRACT

The effect of fertilization with Agro N Fluid (ATS 15% N 22% S) on fruit set and yield and its impact on fruit quality were determined in pear orchard with cultivar 'Williams' at Zagaj, Bistrica ob Sotli in 2014. The experiment included 4 treatments: foliar fertilization with Agro N Fluid once prior and once after flowering, once prior and 2-times after flowering, once prior and 3-times after flowering and control, where trees were not treated with foliar fertilizers. Fertilization with a maximum amount of fertilizer had a positive impact on the number of fruit and consequently also on the highest yield. Fertilization with Agro N Fluid

<sup>1</sup> Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Katedra za sadjarstvo, vinogradništvo in vrtnarstvo, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana, E-mail: metka.hudina@bf.uni-lj.si

<sup>2</sup> Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Katedra za sadjarstvo, vinogradništvo in vrtnarstvo, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana, E-mail: jerneja.jakopic@bf.uni-lj.si

also resulted in larger fruit sizes. Foliar fertilization with Agro N Fluid prior and after flowering significantly increase yield coefficient, yield efficiency and yield capacity. In the second experiment, the effect of fertilization with Agro N Fluid and Hascon M10 AD (15% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and 20% K<sub>2</sub>O, 0.1% B, 0.1% Mn, 0.01% Mo) on yield and fruit quality of pear cultivar 'Williams' were investigated in Horticultural centre of Biotechnical Faculty at Orehovlje near Nova Gorica in 2015 and 2016. Experiment included three treatment: fertilization with Agro N Fluid once prior and 3-times after flowering, foliar fertilization with Hascon M10 AD 3-times in June and control, where trees were not sprayed with these fertilizers. Fertilization with Agro N Fluid and Hascon M10 AD had a positive impact on a larger number of flower buds and number of fruit per tree, the higher fruit height and highest content of individual and total sugars in the pear fruit of cultivar 'Williams'. To increase fruit set of pear cultivar 'Williams' it is recommend foliar fertilization with Agro N Fluid once prior and 3-times after flowering with an interval of 7 days and with Hascon M10 AD 3-times in June.

**Key words:** foliar fertilizing, nitrogen, yield, fruit quality

## 1. UVOD

V Sloveniji so se intenzivni nasadi hrušk po letu 2000 močno zmanjšali, skoraj prepolovili. Če smo jih leta 2000 imeli še 374 ha in smo pridelali 5686 t hrušk, smo jih v letu 2015 imeli le še 199 ha, pridelali pa smo le 3722 t hrušk (SURS, 2016). Povprečni hektarski pridelek se je od leta 2000, ko je znašal 15,2 t/ha, pa do leta 2015 nekoliko povečal, na 18,7 t/ha, kar pa še zdaleč ni pridelek, ki bi nam bil v ponos. Med sortami hrušk, ki jih gojimo v intenzivnih nasadih, še vedno prevladuje sorta 'Viljamovka', ki je že stara, preizkušena sorta. Tudi v ekstenzivnih nasadih hrušk se je skupni pridelek in pridelek na drevo močno zmanjšal od leta 2000 do 2015, kljub temu, da pa se število dreves ni zmanjšalo oz. se je celo malo povečalo. Tako smo v ekstenzivnih nasadih pridelali leta 2000 9683 t hrušk, leta 2015 pa le 7346 t. Pridelek na drevo se je iz 40,9 kg/drevo leta 2000 zmanjšal na 29,5 kg/drevo v letu 2015 (SURS, 2016). Ob teh podatkih se nam zastavi vprašanje, kaj bi morali storiti, da bi povečali cvetni nastavek in ovesek plodov pri hruški. Eden izmed ukrepov je prav gotovo zagotovitev dobre preskrbe z vodo in dušikom med cvetenjem in takoj po cvetenju – zagotovitev optimalnih razmer za cvetenje in razvoj plodov.

Kot pri drugih trajnih kulturah tudi hruške skladiščijo hranila v lesu in jih ponovno sproščajo, ko jih potrebujejo. Tako skladiščena hranila večinoma zadoščajo za rast in tvorbo pridelka. Če skladiščena hranila ne zadoščajo in so potrebe dreves večje, moramo ukrepati z gnojenjem. Vsebnost mineralnega dušika v tleh v območju korenin je v soodvisnosti od mineralizacije, reorganizacije, izpiranja in izhlapevanja. Na dostopnost dušika v tleh močno vplivajo vsebnost organske snovi, količina padavin in razporeditev le-teh, načini namakanja in obdelave tal ter tekstura tal (Mihelič in sod., 2010). Na začetku raste dobe, zlasti v fazi tvorbe cvetnih brstov, so potrebe po dušiku zelo povečane. Za brstenje in začetek cvetenja uporabljajo sadne rastline nakopičeno hrano iz zalog iz minule rastne dobe, zato je prezgodnje oziroma zimsko gnojenje z dušikom nesmiselno in obremenjujoče za okolje (Raese, 1997). Potrebe po dušiku se pokrijejo iz zalog do začetka cvetenja. Ker se potrebe po dušiku med cvetenjem močno povečajo, lahko s foliarno dodanim dušikom uspešno nadomestimo manjkajoči dušik. Po cvetenju pa nastopi obdobje, ko sadna drevesa že črpajo dušik iz tal. Da bi ga bilo takrat dovolj v območju korenin, se priporoča, da se gnojenje z dušikom opravi tik pred cvetenjem. Najprimernejši čas gnojenja z dušikom preko tal je pri hruški fenofaza rdeči

brsti. Pri tem je potrebno upoštevati tudi padavine in gnojenje prilagoditi le-tem, saj brez ustrezne vlage v tleh gnojenje ne bo učinkovito. Za indukcijo cvetenja in za diferenciacijo cvetnih brstov pa se potreba po dostopnem dušiku močno poveča. Dušik je tudi odločilen za dobro rast poganjkov in listov.

Sanchez in sod. (1991) so pri hruškah sorte 'Društvenka' ugotovili, da so novi poganjki in plodovi odvisni od na novo absorbiranega dušika. Približno 45% rezerve N se porabi za novo rast. Za liste, plodove in enoletni les se pri hruškah porabi od 28% do 34% celotne rezerve dušika v drevesu. Glavni vir rezervnega dušika so veje, deblo in korenine. Poraba dušika iz rezerv za rast novih poganjkov vpliva na obremenitev drevesa s pridelkom.

Gnojenje z dušikom je v intenzivnih nasadih hrušk dobro znan in nujen ukrep, še zlati v mladih nasadih hrušk. Prekomerno gnojenje z dušikom ni zaželeno, saj odvečni dušik pospešuje rast v času, ko naj bi rastlina premeščala asimilate v plodove. Novi, bujni poganjki predstavljajo konkurenco za asimilate. Preveč listov osenči plodove in poslabša njihovo kakovost (Raese, 1998).

Gnojenje je le eden izmed dejavnikov, ki vplivajo na količino in kakovost pridelka. Z velikimi odmerki mineralnih gnojil ne moremo nadomestiti ostalih tehnoloških ukrepov, ki jih moramo izvesti pravočasno in korektno. Prav tako v mladih nasadih hrušk z velikimi odmerki dušičnih gnojil ne moremo odpraviti težav s slabo rastjo sadik, ki je posledica utrujenosti tal.

Ker je optimalna preskrba z dušikom med in po cvetenju hrušk ključna, da na drevesu ostane veliko kakovostnih plodičev in drevo ne odvrže preveč cvetov in plodičev takoj po cvetenju, smo v zastavljenih poskusih želeli s foliarnim gnojenjem z dušikom preprečiti to odpadanje plodičev in tako povečati ovesek plodov in pridelek. Proučevali smo vpliv foliarnega gnojenja z gnojilom Agro N Fluid pred in po cvetenju ter foliarnega gnojenja z gnojilom Hascon M10 AD na količino in kakovost plodov hrušk sorte 'Viljamovka'.

## 2. MATERIAL IN METODE

**Poskus 1:** Poskus gnojenja s pripravkom Agro N Fluid (ATS - amonijev tiosulfat; 15 % N, 22 % S) v odmerku 0,5 dcl/10 l vode smo izvedli leta 2014 v nasadu hrušk sorte 'Viljamovka', cepljeni na podlagi 'Kutina MA', v naselju Zagaj, Bistrica ob Sotli. Za vsako obravnavanje smo v poskus vključili 15 dreves, ki so bila posajena na razdalji 3,75 m x 1,4 m. Škropljenje smo opravljali z motorno škropilnico STIHL. Poskus je v letu 2014 vključeval štiri obravnavanja: (1) 1x pred 1x po: drevesa smo škropili 2. 4. pred cvetenjem in 6. 4. po cvetenju s pripravkom Agro N Fluid; (2) 1x pred 2x po: drevesa smo škropili 2. 4. pred cvetenjem, 6. in 13. 4. po cvetenju s pripravkom Agro N Fluid; (3) 1x pred 3x po: drevesa smo škropili 2. 4. pred cvetenjem, 6., 13. in 27. 4. po cvetenju s pripravkom Agro N Fluid; (4) kontrola, kjer drevesa nismo škropili z omenjenim gnojilom. Agro N Fluid je enostavno tekoče mineralno gnojilo, ki je visoko učinkovito, popolnoma vodotopno dušično gnojilo (Jurana, 2016), ki ga uporabljajo sadjarji predvsem za kemično redčenje plodov v odmerku 15 l/ha (Bogataj, 2010; Bračun, 2013), v odmerku 5 l/ha pa se lahko uporablja tudi kot gnojilo. Tla so nevtralna (pH 7,0) in so primerna za pridelavo hrušk. Gnojenje z organskimi gnojili ni potrebno, saj je organske snovi v tleh dovolj (7,1%). Apnjenje in dognojevanje z P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ni potrebno, saj tla vsebujejo 39,7 mg/100 g tal P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Glede na tip tal se priporoča letno dognojevanje s 30 kg/ha K<sub>2</sub>O, kljub temu, da tla vsebujejo 30,0 mg/100 g tal.

Spremljali smo naslednje parametre: obseg debla in število cvetnih šopov (25. 3. 2014), število plodov in pridelek na drevo (18. 8. 2014). Meritve širine, višine, mase ploda, vsebnosti topne suhe snovi in trdote mesa plodov smo izvedli na 20 naključno izbranih plodovih, takoj po obiranju v laboratoriju. Višino in širino ploda smo izmerili s kljunastim pomičnim merilom, trdoto mesa s penetrometrom z 8 mm batom, topno suho snov pa z refraktometrom. Koeficient rodnosti nam pove, koliko plodov se razvije iz enega cvetnega šopa. Izračunali smo ga tako, da smo število plodov na drevo delili s številom cvetnih šopov. Učinek rodnosti smo izračunali tako, da smo pridelek na drevo delili s ploščino preseka debla. Za kapaciteto rodnosti smo pridelek na drevo delili z volumnom krošnje.

**Poskus 2:** Poskus gnojenja s pripravkom Agro N Fluid v odmerku 0,5 dcl/10 l vode smo izvedli leta 2015 in 2016 v nasadu hrušk sorte 'Viljamovka', cepljene na podlagi 'Kutina MA', v Hortikulturnem centru Biotehniške fakultete Orehovlje pri Novi Gorici. Za vsako obravnavanje smo v poskus vključili 15 dreves. Poskus je vključeval tri obravnavanja: (1) Agro N (10., 16., 24. 4. in 5. 5. 2015 ter 1., 13., 20. in 26. 4. smo škropili drevesa z 0,5 dcl Agro N Fluid/10 l vode); (2) foliarno gnojenje (2., 10. in 17. 6. smo drevesa škropili z gnojilom Hascon M10 AD (15% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 20% K<sub>2</sub>O, 0,1% B, 0,1% Mn, 0,01% Mo) v odmerku 3 l/ha) in (3) kontrolo, kjer drevesa nismo škropili z omenjenima gnojiloma.

Analiza tal je pokazala, da je pH tal 5,8, kar pomeni, da so tla zmerno kislja. S fosforjem so tla dobro založena, zato se priporoča dognojevanje s 25 kg/ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. S kalijem so tla pretirano založena, zato se priporoča dognojevanje s 30 kg/ha K<sub>2</sub>O. Z magnezijem so srednje založena tla, zato bo potrebno letno gnojiti s 40 kg/ha MgO. Za bor, ki ga je premalo, pa se priporoča letno dognojevanje s pripravkom Foliarel 21% B, in sicer 5 kg/ha. Organske snovi je dovolj (2,8%), zato gnojenje z organskimi gnojili ni potrebno.

Meritve obseg debla in število cvetnih šopov smo izvedli 2. 4. 2015 in 23. 3. 2016, število plodov smo prešteli in pridelek na drevo stehtali pri sorti 'Viljamovka' 13. 8. 2015 in 18. 8. 2016. Meritve širine, višine, mase ploda, vsebnosti topne suhe snovi in trdote mesa plodov smo izvedli na 20 naključno izbranih plodovih, takoj po obiranju v laboratoriju. Višino in širino ploda smo izmerili s kljunastim pomičnim merilom, trdoto mesa s penetrometrom z 8 mm batom, topno suho snov pa z refraktometrom. Vzorce za analizo sladkorjev in organskih kislin smo pripravili po metodi Hudina in Stampar (2000), analizo pa po Hudina in sod. (2012). Antioksidativni potencial smo določili po metodi Kim in sod. (2002).

Za vsak obravnavani parameter smo za določanje statistično značilnih razlik med parametri uporabili enosmerno analizo variance (ANOVA) in Duncanov test za poskus 1 ter za poskus 2 dvosmerno analizo variance (MANOVA) in LSD test. Upoštevali smo 5 % tveganje. Statistično značilne razlike smo označili s črkami. Povprečne vrednosti, označene z isto črko, se med seboj statistično značilno ne razlikujejo ( $p=0,05$ ).

### 3. REZULTATI IN RAZPRAVA

Foliarno gnojenje je učinkovita metoda gnojenja, kjer se izgubi malo hranil, če je strokovno vodeno. Dodane količine hranil s foliarnim gnojenjem niso zanemarljive in učinkovito pokrijejo osnovne potrebe drevesa z N, saj lahko z enim nanosom dodamo cca. 5 kg N/ha. Foliarnega gnojenja se poslužujemo takrat, ko je sprejem hranil preko korenin nezadosten in omejen. Velikokrat se nam zgodi, da je pri težavah z mikroelementi ponavljajoče se foliarno

gnojenje edini možen ukrep za hitro izboljšanje fiziološkega stanja drevesa (Mihelič in sod., 2010).

Najprej navajamo rezultate poskusa 1, kjer smo želeli ugotoviti, ali večkratno foliarno dodajanje dušika pred in po cvetenju pozitivno vpliva na količino in kakovost plodov. V preglednici 1 so podane vrednosti za obseg debla in število cvetnih šopov na drevo, dimenzije ploda in parametri notranje kakovosti ploda pri hruškah sorte 'Viljamovka' pri različnih obravnavanjih ter statistično značilne razlike med posameznimi obravnavanji. Drevesa se pred postavitvijo poskusa niso razlikovala po bujnosti, saj ni bilo značilnih razlik v obsegu debla dreves. Število cvetnih šopov na drevo je bilo največje pri drevesih, ki smo jih foliarno gnojili z dušikom 1x pred in 3x po cvetenju in se ni značilno razlikovalo od kontrolnih dreves. Iz slike 1 je razvidno, da sta bila število plodov na drevo in pridelek na drevo največja pri obravnavanju, kjer smo foliarno gnojili drevesa z dušikom 1x pred in 3x po cvetenju, ki se je značilno razlikovalo od kontrolnih dreves. Med obravnavanji, kjer je bil foliarno dodan dušik od 2 do 4-krat, ni bilo značilnih razlik med obravnavanji v številu plodov na drevo in pridelku na drevo. Plodovi dreves, ki so bila foliarno gnojena z dušikom 1x pred in 3x po cvetenju, so bili večjih dimenzij kot plodovi ostalih obravnavanj, vendar med plodovi obravnavanja gnojena z dušikom 1x pred in 3x po cvetenju in kontrolnimi plodovi ni bilo značilnih razlik (preglednica 1). Pri notranji kakovosti plodov smo ugotovili, da med obravnavanji ni značilnih razlik v vsebnosti topne suhe snovi in vsebnosti titracijskih kislin v plodovih, je pa bila nekoliko manjša trdota mesa plodov dreves, ki so bila gnojena z dušikom 1x pred in 3x po cvetenju, v primerjavi s plodovi dreves, ki so bila foliarno gnojena z dušikom 1x pred in 1x po cvetenju in 1x pred in 2x po cvetenju. S foliarnim dodajanjem dušika pred in po cvetenju smo značilno povečali koeficient rodnosti (slika 2), učinek in kapaciteto rodnosti (slika 3).

Če rastlina dobi preveč ali premalo dušika, imamo težave z rastjo dreves in s kakovostjo plodov. Preveč z dušikom gnojena drevesa so manj odporna, kakovost plodov je slabša, poleg tega takšni plodovi niso primerni za daljše skladiščenje. Prevelika količina dušika pospešuje rast, ko naj bi rastlina premeščala asimilate v plodove (Mihelič in sod., 2010). Preveč gnojena drevesa z dušikom v rastni dobi, so zelo občutljiva za nizke zimske temperature. Prav tako tudi gnojenje z dušikom v jeseni zmanjša odpornost dreves na nizke zimske temperature, kar se odraža v večji občutljivosti dreves in poškodbah dreves (Raese, 1997).

V poskusu 2, ki je potekal v letih 2015 in 2016 v Orehovljah pri Novi Gorici, smo ugotovili, da leto ni imelo značilnega vpliva na obseg debla, dimenzije ploda, vsebnost glukoze, citronske kisline in antioksidativni potencial (preglednica 2). Obravnavanje ni imelo značilnega vpliva na obseg debla, pridelek na drevo, širino ploda, vsebnost glukoze, citronske in šikimske kisline ter skupnih kislin. Število cvetnih šopov na drevo in število plodov so bili značilno večji pri gnojenju s pripravkoma Agro N Fluid in Hascon M10 AD kot pri kontroli. Gnojenje s pripravkoma Agro N Fluid in Hascon M10 AD ni imelo vpliva na pridelek na drevo, kar je ugotovil tudi Pišotek (2014) v poskusu pri jablani sorte 'Gala'. Prav tako je ugotovil, da je bila bujnejša rast v obratnem sorazmerju s količino pridelka. Višina ploda, masa ploda, trdota mesa in vsebnost topne suhe snovi so bile značilno večje pri kontrolnih drevesih (preglednica 2), kjer je bil pridelek na drevo najmanjši (vendar ne statistično značilno). Stopar in sod. (2002) navajajo, da je bilo pri jablani sorte 'Jonagold' pri drevesih z manjšim oveskom plodov v plodovih več topne suhe snovi in večja je bila trdota mesa v primerjavi s plodovi večjega oveska. Vsebnosti posameznih sladkorjev in vsote sladkorjev so bile značilno večje pri obravnavanjih, kjer smo gnojili s pripravkoma Agro N Fluid in Hascon M10 AD (preglednica 2). George in Nissen (1992) navajata, da jesensko dodajanje dušika

lahko poveča nastavek cvetov za 48% in ovesek za okoli 40%. Tudi Pukšič (2011) je pri jablani sorte 'Fuji' ugotovil, da sta imela ovesek in gnojenje z različnimi odmerki dušika pomemben vpliv na kakovost pridelka. Pri tem je tudi opozoril, da ne gre presegati odmerka dušika čez 60 kg N/ha, saj bo to imelo neposredne posledice na zmanjševanje pomembnih parametrov kakovosti, kot je npr. trdota mesa plodov. Tudi v našem poskusu smo ugotovili, da je bila trdota mesa plodov gnojenih z dušikom manjša. Vsebnost jabolčne kisline, ki je je v plodovih sorte 'Viljamovka' manj kot citronske kisline, je bila v plodovih kontrolnih dreves in dreves gnojenih s pripravkom Agro N Fluid značilno večja. Antioksidacijski potencial je bil značilno manjši v plodovih dreves gnojenih s pripravkom Agro N Fluid.

Gnojenje s pripravkoma Agro N Fluid in Hascon M10 AD je imelo pozitiven vpliv na večje število cvetnih šopov, plodov na drevo in koeficient rodnosti, višjo višino ploda in večjo vsebnost posameznih in skupnih sladkorjev v plodovih hrušk sorte 'Viljamovka'.

#### 4. ZAHVALA

Zahvaljujemo se Ministrstvu za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano (MKGP) in Javni agenciji za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije (ARRS) za financiranje dela raziskav, ki so objavljene v članku in so rezultat CRP projekta V4-1409.

#### 5. VIRI

- Bogataj P. 2010. Vpliv redčenja s pripravkom Agro N Fluid na pridelek navadne hruške (*Pyrus communis* L.) sorte 'Concorde'. Diplomsko delo. Ljubljana, BF, Oddelek za agronomijo: 32 str.
- Bračun U. 2013. Redčenje navadne hruške (*Pyrus communis* L.) sorte 'Viljamovka' s pripravkom Agro N Fluid. Diplomsko delo. Ljubljana, BF, Oddelek za agronomijo: 28 str.
- George A. P., Nissen R. J. 1992. Effects of water stress, nitrogen and paclobutrazol on flowering, yield and fruit quality of the low-chill peach cultivar, 'Flordaprince'. *Scientia Horticulturae*, 49, 3-4: 197-209.
- Hudina M., Stampar F. 2000. Sugars and organic acids contents of European (*Pyrus communis* L.) and Asian (*Pyrus serotina* Rehd.) pear cultivars. *Acta Alimentaria*, 29: 217-230.
- Hudina M., Stampar F., Orazem P., Mikulic Petkovsek M., Veberic R. 2012. Phenolic compounds profile, carbohydrates and external fruit quality of the 'Concorde' pear (*Pyrus communis* L.) after bagging. *Canadian Journal of Plant Science*, 92: 67-75.
- Jurana d.o.o.. 2016. Agro N fluid.  
[http://ss1.spletnik.si/4\\_4/000/000/19f/757/Microsoft%20Word%20-%20AGRO%20N%20FLUID-navodilo.pdf](http://ss1.spletnik.si/4_4/000/000/19f/757/Microsoft%20Word%20-%20AGRO%20N%20FLUID-navodilo.pdf) (13. 3. 2016)
- Kim D. O., Lee K. W., Lee H. J., Lee C. Y. 2002. Vitamin C equivalent antioxidant capacity (VCEAC) of phenolic phytochemicals. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50: 3713-3717.
- Mihelič R., Čop J., Jakše M., Stampar F., Majer D., Tojnkó S., Vršič S. 2010. Smernice za strokovno utemeljeno gnojenje. Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano: 182 str.
- Pišotek T., 2014. Vpliv gnojenja z dušikovimi gnojili na količino in kakovost pridelka ter vigor jablan sorte 'Gala'. Diplomsko delo. Maribor, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede: 32 str.
- Pukšič Z. 2011. Vpliv oveska in odmerka dušika na parametre zrelosti in kakovosti pridelka jablan (*Malus domestica* B.) sorte 'Fuji'. Diplomsko delo. Maribor, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede: 29 str.

- Raese T. J. 1997. Cold tolerance, yield, and fruit quality of 'd'Anjou' pears influenced by nitrogen fertilizer rates and time of application. *Journal of plant nutrition*, 20, 7-8: 1007-1025.  
<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01904169709365313> (14.1. 2016)
- Raese T. J. 1998. Response of apple and pear trees to nitrogen, phosphorus, and potassium fertilizers. *Journal of plant nutrition*, 21, 12: 2671-2696.  
<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01904169809365597> (14. 1. 2016)
- Sanchez E. E., Righetti T. L., Sugar D., Lombard P. B. 1991. Recycling of nitrogen in field-grown 'Comice' pears. *Journal of Horticultural Science*, 66, 4: 479-486.
- Stopar M., Bolcina U., Vanzo A., Vrhovsek U. 2002. Lower crop load for cv. Jonagold apples (*Malus x domestica* Borkh) increases polyphenol content and fruit quality. *Journal of agricultural and food chemistry*, 50, 6: 1643-1646.
- SURS. 2016. Statistični urad Republike Slovenije.  
<http://pxweb.stat.si/pxweb/Dialog/Saveshow.asp> (26. 12. 2016)

Preglednica 1: Povprečni obseg debla, število cvetnih šopov na drevo, dimenzije ploda, trdota mesa, topna suha snov in vsebnost titracijskih kislin pri navadni hruški sorte 'Viljamovka' glede na obravnavanje; Bistrica ob Sotli, 2014

Table 1: Average circumference, flower buds number per tree, fruit dimension, fruit firmness, soluble solids content and titratable acids at pear cultivar 'Williams' according to different treatments; Bistrica ob Sotli, 2014

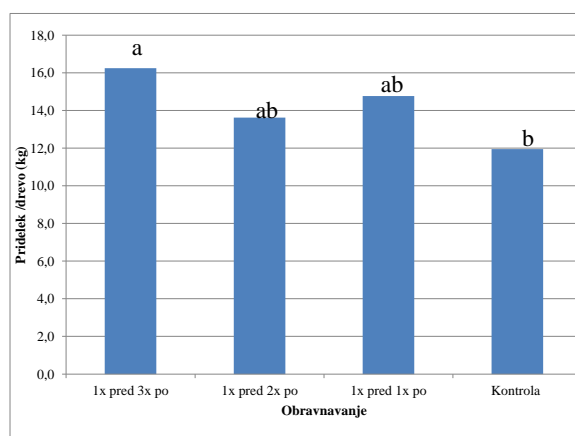
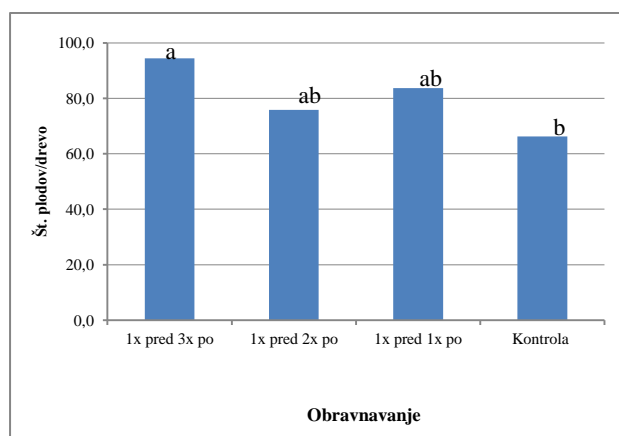
Parameter	Obravnavanje			
	1 x pred 3 x po	1 x pred 2 x po	1 x pred 1 x po	Kontrola
Obseg debla (cm)	31,3a	31,0a	29,1a	30,5a
Število cvetnih šopov	131,8a	92,4b	91,0b	100,4ab
Višina ploda (mm)	97,8a	93,3b	94,5ab	95,7ab
Širina ploda (mm)	75,7a	73,0b	71,7b	73,9ab
Masa ploda (mm)	248,6a	231,9 bc	218,3c	234,8ab
Trdota mesa (kg/cm <sup>2</sup> )	4,7b	5,5a	5,7a	5,2ab
Topna suha snov (%)	11,2a	10,4a	9,9a	10,3a
Titracijske kisline (mg/100 g)	311,5a	332,1a	291,2a	316,4a

Preglednica 2: Povprečne vrednosti izmerjenih parametrov pri navadni hruški sorte 'Viljamovka' glede na obravnavanje; Orehovlje, 2015 in 2016

Table 2: Average values of the measured parameters at pear cultivar 'Williams' according to different treatments; Orehovlje, 2015 and 2016

Parameter	Obravnavanje			Statistična značilnost <sup>a</sup>		
	Kontrola	Agro N	Foliarno	Obravnavanje (O)	Leto (L)	O x L
Obseg debla (cm)	19,4a	19,5a	19,1a	NS	NS	NS
Število cvetnih šopov	65,2b	84,1a	85,1a	*	***	NS
Število plodov na drevo	36,0b	44,7a	45,5a	*	***	NS
Pridelek na drevo (kg)	5,5a	6,5 a	6,1a	NS	***	NS
Koeficient rodnosti	1,12a	1,15a	1,00a	NS	**	NS
Višina ploda (mm)	89,1a	83,8b	84,6b	*	NS	NS
Širina ploda (mm)	73,6a	71,4a	70,7a	NS	NS	NS
Masa ploda (mm)	218,9a	198,8b	192,5b	*	NS	NS
Trdota mesa (kg/cm <sup>2</sup> )	6,1a	5,1b	6,2a	**	*	NS
Topna suha snov (%)	13,0a	12,8ab	12,5b	*	*	*
Saharoz (g/kg)	3,68b	5,10a	6,17a	***	***	**
Glukoza (g/kg)	8,89a	10,17a	10,47a	NS	NS	NS
Fruktoza (g/kg)	61,12b	67,44b	67,65a	*	***	**
Sorbitol (g/kg)	23,97b	27,61a	27,52a	*	**	*
Vsota sladkorjev (g/kg)	97,67b	110,32a	111,82a	*	***	**
Citronska kislina (g/kg)	3,52a	3,54a	3,31a	NS	NS	NS
Jabolčna kislina (g/kg)	1,33a	1,28ab	1,18b	*	***	*
Fumarna kislina (g/kg)	0,004a	0,003b	0,003b	*	*	NS
Šikimska kislina (g/kg)	0,028a	0,025a	0,026a	NS	***	NS
Skupne kisline (g/kg)	4,89a	4,86a	4,53a	NS	***	*
Antioksidacijski potencial	149,6a	115,5b	143,3a	*	NS	*

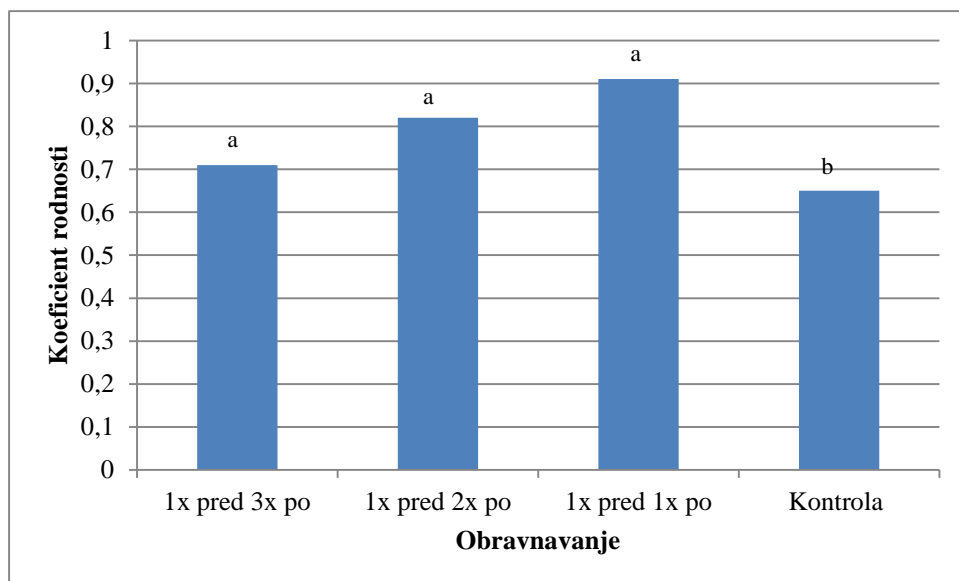
<sup>a</sup>NS, \*, \*\*, \*\*\* ni statistično značilno oz. je statistično značilno pri  $p \geq 0,05$ , 0,01 ali 0,00



Slika 1: Povprečno število plodov na drevo in pridelek na drevo (kg) pri navadni hruški sorte 'Viljamovka' glede na obravnavanje; Bistrica ob Sotli, 2014

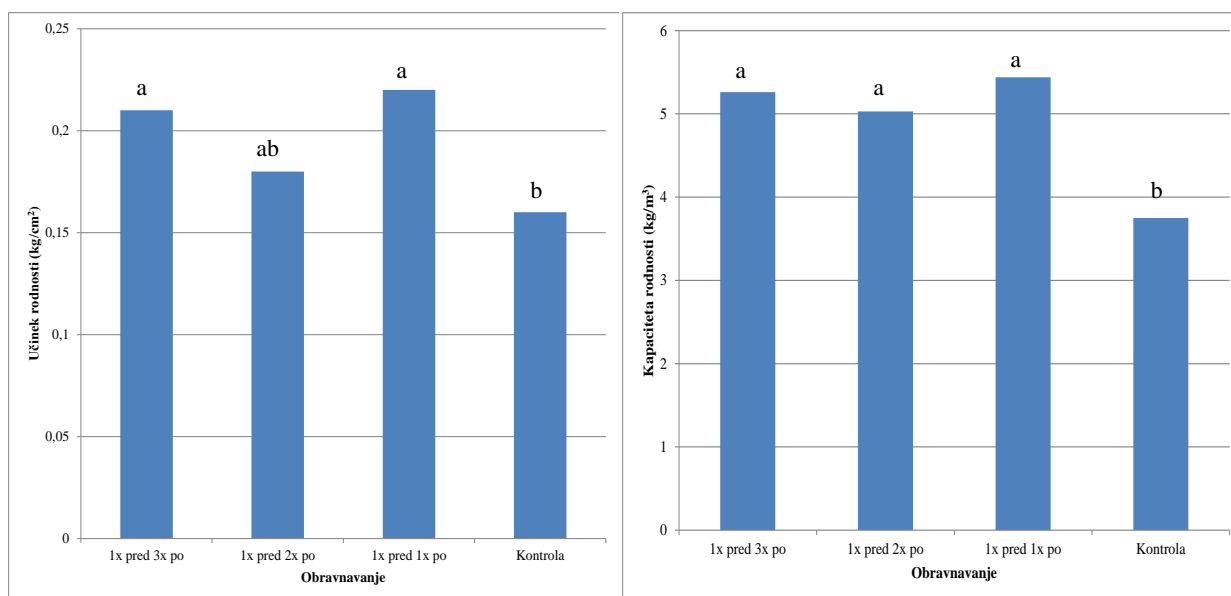
Figure 1: Average number of fruit per tree and yield per tree (kg) at pear cultivar 'Williams' according to different treatments; Bistrica ob Sotli, 2014





Slika 2: Povprečni koefficient rodnosti pri navadni hruški sorte 'Viljamovka' glede na obravnavanje; Bistrica ob Sotli, 2014

Figure 2: Average yield coefficient at pear cultivar 'Williams' according to different treatments; Bistrica ob Sotli, 2014



Slika 3: Učinek rodnosti (kg/cm<sup>2</sup>) in kapaciteta rodnosti (kg/m<sup>3</sup>) pri navadni hruški sorte 'Viljamovka' glede na obravnavanje; Bistrica ob Sotli, 2014

Figure 3: Average yield efficiency (kg/cm<sup>2</sup>) and yield capacity (kg/m<sup>3</sup>) at pear cultivar 'Williams' according to different treatments; Bistrica ob Sotli, 2014



## SPREMINJANJE KAKOVOSTI PLODOV RAZLIČNIH VRST JAGODIČJA MED ZORENJEM

Maja MIKULIČ PETKOVŠEK<sup>1</sup>, Zala ZORENČ<sup>1</sup>, Jan REŠČIČ<sup>1</sup>, Robert VEBERIČ<sup>1</sup>,  
Darinka KORON<sup>2</sup>

### POVZETEK

V raziskavi smo spremljali spreminjanje barvnih parametrov, vsebnosti sladkorjev in organskih kislin ter fenolnih spojin med dozorevanjem plodov ameriške borovnice ter rdečega in črnega ribeza. Med zorenjem plodov se je vsebnost organskih kislin značilno zmanjševala, vsebnost sladkorjev pa povečevala. Z zorenjem plodov rdečega ribeza se je vsebnost skupnih hidrokscimetnih kislin in flavonolov zmanjševala. Prav nasprotno je bila pri zorečem črnem ribezu opazna porast vsebnosti hidrokscimetnih kislin, elagne kisline in flavonolov. Plodovi ameriške borovnice sorte 'Duke' so vsebovali večje vsebnosti antocianinov kot sorti 'Coville' in 'Bluecrop'. Vsebnost skupnih fenolov pri rdečem ribezu in ameriški borovnici je med zorenjem padala, predvsem zaradi zmanjšanja vsebnosti flavonolov in fenolnih kislin. Obratno pa se je pri črnem ribezu vsebnost skupnih fenolov proti koncu zorenja značilno povečala, kar gre pripisati veliki vsebnosti antocianinov. Rezultati nakazujejo, da bi lahko na podlagi vsebnosti posameznih fenolnih skupin, kot tudi razmerja med sladkorji in organskimi kislinami oblikovali preprost indeks za določanje optimalne zrelosti za obiranje plodov ribeza in ameriških borovnic.

**Ključne besede:** *Ribes nigrum*, *Ribes rubrum*, *Vaccinium corymbosum*, sladkorji, organske kisline, fenolne snovi.

### FRUIT QUALITY CHANGES OF DIFFERENT BERRY SPECIES DURING MATURATION

### ABSTRACT

Color parameters, the content of sugars, organic acids and phenolics were monitored during the ripening of blueberries, red and black currant berries. The concentration of organic acids declined and the concentration of sugars increased during ripening of all three species. The content of total hydroxycinnamic acids and flavonols declined at red currant berries through ripening. Contrary, the levels of hydroxycinnamic acids, ellagic acid and flavonols increased among maturation at black currants. Blueberry cultivar 'Duke' contain higher concentrations of anthocyanins in comparison with 'Coville' and 'Bluecrop'. The content of total phenolics in the red currants and blueberries through the maturation decreased, which is due to decreasing contents of phenolic acids and flavonols. Contrary, the content of total phenolics of black currant towards the end of the ripening significantly increased, which is due to the

<sup>1</sup> Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Katedra za sadjarstvo, vinogradništvo in vrtnarstvo, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana, E-mail: maja.mikulic-petkovsek@bf.uni-lj.si

<sup>2</sup> Kmetijski inštitut Slovenije, Oddelek za sadjarstvo, vinogradništvo in vinarstvo, Hacquetova ulica 17, 1000 Ljubljana

high content of anthocyanins. The results of the study suggest that, on the basis of the contents of individual phenolic groups as well as on the sugars/acids ratio, we could indicate a simple index to determine the optimal time for picking blueberries and currants.

**Key words:** *Ribes nigrum*, *Ribes rubrum*, *Vaccinium corymbosum*, sugars, organic acids, phenolic compounds.

## 1. UVOD

Ameriška borovnica ter črni in rdeči ribez so med jagodičjem pomembne vrste, tako v pridelavi kot v prehranski industriji (za predelavo v sok in marmelado). Pri potrošnikih so po porabi takoj za jagodami. Glavnina pridelave je omejena na Evropo in Severno Ameriko. Ameriška borovnica in ribez sta poleg njune ekonomske vrednosti pomembna tudi iz prehranskega vidika, saj številne zdravstvene študije nakazujejo, da ima uživanje borovnic in ribeza pomembne zdravju koristne učinke (Mikulic-Petkovsek in sod., 2015).

Polifenolne spojine imajo izmed bioaktivnih snovi pomembno vlogo pri antioksidativnem učinkovanju. V plodovih ameriške borovnice in ribeza so zastopane številne skupine polifenolov: antocianini, hidrosicimetne kisline, flavonoli in flavanoli (Zorenc in sod., 2016). Njihova vsebnost je poleg genotipa odvisna tudi od številnih okoljskih dejavnikov ter od tehnoloških ukrepov v nasadu (Mikulic-Petkovsek in sod., 2013). V plodovih se med dozorevanjem sadja dogajajo številne biokemične spremembe, kot npr. zmanjševanje vsebnosti organskih kislin in povečevanje vsebnosti antocianinov in elagne kisline (Castrejón in sod., 2008; Bizjak in sod., 2013b). Za več sadnih vrst so dostopne številne informacije o spremembah, ki se dogajajo med njihovim zorenjem, medtem ko so študije narejene na jagodičju zelo skope.

Pri ameriški borovnici in ribezu je velik problem določiti optimalen čas obiranja plodov. Na voljo ni metod, na podlagi katerih bi lahko natančno ocenili stadij dozorelosti jagodičja. Dostikrat se zgodi, da se nekatere sorte ameriških borovnic in ribeza prehitro ali prepozno oberejo, zato so tudi plodovi slabše kakovosti. V študiji smo poskušali ugotoviti ali bi lahko analizirane vsebnosti antocianinov ter flavonolov v plodovih eventualno uporabili za napoved zrelosti. Obstajajo nedestruktivne metode, s katerimi bi lahko na hiter način izmerili njihovo vsebnost in nato na podlagi naših rezultatov, določili termin obiranja. V poskus smo vključili več sort ameriških borovnic ter rdečega in črnega ribeza. Na plodovih smo izmerili barvne parametre, analizirali vsebnost sladkorjev in organskih kislin ter s pomočjo HPLC-MS naredili analizo posameznih fenolnih snovi.

## 2. MATERIAL IN METODE

Plodove ribeza in ameriških borovnic smo v več terminih (T1-T3) vzorčili od začetka zorenja (junij 2013) do tehnološke zrelosti (konec julija 2013). Pri ameriški borovnici je bil zadnji termin vzorčenja opravljen v fazi prezrelih plodov (T4). Plodove ribeza smo vzorčili na lokaciji Brdo pri Lukovici, plodove ameriških borovnic pa na lokaciji Drenov Grič. V poskus sta bili vključeni dve sorti rdečega ribeza ('Jonkheer van Tets', 'Rovada'), dve črnega ribeza ('Rosenthal', 'Tenah') ter tri sorte ameriških borovnic ('Bluecrop', 'Coville', 'Duke'). S kolorimetrom smo izmerili barvne parametre in približno 300 g plodov posamezne sorte zamrznili do nadaljnje analize. Ekstrakcijo vzorcev smo izvedli po metodi Mikulic-Petkovsek in sod. (2015). Fenolne snovi smo analizirali na HPLC-PDA sistemu pri 280, 350 in 530 nm.

Uporabljena kolona je bila Phenomenex Gemini C<sub>18</sub>. Rezultate smo statistično obdelali s programom Statgraphic plus 4.0. Uporabili smo enosmerno analizo variance ( $p < 0,05$ ).

### 3. REZULTATI IN RAZPRAVA

#### *Sestava in vsebnost sladkorjev in organskih kislin*

Primarni metaboliti vplivajo na okus plodov, zato je pomembno, da vsebujejo plodovi v času obiranja ugodno razmerje med sladkorji in organskimi kislinami. Glukoza in fruktoza sta bila glavna sladkorja v plodovih vseh proučevanih vrst in sta skupaj predstavljala skoraj 95 % skupnih sladkorjev. Pri rdečem ribezu je po veliki vsebnosti skupnih sladkorjev izstopala sorta 'Rovada' (67 g/kg), ki je imela v primerjavi s sorto 'Jonkheer van Tets' za 40 % večjo vsebnost skupnih sladkorjev (slika 1B). Plodovi ameriških borovnic so imeli v zadnjem terminu od 81,43 ('Coville') do 92,57 g/kg ('Bluecrop') skupnih sladkorjev (slika 1A). Veliko ljudi si predstavlja, da ima črni ribez manj sladkorjev zaradi njegovega kislega okusa. Vsebnosti sladkorjev so bile v črnem ribezu največje, in sicer kar 118 g/kg ('Rosenthal'). Z dozorevanjem se je nivo sladkorjev značilno povečal, o čemer poročajo tudi predhodne raziskave (Bizjak in sod., 2013). Zanimivo je, da je imel rdeči ribez precej manjše razmerje sladkorjev in kislin (2,3 do 3,6) v primerjavi s črnim ribezom (5,2 do 6), kar nakazuje, da je rdeči ribez bolj kislega okusa. Razlog, zaradi česar so plodovi borovnic sladkega okusa, je njihovo veliko razmerje med sladkorji in organskimi kislinami od 6,7 ('Coville') do 10,7 ('Duke').

V plodovih ameriških borovnic je bila glavna organska kislina citronska, medtem ko so jabolčna, fumarna in šikimska kislina predstavljale samo 1 % skupnih kislin. Ameriške borovnice so v zadnjem terminu prezrelih plodov imele od 8,04 do 12,25 g/kg skupnih kislin (rezultati niso prikazani). V rdečem in črnem ribezu je v zadnjem terminu vzorčenja znašala skupna vsebnost kislin od 14,8 g/kg ('Jonker van Tets') do 19 g/kg ('Rosenthal'). V ribezu je bila najpomembnejša citronska kislina in na drugem mestu jabolčna, ki je predstavljala med 15-20 % citronske kisline. Vsebnost kislin v plodovih med zorenjem pada, kar poročajo tudi predhodne objave (Bolling in sod., 2015).

#### *Sestava in vsebnost fenolnih spojin*

Antocianini so v plodovih ameriških borovnic in ribezu po vsebnostih najpomembnejša skupina polifenolov, saj predstavljajo v ameriških borovnicah približno 60 % skupnih fenolov, pri rdečem ribezu 75 % in pri črnem ribezu 90 % skupnih analiziranih fenolov. V ameriški borovnici smo identificirali kar 30 različnih antocianinov, v črnem ribezu 8 in v rdečem ribezu 5. Največji delež skupnih antocianinov predstavljajo pri ameriški borovnici in črnem ribezu glikozidi delfinidina in malvidina, kar se odraža na temno modrem oz. skoraj črnem obarvanju plodov. Najdeni so bili tudi številni glikozidi petunidina, cianidina in peonidina. V plodovih rdečega ribeza so bili najdeni samo glikozidi cianidina, v največji meri je zastopan cianidin-3-rutinozid (60-75 % skupnih antocianinov). V zadnjem terminu obiranja so imeli plodovi različnih sort ameriških borovnic od 967 do 2746 mg/kg skupnih antocianinov, črni ribez od 4357 do 4619 mg/kg ter rdeči ribez od 238 do 347 mg/kg skupnih antocianinov (slika 1C-D). Med dozorevanjem se vsebnosti antocianinov značilno povečajo, kar poročajo tudi predhodne objave (Castrejón in sod., 2008). Sladkorji so prekurzorji pri sintezi antocianinov, zato obstaja pozitivna povezava med vsebnostjo sladkorjev in antocianinov (Bizjak in sod., 2013).

Pri hidroksicimetnih kislinah smo ugotovili različen sezonski potek med posameznimi vrstami (slika 1E-F). Vsebnost hidroksicimetnih kislin se je značilno povečevala pri črnem ribezu, obratno pa se njihova vsebnost med zorenjem zmanjševala v plodovih rdečega ribeza. Med dozorevanjem plodov pri ameriški borovnici je bila njihova vsebnost dokaj konstantna, le v zadnjem terminu se je pri prezrelih plodovih nekoliko zmanjšala. Tudi druge študije nakazujejo, da je njihov potek pri različnih vrstah drugačen, saj nekateri poročajo o njihovem povečanju (Mahmood in sod., 2013) in drugi o zmanjšanju med dozorevanjem plodov (Zorenc in sod., 2016).

Elagna kislina je bila identificirana samo v črnem ribezu. Njena vsebnost se je v drugem ali tretjem terminu vzorčenja značilno povečala. Njena vsebnost se je od prvega do zadnjega termina povečala za 1,4 do 1,9 krat (rezultati niso prikazani). Po izredno veliki vsebnosti elagne kisline je izstopala sorta 'Rosenthal', ki je imela v primerjavi s sorto 'Tenah' 65 % večjo vsebnost elagne kisline.

V plodovih različnih vrst jagodičja je bilo analiziranih več flavanolov (procianidini ter katehin in epikatehin). Pri rdečem ribezu je bilo opazno povečanje vsebnosti flavanolov v drugem terminu vzorčenja in zmanjšanje vsebnosti v zadnjem terminu (rezultati niso prikazani). Nasprotno pa je bilo pri črnem ribezu značilno povečanje flavanolov od drugega termina naprej. Študije poročajo o njihovem različnem odzivu med dozorevanjem pri različnih sadnih vrstah (Rodriguez-Mateos in sod., 2012; Zifkin in sod., 2012). V plodovih ameriških borovnic so bile analizirane velike vsebnosti skupnih flavanolov (1155 do 2148 mg/kg), kar gre pripisati predvsem veliki vsebnosti procianidinov. Flavonol glikozidi so predstavljali v ameriški borovnici in črnem ribezu od 6 % do 10 % skupnih analiziranih fenolov in v rdečem do 15 %. Pri črnem ribezu se je vsebnost flavanolov značilno povečevala med zorenjem ter obratno pri ameriški borovnici in rdečem ribezu zmanjševala (slika 1G-H). O neznačilnem povečanju ali zmanjšanju pri nekaterih drugih vrstah so poročali tudi drugi raziskovalci (Gibson in sod., 2013; Zorenc in sod., 2016).

Odziv posameznih fenolov se odrazi tudi na vsebnostih skupnih fenolov. Tako je bilo pri rdečem ribezu opazno njihovo zmanjšanje skozi štiri tedenski potek zorenja. Pri sorti 'Jonker van Teets' se je njihova vsebnost zmanjšala za 57 % in pri sorti 'Rovada' za 65 % (slika 1J). Podobno je bilo pri ameriški borovnici, kjer je bil opazen trend zmanjševanja skupnih fenolov, izjema je bila le sorta 'Duke' (slika 1I). Obratno se je pri črnem ribezu ('Rosenthal') njihova vsebnost povečala v zadnjem terminu vzorčenja, predvsem na račun povečanja vsebnosti antocianinov. Med posameznimi sortami so bile zaznane številne razlike v vsebnosti polifenolov. Sorta črnega ribeza 'Rosenthal' je imela največjo vsebnost fenolov (6803 mg GAE/kg), sorta rdečega ribeza 'Jonker van Teets' pa najmanjšo (1041 mg GAE/kg). Plodovi ameriških borovnic so imeli vrednosti skupnih fenolov v rangu od 1522 do 4183 mg GAE/kg plodov.

Iz rezultatov lahko zaključimo, da je sestava sladkorjev, organskih kislin in polifenolnih snovi v jagodah ribeza in ameriških borovnic zelo odvisna od zrelostnega stadija plodov. Pri jagodičju je težko določiti pravilen datum obiranja plodov glede na njihovo optimalno zrelost. Zagotovo bi lahko bil primeren zrelostni parameter za določitev optimalnega termina obiranja razmerje med sladkorji in organskimi kislinami. Trend spreminjanja vsebnosti fenolnih snovi je med dozorevanjem pri različnih vrstah in sortah specifičen. Klub temu je bilo v raziskavi opaziti značilno povečevanje vsebnosti antocianinov med zorenjem pri vseh analiziranih vrstah jagodičja. Njihova vsebnost je naraščala do tretjega vzorčenja, tako pri ameriški borovnici kot pri obeh vrstah ribeza. Pri ostalih fenolnih skupinah je bil trend spreminjanja

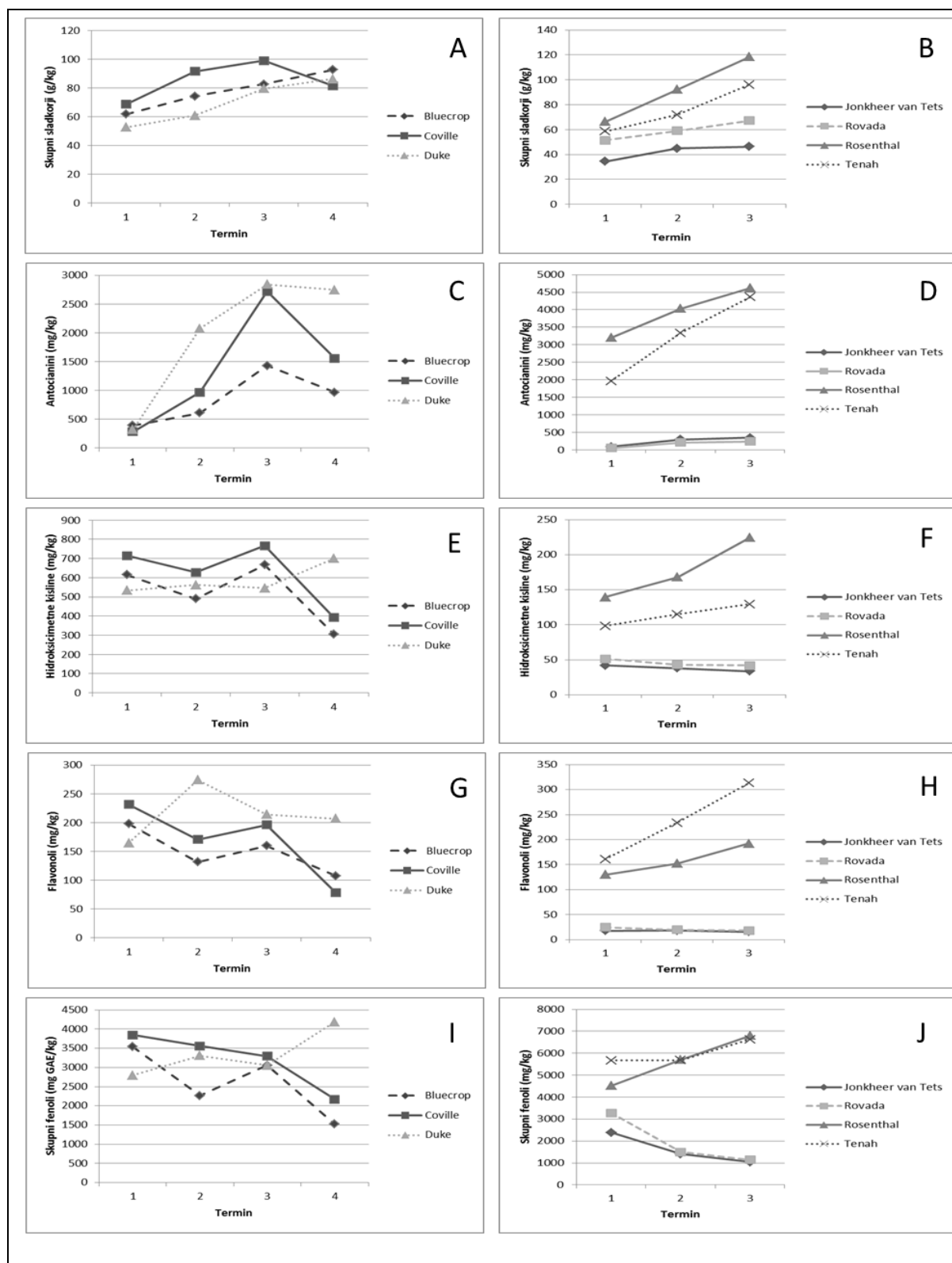
njihove vsebnosti različen. Rezultati študije bi se lahko uporabili za napoved optimalne zrelosti ribeza kot tudi ameriške borovnice, saj bi lahko na podlagi vsebnosti antocianinov ocenili, ali so plodovi primerni za obiranje.

#### 4. ZAHVALA

Raziskava je del programa Hortikultura P4-0013-0481, ki ga financira Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije (ARRS). Za pomoč pri vzorčenju in laboratorijskem delu se zahvaljujem Katri Trtnik, mag. inž. hort.

#### 5. VIRI

- Bizjak J., Weber N., Mikulic-Petkovsek M., Slatnar A., Stampar F., Alam Z., Stich K., Halbwirth H., Veberic R. 2013. Influence of Phostrade Ca on color development and anthocyanin content of 'Braeburn' apple (*Malus domestica* Borkh.). *Hortscience*, 48: 193-199.
- Bolling B. W., Taheri R., Pei R., Kranz S., Yu M., Durocher S. N., Brand M. H. 2015. Harvest date affects aronia juice polyphenols, sugars, and antioxidant activity, but not anthocyanin stability. *Food. Chem.* 187: 189–196.
- Castrejón A. D. R., Eichholz I., Rohn S., Kroh L. W., Huyskens-Keil S. 2008. Phenolic profile and antioxidant activity of highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) during fruit maturation and ripening. *Food. Chem.*, 109: 564–572.
- Gibson L., Vasantha Rupasinghe H. P., Forney F. C., Eaton L. 2013. Characterization of changes in polyphenols, antioxidant capacity and physico-chemical parameters during lowbush blueberry fruit ripening. *Antioxidants*, 110: 216–229.
- Mahmood T., Anwar F., Bhatti I.A., Iqbal T. 2013. Effect of maturity on proximate composition, phenolics and antioxidant attributes of cherry fruit. *Pakistan J. Bot.*, 45: 909-914.
- Mikulic-Petkovsek M., Slatnar A., Schmitzer V., Stampar F., Veberic R., Koron D. 2013. Chemical profile of black currant fruit modified by different degree of infection with black currant leaf spot. *Sci. Hortic.*, 150: 399-409.
- Mikulic-Petkovsek M., Rescic J., Schmitzer V., Stampar F., Slatnar A., Koron D., Veberic R. 2015. Changes in fruit quality parameters of four *Ribes* species during ripening. *Food. Chem.* 173: 363–374.
- Rodriguez-Mateos A., Cifuentes-Gomez T., Tabatabaee S., Lecras C., Spencer J.P.E. 2012. Procyanidin, anthocyanin, and chlorogenic acid contents of highbush and lowbush blueberries. *J. Agric. Food Chem.*, 60: 5772–5778.
- Zifkin M., Jin A., Ozga, J.A., Zaharia L.I., Scherthner J.P., Gesell A., Abrams S.R., Kennedy J.A., Constabel C.P. 2012. Gene expression and metabolite profiling of developing highbush blueberry fruit indicates transcriptional regulation of flavonoid metabolism and activation of abscisic acid metabolism. *Plant Physiol.*, 158: 200–224.
- Zorenc Z., Veberic R., Stampar F., Koron D., Mikulic-Petkovsek M. 2016. Changes in berry quality of northern highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) during the harvest season. *Turk. J. Agric. For.*, 40: 855-864.



Slika 1. Vsebnost skupnih sladkorjev, antocianinov, hidroksicimetnih kislin, flavonolov in skupnih fenolov med zorenjem v plodovih ameriške borovnice (A, C, E, G, I) ter rdečega in črnega ribeza (B, D, F, H, J).

Figure 1. Total sugars, anthocyanins, hydroxycinnamic acids, flavonols and total phenolic content during ripening of blueberry (A, C, E, G, I) and red and black currants (B, D, F, H, J).



## POOBIRALNO TRETIRANJE SADJA Z LED SVETLOBO RAZLIČNIH VALOVNIH DOLŽIN

Doris KOKALJ<sup>1</sup>, Emil ZLATIC<sup>1</sup>, Janez HRIBAR<sup>1</sup>, Blaž CIGIČ<sup>2</sup>, Rajko VIDRIH<sup>1</sup>

### POVZETEK

Poobiralno tretiranje sadja s svetlečimi diodami je z vidika ohranjanja ali izboljšanja kakovosti živil in podaljšanja roka obstojnosti zelo aktualna tema raziskovanja. Večina raziskav se ukvarja z iskanjem najbolj optimalne valovne dolžine svetlobe za posamezno vrsto ali sorto rastline v različnih fazah gojenja in pri različnih stopnjah zrelosti. V članku je predstavljen vpliv svetlobe in svetlečih diod na določene bioaktivne spojine in osnovno barvo plodov. Pri obsevanju češenj z modro svetlobo valovne dolžine 444 nm so se povečale vsebnosti antocianov, zaradi česar je prišlo do intenzivnejšega obarvanja kožice in mesa plodov. Modra svetloba je vplivala tudi na povečanje antioksidativnega potenciala, skupnih fenolov in flavonoidov v plodovih češenj. Jabolka obsevana z UV-B in rumeno svetlobo valovne dolžine 590 nm so imela večje vsebnosti skupnih fenolnih spojin. Vpliv obsevanja jabolk z modro svetlobo je odvisen od sorte. Pri sortah 'Jonagold' in 'Idared' je prišlo do intenzivne rdeče obarvanosti, plodovi sorte 'Elstar' in 'Fuji' so bili rahlo rdeče obarvani, medtem ko so plodovi sorte 'Granny Smith' porumeneli.

**Ključne besede:** svetleče diode, barva, bioaktivne spojine

### POSTHARVEST TREATMENT OF FRUITS WITH LED LIGHT OF DIFFERENT WAVELENGTHS

#### ABSTRACT

Postharvest treatment of fruit with light emitting diodes (LED) in terms of maintaining or improving food quality and extension of the stability period is an important field of study. Most researches are focused on finding optimal wavelength of light for individual species or variety of plants in various stages of production and in different stages of maturity. The paper presents the influence of light and LED on certain bioactive compounds and fruit ground colour. When irradiated with blue LED light with wavelength of 444 nm cherries had higher anthocyanin content which resulted in more intensive coloration of the skin and flesh. Irradiation with blue light resulted in an increased antioxidative potential, higher total phenols and flavonoids in cherries. Apples irradiated with UV-B and yellow light with wavelength of 590 nm had higher total phenols. The influence of blue light strongly depends on the variety of apples. Intense red colour developed in apple varieties 'Jonagold' and 'Idared', slightly red colour in 'Elstar' and 'Fuji', while 'Granny Smith' variety yellowed.

---

<sup>1</sup> Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo, Katedra za tehnologije, prehrano in vino, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana

<sup>2</sup> Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo, Katedra za biokemijo in kemijo živil, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana

**Key words:** light emitting diodes, colour, bioactive compounds

## 1. UVOD

Svetloba je med najpomembnejšimi okoljskimi dejavniki, saj vpliva na mnogo bioloških procesov ter več metabolnih poti, kar vpliva na metabolizem bioaktivnih spojin. Odziv rastlin je odvisen od spektra in jakosti svetlobe kar vpliva na kopičenje fitokemičnih spojin in njihove vsebnosti v tkivu (Li in Kubota, 2009; Fan in sod., 2013). Tako vidna kot UV svetloba lahko na rastlino delujeta kot stresor, kar sproži antioksidacijski odziv obrambnega sistema. Svetlobni stres tako lahko inducira sintezo nekaterih fitokemičnih spojin, ki jih delimo v dve skupini, in sicer spojine, ki lahko neposredno absorbirajo svetlobo (fenoli, karotenoidi) in spojine, na katere implicirana svetloba vpliva posredno preko metabolnih poti (askorbinska kislina, tokoferoli) (Samuolienė in sod., 2013).

Svetloba, ki doseže zemeljsko površino, se razlikuje od spektra svetlobe, ki zadane zgornje plasti atmosfere. Predvsem v UV delu spektra atmosferski plini absorbirajo večino elektromagnetnega valovanja. UV spekter svetlobe delimo na UV-A (315 – 400 nm), UV-B (280 – 315 nm) in UV-C (100 – 208 nm). Zaradi absorpcije v atmosferi površino Zemlje v znatnem svetlobnem toku doseže samo svetloba, ki ima valovne dolžine večje od 290 nm (Barker, 1968; Garcia-Pichel, 1998).

Izpostavljenost sadja svetlobi v rastlinjaku ima pomembno vlogo pri razvoju plodov, akumulaciji sekundarnih metabolitov in posledično stanju plodov po obiranju (Moretti in sod., 2010). Svetloba skupaj s klimatskimi razmerami (Hribar in Vidrih, 2015), časom obiranja, genotipom in dejavniki po obiranju, kot so temperatura skladiščenja ter vsebnosti O<sub>2</sub> in CO<sub>2</sub>, bistveno vpliva na obnašanje plodov med skladiščenjem (Thewes in sod., 2015). Tudi relativno velike razlike v obsevanih plodovih istih sort so posledica mnogih dejavnikov: sorte, rastne sezone, pogojev obiranja, skladiščenja in pogojev pridelave, kot so lokacija, temperatura v rastni dobi, tla in osvetljenost (Howard in sod., 2000; Jeffery in sod., 2003; Anttonen in Karjalainen, 2005).

V zadnjem času je pridelava sadja in zelenjave v nadzorovanem okolju z umetnimi viri svetlobe, kot so svetleče diode, v porastu (Lin in sod., 2013). Svetleče diode so obetaven električni vir svetlobe v rastnih komorah, saj predstavljajo ustrezen fotosintetski vir sevanja in učinkovit vir svetlobe v nadzorovanem okolju (Shin in sod., 2012). Njihova uporaba v rastnih komorah in rastlinjakih se povečuje zaradi številnih prednosti, kot so visoka učinkovitost energijske pretvorbe, majhna masa in volumen, relativno hladne površine z minimalnim segrevanjem in dolga življenjska doba. Poleg tega je velika prednost kontrola sestave spektra svetlobe in posledično možnost prilagoditve valovne dolžine svetlobe posameznim skupinam fotoreceptorjev (Wu in sod., 2007; Xu in sod., 2012; Lin in sod., 2013).

Širša uporaba svetlečih diod v kmetijstvu je privedla do številnih študij učinka spektra in kakovosti svetlobe na fiziologijo rastlin pred (Lister in sod., 1994) in po obiranju (Li in Kubota, 2009; Dhakal in Baek, 2014). Odzivi rastlinskih vrst na različne spektre svetlobe se razlikujejo, do razlik prihaja tudi med sortami in plodovi različnih stopenj zrelosti (Samuolienė in sod., 2012). Svetloba ni samo ključni dejavnik za razvoj rastlin v fazi rasti, ampak lahko vpliva tudi na odziv sadja in zelenjave med skladiščenjem. Uporaba svetlečih diod med skladiščenjem lahko ohrani ali celo izboljša prehransko kakovost sadja (Ahn in sod., 2015) in zelenjave (Park in sod., 2007; Dhakal in Baek, 2014; Lee in sod., 2014).

Uporaba svetlečih diod med skladiščenjem bi tako lahko pomagala nadzorovati oziroma zmanjšati izgube ter podaljšala rok obstojnosti živil. Kljub povečanju zanimanja za uporabo svetlečih diod, je objavljenih zelo malo študij, ki bi celostno pristopile k vplivu obsevanja s svetlečimi diodami na zrele plodove, zato skladnih rezultatov o učinku svetlobe različnih valovnih dolžin na plodove med skladiščenjem še ni.

## 2. VPLIV SVETLOBE NA BIOAKTIVNE SPOJINE

UV-B svetloba vpliva na ekspresijo genov in posledično na pospešeno tvorbo flavonoidov (Teramura, 1983), akumulacijo "UV-zaščitnih pigmentov" (Jansen in sod., 1998) in povečano akumulacijo polifenolov (Scattino in sod., 2014). UV-A svetloba (320 – 390 nm) vpliva na povečanje vsebnosti skupnih fenolov (Luthria in sod., 2006). Na povečano sintezo antocianinov vplivata modra svetloba valovne dolžine med 390 in 500 nm (Zoratti in sod., 2014) ter rdeča svetloba s 600 do 700 nm (Bastías in Corelli-Grappadelli, 2012).

Kim in sod. (2011) so potrdili večje vsebnosti askorbinske kisline v vzorcih jagod obsevanih s svetlečimi diodami valovne dolžine 470 in 525 nm. Prav tako se je pri obsevanju s svetlečimi diodami valovne dolžine 470 nm povečala vsebnost skupnih fenolnih spojin v plodovih jagod. Gong in sod. (2015) so potrdili vpliv modre svetlobe svetlečih diod na zorenje breskev, saj se je zaradi povečane proizvodnje etilena v obsevanih plodovih posledično pospešilo zorenje. Poleg tega lahko modra svetloba vpliva na biosintezo pot flavonoidov, saj so v plodovih jagod in ameriških jagod (*Myrica pensylvanica*) obsevanih med skladiščenjem določili povečane vsebnosti antocianov (Shi in sod., 2014; Xu in sod., 2014). Liao in sod. (2013) so potrdili zaviralni učinek modre svetlobe na razvoj plesni pri citrusih med skladiščenjem. Podoben učinek so potrdili tudi pri obsevanju mandarin (Alferez in sod., 2012). V raziskavi, kjer so preverjali učinek UV-C svetlobe na kakovost ananasa po obiranju, so potrdili povečan antioksidativni potencial in povečano vsebnost askorbinske kisline v obsevanih plodovih. Prav tako se je zmanjšala stopnja porjavenja plodov in razvoj bolezn (Sari in sod., 2016). Scattino in sod. (2014) so potrdili, da je obsevanje breskev in nektarin z UV-B svetlobo po obiranju spodbudilo kopičenje bioaktivnih spojin in vplivalo na ekspresijo določenih genov. Zlasti so se povečale vsebnosti fenolnih spojin v kožici plodov, ki je bila direktno izpostavljena svetlobi.

## 3. REZULTATI LASTNIH RAZISKAV

Z namenom podaljšanja roka obstojnosti in izboljšanja kakovosti sadja po obiranju smo izvedli preliminarne poskuse vpliva svetlobe svetlečih diod različnih valovnih dolžin na plodove jabolk in češenj.

Pri obsevanju češenj z modro svetlobo valovne dolžine 444 nm je prišlo do obarvanja kožice in mesa plodov, kar je posledica povečane vsebnosti antocianov (slika 1), medtem ko se barva češenj izpostavljenih UV-B svetlobi valovne dolžine 310 nm in kombinirani svetlobi (bela, modra in zelena, vrh pri 470 in 520 nm) ni spremenila. Pri vseh obsevanih plodovih se je povečal antioksidativni potencial in vsebnosti skupnih fenolov ter flavonoidov.

Pri obsevanju jabolk sorte 'Jonagold' in 'Elstar' z UV-B svetlobo je prišlo do povečanja vsebnosti fenolnih spojin v kožici. Po 13 dneh skladiščenja pri konstantnih pogojih sta se povečala antioksidativni potencial in vsebnost skupnih fenolnih spojin. Do povečane vsebnosti omenjenih spojin je prišlo tudi po 7 dneh obsevanja jabolk sorte 'Granny Smith', in sicer z rumeno svetlobo valovne dolžine 590 nm. Pri izbiri valovne dolžine ima pomembno

vlogo predvsem sorta jabolk. Pri obsevanju z modro svetlobo so se jabolka različnih sort skladiščena 7 dni pri enakih pogojih odzvala različno. Do največjih sprememb v barvi je prišlo pri sorti 'Idared', sledi 'Elstar', medtem ko modra svetloba ni vplivala na razvoj barve pri jabolkah sorte 'Carjevič' (slika 2). Do opaznih razlik v obarvanosti je prišlo tudi pri obsevanju jabolk sort 'Granny Smith', 'Fuji' in 'Jonagold' z UV-B in modro svetlobo. Obsevanje z modro svetlobo je vplivalo na spremembo barve vseh plodov. Pri sorti 'Granny Smith' smo opazili porumenelost plodov, ki je lahko posledica razgradnje klorofila ali indukcije biosinteze nekaterih pigmentov. Do intenzivne rdeče obarvanosti je prišlo pri sorti 'Jonagold', medtem ko so bili plodovi sorte 'Fuji' rahlo rdeče obarvani (slika 3).

#### 4. ZAHVALA

Raziskava je del programa Integrirano živilstvo in prehrana P4-0234, ki ga financira Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije (ARRS).

#### 5. VIRI

- Ahn S. Y., Kim S. A., Choi S. J., Yun H. K. 2015. Comparison of accumulation of stilbene compounds and stilbene related gene expression in two grape berries irradiated with different light sources. *Hortic Environ Biotechnol*, 56, 1: 36-43.
- Alferez F., Liao H.-L., Burns J. K. 2012. Blue light alters infection by *Penicillium digitatum* in tangerines. *Postharvest Biology and Technology*, 63, 1: 11-15.
- Anttonen M. J., Karjalainen R. O. 2005. Environmental and genetic variation of phenolic compounds in red raspberry. *J Food Comp Anal*, 18, 8: 759-769.
- Barker R. 1968. The availability of solar radiation below 290 nm and its importance in photomodification of polymers. *Photochemistry and Photobiology*, 7, 3: 275-295.
- Bastías R. M., Corelli-Grappadelli L. 2012. Light quality management in fruit orchards: physiological and technological aspects. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 72, 4: 574-581.
- Dhakal R., Baek K. H. 2014. Short period irradiation of single blue wavelength light extends the storage period of mature green tomatoes. *Postharvest Biol Tec*, 90: 73-77.
- Fan X. X., Xu Z. G., Liu X. Y., Tang C. M., Wang L. W., Han X. I. 2013. Effects of light intensity on the growth and leaf development of young tomato plants grown under a combination of red and blue light. *Sci Hort*, 153: 50-55.
- Garcia-Pichel F. 1998. Solar ultraviolet and the evolutionary history of cyanobacteria. *Origins of Life and Evolution of the Biosphere*, 28, 3: 321-347.
- Gong D., Cao S., Sheng T., Shao J., Song C., Wo F., Chen W., Yang Z. 2015. Effect of blue light on ethylene biosynthesis, signalling and fruit ripening in postharvest peaches. *Scientia Horticulturae*, 197: 657-664.
- Howard L. R., Talcott S. T., Brenes C. H., Villalon B. 2000. Changes in phytochemical and antioxidant activity of selected pepper cultivars (*Capsicum* species) as influenced by maturity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48, 5: 1713-1720.
- Hribar J., Vidrih R. 2015. Impacts of climate change on fruit physiology and quality. *Proceedings. 50th Croatian and 10<sup>th</sup> International Symposium on Agriculture*. Opatija, Croatia: 42-45.
- Jansen M. A., Gaba V., Greenberg B. M. 1998. Higher plants and UV-B radiation: balancing damage, repair and acclimation. *Trends in plant science*, 3, 4: 131-135.
- Jeffery E. H., Brown A. F., Kurilich A. C., Keck A. S., Matusheski N., Klein B. P., Juvik J. A. 2003. Variation in content of bioactive components in broccoli. *J Food Comp Anal*, 16, 3: 323-330.

- Kim B. S., Lee H. O., Kim J. Y., Kwon K. H., Cha H. S., Kim J. H. 2011. An effect of light emitting diode (LED) irradiation treatment on the amplification of functional components of immature strawberry. *Horticulture, Environment and Biotechnology*, 52, 1: 35-39.
- Lee Y. J., Ha J. Y., Oh J. E., Cho M. S. 2014. The effect of LED irradiation on the quality of cabbage stored at a low temperature. *Food Sci Biotechnol*, 23, 4: 1087-1093.
- Li Q., Kubota C. 2009. Effects of supplemental light quality on growth and phytochemicals of baby leaf lettuce. *Environmental and Experimental Botany*, 67, 1: 59-64.
- Liao H.-L., Alferez F., Burns J. K. 2013. Assessment of blue light treatments on citrus postharvest diseases. *Postharvest Biology and Technology*, 81: 81-88.
- Lin K. H., Huang M. Y., Huang W. D., Hsu M. H., Yang Z. W., Yang C. M. 2013. The effects of red, blue, and white light-emitting diodes on the growth, development, and edible quality of hydroponically grown lettuce (*Lactuca sativa* L. var. *capitata*). *Sci Hort*, 150: 86-91.
- Lister C. E., Lancaster J. E., Sutton K. H., Walker J. R. 1994. Developmental changes in the concentration and composition of flavonoids in skin of a red and a green apple cultivar. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 64, 2: 155-161.
- Luthria D. L., Mukhopadhyay S., Krizek D. T. 2006. Content of total phenolics and phenolic acids in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) fruits as influenced by cultivar and solar UV radiation. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19, 8: 771-777.
- Moretti C. L., Mattos L. M., Calbo A. G., Sargent S. A. 2010. Climate changes and potential impacts on postharvest quality of fruit and vegetable crops: a review. *Food Research International*, 43, 7: 1824-1832.
- Park S., Chang M., Choi J., Kim B. 2007. Effect of a Refrigerator with LED on functional composition changes and freshness prolongation of cabbage. *Korean J Food Preserv*, 14: 113-118.
- Samuolienė G., Brazaitytė A., Sirtautas R., Viršilė A., Sakalauskaitė J., Sakalauskiene S., Duchovskis P. 2013. LED illumination affects bioactive compounds in romaine baby leaf lettuce. *J Sci Food Agr*, 93, 13: 3286-3291.
- Samuolienė G., Sirtautas R., Brazaitytė A., Duchovskis P. 2012. LED lighting and seasonality effects antioxidant properties of baby leaf lettuce. *Food Chemistry*, 134, 3: 1494-1499
- Sari L. K., Setha S., Naradisorn M. 2016. Effect of UV-C irradiation on postharvest quality of 'Phulae'pineapple. *Scientia Horticulturae*, 213: 314-320.
- Scattino C., Castagna A., Neugart S., Chan H. M., Schreiner M., Crisosto C. H., Tonutti P., Ranieri A. 2014. Post-harvest UV-B irradiation induces changes of phenol contents and corresponding biosynthetic gene expression in peaches and nectarines. *Food Chemistry*, 163: 51-60.
- Shi L., Cao S., Chen W., Yang Z. 2014. Blue light induced anthocyanin accumulation and expression of associated genes in Chinese bayberry fruit. *Scientia Horticulturae*, 179: 98-102.
- Shin Y. S., Lee M. J., Lee E. S., Ahn J. H., Lim J. H., Kim H. J., Park H. W., Um Y. G., Park S. D., Chai J. H. 2012. Effect of LEDs (light emitting diodes) irradiation on growth and mineral absorption of lettuce (*Lactuca sativa* L. 'Lollo Rosa'). *Journal of Bio-Environment Control*, 21, 3: 180-185.
- Teramura A. H. 1983. Effects of ultraviolet-B radiation on the growth and yield of crop plants. *Physiologia Plantarum*, 58, 3: 415-427.
- Thewes F. R., Both V., Brackmann A., Weber A., de Oliveira Anese R. 2015. Dynamic controlled atmosphere and ultralow oxygen storage on 'Gala' mutants quality maintenance. *Food Chemistry*, 188: 62-70.
- Wu M. C., Hou C. Y., Jiang C. M., Wang Y. T., Wang C. Y., Chen H. H., Chang H. M. 2007. A novel approach of LED light radiation improves the antioxidant activity of pea seedlings. *Food Chemistry*, 101, 4: 1753-1758.

Xu F., Cao S., Shi L., Chen W., Su X., Yang Z. 2014. Blue light irradiation affects anthocyanin content and enzyme activities involved in postharvest strawberry fruit. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62, 20: 4778-4783.

Xu H. I., Xu Q., Li F., Feng Y., Qin F., Fang W. 2012. Applications of xerophytophysiology in plant production—LED blue light as a stimulus improved the tomato crop. *Sci Hort*, 148: 190-196.

Zoratti L., Sarala M., Carvalho E., Karppinen K., Martens S., Giongo L., Häggman H., Jaakola L. 2014. Monochromatic light increases anthocyanin content during fruit development in bilberry. *BMC plant biology*, 14, 1: 377.



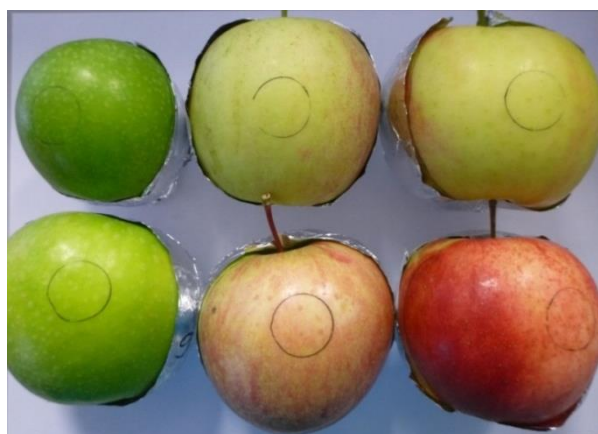
Slika 1: Primerjava obarvanosti češenj izpostavljenim modri svetlobi (spodaj) in kontrola (zgoraj).

Figure 1: Comparison of the colour of cherries exposed to blue light (bottom) and control (above).



Slika 2: Razlike v razvoju barve različnih sort jabolk izpostavljenih modri svetlobi (levo: 'Carjevič', sredina: 'Elstar', desno: 'Idared' – srce je bilo med obsevanjem pokrit del površine).

Figure 2: Differences in colour development of different varieties of apples exposed to blue light (left: 'Crown Prince Rudolf', middle: 'Elstar', right: 'Idared' – heart was covered during irradiation).



Slika 3: Jabolka izpostavljena UV-B (zgoraj) in modri svetlobi (spodaj); od leve proti desni si sledijo 'Granny Smith', 'Fuji' in 'Jonagold'.

Figure 3: Apples exposed to UV-B (above) and blue light (bottom); from left to right are 'Granny Smith', 'Fuji' and 'Jonagold'.

## DOSEGANJE UŽITNE ZRELOSTI NAMIZNEGA GROZDJA SORT VINSKE TRTE (*Vitis* sp.) V SLOVENIJI

Denis RUSJAN<sup>1</sup>, Maja MIKULIČ PETKOVŠEK<sup>1</sup>, Domen KJUDER<sup>1</sup>, Radojko PELENGIČ<sup>2</sup>,  
Andreja ŠKVARČ<sup>3</sup>, Borut PULKO<sup>4</sup>, Stanko VRŠIČ<sup>4</sup>

### POVZETEK

Slovenija ima nedvomno primerne lege za pridelavo namiznega grozdja, a kljub temu še vedno nimamo podatkov o sortah vinske trte, ki bi bile primerne za slovenske razmere. V triletnem poskusu (2014-2016) smo preizkušali številne sorte, med katerimi smo večjo pozornost namenili osemnajstim, posajenih na Pouzelci pri Vipavi in na Meranovem pri Mariboru. Ob užitni zrelosti namiznega grozdja smo pri vsaki sorti izmerili velikost in maso jagod ter vsebnost skupnih ter posameznih sladkorjev in kislin. Rezultati potrjujejo, da iste sorte v Vipavski dolini dosežejo užitno zrelost vsaj teden prej kot na Meranovem. Nadpovprečno kakovost med sortami vključenimi v raziskavo na Vipavskem so pokazale sorte 'Presentabil', 'Prima' in 'Muškat blue', medtem ko na Meranovem sorte 'Arkadia', 'Fromuosa albae', 'Palatina', 'Nero' in 'Muškat blue'. Večina naštetih sort je interspecifičnih, pri katerih se tudi pričakuje manjša občutljivost na glivične bolezni in zato tudi manjša uporaba fungicidov. Pridelavi namiznega grozdja v Sloveniji bo potrebno posvetiti še veliko pozornosti, saj so pridobljeni podatki le preliminarni, ki jih entuziasti, pridelovalci namiznega grozdja nujno potrebujejo.

**Ključne besede:** fenoli, jagoda, kakovost, kislina, namizno grozdje, sladkor

### ACHIEVING THE EDIBLE MATURITY OF TABLE GRAPE AT DIFFERENT GRAPEVINE VARIETIES (*Vitis* sp.) IN SLOVENIA

### ABSTRACT

Slovenia has undoubtedly suitable location for table grapes production, but nevertheless there is still no data on grapevine varieties that were suitable for Slovenian conditions. In the three-year experiment (2014-2016) many grapevine varieties were studied, among which, 18 varieties planted on Pouzelca (Vipava) and Meranovo (Maribor) have received more attention. At the edible maturity of the studied table grapes, a berries size and weight, but also a content of total and individual sugars and acids were measured. Taking into account the obtained data of the same variety cultivated in different locations, the edible maturity of grape produced in Vipavska dolina was reached at least a week earlier than in Meranovo. Among

<sup>1</sup> Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Katedra za sadjarstvo, vinogradništvo in vrtinarstvo, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana, E-mail: denis.rusjan@bf.uni-lj.si

<sup>2</sup> Kmetijski inštitut Slovenije, Oddelek za sadjarstvo, vinogradništvo in vinarstvo, Hacquetova ulica 17, 1000 Ljubljana

<sup>3</sup> STS Vrhpolje, Kmetijsko gozdarski zavod Nova Gorica, Pri hrastu 18, 5000 Nova Gorica

<sup>4</sup> Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede, Katedra za vinogradništvo in vinarstvo, Pivola 10, 2311 Hoče

studied varieties in Vipavska dolina, an above average quality was reached by varieties 'Presentabil', 'Prima' and 'Muscat blue', while in Meranovo by 'Arkadia', 'Fromuosa albae', 'Palatina', 'Nero' and 'Muscat blue'. However, most of the varieties are interspecific hybrids, that lower susceptibility to fungal diseases and therefore less use of fungicides were expected. Table grape production in Slovenia will need to pay more attention in next future, because the obtained results are only preliminary, and enthusiasts, growers of table grapes need them urgently.

**Key words:** phenolics, berry, quality, acidity, table grape, sugar

## 1. UVOD

Pridelava namiznega grozdja je postala zanimiva kmetijska panoga v začetku 20. stoletja, to je po tem, ko je trtna uš (*Daktulosphaira vitifoliae* Fitch.) povzročila veliko škodo v vinogradih z vinskim grozdom. Pred in po prvi ter drugi svetovni vojni je vinogradništvo doživljalo padce in vzpone, kar se je odražalo tudi na sajenju sort žlahtne vinske trte za pridelavo namiznega grozdja. Evropa je postala in je še vedno največja pridelovalka namiznega grozdja na svetu, čeprav se je pridelava na tem območju v zadnjih dveh desetletjih zmanjšala za okrog 11 %. Nekoliko drugačna slika pa je v Aziji, predvsem na Kitajskem, kjer se pridelava namiznega grozdja drastično povečuje in je že dosegla primat med posameznimi državami (10 mio ton/leto).

Tudi v Sloveniji, ki je tradicionalno vinogradniška država, se zanimanje za pridelavo namiznega grozdja povečuje, kar se pripisuje predvsem povečanemu povpraševanju po lokalnih pridelkih, ki pridejo v kratkem času in užitne kakovosti na police ter do potrošnika, katerih sledljivost je lažje preverljiva, morda pa tudi zaradi viškov vina na svetovnem trgu in posledično prestrukturiranje vinogradov z vinskim v namizno grozdje. Danes se v Slovenijo letno uvozi med 7.000 in 8.000 t namiznega grozdja.

Za pridelavo vinskega grozdja v Sloveniji imam dobo dodelano rajonizacijo ter trsni izbor, ki urejata sajenje določenih sort znotraj določenih območij, kjer se pričakuje nadpovprečna kakovost in količina grozdja ter vina. Ker pridelavo namiznega grozdja ne ureja vinska zakonodaja, do danes tovrstnega dela za sorte vinske trte za pridelavo namiznega grozdja še ni bilo opravljenega.

Potencialni vinogradniki in pridelovalci namiznega grozdja se v Sloveniji soočajo s številnimi dilemami, med katerimi je zagotovo najbolj pogosta odločitev o sorti ter območju, ki določeni sorti ustreza.

Ponudba cepljenk ali sadik vinske trte za pridelavo namiznega grozdja postaja neskončna, saj se dnevno dopolnjuje in za večino sort se obljublja izreden pridelek, trte naj ne bi bile posebej občutljive na bolezni, da ne zahtevajo specialnih praks in podobno. Veliko tovrstnih informacij ne drži oziroma pogosto gre za zavajanje.

V okviru CRP projekta smo si zadali cilj, da preverimo in ugotovimo, katere sorte vinske trte so oziroma bi bile zanimive za pridelavo namiznega grozdja v Sloveniji.



## 2. MATERIAL IN METODE

V rastnih dobah 2014, 2015 in 2016 smo v poskusnih vinogradih, kjer so vinske trte za pridelavo namiznega grozdja že v polni rodnosti odbrali tiste, ki so po predhodno pridobljenih izkušnjah dajale zanimive rezultate. V vinogradnih na lokacijah Kromberk pri Novi Gorici, Pouzelca na Slapu pri Vipavi in na Meranovem pri Mariboru smo odbrali reprezentativno število trte iste sorte, ki so bile v izenačeni kondiciji. V vsakem nadaljnjem letu smo glede na meritve kakovosti izločili tiste, ki niso dosegale povprečnih rezultatov, tako da smo v zadnji rastni dobi delo usmerili samo v sorte, ki so dale nadpovprečno kakovost (preglednica 1).

Ob užitni zrelosti smo pri vsaki sorti povzorčili trikrat po 100 jagod, jih stehtali, izmerili jim širino in dolžino (O.I.V. 503, 220 in 221), pri rdečih sortah pa še parametre barve s kolorimetrom Minolta CR-300 Chroma (Minolta co; Osaka, Japan). Nato smo jagode stisnili, da smo iz njih pridobili sok, v kateremu smo izmerili vsebnost skupnih sladkorjev (z digitalnim refraktometrom Milwaukee, MA885 Wine Refractometer), vsebnost titracijskih in skupnih kislin (z dvostopenjskim pH titratorjem) po Košmerl in Kač (2007) ter vsebnost posameznih sladkorjev in kislin po metodi Mikulic-Petkovsek in sod. (2015). V kožicah jagod, ki so ostala po stiskanju smo izmerili vsebnost skupnih fenolov po metodi Folin Ciocalteu, ki jo navajata Košmerl in Kač (2007). Podatke smo obdelali s programom Microsoft Excel (2007) in prikazani so v preglednicah ali na slikah kot povprečje, najmanjša (min.) in največja (max.) meritev.

## 3. REZULTATI IN RAZPRAVA

Kakovost namiznega grozdja se običajno podaja s fizikalnimi in kemijskimi lastnostmi. Pri fizikalnih so med pomembnejšimi velikost, oblika, masa, število jagod in grozdov ter barva jagod, med kemijskimi pa vsebnost skupnih sladkorjev (g/l), skupnih kislin (g/l) in fenolnih spojin (mg ekvivalent galne kisline (GAE)/l).

Povprečna masa jagod sort iz Vrhpolja je bila 3,3 g, nadpovprečno maso jagode smo stehtali pri sortah 'Presentabil' (PS), 'Ora' (O), in 'Prima' (PI), pri ostalih pa podpovprečno (< 3,3 g). Največja povprečna masa posamezne jagode (g) je bila izmerjena pri sorti 'Presentabil' (5,5 g), najmanjša pa pri sorti 'Esther' (E) (1,6 g). Na Meranovem, pa je bila izmerjena povprečna masa jagode vseh sort v poskusu 4,8 g. Nadpovprečno maso posamezne jagode so dosegale sorte 'Arkadia' (AK), 'Festivee' (FT), 'Fromuosa albae' (FA), 'Vera' (V) in 'Presentabil' (PS). Najmanjšo povprečno maso (g) jagode (2,7 g) smo izmerili pri sorti 'Nero' (N) in pri 'Palatini' (PL) 2,8 g. Največjo povprečno maso pa smo izmerili pri sorti 'Arkadia' (AK) 9,4 g.

Colapietra (2004) navaja, da imajo masa, velikost in oblika grozdne jagode velik vpliv na odločitev za nakup namiznega grozdja. Na Primorskem je sorta 'Presentabil' dosegla največjo povprečno maso (slika 1) in dolžino grozdne jagode in so podobne meritvam, ki jih navajajo Nicolaescu in sod. (2015). Največjo povprečno širino pa smo izmerili pri sortah 'Prima' in 'Presentabil'. Pri sortah gojenih na Štajerskem sta največjo povprečno dolžino, širino in maso dosegli sorti 'Arkadia' in 'Fromuosa albae', kar je podobno meritvam za sicer druge sorte vinske trte za pridelavo namiznega grozdja, ki jih navajata Peacock in Simpson (2015).

Nadpovprečno vsebnost skupnih sladkorjev (°Brix) v Vrhpolju so pokazale sorte 'Prima' (PI), 'Muškati blue' (B) in 'Presentabil' (PS) (slika 2), povprečno najmanjšo vsebnost pa smo izmerili pri sorti 'Esther' (E) 12 °Brix. Na Meranovem pa so imele nadpovprečno vsebnost sladkorjev sorte 'Palatina' (PL), 'Rdeča žlahtnina' (RŽ), 'Muscat Bleu' (MB), 'Festivee' (FT),

'Aron' (A), 'Nero' (N) in 'Presentabil' (PS) ( $> 19,7$  °Brix), najmanjšo podpovprečno vsebnost je imela sorta 'Fromuosa albae' (FA)  $14,5$  °Brix.

Vsebnost sladkorjev je odvisna od številnih dejavnikov, med katerimi imajo največji pomen potencial sorte, lega, vreme, ampelotehnika in zrelost (Colapietra 2004). Kakorkoli, vsebnost sladkorjev pri marsikateri sorti presega zahtevane za užitno kakovost in so primerljive s podatki, ki jih navajajo Shiraishi in sod. (2008).

Nadpovprečno vsebnost skupnih kislin ( $> 4,1$  g/l) v Vipavski dolini (Vrhpolje) so dosegle sorte 'Nero', 'Prima' in 'Muškat blue' (slika 3), medtem ko vse ostale, vključene v poskus pa so imele podpovprečno vsebnost, predvsem sorta 'Presentabil' (PS)  $3,2$  g/l. V vinogradu na Meranovem, je bila povprečna vsebnost skupnih kislin sort v poskusu  $8,1$  g/l. Nadpovprečno vsebnost smo izmerili pri sorah 'Rdeča žlahtnina' (RŽ), 'Festivee' (FT), 'Aron' (A) in 'Fromuosa albae' (FA), pri ostalih pa podpovprečno, najmanjšo pri sorti 'Arkadia' (AK)  $4,6$  g/l.

Fenolne spojine so pomembni sekundarni metaboliti, ki jagodi grozdja dajejo barvo, okus in tudi vonj, vsebnost katerih je odvisna predvsem od sorte, rastnih razmer, količine pridelka in ampelotehnike (Colapietra, 2004).

V Vipavski dolini (Vrhpolje) so sorte 'Muškat blue' (B), 'Esther' (E), 'Nero' (N) in 'Prima' (PI) pokazale nadpovprečno vsebnost skupnih fenolov ( $>536,4$  mg GAE/l) (slika 4), medtem ko smo najmanjšo povprečno vsebnost izmerili pri sorti 'Presentabil' (PS)  $105,1$  mg GAE/l. Na Meranovem, pa smo nadpovprečno vsebnost skupnih fenolov ( $>574,5$  mg GAE/l) izmerili pri sortah 'Festivee', 'Muscat bleu', 'Nero' in 'Vera'. Povprečno najmanjšo vsebnost fenolnih spojin smo izmerili pri sorti 'Presentabil' (PS)  $152,4$  mg GAE/l), največjo pa pri sorti 'Nero' (N)  $1257,1$  mg GAE/l. Vsebnost fenolov nekaterih sort sovпада z navedbami Anastasiadi in sod. (2009), kar potrjuje, da sorte dosegajo užitno zrelost.

Pridelava namiznega grozdja se v okviru svetovne pridelave iz leta v leto povečuje, Slovenija pa je ena izmed redkih držav, ki večino grozdja uvozi. Z ozirom na to, da je v Sloveniji mogoče pridelati užitno zrelost namiznega grozdja, bi morali tovrstno pridelavo povečati in s tem zmanjšati uvoz iz drugih držav in poskrbeti za čim večjo samooskrbo. Podatkov o pridelavi namiznega grozdja v Sloveniji je še vedno premalo, a kljub temu se vsako leto pojavljajo entuziasti, ki se odločajo za pridelavo namiznega grozdja in prav ti se srečujejo s številnimi problemi, predvsem povezanimi z vprašanjem izbire ustrezne sorte. Rezultati triletne raziskave, ki je vključevala študijo primernosti številnih sort za pridelavo v različnih slovenskih razmerah, kažejo, da nekatere sorte dajejo nadpovprečno kakovost, kjer izpostavljamo predvsem naslednje, v Vipavski dolini sorte 'Presentabil', 'Prima' in 'Muškat blue', medtem ko na Meranovem sorte 'Arkadia', 'Fromuosa albae', 'Palatina', 'Nero' in 'Muškat blue'. V bodoče nas čaka še veliko tovrstnega dela, saj smo prepričani, da je za slovenske pridelovalne razmere še veliko zanimivih sort vinske trte za pridelavo namiznega grozdja, s katerimi bi lahko popestrili lokalno pridelavo ter vinske ceste.

#### 4. ZAHVALA

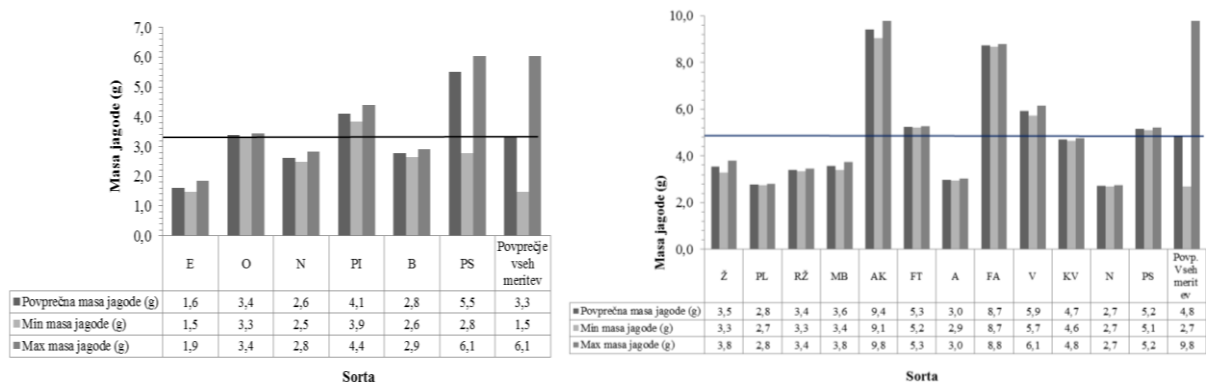
Zahvala gre Ministrstvu za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano in Agenciji za raziskovalno dejavnost RS, ki sta preko CRP projekta financirali in omogočili izvedbo raziskave. Del projekta je bil sofinanciran s strani Programske skupine za Hortikulturo P4-0013.

## 5. VIRI

- Anastasiadi M., Pratsinis H., Kletsas D., Skaltsounis A. L., Haroutounian S. A. 2009. Bioactive non-coloured polyphenols content of grapes, wines and vinification by-products: Evaluation of the antioxidant activities of their extracts. *Food Research International*, 43: 805-813.
- Cantos E., Espín J. C., Tomás-Barberán F. A. 2002. Varietal differences among the polyphenol profiles of seven table grape cultivars studied by LC-DAD-MS-MS *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50: 5691-5696.
- Colapietra M. 2004. L'uva da tavola. La coltura, il mercato, il consumo. Bologna, Officine Grafiche Calderini S.p.a: 382 str.
- Košmerl T., Kač M. 2007. Osnovne kemijske analize mošta in vina: laboratorijske vaje za predmet Tehnologija vina. 3. izd. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 106 str.
- Mikulic-Petkovsek M., Rescic J., Schmitzer V., Stampar F., Slatnar A., Koron D., Veberic R. 2015. Changes in fruit quality parameters of four *Ribes* species during ripening. *Food Chemistry*, 173: 363-374.
- Nicolaescu G., Derendovskaia A., Secrieru S., Mihov D., Procopenco V., Godoroja M., Lungu C. 2015. The quantity and quality of grapes of 'Prezentabil' table grapes variety by the influence of biologically active substances. *Scientific Papers. Series B, Horticulture*, 59: 145-149.
- O.I.V. descriptors. Descriptor list of grape vine varieties and *Vitis species*. 2001 Paris, Office International de la Vigne et du Vin. Organisation Internationale de la Vigne et du Vin. 2006. Situation of the World Viticultural Sector in 2006. (Onile) Available: [http://news.resau-concept.net/images/oiv\\_uk/client/Commentaire\\_statistiques\\_annexes\\_2006\\_EN.pdf](http://news.resau-concept.net/images/oiv_uk/client/Commentaire_statistiques_annexes_2006_EN.pdf)
- Peacock B., Simpson B. 2015. The Relationship Between Berry Weight, Length, and Width for Five Table Grape Varieties. Pub. TB1-95. University of California. <http://cetulare.ucanr.edu/files/82015.pdf> (28. 12. 2016)
- Shiraishi M., Fuyishima H., Chiyiwa H. 2009. Evaluation of table grape genetic resources for sugar, organic acid, and amino acid composition of berries. *Euphytica*, 174: 1-13.

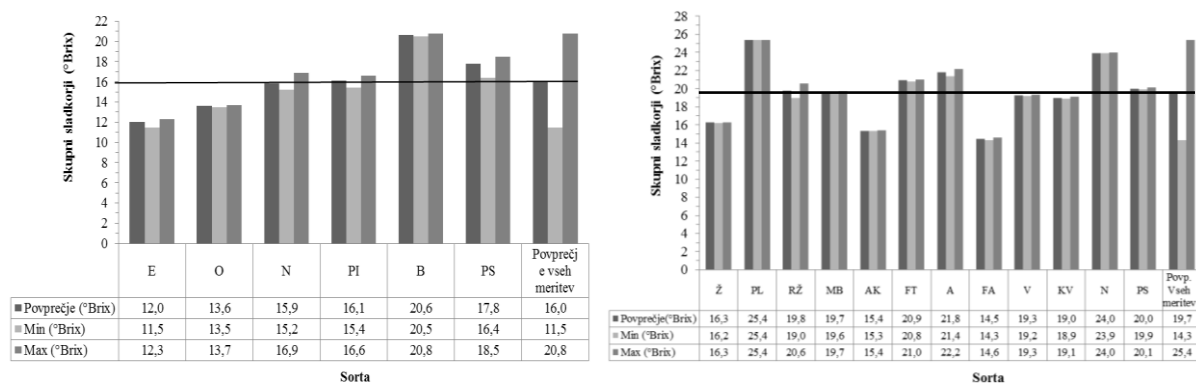
Preglednica 1: Sorte vinske trte za pridelavo namiznega grozdja v Vipavski dolini in Štajerski Sloveniji, ki so bile vključene v raziskavo v rastnih dobah 2014-2016 in so dale nadpovprečno kakovost

SORTA	OKRAJŠAVA	LOKACIJA	BARVA
'Muškat blue'	B	STS Vrhpolje	črno modra
'Esther'	E	STS Vrhpolje	rdeča
'Nero'	N	STS Vrhpolje	črno modra
'Ora'	O	STS Vrhpolje	bela
'Presentabil'	PS	STS Vrhpolje	bela
'Prima'	PI	STS Vrhpolje	bela
'Arkadia'	AK	Meranovo pri Mariboru	bela
'Aron'	AR	Meranovo pri Mariboru	rdeča
'Festivee'	FT	Meranovo pri Mariboru	rdeča
'Fromuosa albae'	FA	Meranovo pri Mariboru	bela
'Kraljica vinograda'	KV	Meranovo pri Mariboru	bela
'Muškat blue'	MB	Meranovo pri Mariboru	črno modra
'Nero'	N	Meranovo pri Mariboru	črno modra
'Palatina'	PL	Meranovo pri Mariboru	bela
'Presentabil'	PS	Meranovo pri Mariboru	bela
'Rdeča žlahtnina'	RŽ	Meranovo pri Mariboru	rdeča
'Vera'	V	Meranovo pri Mariboru	rdeča
'Žlahtnina'	Ž	Meranovo pri Mariboru	bela



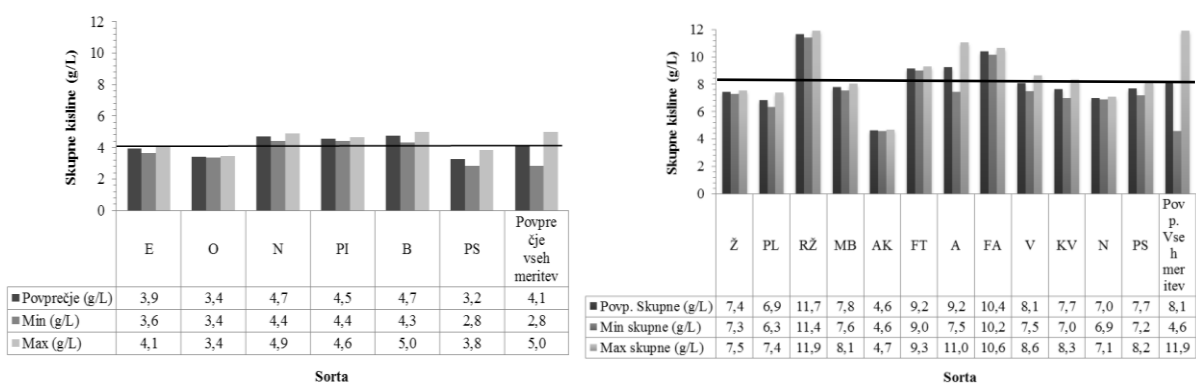
Slika 1: Povprečna, najmanjša (min.) in največja (max.) masa (g) posamezne jagode za sorte iz STS Vrhpolje (levo) in Meranovo (desno).

Figure 1: Average, minimal and maximal berry weight of grapevine varieties from STS Vrhpolje (left) and Meranovo (right).



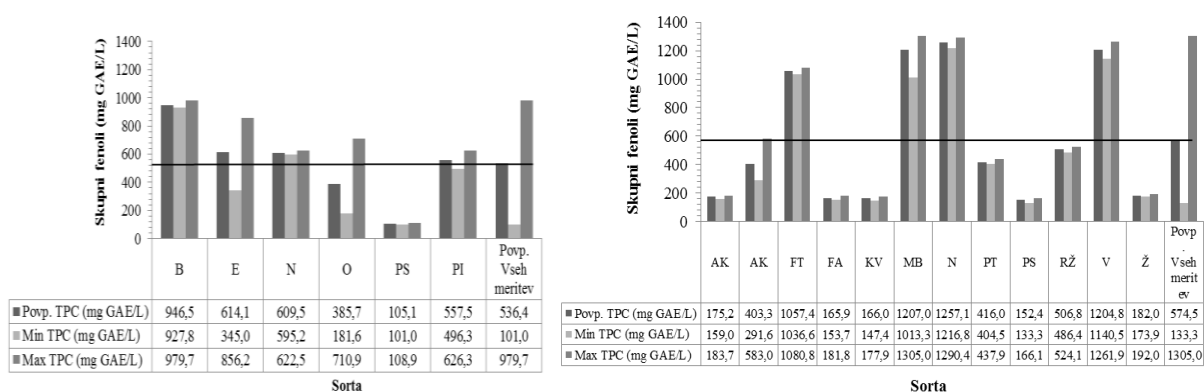
Slika 2: Povprečna, najmanjša (min.) in največja (max.) vsebnost skupnih sladkorjev (°Brix) za sorte iz Vrhopolja (levo) in z Meranovega (desno)

Figure 2: Average, minimal and maximal content of total sugars of grapevine varieties from STS Vrhoplje (left) and Meranovo (right).



Slika 3: Povprečna, najmanjša (min.) in največja (max.) vsebnost skupnih kislin (g/l) za sorte iz Vrhopolja (levo) in z Meranovega (desno).

Figure 3: Average, minimal and maximal content of total acids of grapevine varieties from STS Vrhoplje (left) and Meranovo (right).



Slika 4: Povprečna, najmanjša (min.) in največja (max.) vsebnost skupnih fenolov (TPC v mg GAE/l) za sorte iz Vrhopolja (levo) in z Meranovega (desno).

Figure 4: Average, minimal and maximal total phenolic content of grapevine varieties from STS Vrhoplje (left) and Meranovo (right).



## OHRANJANJE AVTOHTONIH GENOTIPOV EVROPSKEGA PRAVEGA KOSTANJA (*Castanea sativa* MILL.) V SLOVENIJI

Gregor OSTERC<sup>1</sup>, Anita SOLAR<sup>1</sup>, Zlata LUTHAR<sup>2</sup>

### POVZETEK

Pravi kostanj (*Castanea* sp.) je pomembna sadna vrsta tudi v Sloveniji. Trenutno gojimo večinoma sadike evrojaponskih sort 'Marsol', 'Maraval' in 'Bouche de Betizac'. Izvorna drevesa domačih genotipov s sadjarsko pomembnimi plodovi, maroni imamo označena na terenu. Zaenkrat smo od teh dreves pridobili zgolj matična drevesa genotipa 'Kozjak' in 'Avbar'. Ostale genotipe ohranjamo s pomočjo *in vitro* metod, predvsem v želji pridobiti kar se da juvenilni matični material, ki je z ozirom na razmnoževanje najkakovostnejši. V zadnjih dveh letih smo v *in vitro* kulturo pridobili različne genotipe iz območja zahodne, jugovzhodne in severovzhodne Slovenije. Uspešnost pridobivanja izhodiščnega materiala v kulturo je bila zelo odvisna od posameznega genotipa ter od lege poganjkov na matčni rastlini, ki smo jih uporabili za zasnovo kulture. Če so poganjki, ki smo jih uporabili za zasnovo kulture, rasli iz panjev, smo bili pri zasnovi kulture veliko uspešnejši, kot če smo poganjke rezali iz vrha krošnje izvornih dreves. Material teh različnih genotipov se trenutno nahaja v fazi razmnoževanja, v kratkem pa bo sledilo obdobje koreninjenja tega materiala *in vitro*.

**Ključne besede:** pomlajevanje, kostanjevi panji, *in vitro* razmnoževanje

### PRESERVATION OF THE AUTOCHTONOUS GENOTYPES OF THE EUROPEAN SWEET CHESTNUT (*Castanea sativa* Mill.) IN SLOVENIA

#### ABSTRACT

Sweet chestnut (*Castanea* sp.) is important fruit species in Slovenia. The plants of the hybrid cultivars between European and Japanese chestnut 'Marsol', 'Maraval' and 'Bouche de Betizac' were mainly produced at the moment. Source trees of the domestic genotypes with fruits with high qualitative potential, Marroni were marked in the field. Stock plants of genotypes 'Kozjak' and 'Avbar' have only been propagated till now. Other genotypes are preserved using *in vitro* methods, especially due to receive the most juvenile stock plant material, which is qualitative the most useful material for the propagation purposes. Different genotypes from the west, south east and north east Slovenia were acquired in the *in vitro* culture during last two years. The establishment efficiency in the culture was strong dependant on the specific genotype and on the sprout position on the stock plant. If the sprouts, used for the culture establishment have been cut on the coppices, the efficiency of culture establishment was much higher as when the sprouts were grown at the top of the crown of the source trees. The material from these specific genotypes is found in the propagation phase at the moment, the material will be rooted *in vitro* in the next future.

<sup>1</sup> Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Katedra za sadjarstvo, vinogradništvo in vrtinarstvo, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana, E-mail: gregor.osterc@bf.uni-lj.si

<sup>2</sup> Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Katedra za genetiko, biotehnologijo, statistiko in žlahtnjenje rastlin, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana

**Key Words:** rejuvenation, sweet chestnut coppices, *in vitro* propagation

## 1. OBSEG POJAVLJANJA PRAVEGA KOSTANJA V SVETU, EVROPI IN SLOVENIJI

Svetovna pridelava kostanja obsega 1968333 t, največje svetovne pridelovalke kostanja pa so Kitajska, Koreja, Turčija, Italija, Japonska, Španija, Portugalska in Francija. Pridelava se v zadnjih letih povečuje tudi v Avstraliji, Čilu in ZDA. Z vidika pridelave so pomembne vse vrste pravega kostanja, kitajski pravi kostanj (*Castanea mollissima* Blume), ki razvije precej manjša drevesa, kot ostale vrste, japonski pravi kostanj (*Castanea crenata* Siebold & Zucc.), ameriški pravi kostanj (*Castanea dentata* Sudw.) in tudi evropski pravi kostanj (*Castanea sativa* Mill.), ki je razširjen seveda pri nas v Evropi. Kot sadna drevesa se v zadnjih dveh ali treh desetletjih širijo kostanjeve sorte, ki so medvrstni križanci (*Castanea crenata* × *Castanea sativa*), saj imajo sadjarsko zanimive plodove (Bounous, 2014, Štampar in sod., 2009).

Solar (2012) navaja, da je v Sloveniji kostanj razširjen kot naravni sejanec v gozdnih sestojih na več kot 230.000 ha, posamič pa raste v manjših kostanjevih gajih in kot soliterno drevo na robovih travnikov in gozdov. Tudi zanimanje za sajenje kostanjevih nasadov pri nas v zadnjih 15 letih narašča (morda je pred leti zanimanje malo stagniralo v obdobju pojava kostanjeve šiškarice), tako imamo danes okrog 20 ha kostanjevih nasadov. Slovenska pridelava ostaja vseeno z nekaj več kot 10 t letno v svetovnem ali/in evropskem merilu zanemarljiva, a to vsekakor ne zanika dejstva, da je kostanjevo drevo pomemben del naših gozdov in vse slovenske krajine (Bounous, 2014; Solar, 2012).

## 2. POMEN PRAVEGA KOSTANJA ZA PREHRANO LJUDI TER PREDELOVALNO INDUSTRIJO

Pravi kostanj (*Castanea* sp.) je vsestransko zanimiva rastlinska vrsta. Kot sadna vrsta zavzema pomembno mesto, saj so njegovi plodovi širše uporabni. Od ostalih lupinastih sadnih vrst se kostanjevi plodovi odlikujejo po majhni količini maščob, a tudi po veliki vsebnosti kompleksnih ogljikovih hidratov, zato so cenjeni kot 'zdravo' živilo, kar je v sodobnih prehranskih smernicah nadvse dobrodošlo. Kostanji so izjemno primerni kot sestavni del jedilnikov pri dietah z nizko maščobno vrednostjo. Daleč največ kostanjev zaužijemo direktno, pečenih ali kuhanih, uporabljajo pa se tudi kot sestavina zelenjavnih jedi, pašt in različnih desertov ter v pekarstvu. Ob tem ne smemo pozabiti, da so s kruhom, spečenim iz kostanjeve moke, marsikje po razviti Evropi (npr. Švica) v ne tako oddaljeni preteklosti ljudi reševali lakote (Bounous, 2014).

Drevesa pravega kostanja so izjemno cenjena tudi v lesno predelovalni industriji. Kostanjev les je odporen na upogibanje in stiskanje, je zelo trpežen, odlikuje se po prijetni, svetlejši ter enotni obarvanosti in je dobro odporen proti zunanjim dejavnikom, kar vse skupaj doprinaša k visoki cenjenosti kostanjevega lesa. Uporabljajo ga za izdelavo parketov, za gradnjo, v pohištveni industriji ter v mizarstvu (Braden in Russell, 2001, cit. po Bounous, 2014).

Kostanjevi gozdovi so izjemno pomemben in v svetu ter v Evropi cenjen ekosistem z bogatim biodiverzitetnim potencialom in predstavljajo pomembno kulturno dediščino neke države ali pokrajine. Kulturna dediščina je marsikje obogatena s kostanjevimi elementi, ki jih srečujemo v krajini, kot so sušilnice, mlini ter stare kmečke ali obrtniške hiše, obokane z oboki iz kostanjevega lesa. Kostanj je prisoten v našem zavedanju, ko uporabljamo pohištvo ali druge



izdelke iz kostanjevega lesa, pa tudi, ko okušamo hrano z dodatki kostanjevih plodov in kot vir tanina (Bounous, 2014).

### 3. OHRANJANJE PRAVEGA KOSTANJA

Vsa omenjena spoznanja o pomenu pravega kostanja tako za človeka, kot tudi za naravne ekosisteme sta v zadnjih dveh desetletjih sprožila pri ljudeh zavest o pomenu ohranjanja kostanjevih dreves oz. kostanjevih nasadov. Rezultat so številne akcije na nivoju EU v zadnjih letih, s katerimi želijo ohraniti stara kostanjeva drevesa, tako tista, ki rastejo soliterno, kot tista, ki so del obsežnejših gozdov. Takšne akcije so znane iz številnih držav, kot so Španija, Italija, Grčija, Portugalska in Švica. EU je v preteklih letih financirala projekte, s katerimi so pričeli obnavljati kostanjeve sestoje v številnih vzhodno evropskih državah, v Romuniji, na Madžarskem, ipd. Akcije pomlajevanja v želji po ohranitvi kostanjevih sestojev so znane tudi v svetovnem merilu, npr. v ZDA. Nenazadnje je potrebno ohranjanje kostanja prepoznati tudi v postavljanju novih kostanjevih nasadov. S kostanjevimi drevesi s bile v zadnjih letih povsem na novo posajene izjemne pvršine na Kitajskem, v Avstraliji in Čilu (Bounous, 2014).

#### 3.1. NAČINI OHRANJANJA

Poznamo tri osnovne načine ohranjanja starejših lesnatih rastlin:

- a) pomlajevanje obstoječih rastlin,
- b) cepljenje obstoječih rastlin na ustrezno podlago,
- c) razmnoževanje obstoječih rastlin na lastnih koreninah.

Katero izmed naštetih metod uporabimo v danem primeru, je odvisno od številnih dejavnikov, med katerimi so najpomembnejši rastlinska vrsta, s katero imamo opraviti, stanje obstoječe matične rastline, možnosti, ki jih imamo na razpolago ter namen ohranjanja obstoječe rastline. Zelo selektiven dejavnik, ki pogosto močno zoža nabor metod, ki so primerne je sama rastlinska vrsta. Pri pravem kostanju lahko uporabimo za ohranjanje vse tri metode.

V povezavi s pomlajevanjem obstoječih rastlin poznamo pri pravem kostanju metodo 'močne rezi nazaj' (panjsko razmnoževanje). Pri tem načinu razmnoževanja matičnim drevesom odrežemo glavno deblo tik nad ustreznim stranskim poganjkom, ki izrašča čim nižje na deblu, s čimer ustvarimo t.i. panje. Iz spečih brstov na teh panjih v naslednjih letih zaradi močne rezi nazaj zrastejo novi močni poganjki. Med temi novimi poganjki izberemo najmočnejše, najugodnejše razporejene poganjke, ostale izrežemo pri osnovi. Puščeni poganjki služijo za gojenje obstoječe rastline v prihodnje. Tako pomlajeno matično rastlino lahko uporabljamo v proizvodnji še več desetletij.

Pri cepljenju na ustrezno podlago se z namenom ohranjanja obstoječih rastlin za podlage ponavadi izbere sejance. Sejanci so izrazito juvenilni, kar pomeni, da zagotavljajo cepljeni rastlini čim daljšo življenjsko dobo, kar je z vidika ohranjanja tudi smiselno. Sejanci zaradi svoje juvenilnosti tudi močnejše rastejo in to močnejšo rast prenašajo tudi na cepljeno drevo. Z vidika ohranjanja določene rastline je takšna močnejša rast ustrezna, saj se na ta način pri novi rastlini lahko kakovostno izrazijo njene lastnosti. Ta način ohranjanja obstoječih rastlin je pogost v genskih bankah.

Razmnoževanje obstoječih rastlin na lastnih koreninah nujno predpostavlja izbiro ene izmed metod direktnega (auto) vegetativnega razmnoževanja. Pri odločitvi, katero metodo izberemo, v veliki meri botruje sama rastlinska vrsta, saj mnogi načini direktnega vegetativnega

razmnoževanja niso primerni za vse rastlinske vrste. Pomemben dejavnik, ki mora pri tem tudi soodločati, je fiziološki karakter posamezne metode direktnega vegetativnega razmnoževanja. V tej povezavi se kaže velik pomen metod *in vitro* razmnoževanja. Rezultat uporabe teh metod razmnoževanja so rastline, ki so identične matični rastlini, so pa fiziološko bistveno mlajše od nje. To pomeni, da novo razmnožene rastline obnovijo številne hortikulturno pomembne lastnosti, ki jih je obstoječa rastlina že izgubila (Osterc, 2009).

### 3.2. NAMEN OHRANJANJA

V Sloveniji tržimo trenutno v glavnem sadike evrojaponskih sort pravega kostanja 'Marsol', 'Maraval' in 'Bouche de Betizac', saj so v času introdukcije te sorte dale najboljše rezultate. Že več kot dve desetletji selekcioniramo tudi domač material, ki pa ga uporabljamo v zelo skromnem obsegu, saj imamo premalo matičnih rastlin ali pa so te rastline neustrezne (Podjavoršek, 1999; Solar, 2012).

Postopek vzgoje matičnih rastlin je dolgotrajen. Vse skupaj se začne z večletnim opazovanjem v naravi rastočih dreves (sejancev). Drevesa, ki imajo sadjarsko zanimive plodove tipa maron, označimo. Ta izvorna matična drevesa potem vegetativno razmnožimo in tako dobimo mlada matična drevesa, ki jih posadimo v drevesnici. Takšna drevesa služijo za pridobivanje razmnoževalnega materiala za pridelavo sadik. Obseg pridelave sadik je v veliki meri odvisen od velikosti (volumna) matičnih rastlin in od, s tem povezane, količine razmnoževalnega materiala. Ker je kostanj vrsta, ki razmeroma počasi raste, je potrebnega kar veliko časa (več let), da pridobimo dovolj velika matična drevesa za ekonomsko sprejemljiv obseg proizvodnje. V Sloveniji trenutno razpolagamo z nekaj več matičnimi drevesi zgolj dveh zanimivih genotipov ('Kozjak' in 'Avbar'), pri vseh ostalih sadjarsko zanimivih genotipih imamo samo označena izvorna drevesa na terenu. Večina teh dreves je že zelo starih, od 50 do 100 in tudi več let, številna drevesa rastejo na težje dostopnih gozdnatih terenih. Vsa ta dejstva otežujejo ohranjanje teh izvornih dreves, v zadnjih letih so bila mnoga izmed njih tudi zelo poškodovana zaradi žleda in kostanjeve šiškarice. Ohranjanje teh izvornih dreves v naravi je pogosto izjemno oteženo tudi zaradi neurejenih lastniških razmerij gozdov, v katerih drevesa rastejo.

### 3.3. PRVE IZKUŠNJE Z OHRANJANJEM V SLOVENIJI

V Sloveniji smo na podlagi podatkov posameznih kmetov že pred cca. 20 leti pričeli z označevanjem prvih posameznih kostanjevih dreves z zanimivimi plodovi. Drevesa smo označili na šestih območjih po vsej Sloveniji: okolica Murske Sobote, Kozjak, okolica Maribora, okolica Ljubljane (med Jančami in Litijo), Bela Krajina in območje med Ajdovščino in Novo Gorico. Takrat so bile opravljene tudi genetske analize omenjenih posameznih tipov kostanja, s katerimi se je ugotovilo, da so si predvsem drevesa iz območja med Ajdovščino in Novo Gorico zelo sorodna, pa tudi drevesa z drugih območij oblikujejo posamezne sorodstvene skupine (Podjavoršek, 1999).

Iz teh izvornih dreves smo že takrat želeli pridobiti matična drevesa, ki bi služila kot vir razmnoževalnega materiala za sadike v Sloveniji. Ta material se je kazal kot izredno dragocen, saj so se ravno takrat začeli pri nas širiti evrojaponski križanci, kakovostnih sort evropskega kostanja pa nismo imeli. S cepljenjem na sejance pravega kostanja smo v naslednjih letih dobili matične rastline genotipa z območja Kozjaka, ki smo ga poimenovali 'Kozjak', kasneje pa tudi matične rastline genotipa z območja Mirne peči, ki smo ga imenovali 'Avbar'. Zadnjih 10 let ves čas intenzivno spremljamo tudi posamezna izvorna drevesa,

predvsem iz območja med Ajdovščino in Novo Gorico. Za te genotipe smo se odločili, da jih ohranimo s pomočjo metod *in vitro* razmnoževanja in tako pridobimo kar se da juvenilni material, ki ga bomo lahko čim dlje kakovostno uporabljali kot razmnoževalni material.

Za zasnovo kulture smo v zadnjih letih preizkusili zelo različne oblike izhodiščnega materiala, zimske brste, nodijske izsečke ipd. V kombinaciji z različnimi razkužili se nobena od teh metod ni izkazala kot izrazito uspešna, predvsem, ker je bilo izvorni material zaradi endogenih okužb zelo težko površinsko razkužiti (Luthar in sod., 2005). Kot sta poročala že Preece and Read (2007) smo tudi mi najvzpodbudnejše rezultate dobili, če smo enoletne poganjke na izvornih drevesih porezali tik pred spomladanskim odganjanjem in smo brste na njih pustili vzbrsteti v čaši z vodo. Vzbrstele poganjke smo nato razrezali na nodije in zasnovali kulturo. Na ta način smo pridobili v kulturo različne genotipe pravega kostanja predvsem iz območja med Ajdovščino in Novo Gorico, pa tudi po en genotip iz območja Mirne peči in Kozjaka (glej zgoraj). Vsakega od sedmih genotipov, ki smo jih opazovali v poskusnih letih 2015 in 2016 smo v vsakem letu posebej uporabili za zasnovo kulture, da smo dobili dovolj veliko število rastlin za nadaljnje razmnoževanje. Izjemo je predstavljal genotip 'Štjak 2', kjer smo že v prvem letu pridobili dovolj veliko število rastlin v kulturi (preglednica 1).

Število nastavljenih izsečkov se je med genotipi močno razlikovalo, saj je bilo to število zelo odvisno od tega, koliko uporabnih enoletnih poganjkov smo lahko pri vsakem genotipu izbrali in nato uporabili za pripravo izsečkov. Število uporabnih poganjkov je bilo odvisno od stanja matičnih dreves, predvsem od starosti in napada kostanjeve šiškarice, pri posameznem genotipu. Genotipi so se močno razlikovali tudi po sposobnosti preživetja izsečkov v kulturi. Ta sposobnost je bila odvisna predvsem od stopnje okuženosti izvornega materiala ter od mesta na matični rastlini, kjer smo pridobili enoletne poganjke, od katerih smo potem kasneje pridobili izsečke za zasnovo kulture. Najboljše rezultate smo dobili z genotipom 'Štjak 2', kjer je največ izsečkov preživel, pa tudi okužba izsečkov je bila majhna (preglednica 2).

Glavni vzrok za ta rezultat je iskati v dejstvu, da smo pri matični rastlini tega genotipa pridobivali enoletne poganjke iz panja, saj je osrednji del matične rastline že propadel. Ti poganjki so bili zato močno juvenilni, kar je botrovalo boljšemu preživetju izsečkov, a tudi okužba mladega materiala je ponavadi manjša (Preece and Read, 2007; Osterc 2009).

#### 4. ZAKLJUČEK

Ohranjanje slovenskih genotipov pravega kostanja se je začelo. Pri genotipih 'Kozjak' in 'Avbar' smo že pridobili posamezna matična drevesa. Precejšen del ostalih genotipov imamo ohranjenih v *in vitro* kulturi in se nahajajo v fazi razmnoževanja. V kratkem bomo pričeli s fazo koreninjenja *in vitro* teh genotipov. Ta faza bo, kot kažejo manjši preliminarni poskusi, zahtevna, saj je pravi kostanj z vidika koreninjenja izjemno zahtevna vrsta. Kljub temu pričakujemo, da bomo v nekaj naslednjih letih uspeli pridobiti prve matične rastline teh slovenskih genotipov iz *in vitro* kulture. Te matične rastline bodo potem odlična osnova za proizvodnjo razmnoževalnega materiala naših genotipov pravega kostanja v prihodnje.

#### 5. VIRI

Bounous G. 2014. Perspectives and future of the chestnut industry in Europe and all over the world. Acta Horticulturae, 1043: 19-22.

- Luthar Z., Osterc G., Vodenik T., Zavrl Fras M. 2005: Razmnoževanje kostanja (*Castanea sativa* Mill.) iz nodijskih izsečkov. *Acta agriculturae Slovenica*, 85: 411-418.
- Osterc G. 2009: A change in perspective: steklant qualities that influence adventitious root formation of wody plants. V: *Adventitious root formation of forest trees and horticultural plants – from genes to applications*, Niemi K., Scagel C. (ur.), 2009, Research Signpost, Kerala, India: 175-185.
- Preece J., Read P. 2007. Forcing leafy explants and cuttings from wody species. *Propagation of ornamental plants*, 7: 138-143.
- Podjavoršek A. 1999. Pomološka proučitev in vrednotenje genetske variabilnosti pravega kostanja (*Castanea sativa* Mill.) v Sloveniji. Doktorska disertacija. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 95 str.
- Solar A. 2012. Pridelava lupinastega sadja v Sloveniji: stanje in perspektive. Zbornik referatov 3. Slovenskega sadjarskega kongresa z mednarodno udeležbo, Krško, 21. – 23. november 2012. Ljubljana, Strokovno sadjarsko društvo Slovenije: 379-390
- Štampar F., Lešnik M., Veberič., Solar A., Koron D., Usenik V., Hudina M., Osterc G. 2009. Sadjarstvo. Ljubljana, Kmečki glas: 416 str.

Preglednica 1: Genotipi evropskega pravega kostanja (*Castanea sativa* Mill.) vključeni v mikropropagacijo leta 2015 in 2016.

Table 1: Genotypes of the European sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.) included in the micropropagation in the years 2015 and 2016.

Regija	Območje	Genotip
Zahodna Slovenija	Štjak	4
	Vitovlje	1
Jugovzhodna Slovenija	Mirna peč	1
Severovzhodna Slovenija	Kozjak	1
Skupaj		7

Preglednica 2: Uspešnost zasnove *in vitro* kulture in rezultati subkultivacije različnih genotipov evropskega pravega kostanja (*Castanea sativa* Mill.) leta 2015 in 2016.

Table 2: Efficiency of the *in vitro* culture establishment and the results of the subcultivation of different genotypes of the European sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.) in the years 2015 and 2016.

Genotip	Leto	Nastavljeni izsečki (n)	Preživeli izsečki (n)	Okuženi izsečki (n)	Propadli izsečki (n)
'Štjak 1'	2015	27	6	10	11
	2016	6	4	2	0
'Štjak 2'	2015	50	40	4	6
	2016	-	-	-	-
'Štjak 3'	2015	90	24	42	24
	2016	22	4	10	8
'Štjak 4'	2015	64	15	27	22
	2016	56	23	26	7
'Vitovlje 2'	2015	7	4	3	0
	2016	32	20	5	7
'Avbar'	2015	116	17	47	52
	2016	95	43	29	23
'Kozjak'	2015	54	30	14	10
	2016	25	9	9	7

## **SLOVENSKI GENSKI VIRI OREHA: PROUČEVANJE, OHRANJANJE IN UVAJANJE V PRAKSO**

Anita SOLAR<sup>1</sup>

### **POVZETEK**

Domače genske vire pravega oreha proučujemo v različnih populacijah naravnega pa tudi umetnega izvora. Uporabno vrednost izbranega rastlinskega materiala vrednotimo s pomočjo morfološke in biokemijske karakterizacije skozi daljše časovno obdobje. *In situ* opazovanja na različnih lokacijah po Sloveniji, *ex situ* kolekcioniranje in proučevanje v izenačenih razmerah ter primerjava z uveljavljenimi sortami kaže veliko fenotipsko variabilnost znotraj populacij in med njimi. Individualna drevesa se med sabo razlikujejo v številnih morfoloških lastnostih, arhitektonski zgradbi, rodnosti in fenološkem razvoju, ohranjajo pa svojo prilagojenost našim klimatskim razmeram in tlom. Kot taka so odličen vir za žlahtnjenje oreha, katerega namen je izboljšati ključne lastnosti oreha, kot so pozno brstenje, dobra rodnost, kakovostni plodovi in odpornost proti gospodarsko pomembnim boleznim in škodljivcem. Po dolgoletnem preizkušanju smo sorti 'Sava' in 'Krka' potrdili kot novi slovenski sorti, ki ju bomo v prihodnjih letih uvedli v prakso. V postopek priznavanja bomo vključili še nekaj kandidatk, ki so v zaključni fazi preizkušanja. Z novimi sortami bomo obogatili slovenski sortiment in prispevali k uspešnejši pridelavi orehov pri nas.

**Ključne besede:** pravi oreh (*Juglans regia* L.), fenotipska in genotipska variabilnost, selekcija, nove sorte

### **SLOVENIAN GENETIC RESOURCES OF WALNUT: EXAMINATION, STORAGE AND IMPLEMENTATION INTO THE PRODUCTION**

#### **ABSTRACT**

Domestic genetic resources of common walnut is studied in both natural and artificial populations. Over a long-term period, applied value of the selected plant material is evaluated using morphological and biochemical characterization. *In situ* observations within different locations in the country, *ex situ* collectioning and examining the plant material under equal conditions, together with comparison with well-known foreign cultivars ascertained great intra- and interpopulations' diversity. Individual trees differ among each other regarding several morphological traits, architectural constitution, productivity as well as their phenological development. In spite of this, they used to preserve their adaptability to specific Slovene climatic and soil conditions. Such a material is an excellent source for walnut breeding, aiming in improvement essential characteristics, like late leafing, high productivity, quality nuts and resistance against economically important pests and diseases. As a result of long-term evaluation, the cultivars 'Sava' and 'Krka' were released as new cultivars of

---

<sup>1</sup> Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Katedra za sadjarstvo, vinogradništvo in vrtnarstvo, Raziskovalno polje za lupinarje, Vinarska 14, 2000 Maribor, E-mail: anita.solar@bf.uni-lj.si

Slovene origin. In the near future, they will be implemented into production. Furthermore, some candidates from the final phasis of the examination will be released. New genetic material will enrich the list of recommended cultivars and improve walnut production in Slovenia in general.

**Key words:** common walnut (*Juglans regia* L.), phenotypic and genotypic variability, selection, new cultivars

## 1. UVOD

Pravi ali navadni ali evropski oreh (*Juglans regia* L.) je na slovenskem ozemlju prisoten od grških in rimskih časov ter predstavlja eno najstarejših rastlinskih vrst pri nas (Adamič, 1990; Solar, 2012). V času naselitve Slovanov so nekatera naselja dobila po orehu svoja imena, ki so se marsikje ohranila do današnjih dni. Oreh najdemo tudi v mitologiji starih Slovanov, ki med drugim pravi, da bo drevo oreha pred kmečko hišo odganjalo nesrečo, vsakogar, ki je bil rojen pod orehom, pa bo v življenju spremljala sreča (Solar in Štampar, 2014). Velik napredek v gojenju orehov seže v obdobje med 15. in 17. stoletjem, ko so doma vzgojene orehe sadili na velikih posestvih, ki so pripadali gradovom in samostanom (Smole in Maček, 2004). Iz tega obdobja je še vedno ohranjenih nekaj vitalnih dreves, med drugim tudi 400-letni oreh iz Kočevske reke, ki je z obsegom debla 434 cm in višino 15 m najstarejše ohranjeno drevo na Slovenskem (Solar in Štampar, 2014). O gojenju orehov je pisal tudi Janez Vajkard Valvazor v Slavi Vojvodine Kranjske (Smole in Maček, 2004) pri čemer je omenil kolač, ki so ga nadevali z orehi in velja za predhodnico slovenske kulinarično posebnosti in znamenitosti, orehove potice (Kuhar, 2006; Bogataj, 2007). V drugi polovici 18. stoletja, ko je sadjarstvo kot panoga začelo dobivati večji pomen, je Marija Terezija zapovedala sajenje orehov in drugega sadnega drevja vzdolž cest. Prvi uradni statistični podatki o pridelku orehov na Slovenskem segajo na konec 19. stoletja. Pred prvo svetovno vojno je bil skupni pridelek 1.768,6 t. Pomemben napredek so zabeležili v tridesetih letih 20. stoletja, ko so v Dravski banovini za sajenje priporočali tankolupinasti domači debeloplodni podolgsti oreh (Smole in Maček, 2004). Istočasno je Kraljevska banska uprava zaščitila domači oreh s posebno uredbo, ki je prepovedala sečnjo zdravih orehovih dreves, ki so merila v prsni višini manj kot 50 cm. Sečnja drugih orehov je bila dovoljena po odobritvi občinske uprave, za vsako posekano drevo pa je moral posestnik tekom dveh let zasaditi dve mladi orehovi "drevesci" (Solar, 1990c). Posledično so leta 1955 na Slovenskem prešteli 308.176 dreves oreha v primerjavi s 174.787 drevesi v letu 1934. Od tedaj dalje so pogoste zimske in spomladanske pozebe vplivale na stalno zmanjševanje števila dreves in pridelka orehov (Solar in Štampar, 2014), tako da je v letu 1988 uradna statistika zabeležila samo še 212.332 dreves (Solar, 1990c), v letu 2015 pa 199.781 dreves (SURSTAT, 2015).

Slovenske populacije oreha so lahko ali naravne ali umetne ali kombinacija obojih. So različne po velikosti, med sabo so največkrat ločene z naravnimi geografskimi ovirami, kot so gorski hrbti, gozdovi, reke in podobno. Najpogostejše so ruralne oz. vaške populacije, ki običajno pripadajo različnim lastnikom in so sestavljene iz dreves različnih izvorov in več generacij. Zaradi medgeneracijskega oplojevanja so si osebki bolj ali manj sorodni, odvisno od njihovega števila, oddaljenosti in morebitnega vnašanja osebkov iz drugih populacij. Pogosto srečamo še t.i. reducirane populacije, ki obsegajo do deset dreves, ki se med sabo oplojujejo (Solar in sod., 2002, 2006). Taki so manjši orehovi sestoji v bližini kmečkih poslopij. Oreh se rad pojavlja tudi kot izolirano drevo na kmečkih dvoriščih, travnikih ali robovih njiv kot soliterna rastlina.

Z vidika raziskav domačih genskih virov nas zanimajo predvsem naravne populacije oreha, kjer se posamezni osebki oprahujejo med sabo in razmnožujejo brez zavestnih posegov človeka. Zaradi dolge življenjske dobe ostajajo rastline reproduktivne zelo dolgo, nekaj desetletij, pa tudi sto let in več. Zato se genetska struktura takih populacij zelo počasi spreminja in je v glavnem rezultat delovanja naravne selekcije. Po izvoru gre največkrat za naključne sejance, ki so fenotipsko zelo raznoliki. Zaradi visoke stopnje heterozigotnosti smatramo, da vsako drevo predstavlja svojstven genotip.

Namen proučevanja domačih populacij je odbrati osebke s ciljnim lastnostmi in jih uvesti v drevesničarsko in sadjarsko prakso ter ohranjati genetsko raznovrstnost oreha oz. pestrost v kmetijski pridelavi Slovenije nasploh. Nekateri odbrani genotipi z izjemnimi oz. redkimi lastnostmi so bili tudi vključeni v žlahtnjenje pri nas in bili predmet izmenjave rastlinskega materiala s sorodnimi tujimi inštitucijami.

V članku bomo povzeli potek raziskav in najpomembnejše rezultate proučevanj zadnjih treh desetletij, ko smo nadaljevali delo prejšnjih generacij (Priol, 1934; Hlišč, 1972).

## 2. POTEK IN REZULTATI RAZISKAV

Raziskave so potekale v več sklopih. Od leta 1989 dalje jih še danes izvajamo v okviru strokovne naloge, ki je v preteklosti nosila naslov Genetika, žlahtnjenje in genska banka kmetijskih rastlin (Smole in sod., 1991), oz. Introdukcijska in selekcijska sadnih rastlin (Ambrožič Turk in sod., 1995-2002 in 2004-2006; Godec in sod., 2003 in 2007) od leta 2008 dalje pa poteka pod naslovom Posebno preizkušanje in vzgoja novih sort sadnih rastlin (Godec in sod., 2008 do 2015).

### 2.1. ZBIRANJE KAKOVOSTNIH OREHOV Z NATEČAJEM

Začeli smo z natečajem za zbiranje kakovostnih orehov, ki smo ga objavili v strokovnem tisku (Solar, 1989; 1990a,b; 1992a,b; 1993a,b). Z njim smo pozvali lastnike orehov k pošiljanju vzorcev kakovostnih plodov. Prejeli smo 97 vzorcev iz različnih območij Slovenije. Plodove smo analizirali po takrat veljavni Sachov-Priolovi metodiki za ocenjevanje orehov. Izbrane genotipe smo opazovali tudi *in situ*, kjer smo določili čas brstenja in ocenili bujnost oz. vitalnost dreves. Po triletnih opazovanjih smo odbrali 12 genotipov, ki so izpolnjevali najmanj dva izmed glavnih selekcijskih kriterijev, ki so: pozno brstenje, lateralna ali intermediarna rodnost, kakovostni plodovi, stabilen pridelek, odpornost ali majhna občutljivost na črno pegavost oreha in orehovo muho. V letih 1993-94 smo odbrane genotipe vegetativno razmnožili in jih skupaj z dvema standardnima sortama posadili v kolekcijski nasad Biotehniške fakultete na Vrbskem platoju v Mariboru. Vegetativne in generativne lastnosti ter zdravstveno stanje dreves smo ovrednotili po metodah UPOV (1989) in IPGRI (1994) (Solar in Štampar, 2006). Opazovanja smo zaključili leta 2013, ko smo v sortno listo vpisali dve novi slovenski sorti, 'Sava' in 'Krka' (Solar in sod., 2014).

Sorta 'Sava' izvira iz Zdol pri Krškem. Je pozno odganjajoča sorta bujne in čokate rasti. Rodi na kakovostnih, primerno dolgih in debelih enoletnih poganjkih, ki izraščajo iz dveletnega in starejšega nosilnega lesa. Intermediarni način razvoja plodov zagotavlja srednjo do obilno in zelo redno rodnost. Rast in rodnost sta dobro uravnotežena in stabilna tudi v slabših rastnih razmerah in brez namakanja, kar smo ugotovili z arhitektonsko analizo delovanja enoletnih poganjkov v zaporedju treh let, od katerih je bilo leto 2003 izjemno sušno (Kelc in sod.,

2010). Sorta 'Sava' je malo občutljiva na orehovo črno pegavost (*Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis*) in rjavo pegavost oreha (*Gnomonia leptostyla*), pa tudi na orehovo muho (*Rhagoletis completa* Cresson). Na mraz je odporna. Plod je srednje debel z gladko luščino in svetlim jedrcem, ki se lepo izlušči (slika 1). Debelina ploda je v tesni zvezi z debelino enoletnega rodnega poganjka in s številom toletnih mladik. Ugotovili smo, da se masa ploda poveča za 0,4 g, če se število mladik poveča za 1 (Kelc in sod., 2007). Sorto priporočamo za sajenje v nasade v vseh, tudi hladnejših pridelovalnih območjih.

Sorta 'Krka' izvira iz Ivančne gorice. Je zgodnejša po času odganjanja. Drevo raste zelo bujno in ima lep, rahlo pokončen do razprostrt habitus. Rodi na vitalnih enoletnih poganjkih, ki gosto izraščajo iz dveletnega in triletnega lesa. Zaradi lateralnega načina tvorbe plodov je pridelek obilen. Bujna vegetativna rast je v ravnotežju z dobrim rodnim potencialom poganjkov, kar zagotavlja tudi redno rodnost dreves. Je malo občutljiva za obe vrsti pegavosti in srednje na orehovo muho. Zimski mraz dobro prenaša, za spomladanske pozebe pa je srednje občutljiva. Plod je lepe okroglaste oblike, nekoliko drobnejši in z izplenom jedrca preko 50 %. Se lepo izlušči (slika 1). Velika stopnja homogamnega cvetenja ima za posledico dober pridelek tudi v odsotnosti opráševalnih sort, zaradi česar to sorto še posebej priporočamo za posamično sajenje v vrtove, v nasadih pa naj bo posajena na dvignjene, pozebi manj izpostavljene lege.

## 2.2. POPULACIJA DOMAČEGA OREHA BISTRICA OB SOTLI

V obdobju 1994-2010 smo proučevali eno največjih populacij domačega oreha v Bistrici ob Sotli. Pri 1118 sejancih, ki so bili vzgojeni iz neselekcioniranega semena neznanega izvora smo po metodi UPOV (1989) ovrednotili kvantitativne lastnosti: čas brstenja, bujnost rasti, habitus, velikost dreves, obseg debla, pojav prvih cvetov in prvega pridelka ter velikost plodov, pa tudi občutljivost za rjavo in črno pegavost orehov. Posebno pozornost smo namenili analizi načinov razrasti, tipu rodnosti ter kotom in gostoti obraščenosti, ki opredeljujejo arhitektonsko zgradbo dreves, ki je bila dotlej pri orehu slabo raziskana (Solar, 2000). Določili smo osem najpogostejših modelov razrasti enoletnih rodnih poganjkov (slika 2). S podrobno arhitektonsko analizo 2.647 enoletnih poganjkov smo nadalje ugotovili, da je debelina enoletnega poganjka, ki je ključen za razvoj plodov pri orehu, v največji meri odvisna od njihovega števila, dolžine in značaja – ali gre za rodni ali vegetativni poganjek. Obenem se je pokazalo, da je zveza med debelino enoletnega poganjka in lastnostmi drugih arhitektonskih enot v rodni veji oreha (dolžina triletno nosilne veje in dveletnih poganjkov, njihova dolžina, debelina, koti, ...) odvisna od tipa rodnosti (Solar in sod., 2006). V proučevani populaciji smo razločili štiri najbolj tipične načine rodnosti, med katerimi sta si najbolj različna terminalni (slika 3a) in lateralni (slika 3b), ki odločilno vplivata na količino in stalnost pridelka pri orehu (Solar in Štampar, 2003; Solar in sod., 2004). V proučevani populaciji je bilo kar 49 % genotipov terminalno rodnih, 46 % jih je kazalo vmesni, intermediarni način rodnosti, medtem ko je imelo samo 5 % genotipov lateralno rodnost (preglednica 1). Med kvalitativnimi lastnostmi smo analizirali površino in spojenost luščine ter barvo jedrc. Pri 64 % dreves so imeli plodovi gladko luščino, 5 % zelo gladko in samo 1 % izrazito razbrazdano. Dve tretjini vzorcev je imelo rumenkasta jedrca, 15 % je bilo svetlo rjavih in manj kot 1 % ekstremno rjava. Ena petina proučevanih genotipov je imela plodove tipa koščak, za katere je značilno, da so drobni in imajo izrazito čvrsto luščino, močni jedrni pregradi ter jedrca, ki se s težavo izluščijo (preglednica 1). Izmed proučevanih genotipov ni bilo niti enega, ki bi pozno odganjal in imel obenem kratko juvenilno dobo ali zgodnji razvoj moških socvetij ali lateralno rodnost ali izrazito velike plodove (preglednica 2). To kaže, da je v naravnih populacijah težko najti genetski material, ki bi združeval vsaj dve najbolj zaželeni



lastnosti. Za dober rezultat je torej selekcijo oreha potrebno izvajati na velikem številu akcesij, kar potrjuje tudi praksa tujih žlahtnjiteljev, ki ocenjujejo, da je za realizacijo ene nove sorte potrebno najmanj 1.000 genotipov z veliko stopnjo heterozigotnosti (Germain, osebna kom.).

Iz populacije Bistrica ob Sotli smo izmed 1.118 genotipov preselekcionirali 29 najbolj perspektivnih in jih v obdobju 1997-2005 vegetativno razmnožili in posadili na mariborsko lokacijo. V naslednjih dveh do petih letih jih bomo dokončno izrednotili. Dosedanji rezultati kažejo, da bomo iz proučenega materiala realizirali eno ali dve novi sorti oreha.

### 2.3. POPULACIJA DOMAČEGA OREHA POČEHOVA PRI MARIBORU

Od leta 2010 dalje izvajamo pozitivno množično selekcijo v nasadu Počehova pri Mariboru. Populacija sejancev neznanega porekla šteje preko 600 genotipov. Doslej smo jih v proučevanja vključili 288 (Solar in Pliberšek, 2016). Poleg fenoloških opazovanj v nasadu določamo tip rodnosti posameznih dreves, ocenjujemo občutljivost za rjavo in črno pegavost oreha ter orehovo muho in analiziramo pomološke lastnosti plodov. Doslej zbrani podatki so kar obetavni. V letu 2015 je 1,4 % dreves odgnalo zelo pozno, skoraj tretjina pa pozno, kar je za Slovenijo ključna lastnost. Pri 41 % genotipih smo določili terminalni način rodnosti, četrtnina jih je imela intermediarni tip, 12,5 % pa je bilo lateralno rodnih. 3,4 % oz. 14,5 % vključenih dreves je imelo plodove brez vidnih znakov rjave oz. črne pegavosti. Proučevani genotipi so pokazali tudi razmeroma majhno občutljivost na orehovo muho. V letu, ko škodljivec sicer ni povzročil velike gospodarske škode pri nas, je bilo kar 60 % genotipov brez znakov napada in samo v 3 % so plodovi počrneli skoraj v celoti in je bila zaradi orehove muhe prizadeta tudi njihova notranja kakovost. Preliminarne rezultate bomo v naslednjih letih dopolnili. Vključili bomo še cca. 50 do 100 dreves, medtem ko preostalih ne bo mogoče opazovati zaradi težko dostopnega rastišča.

### 2.4. KRIŽANCI IN DRUG GENETSKI MATERIAL

V poskusnem nasadu v Mariboru je v proučevanje vključeno tudi 92 akcesij oreha različnega porekla. Nekatere so nastale s preizkušanjem različnih opráševalnih kombinacij najstarejše slovenske sorte oreha 'Elit' (Hlišč, 1972), druge z načrtnim križanjem sorte 'Elit' s sortama 'Petovio' oz. 'Fernette'. 17 sejancev izvira iz preizkušanja sposobnosti apomiktičnega razvoja plodov pri sortah 'Elit', 'G-139' in 'G-120', 32 pa je naključnih sejancev sort 'Elit', 'Petovio', 'G-139' in 'G-120'. Opazujemo jih po zgoraj omenjenih metodah s končnim ciljem priznavanja nove sorte oreha. Ker je bilo delo že od začetka ciljno naravnano (Solar in sod., 1995), pričakujemo potrditev vsaj dveh novih sort iz tega fonda. Prva, ki je po poreklu naključni sejanec, vzgojen iz ploda sorte 'G-139' in smo jo opazovali pod imenom APO-32, je že v postopku priznavanja. Posebno vrednost ji daje rdeče obarvano jedrce. V primerjavi z nemško selekcijo 'G-1239', ki ima tudi rdeče jedrce in smo jo doslej v majhnem obsegu razmnoževali in sadili tudi v Sloveniji, ima najmanj za deset dni poznejše brstenje in tudi intenzivnejšo, rubinasto barvo jedrca.

Pri nekaterih doslej omenjenih genotipih smo izvedli tudi biokemijsko karakterizacijo, ki je vključevala višje maščobne kisline (nasičene, nenasičene in razmerje med njimi) in polifenole ter antioksidativni potencial jedrc oreha (Godec in sod., 2015). Ugotovili smo, da so jedrca sort 'Sava' in 'Krka' ter nekaterih slovenskih preselekcioniranih genotipov odlični viri nenasičenih maščobnih kislin in imajo celo boljšo maščobnokislinsko sestavo od nekaterih že uveljavljenih sort. Vsebujejo 9,3 do 10,7 krat več nenasičenih maščobnih kislin kot nasičenih

(preglednica 3). Razmerje med esencielnima linolno ali omega-6 ( $\omega$ -6) ter linolensko ali omega-3 ( $\omega$ -3) nenasičenima maščobnima kislinama pa je v večini primerov enako ali večje od priporočenega, ki je 5:1. Analize so pokazale, da so slovenski orehi tudi bogat vir fenolnih spojin, ki pomembno vplivajo na zdravje človeka in že v majhnih količinah delujejo kot antioksidanti (Solar in Pliberšek, 2016). Jedrca polovice vključenih domačih genotipov so vsebovala enako ali več skupnih fenolov kot standardne sorte (slika 4) in so pokazala boljšo antioksidativno sposobnost od standardov (slika 5).

### 3. ZAKLJUČEK

V Sloveniji razpolagamo z obsežnim genskim fondom pravega oreha. Njegov izvor zagotavlja veliko genetsko in fenotipsko variabilnost med posameznimi osebki v številnih populacijah, ki so predmet naših raziskav. Dosedanji rezultati kažejo, da je mogoče z načrtnim delom pridobiti kakovostne, našim okoljskim razmeram prilagojene sorte, ki lahko pomembno prispevajo k uspešnejši pridelavi orehov pri nas, obenem pa predstavljajo tudi pomemben del dednine za morebitna križanja v prihodnosti.

### 4. ZAHVALA

Raziskava poteka v okviru Posebnega preizkušanja in vzgoje novih sort sadnih rastlin, ki jo financira Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano Republike Slovenije in je del programa Hortikultura P4-0013-0481, ki ga financira Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije (ARRS).

### 5. VIRI

- Adamič F., 1990. Sadje in sadjarstvo v Sloveniji: prispevek za zgodovino slovenskega agroživilstva. Ljubljana, Kmečki glas: 272 str.
- Ambrožič Turk, B., Godec B., Koron D., Solar A., Stopar M., Usenik V., Viršček Marn M. 1995-2002 in 2004-2006. Introdukcija in selekcija sadnih rastlin (letna poročila). Prikazi in informacije. Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenije.
- Bogataj J. 2007. Taste Slovenia. 1. Izdaja. Ljubljana, Rokus Gifts: 447 str.
- Godec B., Hudina M., Usenik V., Solar A., Vesel V., Ambrožič Turk B., Koron D. 2003 in 2007. Introdukcija in selekcija sadnih rastlin (letna poročila). Prikazi in informacije. Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenije.
- Godec B., Hudina M., Usenik V., Solar A., Vesel V., Ambrožič Turk B., Koron D., Marinček L. 2007-2015. Posebno preizkušanje in vzgoja novih sort sadnih rastlin (letna poročila). Prikazi in informacije. Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenije.
- Hlišč T., 1972. Naši pogledi in rezultati pridelovanja lešnikov, orehov in kostanjev v Sloveniji. I. simpozij o lupinastem sadju, Ljubljana, 17.-18. 6. 1971. V: Modic D. (Ur.), Zbornik. Ljubljana, Katedra za sadjarstvo Biotehniške fakultete UL in Sadjarsko društvo Slovenije: 35-52.
- IPGRI. 1994. Descriptors for walnut (*Juglans* spp.). Rome, Italy, International Plant Genetic Resources Institute: 51 str.
- Kelc D., Štampar F., Solar A. 2007. Fruiting behaviour of walnut trees influences the relationship between the morphometric traits of the parent wood and nut weight. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 82: 439-445.
- Kelc D., Štampar F., Solar A. 2010. Architectural traits of fruiting shoots in *Juglans regia* (Juglandaceae) related to fruiting habit and environmental conditions. *Australian Journal of Botany*, 58: 141-148.

- Kuhar B. 2006. Potica – Slovene festive pastry. V: Potice. Goljat A., Ljubljana, Kmečki glas: 13-17.
- Priol J. 1934. Več koščičastega in lupinastega sadja. Maribor, Kmetijski znanstveni zavod Slovenije, Inštitut za sadjarstvo: 59-68.
- Smole J., Štampar F., Solar A., Ambrožič Turk B., Vesel V. 1991. Genetika, žlahtnjenje in genska banka kmetijskih rastlin (Biološki potencial, genetika, žlahtnjenje in genska banka kmetijskih rastlin), (Biološke osnove kmetijskih rastlin). Ljubljana: RSS.
- Smole J., Maček J. 2004. Razvoj sadjarstva kot panoge skozi čas. V: Hudina, M. (Ur.). Zbornik referatov 1. slovenskega sadjarskega kongresa z mednarodno udeležbo, Krško, 24.-26. marec. Ljubljana: Strokovno sadjarsko društvo Slovenije: 7-29.
- Solar A. 1989. Odberimo kakovostne orehe. Kmečki glas, 46, 38: 11.
- Solar A. 1990a. Natečaj za kakovostne orehe. Kmečki glas, 47, 39: 9.
- Solar A. 1990b. S selekcijo do kakovostnih orehovih sort. Sad, 1, 10: 3-4.
- Solar A. 1990c. Kje posaditi oreh. Sad, 1, 7-8: 9-10.
- Solar A. 1992a. Nadaljevanje dela na odbiri orehov iz avtohtone populacije na slovenskem. Sad, 3, 5: 15-16.
- Solar A. 1992b. Zbiranje kakovostnih orehov: rezultati natečaja. Kmečki glas, 18: 9.
- Solar A. 1993a. Ocenili orehe. Kmečki glas, 50, 26: 22.
- Solar A. 1993b. Zbiranje kakovostnih orehov- rezultati natečaja iz leta 1992. Sad, 4, 5: 7.
- Solar A. 2000. Izbor morfometrijskih in pomoloških kazalnikov za žlahtnjenje oreha (*Juglans regia* L.): doktorska disertacija. Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana: 156 str.
- Solar A. 2012. Pridelava lupinastega sadja v Sloveniji. Stanje in perspektive. V: Hudina, M. (Ur.). Zbornik referatov 3. slovenskega sadjarskega kongresa z mednarodno udeležbo, Krško, 21.-23. november. Ljubljana, Strokovno sadjarsko društvo Slovenije: 379-389.
- Solar A., Smole J., Simonič S. 1995. The ability of apomictic fruit setting in five walnut cultivars (*Juglans regia* L.). Zbornik Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani, Kmetijstvo, 65: 103-110.
- Solar A., Ivančič A., Štampar F., Hudina M. 2002. Genetic resources for walnut (*Juglans regia* L.) improvement in Slovenia. Evolution of the largest collection of local genotypes. Genetic resources and crop evolution, 49, 5: 491-501.
- Solar A., Štampar, F. 2003. Genotypic differences in branching pattern and fruiting habit in common walnut (*Juglans regia* L.) progenies. Annals of Botany, 92, 2: 317-325.
- Solar A., Hudina, M., Štampar, F. 2004. Fruiting habit and branching pattern affect vegetative growth and reproductive ability in walnut (*Juglans regia* L.). Acta horticulturae, 663: 387-392.
- Solar, A., Štampar F. 2006. Evaluation of some perspective walnut genotypes in Slovenia. Acta Horticulturae, 705: 131-136.
- Solar A., Solar M., Štampar F. 2006. Stability of the annual shoot diameter in Persian walnut: a case study of different morphotypes and years. Trees, 20: 449-459.
- Solar A., Štampar F. 2014. Walnut footprints in Slovenia. V: Avanzato, D. (ur.). Following walnut footprints (*Juglans regia* L.): cultivation and culture, folklore and history, traditional and uses, (Scripta horticulturae, no. 17). Leuven: ISHS: 355-361.
- Solar A., Veberič R., Štampar F. 2014. 'Sava' and 'Krka' walnut cultivars. HortScience, 49, 8: 1081-1082.
- Solar A., Pliberšek T. 2016. Selekcija in vzgoja novih sort sadnih rastlin. Lupinarji. Končno poročilo o opravljenem delu v letu 2015, 12 str.

SURS. 2015.

<http://pxweb.stat.si/pxweb/Dialog/Saveshow.asp> (12. jan. 2017)

UPOV 1989. Union internationale pour la protection des obtentions vegetales. Draft guidelines for the conduct of tests for distinctness, homogeneity and stability. Walnut (*Juglans regia* L.): 30 str.

Preglednica 1: Frekvence najbolj značilnih fenotipov kvalitativnih lastnosti populacije oreha Bistrica ob Sotli, 1993-1999 (Solar in sod., 2002).

Table 1: Frequencies of the most characteristic phenotypes of qualitative traits in walnut population Bistrica ob Sotli, 1993 – 1999 (Solar in sod., 2002).

Lastnost	Kategorija	Frekvenca
Način rodnosti	Terminalna	0,486
	Intermediarna	0,459
	Lateralna	0,055
Površina luščine	Zelo razbrazdana, grbasta	0,014
	Razbrazdana	0,078
	Srednje gladka	0,217
	Gladka	0,641
	Zelo gladka	0,050
Barva jedrca	Izrazito temno rjava	0,006
	Temno rjava	0,191
	Rumenkasta	0,648
	Svetlo rjava	0,152
	Izrazito svetla	0,003
Čvrstost luščine / izluščenje jedrca	Zelo čvrsta, težko izluščenje jedrca ('koščak')	0,221
	Šibka (papirnata), lahko izluščenje jedrca	0,779

Preglednica 2: Frekvence fenotipov s kombinacijo dveh ciljnih lastnosti, populacija 840 genotipov oreha Bistrica ob Sotli, 1993-1999 (Solar in sod., 2002).

Table 2: Frequencies of the individuals with two desired traits combined together in walnut population of 840 genotypes Bistrica ob Sotli, 1993 – 1999 (Solar in sod., 2002).

Lastnosti	Frekvenca
Pozno brstenje + bujna rast	0,84
Pozno brstenje + kratka juvenilna doba (5 let)	0
Pozno brstenje + zgodnji pojav moških inflorescenc (8. leto)	0
Pozno brstenje + lateralna rodnost	0
Pozno brstenje + intermediarna rodnost	0,41
Zelo bujna rast + lateralna rodnost	5,07
Lateralna rodnost + velik plod	0,95
Pozno brstenje + velik plod	0
Pozno brstenje + gladka luščina	0,48
Pozno brstenje + tanka luščina, lahko izluščenje jedrca	0,88
Pozno brstenje + svetlo jedrce	0,3
Velik plod + gladka luščina	0,24
Velik plod + tanka luščina, lahko izluščenje jedrca	16,08
Majhen plod + čvrsto spojena luščina, težko izluščenje jedrca	9,46
Tanka luščina, lahko izluščenje jedrca + gladka luščina	34,04
Košček + gladka luščina	6,85
Velik plod + svetlo jedrce	1,79

Preglednica 3: Vsebnost maščobnih kislin (mg/100 g) v jedrcih preselekcioniranih genotipov in standardnih sort oreha iz nasada MB/VIII (Godec in sod., 2015).

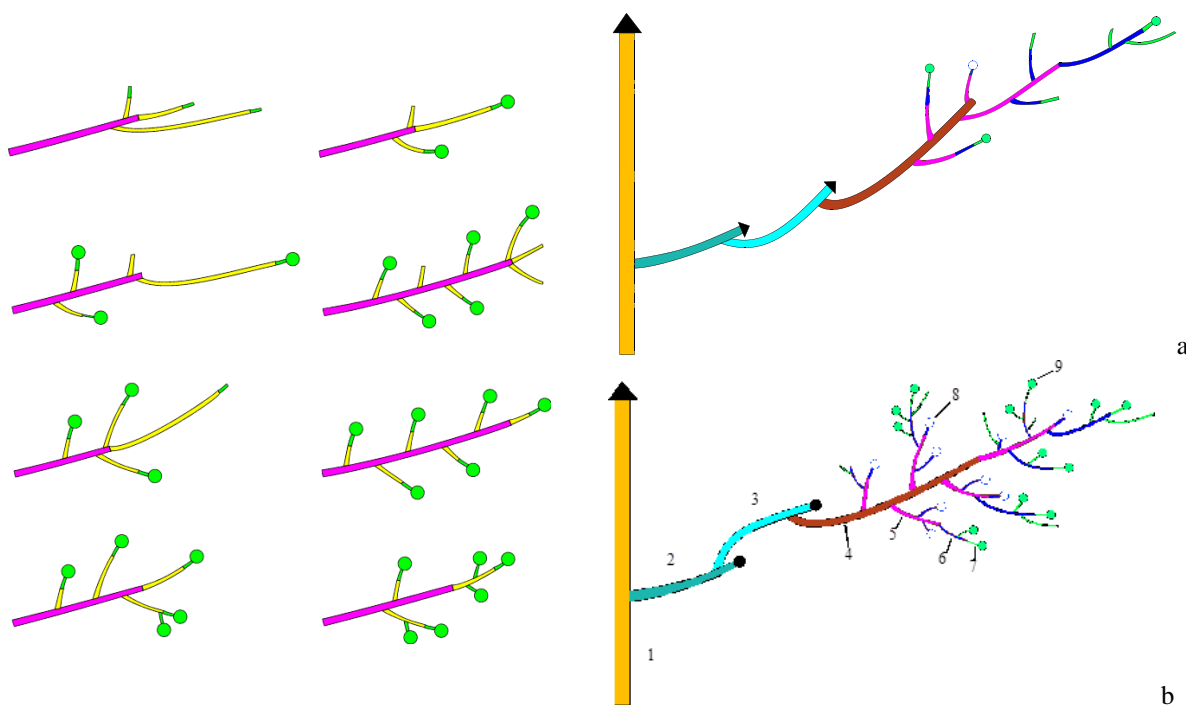
Table 3: Fatty acid contents (mg/100 g) in kernels of preselected genotypes and standard cultivars of walnut in the MB/VIII orchard (Godec in sod., 2015).

Sorta/genotip	Nasičene (1) (mg/100 g)		Nenasičene (2) (mg/100 g)		(1) + (2) (mg/100 g)	Razmerje (2)/(1)	Razmerje ( $\omega$ -6)/( $\omega$ -3)
PH 31/3	5.089,1	9,7	47.483,9	90,3	52.573,1	9,3	4,4
Č 5/3	5.658,5	9,4	54.481,3	90,6	60.139,8	9,6	4,5
T 15/1	4.917,2	9,2	48.793,5	90,8	53.710,7	9,9	6,6
Osrečje	4.787,1	8,6	51.042,8	91,4	55.829,8	10,7	5,6
NH 2/1	4.995,4	9,1	49.758,5	90,9	54.753,9	10,0	4,9
Pukšič	4.990,2	9,0	50.246,0	91,0	55.236,3	10,1	7,2
MA /2/1	5.147,3	9,0	51.781,7	91,0	56.929,0	10,1	5,0
Sava	5.087,8	8,5	54.567,9	91,5	59.655,7	10,7	6,1
Krka	5.444,9	8,9	55.462,0	91,1	60.906,9	10,2	5,2
Franquette (s)	5.680,4	9,7	52.807,6	90,3	58.488,0	9,3	4,8
G-139 (s)	5.560,0	9,5	53.211,1	90,5	58.771,0	9,6	4,7
Elit (s)	5.662,1	9,3	55.540,7	90,7	61.202,8	9,8	4,5



Slika 1. Plodovi sort oreha 'Sava' in 'Krka' (Solar in sod., 2014)

Figure 1. The nuts of the 'Sava' and the 'Krka' cultivars (Solar in sod., 2014).

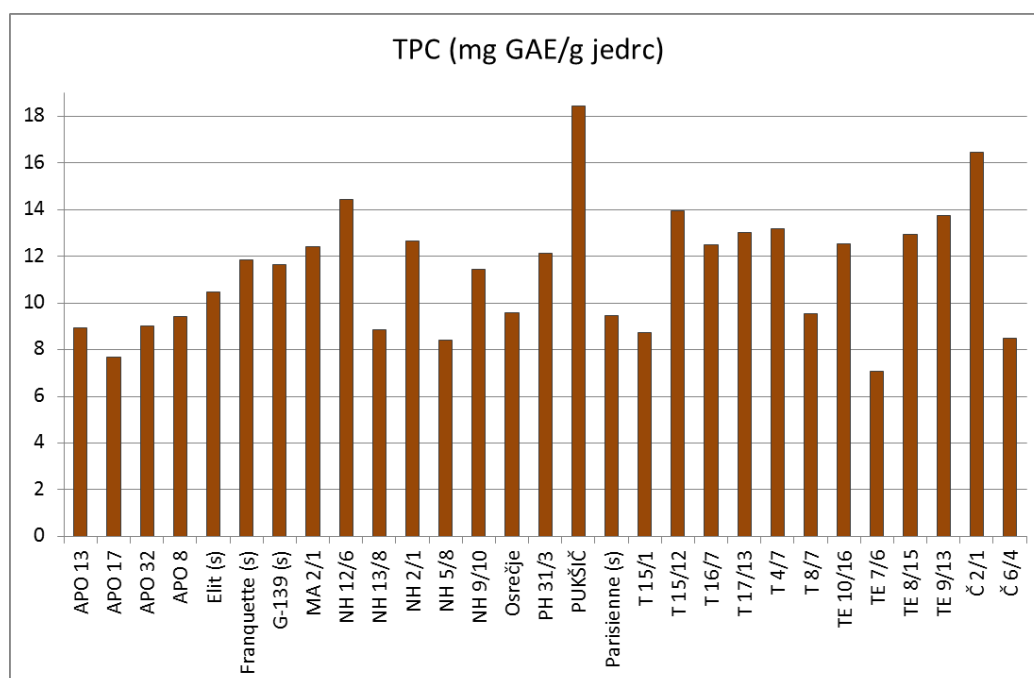


Slika 2: Najpogostejše sheme razrasti, obraščanja in tvorbe plodov arhitektonske enote '2-letni poganjek + pripadajoči 1-letni poganjki' (Solar, 2000).

Figure 2: The most frequent schemes of branching and fruiting patterns of the architectural unit 2-years-old shoot with corresponded annual shoots (Solar, 2000).

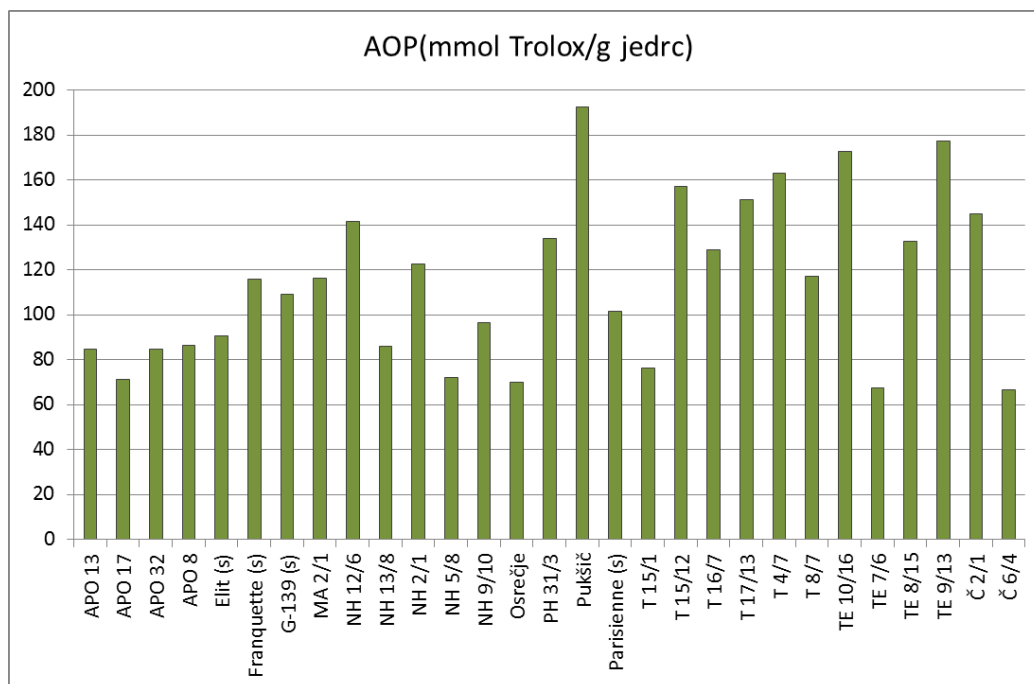
Slika 3: terminalna (a) in lateralna (b) rodnost pri orehu (Solar in Štampar, 2003).

Figure 3: terminal (a) and lateral (b) fruiting pattern in walnut (Solar and Štampar, 2003).



Slika 4. Vsebnost skupnih fenolov (mg galne kisline/g) v jedrcih preselecioniranih genotipov in standardnih sort oreha (Solar in Pliberšek, 2016).

Figure 4: Total phenolic content (mg gallic acid/g) in the kernels of preselected genotypes and standard cultivars in common walnut (Solar in Pliberšek, 2016).



Slika 5: Antioksidativni potencial jedrc (mMol Trolox/g) preselekcijiranih genotipov in standardnih sort oreha (Solar in Pliberšek, 2016).

Figure 5: Antioxidative potential of the kernels (mMol Trolox/g) of the preselected genotypes and standard cultivars in common walnut (Solar in Pliberšek, 2016).





## SLIVA V SLOVENIJI – LE PRETEKLOST?

Valentina USENIK<sup>1</sup>

### POVZETEK

Sliva je zaradi ugodnih pedoklimatskih razmer v Sloveniji od nekdaj zavzemala pomembno mesto v sadjarski pridelavi, pri prehrani ljudi in bila tudi cenjen izvozni artikel. Kljub temu pa je bilo pred 25 leti evidentiranih le še 3 ha intenzivnih nasadov. Pozitiven trend pridelave slive ponovno beležimo v obdobju zadnjih 10 let. Potrošnik išče v obilju ponudbe dober okus in aromo, ki pa sta pri slivi razvita le pri primerno dozorelih plodovih. Največjo vsebnost zdravju koristnih snovi imajo zreli plodovi. Sliva je ponovno priložnost za Slovenijo, boljša kakovost plodov pa njena konkurenčna prednost.

**Ključne besede:** sliva, pridelava, šarka, sorte, kakovost, zrelost

## PLUM IN SLOVENIA – JUST HISTORY?

### ABSTRACT

Plum has been due to favourable soil and weather conditions in Slovenia widespread and important fruit species for ages in fruit production, human consumption and once a valuable export product, too. Nevertheless only 3 ha of intensive plum orchard were evidenced 25 years ago. Positive trend in production was recorded again over the last 10 years. Consumers in the abundance of offers looking for a taste and aroma, developed only in fully ripe fruit in the case of plum. Ripe plums have the highest levels of health beneficial substances. Plum growing is good opportunity for Slovenia and better fruit quality a competitive advantage.

**Key words:** plum, production, sharka, cultivars, fruit quality, ripening stage

### 1. UVOD

Slive so eden izmed najpomembnejših sadežev v svetovnem merilu (Diaz-Mula in sod., 2008). Vsebujejo veliko pomembnih hranil, več kot mnogi drugi sadeži (Kim in sod., 2003). Lahko jih uživamo sveže ali sušene, tradicionalno jih predelujemo v marmelade in žganje, primerne pa so tudi za zamrzovanje in pripravo slaščic.

Sliva je v Sloveniji od nekdaj razširjena sadna vrsta. Po nekaterih virih je Balkanski polotok klimatsko najprimernejše območje za uspevanje slive tudi v svetovnem merilu. V strukturi slovenskih sadovnjakov je sliva prevladovala do srede 19. stoletja, kasneje pa se je delež zmanjševal in dosegel najnižjo raven v zgodnjih devetdesetih letih prejšnjega stoletja. V letu 1991 je bilo evidentiranih le še 3 ha intenzivnih nasadov slive. Površina se je do leta 1997

---

<sup>1</sup> Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Katedra za sadjarstvo, vinogradništvo in vrtnarstvo, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana, E-mail: valentina.usenik@bf.uni-lj.si

povečala na 59 ha, nato pa se je ponovno zmanjšala. Po letu 2007 beležimo počasen, vendar pozitiven trend. V letu 2015 je bilo evidentiranih 36 ha intenzivnih sadovnjakov slive (indeks rasti od 2007 je 1,33) ter več kot 360.000 dreves v ekstenzivnih sadovnjakih (SURS, 2015).

Razlogov za občutno zmanjšanje pridelave slive v Sloveniji je več, eden izmed njih je šarka. Šarka, ki jo povzroča plum pox virus (PPV), je najpomembnejše virusno obolenje sliv. Pri občutljivih sortah povzroča veliko škode in ogroža pridelavo ter predelavo slive (Garcia in sod., 2014). Stroški, povezani s šarko, so v zadnjih 30 letih preseгли 10,000 milijonov evrov (Cambra in sod., 2006). Šarka je bila prvič opisana na slivah v zahodni Bolgariji leta 1915, sedaj pa je razširjena v večini sredozemskih in evropskih dežel. V bivši Jugoslaviji je bila odkrita leta 1934. V Sloveniji se šarko sistematično spremlja od leta 1998 (Viršček Marn in sod., 2006). Tipični znaki okužbe s šarko so obročkasti ali lisasti vzorci na listih, deformacije plodov ter predčasno odpadanje plodov (Papstein in sod., 2007).

Do nedavnega je v Sloveniji prevladovala sorta 'Domača češplja'. Plodovi te sorte so služili predvsem za žganjekuho, v manjši meri pa tudi za druge načine predelave. Večina plodov je dozorela naenkrat v zelo kratkem časovnem obdobju zgodnje jeseni. Ob obilni letini je bilo sliv takrat izredno veliko, v drugih obdobjih pa ponudbe sliv ni bilo. Povpraševanje po slivi za svež konzum se je povečevalo, ravno tako povpraševanje po plodovih sliv od zgodnjega poletja do pozne jeseni, saj so potrošniki vedno bolj ozaveščeni tudi glede pozitivnih učinkov sliv na njihovo zdravje. Na izražene potrebe so se odzvali žlahtniteljski programi.

Zaradi širitve PPV se je večina žlahtniteljskih programov za evropsko slivo (*Prunus domestica* L.) usmerila v ustvarjanje odpornih sort (Blažek in Vávra, 2007). Od leta 1978 tečejo trije žlahtniteljski programi: v Čačku (Srbija), Hohenheimu (Nemčija), Geisenheimu (Nemčija) in od leta 2005 tudi v Münchnu (Nemčija) Njihov cilj je vzgojiti sorte odporne proti šarki, poleg tega pa tudi primeren izgled (npr. modra barva kože) in kakovost njihovih plodov glede namena porabe (svež konzum, različni načini predelave) ter zorenje v daljšem obdobju (od zelo zgodnjih do zelo poznih sort) (Jacob, 2002). V Nemčiji so prve tolerantne sorte nastale po letu 1984. Plodovi prvih sort s tolerantnostjo oz. odpornostjo proti šarki so bili premalo okusni, kar se je izboljšalo pri sortah, ki so sledile. Večina novih, proti šarki odpornih in tolerantnih sort ima lastnosti namiznih sort slive (primerna velikost, barva in čvrstost plodov), zoriijo pa od julija do oktobra.

Čeprav je znano, da se senzorične lastnosti plodov z zrelostjo izboljšajo (Kader, 2008), so slive pogosto obrane prezgodaj zaradi zagotavljanja daljšega poobiralnega obdobja. Nezrele slive nimajo arome, niti dobrega okusa in ne bodo nikoli dosegle odlične kakovosti (Tromp, 2005). Manjšo porabo sliv v zadnjih letih se pripisuje slabemu okusu prezgodaj obranih plodov (Crisosto et al., 2004), s katerimi so preplavljene naše trgovine v zadnjem času. Potrošniki cenijo slive zaradi njihove arome in okusa (Louw and Theron, 2012), česar pa pri nezrelih sadežih ne dobijo. Namen prispevka je prikazati delo na področju preizkušanja proti šarki odpornih in tolerantnih sort sliv v Sloveniji, ugotavljanja vpliva zrelosti in okužbe s šarko na vizualno podobo, okus plodov in vsebnost hranil ter iskanja kazalcev primerne zrelosti slive za doseganje dobrega okusa in zadovoljivega poobiralnega obdobja.

## 2. MATERIAL IN METODE DELA

Po letu 2000 smo v strokovno nalogo Posebno preizkušanje sort vključili 25 sort slive z odpornostjo ali tolerantnostjo proti šarki. Posajene so bile v različnih letih na različne lokacije

po Sloveniji (Preglednica 1). Na večjem številu dreves spremljamo rast rastlin, rodnost, kakovost in okusnost plodov ter primernost plodov za različne načine porabe.

Na območju Brkinov smo v letu 2013 v večih terminih vzorčili plodove 'Brkinska češpa', ki je ekotip sorte 'Domača češplja', z zdravih (s šarko neokuženih) dreves, in dreves z vidnimi znaki okužbe na plodovih in listih. Okužena drevesa so bila ali kratkotrajno okužena ali okužena vsaj 5 let (večletna okužba). Ocenili smo delež površine plodov z nekrozami ter merili maso in trdoto plodov ter vsebnost hranil v plodovih (metoda HPLC).

Na rodnih drevesih sort 'Čačanska najbolja', 'Čačanska rodna', 'Haganta', 'Jojo', 'Valor' in 'Toptaste' smo v sadovnjakih na lokacijah Ljubljana (Laboratorijsko polje BF) in Brdo pri Lukovici (sadoxnjak Kmetijskega inštituta Slovenije – KIS) od leta 2006 spremljali vpliv termina zrelosti na vsebnost hranil in senzorične lastnosti plodov. Merili smo spremembe barve kožice in mesa, trdote plodov in sestave hranil (metoda HPLC).

### 3. REZULTATI IN RAZPRAVA

V okviru strokovne naloge Posebno preizkušanje sort so bila do sedaj zaključena spremljanja 15 sort slive. Sorte, sajene v letih 2011 in 2016, še spremljamo (Preglednica 1). Rezultati preizkušanja so objavljeni v publikaciji Posebno preizkušanje in vzgoja novih sort sadnih rastlin, ki jo vsako leto objavi Kmetijski inštitut Slovenije v tiskani in spletni verziji. Sorte se odlikujejo v tolerantnosti ali odpornosti proti šarki, vendar pa marsikatero sorto nismo priporočili za širjenje v Sloveniji zaradi ugotovljenih neželenih lastnosti, kot so: premalo okusni plodovi (npr. sorta 'Top'), pokanje plodov (npr. 'Presenta'), izražena trpkost ('Pitesteana'), neprimerna barva kožice, ... Sorte s primernimi pridelovalnimi in pomološkimi lastnostmi so vključene v Sadni izbor za Slovenijo že nekaj let (npr. 'Hanita').

Pri ugotavljanju vpliva okužbe s šarko v Brkinih smo ugotovili, da okužba s šarko pospeši proces zorenja, zmanjša vsebnost in sestavo primarnih metabolitov ter bioaktivnih snovi tudi v navidez zdravem tkivu plodov ter poslabša izgled in okus plodov (najbolj pri drevesih z večletno okužbo) (Slika 1). Plodovi z dreves, ki so že več let okužena, so imeli najslabše pomološke lastnosti in najbolj spremenjeno sestavo hranil. To so bili plodovi z nekrozami, z značilno manjšo maso ploda, manjšo vsebnostjo suhe snovi in sladkorjev. Odpadli so, še predno so plodovi z zdravih dreves dozoreli, kar je bilo 19. septembra 2013. Tudi plodovi s kratkotrajno okuženih dreves so imeli značilno spremenjeno sestavo hranil v plodovih, čeprav pomološke lastnosti še niso bile značilno spremenjene. Okužena drevesa rodijo plodove, ki niso primerni za predelavo, še posebej, če so z nekrozami (Usenik in sod., 2015).

Rezultati spremljanja vpliva stopnje zrelosti na pomološke lastnosti ter vsebnost hranil v plodovih različnih sort slive so pokazali, da se z zrelostjo sortno značilno poveča masa ploda in vsebnost suhe snovi, pade trdota, izboljša se obarvanost plodov, poveča se vsebnost skupnih sladkorjev (Slika 2) in antocianov, vsebnost skupnih kislin se zmanjša, spremeni se sestava sladkorjev, kislin in antocianov (Usenik in sod., 2008 in 2009). V naslednji raziskavi, ki smo jo izvedli pri sortah 'Jojo' in 'Haganta', smo ugotovili, da vsebuje več hranilnih snovi (sladkorji, kisline) meso ploda slive, kožica pa vsebuje več fenolov. Antociani so prisotni le v kožici in so glavni pri antioksidativnem potencialu (AOP) ploda slive. Zorenje plodov na drevesu v dveh tednih izboljša okus ploda, poveča vsebnost bioaktivnih komponent in sortno značilno spremeni strukturo sladkorjev, kislin, antocianov (Slika 3) in ostalih fenolov. AOP se je v dveh tednih povečal za 19,4 %. V kožici plodu dveh sort smo izmerili 20-krat višjo vrednost AOP kot v mesu (jabolko ima v kožici do 9-krat več kot v mesu). Da bi čim boljše

izkoristili pozitivne učinke sliv na naše zdravje, moramo uživati zrele plodove slive s kožico (Usenik in sod., 2013). V 3-letni raziskavi (2009, 2011 in 2012) smo pri različnih sortah slive na osnovi merjenja sprememb med zorenjem iskali kazalce zrelosti slive, s poudarkom na dobrem okusu. Rezultati so pokazali veliko variabilnost med sortami (Slika 4), še posebej v časovnem obdobju, ko se okus plodov izboljša. Ugotovili smo, da je trdota plodov edini pokazatelj primerne stopnje zrelosti po tem, ko se obarvata kožica in meso (Usenik in sod., 2014).

Sliva je zaradi ugodnih pedoklimatskih razmer v Sloveniji in novih sort nova/stara priložnost za pridelovalce. Lokalna pridelava in kratke prodajne poti omogočajo, da se potrošnikom ponudijo zrele, okusne, slive, zaradi česar jih bodo raje izbirali kot tiste iz uvoza. Tudi anketiranje slovenskih porabnikov je pokazala, da sta barva, predvsem pa okus, najpomembnejša kriterija, na osnovi katerih se slovenski potrošnik odloča o nakupu sliv (Pavlovič in sod., 2011).

#### 4. ZAHVALA

Raziskovalno delo je del programa Hortikultura P4-0013-0481, ki ga financira Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije, ter strokovne naloge Posebno preizkušanje sort sadnih rastlin za opisno sortno listo, ki ga financira Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano Republike Slovenije.

#### 5. VIRI

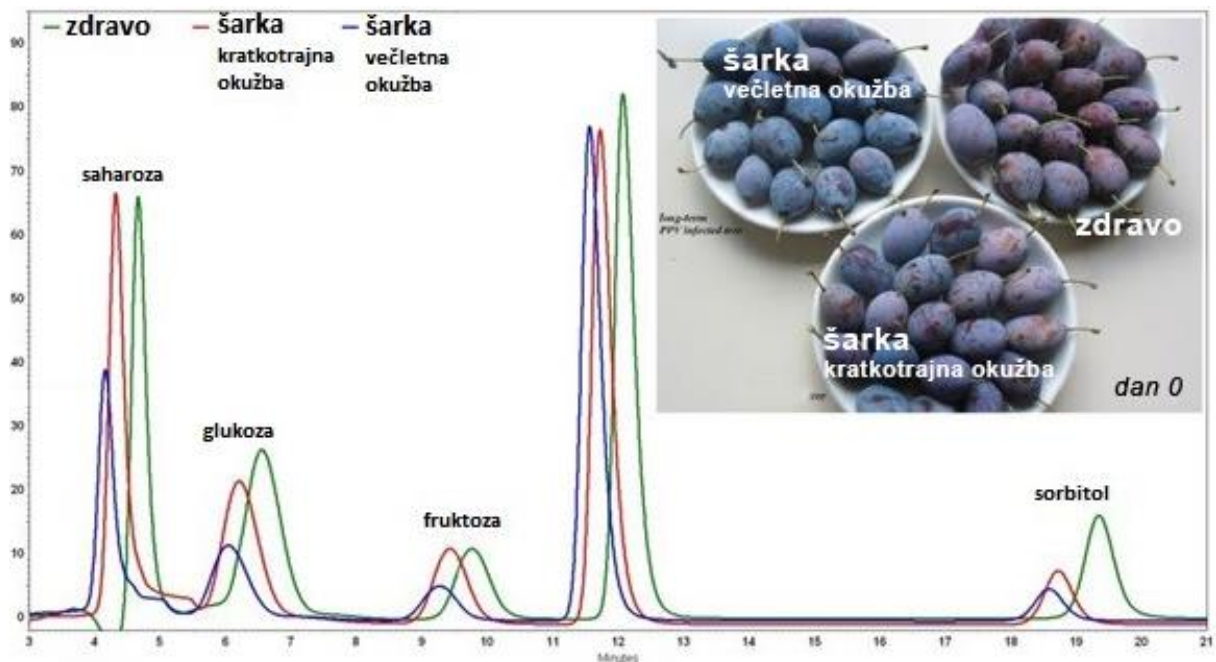
- Blažek J., Vávra R. 2007. Fruit quality in some progenies of plum varieties with tolerance to PPV. *Acta Horticulturae*, 734: 173-182.
- Cambra M., Capote N., Myrta A., Llácer G. 2006. Plum pox virus and estimated costs associated with sharka disease. *Bulletin OEPP*, 36: 202-204.
- Crisosto C. H., Garner D., Crisosto G. M., Bowerman E. 2004. Increasing 'Blackamber' plum (*Prunus salicina* Lindell) consumer acceptance. *Biology and Technology*, 34: 237-244.
- Diaz-Mula H. M., Zapata P. J., Guillén F., Castillo S., Martínez-Romero D., Valero D., Serrano M. 2008. Changes in physicochemical and nutritive parameters and bioactive compounds during development and on tree ripening of eight plum cultivars: a comparative study. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88: 2499-2507.
- García J. A., Glasa M., Cambra M., Candresse T. 2014. Plum pox virus and sharka: a model potyvirus and a major disease. *Molecular Plant Pathology*, 15: 226-241.
- Jacob H. B. 2002. Breeding of plums, prunes and mirabelles in Geisenheim, Germany: Breeding goals and previous realization. *Acta Horticulturae*, 577: 39-43.
- Kader A. A. 2008. Flavor quality of fruits and vegetables. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88: 1863-1868.
- Kim D. O., Jeong S. W., Lee C. Y. 2003. Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums. *Food Chemistry*, 81: 321-326.
- Louw E. D., Theron K. I. 2012. Volatile dynamics during maturation, ripening and cold storage of three Japanese plum cultivars (*Prunus salicina* Lindl). *Postharvest Biology and Technology*, 70: 13-24.
- Papstein F., Karešová R., Navrátil M. 2007. Evaluation of PPV symptoms on plum fruits. *Acta Horticulturae*, 734: 255-257.

- Pavlovič M., Zemljič I., Pavlovič V. 2011. Tržni potenciali za prodajo sliv in češpelj v Sloveniji. Hmeljarski bilten, 18: 72-84.
- SURS. 2015. Statistični letopis 2015. Ljubljana.  
<http://pxweb.stat.si/pxweb/Dialog/Saveshow.asp> (januar, 2017)
- Tromp J. 2005. Fruit ripening and quality. In: Fundamentals of temperate zone tree fruit production (Eds.: Tromp, Webster, Wertheim), Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands: 295-310.
- Usenik V., Kastelec D., Stampar F., Viršcek Marn M. 2015. Effect of plum pox virus on chemical composition and fruit quality of plum. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 63: 51-60.
- Usenik V., Kastelec D., Veberič R., Štampar F. 2008. Quality changes during ripening of plums (*Prunus domestica* L.). Food Chemistry, 111: 830-836.
- Usenik V., Štampar F., Kastelec D. 2013. Phytochemicals in fruits of two *Prunus domestica* L. plum cultivars during ripening. Journal of the Science of Food and Agriculture, 93: 681-692.
- Usenik V., Štampar F., Kastelec D. 2014. Indicators of plum maturity: When do plums become tasty? Scientia Horticulturae, 167: 127-134.
- Usenik V., Štampar F., Veberič R. 2009. Anthocyanins and fruit colour in plums (*Prunus domestica* L.) during ripening. Food Chemistry, 114: 529-534.
- Viršcek Marn M., Mavrič I., Weilguny H. 2006. Statistični nadzor šarke v Sloveniji v letih 1998-2005. Acta Agriculturae Slovenica, 87-2: 393-402.

Preglednica 1: Introdukcija proti šarki tolerantnih in odpornih sort slive v Sloveniji.

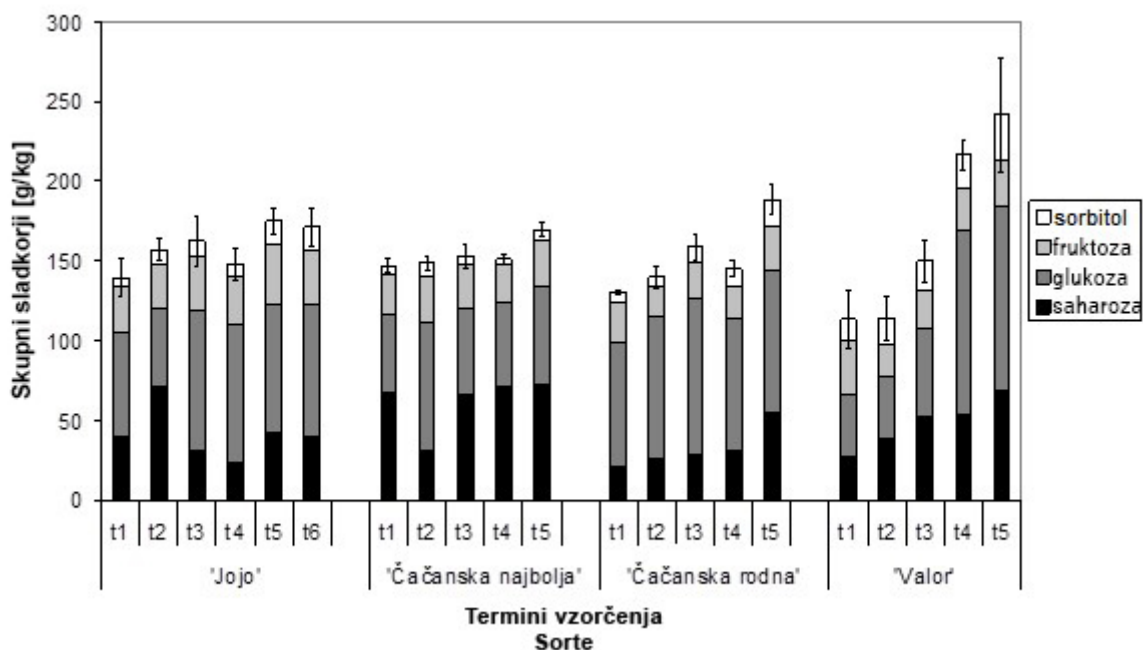
Table 1: Testing of sharka tolerant and resistant plum cultivars in Slovenia.

Leto sajenja	Lokacija	Število sort	Sorte
2001	SC Gačnik	6	'Elena', 'Hanita', 'Presenta', 'Top', 'Tophit', 'Topper',
2003	SC Bilje, SC Gačnik, KIS, Brdo pri Lukovici	5	'Herman', 'Jojo', 'Ontario', 'Pitesteian', 'Valjevka'
2008	BF Ljubljana	4	'Haganta', 'Plumtastic', 'Topfirst', 'Toptaste',
2011	SC Bilje	9	'Boranka', 'Katinka', 'Krina', 'Mildora', 'Pozna plava', 'Timočanka', 'Tolledo', 'Topfive', 'Topking'
2016	BF Ljubljana	1	'Jofela'



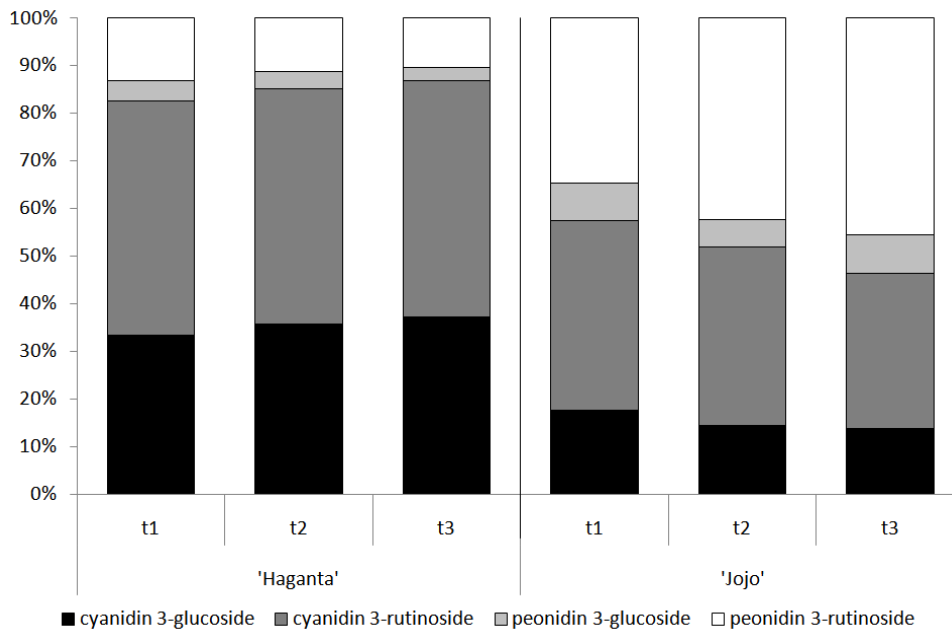
Slika 1: Vpliv okužbe s šarko na vsebnost sladkorjev in izgled plodov slive 'Domača češplja', obranih dne 20. 8. 2013 (1. vzorčenje; dan 0) z zdravih dreves, z dreves kratkotrajno okuženih s šarko ter z dreves, ki so bila okužena s šarko vsaj 5 let (Usenik in sod., 2015).

Figure 1: The effect of sharka infection on content of sugars and appearance of 'Domača češplja' plum fruit on 20<sup>th</sup> August 2013 (1. sampling; day 0) (green line: control (healthy tree); red line: short-term PPV infectio; blue line: long-term infection (at least 5 years) (Usenik et al., 2015).



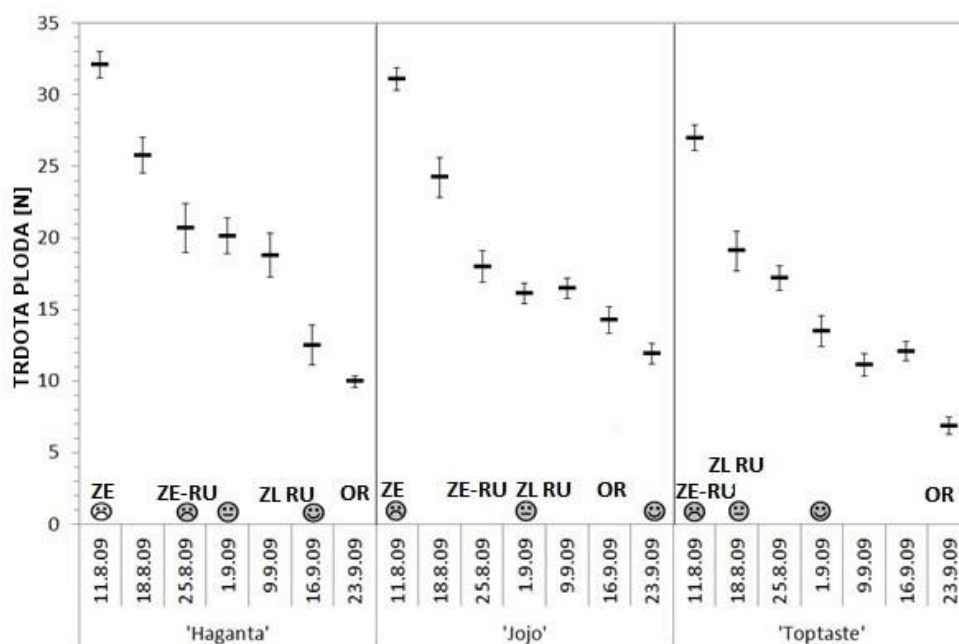
Slika 2: Povprečna vsebnost skupnih sladkorjev in povprečna struktura posameznih sladkorjev v plodovih 4 sort sliv med zorenjem v letu 2006 (t1: 17. 8.; t2: 23. 8.; t3: 29. 8.; t4: 4. 9.; t5: 11. 9.; t6 (le 'Jojo'): 19. 9.); Brdo pri Lukovici (Usenik in sod., 2008).

Figure 2: Average total sugars amount and the average structure of sugars for four plum cultivars in 2006 (t1: 17<sup>th</sup> August, t2: 23<sup>rd</sup> August, t3: 29<sup>th</sup> August, t4: 4<sup>th</sup> September, t5: 11<sup>th</sup> September, t6 (only 'Jojo'): 19<sup>th</sup> September); Brdo pri Lukovici (Usenik et al., 2008).



Slika 3: Povprečna struktura antocijanov v koži plodu za dve sorti slive med zorenjem v letu 2009 (t1: 9. 9.; t2: 16. 9.; t3: 23. 9.); Ljubljana (Usenik in sod., 2013).

Figure 3: The average anthocyanin composition in fruit peel of two plum cultivars during the ripening in 2009 (t1: 9<sup>th</sup> September; t2: 16<sup>th</sup> September; t3: 23<sup>rd</sup> September); Ljubljana (Usenik et al., 2013).



- ☹ - nesprejemljiva barva kože in slab okus / unsuitable skin colour and bad taste
- ☺ - primerna barva kože in slab okus / suitable skin colour and bad taste.
- 😊 - primerna barva kože in sprejemljiv okus / suitable skin colour and suitable taste
- ☺ - primerna barva kože in dober okus / suitable skin colour and good taste.

Slika 4: Spremembe trdote plodov, barve kože in barve mesa ter okusa v 7 tednih zorenja v letu 2009 za 3 sorte slive; Ljubljana (Usenik in sod., 2014).

Figure 4: Changes of firmness, skin colour, flesh colour, and taste through the 7 weeks of ripening in 2009 for three plum cultivars; Ljubljana (Usenik et al., 2014).





## GENETSKA RAZNOLIKOST IN PRIMERJAVA FIG ISTRE S KOLEKCIJO USDA V KALIFORNIJI

Tea KNAP<sup>1</sup>, Dunja BANDELJ<sup>1</sup>

### POVZETEK

V okviru raziskave smo primerjali genetsko raznolikost gojenih fig z območja Istre, s figami, ki so izbrane v kolekciji USDA (United States Department of Agriculture) v Kaliforniji. Za genotipizacijo 105 vzorcev smo uporabili šest mikrosatelitskih lokusov. Pomnožili smo 47 polimorfni alelov, s povprečjem 7,83 alela in informacijsko vrednostjo polimorfizma 0,631 na lokus. Z mikrosatelitskimi markerji smo ugotovili veliko raznolikost med analiziranimi figami. Pri primerjavi sort fig iz ZDA in Istre smo ugotovili, da je le 6 istrskih sort zastopanih v kolekciji USDA, medtem, ko ostalih 17 sort najverjetneje predstavlja edinstveno jadransko germplasm.

**Ključne besede:** figa, *Ficus carica* L., mikrosateliti, kolekcijski nasad, genotipizacija

### GENETIC DIVERSITY AND COMPARISON OF FIGS (*Ficus carica* L.) FROM ISTRIA WITH CALIFORNIAN USDA COLLECTION

#### ABSTRACT

The purpose of the study is genotyping figs from Istria for analysis of genetic diversity and differentiation in relation to USDA (United States Department of Agriculture) fig collection orchard at Davis, California. One hundred and five samples were genotyped on 6 microsatellite loci. Forty-seven polymorphic alleles were amplified over all microsatellite loci with an average of 7.83 alleles per locus and a polymorphic information content of 0.631 per locus. With the microsatellite markers we discovered a relatively high level of genetic diversity between figs. In the comparison of figs cultivars from the USA and Istria, we have found only 6 Istrian cultivars in the USDA collection, while the other 17 cultivars most likely represent a unique Adriatic germplasm.

**Key words:** fig, *Ficus carica* L., microsatellites, collection orchard, genotyping

#### 1. UVOD

Rod *Ficus* z več kot 800 različnih vrst dreves, grmovnic in vzpenjalk uvrščamo med največje rodove kritosemenk v tropskem in subtropskem svetu. Visoka gospodarska in hranilna vrednost rod *Ficus* umešča med pomembne genske vire v kmetijstvu (Dalkılıç in sod., 2011; Mawa in sod., 2013).

---

<sup>1</sup> Fakulteta za matematiko, naravoslovje in informacijske tehnologije, Univerza na Primorskem, Glagoljaška 8, 6000 Koper

V rod *Ficus* se uvršča tudi figa (*Ficus carica* L.), ki je poznana kot ena najstarejših subtropskih sadnih vrst in poleg oljke, tudi najvidnejša kulturna rastlina Sredozemlja (Condit, 1947; Zohary in Hopf, 2000; Flaishman in sod., 2008). Figa je ginodiecicna rastlina za katero je značilna ženska dvodomnost (Flaishman in sod., 2008). Izvira iz zahodne Azije, od koder naj bi jo 4.000 let pred našim štetjem prenesli v Sredozemlje. Uspeva po celotnem Sredozemlju in drugih območjih z milimi zimami ter vročimi suhimi poletji. Države z največjo pridelavo fig so Turčija, Egipt, Maroko, Iran in Alžirija (FAOSTAT, 2015).

Genetsko profiliranje z molekulskimi markerji je postalo osnovno orodje za učinkovito upravljanje in uporabo genskih virov kmetijskih rastlin, saj omogoča stabilen in zanesljiv sistem za identifikacijo sort. Pri upravljanju z rastlinskim materialom najpogosteje prihaja do težav zaradi prisotnosti sinonimov in homonimov, ki so posledica prenašanja sadilnega materiala med državami. Razpoložljivi molekularni markerji se med seboj razlikujejo po svojih lastnostih, informativnosti, ceni razvoja tehnike in zahtevnosti uporabe. Razvoj mikrosatelitov fige (Khadari in sod., 2001, Giraldo in sod., 2005; Bandelj in sod., 2007; Knap in sod., 2016) je omogočal pospešeno raziskovanje raznolikosti te sadne vrste, ki velja za eno najstarejših, namensko gojenih sadnih vrst (Kislev et al., 2006). Prvo poimenovanje sort so zabeležili v četrtem stol. p. n. š. (Condit, 1955). Rimski pisec Plinij starejši je v 1. stol. n. š. v delu *Naturalis Historia* predstavil 29 sort fig (Condit, 1955; Stover in sod., 2007). Obežnejše delo je bilo objavljeno 1955. leta, ko je Condit (1955) morfološko opisal kar 607 sort. Današnje sorte so razširjene po celem svetu in k njihovi raznolikosti sta prispevali izredna regeneracijska sposobnost drevesa fige in enostavno razmnoževanja z vegetativnimi deli (Giraldo in sod., 2005; Flaishman in sod., 2008). V kolekcijskem nasadu v Kaliforniji je zbranih več kot 200 različni sort fig, v pridelavo pa so vključene le štiri sorte: 'Calimyrna', 'Mission', 'Brown Turkey' in 'Kadota' (California Fig Advisory Board, 2017). V Istri je genetsko opisanih 21 različnih sort, najbolj zastopani za tržno predelavo sta 'Miljska figa' in 'Bela Petrovka' (Bandelj in sod., 2008).

Namen študije je z mikrosatelitskimi markerji identificirati ter primerjati genetsko raznolikost gojenih fig iz Istre s figami, ki so zbrane v kolekciji USDA (ZDA, Kalifornija), ki je poznana kot največji repozitorij genskih virov sredozemskih sadnih vrst na svetu. Kolekcija USDA deluje kot del Kmetijsko-raziskovalne službe nacionalnega sistema za rastlinsko germplazmo (National Plant Germplasm System, NPGS) s poslanstvom zbiranja, ohranjanja, vrednotenja in izmenjave genskih virov rastlin.

## 2. MATERIAL IN METODE

V analizo smo vključili 23 slovenskih in 82 svetovnih sort fig. Vzorci svetovnih sort so bili nabrani v kolekcijskem nasadu USDA v Kaliforniji. DNA fige smo izolirali iz mladih figovih listov po uveljavljenem protokolu CTAB (Kump in sod., 1992).

Za pomnoževanje mikrosatelitov smo uporabili 6 parov začetnih oligonukleotidov: FCUP001, FCUP003, FCUP024, FCUP040, FCUP081, FCUP095 (Knap in sod., 2016). Multipleks reakcija PCR je potekala v skupnem volumnu 15  $\mu$ l in je bila sestavljena iz 1 $\times$ PCR pufra, 2 mM MgCl<sub>2</sub>, 0,2 mM dNTP, 10 pmol koncentracije vsakega začetnega oligonukleotida, 2 enoti encima *Taq* polimeraze (Perkin Elmer Biosystems, Kalifornija, ZDA) in 20 ng DNA fige. Reakcija je potekala v cikličnem termostatu 2720 (Applied Biosystems) po naslednjem temperaturnem profilu: začetna 5 min denaturacija DNA na 94 °C, 30 ciklov s ponavljanjem (30 s na 94 °C, 30 s na 50 °C, 40 s na 72 °C) in končna 8 min inkubacija vzorcev na 72 °C.

Za ločevanje mikrosatelitov smo uporabili avtomatski sekvenator ABI Prism 3100 Genetic Analyser (Applied Biosystems). Podatke analize smo uvozili v programski paket Gene Mapper 4.1 (Applied Biosystems). Statistično analizo mikrosatelitskih podatkov smo izvedli z računalniškimi programi POPGENE 1.31 (Yeh in sod., 1999), Cervus 3.0.3 (Marshall in sod., 1998), GenAEx 6.5 (Peakall in Smouse, 2012), Micro-Checker 2.2.3 (van Oosterhout in sod., 2004) ter programsko skripto AMaCAID napisano v R okolju (Caroli in sod., 2011).

### 3. REZULTATI IN RAZPRAVA

Genotipizacijo sto petih sort fig smo opravili na šestih lokusih. Parametri genetske variabilnosti so predstavljeni v Preglednici 1. S šestimi pari lokusno specifičnih začetnih oligonukleotidov smo skupno pomnožili 47 polimorfni alelov, v povprečju 7,83 alelov in 3,22 efektivnih alelov na lokus. Največ alelov (10) smo odkrili na lokusu FCUP003, najmanj (6) pa na lokusu FCUP081, ki je hkrati tudi najmanj informativen lokus ( $PI=0,439$ ). Informativnost posameznega mikrosatelitskega lokusa za identifikacijske namene smo preverili še z oceno verjetnosti enakosti genotipov (PI). Največjo sposobnost razločevanja sort je imel lokus FCUP003, sledila sta mu lokusa FCUP040 in FCUP001.

Vrednosti dejanske heterozigotnosti ( $H_o$ ) lokusov so se gibale med 0,554 (FCUP024 in FCUP081) in 0,831 (FCUP040). Najnižjo pričakovano heterozigotnost ( $H_e=0,513$ ) smo izračunali za lokus FCUP081, najvišjo ( $H_e=0,756$ ) pa za lokus FCUP003. Povprečna vrednost dejanske heterozigotnosti na vseh lokusih je bila 0,679. Veliko število heterozigotov na izbranih lokusih, kaže na veliko genetsko variabilnost analiziranih sort in hkrati tudi primernost izbranih lokusov za ugotavljanje genetske raznolikosti.

Alelni polimorfizem je omogočal razlikovanje vseh analiziranih sort, zato smo s pomočjo programske skripte AMaCAID izračunali minimalno število lokusov, ki so potrebni za razlikovanje vseh analiziranih genotipov. Iz Slike 1 je razvidno, da lahko vseh 86 različnih genotipov fige ločimo s petimi lokusi (FCUP001, FCUP003, FCUP024, FCUP081, FCUP095). Analiza s programom Micro-Checker ni razkrila prisotnosti ničtih alelov, izpada alelov ali zdrsov polimeraze, kar potrjujejo primernost izbranih lokusov za genetsko profiliranje sort.

Med vsemi pomnoženimi aleli smo odkrili šest sortno značilnih alelov. Po en specifičen alel so imele sorte 'Shilda flat yellow fig', 'Bournabat', 'Rjavi Matalon', 'Conadria', 'Dofin' in 'Roshnik'.

Z mikrosatelitsko analizo smo razkrili kar nekaj primerov sinonimije. Identične profile DNA smo opazili pri osmih skupinah vzorcev: 'Violeta' in 'White fig'; 'Col de Dame' in 'Maho'; 'Grise de Provence' in 'Dysertniy'; 'Vista' in 'Sabrutskaya'; 'Črnica' in 'Rovinj'; 'Cikulina', 'Črna Grška' in 'Kanora'; 'Pied de Boeuf', 'Shilda small bronze fig' in 'Sochinskiy' ter 'Celeste' in 'Spanish Amber'. Identične profile smo opazili tudi na dveh referenčnih ameriških sortah 'Mission' in 'Cuello Dama Negro', ki izvira iz Španije ter ameriški sorti 'Brown Turkey' in 'Bosnat', ki izvira iz države Niger. Poleg tega smo z izbrani mikrosateliti uspeli ločiti sorti 'Brown Turkey' in 'Blue Giant', ki se morfološko razlikujeta, vendar so ju zaradi velike genetske podobnosti predhodno obravnavali kot isto sorto (Aradhya in sod., 2010). Pri primerjavi sort iz kolekcije USDA s sortami iz Istre smo v določenih primerih opazili identične genetske profile (Preglednica 2). Za 6 v Istri vzorčenih sort smo ugotovili identične profile s svetovno razširjenimi sortami, ki izvirajo iz Združenih držav Amerike ('Ventura', 'Calvert', 'Figue D'or'), Gruzije ('Asashendu green fig'), Azerbajdžana ('Belaya fraga') in

Turčije ('Patlican fig'), kar kaže, da v Istri gojimo identične sorte, ki so raširjene tudi v drugih pridelovalnih območjih in kar dokazuje, da se je genetski material med območji prenašal. Pri ostalih 17 istrskih sortah nismo opazili nobene podobnosti v primerjavi z 82 sortami iz kolekcije USDA. Sklepamo lahko, da gre za edinstvene sorte v jadranskem prostoru, ki jih ne hranijo v kolekciji USDA.

Sinonimi med vzorci 'Bela Bružetka' in 'Vodenjača' ter 'Črni Matalon' in 'Zeleni Matalon' so bili že predhodno potrjeni z različnimi lokusi FCUP (Bandelj in sod., 2008; Knap in sod., 2015). V študiji Bandelj in sod. (2008) so ugotovili izredno veliko genetsko podobnost med sortama 'Črni Matalon' in 'Zeleni Matalon' ter ju ločili le na enem lokusu, kar potrjuje, da je za identifikacijo sinonimov pomemben skrben izbor mikrosatelitskih markerjev.

Rezultati naše študije so pokazali, da so mikrosateliti izredno dobro orodje za identifikacijo sort, saj kažejo visoko stopnjo polimorfizma, omogočajo pa tudi primerljivost rezultatov med laboratoriji. Za potrditev ugotovljene raznolikosti znotraj sort bi bilo potrebno opraviti dodatne morfološke in molekulske analize.

#### 4. ZAHVALA

Raziskava je del bilateralnega projekta BI-US/16-17-019 in usposabljanja za mladega raziskovalca (37503), ki ju financira Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije (ARRS).

#### 5. VIRI

- Aradhya M. K., Stover E., Velasco D., Koehnstedt A. 2010. Genetic structure and differentiation in cultivated fig (*Ficus carica* L.). *Genetica*, 138, 6: 681-694.
- Bandelj D., Javornik B., Jakše J. 2007. Development of microsatellite markers in the common fig, *Ficus carica* L. *Molecular Ecology Notes*, 7: 1311-1314.
- Bandelj D., Jakše J., Javornik B. 2008. Development of molecular markers for identification of fig varieties in Istria. V: The common fig (*Ficus carica* L.) in Istria: morphological, molecular and some chemical characteristics, D. Bandelj, M. Bučar-Miklavčič, I. Vrhovnik, eds. (Koper, Slovenia: Annales), 84-89.
- California Fig Advisory Board. 2017. Varietal info.  
<http://www.californiafigs.com/about/index.html> (1. jan. 2017).
- Caroli S., Santoni S., Ronfort J. 2011. AMaCAID: a useful tool for accurate marker choice for accession identification and discrimination. *Molecular Ecology Resources*, 11: 733-738.
- Condit I. J. 1947. The fig. Massachusetts: Chronica Botanica Waltham, MA.
- Condit I. J. 1955. Fig varieties: A monograph. *Hilgardia*, 23: 323-538.
- Dalkılıç Z., Mesav H. O., Günver-Dalkılıç G., Kocataş H. 2011. Genetic diversity of male fig (*Ficus carica caprificus* L.) genotypes with random amplified polymorphic DNA (RAPD) markers. *Afr. J. Biotechnol.*, 10: 519-526.
- FAOSTAT. 2015. FAO Statistics Division. Food and Agricultural Organization.  
[www.fao.org](http://www.fao.org)
- Flaishman M. A., Rodov V., Stover E. 2008. The Fig: Botany, horticulture and breeding. *Horticultural Reviews*, 34: 113.

- Giraldo E., Viruel M. A., Lopez-Correlas M., Hormaza J. I. 2005. Characterisation and cross-species transferability of microsatellites in the common fig (*Ficus carica* L.). *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 80: 217-224.
- Khadari B., Hochu I., Santoni S., Kjellberg F. 2001. Identification and characterization of microsatellite loci in the common fig (*Ficus carica* L.) and representative species of the genus *Ficus*. *Mol. Ecol. Notes*, 1: 191-193.
- Kislev M. E., Hartmann A., Bar-Yosef O. 2006. Early domesticated fig in the Jordan Valley. *Science*, 312: 1372-1374.
- Knap T., Arbeiter Baruca A., Jakše J., Čizmović M., Adakalić M., Popović R., Lazović B., Strikić F., Podgornik M., Bandelj D. 2015. Diversity of figs (*Ficus carica* L.) from the East Adriatic Coast. V: Book of abstracts, 5th International Symposium on fig. Naples: Università degli Studi di Napoli Federico II.: 118.
- Knap T., Jakše J., Cregeen S., Javornik B., Hladnik M., Bandelj D. 2016. Characterization and defining of a core set of novel microsatellite markers for use in genotyping and diversity study of Adriatic fig (*Ficus carica* L.) germplasm. *Brazilian Journal of Botany*, 39, 4: 1095-1102.
- Kump B., Svetek S., Javornik B. 1992. Izolacija visokomolekularne DNK iz rastlinskih tkiv. *Zbornik Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani, Kmetijstvo*, 59: 63-66.
- Marshall T. C., Slate J., Kruuk L., Pemberton J. M. 1998. Statistical confidence for likelihood-based paternity inference in natural populations. *Molecular Ecology*, 7: 639-655.
- Mawa S., Husain K., Jantan I. 2013. *Ficus carica* L. (Moraceae): phytochemistry, traditional uses and biological activities. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*.
- Peakall R., Smouse P. E. 2012. GenAlEx 6.5: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research—an update. *Bioinformatics*, 28, 19: 2537-2539.
- Stover E., Aradhya M., Ferguson L., Crisosto C. H. 2007. The fig: overview of an ancient fruit. *HortScience*, 42, 5: 1083-1087.
- van Oosterhout C., Hutchinson W. F., Wills D. P., Shipley P. 2004. MICRO-CHECKER: software for identifying and correcting genotyping errors in microsatellite data. *Molecular Ecology Notes*, 4: 535-538.
- Yeh F. C., Boyle T., Ye Z., Xiyan J. M. 1999. POPGENE Version 1.31: Microsoft Windows-based freeware for population genetic analysis. University of Alberta and Center for International Forestry Research.  
<http://www.ualberta.ca/~fyeh/popgene.pdf> (3. 12. 2016)
- Zohary D., Hopf M. 2000. Fruit trees and nuts. V: Domestication of Plants in the Old World. 3<sup>rd</sup> edition. Oxford, Oxford University Press: 159-164.

Preglednica 1: Parametri genetske variabilnosti po posameznih lokusih.  
Table 1: Parameters of genetic variability of each genomic SSR.

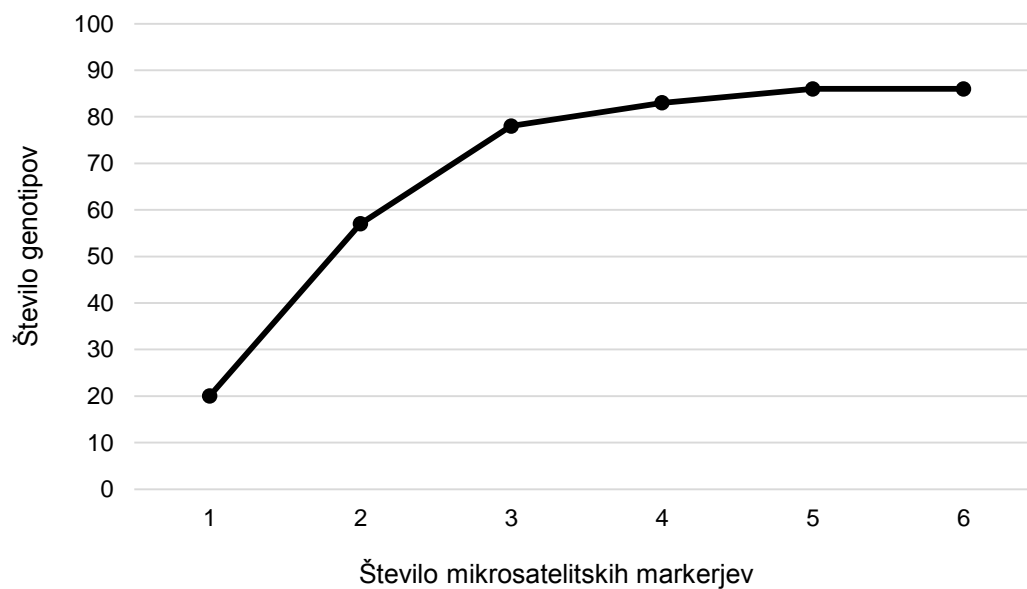
Lokus	H <sub>o</sub>	H <sub>e</sub>	n	n <sub>e</sub>	PI	PIC
FCUP001	0,735	0,712	7	3,421	0,198	0,670
FCUP003	0,723	0,756	10	4,026	0,169	0,710
FCUP024	0,554	0,627	8	2,651	0,224	0,621
FCUP040	0,831	0,743	8	3,830	0,196	0,693
FCUP081	0,554	0,513	6	2,041	0,378	0,439
FCUP095	0,675	0,707	8	3,366	0,248	0,651
Povprečje	0,679	0,676	7,833	3,223	/	0,631
Skupno	/	/	47	/	1,4x10 <sup>-4</sup>	/

\*H<sub>o</sub> in H<sub>e</sub> – opažena in pričakovana heterozigotnost; n – število alelov; n<sub>e</sub> – število efektivnih alelov; PIC – informacijska vrednost polimorfizma; PI – verjetnost enakosti genotipov.

Preglednica 2: Seznam sort iz kolekcije USDA in iz Istre z ugotovljenimi identični genotipi ter kraj vzorčenja. V oklepaju je navedena država iz katere je bila sorta pridobljena.

Table 2: List of identified identical genotypes from the cultivars from the USDA collection and from Istria and place of sampling. Country of origin are given in parentheses.

Genotip	Sorta	Kraj vzorčenja (izvor)
1	'Rjavi Matalon'	Istra
1	'Figue D'or'	Kolekcija USDA (Združene države Amerike)
2	'Črni Matalon'	Istra
2	'Zeleni Matalon'	Istra
2	'Patlican fig'	Kolekcija USDA (Turčija)
3	'Panache'	Istra
3	'Ventura'	Kolekcija USDA (Združene države Amerike)
4	'Bela Bružetka'	Istra
4	'Vodenjača'	Istra
4	'Calvert'	Kolekcija USDA (Združene države Amerike)
4	'Asashendu green fig'	Kolekcija USDA (Gruzija)
4	'Belaya fraga'	Kolekcija USDA (Azerbajdžan)



Slika 1: Razlikovanje števila genotipov glede na število lokusov SSR.

Figure 1: Number of discriminated genotypes according to the number of SSR loci.





## VPLIV KRAJŠANJA ZELENIH POGANJKOV MALINE NA POTEK ZORENJA DVAKRAT RODNIH SORT 'AMIRA' IN 'POLKA'

Darinka KORON<sup>1</sup>

### POVZETEK

Zaradi klimatskih sprememb so obdobja poletne vročine, ki sovpada z drugim cvetenjem dvakrat rodne maline, vse pogostejša. Visoka temperatura vpliva na sušenje cvetov in na ožige plodov, kar se izraža v manjšem in manj kakovostnem pridelku. S krajšanjem poganjkov pred začetkom zasnove cvetnih brstov pri rastlini vzpodbudimo nadaljnjo rast in kasnejšo zasnovo cvetov in plodov. Vpliv krajšanja zelenih poganjkov smo pri sortah 'Amira' in 'Polka' spremljali v letih 2015 in 2016. Krajšanje je pri obeh sortah v obeh letih imelo zelo velik vpliv na začetek in potek zorenja. Na količino pridelka je bil vpliv majhen. Pri sorti 'Amira' razlik med nekrajšano kontrolo in tremi termini krajšanja ni bilo. V obeh letih smo zaznali minimalno povečanje pridelka pri poznem krajšanju poganjkov. Pri sorti 'Polka' so bile razlike med obravnavami večje. Najboljši pridelek je bil dosežen pri krajšanju poganjkov v sredini maja. Krajšanje poganjkov izvajamo izključno z namenom podaljševanja oz. zamikanja pridelovalne sezone.

**Ključne besede:** poletna rez, zamik zorenja, podaljševanje sezone

### IMPACT OF RASPBERRY PRIMOCANE TIPPING ON HARVEST OF 'AMIRA' AND 'POLKA' VARIETY

#### ABSTRACT

Climate changes with very often summer heat coincidence with second flowering of primocane raspberries. High temperature induce inflorescence drying and fruit sunburn. Damages are reflected in lower yield and fruit quality. By tipping the canes before fruit-setting, we promote further growth and the subsequent development of flowers and fruits. The impact of green cane tipping at 'Amira' and 'Polka' varieties was followed in 2015 and 2016. Tipping at both varieties and in both years had great influence on the beginning, peak and the end of harvest. The impact on yield was insignificant. At 'Amira' variety there was no differences between the untipped control and three-terms tipping. In both years, we have noticed a minimal increase in yields at late tipping. At the 'Polka' variety there were differences between treatments. The best yield was achieved at tipping in the middle of May. Cane tipping is performed for extending or delaying the production season.

**Key words:** summer pruning, delay the crop, extending the production period

---

<sup>1</sup>Kmetijski inštitutu Slovenije, Hacquetova 17, 1000 Ljubljana, darinka.koron@kis.si

## 1. UVOD

Malinjak (*Rubus idaeus* L.) oz. malina je rastlina izrazito zmerne klime. Zaradi klimatskih sprememb so obdobja poletne vročine, ki sovпада z drugim cvetenjem dvakrat rodne maline, vse pogostejša. Visoka temperatura povzroči sušenje cvetov in cvetnih zasnov ter ožige plodov, kar vodi v manjši in manj kakovosten pridelek. V nekaterih tehnologijah temperaturo v nasadu znižujejo s pomočjo senčilnih mrež ali oroševanja. Tveganje za bolezn listov, lesa in plodov se pri oroševanju močno poveča. Glede na to, da je v Sloveniji prodaja malin na višku poletne sezone majhna, smo iskali tehnološko rešitev, s katero bi zamaknili zorenje in se sočasno izognili problemu toplotnih šokov. S krajšanjem poganjkov pred začetkom cvetenja povečamo in poznamo pridelek za najmanj tri tedne (Strik, 2012). Praktična izvedba ukrepa je enostavna, nepoznani pa so optimalni termini rezi in učinki pri posameznih sortah. S tem, ko poganjek pred začetkom zasnove cvetnih brstov prikrajšamo (zelena rez), rastlino prisilimo v nadaljnjo rast in poznejšo zasnovo cvetov in plodov. Ukrepi mora biti izveden pravočasno. S prepoznim krajšanjem zorenje zamaknemo v obdobje nizkih temperatur in pomanjkanja svetlobe. Oliveira in sodelavci (1998) so ugotovili, da krajšanje poganjkov na približno 10 kolencu (nodiju) rastlino spodbudi k optimalnemu razraščanju stranskih poganjkov in zamiku začetka zorenja. Taka rez daje rastlini možnost normalnega razraščanja. Enake učinke krajšanja poganjkov so ugotovili tudi pri dvakrat rodni robidah (Strik in Buller, 2012).

Višek obiranja dveh najbolj sajenih dvakrat rodni sort 'Amire' in 'Polke' je v naših klimatskih razmerah običajno konec julija ali v začetku avgusta. Termin najbolj ustrezne rezi so nam delno poznani iz predhodnih let, vendar so za priporočilo tehnološkega ukrepa potrebni poskusi.

## 2. MATERIAL IN METODE

Zelene sadike dvakrat rodni sort malin 'Amira' in 'Polka' smo v kolekcijsko poskusni nasad jagodičja Kmetijskega inštituta Slovenije na Brdu pri Lukovici, posadili 18. junija 2014. Tla so srednje težka, blago kisl, optimalno založena s hranili in organsko snovjo. Maline smo posadili na grebene, prekrite z agrotekstilom. Pod folijo je kapljično namakanje. Sadilna razdalja je 0,4 m med sadikami in 3 m med vrstami. Gojitveni sistem je ozek, ob opori z dvema žicama na višinah 0,7 m in 1,5 m. Na višini 1,5 m je na opori 0,6 m dolga stranska letev. Nasad je od aprila do zaključka obiranja prekrit s PE folijo (tunel). Varstvo bred boleznimi in škodljivci smo izvajali po pravilih integrirane pridelave. Pri obeh sortah smo pridelek obirali le v enem obiralnem obdobju (od poletja do pozne jeseni) na toletnih poganjkih (primocane). Pri obeh sortah je obiranje potekalo na dva do tri dni, odvisno od vremenskih razmer.

Vpliv krajšanja zelenih poganjkov pri sortah 'Amira' in 'Polka' smo spremljali v letih 2015 in 2016. Spomladi, ko so talni poganjki dosegli višino od 15 do 20 cm, smo jih redčili na 4 do 5 močnih poganjkov na rastlino. Krajšanje zelenih poganjkov, z namenom poznejšanja začetka zorenja, smo v letu 2015 izvedli v dveh terminih, v letu 2016 pa v 3 terminih. Rez smo izvedli nad 10. kolencem (nodijem), na višini okrog 0,6 m. Poganjki so primerni za krajšanje ko dosežejo premer nad 1 cm. Drobnejše poganjke smo izrezali. V letu 2015 smo

krajšanje pri sorti 'Polka' izvedli 19. maja in 18. junija, pri sorti 'Amira' pa samo 18. junija. Poganjki 'Amire' so bili ob prvem terminu prenizki in neprimerno razviti za krajšanje. V letu 2016 smo krajšanje poganjkov pri obeh sortah izvedli 18. maja, 2. junija in 20. junija. V obeh letih smo krajšane poganjke primerjali z nekrajšanimi poganjki (kontrola). V letu 2015 smo pri posamezni sorti in obravnavanju spremljali začetek in trajanje zorenja. V letu 2016 smo spremljali začetek in trajanje zorenja ter količino in kakovost pridelka.

### 3. REZULTATI IN RAZPRAVA

Krajšanje zelenih poganjkov maline sort 'Amira' in 'Polka' je imelo v obeh letih zelo velik vpliv na začetek in potek zorenja. Vpliv krajšanja na pridelek je bil majhen.

V letu 2015 so na nekrajšanih poganjkih prvi plodovi sorte 'Amira' začeli zoreti 4. julija in sorte 'Polka' 6. julija (Slika 1). Na poganjkih sorte 'Polka', krajšanih 19. maja, so prvi plodovi začeli zoreti 5. avgusta (1 mesec za kontrolo). Na poganjkih, krajšanih 18. junija pa 3. septembra (2 meseca za kontrolo). Prvi plodovi sorte 'Amira' na poganjkih, krajšanih 18. junija so začeli zoreti sočasno s 'Polko'. Od druge polovice septembra do konca oktobra je bila sorta 'Polka', prikrajšana 18. junija, v polnem zorenju. Sorta 'Amira' je zorenje zaključila nekoliko prej.

V letu 2016 smo prve plodove kontrole pri sorti 'Polka' obrali 27. junija. Pri rezi poganjkov v maju smo obiranje začeli 8. julija (11 dni za kontrolo). Pri rezi poganjkov 2. junija smo obiranje začeli 14. julija (17 dni za kontrolo). Pri rezi poganjkov 20. junija nismo zaznali zamika začetka zorenja. Plodovi, ki so se razvili na stranskih rodnih vejicah so začeli zoreti sočasno s kontrolo. Obiranje kontrole pri sorti 'Amira' smo začeli 27. junija. Pri rezi poganjkov v maju smo obiranje začeli 8. julija (11 dni za kontrolo). Pri rezi poganjkov 2. junija smo obiranje začeli 18. julija (21 dni za kontrolo). Pri rezi poganjkov 20. junija se je zorenje začelo sočasno s kontrolo. Obiranja smo zaključili ob prvi močnejši pozebi, 17. novembra. Termin rezi v sredini junija je bil v letu 2015 uspešen, v letu 2016 pa prepozen in zato neuspešen. Spodnji brsti poganjka so se že pred rezjo razvili iz vegetativnih v rodne brste (Strik, 2012). Iz slike lahko razberemo, da so začetki zorenja pri različnih terminih rezi med leti lahko zelo različni. Na začetek in potek zorenja ima velik vpliv tudi sorta (Oliveira in sod., 1998). Vremenske razmere v letu 2016 so bile za rast malin bolj ugodne, z manj toplotnimi šoki kot v predhodnem letu. To je vplivalo na dinamiko zorenja. Pri kontroli in zgodnejših krajšanih poganjkov je zorenje postopno naraščalo, doseglo vrh in se postopno zmanjševalo. Pri poznem krajšanju (20. junij), je pri obeh sortah zorenje potekalo v dveh do treh intervalih. Pri obeh sortah smo s krajšanjem poganjkov dosegli zamik zorenja, ki omogoča dolgo in konstantno oskrbo s pridelkom. S krajšanjem poganjkov vzpodbudimo razraščanje stranskih poganjkov, kar močno poveča volumen rastline in oteži obiranje. Večje število poganjkov nujno ne vpliva na večji pridelek rastline.

V letu 2015 smo potencialni pridelek izračunali na osnovi števila cvetov. Ocenjeni pridelek pri sorti 'Amira' je bil izjemno visok, pri sorti 'Polka' pa dober. V letu 2016 smo v 35. obiranjih izmerili zelo povprečen pridelek. Pri sorti 'Amira' večjih razlik med kontrolo in

tremi termini rezi ni bilo. V obeh letih smo zaznali povečan pridelek pri poznem krajšanju poganjkov. Pri sorti 'Polka' so bili pridelki v povprečju primerljivi s pridelki v enem obiralnem obdobju (Hanson, 2015). Razlike med obravnavanji so bile večje. Najboljši pridelek je bil dosežen pri rezi v sredini maja. Dva tedna poznejša rez je imela enak pridelek kot kontrola. Zadnja rez v mesecu juniju je imela pri sorti 'Polka' izrazito negativen učinek na količino pridelka.

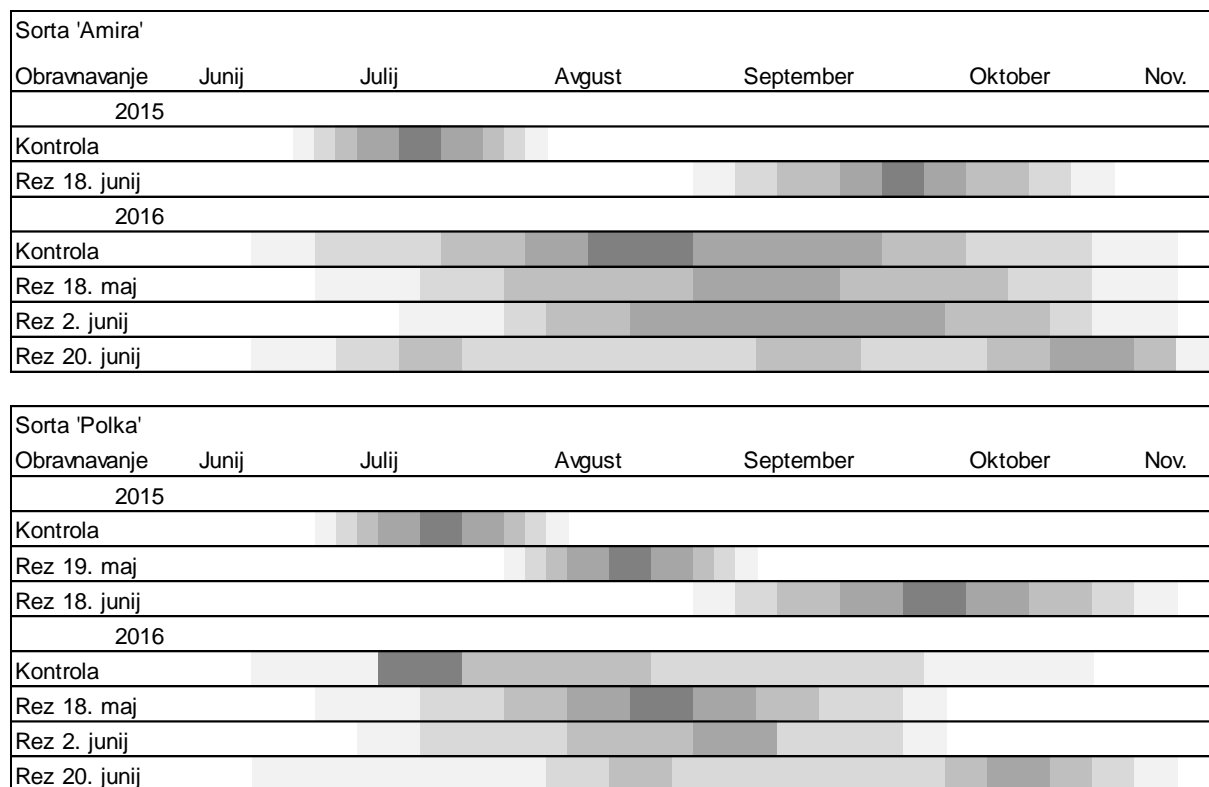
Krajšanja poganjkov ne izvajamo z namenom povečevanja pridelka, ampak izključno z namenom podaljševanja sezone oz. zamikanja začetka cvetenja in zorenja v poznejše poletno jesensko obdobje.

#### **4. ZAHVALA**

Zahvaljujem se Ministrstvu za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, ki je v okviru strokovne naloge 'Posebno preizkušanje sort sadnih rastlin – Tehnološki ukrepi', podprlo izvedbo poskusa.

#### **5. VIRI**

- Hanson E. 2015. Double cropping of primocane fruiting raspberries.  
<http://www.raspberryblackberry.com/wp-content/uploads/double-Cropping-of-Primocane-Fruiting-Raspberries.pdf> (5.1.2017).
- Oliveira P. B., Oliveira C. M., Machado P. V., Lopes-da-Foncesa L., Monteiro A. A. 1998. Improving off-season production of primocane-fruiting red raspberry by altering summer-pruning intensity, *HortScience*, 33, 1: 31-33.
- Strik B. C., Buller G. 2012. The impact of severity and time of tipping and hedging on performance of primocane-fruiting blackberry in a tunnel, *HortTechnology*, 22, 3: 325-329.
- Strik B. C. 2012. Flowering and fruiting on command in berry crop, *ActaHorticulturae*, 926: 197-214.



Slika 1: Vpliv krajšanja zelenih poganjkov v različnih terminih na potek zorenja sort 'Amira' in 'Polka' v letih 2015 in 2016

Figure 1: Impact of different primocane tipping on ripening mode of 'Amira' and 'Polka' variety in 2015 and 2016

Preglednica 1: Pridelek sort 'Amira' in 'Polka' pri različnih terminih krajšanja poganjkov v primerjavi z nekrajšano kontrolo v letih 2015 in 2016 (g/rastlino in kg/ha)

Table 1: The yield of 'Amira' and 'Polka' variety at different primocane tipping in comparison to untipped control in 2015 and 2016 (g/plant and kg/ha)

Sorta	Obravnavanje	Pridelek g/grm		Pridelek kg/ha	
		2015*	2016	2015*	2016
'Amira'	Kontrola	2250,4		18.562	
	Rez 18. junij	2592,4		21.384	
	Kontrola		1084,1		8.943
	Rez 18. maj		1050,8		8.663
	Rez 2. junij		1058,1		8.728
	Rez 20. junij		1095,6		9.039
'Polka'	Kontrola	1494,0		12.325	
	Rez 19. maj	1817,0		14.990	
	Rez 18. junij	1384,0		11.418	
	Kontrola		1073,9		8.860
	Rez 18. maj		1217,9		10.048
	Rez 2. junij		1063,1		8.771
	Rez 20. junij		825,8		6.813

\*na osnovi števila cvetov izračunan pridelek



## PRIMERENOST KOMBINACIJE ČASA GNOJENJA IN ODMERKA DUŠIKA ZA PRIDELAVO ČEŠENJ SORTE 'SUMMIT'

Tatjana UNUK<sup>1</sup>, Gregor TOMŠE<sup>1</sup>, Andrej VOGRIN, Marijan SIRK<sup>1</sup>, Mario LEŠNIK<sup>1</sup>,  
Matjaž LERŠ<sup>1</sup>, Stanislav TOJNKO<sup>1</sup>

### POVZETEK

V letu 2015 in 2016 smo v okviru projekta CRP 14–09: Tehnologije pridelave hrušk in češenj izvajali gnojilni poskus na pet let starih češnjah (*Prunus avium* L.) sorte 'Summit', cepljenih na podlago Gisela 5. V poskusu smo spremljali vpliv odmerka talno dodanega dušika (80 in 120 kg/ha) in časa gnojenja (jesen, spomlad) na rast in rodnost češenj ter kakovost pridelka. Poskus je zajemal 4 različna obravnavanja; 1. obravnavanje: skupno 120 kg N/ha (tretjina odmerka aplicirana po cvetenju, nato še dvakrat z enomesečnim zamikom), 2. obravnavanje: skupno 120 kg N/ha (tretjina odmerka aplicirana jeseni, tretjina spomladi in tretjina en mesec po cvetenju); 3. obravnavanje: skupno 80 kg N/ha (polovica gnojila aplicirana po cvetenju in polovica z enomesečnim zamikom) in 4. obravnavanje: skupno 80 kg N/ha (polovica odmerka aplicirana jeseni in polovica po cvetenju). Rezultati kažejo, da v prvem letu poskusa različni odmerki in termini gnojenja niso statistično značilno vplivali na noben spremljani parameter rasti, rodnosti in kakovosti plodov, medtem ko se je v drugem letu poskusa potrdil pozitiven vpliv gnojenja z manjšim odmerkom dušika (s pričetkom gnojenja jeseni) na vsebnost suhe snovi v plodovih. Po dveletnem poskusu vpliva različnih kombinacij in odmerkov na bujnost rasti nismo potrdili.

**Ključne besede:** češnja, dušik, rast, rodnost, kakovost

### SUITABILITY OF DIFFERENT COMBINATION OF TIME AND DOSAGE OF NITROGEN FOR CHERRY CV. 'SUMMIT' PRODUCTION

### ABSTRACT

In 2015 and 2016, the experiment within the project CRP 14-09: The technology of production of pears and cherries was carried out. It included fertilization experiment at five years old cherries (*Prunus avium* L.) cv. 'Summit', grafted on rootstock Gisela 5. In the experiment the influence of the "groundly" applied nitrogen dose (80 and 120 kg/ha) and the time of the beginning of fertilization (fall, spring) on the growth and yield of cherries and quality of the yield was assessed. The experiment consisted of 4 different treatments; 1. treatment: a total of 120 kg N/ha (one third of dose applied immediately after flowering, two dosages with one month delay), 2. treatment: a total of 120 kg N/ha (one third of dose applied in the autumn, one third after flowering and one third one month after flowering); 3. treatment: a total of 80 kg N ha (half of dosage applied after flowering, and half with one month delay) and 4. treatment: a total of 80 kg N/ha (a half of dose applied in the autumn, and second half after flowering). The results show that in the first year of the experiment different

<sup>1</sup> Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede, Pivola 10, 2311 Hoče, Slovenija

doses and terms of fertilization had no statistically significant effect on any parameter, growth, fertility and fruit quality, while in the second year of the experiment the positive effect of fertilization with a small dose of nitrogen (from the beginning of fertilization in autumn) on dry matter content of the fruits was confirmed. After two years of the experiment the influence of different fertilising combinations on vigour of the cherry trees was not confirmed.

**Key words:**cherry, nitrogen, growth, fertility, quality

## 1. UVOD

Tehnološki ukrepi v predelavi češenj zahtevajo kompleksni pristop, zato se bomo v tem članku omejili del, ki se nanaša na prehrano češenj z dušikom, predvsem na primernost kombinacij različnih odmerkov in časa gnojenja pri sorti češenj 'Summit'

Potrebe sadnih dreves po dušiku so odvisne od letnega časa in od razvojnih procesov, vezanih na izgradnjo lesa, poganjkov, korenin, listov, brstov in plodov. Kot vir hranil za pokritje teh potreb ima rastlina na voljo zaloge v lesu, hranila iz tal, hranila dodana z gnojili v tla ali na liste ter hranila, ki padejo na liste ali v tla s padavinami ali usedlinami prašnih delcev (Mihelič in sod., 2010). Pri češnji je čas med cvetenjem in zorenjem plodov kratek, kar pomembno vpliva na časovni okvir potrebe hranil, tako za plodove kot tudi za listno maso, ki je nujna »podpora« rasti plodov (Ouzonis in Lang, 2011). Pri češnjah cvetenje poteka pred polno rastjo listja, rast novih plodov in poganjkov je sočasna. Zaradi tega sta zgodnja faza cvetenja in zorenja pridelka kot tudi začetna vegetativna rast odvisni od zalog dušika; predvsem cvetenje in tvorba cvetnega nastavka sta fazi, v katerih poteka intenzivna poraba ogljika in zalog dušika, akumuliranega v prejšnji sezoni po obiranju pridelka (Longstroth in Perry, 1996; Flore in Layne, 1999; Ayala in sod., 2014). Tako je dušik iz zalog pogosto prvi in včasih edini vir, ki je spomladi na voljo za rast (Neilsen in sod., 1997; Weinbaum in Van Kessel, 1998; Dyckmans in Flessa, 2001). Tudi Grassi in sod. (2002) izpostavljajo, da je razpoložljivost dušika odločilna za primeren potek cvetenja.

Pri gnojenju češenj obstajajo odprta vprašanja glede odmerka dušika ter časa in načina njegove aplikacije. Številni avtorji zagovarjajo »tradicionalno« prakso izdatnega gnojenja z dušikom zgodaj spomladi, ki naj bi bil učinkovit predvsem glede pridelka in tvorbe rezerv. Zaloge bi se tudi lahko gradile tudi v kombinaciji manjše posezonske aplikacije talnega gnojila in foliarno dodanega gnojila (npr. urea) po obiranju pridelka. Vendar se Ayala in sod. (2014) nagibajo k tezi, da bi se bilo treba pri spomladanskih aplikacijah omejiti na količino, ki podpre zelen vigor in nič več. Pojasnjujejo, da foliarno gnojenje (npr. z ureo) lahko oskrbi brste z dušikom, ki se porabi v naslednji pomladi, medtem ko pobiralna talna aplikacija tega ne more. Isti avtorji navajajo, da je učinkovitost foliarnega gnojenja pri češnji še premalo pojasnjena, da bi bilo potrebno usmeriti raziskave predvsem za namen izvajanja foliarnega gnojenja pri uporabi šibkih podlag, zato ostaja v večini držav talno gnojenje glavni vir oskrbe češenj z dušikom.

Smernice glede gnojenja češenj z dušikom temeljijo na osnovi koncentracije dušika v listnih tkivih, vendar je interpretacija le-teh kompleksna (Sanchez in sod., 1995). Tehnološka navodila za integrirano pridelavo sadja (2016) narekujejo, da se letno češnji lahko doda največ 140 kg N/ha. Ob tem je pomemben še čas gnojenja, prav tako izbor gnojila in vlaga v tleh, ki je odgovorna za prenos gnojila do korenin in pretvorbo dušika v rastlinam dostopno



obliko ter starost dreves. Deformacije plodov pri češnji mnogokrat pripisujemo prav pomanjkanju dušika (Mihelič in sod., 2010). Brenc (2010) pa opozarja, da v primeru lahkih tal odmerek dušika ne sme presežati 30 kg čistega dušika na hektar oziroma 110 kg na hektar gnojila KAN.

Češnja je sadna vrsta, ki jo po obstoječih evidencah v Sloveniji pridelujemo na cca 215 hektarjih. V projekt CRP - Tehnologije pridelave hrušk in češenj je bila umeščena kot sadna vrsta, ki za širitev proizvodnje terja razjasnitve aktualnih problemov v pridelavi (občutljivost na pokanje, gnilobo, definiranje smernic za gnojenje, namakanje, ...). Namen poskusa je bil, preko vrednotenja parametrov rasti, rodnosti in kakovosti plodov pojasniti primernost različnih kombinacij odmerkov dušika in terminov gnojenja češenj sorte 'Summit', cepljene na podlago Gisela 5.

## 2. MATERIAL IN METODE

Gnojilni poskus je potekal na Univerzitetnem kmetijskem centru Pohorski dvor. Izveden je bil v letih od 2014 do 2016 v nasadu češenj sorte 'Summit', cepljene na podlago Gisela 5 in v gojitveni obliki vretenasti grm. Drevesa so bila posajena leta 2010 v enovrstnem sistemu z razdaljo sajenja 4 x 2,5 m. V letu poskusa je bila izvedena analiza tal v nasadih Sinič 1 in Sinič 2. Podatki rezultatov analize tal so predstavljeni v preglednici 1. V poskus je bilo vključeno 64 dreves sorte (4 obravnavanja x 4 ponovitve po 4 drevesa). Pri poskusu smo uporabljali dušikovo gnojilo KAN.

Obravnavanja:

1. Gnojenje s skupno 120 kg N/ha; pričetek spomladi; gnojenje v treh odmerkih po 40 kg N/ha z začetkom neposredno po cvetenju in z enomesečnimi zamiki (v nadaljevanju 120 S).
2. Gnojenje s skupno 120 kg; prvi odmerek (40 kg N/ha) apliciran jeseni, drugi po cvetenju, tretji odmerek mesec dni za drugim (v nadaljevanju 120 J).
3. Gnojenje s skupno 80 kg N/ha; prvi odmerek (40 kg N/ha) apliciran spomladi po cvetenju, drugi odmerek z enomesečnim zamikom (v nadaljevanju 80 S).
4. Gnojenje s skupno 80 kg N/ha; prvi odmerek (40 kg N/ha) apliciran jeseni, drugi odmerek spomladi, po cvetenju (v nadaljevanju 80 J).

Ob začetku poskusa (jesen 2014) in vsako leto ob koncu vegetacije je bil izmerjen obseg debel 20 cm nad cepljenim mestom. Obe leti (2015, 2016) je bilo izvedeno vrednotenje pridelka (pridelek na drevo, masa 100 plodov, osnovni parametri kakovosti), zaradi vremenskih posebnosti pa smo v letu 2016 dodatno ovrednotili delež popokanih in gnilih plodov. Specifika vremenskih razmer je bilo daljše sušno obdobje spomladi (v marcu in aprilu) v letu 2015, v letu 2016 pa daljše deževno obdobje pred začetkom zorenja, ki je ponekod po Sloveniji popolnoma uničilo pridelek češenj.

Podatki so bili obdelani s statističnim programom SPSS 15.0 za programsko okolje Windows. Srednje vrednosti izračunanih povprečnih parametrov smo z analizo variance (ANOVA) primerjali med posameznimi obravnavanji. Sredine proučevanih variabilnih spremenljivk smo testirali s Tukey HSD-testom s 5 % tveganjem.

### 3. REZULTATI IN RAZPRAVA

V letu 2015 se pridelek na drevo po obravnavanjih ni razlikoval; pokazal se je trend večjega pridelka pri obravnavanju 80 J. V letu 2016 (drugo leto poskusa) je v količini pridelka od povprečja nekoliko zaostajalo obravnavanje 80 S, medtem ko med ostalimi obravnavanji nismo potrdili razlik. Pri vrednotenju vpliva časa gnojenja v dvoletnem poskusu zaznavamo trend nekoliko slabše rodnosti v primeru, ko smo s celotnim odmerkom dušika gnojili spomladi, vendar se kot signifikantna potrdi razlika šele v letu 2016, ko se izkaže začetek gnojenja jeseni v kombinaciji z manjšim odmerkom dušika kot primernejše. Sam odmerek dušika ni imel pomembnega vpliva na rodnost, prav tako ne na maso 100 plodov ter bujnost rasti dreves (preglednica 2).

Edini pomembni vpliv načina gnojenja z dušikom se je pokazal pri vsebnosti suhe snovi v plodovih. V letu 2015 tega vpliva nismo potrdili, se je pa v letu 2016 pokazalo, da bi lahko višjo vsebnost suhe snovi v plodovih pripisali gnojenju z manjšim odmerkom dušika (80 kg/ga), kadar je bila prva polovica odmerka aplicirana že jeseni (80 J). V tem primeru smo, ob primerljivem pridelku in rasti, v plodovi izmerili v povprečju 17 % višjo vsebnost suhe snovi, kot pri ostalih obravnavanjih.

V letu 2016 smo dodatno spremljali količino popokanih plodov. Ta je bila značilno najvišja pri spomladanskem intenzivnem gnojenju s 120 kg N/ha (obravnavanje 120 S); pri tem obravnavanju je delež popokanih in gnilih plodov dosegel kar 30 %.

Začetna vegetativna rast in razvoj plodov češenj spomladi sta odvisna od zalog dušika, pridobljenih v prejšnji sezoni. Glede na to smo pričakovali, da bo jesensko gnojenje pokazalo izrazitejši pozitiven vpliv na bujnost rasti in skupni pridelek. Tudi večji odmerek dušika (120 kg/ha), dodan talno, v nobenem letu izvajanja poskusa, v izjemno različnih pridelovalnih pogojih (suša oz. prevelika količina vode) ni pokazal nobenega posebnega vpliva na bujnost rasti in količino pridelka; dodan spomladi (v treh obrokih) je celo povečal delež popokanih plodov, pri vrednotenju mase 100 plodov pa je bil vpliv večjega odmerka dušika neizrazit.

Iz prakse je znana in v literaturi večkrat omenjena situacija, da veliki odmerki dušika povzročajo pri sadnih rastlinah bujnejšo rast in obilnejši, vendar manj kvaliteten pridelek, česa pa v našem poskusu nismo potrdili. Odmerek 80 kg N/ha, apliciran pol jeseni in pol po cvetenju, se je v danih pridelovalnih pogojih izkazal kot enako učinkovit glede bujnosti in rodnosti ter mase 100 plodov, obenem pa je imel pozitiven učinek na vsebnost suhe snovi.

Na osnovi rezultatov sklepamo, da v pridelovalnih pogojih UKC Pohorski dvor razlika v odmerku dušika 80 oz 120 kg/ha in v času začetka gnojenja (jesen, spomlad) ni odločilno vplivala na spremljane vegetativne in generativne parametre, se je pa glede notranje kakovosti plodov kot pozitivno izkazalo gnojenje z manjšim (80 kg N/ha) odmerkom dušika, kjer je bil prvi odmerek dodan že jeseni (preglednica 2).

### 4. ZAHVALA

Raziskava je del projekta CRP – Tehnologija pridelave hrušk in češenj, ki ga financirata Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije (ARRS) ter Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano Republike Slovenije.

## 5. VIRI

- Ayala M., Banados P., Thielemann M., Toro R. 2014. Distribution and recycling of canopy nitrogen storage reserves in sweet cherry (*Prunus avium* L.) fruiting branches following 15N-urea foliar applications after harvest. *Ciencia Investigacion Agraria*, Chile, 1: 71–80.
- Brence A. 2010. Gnojenje z dušikom.  
[www.kmetijskizavod-nm.si/file/1212/download/1405](http://www.kmetijskizavod-nm.si/file/1212/download/1405) (16. 10. 2015)
- Dyckmans J., Flessa H. 2001. Influence of tree internal N status in uptake and translocation of C and N in beech: adual 13C and 15N labeling approach. *Tree Physiol.*, 21: 395–401.
- Grassi G., Millard P., Wendler R., Minotta G., Tagliavini M. 2002. Measurement of xylem sap amino acid concentrations in conjunction with whole tree transpiration estimates spring N remobilization by cherry (*Prunus avium* L.) trees. *Plant Cell Environ*, 25: 1689–1699.
- Flore J. A., Layne D. R. 1999. Photoassimilate production and distribution in cherry. *HortScience*, 34: 1015–1019.
- Longstroth M., Perry R. L. 1996. Selecting the orchard site, orchard planning and establishment. In: Webster A. D., Looney N. E. (Eds.), *Cherries: Crop Physiology, Production and Uses*. CAB International, Cambridge: 203–221.
- Mihelič R., Čop J., Jakše M., Štampar F., Majer D., Tojnko S., Vršič S. 2010. Smernice za strokovno utemeljeno gnojenje. Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano: 91–110.
- Neilsen D., Millard P., Neilsen G. H., Hogue E. J. 1997. Sources of N used for leaf growth in a high-density apple (*Malus domestica*) orchard irrigated with ammonium nitrate solution. *Tree Physiol*, 17: 733–739.
- Ouzounis T., Lang G. A. 2011. Foliar application of urea affect nitrogen reserves and cold acclimation of sweet cherries (*Prunus avium* L.) on dwarfing rootstocks. *HortScience*, 46, 7: 1015–1021.
- Tehnološka navodila za integrirano pridelavo sadja. 2016.  
[http://www.mkgp.gov.si/si/delovna\\_podrocja/kmetijstvo/integrirana\\_pridelava/tehnolo](http://www.mkgp.gov.si/si/delovna_podrocja/kmetijstvo/integrirana_pridelava/tehnolo) (28. 12. 2016)
- Sanchez E. E., Khemira H., Sugar D., Righetti T. L. 1995. Nitrogen management in orchards. V: Bacon P. E. (Ed.), *Nitrogen Fertilization in the Environment*. Marcel Dekker. New York: 327–380.
- Weinbaum S., Van Kessel C. 1998. Quantitative estimates of uptake and internal cycling of 14N-labelled fertilizer in mature walnut trees. *Tree Physiol*, 18: 795–801.

Preglednica 1: Analiza tal (KGZ Maribor, 24. 3. 2015).

Table 1: Analysis of soil (KGZ Maribor, 24. 3. 2015).

	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/100 g)	K <sub>2</sub> O (mg/100 g)	pH	Humus (%)	Mg (mg/100 g)	B (mg/kg)	Ca (%)
Vrednost	1,2 (A)	11,7 (B)	4,29	2,66	22,1 (C)	0,56	0,24

Preglednica 2: Osnovni podatki o pridelku, kakovosti in bujnosti rasti češenj glede na različne odmerke in čas gnojenja z dušikom (TSS – topna suha snov, 120 S: 120 kg N/ha s pričetkom gnojenja spomladi; 120 J: 120 kg N/ha s pričetkom gnojenja jeseni; 80 S: 80 kg N/ha s pričetkom gnojenja spomladi; 80 J: 80 kg N/ha s pričetkom gnojenja jeseni).

Table 2: Basic data on yield, quality and growth intensity of cherries with different doses and time of application of nitrogen (TSS- soluble solids content, 120 S:120 kg N/ha- beginning of fertilization in the spring; 120 J: 120 kg N/ha - beginning of fertilization in autumn, 80 S: 80 kg N/ha - beginning of fertilization in the spring; 80 kg N/ha - beginning of fertilization in autumn).

OBR.	Pridelek 2015 (kg/drevo)	Pridelek 2016 (kg/drevo)	Masa 100 plodov 2015 (kg)	Masa 100 plodov 2016 (kg)	Masa popokanih plodov 2016 (kg/drevo)	TSS 2015 (Brix)	TSS 2016 (Brix)	Obseg debla jesen 2016 (cm)
120 S	6,76 ns	6,1 a	0,98 ns	1,09 ns	1,8 a	17,4 ns	13 b	33,1 ns
120 J	6,73 ns	6,3 a	1,04 ns	1,10 ns	1,3 b	16,3 ns	14 b	35,4 ns
80 S	6,96 ns	5,6 b	1,06 ns	1,11 ns	1,3 b	16,7 ns	14 b	35,6 ns
80 J	8,18 ns	6,2 a	0,99 ns	1,19 ns	1,6 ab	16,5 ns	16 a	35,8 ns

\*vrednosti v istem stolpcu, označene z različnimi črkami (a, b) se med seboj statistično značilno razlikujejo (Tukey, 0,05); ns – nesignifikantno

\* values in the same column, marked with different letters (a, b) differ significantly (Tukey, 0.05); ns - not significant

## TRENDI PRI SKLADIŠČENJU SADJA

Rajko VIDRIH<sup>1</sup>, Emil ZLATIC<sup>1</sup>, Janez HRIBAR<sup>1</sup>

### POVZETEK

Prihodnost prinaša številne inovativne rešitve na področju tehnologij skladiščenja. Proizvajalci usmerjajo razvoj opreme predvsem na področju nadzora in vodenja procesa skladiščenja. Inovativne rešitve temeljijo na izboljšanju sistema vzdrževanja izredno nizke vsebnosti kisika, ki se za razliko od obstoječega prilagaja aerobnemu metabolizmu sadja in v celoti preprečuje oksidativne poškodbe plodov. Med skladiščenjem je v povprečju do 10 krat nižja vsebnost kisika v primerjavi z ULO (Ultra low oxygen) sistemom, kar pozitivno vpliva tudi na nekatere druge kriterije kakovosti kot so trdota mesa plodov, barva, vsebnost kislin in sladkorjev. Zanesljiv sistem ugotavljanja anaerobnih pogojev je ključen element regulacije dinamične atmosfere. Merjenje fluorescence klorofila, respiracijskega kvocienta in vsebnosti etanola so najpogostejši načini ugotavljanja anaerobnega metabolizma plodov. Pridelava sadja se vse bolj usmerja v manj obremenjujoče sisteme intenzivne pridelave, ki teži k ničnemu ostanku sredstev za varstvo rastlin, kar negativno vpliva na pojav in razvoj skladiščnih bolezni. Termična obdelava plodov je trenutno edini dovoljen poobiralni ukrep, ki učinkovito zmanjšuje razvoj skladiščnih bolezni. Medij prenosa toplote je običajno voda ali vlažen zrak, temperatura medija je odvisna od časa obdelave in vrste sadja. S termično obdelavo znatno zmanjšamo občutljivosti plodov na nizke temperature, tako obdelano sadje in zelenjavo lahko skladiščimo pri nižjih temperaturah, vse do 0 °C.

**Ključne besede:** poobiralna fiziologija, dinamična atmosfera, anaerobni metabolizem, uporaba tople vode, poškodbe zaradi nizkih temperatur, uporaba vročega zraka

## TRENDS IN FRUIT AND VEGETABLE STORAGE

### ABSTRACT

Storage technologies for the near future are facing with few new innovative solutions. Producers are carrying out the research of hardware especially in the field of control and management of storage process. Innovative solutions are based upon improving the system of maintaining extremely low O<sub>2</sub> concentration, that unlike in other technologies is able to adapt (prevent) anaerobic metabolism of fruits and thus prevent the oxidative damages. During storage, the O<sub>2</sub> concentration is usually 10 times lower as compared to ultra low oxygen storage (ULO) system which positively influences quality criteria like fruit firmness, colour as well as acidity and sugar content. Reliable system to detect the appearance of anaerobic metabolism is a key component of dynamic atmosphere system. Measuring the chlorophyll fluorescence, respiration quotient and ethanol content are the regularly monitored parameters to detect the anaerobic metabolism. Fruit growing is directed toward more ecological friendly

---

<sup>1</sup> Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo, Katedra za tehnologije, prehrano in vino, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana

production with zero phytopharmaceutical residues which in turn allow the development of some storage diseases. Hot water treatment of fruits is the only officially allowed postharvest measure that mitigates microbiological and physiological disorders. Medium of heat transfer are water and moist air, temperature depends on treatment time and type of fruit. Such thermic treatments also reduce the sensibility to chilling injuries which allow for the storage of treated fruits at lower temperatures down to 0 °C.

**Key words:** post harvest physiology, dynamic atmosphere, anaerobic metabolism, hot water treatment, chilling injuries, hot air treatment

## 1. UVOD

Zaradi naraščanja pridelave jabolk v svetu, velikega števila globalnih in lokalnih konkurentov, visoke ravni varovanja javnega zdravja ter krepitev ozaveščenosti potrošnikov o zdravem prehranjevanju so se zelo zaostrele zahteve po kakovosti in varnosti pridelanega sadja v Sloveniji. Trenutni trendi so usmerjeni v manj obremenjujoče sisteme intenzivne pridelave, ki temeljijo na načelu integrirane in ekološke pridelave. Tem usmeritvam se prilagajajo tudi proizvajalci opreme, zato vse več sil usmerjajo v sodobne sisteme vodenja, z namenom izboljšanja kakovosti plodov in zmanjšanje izgub med skladiščenjem.

## 2. SKLADIŠČENJE SADJA V DINAMIČNI ATMOSFERI

Idejni koncept dinamične atmosfere temelji na izboljšanju sistema vzdrževanja izredno nizke vsebnosti kisika, ki se za razliko od obstoječega prilagaja aerobnemu metabolizmu sadja in v celoti preprečuje oksidativne poškodbe plodov. Med skladiščenjem je v povprečju do 10 krat nižja vsebnost kisika v primerjavi z ULO (Ultra low oxygen) sistemom, kar pozitivno vpliva tudi na nekatere druge kriterije kakovosti kot so trdota mesa plodov, barva, vsebnost kislin in sladkorjev. Ključen element dinamične atmosfere je sistem nadzora, ki se mora, v primeru povečane koncentracije acetaldehida, etanola in etil acetata, ustrezno odzvati. Acetaldehid je za celice strupen, zato se s pomočjo encima alkohol dehidrogenaze pretvarja v manj strupeni etanol. Dolgotrajnejše trajanje anaerobnih pogojev (premalo O<sub>2</sub> in/ali preveč CO<sub>2</sub>) lahko privede do notranjih in/ali zunanjih poškodb tkiva, kar se kaže v obliki porjavelosti mesa in kože plodov. Da bi preprečili pojav poškodb je potrebno redno spremljanje dinamike nastajanja anaerobnih metabolitov v razmaku nekaj dni.

### *'Off line' določanje vsebnosti etanola in etilacetata v plodovih sadja*

Postopki 'off line' določanja anaerobnih metabolitov temeljijo predvsem na dveh tehnikah in sicer plinski kromatografiji in encimskih biosenzorjih. Kromatografske metode so zelo natančne, občutljive in predstavljajo zlati standard za detekcijo anaerobioze plodov. Meritev biosenzorjev je hitra in cenovno ugodna, vendar v praksi ni vedno zanesljiva. Problem je predvsem vpliv matriksa jabolčnih sokov, ki lahko povzroča lažno pozitivne ali negativne rezultate meritev (Deuchande in sod., 2016). Pri off line analizi potrebujemo reprezentativen vzorec sadja, torej dovolj velik vzorec, ki ima podobne lastnosti kot ga ima ostalo sadje v skladišču. Vzorcimo v intervalu od nekaj dni do nekaj tednov, frekvenca vzorčenja je odvisna predvsem od rezultatov meritev. O anaerobiozi plodov govorimo takrat, kadar se vsebnost etanola v plodovih poveča za vsaj 20 ppm, vsebnost etilacetata je približno 10 do 20 krat nižja v primerjavi z etanolom. Sveže obrani in tehnološko zreli plodovi praviloma ne vsebujejo etilacetata.

Edina slabost 'off line' analiz je ta, da so meritve metabolitov zelo dolgotrajne, kar vpliva na odzivni čas sistema za nadzor dinamične atmosfere, zato jih v praksi ni možno avtomatizirati.

#### *Zaznavanje anerobnega metabolizma s pomočjo fluorescence klorofila*

DeEll in sod. (1999) so ugotovili, da na podlagi razlik v povečanju ali zmanjšanju fluorescence klorofila, ki jo izmerimo na površini plodov v popolni temi, lahko spremljamo stresni odziv sadja v dinamični atmosferi. V razmerah nizke vsebnosti kisika se lahko vrednost fluorescence ( $F_0$ ) poveča tudi za 50 %, ob dodatku  $O_2$  v skladiščno celico se meritev fluorescence ponovno zniža na prvotno vrednost (Wright in sod., 2012). Na podlagi razlik v povečanju in zmanjšanju fluorescence klorofila lahko zelo hitro sklepamo, da smo dosegli mejne parametre skladiščenja. Kot poročajo Tran in sod., (2015) se signal fluorescence znatno poveča, če pade vsebnost  $O_2$  pod 0,2 %, določen vpliv pa ima tudi vsebnost  $CO_2$ . Ob tem je potrebno posebej poudariti, da je meritev fluorescence samo stresni indikator in ni direkten pokazatelj vsebnosti anaerobnih metabolitov v plodovih jabolkih. Iz tega razloga je zelo priporočljivo, da se pri vodenju dinamične atmosfere opravi občasno laboratorijsko kontrolo plodov na vsebnost etanola in etilacetata, še zlasti v primeru dinamičnih odzivov meritev fluorescence.

Merjenje fluorescence klorofila nam omogoča, da zelo hitro in dovolj zgodaj določimo stresne dejavnike dinamične atmosfere, dodatna prednost je tudi neinvazivnost meritev in možnost avtomatizacije sistema. Največja slabost je v tem, da se meritve izvajajo samo na 6 do 12 plodovih sadja, kar je odločno premajhna velikost vzorca za zagotovitev reprezentativnosti 200 tonske celice sadja.

#### *Zaznavanje anerobnega metabolizma s pomočjo respiracijskega kvocienta (RQ)*

Koeficient dihanja je definiran kot razmerje med količino izdihanega  $CO_2$  in porabljenim  $O_2$ . Med skladiščenjem jabolkih v navadni atmosferi znaša okvirna vrednost RQ 0,90, ob pojavu nizke vrednosti  $O_2$  pride do povečanega izločanja  $CO_2$ , kar povzroči eksponentno naraščanje vrednosti RQ (Bessemans in sod., 2016; Both in sod., 2017). Določanje RQ sodi med on line analize, za katere je značilno, da vzorčenje in prenos vzorca do senzorjev poteka avtomatsko, vodenje dinamične atmosfere je lahko s takšnim sistemom meritev popolnoma avtomatizirano.

Nadzor skladišč na osnovi RQ vrednosti je sicer že stara ideja (Jozwiak in Blanpied 1993), a doslej, zaradi številnih težav pri zagotavljanju tesnosti celic in odzivnosti merilnih senzorjev, še ni zaživela v industrijskem merilu.

#### *Merjenje vsebnosti etanola skladiščni atmosferi*

Etanol spada med polarne hlapne organske spojine, zato ga lahko določimo tudi v skladiščni atmosferi. Njegova povprečna koncentracija je v primerjavi s plodovi 1000 krat nižja. Zaradi nizkega parnega tlaka etanola, nizke temperature (+1 °C) in prisotnosti hlapnih aromatičnih snovi potrebujemo zelo občutljiv in selektiven senzor za določanje etanola v dinamični atmosferi. Zelo zanimiv sistem so za ta namen razvili Boerman in sod., (2016), elektrokemijski senzor so opremili s posebnim filtrom in platinastim katalizatorjem za odstranjevanje motečih nečistoč skladiščne atmosfere. Občutljivost senzorja znaša le nekaj ppb, s filtrom nečistoč so uspešno odstranili večino motečih hlapnih spojin, težave z navzkrižno detekcijo je povzročal le metanol.

### 3. TERMIČNA OBDELAVA SADJA IN ZELENJAVE

#### *Vpliv termične obdelave na fiziološke spremembe plodov*

Pri termični obdelavi sadja in zelenjave se sintetizirajo proteini toplotnega šoka, z namenom zagotovitve tolerance na povišano temperaturo (Saltveit, 2000). Povišana temperatura vpliva preko sinteze proteinov toplotnega šoka tudi na več ostalih metabolnih poti kot so sinteza etilena, dihanje, mehčanje plodov, metabolizem pigmentov in sinteza hlapnih aromatskih spojin (Ferguson in sod., 2000). Fallik in sod. (1999) so opisali metodo uporabe vroče vode in sočasnega ščetkanja za podaljšanje obstojnosti paprike. Ta postopek je še vedno v komercialni uporabi, ščetkanje zgotavlja redistribucijo naravnih zaščitnih voskov, ki se zopet enakomerno porazdelijo po površini. Paprika se ščetka in namaka do 2 minuti v vodi s temperaturo okrog 52 °C. Posledica nastanka proteinov toplotnega šoka je tudi izboljšanje občutljivosti sadja in zelenjave na nizke temperature skladiščenja; večina tropskega sadja, paprike in paradižnika je občutljiva na temperaturo skladiščenja nižjo od 10 °C. Pri poškodbah zaradi nizkih temperatur se poruši integriteta membrane, posledica je puščanje elektrolitov. Akumulacija proteinov toplotnega šoka poveča odpornost na nizke temperature (Aghdam in sod., 2013). Ko se proteini toplotnega šoka enkrat akumulirajo omogočajo odpornost na nizke temperature tudi pri skladiščenju pri nizkih temperaturah (do 0 °C). Po obdelavi s toplo vodo lahko uporabljamo temperature skladiščenja okrog 0 ° ne da bi se pojavile značilne poškodbe spremembe barve in videz kože, toleranca do nizkih temperatur ostane do konca skladiščenja.

#### *Vpliv termične obdelave na mikrobiološke spremembe plodov*

Glive iz rodu *Monilija* so eden glavnih povzročiteljev mikrobiološkega kvara koščičastega in pečkatega sadja. Kvar povzroča več vrst monilije in sicer *Monilinia laxa*, *Monilinia fructigena*, in *Monilinia fructicola* (Casals in sod., 2010). *M. laxa* in *M. fructigena* se pojavljata v mediteranskem območju (Cal in Melgarejo, 1999), *M. fructicola* pa je bolj poznana v Indiji, v Koreji, na Japonskem ter severni in južni Ameriki (De Cal in sod., 2009), čeprav je poznana tudi v Evropi. *M. laxa* in *M. fructigena* se pojavljata predvsem na koščičarjih, *M. fructicola* pa na pečkatem sadju. Edini način za zmanjšanje pojava bolezni je preventivna uporaba fungicidov v sadovnjaku.

Uporaba toplotne obdelave za preprečevanje mikrobiološkega kvara na sadju se preizkuša že dlje časa. Mehanizem delovanja povišanih temperatur na zaviranje mikroorganizmov si razlagajo kot direktni vpliv na mikroorganizem ali posredno preko ojačanja obrambnega mehanizma plodu na lokaciji delovanja mikroorganizma. Pri obrambnem mehanizmu plodu ima ključno vlogo encim PAL, ki katalizira sintezo fitoaleksinov. Ferguson in sod., (2000) navajajo, da toplotna obdelava plodov vpliva na sintezo več polimerov podobnim ligninu, fitoaleksinov in proteinov kot je npr. hitinaza, ki zavirajo razvoj mikroorganizmov.

Uporaba vročega suhega zraka povzroča manj poškodb v primerjavi z vlažnim vročim zrakom (Casals in sod., 2010). Prenos toplote pri uporabi vlažnega zraka poteka preko kondenzacije vode na površini sadja, prenos je hitrejši kot pri uporabi suhega zraka. Pri isti temperaturi vlažen zrak hitreje inaktivira mikroorganizme.

Pri poskusu uporabe različnih temperatur (45 °C, 50 °C) in časa so Casals in sod. (2010) prišli do zaključka, da temperatura 50 °C in čas trajanja 90 minut ne zagotavlja zadovoljivega učinka pri inaktivaciji *Monilinie fructicole*. Temperatura zraka 50 °C, relativna vlaga 95 – 99



% in čas delovanja 120 minut popolnoma preprečijo razvoj monilije na breskvah. Opisani postopek ne vpliva na notranji in zunanji izgled breskev kot tudi ne na suho snov in kisline. Tretiranje s toplim zrakom načeloma ne vpliva na trdoto z izjemo posameznih sort kot je primer nektarine Fantasia, ki je bila po tretiranju in 48 urni inkubaciji pri 20 °C značilno trša v primerjavi s kontrolnimi vzorci (Casals in sod., 2010). Odvisno od temperature in časa trajanja toplotne obdelave je za plodove značilno, da počasneje zorijo v primerjavi z neobdelanimi.

#### 4. ZAKLJUČEK

Z razvojem elektronike in programske opreme se odpirajo nove možnosti na področju razvoja tehnologij skladiščenja. Z neposredno meritvijo fizioloških odzivov plodov lahko zagotovimo optimalnejšo delovanje skladiščnih procesov, izboljšamo kakovost plodov in zmanjšamo izgube med skladiščenjem. Predlagane rešitve so nova priložnost pridelovalcem sadja, da iz nje razvijejo konkurenčne prednosti pri trženju integriranega in ekološko pridelanega sadja z višjo dodano vrednostjo.

#### 5. VIRI

- Aghdam M. S., Sevillano L., Flores F. B., Bodbodak S. 2013. Heat shock proteins as biochemical markers for postharvest chilling stress in fruits and vegetables. *Scientia Horticulturae*, 160: 54-64.
- Asghari M., Aghdam M. S. 2010. Impact of salicylic acid on post-harvest physiology of horticultural crops. *Trends in Food Science & Technology*, 21: 502-509.
- Bessemans N., Verboven P., Verlinden B. E., Nicolaï B. M. 2016. A novel type of dynamic controlled atmosphere storage based on the respiratory quotient (RQ-DCA). *Postharvest Biology and Technology*, 115: 91-102.
- Boerman J. K., Bauersfeld M. L., Schmitt K., Wöllenstein J. 2016. Detection of Gaseous Ethanol by the Use of Ambient Temperature Platinum Catalyst. *Procedia Engineering*, 168: 201-205.
- Both V., Thewes F. R., Brackmann A., de Oliveira Anese R., de Freitas Ferreira D., Wagner R. 2017. Effects of dynamic controlled atmosphere by respiratory quotient on some quality parameters and volatile profile of 'Royal Gala' apple after long-term storage. *Food Chemistry*, 215: 483-492.
- Cal A. D., Melgarejo P. 1999. Effects of long-wave UV light on *Monilinia* growth and identification of species. *Plant Disease*, 83: 62-65.
- Casals C., Teixidó N., Viñas I., Llauredó S., Usall J. 2010. Control of *Monilinia* spp. on stone fruit by curing treatments: Part I. The effect of temperature, exposure time and relative humidity on curing efficacy. *Postharvest Biology and Technology*, 56: 19-25.
- De Cal A., Gell I., Usall J., Viñas I., Melgarejo P. 2009. First report of brown rot caused by *Monilinia fructicola* in peach orchards in Ebro Valley, Spain. *Plant Disease*, 93: 763-763.
- DeEll J. R., van Kooten O., Prange R. K., Murr D. P. 1999. Applications of chlorophyll fluorescence techniques in postharvest physiology. *Hort. Rev.*, 23: 69-107.
- Deuchande T., Carvalho S. M., Guterres U., Fidalgo F., Isidoro N., Larrigaudière C., Vasconcelos M. W. 2016. Dynamic controlled atmosphere for prevention of internal browning disorders in 'Rocha' pear. *LWT-Food Science and Technology*, 65: 725-730.
- Fallik E., Grinberg S., Alkalai S., Yekutieli O., Wiseblum A., Regev R., Beres H., Bar-Lev E. 1999. A unique rapid hot water treatment to improve storage quality of sweet pepper. *Postharvest Biology and Technology*, 15: 25-32.

- Ferguson I., Ben-Yehoshua S., Mitcham E., McDonald R., Lurie S. 2000. Postharvest heat treatments: introduction and workshop summary. *Postharvest Biology and Technology*, 21: 1-6.
- Jozwiak Z., Blanpied G. 1993. A study of some orchard and storage factors that influence the oxygen threshold for ethanol accumulation in stored apples. CA '93. Proc. 6th Intl. Controlled Atmosphere Research Conference, Cornell Univ., Ithaca, NY. Northeast Reg. Agric. Eng. Service, Ithaca, NY, USA.
- Liu C., Jahangir M. M., Ying T. 2012. Alleviation of chilling injury in postharvest tomato fruit by preconditioning with ultraviolet irradiation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92: 3016-3022.
- Maxin P., Weber R. W., Pedersen H. L., Williams M. 2012. Control of a wide range of storage rots in naturally infected apples by hot-water dipping and rinsing. *Postharvest Biology and Technology*, 70: 25-31.
- Ponce-Valadez M., Fellman S. M., Giovannoni J., Gan S.-S., Watkins C. B. 2009. Differential fruit gene expression in two strawberry cultivars in response to elevated CO<sub>2</sub> during storage revealed by a heterologous fruit microarray approach. *Postharvest Biology and Technology*, 51: 131-140.
- Saltveit M. E. 2000. Wound induced changes in phenolic metabolism and tissue browning are altered by heat shock. *Postharvest Biology and Technology*, 21: 61-69.
- Tran D. T., Verlinden B. E., Hertog M., Nicolaï B. M. 2015. Monitoring of extremely low oxygen control atmosphere storage of 'Greenstar' apples using chlorophyll fluorescence. *Scientia Horticulturae*, 184: 18-22.
- Wright A. H., DeLong J. M., Gunawardena A. H., Prange R. K. 2012. Dynamic controlled atmosphere (DCA): Does fluorescence reflect physiology in storage? *Postharvest Biology and Technology*, 64: 19-30.

## VPLIV RAZLIČNE INTENZIVNOSTI REZI NA RAST IN RODNOST ČEŠENJ (*Prunus avium L.*) NA BUJNI PODLAGI

Nikita FAJT<sup>1</sup>, Erika KOMEL<sup>1</sup>

### POVZETEK

Rez češenj na bujni podlagi se v slovenskih intenzivnih nasadih še ne izvaja kot reden tehnološki ukrep. Če imamo v takih nasadih, poleg bujne podlage, opravka še z zelo rodnimi sortami, je največkrat primerna debelina plodov ob obiranju zelo vprašljiva. V sadjarskem centru Bilje smo zastavili poskus z dvema stopnjema intenzivnosti rezi – intenzivno rezana in zelo malo obrezana drevesa češenj sort 'Celeste', 'Giorgia', 'Sunburst', 'Van' in 'Sweet Heart'. Sorte so na podlagi sejanca češnje, praviloma zelo rodne in dokaj zastopane v proizvodnih nasadih. Poskus smo pričeli izvajati spomladi 2014. Vpliv intenzivnosti rezi na enoletni prirast smo spremljali v letih 2015 in 2016, pridelek in kakovost plodov pa v obdobju 2014-2016. Število krajših enoletnih poganjkov (20-40 cm) je bilo v obeh letih statistično značilno večje od prirasta števila daljših poganjkov (> 40 cm). Vpliv intenzivnosti rezi na pridelek ni pokazal statistično značilnih razlik. Statistično značilna večja masa plodov se je pokazala le pri sorti 'Sweet Heart' v letu 2015, medtem ko pri ostalih sortah in letih statistično značilnih razlik nismo zaznali. Na vzorcih plodov vseh sort so bile opravljene tudi meritve vsebnosti topne suhe snovi in skupnih titracijskih kislin.

**Ključne besede:** rez, enoletni prirast, rodnost, topne snovi, kakovost plodov

### INFLUENCE OF DIFFERENT PRUNING INTENSITY ON THE GROWTH AND YIELD OF CHERRY (*Prunus avium L.*) GRAFTED ON VIGOUR ROOTSTOCK

#### ABSTRACT

In Slovenian intensive sweet cherry orchards, pruning is still not a common technological measure, if trees are grown on vigorous rootstocks. In ripening period, especially in very fruitful cultivars, an adequate average fruit weight is hardly achievable. Therefore we have carried out a trial in Fruit growing centre Bilje with two treatments/pruning types: one with intensive pruning and another one with only "light" pruning as a control. We have included different cultivars common in Slovenian productive orchards, planted on seedling rootstock: 'Celeste', 'Van', 'Giorgia', 'Sunburst' and 'Sweet Heart'. The influence of pruning type on annual increase of shoots in 2015 and 2016, and yield and fruit characteristics for each treatment from 2014 to 2016. The number of shorter (20-40 cm) 1-year shoots in the both years was significantly higher than the number of longer (> 40 cm) shoots. The influence of more intensive pruning didn't show any statistical difference on yield. Only the cultivar 'Sweet heart' in 2015 demonstrated significantly higher fruit weight when more intensive pruning was applied. The content of soluble solids and total acids in fruits were measured as well.

**Key words:** pruning, vegetative growth, crop, soluble solids, fruit quality

<sup>1</sup> Kmetijsko gozdarski zavod Nova Gorica, Sadjarski center Bilje, Pri Hrastu 18, 5000 Nova Gorica

## 1. UVOD

Sodobni intenzivni nasadi češenj se v zadnjih letih sadijo predvsem na šibkih podlagah, kar omogoča nižja drevesa in bolj gospodarno pridelavo češenj. V Sloveniji imamo še vedno 60 % intenzivnih nasadov na bujnejši podlagi, kot je npr. sejaneč češnje (register nasadov MKGP, 2014), predvsem tam, kjer so gričevnate lokacije nasadov in kjer tla niso dovolj globoka in zelo rodovitna, pa tudi tam, kjer ni možnosti namakanja dreves. V sortimentu prevladujejo rodne in zelo rodne sorte 'Giorgia', 'Van', 'Lapins', 'Sunburst', 'Sweet Heart' in druge, ki ob obilni rodnosti omogočajo le povprečno debelino plodov. Z uvajanjem sodobnih gojitvenih oblik, proučevanjem fiziologije in procesov tvorbe cvetnih brstov so raziskovalci prišli do spoznanja, da se najbolj kakovostni plodovi češenj tvorijo pri osnovi mlajših poganjkov (Lang, 2001; Long in sod., 2015). Da pridobimo čim več prirasta mladih poganjkov, se moramo posluževati rezi, sicer se drevesa že po nekaj letih obilne rodnosti vegetativno premalo obraščajo. Za pravilno opravljeno rez češenj in višenj, so potrebna znanja iz genetike, pomologije, morfologije, fiziologije in agrotehnike (Nikolić in Milatović, 2011). Ukrepa redne rezi češenj se v zadnjem času sadjarji poslužujejo v intenzivnih nasadih pri zelo rodnih, predvsem samooplodnih sortah češenj v kombinaciji s šibkejšimi podlagami, kot so npr. Gisela 5 in Gisela 6 (Villasante in sod., 2012). Učinke vpliva različne intenzivnosti rezi v zimskem času in kombinacije z rezjo v poletnem času na pridelek štirih sort češenj za pridelavo so proučevali Roversi in sod. (2008). Najboljši rezultati so bili ugotovljeni pri poletni rezi, tudi zaradi primernosti predvidene uporabe mehaniziranega obiranja, čeprav različne strategije rezi niso dale večjih prednosti v primerjavi s kontrolo. Številni raziskovalci dajejo prednost poletni rezi pred zimsko, ker se rane hitreje zacelijo in s tem preprečujejo vdor bakterij iz rodu *Pseudomonas* sp., pa tudi rast v naslednjem letu je bolj umirjena, kot če je rez opravljena v zimskem času (Flore, 1992; Mitrović in sod., 2002).

Glede na to, da obstaja le malo domačih izkušenj, ki obravnavajo vpliv primerne rezi na vzpostavljanje pravega ravnovesja med rodnostjo in vegetativno rastjo pri češnjah, smo v Sadjarskem centru Bilje zastavili poskus z različno intenzivnostjo rezi pri sortah 'Celeste', 'Giorgia', 'Van', 'Sunburst' in 'Sweet Heart' na podlagi sejance češnje, kar je še vedno pogosta kombinacija v naših nasadih. S poskusom smo pričeli spomladi leta 2014, z rezultati pa želeli ugotoviti ali bolj intenzivna rez v spomladanskem času vpliva na boljše obraščanje drevesa z enoletnimi poganjki in če se ta vpliv odraža tudi v debelini in notranji kakovosti plodov.

## 2. MATERIAL IN METODE DELA

V kolekcijskem nasadu češenj v Stari gori, ki je bil zasajen leta 1995/96, smo marca 2014 odbrali 5 sort češenj: 'Celeste', 'Van', 'Sunburst', 'Sweet Heart' (po 4 drevesa za vsako sorto) in 'Giorgia' (2 drevesi) vse na bujni podlagi - sejancu češnje. Izbrali smo sorte, ki so se že uveljavile v nasadih. Razdalja sajenja je 5 x 4 m, gojitvena oblika pa izboljšana piramida. Pri vsaki sorti smo v spomladanskem času v letih od 2014 do 2016 opravili intenzivnejšo rez (poskus=P) na dveh drevesih, na dveh pa zmernejšo (kontrola=K), le pri sorti 'Giorgia' smo imeli za vsak tip rezi na razpolago le po eno drevo. Pred vsako izvedbo rezi smo šteli enoletne poganjke pri posameznem drevesu in jih razvrščali v dve skupini – v prvo skupino število poganjkov z dolžino od 20 do 40 cm in v drugo število poganjkov z dolžino več kot 40 cm.

Obiranje je bilo izvedeno enkrat do dvakrat, tehtali smo pridelek po drevesu pri dveh intenzivnostih rezi, merili povprečno maso ploda na vzorcu 100 plodov ter izmerili vsebnost topne suhe snovi (%) z digitalnim refraktometrom WM-7 ATAGO in vsebnost skupnih titracijskih kislin (mg/100 g, izraženih kot jabolčna kislina) z avtomatskim titratorjem 719 S

Titrimo. Spomladi 2016 smo 20 cm nad cepljenim mestom izmerili premer debla za določitev bujnosti dreves.

Podatke smo statistično obdelali s programom Statgraphic Plus, verzije 4.1, z metodo analize variance (ANOVA), razlike pa testirali z LSD (Least significance difference) testom pri  $p < 0,05$ .

### 3. REZULTATI IN RAZPRAVA

Enoletni prirast, število krajših (20 - 40 cm) in daljših (> 40 cm) enoletnih poganjkov, smo prešteli pred izvedbo rezi spomladi 2015 in 2016. Iz rezultatov (preglednica 1) je razvidno, da je intenzivna rez vplivala na prirast večjega števila krajših in daljših enoletnih poganjkov tako v letu 2015, kot tudi v letu 2016, le da so se statistično značilno večje razlike med obravnavanjima pokazale le pri številu krajših enoletnih poganjkov.

Količino pridelka v letih 2014-2016 in presek debla v letu 2016 z ozirom na intenzivnost rezi prikazuje preglednica 2. Vremenske razmere v letu 2016 za pridelek večine obravnavanih sort niso bile ugodne; še bolj problematičen pa je bil pojav škodljivega organizma Plodove vinske mušice (*Drosophila suzukii*), ki se je ob slabih vremenskih razmerah še bolj izrazil in onemogočil tržno pridelavo češenj sort 'Celeste', 'Sunburst' in 'Sweet Heart'. Neposredna primerjava količin pridelka na drevo ni merodajna, saj drevesa ob zastavitvi poskusa niso bila povsem izenačena.

Masa ploda glede na obravnavanje se je največkrat pokazala v prid bolj intenzivno rezanim drevesom (slika 1). Statistično značilno večja masa ploda pri obravnavanju večje intenzivnosti rezi je bila le pri sorti 'Sweet Heart' v letu 2015, medtem ko pri ostalih sortah in letih statistično značilnih razlik nismo opazili. Vsebnost topne suhe snovi je eden od pokazateljev kakovosti plodov, ki skupaj z vsebnostjo kislin odredjajo okus oz. kakovost plodov. Vsebnost topne suhe snovi in skupnih titracijskih kislin v plodovih prikazuje preglednica 3. Najmanjšo vsebnost topne suhe snovi smo izmerili pri sorti 'Giorgia' v letu 2015 (11,6 %) pri kontroli, največjo (20,3 %) pa pri sorti 'Van' v letu 2015 pri obravnavanju večje intenzivnosti rezi. Vsebnost topne suhe snovi v češnji se nahaja v razponu od 10-22 % (Milatović, 2011). Vangdal (1980) navaja, da je prag za sprejemljivo kakovost češenj 14,2 %, Kappel in sod. (1996) pri opisu idealne sorte pa navaja, da bi češnja morala vsebovati 17-19 % topne suhe snovi. Za ameriške potrošnike je pomembna kombinacija vsebnosti topne suhe snovi (sorta 'Bing' naj bi jih imela minimalno 16 %) z ustrezno obarvanostjo kože plodov (Crisosto in sod., 2003). Vangdal (1985) meni, da vsebnost kislin pri češnjah ne vpliva bistveno na njihovo kakovost, glede na to, da ima večina sort precej izenačeno, majhno vsebnost le-teh.

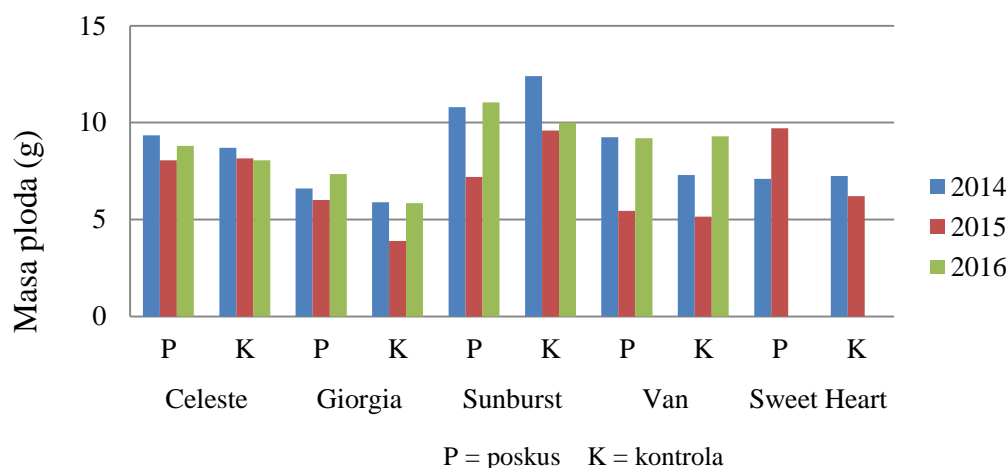
Dosedanji rezultati kažejo vpliv večje intenzivnosti rezi na večji prirast krajših enoletnih poganjkov, kar bi lahko pozitivno vplivalo na debelino plodov pri osnovi le-teh. V nadaljevanju poskusa bi kazalo opraviti meritve debeline oz. mase plodov pri osnovi enoletnih poganjkov in plodov na večletnem lesu pri drevesih z opravljeno intenzivnejšo rezjo v primerjavi s plodovi z nič oz. malo rezanimi drevesi (kontrola).

### 4. ZAHVALA

Raziskava je del programa o izvajanju in financiranju strokovnih nalog Posebnega preizkušanja sort za opisno sortno listo, ki ga koordinira Kmetijski inštitut Slovenije, financira pa Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano.

## 5. VIRI

- Crisosto C. H., Crisosto G. M., Metheney P. 2003. Consumer acceptance of 'Brooks' and 'Bing' cherries is mainly dependent on fruit SSC and visual skin color. *Postharvest Biology and Technology*, 28: 159-167.
- Flore J. A. 1992. The influence of summer pruning on the physiology and morphology of stone fruit trees. *Acta Horticulturae*, 322: 257-264.
- Kappel F., Fisher-Fleming B., Hogue E. 1996. Fruit characteristics and sensory attributes of an ideal sweet cherry. *HortScience*, 31: 443-446.
- Lang G. 2001. Critical concepts for sweet cherry training systems. *The compact fruit tree*, 34, 3: 70-73.
- Long L., Lang G., Musacchi S., Whiting M. 2015. Cherry training system. Oregon State University, A Pacific Northwest Extension Publication (PNW): 63 str.
- Milatović D. 2011. Hemijski sastav, hranljiva i lekovita svojstva trešnje i višnje. V: *Trešnja i višnja*, ur. D. Milatović, Čačak, Naučno voćarsko društvo Srbije: 21-27.
- Mitrović M., Radičević S., Blagojević M. 2002. Uticaj zelene rezidbe trešnje na rodni potencijal. *Zbornik naučnih radova PKB Agroekonomik*, 8, 1: 235-239.
- MKGP. 2014. Register nasadov.
- Nikolić M., Milatović D. 2011. Rezidba i uzgojni oblici trešnje i višnje. V: *Trešnja i višnja*, ur. D. Milatović, Naučno voćarsko društvo Srbije, Čačak: 341-344.
- Roversi A., Ughini V., Monteforte A. 2008. Productivity of four sweet cherry varieties as influenced by summer and winter pruning. *Acta Horticulturae*, 795: 517-524.
- Vangdal E. 1980. Threshold values of soluble solids in fruit determined for the fresh fruit market. *Acta Agriculturae Scandinavica*, 30: 445-448.
- Vangdal E. 1985. Quality criteria for fruit for fresh consumption. *Acta Agriculturae Scandinavica*, 35: 41-47.
- Villasante M., Godoy S., Zoffoli J. P., Ayala M. 2012. Pruning effects on vegetative growth and fruit quality of 'Bing'/'Gisela®5' and 'Bing'/'Gisela®6' sweet cherry trees (*Prunus avium*). *Ciencia e investigacion agraria*, 39, 1: 117-126.



Slika 1: Povprečna masa ploda (g) za sorte 'Celeste', 'Giorgia', 'Sunburst', 'Van' in 'Sweet Heart' v letih 2014-2016 pri različnih obravnavanjih.

Figure 1: Average fruit weight (g) for cultivars 'Celeste', 'Giorgia', 'Sunburst', 'Van' and 'Sweet Heart' in years 2014-2016 for different treatment.

Preglednica 1: Število enoletnih poganjkov po obravnavanjih v letu 2015 in 2016.

Table 1: Number of 1-year shoots in 2015 and 2016 per treatment.

Obravnavanje	2015			2016		
	Št. enoletnih poganjkov dolžine 20-40 cm	Št. enoletnih poganjkov dolžine >40 cm	Skupaj poganjkov >20cm	Št. enoletnih poganjkov dolžine 20-40 cm	Št. enoletnih poganjkov dolžine >40 cm	Skupaj poganjkov >20cm
Intenzivna rez-poskus	124,87 a	49,25 a	174,12 a	160,87 a	74,37 a	235,25 a
Kontrola	39,44 b	19,44 a	58,89 b	76,56 b	30,44 a	107,00 b

Povprečne vrednosti označene z isto črko se med seboj statistično značilno ne razlikujejo pri 5 % tveganju. Razlike so testirane z LSD testom.

Means followed by the same letter are not significantly different ( $p=0.05$ ) according LSD Multiple Range test.

Preglednica 2: Pridelek na drevo (kg) v letih 2014-2016 in ploščina preseka debla (cm<sup>2</sup>) v letu 2016 po obravnavanjih.

Table 2: Yield per tree (kg) in 2014-2016 and trunk cross sectional area (TCSA) (cm<sup>2</sup>) in 2016 for different treatments.

Sorta	Tip rezi	Pridelek na drevo			Ploščina preseka debla
		2014	2015	2016	2016
Celeste	P	4,7	18,6	0,3	742,4
	K	7,5	21,0	0,3	770,2
Giorgia	P	21,5	21,3	13,5	283,4
	K	21,0	44,6	27,2	326,7
Sunburst	P	5,9	20,1	-	489,3
	K	12,4	22,8	-	527,5
Van	P	10,5	41,3	11,3	397,9
	K	19,3	27,0	15,5	535,8
Sweet Heart	P	3,2	9,7	-	162,8
	K	14,8	31,4	-	242,4

P- intenzivna rez – poskus; K - kontrola

Preglednica 3: Vsebnosti topne suhe snovi (TSS) (%) in skupnih titracijskih kislin (STK) (mg/100 g, izraženih kot jabolčna kislina) v sortah po obravnavanjih v letih 2014-2016.

Table 3: Contents of soluble solids (%) and total acids (mg/100 g expressed as malic acids) in cultivars in different treatments in years 2014-2016.

Sorta	Tip rezi	2014		2015		2016	
		TSS	STK	TSS	STK	TSS	STK
Celeste	P	14,8	6,5	13,4	5,64	12,5	7,8
	K	14,7	6,7	13,5	5,68	14,1	8,4
Giorgia	P	12,6	7,8	13,1	8,2	14,0	9,4
	K	15,0	7,8	11,6	9,05	14,0	8,9
Sunburst	P	15,5	5,7	18,2	8,52	14,7	8,6
	K	15,7	5,3	18,3	7,91	13,9	7,3
Van	P	17,7	7,1	20,3	9,91	15,7	10,4
	K	16,8	6,5	19,6	7,94	17,2	9,0
Sweet Heart	P	17,9	8,2	19,1	11,17	-	-
	K	18,2	7,4	15,4	8,24	-	-

P- intenzivna rez – poskus; K - kontrola



## POMEN VROČINSKIH VALOV V HORTIKULTURI

Lučka KAJFEŽ BOGATAJ<sup>1</sup>, Tjaša POGAČAR<sup>1</sup>, Mateja ZALAR<sup>1</sup>, Zalika ČREPINŠEK<sup>1</sup>

### POVZETEK

Analizirali smo značilnosti vročinskih valov v Novem mestu v obdobju 1961–2015. Vročinski valovi so po letu 1991 pogostejši, trajajo dlje in so bolj izraziti, kar pomeni, da dosegajo višje temperature zraka znotraj celotnega vala. Med delavci v kmetijstvu smo izvedli anketno o vplivu vročinskih valov na njihovo delo in počutje. Analizirali smo odgovore kmetov, ki se ukvarjajo s hortikulturo (sadjarstvom, vinogradništvom in vinarstvom, vrtnarstvom-zelenjava/gobe/semenarstvo/zelišča). Rezultati kažejo, da delavci doživljajo vročinski stres in jim vročinski valovi pri delu povzročajo zdravstvene težave.

**Ključne besede:** vročinski val, hortikultura, delavci, zdravje

### SIGNIFICANCE OF HEAT WAVES IN HORTICULTURE

#### ABSTRACT

Characteristics of heat waves in Novo mesto were analyzed for the period 1961–2015. Heat waves after the year 1991 are more frequent, last longer and are more intense, which means that air temperatures reach higher during the whole wave. The online survey about the impact of heat waves on work and wellbeing was carried out among workers in agriculture. The results of workers in horticulture (fruit producers, viticulture, and winemaking, horticulture - vegetables/mushrooms/seeds/herbs) were analyzed. The results showed that workers experience heat stress and heat waves caused them health problems.

**Key words:** heat wave, horticulture, workers, health

### 1. UVOD

Podnebje še vedno ostaja eden glavnih dejavnikov v sadjarstvu, vendar se podnebje spreminja. Le upoštevanje vpliva podnebnih sprememb na sadjarsko pridelavo nam bo omogočalo doseganje najboljše možne kakovosti in velikosti pridelka na izbranem območju (Kajfež Bogataj, 2008). Vse bolj vroča poletja vplivajo tako na sadjarsko pridelavo kot na same delavce v kmetijstvu. Ob vročinskih valovih se zaradi vpliva visokih temperatur zraka zmanjša kognitivna in delovna učinkovitost in se lahko pojavijo negativne posledice na ravni obsega pridelave in nesreč pri delu (Parsons, 2002). Produktivnost delavcev je pri tem vezana na same rezultate dela v težjih pogojih ter na posredne učinke, kot so bolezni ter posledična odsotnost z dela (Parsons, 2002).

---

<sup>1</sup> Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Katedra za agrometeorologijo, urejanje kmetijskega prostora ter ekonomiko in razvoj podeželja, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana

V Sloveniji so klimatološke analize vročinskih valov še redke (Ključevšek, 2016; Pogačar in sod., 2016a; 2016b), prav tako pa še nimamo raziskav vpliva vročinskih valov na delavce v kmetijstvu. Zato v prispevku predstavljamo primer klimatološke analize vročinskih valov za Novo mesto in prve rezultate anket na temo zaznave in odziva na vročinske valove pri delavcih v hortikulturi.

## 2. MATERIAL IN METODE

Pri določitvi vročinskih valov v Novem mestu smo uporabili definicijo, da vročinski val predstavlja vsaj 5 zaporednih dni z najvišjo dnevno temperaturo zraka enako ali višjo od 29,5 °C. Vročinske valove smo grafično predstavili tako, da smo obarvali polja pri dnevih, ki so bili v vročinskem valu, v barvni lestvici, ki se stopnjuje od svetlo rumene pri najvišji dnevni temperaturi zraka 30 °C do temno rdeče pri 37 °C. Podatke o najvišjih dnevni temperaturah zraka smo pridobili iz arhiva Agencije Republike Slovenije za okolje (ARSO, 2016) za obdobje 1961–2015.

V drugem delu smo obravnavali rezultate spletnega vprašalnika o vplivu vročinskih valov na delavce v kmetijstvu. Izpolnilo ga je 30 kmetov, ki se ukvarjajo s sadjarstvom (27 %), vinogradništvom in vinarstvom (50 %) ali vrtnarstvom (zelenjava/gobe/semenarstvo/zelišča; 23 %). Pri tem je bilo 60 % sodelujočih moških in 40 % žensk. Več je odgovarjalo mlajših: 63 % do 50 let in 37 % nad 51 let. Za 40 % sodelujočih je kmetijska dejavnost edini vir dohodka. Raziskava je v zadnji fazi poteka, objavljamo pa prve rezultate s področja hortikulture. Prevladujejo kmetje iz goriške (37 %), podravske (20 %) in gorenjske regije (17 %).

## 3. REZULTATI IN RAZPRAVA

Analiza vročinskih valov za Novo mesto (slika 1) je pokazala, da so ti pogostejši, trajajo dlje in so bolj izraziti. Zadnje pomeni, da se zvišujejo najvišje dnevne temperature zraka znotraj celotnega vala (ne le sam vrh vala). Podobno se je izkazalo pri analizi za Ljubljano in Celje (Pogačar in sod., 2016a). Od leta 1991 naprej so se vročinski valovi pojavili vsako poletje, izjemi sta bili le leti 1997 in 2009. Leta 1992 se je prvič pojavil več kot en vročinski val, v naslednjih letih pa je postal pojav bolj stalnica kot izjema. Pojavljajo se prej – zgodaj junija, trajajo dlje in nastopijo še pozno v avgustu. Najdaljši vročinski val v trajanju 23 dni smo zabeležili leta 2003. Glede na rezultate ankete tudi kmetje v veliki večini (90 %) menijo, da so v zadnjih letih bolj izpostavljeni vročinskemu stresu: 70 % jih stanje pripisuje podnebnim spremembam, ostali staranju ali pa prej niso delali na kmetiji.

Kar 80 % sodelujočih meni, da imajo vročinski valovi na kmetijstvo velik oziroma zelo velik vpliv, preostalih 20 % pa, da imajo manjši oziroma znaten vpliv (slika 2). Nihče ni mnenja, da vročinski valovi na kmetijstvo ne vplivajo. Kmetje so, kot navajajo, najbolj obremenjeni pri delu na prostem – pri zelenih delih v vinogradu in pri pobiranju pridelka. Pri tem jih je 93 % odgovorilo, da jim je v času vročinskih valov pri delu zunaj prevroče oziroma zelo prevroče (slika 3). Le 7 % jih vročina moti manj, nihče ni izbral možnosti, da ga vročina ne moti. Vpliv vročine se lahko kaže na različne načine: 77 % jih pravi, da vročina vpliva na njihovo počutje, 30 % da vpliva na zbranost in 83 % da vpliva na produktivnost. Posledično vsi navajajo, da v času vročinskih valov za isto delo potrebujejo nekoliko več časa, dva pa celo bistveno več časa.

Vročinski valovi tako zmanjšujejo produktivnost, manjša zbranost pa lahko vodi do nesreč pri

delu. Vpliv na počutje lahko preraste v večje zdravstvene težave. Pozorni moramo postati že pri osnovnih simptomih, kot so povečano potenje, žeja in utrujenost, o katerih za poletni čas poroča praktično vseh 30. Dodatno jih 7 poleti opaža povečan stres, pet vrtoglavico in eden zmedenost. V času vročinskih valov pa se pojavijo hujše težave. Le dva sodelujoča sta izbrala možnost, da nikoli nimata večjih težav. Najbolj pogosti težavi, ki so ju že doživeli, sta glavobol in izčrpanost (vsako je zabeležilo 63 % kmetov), sledi slabost in/ali bruhanje (20 %), dva sta že doživela omedlevico in dva vročinski izpuščaj.

Zaradi naštetih težav je ozaveščenost o vplivu vročinskih valov velikega pomena, saj se brez ukrepanja lahko ne le zmanjša produktivnost, ampak lahko nastopijo hude zdravstvene težave, med drugim celo vročinska kap. Kljub temu pa kar 53 % sodelujočih navaja, da niso bili na noben način seznanjeni z možnimi vplivi vročinskih valov, 23 % jih je bilo seznanjenih pri tečaju varstva pri delu, ostali pa so bili obveščeni preko pogovora ali sporočila. Večina jih sama že izvaja nekaj prilagoditvenih ukrepov. Vsi pravijo (slika 4), da v času vročinskih valov oblečejo primernejša oblačila, večina pije več vode (80 %), večino ali pa vsaj nekaj opravil pa razen v izjemnih primerih prestavijo na primernejši čas – v zgodnje jutranje ali pozne večerne ure (93 % sodelujočih). Za nekatere so pomembni odmori: 27 % jih poveča število odmorov, 43 % pa se jih v času odmorov umakne v hladnejši prostor. Kljub omenjenim ukrepom pa se 13 % sodelujočim zdi, da ne morejo primerno zmanjšati izpostavljenosti vročinskemu stresu.

#### 4. SKLEPI

Na primeru Novega mesta smo pokazali, da so v zadnjih letih vročinski valovi v Sloveniji postali stalnica. Nastopijo praktično vsako leto, večkrat na poletje, trajajo dlje in so bolj izraziti. Njihov časovni razpon pojavljanja je postal od začetka junija do konca avgusta. Analiza odzivov je za delavce v hortikulturi pokazala, da so z vročinskim stresom zelo obremenjeni, saj vpliva na njihovo produktivnost, zbranosti in počutje. Poleti se jim redno pojavljajo osnovni simptomi vročinskega stresa in v času vročinskih valov tudi z vročinskim stresom izzване zdravstvene težave. Obveščenost o vplivih vročinskih valov in možnih ukrepih je precej nizka (47 %), kljub temu vsi že izvajajo nekaj preventivnih ukrepov, a se kar 13 % zdi, da izpostavljenosti ne morejo dovolj zmanjšati.

S predstavljen problematiko se bomo v nadaljnjih štirih letih ukvarjali v okviru evropskega projekta Heat-Shield. Splošno sprejete prakse na tem področju ni, zato zaenkrat navajamo nekaj priporočil Inšpektorata Republike Slovenije za delo, kjer so v sporočilu za javnost (2015) navedli, da ob visokih temperaturah zraka na delovnem mestu lahko popijemo do tri litre brezalkoholnih pijač, najbolj priporočljiva je voda. Priporočajo nošnjo lahkih in zračnih oblačil, poučeni moramo biti o zdravstvenih simptomih, ki se lahko pojavijo ob izpostavljanju visokim temperaturam (npr. vročinski izpuščaji, vročinski krči, dehidracija, vročinska kap). V času povišanih temperatur svetujejo izogibanje preveč slani in močno začinjeni hrani, ki povečujeta izgubo vode iz telesa. Kot najbolj učinkovite navajajo kratke in pogoste odmore v ohlajenih prostorih. Pri tem moramo paziti, da ne nastane prevelika temperaturna razlika, ki lahko pomeni šok za telo. Svetujejo, da se najbolj zahtevna opravila opravijo zgodaj zjutraj, ko so temperature še dovolj nizke. V primeru, da pogosto in dalj časa delamo ob visokih temperaturah, pa vedno delajmo v paru zaradi morebitnega nudenja pomoči.

## 5. ZAHVALA

Raziskava je bila finančno podprta s strani okvirnega programa EU za razvoj in inovacije Obzorje 2020 s pogodbo št. 668786.

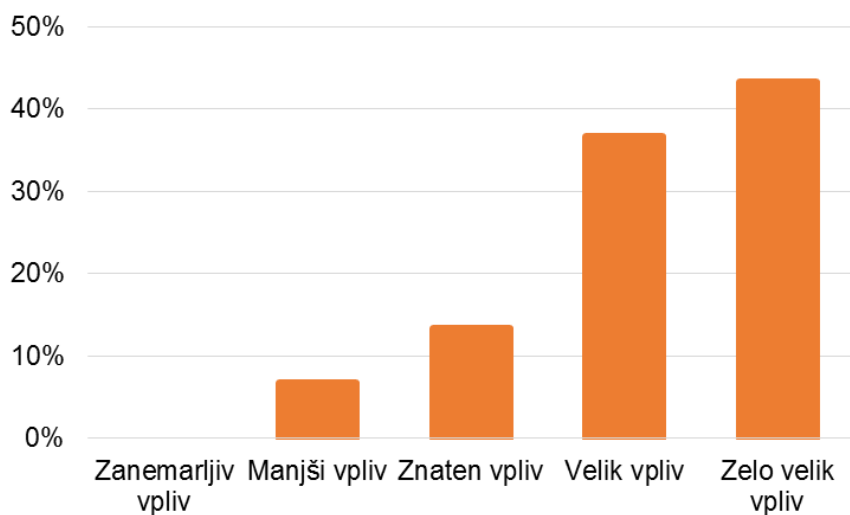
This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 668786.

## 6. VIRI

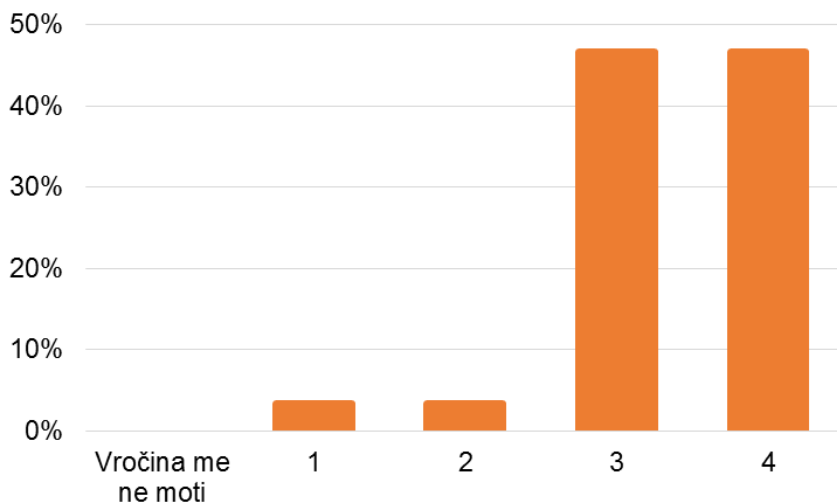
- ARSO (Agencija Republike Slovenije za okolje). 2016. Izpis iz arhiva meteoroloških podatkov.
- Inšpektorat Republike Slovenije za delo. Ukrepi delodajalca ob visokih temperaturah na delovnem mestu: sporočilo za javnost. 2015.  
[http://www.id.gov.si/si/medijsko\\_sredisce/novica/article//5421/](http://www.id.gov.si/si/medijsko_sredisce/novica/article//5421/) (4. 1. 2017).
- Kajfež Bogataj L. 2008. Podnebne spremembe in prilagajanje nanje. V: Hudina, M. (ur.) Zbornik referatov 2. Slovenskega sadjarskega kongresa z mednarodno udeležbo, Krško, Strokovno sadjarsko društvo Slovenije: 91-102.
- Ključevšek N. 2016. Detekcija in vpliv vročinskih valov v Sloveniji. Magistrsko delo. Ljubljana, Fakulteta za matematiko in fiziko, Univerza v Ljubljani: 63 str.
- Parsons K. 2002. Human thermal environments: the effects of hot, moderate, and cold environments on human health, comfort, and performance. New York, Crc Press: 635 str.
- Pogačar T., Zalar M., Kajfež Bogataj L. 2016a. Vročinski valovi v povezavi z zdravjem in produktivnostjo. Ujma, 30: 151-160.
- Pogačar T., Zalar M., Črepinšek Z., Kajfež Bogataj L. 2016b. Vročinski valovi v Sloveniji. V: Maček Jerala M., Maček M. A. (ur.) Zbornik referatov 4. konference z mednarodno udeležbo Vivus, Naklo, Biotehniški center Naklo: 58-64.



Slika 1: Pojavljanje in izrazitost vročinskih valov v Novem mestu od leta 1961 do 2015. Barvna lestvica se stopnjuje od svetlo rumene pri najvišji dnevni temperaturi zraka 30 °C do temno rdeče pri temperaturi 37 °C.  
 Figure 1: Occurrence and intensity of heat waves in Novo mesto from 1961 to 2015. Color scheme goes from light yellow at 30 °C maximum daily air temperature to dark red at 37 °C.

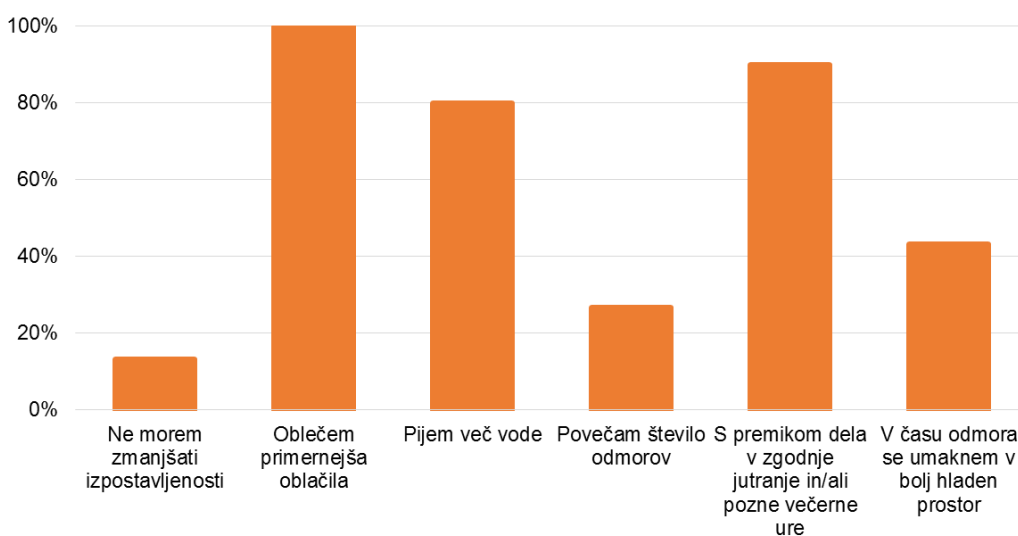


Slika 2: Odgovori na vprašanje: »Kakšen vpliv imajo po vašem mnenju vročinski valovi na kmetijstvo?«.  
 Figure 2: Answers to the question: »What impact have heat waves on agriculture?« (From left to right: Negligible, Low, Notable, High, Very high).



Slika 3: Odgovori na vprašanje: »Kako vam ustrezajo temperature zraka med delom v sadovnjaku/vinogradu/na vrtu?« (1-vročina me malo moti, 4-zelo prevroče).

Figure 3: Answers to the question: »How do air temperatures suit you during the work in orchard/vineyard/garden?« (From left to right: No effect, 1-slightly too hot, 4-extremely hot).



Slika 4: Odgovori na vprašanje: »Na kakšen način zmanjšate izpostavljenost vročinskemu stresu? (možnih je več odgovorov)«.

Figure 4: Answers to the question: »What can you do to reduce your exposure to heat stress? (multiple answers)« (From left to right: Can not reduce exposure, Wear more appropriate clothes, Drink more water, Increase the number of breaks, Reschedule work to early morning and/or late evening, Breaks in a cooler place).

## FIZIOLOŠKI ODZIV OLJKE NA NAMAKANJE – IZKUŠNJE IZ POSKUSA DEKANI

Dominik VODNIK<sup>1</sup>, Damijana KASTELEC<sup>1</sup>, Vesna ZUPANC<sup>1</sup>, Maja PODGORNIK<sup>2</sup>,  
Marina PINTAR<sup>1</sup>, Bojan BUTINAR<sup>2</sup>

### POVZETEK

Morfološke in fiziološke adaptacije oljki (*Olea europaea* L.) omogočajo precej veliko toleranco suše. Kljub temu se zaradi ekstremnejših vremenskih razmer, manjše količine oz. manj rednih padavin, in intenziviranja pridelave sušni stres pogosto pojavlja tudi pri tej sadni vrsti. V prispevku predstavljamo fiziološke odzive dreves oljke sorte 'Istrska belica' na sušo v poletju 2015 in učinke deficitnega namakanja na pojavnost stresa. Zmanjšanje vodnega potenciala je pri nenamakanih drevesih vodilo v močno stomatalno omejitev fotosinteze, med tem ko je bila ta pri polno namakanih drevesih manjša. Rezultati nakazujejo, da lahko z deficitnim namakanjem sušni stres omilimo oz. skrajšamo njegovo trajanje.

**Ključne besede:** sušni stres, vodni potencial, učinkovitost izrabe vode, stomatalna inhibicija fotosinteze

### PHYSIOLOGICAL RESPONSE OF OLIVE TREE TO DEFICIT IRRIGATION – EXPERIENCE FROM DEKANI EKPERIMENT

#### ABSTRACT

Morphological and physiological traits of olive (*Olea europaea* L.) contribute to its high drought tolerance. Due to more extreme weather conditions, reduced and irregular precipitation, olives nevertheless frequently experience drought stress. In this paper we present physiological response of 'Istrska belica' olive to summer drought in 2015 evaluating the effects of deficit irrigation. Reduced water availability, decrease of water potential, contributed to strong stomatal inhibition of photosynthesis in non-irrigated plants, while this inhibition was much smaller in fully irrigated plants. Results suggest, that a substantial mitigation of water stress and shortening of its duration can be achieved by deficit irrigation.

**Key words:** drought stress, water potential, water use efficiency, stomatal limitation of photosynthesis

#### 1. UVOD

Projekcije globalnih vremenskih sprememb za okolja, ki so že sedaj podvržena pomanjkanju vode, napovedujejo manj redne in manj obilne padavine ter pogostejše suše (IPCC, 2014). V takšnih razmerah je kmetijska pridelava možna le ob uporabi namakanja, ki pa mora potekati

<sup>1</sup> Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana

<sup>2</sup> Znanstveno-raziskovalno središče, Inštitut za oljkarstvo, Garibaldijeva 1, 6000 Koper, Slovenija

ob karseda gospodarnemu koriščenju vode. Zaradi intenziviranja rastlinske pridelave in ekstremnejših suš se v sredozemskem kmetijstvu danes namakajo tudi na sušo odporne vrste, kot je na primer oljka (*Olea europaea* L.). Številne raziskave so pokazale, da je v pridelavi oljk primerno deficitno namakanje, s katerim lahko kljub manjši količini dodane vode zagotovimo velik in kakovosten pridelek (Patumi in sod., 2002; Melgar in sod., 2008; Fernandes-Silva in sod., 2010; Podgornik in Bandelj, 2015).

Veliko toleranco na sušni stres oljki zagotavljajo morfološke, anatomske ter fiziološke prilagoditve (Fernández, 2014). K učinkovitemu sprejemu vode prispeva močno razširjen, razmeroma plitev koreninski sistem, po drugi strani pa lahko drevo z daljšimi koreninami izkorišča tudi globlje plasti tal. Sklerofilna narava listov prispeva k omejevanju izgub vode iz nadzemnih delov. Listi imajo enoplastno zgornjo povrhnjico z zelo debelo kutikulo. Pod povrhnjico sta 2-3 plasti tesno prilegajočih celic palisadnega parenhima. Gobasti parenhim je precej porozen, v njem in pod zgornjo povrhnjico je veliko sklerenhimatskih celic. Spodnja povrhnjica je porasla s peltatnimi laski, ki jo prekrivajo kot strešniki ter omejujejo difuzijo vodne pare iz lista (Rotondi in sod., 2003). Vodno bilanco oljke lahko označimo kot hidrolabilno. Tolerira močna zmanjšanja vodnega potenciala, ki v sušnem delu leta pogosto pade pod -3 MPa. V ksilemu žil se v takih razmerah razvije velika tenzija, zaradi katere se lahko vodni stolpec pretrga, nastale embolije pa zmanjšajo hidravlično prevodnost debla. Glavna prilagoditev v izogib embolijam je difuzno porozen, mikroporen les, v katerem so ksilemske žile zgrajene iz zelo ozkih trahej.

Kljub omenjenim prilagoditvam so rastne razmere v poletnem času tako ekstremne, da tudi oljka pogosto doživlja močan sušni stres, ki se odraža v motnjah vodne bilance in zmanjšanju fotosintetske aktivnosti. V naši raziskavi smo preverjali, ali lahko z deficitnim namakanjem tovrstne fiziološke učinke, ki se pojavljajo ob poletni suši, omilimo.

## 2. MATERIAL IN METODE

Raziskava je potekala kot del CRP projekta »Izdelava tehnoloških smernic za namakanje oljk v Sloveniji (V4-1411)«. V oljčniku Angela Hlaja v Dekanih s 15 let starimi drevesi sorte 'Istrska belica' (gostota dreves 300 ha<sup>-1</sup>) je bil marca 2015 postavljen namakalni poskus (podrobnosti v prispevku Zupanc in sod. (2017)). V njem je bilo v okviru 5 obravnavanj vzpostavljeno namakanje, ki pokriva 100, 40, 30, 15 in 0 % potencialne evapotranspiracije (I-100, I-40, I-30, I-15 in I-0).

Med sezono 2015 smo z merilnim sistemom Li6400xt (Li-Cor, Lincoln, ZDA) v različnih terminih merili prevodnost listnih rež, transpiracijo in neto fotosintezo. Meritve smo opravljali od 11:00 do 13:00, pri okoljski temperaturi in vlagi, ob kontrolirani koncentraciji referenčnega CO<sub>2</sub> (400 μmol CO<sub>2</sub> mol<sup>-1</sup>) ter saturacijski osvetlitvi (PPFD = 1500 μmol fotonov m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) na polno razvitih listih (5.-6. list) kratkih poganjkov na južni strani krošnje. Z istega dela smo vzorčili tudi poganjke, na katerih smo s tlačno komoro (3005; Soilmoisture Equipment Corp., ZDA) izmerili opoldanski vodni potencial (Ψ). Za vse parameter je bila velikost vzorca N=4. V prispevku prikazujemo rezultate meritev za sušno obdobje v prvi polovici avgusta (13. 8. 2015).

Podatki so bili obdelani z enosmerno ANOVO oz. Tukey-evim testom. Povezavo med vodnim potencialom in fotosintezo smo ovrednotili neparametričnim Spearmanovim koeficientom korelacije. Statistične analize so bile narejene v programskem okolju R (R Development Core Team, 2011).



### 3. REZULTATI IN RAZPRAVA

V drugi polovici junija 2016 so bile padavine obilne (Zupanc in sod., 2017). Vrednosti vodnega potenciala ( $\Psi$ ), izmerjene po dežju, 24. 6. 2016, so bile od -1,6 MPa do -1,8 MPa. Med različno zalivanimi skupinami dreves ni bilo razlik. Ob malo sušnejšem vremenu 10. 6. ter 26. 8. 2016 je bil opoldanski vodni potencial listov v območju -2,1 do -2,6 MPa. Najmanjše vrednosti vodnega potenciala smo zabeležili v sušnem obdobju sredi avgusta (slika 1). Pri nenamakanih drevesih je bil povprečni  $\Psi$  -3,2 MPa, malo manj negativen je bil pri delno namakanih drevesih, pri polno namakanih pa je bil v območju vrednosti izmerjenih ob zelo blagi suši (-2,2 MPa) (slika 1). Najmanjše izmerjene vrednosti so primerljive z vrednostmi, o katerih poročajo iz drugih poskusov, npr. iz južne Španije (Iniesta in sod., 2009).

Meritve izmenjave plinov so pokazale, da so se drevesa oljke na zmanjšano razpoložljivost odzvale s pripiranjem listnih rež, ki je najbolj izrazito pri nenamakanih drevesih. Povprečna neto fotosinteza teh dreves je bila najmanjša, znašala je le  $1,2 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , medtem ko je bila pri polno namakanih drevesih 4x večja, kar pa vseeno predstavlja le  $\frac{1}{3}$ - $\frac{1}{2}$  fotosintetske aktivnosti izmerjene v delu poletja, ko suše ni bilo. Neto fotosinteza deficitno namakanih dreves je bila v območju med obravnavanji I\_0 in I\_100.

Pripiranje listnih rež omeji transpiracijo, s spremembami le-te in s spremembami neto fotosinteze pa se spremeni tudi učinkovitost izrabe vode ( $\text{WUE} = \text{neto fotosinteza/transpiracija}$ ). Manjše omejevanje prevodnosti izboljša učinkovitost izrabe vode (obravnavanje I\_40).

Primerjava parametrov pokaže dobro povezanost prevodnosti listnih rež in neto fotosinteze z vodnim potencialom. Spearmanov koeficient korelacije znaša 0,61 ( $p = 0,02$ ) oziroma 0,73 ( $p = 0,0017$ ) (slika 2). To potrjuje, da se razpoložljivost vode precej neposredno odraža v stomatalni omejitvi fotosinteze. Poleg tega so vzporedne meritve fluorescenc pokazale, da je pri drevesih, ki doživljajo najmočnejši sušni stres, fotosinteza manjša tudi zaradi zmanjšane fotokemične učinkovitosti.

Rezultati raziskav v sezoni 2015 nakazujejo, da lahko drevesa oljke tudi v našem okolju doživljajo precej močan sušni stres, ki se odraža v močnih omejitvah presnovne aktivnosti. Najmanjše izmerjene vrednosti vodnega potenciala so v velikostnem območju, za katerega tudi drugi avtorji poročajo o močnih stomatalnih in nestomatalnih omejitvah fotosinteze (Fernández, 2014), navajajo pa tudi, da lahko ob takšnih vrednostih  $\Psi$  pride do obsežnejših embolij in pomembnega zmanjšanja hidravlične prevodnosti debla (Trifilo in sod., 2007), kar lahko dodatno negativno vpliva na presnovne procese, kot je fotosinteza.

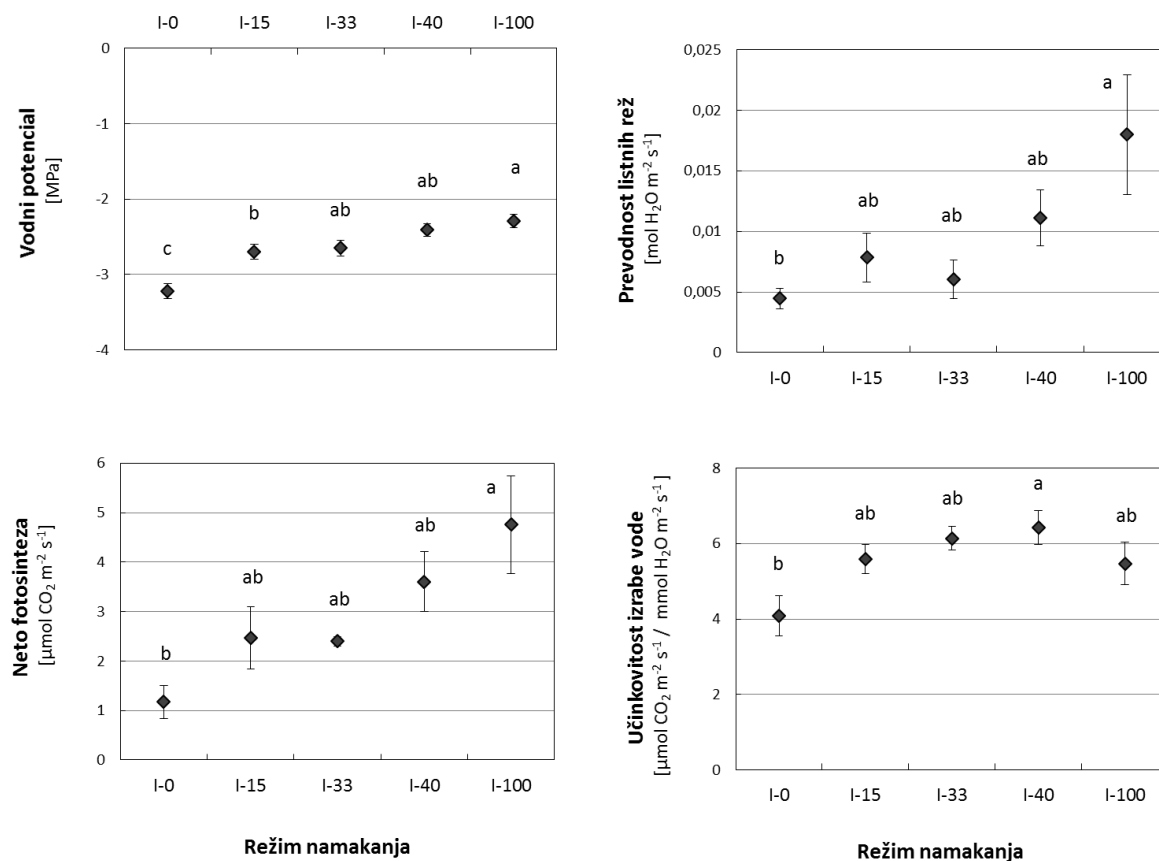
Za kondicijo dreves oljke in za pridelek je pomembno, kako močno je to stresno stanje ob suši izraženo in kako dolgo traja. Rezultati, predstavljeni v tem prispevku, nakazujejo, da bi lahko z deficitnim namakanjem sušni stres omilili oz. skrašali njegovo trajanje. Raziskave učinkov deficitnega namakanja nadaljujemo in nadgrajujemo z analizami rasti, količine in kakovosti pridelka.

#### 4. ZAHVALA

Raziskava je del CRP projekta V4-1414 (ARRS in MKGP RS) ter raziskovalnega programa P4-0085 (ARRS). Avtorji se zahvaljujejo Angelu Hlaju, ki je omogočil izvedbo raziskave v svojem oljčniku, ter Petru Korparju in Gabrijelu Leskovcu za tehnično pomoč pri delu.

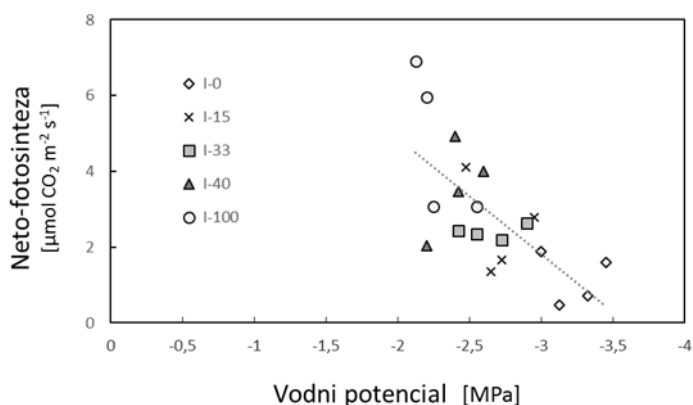
#### 5. VIRI

- Fernández J.-E. 2014. Understanding olive adaptation to abiotic stresses as a tool to increase crop performance. *Environmental and Experimental Botany*, 103: 158-179.
- Fernandes-Silva A. A., Ferreira T. C., Correia C. M., Malheiro A. C., Villalobos F. J. 2010. Influence of different irrigation regimes on crop yield and water use efficiency of olive. *Plant and Soil*, 333: 35-47.
- Iniesta F., Testi L., Orgaz F., Villalobos F. J. 2009. The effects of regulated and continuous deficit irrigation on the water use, growth and yield of olive trees. *European Journal of Agronomy*, 30: 258–265.
- IPCC. 2014. *Climate Change 2014. Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland: 151 str.
- Melgar J. C., Mohamed Y., Navarro C., Parra M. A., Benlloch M., Fernandez-Escobar R. 2008. Long term growth and yield responses of olive trees to different irrigation regimes. *Agricultural Water Management*, 95: 968-972.
- Patumi M., D'Andria R., Marsilio V., Fontanazza G., Morelli G., Lanza B. 2002. Olive and olive oil quality after intensive monocone olive growing (*Olea europaea* L., cv. Kalamata) in different irrigation regimes. *Food Chemistry*, 77: 27-34.
- Podgornik M., Bandelj D. 2015. Deficit irrigation principles applied to olive orchard in Slovene Istria. *Acta Agriculturae Slovenica*, 105: 337-344.
- R Development Core Team. 2011. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. ISBN 3-900051-07-0  
<http://www.Rproject.org/> (6. 1. 2017)
- Rotondi A., Rossi F., Asunis C., Cesaraccio C. 2003. Leaf xeromorphic adaptations of some plants of a coastal Mediterranean macchia ecosystem. *Journal of Mediterranean Ecology*, 4: 25-36.
- Trifilo P., Lo Gullo M. A., Nardini A., Pernice F., Salleo S. 2007. Rootstock effects on xylem conduit dimensions and vulnerability to cavitation of *Olea europaea* L. *Trees*, 21: 549–556.
- Zupanc V., Podgornik M., Butinar B., Pintar M. 2017. Vodna bilanca in deficitno namakanje v oljkarstvu. V: *Zbornik referatov 4. Slovenskega sadjarskega kongresa z mednarodno udeležbo, Krško, 20.-21. 1. 2017, Ljubljana, Strokovno sadjarsko društvo Slovenije*: 165-172.



Slika 1: Vodni potencial, prevodnost listnih rež, neto fotosinteza in učinkovitost izrabe vode različno namakanih dreves oljke, Dekani, 13. avgust 2015.

Figure 1: Water potential, stomatal conductivity, net photosynthesis and water use efficiency of differently irrigated olive trees, Dekani, August 13, 2015.



Slika 2: Korelacija med vodnim potencialom in neto fotosintezo za različno namakana drevesa oljke, Dekani, 13. avgust 2015.

Figure 2: Correlation between water potential and net photosynthesis of differently irrigated olive trees, Dekani, August 13, 2015.



## VODNA BILANCA IN DEFICITNO NAMAKANJE V OLJKARSTVU

Vesna ZUPANC<sup>1</sup>, Maja PODGORNIK<sup>2</sup>, Bojan BUTINAR<sup>2</sup>, Marina PINTAR<sup>1</sup>

### POVZETEK

Slovenija ima na večini svojega ozemlja ugodno vodno bilanco, vendar postaja zaradi neenakomerne razporeditve padavin in vse pogostejših ekstremnih vremenskih razmer čedalje bolj ranljiva zaradi suše. V letih 2015 in 2016 smo v Slovenski Istri beležili ekstremne sušne razmere, ki so močno vplivale na pridelavo oljk. Z namenom, da bi ovrednotili vodni deficit tal in minimalni namakalni obrok pri pridelavi oljk v ekstremnih sušnih razmerah, smo v intenzivnem oljčnem nasadu zasnovali namakalni poskus z različnimi režimi deficitnega namakanja, ki so temeljili na potencialni evapotranspiraciji (ETp) (15 % evapotranspiracija rastline (ETc), 33 % ETc, 40 % ETc.). Rezultati raziskave so pokazali, da so letne količine namakalnih obrokov v ekstremno sušnih razmerah med 33 mm in 136 mm. Pri tem je potrebno poudariti, da na količino dodane vode v oljčnih nasadih v ekstremni sušni razmerah poleg lastnosti tal, akumulirane zaloge vode v tleh, močno vplivajo lega in ekspozicija dreves ter osončenost listne površine.

**Ključne besede:** vodni deficit tal, namakalni poskus, oljka *Olea europaea* L.

## WATER BALANCE AND DEFICIT IRRIGATION IN OLIVE PRODUCTION

### ABSTRACT

Slovenia has good water balance conditions on most of its territory. Due to unfavorable precipitation distribution and frequently appearing extreme weather conditions Slovenia's susceptibility to drought is increasing. In 2015 and 2016 Slovenian Istria recorded extreme dry conditions, which greatly influenced olive production. In order to determine soil water deficit and minimal irrigation ratio in olive production under extreme dry conditions, irrigation experiment in olive orchard was set. Three deficit irrigation treatments, based on percentage of potential crop reference evapotranspiration (ETp) were evaluated (15% crop evapotranspiration ETc, 33% ETc, 40% ETc). Results show that in vegetative period between 33 and 136 mm of water was added. In addition to soil characteristics and accumulated soil water storage also position and exposition of the orchard influence irrigation demand.

**Key words:** soil water deficit, irrigation experiment, olives, *Olea europaea* L.

<sup>1</sup> Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Katedra za agrometeorologijo, urejanje kmetijskega prostora in ekonomiko ter razvoj podeželja, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana

<sup>2</sup> Znanstveno- raziskovalno središče Koper, Garibaldijeva 1, 6000 Koper, Slovenia

## 1. UVOD

Oljke so tradicionalno gojene pod naravnim vodnim režimom, saj so dobro odporne na sušo in prilagodljive na sušne razmere (Moriana in sod., 2003; Fernández in Moreno, 1999; Gucci in Caruso, 2012). Večina območij, kjer se oljke goji, imajo aridno klimo, kjer je voda omejujoč dejavnik zaradi pomanjkanja in visokih cen te dobrine (Pérez-Lopez in sod., 2008; Ben Ahmed in sod., 2007; Lorite in sod., 2004). Pri intenzivni pridelavi oljk z večjo gostoto dreves ter namakanjem lahko dosežemo večje pridelke (Naor, 2014) ter zmanjšamo izmenično rodno (Fernández in Moreno, 1999). Obetaven pristop je deficitno namakanje, s katerim lahko dosežemo dober pridelek z manjšo porabo vode (Ruiz-Sánchez in sod., 2010).

Pri deficitnem namakanju nadzorovano rastlinam dodamo manjšo količino vode, kot je optimalno (Podgornik in Bandelj, 2015). Ključno za uspeh deficitnega namakanja je nadzor nad primanjkljajem vode, ki mu je rastlina izpostavljena. Primanjkljaj vode lahko uravnavamo na podlagi potreb rastlin po vodi, t.j. rastlinam je v namakalnem obroku dodan ustrezno zmanjšan delež potencialne evapotranspiracije rastline (Moriana in sod., 2003); lahko ga uravnavamo na osnovi meritev stanja rastline, t.j. merjenje vodnega potenciala v rastlini (Moriana in sod., 2003; Fernandez, 2014) ali na osnovi količine vode v tleh (Moriana in sod., 2003; Ruiz-Sanches in sod., 2010). Slednja dva pristopa zahtevata določeno opremo, ki omogoča meritve v nasadu, v tleh ali na drevesu. Slovenska Istra je v zadnjih dveh dekadah izkusila številna sušna obdobja in pomanjkanje vode (Sušnik, 2014), kar je vplivalo tudi na pridelavo oljk. V prispevku obravnavamo vodno bilanco tal v letu 2015 v oljčniku pri petih režimih namakanja.

## 2. MATERIAL IN METODE

Poskus je potekal v intenzivnem nasadu oljk (*Olea europaea* L., cv. 'Istrska belica') na terasiranem zemljišču nad Dekani (45°32'38", 13°48'37", 25 m nmv.). Gostota dreves je bila 6 m x 5 m. Na dveh terasah so bila v štirih vrstah oljk drevesa pod tremi deficitnimi režimi namakanja, in sicer 15 % ETc (potencialne evapotranspiracije rastline), 33 % ETc, 40 % ETc, ter polnem pokritju potreb po vodi (100 % ETc) in kontroli, t.j. brez namakanja. Vsako obravnavanje je imelo 4 drevesa (20 dreves na vrsto). Na spodnji terasi smo v obeh vrstah pri dveh drevesih znotraj obravnavanja merili količino vode s pomočjo Time Domain Reflectometry (TDR) sond na 30 cm globine. Obravnavali smo 10 dreves v vrsti oljčnika.

Tla oljčnika so rjava tla, rigolana, karbonatna, na flišu, ilovnate in glineno ilovnate teksture, s pojavom skal na različnih globinah. Ventili za proženje namakanja so bili uravnani z dejanskim stanjem vode v tleh (V1 in V4 spodnja terasa, V2 in V3 zgornja terasa). Na neporušenih vzorcih tal smo določili vodnozadrževalne lastnosti tal (Schindler in sod., 2010). Poljska kapaciteta (-0.02 MPa) je bila pri 28 volumskih %, točka venenja (-1,5 MPa) pri 18 volumskih %. Kritična količina vode v tleh za proženje namakanja je bila določena pri 23 volumskih % za vklop namakanja ter 27 % za izklop sistema. Na ta način smo omogočili, da oljke izkoristijo morebitne padavine. Za vsako vrsto dreves smo namestili uro za merjenje količine porabljene vode na teraso. Količina vode znotraj posameznega obravnavanja je bila uravnavana s številom kapljačev, nameščenih na cevi okoli posameznega drevesa (polno namakanje 15 kapljačev, 40 % ETc 6 kapljačev, 33 % ETc 5 kapljačev, 15 % 2 kapljača). Referenčno evapotranspiracijo smo izračunali s Penman-Monteithovo metodo (Allen in sod., 1998), ob uporabi koeficienta rastline za oljko za slovenske razmere (zima in pomlad 0,7, poletje 0,5–0,58, jesen 0,65–0,69) za izračun potencialne evapotranspiracije oljke

(Tanasijevec in sod., 2014; Podgornik in Bandelj, 2015). Uporabili smo meteorološke podatke postaje v Portorožu 2 m nmv. V prispevku obravnavamo obdobje maj – september 2015.

### 3. REZULTATI IN RAZPRAVA

V letu 2015 je bila skupna količina padavin 595,1 mm, kar je znatno manj od dolgoletnega povprečja (969 mm), zabeleženega na meteorološki postaji v Portorožu (preglednica 1). V obdobju od maja do septembra 2015 je bila količina padavin 289,7 mm. Referenčna evapotranspiracija v tem obdobju je bila 776 mm, referenčna evapotranspiracija za oljke pa 478,7 mm. Vodna bilanca za to obdobje je bila negativna, in sicer  $-189$  mm. Čeprav je bilo leto 2014 izrazito mokro, je bilo padavin v zimskih in zgodnje spomladanskih mesecih leta 2015 majhne, vodna bilanca na začetku rastne dobe je bila negativna (preglednica 1). V obravnavanem obdobju je bilo pet vročih obdobj, ko je maksimalna temperatura zraka presegla  $30$  °C, minimalna pa ni bila pod  $25$  °C (slika 1) (Podgornik in sod., 2016). Meritve količine vode, ki so se začele maja, potrjujejo izračun negativne vodne bilance, saj je bila zaloga vode na začetku beleženja na nivoju točke venenja (slike 1 - 3). To nakazuje, da so bile oljke pod sušnim stresom v zgodnjih spomladanskih mesecih, marca in aprila, kar lahko vpliva na rodnost oljk v prihodnjem letu (Moriani in sod., 2003; Rapoport in sod., 2012).

Štirje večji padavinski dogodki so posamezno ali v zaporednih dneh s padavinami napolnili zalogo vode v tleh (Zupanc in sod., 2016). Med poskusom (maj – september 2015) je bila količina vode največja pri polnem namakanju (100 % ETc) v notranji vrsti terase (V4), in sicer med 30 in 34 %, kar ustreza poljski kapaciteti (slika 2). V zunanji vrsti je bila količina vode pri tem obravnavanju nekoliko manjša, in sicer med 28 in 31 %. V obravnavanem obdobju je količina vode na 30 cm pri 100 % namakanju enkrat presegla zadrževalne lastnosti tal zgornjega sloja, in sicer ob padavinskem dogodku 24. 6. 2015 (44 mm). K temu je pripomogel tudi padavinski dogodek 17. 6. 2015 (22 mm), ki je napolnil zalogo vode. Pri deficitnih obravnavanjih, 33 in 40 % ETc, med obravnavanjema ni bistvene razlike v količini in dinamiki vode v tleh. Količina vode je bila med 25 in 18 % vode, kar je v spodnji meji območja rastlinam dostopne vode, t.j. težko dostopne vode. Občasno je količina vode padla do točke venenja. Pri kontroli (brez namakanja) in obravnavanju, kjer smo dodajali 15 % ETc, je bila količina vode med 20 in 10 %, kar je v območju oziroma pod točko venenja (sliki 2 in 3).

Količina vode, porabljene za namakanje, se je razlikovala med terasama kot tudi med vrstami. Vrsta oljk, katere namakanje uravnava ventil V1, je najbolj izpostavljena soncu in je v obravnavanem obdobju prejela največ vode (preglednica 2). Po količini dodane vode sledi vrsta oljk, katere namakanje uravnava ventil 4, nato sledita vrsti V2 in V3 (preglednica 2). Razlike v količini dodane vode so posledica lege posamezne terase oziroma vrste dreves. Spodnja terasa je neposredno nad cesto, ki je asfaltirana in padavin ne absorbira, kar vpliva tako na energijsko kot tudi na vodno bilanco terasiranega zemljišča. Lega in ekspozicija zemljišča lahko vplivata na vodno bilanco nasada (Connor in sod., 2014). Preliminarni rezultati za leto 2015 kažejo, da je namakanje ključno za zagotavljanje ustrezne založenosti tal z vodo. Izbrani pristop k namakanju, kjer se doda nekoliko manjšo količino vode, kot je točka poljske kapacitete, je omogočil koriščenje padavin.

### 4. ZAHVALA

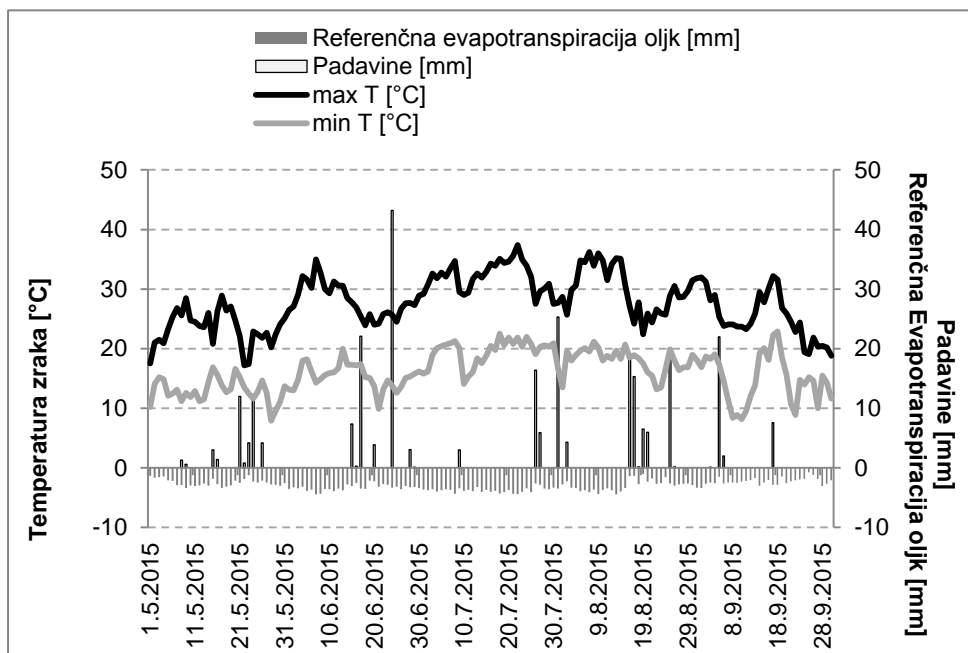
Raziskava je del projekta V4-1411 Izdelava tehnoloških smernic za namakanje oljk v Sloveniji, ki ga financira Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije (ARRS).

## 5. VIRI

- Allen R. G., Pereira L. S., Raes D., Smith M. 1998. Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and drainage paper 56. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations. 326 str.
- Ben Ahmed C., Ben Rouina B., Boukhris M. 2007. Effects of water deficit on olive trees cv. Chemlali under field conditions in arid region in Tunisia. *Sci Hort*, 113 (3): 267–277.
- Connor D. J., Gómez-del-Campo M., Rousseaux C. M., Searles P. S. 2014. Structure, management and productivity of hedgerow olive orchards: A review. *Sci Hort*, 169: 71–93. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.1.2.2014>.
- Fernandez J. E. 2014. Understanding olive adaptation to abiotic stresses as a tool to increase crop performance. *Environmental and experimental botany*, 103: 158-179.
- Fernández J. E., Moreno F. 1999. Water Use by the Olive Tree. *Journal of Crop Production*, 2, 2: 101-162 .
- Gucci R., Caruso G. 2012. Environmental stresses and sustainable olive growing. XXVIII International Horticultural Congress on Science and Horticulture for People (IHC2010): Olive Trends Symposium-From the 924: 19-30.
- Lorite I. J., Mateos L., Fereres E. 2004. Evaluating irrigation performance in a Mediterranean environment: I. Model and general assessment of an irrigation scheme. *Irrigation Science*, 23, 2: 77-84
- Moriana A., Orgaz F., Pastor M., Fereres E. 2003. Yield Responses of a Mature Olive Orchard to Water Deficits. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 128, 3: 425-432.
- Naor A 2014. Crop load and irrigation interactions—a new dimension of RDI. *Acta Hortic.*, 1038: 113–119.
- Pérez-López, D., Gijón M. C., Moriana A. 2008. Influence of irrigation rate on the rehydration of olive tree plantlets. *Agricultural Water Management*, 95, 10: 1161-1166.
- Podgornik M., Bandelj D. 2015. Deficitni princip namakanja oljčnih nasadov v Slovenski Istri. *Acta agriculturae Slovenica*, 105: 337-344.
- Podgornik M., Bandelj D., Bučar-Miklavčič M., Hladnik M., Bešter E., Valenčič V., Knap T. Miklavčič Višnjevca A., Arbeiter A., Zupanc V., Pintar M., Butinar B. 2016. Effects of extreme drought on the vegetative and productive behaviour of olive cultivar 'istrska belica'. V: (ur.), Book of abstracts. Split: Institute for Adriatic Crops: 30.
- Rapoport H. F., Hammami S. B. M., Martins P., Perez-Priego O., Orgaz F. 2012. Influence of water deficits at different times during olive tree inflorescence and flower development. *Environmental and experimental botany*, 77: 227-233.
- Ruiz-Sanchez M. C., Domingo R., Castel J. R. 2010. Review. Deficit irrigation in fruit trees and vines in Spain. *Spanish J. of Agric. Res.*, 8, 2: 5-20.
- Schindler U., Durner W., von Unold G., Mueller L., Wieland R. 2010. The evaporation method: Extending the measurement range of soil hydraulic properties using the air-entry pressure of the ceramic cup. *J Plant Nutr. Soil Sci.*, 173, 4: 563-572.
- Sušnik A. 2014. Zasnove kazalcev spremljanja suše na kmetijskih površinah. Doktorska disertacija. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, 256 str.
- Tanasijevic L, Todorovic M, Pereira L. S., Pizzigalli C., Lionello P. 2014. Impacts of climate change on olive crop evapotranspiration and irrigation requirements in the Mediterranean region. *Agricultural water management*, 144: 54-68.

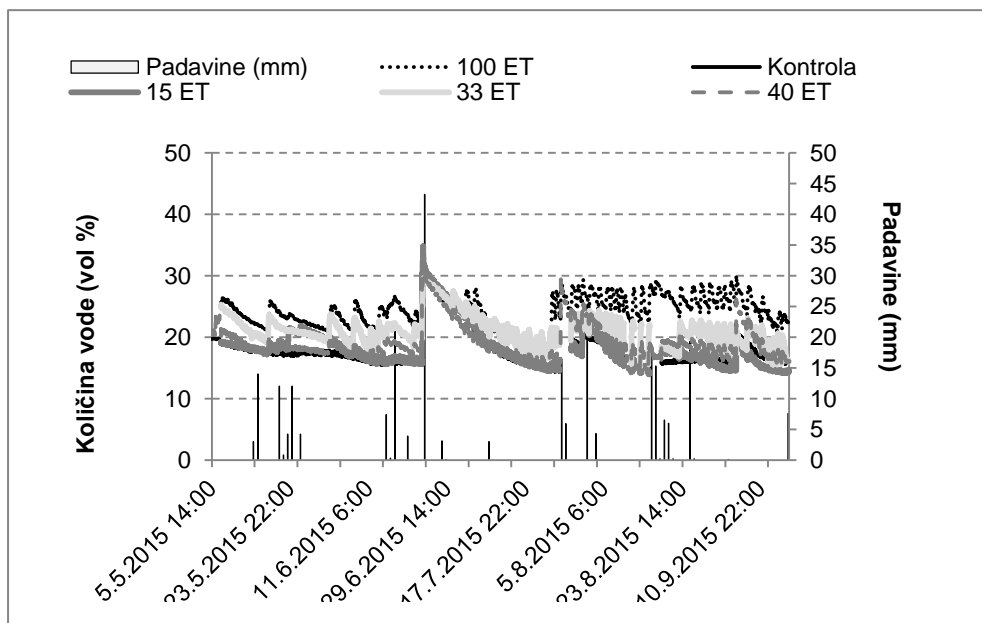


Zupanc V., Podgornik M., Pintar M. 2016. Water balance assessment for orchard in Mediterranean region. V: Čelkova A. (ur.), Transport of water, chemicals and energy in the soil-plant-atmosphere system: Proceedings, 23<sup>rd</sup> International Poster Day and Institute of Hydrology Open Day, Bratislava, Slovak Republic: 296-300.



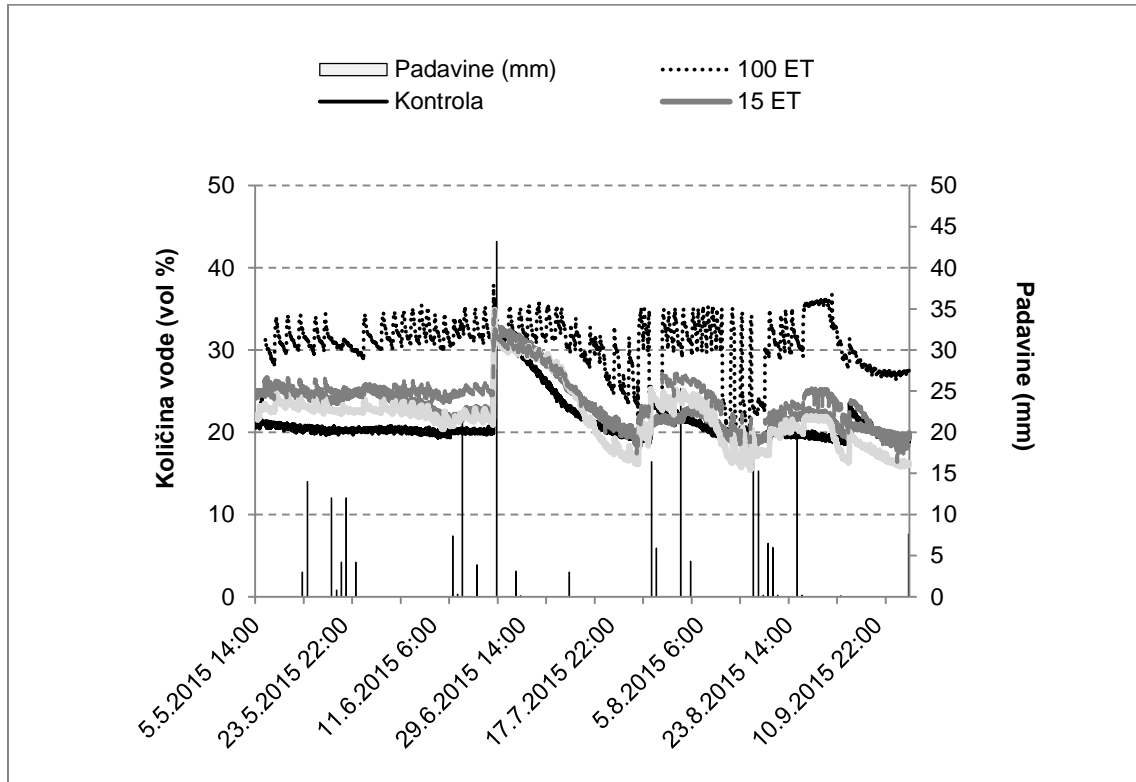
Slika 1: Maksimalna in minimalna T zraka (°C), padavine in referenčna evapotranspiracija oljk za maj – september 2015 za Portorož.

Figure 1: Maximum and minimum air temperature (°C), precipitation and crop evapotranspiration for May – September 2015 for Portorož.



Slika 2: Količina vode (volumski %) za vrsto V1 za 100 % ET, 40 % ET, 33 % ET 15 % ET in kontrolo ter padavine (mm) za oljčnik v Dekanih za maj – september 2015.

Figure 2: Soil water content (vol %) for tree row V1 for 100% ET, 40% ET, 33% ET 15% ET and control treatment and precipitation (mm) for olive orchard in Dekani for May – September 2015.



Slika 3: Količina vode (volumski %) za vrsto V4 za 100 % ET, 40 % ET, 33 % ET 15 % ET in kontrolo ter padavine (mm) za oljčnik v Dekanih za maj – september 2015.

Figure 3: Soil water content (vol %) for tree row V4 for 100% ET, 40% ET, 33% ET 15% ET and control treatment and precipitation (mm) for olive orchard in Dekani for May – September 2015.

Preglednica 1: Padavine P za obdobje 1981 – 2010 in 2015, referenčna evapotranspiracija (ET) za obdobje 2000 – 2010, evapotranspiracija rastle (ETc) in vodna bilanca (P – ETc), vse v mm, za meteorološko postajo Portorož, Slovenija.

Table 1: Precipitation (P) for 1981 – 2010 and 2015, reference evapotranspiration (ET) for 2000 – 2010, crop evapotranspiration 2015 (ETc) and water balance (P – ETc), all in mm, for Portorož, Slovenia.

	P 1981-2010	ET 2000-2010	ET 2015	P 2015	ETc 2015	P-ETc
Jan	60	27,2	31,6	45,3	22,1	23,2
Feb	54	36,2	41,6	30,3	29,1	1,2
Mar	62	64,3	73,4	41,9	51,4	-9,5
April	66	94,4	102,9	29,4	72,0	-42,6
May	75	132,2	131,5	38,6	92,1	-53,5
Jun	86	157,9	171,2	71,8	99,3	-27,5
Jul	56	178,4	199,3	61,2	115,6	-54,4
Aug	86	152,6	157,5	48,2	91,4	-43,2
Sept	118	100,8	116,5	69,9	80,4	-10,5
Oct	112	59,8	56,7	133,8	39,1	94,7
Nov	106	33,3	31,4	24,7	21,7	3,0
Dec	88	27,6	15,9	0	11,1	-11,1
Skupaj	969	1064,7	1129,5	595,1	725,2	-130,1

Preglednica 2: Količina dodane vode ( $\text{mm/m}^2$ ) v obdobju od 7. 5. 2015 do 21. 9. 2015 na posamezno obravnavanje (15, 33, 40 in 100 % ET) po posameznih vrstah dreves v oljčniku v Dekanih.

Table 2: Quantity of added water ( $\text{mm/m}^2$ ) from 7. 5. 2015 to 21. 9. 2015 per treatment (15%, 33%, 40% and 100% ETc) per individual tree row in an olive orchard in Dekani.

Obravnavanje	Zgornja terasa		Spodnja terasa	
	Vrsta V1	Vrsta V4	Vrsta V2	Vrsta V3
15 %	79	43	31	29
33 %	197	108	79	73
40 %	236	130	94	87
100 %	591	324	236	218



## VPLIV RAZLIČNIH REŽIMOV NAMAKANJA NA KAKOVOST PLODOV ŽLAHTNEGA JAGODNJAKA (*Fragaria* × *ananassa* Duch.)

Nika WEBER<sup>1</sup>, Vesna ZUPANC<sup>2</sup>, Jerneja JAKOPIČ<sup>1</sup>, Robert VEBERIČ<sup>1</sup>, Maja MIKULIČ-  
PETKOVŠEK<sup>1</sup>, Franci ŠTAMPAR<sup>1</sup>

### POVZETEK

Na poskusnem polju smo dve večkrat rodni sorti žlahtnega jagodnjaka 'Flamenco' in 'Eva's Delight' izpostavili trem različnim režimom namakanja. Količino vode za namakanje smo določili z gravimetričnimi meritvami količine vode pri treh izbranih tenzijah, merjenih s tenziometri, in sicer -12 kPa (zgornja točka poljske kapacitete), -33 kPa (spodnja točka poljske kapacitete) in -70 kPa (praktična meja delovanja tenziometra). Vzorce jagod smo pobirali v treh terminih in spremljali metabolizem rastline z vrednotenjem primarnih in sekundarnih metabolitov ter pridelka. Izkazalo se je, da so imeli plodovi rastlin obeh sort, ki so bile izpostavljene najmanjši količini namakane vode (tenzija -70 kPa) bistveno večje vsebnosti sladkorjev (1,1 do 1,4-krat), organskih kislin (1,1 do 1,2-krat) in vseh analiziranih fenolov (1,2-do 2,4-krat). Pri sorti 'Flamenco' se je izkazalo, da so ob manjših količinah dodane vode (-70 kPa) plodovi imeli bistveno boljše razmerje med sladkorji in organskimi kislinami, zmanjšano namakanje pa ni značilno vplivalo na pridelek. Pod enakimi pogoji se je pri sorti 'Eva's Delight' pokazalo, da namakanje pri tenziji -70 kPa zmanjša pridelek. S primernim namakanjem lahko povečamo vsebnost primarnih in sekundarnih metabolitov in s tem izboljšamo notranjo kakovost plodov.

**Ključne besede:** sorta, pridelek, primarni in sekundarni metaboliti

### INFLUENCE OF DIFFERENT IRRIGATION REGIME ON STRAWBERRY (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) FRUIT QUALITY

#### ABSTRACT

Three different irrigation regimes (upper limit of field capacity (-12 kPa), lower limit of field capacity (-33 kPa) and deficit irrigation (-70 kPa)) were established on silty-loam soil and monitored with tensiometers. Yield and fruit quality of 'Flamenco' and 'Eva's Delight' ever-bearing strawberry cultivars have been monitored. The aim of the study was to evaluate the effect of different irrigation regimes on the content of sugars, organic acids and phenolic compounds using HPLC/HPLC-MS. Deficit irrigation significantly increased the content of sugars (from 1.1 to 1.3 fold), organic acids (1.1 fold), their ratio (from 1.1 to 1.2 fold) and all identified phenols (1-2 to 2.4 fold). Deficit irrigation had adversely impacted on cv. 'Eva's Delight' yield, but no significant influence on yield has been measured in cv. 'Flamenco'.

<sup>1</sup> Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Katedra za sadjarstvo, vinogradništvo in vrtnarstvo, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana

<sup>2</sup> Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Katedra za agrometeorologijo, urejanje kmetijskega prostora ter ekonomiko in razvoj podeželja, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana

Deficit irrigation generally decreased strawberry yield of cv. 'Eva's Delight'. The results suggest superior fruit quality and taste of strawberries grown under minor deficit irrigation.

**Keywords:** cultivar, yield, sugars, organic acids, phenolic compounds

## 1. UVOD

Povečane potrebe po vodnih virih in širjenju kmetijskih pridelovalnih zemljišč sta dva izmed razlogov, zakaj so pridelovalci vedno bolj dolžni utemeljevati količino porabljene vode za namakanje. V okolju, kjer vodnih virov ne primanjkuje, so količine porabljene vode velikokrat neupravičene in okoljsko nesprejemljive. Pretekle raziskave so pokazale, da zmanjšano namakanje negativno vpliva na velikost ploda in posledično zmanjša pridelek jagod (Castellarin in sod. 2007). Vodni režim v rastlini v veliki meri določa kemijsko sestavo plodov žlahtnega jagodnjaka. Pomanjkanja vode zaustavi rast rastlin (Klamkovski in Treder, 2008) in posledično zmanjša pridelek (Rahmati in sod., 2015). Ko se rastlina sooči s pomanjkanjem vode začne sintetizirati signalne snovi, ki sprožijo zapiranje listnih rež ali celo upočasnijo rast listov (Chaves in sod., 2010). Različni režimi namakanja vplivajo na maso ploda (Gibert in sod., 2005), delež suhe snovi (Fishman in Genard, 1998), metabolizem sladkorjev in transport ogljikovih hidratov po rastlini (Lechaudel in sod., 2005). Preveč namakane rastline so podvržene koreninskim boleznim, prav tako pa se iz tal izpirajo hranila. Povzamemo lahko, da sta tako preveč kot premalo vode neprimerna za uspešno pridelavo, veliko pa je odvisno tudi od sorte. Gine-Bordonaba in Terry (2010) sta dokazala, da so se sorte žlahtnega jagodnjaka različno odzvale na pomanjkanje vode in da točka, ki pomeni za rastlino pomanjkanje, ni enaka pri različnih sortah. Pomanjkanje vode vpliva na sintezo sladkorjev, organskih kislin in fenolov ter kakovost plodov (Stefanelli in sod., 2010). Pomanjkanje vode in stres, ki ga povzroči, so mnogi povezali s povečano vsebnostjo fenolov (Hummel in sod., 2010), zato so ga nekateri znanstveniki že navedli kot možen ukrep k povečanju notranje kakovosti plodov (Kumar in Dev, 2010). Prav tako so poročali, da namakanje žlahtnega jagodnjaka z različno količino vode bistveno spremeni fenolno sestavo plodov.

Kako se pomanjkanje vode odraža na podrobno fenolno sestavo plodov žlahtnega jagodnjaka, do sedaj še ni bilo natančno raziskano. Ali lahko z zmernim namakanjem celo izboljšamo notranjo kakovost plodov in jih še vedno pridelamo tržno zanimive? Želeli smo ugotoviti, kako različni režimi namakanja vplivajo na pridelek in sintezo primarnih ter sekundarnih metabolitov. Je morda omejeno namakanje eden od možnih ukrepov za izboljšanje notranje kakovosti jagod ali bo le to pomenilo izgubo pridelka? Zanimalo nas je tudi, ali se različni sorti, na določene režime namakanja odzoveta enako.

## 2. MATERIALI IN METODE

V poskusu, ki je potekal na kmetiji Weber, Loka pri Zidanem mostu, smo količino vode za namakanje določili z gravimetričnimi meritvami količine vode pri treh izbranih tenzijah, merjenih s tenziometri, in sicer -12 kPa (zgornja točka poljske kapacitete), -33 kPa (spodnja točka poljske kapacitete) in -70 kPa (praktična meja delovanja tenziometra). Vzorce jagod smo pobirali v treh terminih in spremljali metabolizem rastline z vrednotenjem primarnih in sekundarnih metabolitov ter pridelka. V rastlinjaku smo na grebene, prekrite s črno polietilensko zastirko, posadili frigo sadike jagod večkrat rodnih sort 'Flamenco' in 'Eva's Delight'. Rastline smo oskrbovali po navodilih za integrirano pridelavo (IP) sadja (Ministrstvo

za kmetijstvo ..., 2014). Na vsakem grebenu so bile posajene rastline v dveh vrstah, vsaka opremljena s svojo namakalno cevjo kapljičnega sistema tipa T-tape. Vsako sorto smo razdelili na tri obravnavanja in jih opremili s tenziometri, ki so bili nastavljeni na globino 25 cm, kjer je bila večina korenin. Po deset rastlin smo izpostavili prej omenjenim tenzijam. Med poskusom smo vrednotili število cvetov in število ter maso plodov. Vzorce smo pobirali v polni zrelosti, rastline pa so bile omenjenim spremenjenim režimom izpostavljene 2 meseca. Po vzorčenju smo odbrali vzorce za nadaljnje analize primarnih in sekundarnih metabolitov ter izmerili vsebnost topne suhe snovi. Za določanje primarnih in sekundarnih metabolitov smo uporabili cele plodove, za vsako obravnavanje smo izvedli 5 ponovitev. Ekstrakcijo sladkorjev in organskih kislin ter fenolov smo izvedli po ustaljenih metodah (Weber in sod., 2013). Primarne in sekundarne metabolite v vzorcih smo identificirali na sistemu visokoločljivostne tekočinske kromatografije (HPLC) pri valovnih dolžinah 280 nm (flavanole in hidroksicimetne kisline), 350 nm (flavonole, flavone) in 530 nm (antociane).

### 3. REZULTATI IN RAZPRAVA

Izkazalo se je, da sta obravnavani sorti pod enakimi pogoji različno odreagirali. Predvsem so bile bistvene razlike v pridelku, razmerju med sladkorji in organskimi kislinami ter vsebnosti nekaterih fenolnih snovi. Pri sorti 'Flamenco' se je izkazalo, da namakanje pri tenziji -70 kPa ni povzročilo zmanjšanja pridelka. Pri sorti 'Eva's Delight' pa je enaka količina dodane vode že vplivala na pridelok, ki je bil zaradi tega za 33 % manjši kot pri namakanju do zgornje točke poljske kapacitete. Tako lahko na podlagi dobljenih rezultatov trdimo, da je odziv žlahtnega jagodnjaka na količino dodane vode med obravnavanima sortama različen. S tem smo potrdili predhodne raziskave, v katerih so spremljali odziv različnih sort žlahtnega jagodnjaka na manjše količine dodane vode (Gine-Bordonaba in Terry, 2010). Plodovi sorte 'Flamenco' so vsebovali največ topne suhe snovi (28 %) pri najmanj namakanih rastlinah, a so v primerjavi z optimalnim namakanjem (22 %) razlike relativno majhne. Medtem ko so razlike pri sorti 'Eva's Delight' bistveno večje. Pri najmanj dodane vode (-70 kPa) so plodovi sorte 'Eva's Delight' vsebovali kar 38 % topne suhe snovi, pri optimalnem namakanju pa 19 %. O povečanju količine topne suhe snovi v plodovih, izpostavljenih manjšim količinam namakane vode, poročajo tudi drugi raziskovalci (Gine-Bordonaba in Terry, 2010). Rastline, ki smo jih namakali z najmanjšo količino vode (-70 kPa) so imele značilno večje vsebnosti sladkorjev in organskih kislin. Najverjetneje je povečana vsebnost sladkorjev in organskih kislin v plodovih posledica stresa, ki ga je rastlina doživela ob manjših količinah vode. Naši rezultati so skladni z drugimi objavami, tako so tudi Terry in sod. (2007) večje vsebnosti sladkorjev določili v plodovih žlahtnega jagodnjaka, ki so bili izpostavljeni suši. Optimalno namakanje se je pri sorti 'Flamenco' odrazilo z večjim razmerjem med sladkorji in organskimi kislinami, kar pomeni slajši okus jagod. Za sorto 'Eva's Delight' je značilen slajši okus in z našim poskusom smo to tudi potrdili, saj je imela večje razmerje med sladkorji in organskimi kislinami in različni režimi namakanja na to niso imeli značilnega vpliva.

Glede na to, da so se vsebnosti vseh analiziranih fenolov značilno povečale v plodovih rastlin, ki smo jih namakali z najmanjšo količino vode (-70 kPa), lahko na podlagi tega trdimo, da so bile rastline žlahtnega jagodnjaka v stresu. S tem smo potrdili trditev Terry in sod. (2007), ki je v svoji študiji na žlahtnem jagodnjaku dokazal značilno povečanje vsote vseh fenolnih snovi v plodovih, ki so bili izpostavljeni pomanjkanju vode. Obravnavani sorti imata različne potrebe po vodi in posledično zanju stres nastopi na različni točki. Za 'Eva's Delight' je že namakanje pri spodnji točki poljske kapacitete povzročilo zmanjšanje pridelka in povečanje vsebnosti nekaterih fenolnih snovi. Vsebnost antocijaninov je bila zelo različna med tremi obravnavanji in prav tako med obravnavanima sortama. Vsebnost derivatov elagnih kislin se

je bistveno povečala v rastlinah, ki so bile namakane do spodnje točke poljske kapacitete (-33 kPa) in pri obravnavanju, kjer smo dodali najmanjšo količino dodane vode (-70 kPa). Tako lahko trdimo, da zmanjšano namakanje poveča sintezo elagne kisline in njenih derivatov. Naši rezultati so skladni z rezultati Dodds in sod. (2007), ki so proučevali dva različna režima namakanja jagod in njun vpliv na vsebnost elagne kisline. Prav tako je bila vsebnost flavanolov spremenljiva v različnih režimih namakanja. Pri sorti 'Flamenco' se je izkazalo, da je namakanje z najmanjšo količino vode povzročilo povečanje flavanolov v prvem terminu, v tretjem terminu pa je tudi namakanje pri zgornji točki poljske kapacitete (-12 kPa) povzročilo povečanje vsebnosti flavanolov. Enako se je na namakanje pri zgornji točki poljske kapacitete odzvala sorta 'Eva's Delight' v prvih dveh terminih. Glede na to, da različni režimi namakanja vplivajo na biosintezo pot flavanolov (Genebra in sod., 2014) predvidevamo, da je namakanje do zgornje točke poljske kapacitete pomenilo prevelike količine vode in prav tako predstavljalo stres za rastline. Rastline, izpostavljene okoljskemu stresu, sintetizirajo večje količine flavonolov, s ciljem zmanjševanja oksidativnega stresa, ki nastopi kot posledica (Baratto in sod., 2003). Vsebnost flavonolov v plodovih sorte 'Flamenco' je bila v prvih dveh terminih vzorčenja značilno povečana pri tenziji -12 kPa in -70 kPa, v tretjem terminu pa le pri tenziji -70 kPa. Za sorto 'Eva's Delight' je v prvem terminu namakanje na zgornji točki poljske kapacitete povzročilo povečano sintezo flavonolov, v naslednjih terminih pa sta povečanje stimulirala druga dva režima namakanja. Klamkovski in Treder (2008) sta dokazala, da sorta 'Elsanta', ki velja za tolerantnejšo na pomanjkanje vode, sintetizira več flavonolov kot občutljivejše sorte. Do podobne ugotovitve so prišli Sanchez-Rodriguez in sod. (2010) pri občutljivih in tolerantnih sortah paradižnika. Vsebnosti hidroksicimetnih kislin so se pri sorti 'Flamenco' povečale v rastlinah, ki smo jih namakali z najmanjšo količino vode, medtem ko je pri sorti 'Eva's Delight' namakanje na spodnji točki poljske kapacitete (-33 kPa) povzročilo povečanje vsebnosti hidroksicimetnih kislin. Do podobnih rezultatov so prišli tudi Tattini in sod. (2004), ki poročajo o povečanju hidroksicimetnih kislin v *Ligustrum vulgare*, ki so ga izpostavili pomanjkanju vode. Flavoni so skupina fenolov, ki so v žlahtnem jagodnjaku najmanj zastopani, a je namakanje prav tako vplivalo na njihovo vsebnost.

Dokazali smo, da različni režimi namakanja spremenijo fenolno sestavo plodov žlahtnega jagodnjaka. Namakanje do tenzije -70 kPa se je odrazilo v povečani vsebnosti večine analiziranih fenolnih skupin. Prav tako pa se je pri tenzij -12 kPa povečala vsebnost nekaterih fenolov. Glede na rezultate se poraja dvom ali je namakanje pri tenziji -12 kPa res optimalno. Pri sorti 'Flamenco' lahko na podlagi rezultatov trdimo, da vsebuje veliko fenolnih snovi, saj je bila vsebnost vseh identificiranih kar do 2,7-krat večja od sorte 'Eva's Delight' in morda je ravno v tem razlog, zakaj pri namakanju z manjšo količino vode ni prišlo do zmanjšanja pridelka. Trend pri prodaji jagod gre vedno bolj v smer okusnih in z zdravju koristnimi snovmi bogatih plodov, kot pa velikih in prijaznim le očem. Premišljeno namakanje je lahko eden od tehnoloških ukrepov, ki izboljša notranjo kakovost jagod. Ko se pridelovalci odločijo, katero sorto bodo pridelovali, je zelo pomembno, da spremljajo rastline in dobro poznajo lastnosti tal, v katerih jih gojijo.

#### 4. VIRI

- Baratto M. C., Tattini M., Galardi C., Pinelli P., Romani A., Visioli F., Basosi R., Pogni R. 2003. Antioxidant activity of galloyl quinic derivatives isolated from *P. lentusculus* leaves. Free Radical Research, 37, 4: 405–412.



- Castellarin S. D., Matthews M. A., Di Gaspero G., Gambetta G. A. 2007. Water deficits accelerate ripening and induce changes in gene expression regulating flavonoid biosynthesis in grape berries. *Planta*, 227, 1: 101–112.
- Chaves M. M., Zarrouk O., Francisco R., Costa J. M., Santos T., Regalado A. P., Rodrigues M. L., Lopes C. M. 2010. Grapevine under deficit irrigation: hints from physiological and molecular data. *Annals of Botany*, 105: 661–676.
- Dodds P. A. A., Taylor J. M., Davies J. W., Else M. A., Atkinson J. C. 2007. Partial rootzone drying increases antioxidant activity in strawberries. *Acta Horticulturae*, 744: 295–302.
- Fishman S., Genard M. A. 1998. Biophysical model of fruit growth: Simulation of seasonal and diurnal dynamics of mass. *Plant, Cell & Environment*, 21: 739–752.
- Genebra T., Santos R. R., Francisco R., Pinto-Marijuan M., Brossa R., Serra A. T., Duarte C. M. M., Chaves M. M., Zarrouk O. 2014. Proanthocyanidin accumulation and biosynthesis are modulated by the irrigation regime in tempranillo seeds. *International Journal of Molecular Sciences*, 15: 11862–11877.
- Gibert C., Lescourret F., Genard M., Vercambre G., Perez Pastor A. 2005. Modelling the effect of fruit growth on surface conductance to water vapour diffusion. *Annals of Botany*, 95: 673–683.
- Gine-Bordonaba J., Terry L. A. 2010. Manipulating the taste-related composition of strawberry fruit (*Fragaria × ananassa*) from different cultivars using deficit irrigation. *Food Chemistry*, 122: 1020–1026.
- Hummel L., Pantin F., Sulpice R., Riques M., Rolland G., Dauzat M. 2010. Arabidopsis plants acclimate to water deficit at low cost through changes of carbon usage: an integrated perspective using growth metabolite, enzyme, and gene expression analysis. *Plant Physiology*, 154: 357–372.
- Klamkowski K., Treder W. 2008. Response to drought stress of three strawberry cultivars grown under greenhouse conditions. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 16: 179–188.
- Kumar S., Dev P. 2010. Effect of different mulches and irrigation methods on root growth, nutrient uptake, water use efficiency and yield of strawberry. *Scientia Horticulture*, 127: 318–324.
- Lechaudel M., Joas J., Caro Q., Genard M., Jannoyer M. 2005. Leaf:fruit ratio and irrigation supply affect seasonal changes in minerals, organic acids and sugars of mango fruit. *Journal of Science, Food and Agriculture*, 85: 251–260.
- Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. 2014. Tehnološka navodila za integrirano pridelavo sadja. 2014.  
[http://www.mkgp.gov.si/si/delovna\\_podrocja/kmetijstvo/integrirana\\_pridelava/tehnoloska\\_navodila/](http://www.mkgp.gov.si/si/delovna_podrocja/kmetijstvo/integrirana_pridelava/tehnoloska_navodila/) (4. 1. 2017)
- Rahmati M., Vercambre G., Davarynejad G., Bannayan M., Azizi M., Genard M. 2015. Water scarcity conditions affect peach fruit size and polyphenol contents more severely than other fruit quality traits. *Journal of Science and Food Agronomy*, 95: 1055–1065.
- Sánchez-Rodríguez E., Rubion-Wilhelmi M. M., Cervilla L. M., Blasco B., Rios J. J., Rosales M. A. 2010. Genotypic differences in some physiological parameters symptomatic for oxidative stress under moderate drought in tomato plants. *Plant Science*, 178: 30–40.
- Stefanelli D., Goodwin I., Jones A. 2010. Minimal nitrogen and water use in horticulture: Effects on quality and content of selected nutrients. *Food Research International*, 43: 1833–1843.

- Tattini M., Galardi C., Pinelli P., Massai R., Remorini D., Agati G. 2004. Differential accumulation of flavonoids and hydroxycinnamates in leaves of *Ligustrum vulgare* under excess light and drought stress. *New Phytology*, 163: 547–561.
- Terry L. A., Chope G. A., Bordonaba G. 2007. Effect of water deficit irrigation and inoculation with *Botrytis cinerea* on strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.) fruit quality. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55: 10812–10819.
- Weber N., Schmitzer V., Jakopic J., Mikulic-Petkovsek M., Stampar F., Koron D., Veberic R. 2013. Influence of *Colletotrichum simmondsii* R.G. Shives Y.P. Tan infection on selected primary and secondary metabolites in strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.) fruit and runners. *European Journal of Plant Pathology*, 136: 281–290.

Preglednica 1: Vsebnost skupnih sladkorjev in organskih kislin (g/kg SM) ter njuno razmerje pri sortah 'Flamenco' in 'Eva's Delight' gojenih pri različnih tenzijah (kPa).

Table 1: Content of total sugars and organic acids and their ratio in 'Flamenco' and 'Eva's Delight' strawberry fruits (g/kg FW) grown under various tension (kPa).

Sorta	Parameter	Tenzija	1. vzorčenje		2. vzorčenje		3. vzorčenje	
'Flamenco'	Sladkorji	-12	53,16	± 5,02 a	65,25	± 0,98 a	59,18	± 1,43 a
		-33	58,22	± 4,49 a	67,11	± 1,65 a	62,36	± 3,22 a
		-70	74,55	± 7,95 b	77,14	± 7,97 b	75,94	± 3,03 b
	Organske kisline	-12	8,29	± 0,29 a	11,73	± 0,53 a	11,78	± 0,13 a
		-33	9,52	± 0,43 b	11,26	± 0,76 a	12,06	± 0,47 a
		-70	10,92	± 0,31 c	12,96	± 0,42 b	13,43	± 1,05 b
	Razmerje sladkorji/organske kisline	-12	5,61	± 0,52 a	5,34	± 0,16 a	5,02	± 0,12 a
		-33	6,12	± 0,54 ab	5,98	± 0,47 b	5,18	± 0,31 a
		-70	6,65	± 0,58 b	5,94	± 0,52 b	5,94	± 0,41 b
'Eva's Delight'	Sladkorji	-12	74,73	± 2,29 a	82,71	± 1,52 a	69,28	± 2,40 a
		-33	88,61	± 6,59 b	84,83	± 3,06 a	71,53	± 1,05 a
		-70	93,28	± 9,29 b	89,37	± 1,21 b	78,95	± 3,62 b
	Organske kisline	-12	10,02	± 0,83 a	10,85	± 0,93 ns	10,83	± 0,44 a
		-33	10,39	± 0,61 a	11,47	± 0,79 ns	12,75	± 0,48 b
		-70	13,78	± 0,94 b	10,85	± 0,36 ns	13,73	± 0,42 c
	Razmerje sladkorji/organske kisline	-12	7,84	± 1,08 ns	7,62	± 0,21 ns	6,39	± 0,25 ns
		-33	8,57	± 1,08 ns	7,76	± 0,39 ns	5,61	± 0,28 ns
		-70	6,61	± 0,86 ns	8,85	± 0,74 ns	5,91	± 0,48 ns

Različne črke označujejo statistično značilne razlike med različnimi tenzijami pri posameznem parametru in posamezni sorti v različnih terminih vzorčenja, ns – ni statistično značilnih razlik

Preglednica 2: Vsebnost fenolov (mg/kg SM) po skupinah pri sorti 'Flamenco' gojeni pri različnih tenzijah (kPa).  
Table 2: The content of different phenolic groups in strawberry fruits of cultivar 'Flamenco' (mg/kg FW) grown under various tension (kPa).

Sorta	Parameter	Tenzija	1. vzorčenje		2. vzorčenje		3. vzorčenje				
'Flamenco'	Antociani	-12	140,93	± 10,36	b*	125,83	± 4,86	a	95,81	± 11,72	a
		-33	111,44	± 9,65	a	130,98	± 12,24	a	81,95	± 7,08	a
		-70	158,36	± 16,21	b	158,78	± 8,48	b	137,23	± 7,23	b
	Derivati elagnih kislin	-12	66,03	± 3,76	a	76,64	± 4,79	a	75,65	± 5,39	a
		-33	57,40	± 5,19	a	71,44	± 6,34	a	83,62	± 6,67	a
		-70	81,83	± 6,07	b	89,62	± 2,69	b	123,47	± 3,27	b
	Flavanoli	-12	1095,26	± 78,47	a	1189,51	± 22,11	a	1350,97	± 127,18	ab
		-33	1081,17	± 88,38	a	1350,05	± 22,82	ab	1233,21	± 100,99	a
		-70	1275,62	± 74,62	b	1435,59	± 74,63	b	1605,31	± 160,42	b
	Flavonoli	-12	8,55	± 0,76	b	9,43	± 0,73	b	5,97	± 0,59	a
		-33	6,95	± 0,53	a	7,81	± 0,67	a	6,21	± 0,11	a
		-70	10,59	± 1,59	c	10,65	± 1,29	b	10,27	± 1,94	b
	Hidroksicimetne kisline	-12	92,73	± 1,16	a	149,75	± 12,32	a	102,72	± 5,01	a
		-33	85,06	± 6,12	a	141,67	± 13,08	a	96,79	± 10,39	a
		-70	128,92	± 12,82	b	178,12	± 13,31	b	169,46	± 17,53	b
	Flavoni	-12	2,61	± 0,22	ab	1,49	± 0,18	a	1,70	± 0,21	a
		-33	2,22	± 0,28	a	2,82	± 0,30	b	1,49	± 0,13	a
		-70	3,37	± 0,31	b	1,91	± 0,18	a	2,61	± 0,32	b
	Skupni analizirani fenoli	-12	1315,66	± 97,81	a	1407,95	± 23,26	a	1467,33	± 118,47	a
		-33	1261,88	± 111,62	a	1570,15	± 32,86	ab	1366,47	± 124,04	a
		-70	1532,49	± 90,05	b	1696,61	± 74,82	b	1817,62	± 205,91	b

Preglednica 3: Vsebnost fenolov (mg/kg SM) po skupinah pri sorti 'Eva's Delight' gojeni pri različnih tenzijah (kPa).

Table 3: The content of different phenolic groups in strawberry fruits of cultivar 'Eva's Delight' (mg/kg FW) grown under various tension (kPa).

Sorta	Parameter	Tenzija	1. vzorčenje		2. vzorčenje		3. vzorčenje				
'Eva's Delight'	Antociani	-12	125,87	± 4,14	b	162,68	± 3,14	a	130,23	± 2,28	a
		-33	116,04	± 2,25	a	185,55	± 2,33	b	151,23	± 4,60	b
		-70	124,79	± 1,90	b	206,97	± 11,08	c	161,97	± 2,16	c
	Derivati elagnih kislin	-12	39,25	± 0,41	a	46,19	± 2,52	ns	56,51	± 3,30	a
		-33	36,71	± 0,68	a	46,24	± 3,27	ns	77,88	± 1,31	b
		-70	45,75	± 2,24	b	42,08	± 2,21	ns	97,51	± 4,70	c
	Flavanoli	-12	392,24	± 25,18	b	523,79	± 18,67	b	486,07	± 16,90	a
		-33	336,79	± 10,64	a	508,23	± 12,83	a	757,92	± 19,56	b
		-70	427,14	± 16,83	b	581,48	± 22,55	b	856,57	± 47,51	c
	Flavonoli	-12	16,46	± 0,27	b	12,04	± 0,56	a	9,77	± 0,65	a
		-33	11,38	± 1,62	a	15,45	± 0,38	b	13,04	± 1,39	b
		-70	12,83	± 1,21	a	21,35	± 1,67	c	13,16	± 1,62	b
	Hidroksicimetne kisline	-12	17,44	± 1,41	a	14,61	± 1,73	a	14,24	± 2,27	a
		-33	30,12	± 0,98	b	25,13	± 2,32	b	26,86	± 5,12	b
		-70	28,78	± 0,97	b	22,90	± 2,25	b	34,77	± 5,09	b
	Flavoni	-12	3,68	± 0,43	b	3,81	± 0,32	ns	3,42	± 0,33	ns
		-33	2,61	± 0,21	a	4,57	± 0,13	ns	3,79	± 0,27	ns
		-70	2,86	± 0,34	a	3,88	± 0,21	ns	3,86	± 0,29	ns
	Skupni analizirani fenoli	-12	620,13	± 34,53	ns	795,92	± 43,42	a	720,95	± 26,71	a
		-33	551,36	± 18,46	ns	811,67	± 21,93	a	1054,53	± 33,20	b
		-70	666,37	± 24,60	ns	906,82	± 36,61	b	1194,52	± 62,59	c



# VODNA BILANCA V NASADU ČEŠENJ Z RAZLIČNIMI PODLAGAMI

Vesna ZUPANC<sup>1</sup>, Nikita FAJT<sup>2</sup>, Marina PINTAR<sup>1</sup>

## POVZETEK

V nasadu češenj (*Prunus avium* L.) sorte 'Regina' na različnih podlagah (Gisela 3, Gisela 5, Weiroot 72) smo ovrednotili vodno bilanco tal in začetek proženja namakanja. Kot kriterij za proženje namakanja smo uporabili vodnozadrževalne lastnosti tal in meritve količine vode v tleh. Količino vode za proženje namakanja smo merili na globini 20 cm. Kljub relativno veliki količini padavin v juniju 2015 (182,5 mm) se je na koncu obravnavanega obdobja zaradi velike evapotranspiracije sprožilo namakanje pri dveh podlagah, Gisela 5 in Weiroot 72.

**Ključne besede:** vodna bilanca, količina vode v tleh, češnje

## WATER BALANCE IN CHERRY ORCHARD WITH DIFFERENT ROOTSTOCK

### ABSTRACT

In cherry orchard (*Prunus avium* L., cv. 'Regina') with three different rootstocks (Gisela 3, Gisela 5, Weiroot 72) soil water balance and irrigation start date has been evaluated. For irrigation scheduling criteria soil water retention properties and soil water content were used. Soil water content was measured on depth of 20 cm. In spite of relatively high precipitation in June 2015 (182.5 mm), irrigation launched at two rootstocks, Gisela 5 and Weiroot 72.

**Key words:** water balance, soil water content, sweet cherry

## 1. UVOD

Pridelava češenj v Sloveniji obsega, zgolj okvirno, 170 ha intenzivnih nasadov, a je zaradi dobrih izkušenj s šibkimi podlagami pričakovati, da bo zanimanje za napravo novih intenzivnih nasadov naraslo (Fajt in Komel, 2016). Zaradi vse pogostejših ekstremnih vremenskih pojavov zahtevajo intenzivni trajni nasadi urejen vodni režim tal, kamor spada tudi namakanje. Namakanje je agrotehnični ukrep, s katerim zagotovimo optimalno preskrbo rastlin z vodo v času suše. V času suše zmanjšanje količine vode v tleh vpliva na dostopnost vode za rastline, to pa vpliva na rast, zmanjšata se dejanska evapotranspiracija in pridelek. Preliminarni rezultati raziskav o vplivu namakanja in tehnologije namakanja na pridelek češenj na šibkih podlagah v slovenskih razmerah so pokazali, da namakanje pozitivno vpliva na količino pridelka, ne da bi se ob tem zmanjšala kakovost (Fajt in Komel, 2016). Na pridelek vplivajo rodovitnost tal, klimatske razmere, izbira naravnim pogojem ustrezne

<sup>1</sup> Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Katedra za agrometeorologijo, urejanje kmetijskega prostora in ekonomiko ter razvoj podeželja, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana

<sup>2</sup> Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod Nova Gorica, Pri hrastu 18, SI-5000 Nova Gorica

kulturne rastline in agrotehnični ukrepi (Katerji in sod., 2008). Šibke podlage potrebujejo dobre rastne pogoje, rodovitna tla in zadostno količino vode, še posebej v sušnih obdobjih (Fajt in Komel, 2016).

V praksi namakanje pogosto poteka na podlagi izkušenj uporabnika namakalnega sistema ob upoštevanju vremenskih razmer ter izračunu okvirne vodne bilance (Pardossi in sod., 2009). Strokovno utemeljeno namakanje uravnavamo na podlagi določenih izmerljivih kriterijev. Namakanje lahko uravnavamo na podlagi potreb rastlin po vodi, t.j. rastlinam je v namakalnem obroku dodana ustrezna količina vode, izračunana na podlagi potencialne evapotranspiracije rastline (Allen in sod., 1998); primanjkljaj lahko uravnavamo na osnovi meritev stanja rastline, t.j. merjenje vodnega potenciala v rastlini (Fernandez, 2014); primanjkljaj lahko uravnavamo tudi tako, da merimo status oziroma količino vode v tleh ob upoštevanju vodnozadrževalnih lastnosti tal. Slednja dva pristopa zahtevata določeno opremo, ki omogoča meritve v nasadu.

V prispevku obravnavamo proženje namakanja na podlagi meritev količine vode v tleh ob upoštevanju vodnozadrževalnih lastnosti tal pri treh različnih podlagah češenj.

## 2. MATERIAL IN METODE

Poskus je potekal v Sadjarskem centru Bilje, v nasadu češenj sorte 'Regina' na treh podlagah, in sicer Gisela 3, Gisela 5 ter Weiroot 72 z razdaljo sajenja 4,0 m x 2,5 m oz. gostoto 1000 dreves/ha (Fajt in Komel, 2015). Opazovana drevesa so bila posajena v eno vrsto. Najšibkejša izmed opazovanih podlag je podlaga Gisela 3, ki ima tudi najbolj skromen in plitev koreninski sistem.

Pri posamezni podlagi smo pri treh drevesih kontinuirano merili količino vode na dveh globinah, 20 in 50 cm. Tla so evtrična rjava tla, ilovnate teksture, gostota tal na globini 20 cm je bila med 1,22 in 1,65 g/cm<sup>3</sup>. Vodnozadrževalne lastnosti tal (preglednica 1) so bile določene na neporušenih tleh z metodo evaporimetra (Schindler in sod., 2010, komercialno ime Hyprop).

Za merjenje količine vode v tleh je bil nameščen Time Domain Reflectometry (TDR) sistem, komercialno ime Pico Trime. Posamezna sonda za merjenje količine vode je bila vgrajena v oddaljenosti 75 cm od debla drevesa, meritve so se beležile na 10 min. V poskusu je nameščen namakalni sistem z mikrorazpršilci, obešen na žico, razpršilne glave so 20 cm od tal. Nazivni pretok mikrorazpršilcev je 71 l/h. Namakanje se je prožilo na podlagi meritev TDR sond na globini 20 cm, ko je bil dosežen kriterij. Kriterij za proženje namakanja je bil določen na podlagi vodnozadrževalnih lastnosti tal (preglednica 1).

V prispevku smo ovrednotili klimatske razmere za obdobje maj – julij 2015 ter meritve količine vode na 20 cm v tleh 16. junij – 31. julij 2015. Preverili smo, kdaj se je pri posamezni podlagi začel primanjkljaj vode v tleh.

## 3. REZULTATI IN RAZPRAVA

V mesecih maj in junij je bilo več padavinskih dogodkov, skupaj je bilo maja 2015 74,4 mm padavin, referenčna evapotranspiracija je bila 120,5 mm. V juniju je bilo 183,5 mm padavin, referenčna evapotranspiracija pa je bila 150,6 mm (slika 1). V juniju sta bila dva padavinska dogodka, kjer je količina padavin presegla 20 mm. Zelo izdatne so bile padavine na dan 16. 6.

2015 (46,3 mm) ter na dan 23. 6. (88,4 mm). Kljub veliki količini padavin je bila v tem obdobju vodna bilanca nekoliko negativna, in sicer za  $-13,2$  mm. Padavine so bile tudi 9. 7. 2015 (27,8 mm), po zaključku obravnavanega obdobja.

Na začetku julija je prišlo do vklopa namakanja pri dveh obravnavanih podlagah (slika 2). Razlike v količini vode v tleh med posameznimi podlagami so v obsegu 1 do 2 volumska odstotka, kar ni veliko. Prva drevesa, kjer se je namakanje vklopilo, so bila na podlagi Gisela 5, in sicer 3. 7. 2015. Sledil je vklop namakanja pri podlagi Weiroot 72, 5. 7. 2015, pri podlagi Gisela 3 pa v obravnavanem obdobju do vklopa ni prišlo.

Preliminarni rezultati nakazujejo, da lokalne razlike v količini vode lahko vplivajo na začetek namakanja v odvisnosti od vodnozadrževalnih lastnosti tal. Ustreznost mesta, na katerem je nameščena sonda za proženje namakanja, je ključnega pomena. Mubarak s sod. (2016) so pokazali, da s preverjanjem statusa vode pred in po namakanju na začetku sezone omogoča izbiro reprezentativnega mesta za meritev količine vode čez sezono. Tako izbrano mesto zadostuje za uravnavanje namakanja večjega območja.

#### 4. ZAHVALA

Raziskava je del programa P4-0085 Agroekosistemi, ki ga financira Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije (ARRS) in v okviru Ciljnega raziskovalnega projekta V4-1609 Natančnost napovedovanja namakanja (2016-2018), ki ga sofinancirata Agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije in Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano.

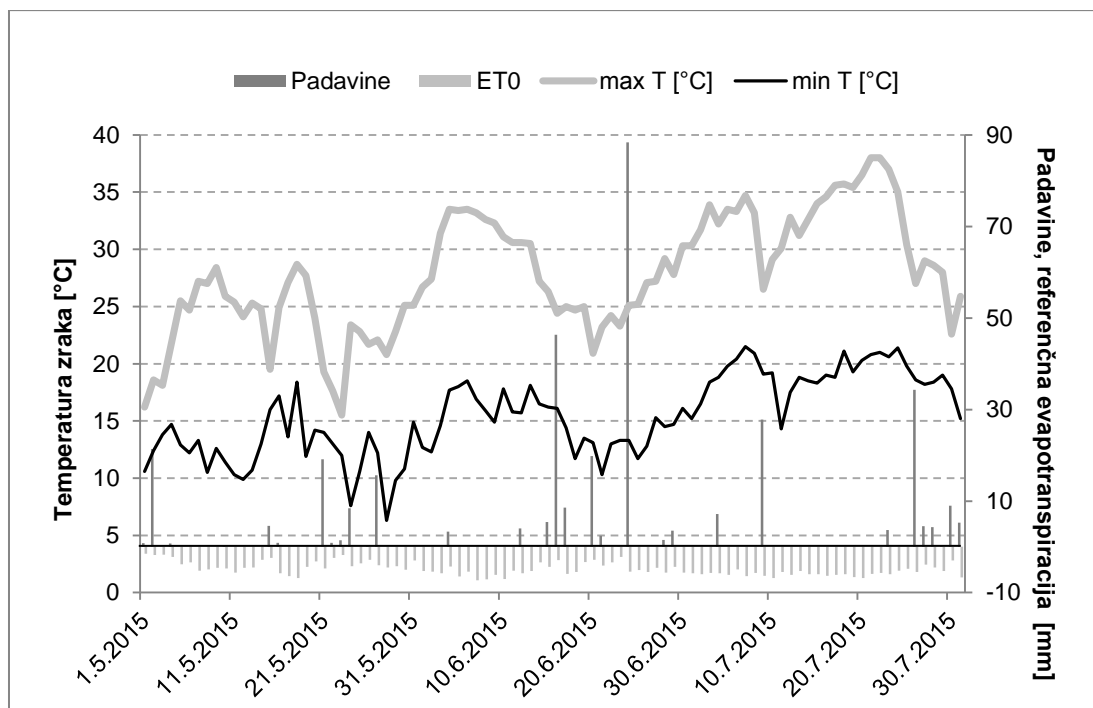
#### 5. VIRI

- Allen R. G., Pereira L. S., Raes D., Smith M. 1998. Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. Irrigation and drainage paper 56. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations: 300 str.
- Agencija RS za okolje. 2016.  
www.meteo.si (30. 10. 2016)
- Fernandez J. E. 2014. Understanding olive adaptation to abiotic stresses as a tool to increase crop performance. *Environmental and Experimental Botany*, 103: 158–179.
- Fajt N., Komel E. 2015. Cherry rootstock trials in Slovenia. COST FA1104-WG2/Trebinje 10.-11. februar, 2015
- Fajt N., Komel E. 2016. Influence of irrigation on productivity and quality of sweet cherries cv. Regina – preliminary results. *Agrores, Banja Luka*
- Katerji N., Mastroianni M., Rana G. 2008. Water use efficiency of crops cultivated in the Mediterranean region: Review and analysis *European Journal of Agronomy*, 28, 4: 493–507.
- Mubarak I., Janat M., Makhoul M., Hamdan A. 2016. Rapid selection of a representative monitoring location of soil water content for irrigation scheduling using surface moisture-density gauge. *International Agrophysics*, 30(4): 483–491.
- Pardossi A., Incrocci L., Incrocci G., Malorgio F., Battista P., Bacci L., Rapi B., Marzietti P., Hemming J., Balendonck J. 2009. Root Zone Sensors for Irrigation Management in Intensive Agriculture. *Sensors*, 9, 4: 2809-2835.
- Schindler U., Durner W., von Unold G., Mueller L., Wieland R. 2010. The evaporation method: Extending the measurement range of soil hydraulic properties using the air-entry pressure of the ceramic cup. *Journal of plant nutrition and soil science*, 173, 4: 563-572.

Preglednica 1: Vodno zadrževalne lastnosti tal – poljska kapaciteta (PK), točka venenja (TV) in rastlinam dostopna voda (RDV), vse v volumskih %, ter kriteriji za proženje in zaustavljanje namakanja – kritična točka (KT), izklop namakanja (90 % PK), vklop namakanja ter odstotek, pri kateri se namakanje proži (% PK), vse v volumskih %.

Table 1: Soil water retention characteristics – field capacity (PK), wilting point (TV) and plant available water (RDV), all in volumetric %, as well as criteria for irrigation start and stop – critical point (KT), stop criteria (stop irrigation, 90 % PK), water content for irrigation start (start irrigation) and PK depletion, all in volumetric %.

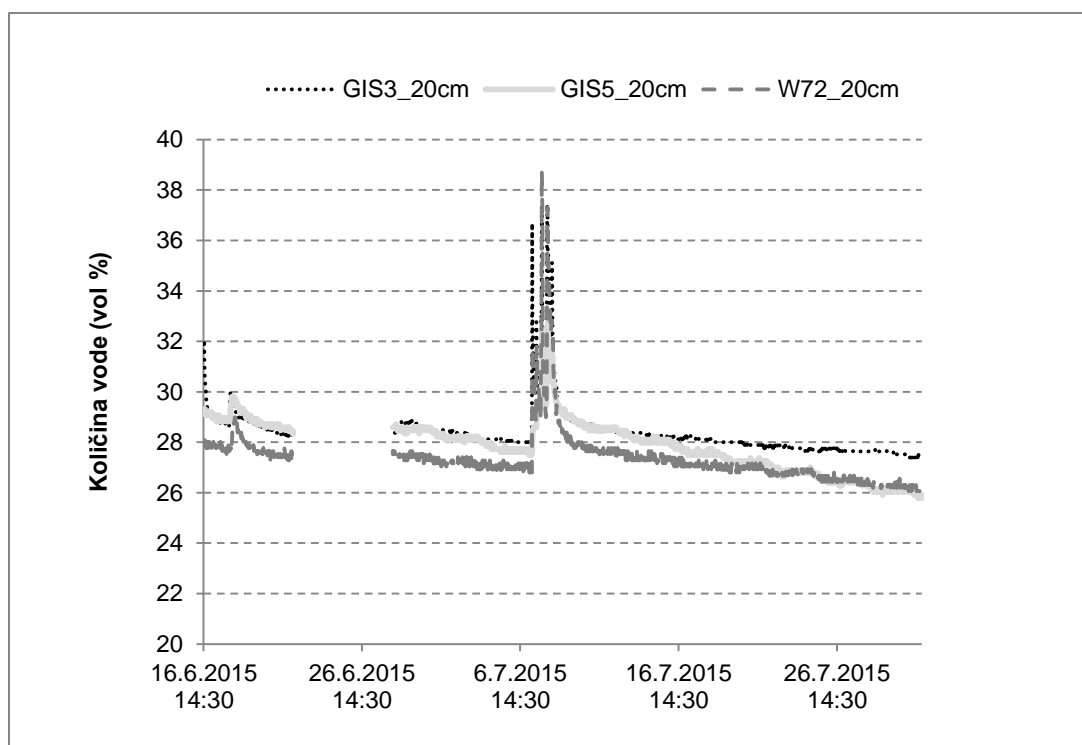
Podlaga	PK	TV	RDV	KT	izklop (90 % PK)	vklop	
	(vol. %)						% PK
Gisela 5	28,9	18,5	10,4	23,7	26,0	24,0	83
Weiroot 72	29,6	18,5	11,1	24,1	26,6	24,6	83
Gisela 3	31,0	18,5	12,5	24,8	27,9	25,9	84



Slika 1: Maksimalna in minimalna temperatura zraka (°C), padavine in referenčna evapotranspiracija (mm) v mesecih maj – julij 2015, Bilje.

Figure 1: Maximum and minimum air temperature (°C), precipitation and reference evapotranspiration (mm) for May – July 2015, Bilje.





Slika 2: Količina vode (vol. %) v tleh na globini 20 cm pri podlagah Gisela 3, Gisela 5 in Weiroot 72 v obravnavanem obdobju 16. 6. – 31. 7. 2015 v nasadu češenj v Biljah.

Figure 2: Soil water content (vol. %) at depth 20 cm for rootstocks Gisela 3, Gisela 5 and Weiroot 72 for 16. 6. – 31. 7. 2015 in sweet cherry orchard in Bilje.



## POMEN OBVLADOVANJA FITOPLAZEMSKE BOLEZNI METLIČAVOSTI JABLAN

Barbara AMBROŽIČ TURK<sup>1</sup>, Biserka DONIK PURGAJ<sup>2</sup>, Gabrijel SELJAK<sup>3</sup>, Mario LEŠNIK<sup>4</sup>, Nataša MEHLE<sup>5</sup>, Meta VIRANT DOBERLET<sup>6</sup>, Marina DERMASTIA<sup>5</sup>

### POVZETEK

Bolezen metličavost jablan (Apple proliferation - AP), ki jo povzroča fitoplazma '*Candidatus Phytoplasma mali*', štejemo med najpomembnejše bolezni jablan v Evropi. Fitoplazmo, povzročiteljico bolezni, prenašata bolšici *Cacopsylla picta* in *C. melanoneura*. Bolezen se prenaša tudi z okuženim materialom pri vegetativnem razmnoževanju. Na okuženih rastlinah povzroča pomembno gospodarsko škodo zaradi občutnega zmanjšanja količine in kakovosti pridelka. Pri preprečevanju širjenja bolezni je zelo pomembno izvajanje preventivnih ukrepov, saj obolelih rastlin ni mogoče zdraviti. Le-ti so usmerjeni na spremljanje zdravstvenega stanja rastlin in žuželčjih prenašalcev ter na odstranjevanje okuženih rastlin in zatiranje prenašalcev, kakor tudi na sajenje zdravega sadilnega materiala. V prispevku so opisane značilnosti te fitoplazemske bolezni ter pomen njenega nadzora, s primerom obvladovanja v matičnem nasadu jablan pri nas.

**Ključne besede:** jablana, *Malus domestica* Borkh., fitoplazma AP, žuželčji prenašalci, spremljanje bolezni, preventivni ukrepi

## SIGNIFICANCE OF CONTROLLING THE APPLE PROLIFERATION PHYTOPLASMA DISEASE

### ABSTRACT

Apple proliferation (AP), caused by phytoplasma '*Candidatus Phytoplasma mali*', is among the most economically important plant diseases in Europe, due to the reduction of total yield, fruit size and fruit quality. It is transmitted from plant to plant by psyllid vectors *Cacopsylla picta* and *C. melanoneura* and it is spread also with infected material used in vegetative propagation. To prevent the spread of the disease, strict prevention strategies such as vector control, elimination of infected plants as well as planting of healthy, certified fruit plants must be applied. Disease characteristics and significance of controlling the disease, with the case of controlling in the mother plant plantation, is described in the paper.

<sup>1</sup> Kmetijski inštitut Slovenije, Služba za uradno potrjevanje semenskega materiala kmetijskih rastlin, Hacquetova ul. 17, 1000 Ljubljana

<sup>2</sup> KGZS - Zavod Maribor, Vinarska ul. 14, 2000 Maribor

<sup>3</sup> KGZS - Zavod Nova Gorica, Pri hrastu 18, 5000 Nova Gorica

<sup>4</sup> Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede, UM, Pivola 10, 2311 Hoče

<sup>5</sup> Nacionalni inštitut za biologijo, Oddelek za biotehnologijo in sistemsko biologijo, Večna pot 111, 1000 Ljubljana

<sup>6</sup> Nacionalni inštitut za biologijo, Oddelek za raziskave organizmov in ekosistemov, Večna pot 111, 1000 Ljubljana

**Key words:** apple, *Malus domestica* Borkh., apple proliferation phytoplasma, insect vectors, disease control, preventive measures

## 1. UVOD

Bolezen metličavost jablan (apple proliferation, AP) je nevarna bolezen, ki jo povzroča fitoplazma '*Candidatus Phytoplasma mali*'. Fitoplazmo uvrščamo v skupino fitoplazem AP, v kateri sta poleg navedene še fitoplazma, povzročiteljica bolezni leptonekroze koščičarjev (European stone fruit yellows, ESFY, '*Ca. P. prunorum*') ter fitoplazma, povzročiteljica bolezni propadanja hrušk (Pear decline, PD, '*Ca. P. pyri*') (Seemüller in Schneider, 2004). Vse tri fitoplazme povzročajo pomembne bolezni sadnega drevja in veliko gospodarsko škodo zaradi zmanjševanja količine in kakovosti pridelka (Seemüller, 2014). Naštete fitoplazme so v Evropski skupnosti uvrščene na seznam I.A.II karantenskih škodljivih organizmov Direktive Sveta 2000/29/EC, kar pomeni, da so navzoče v Skupnosti, vendar pod uradnim nadzorom zaradi preprečevanja vnosa in širjenja. Po zbranih podatkih je bila v Sloveniji metličavost jablan prvič uradno potrjena leta 1985 (Šarić in Cvjetković, 1985).

## 2. ZNAČILNOSTI FITOPLAZEMSKIH BOLEZNI IN PRENOSI ŠIRJENJA

Fitoplazme so bakterije brez celične stene. So najmanjši znani celični organizmi, ki živijo v sitastih ceveh floema rastlinskih gostiteljev in v žuželčjih gostiteljih, prenašalcih. So torej obligatni, intracelularni paraziti, ki jih za enkrat še ne znamo rutinsko gojiti v razmerah *in vitro* izven gostitelja. Fitoplazme so v lesnatih rastlinah zastopane v nizkih koncentracijah. Njihova razporeditev po rastlini je neenakomerna in se prostorsko ter sezonsko spreminja. Zaradi navedenih dejstev je diagnostika fitoplazem težavna, za njihovo detekcijo se večinoma uporabljajo molekularne tehnike, kot je PCR v realnem času (Mehle in sod., 2013; Nikolić in sod., 2010). V zadnjem času se v diagnostiko uvajajo tudi metode, primerne za enostavno uporabo na terenu, kot je metoda LAMP (Kogovšek in sod., 2016).

Okužene rastline imajo pogosto znamenja, ki kažejo na porušeno ravnovesje rastlinskih hormonov in spremenjene fiziološke procese v rastlini. Bolezenska znamenja se lahko zelo različno pojavljajo. Najbolj značilna bolezenska znamenja metličavosti jablan (AP) so metlavost poganjkov (razvoj stranskih poganjkov pod ostrim kotom izraščanja, v obliki 'metle', v vrhu glavnega poganjka), razvoj listnih rozet, povečani prilisti, predčasno rdečenje in odpadanje listov v jeseni, pojav cvetov pozno poleti – izven običajnega časa cvetenja, cvetovi so lahko večji, s povečanim številom cvetnih listov, plodovi so manjši z daljšimi peclji, nepravilno razviti, slabo obarvani, z nižjo vsebnostjo sladkorjev in kislin (Seemüller, 2014). Obolela drevesa običajno ne propadejo, mnogokrat bolezenska znamenja celo izginejo iz nadzemnih delov dreves za nekaj let in se kasneje spet ponovno pojavijo, medtem ko korenine ostajajo ves čas okužene (Baric in sod., 2011). Zato predstavljajo korenine najzanesljivejše tkivo pri detekciji fitoplazem, kar je predvsem pomembno pri odkrivanju fitoplazem v primeru latentnih (prikritih) okužb, ko ni prisotnih vidnih bolezenskih znamenj.

Najpomembnejše gostiteljske rastline fitoplazme '*Ca. P. mali*' so divje in okrasne vrste jablan (*Malus*). Kljub temu je bila ta fitoplazma že identificirana pri nekaterih koščičastih sadnih vrstah iz roda *Prunus* (Mehle in sod., 2007) in hruški (Lee in sod., 1995).

Bolezen metličavost jablan je razširjena v mnogih državah v Evropi. Njena zastopanost na različnih območjih je precej odvisna od prisotnosti oziroma razširjenosti žuželčjih prenašalcev

(Carraro in sod., 2001; Seemüller, 2014). Le-ti se hranijo z rastlinskim sokom in med rastlinami prenašajo bolezen. Glavna prenašalca fitoplazme '*Ca. P. mali*', pri katerih je bil dokazan učinkovit prenos fitoplazme, sta bolšici *Cacopsylla picta* (sinonim *C. costalis*) in *C. melanoneura* (Martini in sod., 2008; Mattedi in sod., 2008; Tedeschi in sod., 2002). Glavna gostiteljska rastlina bolšice *C. picta* je jablana, medtem ko je *C. melanoneura* večji polifag in so njene gostiteljske rastline različne vrste iz družine *Rosaceae* (glog, jablana, hruška, aronija, fotinija). Obe vrsti bolšic razvijeta en rod na leto. Odrasli osebki (imagi) prezimujejo na iglavcih, predvsem na smrekah in borih. Konec zime se preselijo na primarne gostiteljske rastline, kjer se dopolnilno prehranjujejo, da spolno dozori in nato odložijo jajčeca. Ličinke se na gostiteljskih rastlinah razvijajo od aprila do konca junija, ko se razvijejo odrasli osebki nove generacije. Ti ostanejo na gostiteljskih rastlinah le za kratek čas, na kar se že konec junija in v juliju preselijo na iglavce, kjer prezimijo. Dokazana je okuženost odraslih osebkov, ki prezimijo in odraslih osebkov nove generacije s fitoplazmo '*Ca. P. mali*' ter njihova sposobnost prenosa fitoplazme na gostiteljske rastline (Carraro in sod., 2008; Tedeschi in Alma, 2004). Prenašalci ostanejo infektivni v njihovem celotnem obdobju in predstavljajo možnost okužbe gostiteljskih rastlin v vsem obdobju, ko se na njih zadržujejo (Carraro in sod., 2008). Pojavljanje bolšic v jablanovih nasadih sledimo s spremljanjem ulova na lepljive plošče, najpogosteje rumene barve ali z otresanjem drevesnih krošenj na ustrezne ponjave ali v entomološko mrežo. Spremljanje prenašalcev ter posledično njihovo zatiranje je nujen ukrep pri strategiji obvladovanja te bolezni.

Poleg naravne poti prenosa z žuželčjimi prenašalci, se bolezen prenaša z okuženim materialom - z okuženimi cepiči in podlagami pri vegetativnem razmnoževanju. Dokazan je tudi prenos fitoplazme '*Ca. P. mali*' z okuženih na zdrave rastline preko stikov korenin oziroma koreninskih mostičkov (Baric in sod., 2008; Lešnik in sod., 2008). Po podatkih iz literature pa se metličavost jablan ne prenaša s semenom (Seemüller, 2014).

Fitoplazemske bolezni težko obvladujemo. S kemičnimi, fitofarmaceutskimi sredstvi jih ne moremo zatirati. Obolelih rastlin ni mogoče zdraviti, saj ostane rastlina ves čas okužena. Proti njim se lahko borimo le s preventivnimi ukrepi, kot so spremljanje prenašalcev in njihovo zatiranje, spremljanje zdravstvenega stanja jablanovih dreves in uničevanje dreves s prisotnimi znamenji bolezni, preverjanje zdravstvenega stanja matičnih dreves v matičnih nasadih, uporaba in sajenje zdravega razmnoževalnega in sadilnega materiala.

### 3. PRIMER OBVLADOVANJA BOLEZNI V MATIČNEM NASADU SELO

Matični nasad jablan v kraju Selo na Goričkem upravlja Sadjarski center Maribor (KGZS – Zavod Maribor) in je namenjen pridobivanju certificiranih cepičev. Matične rastline so bile pridobljene na Nizozemskem in izhajajo iz certifikacijske sheme, ki je tam uradno sprejeta in so uradno potrjene kot osnovne matične rastline. Nasad leži na lokaciji, ki je precej oddaljena od intenzivnih sadovnjakov. Matični nasad obdajajo gozd ter njive, gozd je pretežno listnat, med iglavci prevladuje bor. V matičnem nasadu je 7 sort jablan, posajene so od leta 2004 dalje. Najstarejši del nasada je izkrcen, saj so bile prve matične rastline posajene že v letu 1997.

V matičnem nasadu opravlja kontrolni organ za potrjevanje redne preglede zdravstvenega stanja matičnih dreves. V okviru preverjanja latentne okuženosti matičnih dreves na prisotnost fitoplazme AP s testiranjem korenin, je bila v letu 2012 potrjena prisotnost fitoplazme pri enem drevesu, bolezenskih znamenj ni bilo opaženih. Od prve potrditve okužbe so bila v nadaljnjih letih opravljena vzorčenja in testiranja korenin v večjem obsegu. Pri nadaljnjih

vizualnih pregledih zdravstvenega stanja dreves v nasadu so bila v letih 2012 in 2013 opažena tudi značilna znamenja bolezni, kot je metlasta rast poganjkov. Ocenjujemo, da je bila okuženost dreves v nasadu v letih 2012 - 2013 približno 1,4 %. Vsa okužena drevesa so bila iz nasada izkrčena, dodatno so bila izkrčena še sosednja drevesa (levo in desno drevo ob okuženem drevesu), zaradi možnosti prenosa okužbe preko korenin. Intenzivno spremljanje zdravstvenega stanja matičnih dreves na znamenja bolezni, kakor tudi obsežno testiranje korenin, v obdobju od leta 2014 dalje, ni potrdilo prisotnosti fitoplazme AP v analiziranih vzorcih, tudi bolezenskih znamenj v nasadu ni bilo več opaženih. Vsako leto se v matičnem nasadu namreč opravi vzorčenje korenin za preverjanje latentne okuženosti dreves pri približno 7 % matičnih drevesih.

V matičnem nasadu se ves čas redno izvaja kemično varstvo rastlin pred boleznimi in škodljivci po priporočilih strokovne službe za varstvo rastlin. Spremljanje prenašalcev poteka s pomočjo rumenih lepljivih plošč, pri čemer so rezultati spremljanja v preteklih letih pokazali na majhno populacijo bolšic na tej lokaciji. V letu 2016 je potekalo spremljanje ulova sistematično, v okviru projekta CRP, kjer so bile plošče nameščene na več različnih mestih/predelih v nasadu ter ob gozdnem robu izven matičnega nasada, kjer se škropljenj z insekticidi ne izvaja, skupno torej na 6 predelih. Vzporedno z rumenimi lepljivimi ploščami so bile na vsakem predelu v paru nameščene tudi rumene lepljive plošče z dodanim atraktantom  $\beta$ -kariofilenom. To je hlapna kemična snov, za katero je znano, da privablja bolšice (Mayer in sod., 2008). Prav zaradi majhne populacije bolšic na tem območju nas je zanimalo ali bi obogatitvena vaba z atraktantom pripomogla k boljšemu sledenju in poznavanju stanja populacije bolšic. Plošče so bile prvič nameščene v začetku februarja, pred pričakovanim pričetkom naleta bolšic iz prezimitvenih gostiteljev. Nato so bile zamenjane in odčitane v enotedenskih razmikih, zadnji pregled plošč je bil opravljen 23. junija 2016.

Rezultati pregleda plošč in determinacije osebkov so potrdili skromen ulov bolšic, prenašalk bolezni metličavosti jablan tudi v letu 2016, saj se je v celotnem obdobju na rumene lepljive plošče, postavljene na 12 mestih (6 predelov, na vsakem po 2 plošči ustrezno oddaljeni), kumulativno ulovilo le 47 osebkov vrste *C. melanoneura* in 12 osebkov vrste *C. picta*. Pri spremljanju ulova smo zaznali celo nekoliko manjši ulov bolšic na rumene lepljive plošče z dodatkom kariofilenskega atraktanta, v primerjavi s kontrolnimi ploščami (plošče brez kariofilena). Prvi pojav prezimnih oblik navedenih bolšic je bil zabeležen v začetku marca (3. marec) in je trajal do 7. aprila. Po tem datumu na spremljanih mestih ni bilo več zaznati prisotnosti bolšic *C. melanoneura* in *C. picta*, z izjemo prisotnosti 1 bolšice *C. melanoneura*, ki je bila ugotovljena na plošči, pobrani 20. maja na lokaciji ob gozdnem robu izven matičnega nasada. Pri spremljanju ulova na ploščah je bila določena prisotnost tudi nekaterih drugih vrst bolšic (*C. brunneipennis*, *C. pyrisuga*, *C. pyricola*, *C. pruni*, *C. mali*, *Trioza remota*) in škržatkov (*Empoasca vitis*, *Zygina flammigera*), ki pa niso identificirani kot prenašalci fitoplazme, povzročiteljice metličavosti jablan.

Z rezultati spremljanja bolšic v matičnem nasadu je bila ugotovljena skromna populacija bolšic, pri čemer je bila prisotnost bolšic v predelih izven matičnega nasada, kjer se ne izvajajo tretiranja z insekticidi, prav tako majhna. Rezultati torej nakazujejo, da je infekcijski pritisk zaradi naravnih prenašalcev na tej lokaciji razmeroma majhen ter s tem na ustreznost lokacije matičnega nasada in da je izvajanje škropljenj z insekticidnimi sredstvi v matičnem nasadu ustrezno.

Pri pregledu gostiteljskih rastlin v širši okolici matičnega nasada je bila fitoplazma AP potrjena v analiziranih vzorcih nekaterih starejših jablanovih dreves, kar dokazuje razširjenost

fitoplazme na tem območju. Prav zato je pri obvladovanju širjenja te bolezni zelo pomembno intenzivno spremljanje pojavljanja bolezni in njenih prenašalcev ter hitro ukrepanje.

#### 4. ZAKLJUČKI

Dosledno izvajanje preventivnih ukrepov pomembno vpliva na zmanjševanje infekcijskega potenciala, tako okuženih rastlinskih gostiteljev, kot tudi žuželčjih prenašalcev ter s tem na zmanjševanje pojavnosti bolezni metličavosti jablan. V ta namen je nujno pozorno spremljanje pojavljanja bolezenskih znamenj in uničevanje obolelih dreves ter spremljanje naleta prenašalcev v jablanovih nasadih in njihovo zatiranje. Pri preprečevanju širjenja te bolezni je bistvenega pomena uporaba preverjenega, zdravega cepilnega materiala pri vegetativnem razmnoževanju in sajenje zdravih sadik, pri čemer je uporaba certificiranega materiala vsekakor večje zagotovilo v primerjavi z manj nadzorovanim standardnim materialom. Sicer je v okoljih, kjer je bolezen razširjena, zdrave matične rastline najlažje vzdrževati v zaščiteneh razmerah mrežnika, kjer je omejen dostop prenašalcem (Ambrožič Turk in sod., 2011). Vsekakor je v matičnih nasadih zelo pomembno izvajanje testiranj za odkrivanje latentno okuženih matičnih dreves, z vzorčenjem korenin za zgodnje odkrivanje bolezni, pred pojavom znamenj na nadzemnem delu.

#### 5. ZAHVALA

V prispevku je del obravnavane vsebine vključen v del projekta v okviru Ciljnega raziskovalnega programa, št. V4-1406, ki ga finančno podpirata Agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije ter Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. Za podporo se iskreno zahvaljujemo.

#### 6. VIRI

- Ambrožič Turk B., Fajt N., Seljak G., Veberič R., Mehle N., Boben J., Dreo T., Ravnikar M. 2011. Occurrence of European stone fruit yellows (ESFY) in Slovenia - possibilities for healthy mother plant cultivation in insect-proof net-houses. *Acta Hort.*, 917: 259-264.
- Baric S., Kerschbamer C., Vigl J., Dalla Via J. 2008. Translocation of apple proliferation phytoplasma via natural root grafts – a case study. *European Journal of Plant Pathology*, 121: 207-211.
- Baric S., Berger J., Cainelli C., Kerschbamer C., Letschka T., Dalla Via J. 2011. Seasonal colonization of apple trees by '*Candidatus* Phytoplasma mali' revealed by a new quantitative TaqMan real-time PCR approach. *European Journal of Plant Pathology*, 129: 455-467.
- Carraro L., Osler R., Loi N., Ermacora P., Refatti E. 2001. Fruit tree phytoplasma diseases diffused in nature by psyllids. *Acta Hort.*, 550: 345-350.
- Carrar L., Ferrin F., Ermacor, P., Lo N., Labonn G. 2008. Infectivity of *Cacopsylla picta* (Syn. *Cacopsylla costalis*), vector of '*Candidatus* Phytoplasma mali' in north east Italy. *Acta Hort.*, 781: 403-407.
- Kogovšek P., Mehle N., Pugelj A., Jakomin T., Schroers H. J., Ravnikar M., Dermastia M. 2016. Rapid loop-mediated isothermal amplification assays for grapevine yellows phytoplasmas on crude leaf-vein homogenate has the same performance as qPCR. *European Journal of Plant Pathology*: 1-10  
<http://link.springer.com/article/10.1007/s10658-016-1070-z> (15. 1. 2017)
- Lee I.-M., Bertaccini A., Vibio M., Gundersen D. E. 1995. Detection of multiple phytoplasmas in perennial fruit trees with decline symptoms in Italy. *Phytopathology*, 85: 728-735.

- Lešnik M., Brzin J., Mehle N., Ravnikar M. 2008. Transmission of '*Candidatus Phytoplasma mali*' by natural formation of root bridges in M9 apple rootstock. *Agricultura*, 6: 43-46.
- Martini M., Ermacora P., Falginella L., Loi N., Carraro L. 2008. Molecular differentiation of '*Candidatus Phytoplasma mali*' and its spreading in Friuli Venezia Giulia region (north-east Italy). *Acta Hort.*, 781: 395-402.
- Mattedi L., Forno F., Cainelli C., Grando M. S., Jarausch W. 2008. Research on *Candidatus phytoplasma mali* transmission by insect vectors in Trentino. *Acta Hort.*, 781: 369-374.
- Mayer C. J., Vilcinskis A., Gross J. 2008. Pathogen-induced release of plant hormone manipulates vector insect behavior. *J. Chem. Ecol.*, 34: 1518-1522.
- Mehle N., Brzin J., Boben J., Hren M., Frank J., Petrovič N., Gruden K., Dreo T., Žežlina I., Seljak G., Ravnikar M. 2007. First report of '*Candidatus Phytoplasma mali*' in *Prunus avium*, *P. armeniaca* and *P. domestica*. *Plant Pathology*, 56, 4: 721.
- Mehle N., Nikolić P., Gruden K., Ravnikar M., Dermastia M. 2013. Real-time PCR for specific detection of three phytoplasmas from the apple proliferation group. V: Dickinson M., Hodgetts J. (ur.), *Phytoplasma: methods and protocols (Methods in Molecular Biology)*, (Springer Protocols). New York: Humana Press, 938: 269-281.
- Nikolić P., Mehle N., Gruden K., Ravnikar M., Dermastia M. 2010. A panel of real-time PCR assays for specific detection of three phytoplasmas from the apple proliferation group. *Molecular and cellular probes*, 24: 303-309.
- Seemüller E. 2014. Diseases caused by phytoplasmas: Apple proliferation. V: Sutton, T.B., Aldwinckle, H.S., Agnello, A.M., Walgenbach, J.F. (ur.), *Compendium of apple and pear diseases and pests (Second edition, 2014)*. APS Press: 101-103.
- Seemüller E., Schneider B. 2004. '*Candidatus Phytoplasma mali*', '*Candidatus Phytoplasma pyri*' and '*Candidatus Phytoplasma prunorum*', the causal agents of apple proliferation, pear decline and European stone fruit yellows, respectively. *International Journal of Systematic & Evolutionary Microbiology*, 54: 1217-1226.
- Šarić A., Cvjetković B. 1985. Nalaz mikoplazmama sličnih organizama u jabuci sa simptomima proliferacije i kruški sa simptomima propadanja. *Znanstvene edicije Fakulteta poljoprivrednih znanosti sveučilišta u Zagrebu*, 68: 61-67.
- Tedeschi R., Bosco D., Alma A. 2002. Population dynamics of *Cacopsylla melanoneura* (Homoptera: Psyllidae), a vector of apple proliferation phytoplasma in northwestern Italy. *J. Econ. Entomol.*, 95: 544-551.
- Tedeschi R., Alma A. 2004. Transmission of apple proliferation phytoplasma by *Cacopsylla melanoneura* (Homoptera: Psyllidae). *J. Econ. Entomol.*, 97: 8-13.



## VPLIV OLJČNEGA MOLJA (*Prays oleae* Bern) NA ZMANJŠANJE PRIDELKA OLJK

Matjaž JANČAR<sup>1</sup>, Viljanka VESEL<sup>2</sup>

### POVZETEK

Oljčni molj *Prays oleae* (Bern.) je občasno pomemben škodljivec oljk tudi v Slovenski Istri. Plodova (karpofagna) generacija škodljivca jeseni povzroči intenzivno odpadanje plodov in zmanjšuje pridelek oljk. Proučevali smo poškodovanost plodov na 14 lokacijah v obdobju med 2011 in 2016 na sorti 'Istrska belica', ki je zelo občutljiva na škodljivca. Povprečna letna poškodovanost plodov na vseh lokacijah v omenjenem obdobju je bila 11,8%. Večjih odstopanj v letih na naših vzorcih nismo opazili (2015 - 9,5%, 2016 – 10,2%) . V 2016 smo pričeli s preverjanjem občutljivost različnih sort na dovzetnost poškodb zaradi oljčnega molja, med katerimi sta se izkazali kot bolj občutljivi sorti 'Drobnica' in 'Oblica'. V letih 2015 in 2016 smo primerjali pojav generacij oljčnega molja na feromonskih vabah in proučevali količino odpadlih plodov oljk zaradi oljčnega molja v oljčniku nad Lamo na sorti 'Istrska belica'. V letu 2016 smo ugotovili 13% izpad pridelka, medtem, ko je bil izpad leta 2015 le 1% . Opažena je pozitivna korelacija med številom ujetih metuljev oljčnega molja in količino odpadlih plodov zaradi škodljivca.

**Ključne besede:** odpadanje plodov, škoda, 'Istrska belica'

### IMPACT OF OLIVE MOTH *Prays oleae* (Bern) TO REDUCTION OF OLIVE PRODUCTION

#### ABSTRACT

Olive moth *Prays oleae* (Bern.) is sporadically an important pest of olives in Slovenian Istria. Fruit (carpophagous) generation of the pest in the autumn causes intense premature fruit drop and reduces the production of olives. We studied the damage of olives at 14 locations in the period between 2011 and 2016 on a cultivar 'Istrska belica', which is very susceptible to this pest. The average annual damage of fruits at all locations in this period was 11.8%. There were no great deviations in annual damage between monitored years (2015 - 9.5%, 2016 - 10.2%). In 2016, we started examining the sensitivity of the different cultivars to the susceptibility of injury due to the olive moth. Among the studied cultivars 'Drobnica' and 'Oblica' are proven to be the most sensitive. In the 2015 and 2016, we compared the observed flight of the olive moth on the pheromone traps and studied the quantity of dropped olives due to olive moth in the olive orchard Nad Lamo on cultivar 'Istrska belica'. In 2016, we found 13% yield loss, while in 2015 it was only 1%. We observed a positive correlation between the number of captured adult olive moths and quantity of dropped fruits due to the moth.

**Key words:** premature olive drop, fruit damage, 'Istrska belica'

<sup>1</sup> Kmetijsko gozdarski zavod Nova Gorica, Oddelek za varstvo rastlin, Pri hrastu 18, 5000 Nova Gorica

<sup>2</sup> Kmetijsko gozdarski zavod Nova Gorica, Poskusni center za oljkarstvo, Pri hrastu 18, 5000 Nova Gorica

## 1. UVOD

V oljčnikih na območju Slovenske Istre je oljčni molj *Prays oleae* (Bern.) v letu 2016 povzročil največjo škodo v zadnjih dvajsetih letih. Ocenjeno je bilo, da je povprečna poškodovanost plodov zaradi oljčnega molja znašala približno 25%. Posamezni oljkarji so omenjali celo 50% izpad pridelka na naši najpomembnejši sorti 'Istrski belici'.

Oljčni molj velja za pomembnejšega škodljivca oljk. Na območju Slovenske Istre občasno povzroči pomembnejšo škodo, po naših izkušnjah največ dva do trikrat v obdobju desetih let. Največ škode oljčni molj naredi na naši najpomembnejši in najštevilčnejše zastopani sorti 'Istrski belici', medtem ko druge sorte na škodljivca niso posebno občutljive. Škodljivec ima letno tri generacije: antofagno, ki povzroča škodo na cvetnih brstih in cvetovih oljk; karpofagno, ki povzroča škodo na plodovih oljk in filofagno, ki povzroča škodo na listih. Odrasli molji prve generacije letajo od sredine aprila do sredine maja. Samice odlagajo jajčeca na cvetne brste. Ličinke cvetne generacije molja objedajo cvetne organe in na cvetovih tvorijo značilne pajčevinaste zapredke. Po zabubljenju izletijo odrasli molji druge generacije, katerih samice odlagajo jajčeca na mlade plodiče oljk. V naših klimatskih razmerah je ta generacija, kjer se ličinka zavrtja v neolesenelo koščico, najpomembnejša. Poškodovani plodovi pričnejo odpadati z drevesa v prvi polovici septembra. Vrh odpadanja plodov je navadno dosežen sredi septembra, ko oljčni molj pri peclju zapušča koščice oljk. Poškodovane plodove od zdravih ločimo po značilni luknjici v koščici na strani peclja in po uničenem semenu v koščici. Zadnja generacija odraslega oljčnega molja odlaga jajčeca na liste oljk. Ličinke se zavrtajo v liste oljk in v njih naredijo značilne rove. Škodljivec preživi zimo v stadiju gosenice ali bube v listu. Zgodaj spomladi pričnejo gosenice objedati vršičke oljk. Glede povzročene škode je listna generacija oljčnega molja najmanj pomembna (Vesel in sod., 2009).

Za varstvo pred oljčnim moljem je bilo v letu 2016 možno pri ekološki in integrirani pridelavi oljk v Sloveniji uporabiti fitofarmacevtsko sredstvo (ffs) Lepinox plus (*B. thuringiensis* var *kurstaki*) (MKGP RS, URSVHVVR, 2017). Konec leta 2016 je bilo za uporabo proti oljčnemu molju registrirano še ffs Imidan 50 WG (fosmet). Obe registrirani sredstvi se uporabljata proti cvetni generaciji škodljivca.

V Italiji so za uporabo proti škodljivcu registrirana ffs z naslednjimi aktivnimi snovmi: *B. thuringiensis*, piretrin, azadirachtin A, mineralna olja, dimetoat in fosmet (ERSA, Agenzia regionale per lo sviluppo rurale, 2016), v Španiji pa: *B. thuringiensis*, lambda-cihalotrin, deltametrin in cipermetrin (Ministerio de agricultura y pesca alimentacion y medioambiente. Gobierno de Espana, 2016) in v sosednji Hrvaški: *B. thuringiensis*, dimetoat, deltametrin in cipermetrin (Ministarstvo poljoprivrede Republike Hrvatske, 2017).

Pri poskusu so dobre rezultate pri ekološkem varstvu oljk pred oljčnim moljem na Hrvaškem dosegli s sredstvom na osnovi azadirachtina. Azadirachtin in *B. thuringiensis* var. *Kurstaki* sta pokazala dobro učinkovitost pri zatiranju cvetne generacije, medtem ko je azadirachtin pokazal boljšo učinkovitost proti odraslim moljem in zmanjšanju poškodb karpofagne generacije kot *B. thuringiensis* var. *Kurstaki* (Dminčić Rojnić in sod., 2016).

## 2. MATERIAL IN METODE

Obdelali smo podatke o poškodovanosti plodov oljk zaradi delovanja plodove generacije oljčnega molja vzorčenih na 14 lokacijah na območju Slovenske Istre v obdobju od leta 2011

do 2016. Lokacije oljčnikov so dokaj enakomerno razporejene na celotnem gojitvenem območju oljk v Slovenski Istri. Vzorci plodov so bili tedensko pobrani s sorte 'Istrska belica' za spremljanje morebitne poškodovanosti z oljčno muho in kasneje redno pregledani tudi na poškodbe zaradi oljčnega molja. V vzorcu petdesetih plodov smo pregledovali poškodovanost jedra koščic. Obravnavali smo poškodovane plodove vzorčene od 1.9. do 15.10. v vsakem letu. V letu 2016 so bili pregledani tudi vzorci plodov drugih sort za spremljanje razlik med poškodovanostjo plodov zaradi oljčnega molja pri različnih sortah. Obdelali smo tudi podatke o ulovu škodljivca na feromonskih vaba v letih 2015 in 2016. Pojav oljčnega molja s pomočjo feromonskih vab že vrsto let spremljamo v oljčniku Nad Lamo pri Dekanih lastnika Angela Hlaja. Osnovni podatki o nasadu: velikost 7200 m<sup>2</sup>, sorta 'Istrska belica', starost: 15let, gojitvena oblika: kotlasta, višina 4m, razdalje sajenja 5 x 6m, tip tal : antropogena rjava tla na flišni osnovi, oskrba oljčnika: zatravljeno. V poskusnem oljčniku še nikoli niso bili izvajani ukrepi varstva pred oljčnim moljem.

V omenjenem oljčniku smo v letih 2015 in 2016 izvedli poskus, v katerem smo spremljali odpadanje plodov na posameznih oljkah s ciljem izračuna izgube pridelka zaradi poškodb oljčnega molja in drugih vzrokov. V ta namen smo pobrali odpadle plodove oljk pod dvajsetimi drevesi pred obiranjem oljk. V letu 2015 smo plodove pobrali 25. septembra in 6. oktobra, v letu 2016 pa 12. in 13. oktobra. Pobrane plodove smo natančno pregledali in določili tiste, katerih vzrok odpadanja je bila poškodovanost jedra koščice zaradi ličink oljčnega molja. Za izračun mase odpadlih plodov smo upoštevali vrednosti pridobljene na podlagi povprečne mase ploda z drevesa v času vzorčenja pod drevesi. Dobljene podatke smo primerjali s podatki o pridelkih po posameznih oljčnih drevesih, ki smo jih pridobili v okviru namakalnega poskusa (V4 - 1411): »Izdelava tehnoloških smernic za namakanje oljk v Sloveniji«, ki poteka v omenjenem nasadu in ga izvaja Inštitut za oljkarstvo v sodelovanju z Biotehniško Fakulteto – vodja projekta Bojan Butinar.

### 3. REZULTATI IN RAZPRAVA

Večletni pregledi poškodovanosti plodov oljk (od 2011 do 2016) zaradi delovanja ličink plodove generacije oljčnega molja na sorti 'Istrska belica' na 14 lokacijah v Slovenski Istri so pokazali, da so bili v obravnavanih oljčnikih vsako leto prisotni poškodovani plodovi. Najmanjša povprečna letna poškodovanost plodov v vseh oljčnikih je znašala 5,7% v letu 2011, največja pa 19,8% v letu 2013. Tudi v letu 2012 smo zabeležili visoko povprečno poškodovanost plodov zaradi oljčnega molja in sicer 15,8%. V istem letu smo v oljčniku v Gažonu zabeležili maksimalno tedensko poškodovanost za posamezno lokacijo, ki je znašala kar 40,2%. Zadnji podatek gre pripisati izredno sušnim vremenskim razmeram v letu 2012, ki so vplivale na kar 95% izgube pridelka v omenjenem oljčniku. V tem letu je bila zaradi suše na celotnem območju Slovenske Istre ocenjena 80% izguba pridelka oljk in je lahko manjše število plodov na drevesih vplivalo na večji odstotek poškodovanosti plodov zaradi molja. V obravnavanih šestih letih smo zabeležili najmanjšo povprečno poškodovanost po posameznih oljčnikih v Sv. Petru 8,1%, največjo pa v Liminjanu 19,8%. Opazne so večje razlike v odstotku poškodovanosti med različnimi oljčniki. Povprečna letna poškodovanost plodov na vseh lokacijah je znašala 11,8%. Pregled vzorcev v letu 2016 kljub veliki škodi, ki smo jo dejansko zaznali na terenu, ni pokazal visoke poškodovanosti, saj je povprečna poškodovanost na vseh lokacijah znašala le 10,2%, v 2015 pa 9,5%. (Preglednica 1).

Zaradi večjih težav smo preverjali tudi občutljivost sort na dovzetnost poškodb zaradi oljčnega molja. V času primerne zrelosti (od 19. oktobra do 11. novembra) posamezne sorte/akcesije smo naključno odbrali 50 plodov in preverjali prisotnost molja pri 62 vzorcih,

med katerimi je bilo 43 različnih sort/akcesij. Ugotovili smo, da je bila poškodovanost zaradi molja od novembra dalje minimalna ali je sploh ni bilo (predvidoma zaradi odpadlih poškodovanih plodov), zato podajamo podatke samo do konca oktobra, ko smo pregledali 41 vzorcev, od katerih je bilo 36 različnih sort/akcesij. Osem vzorcev je imelo poškodovanost 10% in več, med katerimi so bili vsi štirje vzorci 'Drobnice' (tri genetsko različne), oba vzorca sorte 'Oblica' ter sorti 'Santa Caterina' in 'Grignan'. Šest vzorcev je imelo poškodovanost od 5 do 9% in sicer sorte 'Arbequina', 'Buga', 'Cipressino', 'Črnica' (ena od treh) ter akcesija ZX-BA, od 1 do 4% poškodovanost plodov pa je imelo 12 vzorcev. S pregledom dovzetnosti posameznih sort za napad oljčnega molja bomo nadaljevali tudi v prihodnjih letih.

V prvih dveh generacijah leta 2016 je bil ulov oljčnega molja na feromonskih vabah veliko številčnejši kot v letu 2015 (Slika 1). Let škodljivca se je v letu 2016 pričel 11. aprila, leta 2015 pa 14 dni kasneje. Odrasli molji druge generacije so se v letu 2016 začeli loviti 10. junija, ulov pa je bil zelo številčen in je trajal mesec dni. Rekordni dnevni ulov je bil 12. junija, ko se je na vabi ujelo kar 268 odraslih moljev. V 2015 se je skromen let drugega rodu škodljivca zaključil v desetih dneh. Pri listni generaciji, ki je začela v letu 2016 v začetku septembra v 2015 pa deset dni kasneje, ni bilo velike razlike v številčnosti ulova odraslih moljev. Sočasno z izletom metuljev tretje generacije prične tudi odpadanje poškodovanih plodov oljk. V letu 2016 se je ulov razvlekel do sredine novembra. Skupno se je v letu 2016 na feromonski vabi ulovilo 3025 odraslih oljčnih moljev, kar je daleč najštevilčnejši ulov v zadnjih dvajsetih letih spremljanja škodljivca v opazovanem oljčniku. V letu 2015 je bilo na vabi ujetih 1265 odraslih moljev.

Pri obdelavi podatkov o odpadanju plodov oljk zaradi poškodb oljčnega molja v letih 2015 in 2016 smo ugotovili naslednje: v letu 2015 je bila izguba pridelka oljk zaradi molja zelo nizka in je v povprečju znašala le 1% celotne letne pridelave oljk. Skupen pridelek na dvajsetih oljkah je bil ob obiranju 446,9 kg, zaradi molja je pred obiranjem odpadlo 4,5 kg plodov (Slika 2). Od vseh odpadlih plodov v letu 2015 je bil v 33,4% vzrok oljčni molj, ostali plodovi pa so odpadli zaradi drugih vzrokov, ki jih nismo ugotavljali. Možni vzroki so napad oljčne muhe, ptiči, bolezni, vremenske razmere (veter, dež)... V zgodnejšem obdobju (sredina septembra) je bilo več odpadanja plodov zaradi molja, kasneje pa zaradi drugih vzrokov. V letu 2016 je bila količina odpadlih plodov zaradi oljčnega molja večja in je znašala 13% od celotne letne pridelave, skupen pridelek dvajsetih oljk ob obiranju je bil 342,4 kg, zaradi molja pa je pred obiranjem odpadlo 51,2 kg (Slika 3). Pridelki oljk so bili v letu 2016 manjši kot leto prej, najverjetneje zaradi bolezni (pavje oko) in neugodnih vremenskih razmer. Oljčni molj je bil vzrok za odpadanje plodov oljk v 81,3%, preostanek pa zaradi drugih vzrokov.

Opažena je pozitivna korelacija med skupnim številom ujetih metuljev oljčnega molja in količino odpadlih plodov zaradi škodljivca v letih 2015 in 2016.

#### 4. ZAHVALA

Naloge smo izvajali v okviru programa Poskusnega centra za oljkarstvo in programa strokovnih nalog s področja varstva rastlin Oddelka za varstvo rastlin pri KGZS – Kmetijsko gozdarskem zavodu Nova Gorica financiranega iz Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano (MKGP).

Zahvaljujemo se lastniku oljčnika Nad Lamo Angelu Hlaju za redno in natančno spremljanje podatkov o škodljivih organizmih v oljčniku in Bojanu Butinarju, vodji projekta Namakalni poskus (V4 - 1411): »Izdelava tehnoloških smernic za namakanje oljk v Sloveniji«, ki ga

izvaja Inštitut za oljkarstvo v sodelovanju z Biotehniško Fakulteto in je financiran iz MKGP, za podatke o pridelkih oljk v poskusnem oljčniku.

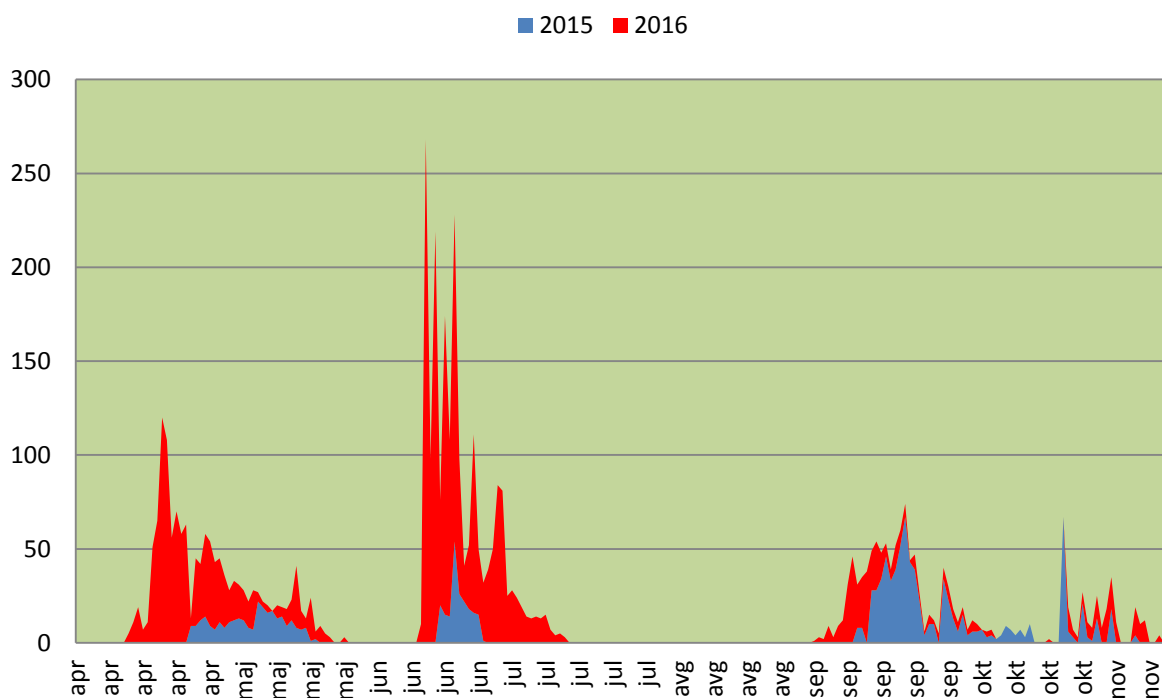
## 5. VIRI

- Dminčić Rojnić I., Radovčić H., Godena S., Damijanić K. 2016. Organic plant protection measures against olive moth (*Prays oleae* Bern.). Split, VIII International Olive Symposium. Book of Abstracts: 142.
- ERSA. Agenzia regionale per lo sviluppo rurale. 2016. Disciplina di produzione integrata regione autonoma Friuli Venezia anno 2016 .  
[http://www.ersa.fvg.it/difesa-e-produzione-integrata/produzione-integrata-volontaria/disciplinari-produzione-Integrata-fvg/disciplina-produzione-integrata-fvg-anno-2016-1/20160310NTRFVGDif\\_2016p.pdf](http://www.ersa.fvg.it/difesa-e-produzione-integrata/produzione-integrata-volontaria/disciplinari-produzione-Integrata-fvg/disciplina-produzione-integrata-fvg-anno-2016-1/20160310NTRFVGDif_2016p.pdf) (7. 1. 2017)
- Jančar M. 2016a. Arhiv podatkov Oddelka za varstvo rastlin o spremljanju škodljivih organizmov za Slovensko Istro.
- Jančar M. 2016b. Letna poročila o delu opazovalno – napovedovalne službe za Slovensko Istro.
- Ministerio de agricultura y pesca alimentacion y medio ambiente. Gobierno de Espana. 2016. Registro de Productos Fitosanitarios.  
<http://www.mapama.gob.es/en/agricultura/temas/sanidad-vegetal/productos-fitosanitarios/registro/productos/forexi.asp?pag=1&s=2&e=0&plagEfecto=239> (7. 1. 2017)
- Ministarstvo poljoprivrede Republike Hrvatske. 2017. Popis registriranih sredstava za zaštitu bilja na dan 8. 1. 2017  
<https://fis.mps.hr/trazilicaszb/> (7. 1. 2017)
- Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. URSVHVVR. 2017. Seznam registriranih fitofarmaceutskih sredstev na dan 7. 1. 2017.  
<http://spletni2.furs.gov.si/FFS/REGSR/index.htm>. (7. 1. 2017)
- Perović T., Hrnčić S. 2016. *Prays oleae* Bern (Lepidoptera, Yponomeutidae) important pest of olive fruit. Split, VIII International Olive Symposium. Book of Abstracts: 143.
- Vesel V., Valenčič V., Jančar M., Čalija D., Butinar B., Bučar-Miklavčič M. 2009. Oljka – živilo, zdravilo, lepotilo. Ljubljana, Kmečki glas: 142 str.
- Vesel V. 2016. Arhiv podatkov Poskusnega centra za oljkarstvo

Preglednica 1: Delež poškodovanih oljk zaradi oljčnega molja (%) po lokacijah oljčnikov v letih 2011 do 2016 z izračunanimi povprečni vrednostmi po letih in lokacijah.

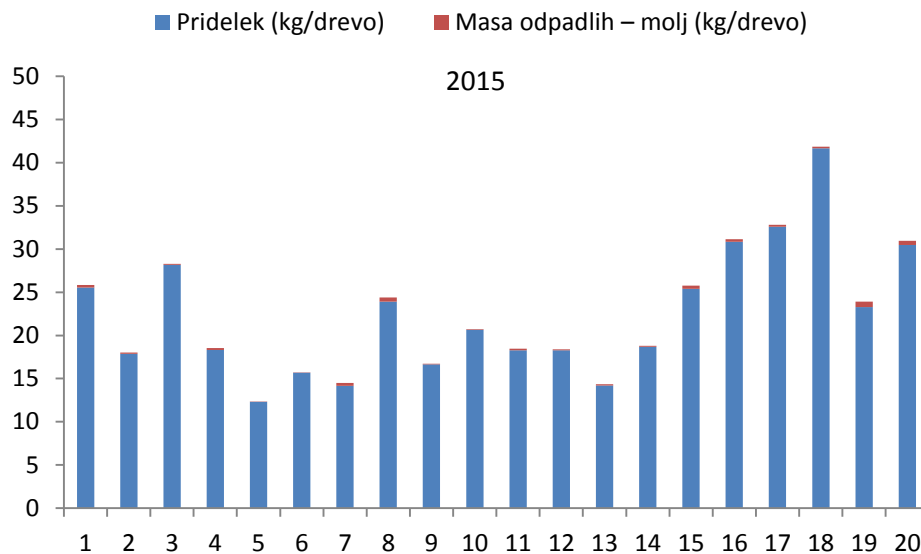
Table 1: Percentage of damaged olives due to olive moth at the locations of olive orchards in the years 2011 to 2016 and calculated average values (percentage) over the years.

Oljčnik	2011	2012	2013	2014	2015	2016	povp. oljčnik
Baredi	3,3	13,6	22,0	12,2	12,1	3,8	11,2
Beneša	2,7	11,2	17,3	9,1	10,4	15,1	11,0
Bonini	5,0	10,7	22,1	4,0	4,0	6,4	8,7
Gažon	8,7	40,2	24,0	8,6	7,3	3,9	15,5
Grbci	4,0	11,0	15,5	8,8	10,1	2,5	8,7
Krkavče	6,5	12,0	18,1	7,0	5,9	14,2	10,6
Liminjan	5,3	26,8	26,1	16,7	14,3	29,3	19,7
Mala Seva	7,0	13,8	20,8	6,5	9,0	4,8	10,3
Padna	9,1	15,2	24,4	12,2	8,1	11,3	13,4
Pivol	6,9	14,7	22,0	15,0	17,9	25,0	16,9
Strunjan	6,7	6,3	23,0	17,4	7,5	6,4	11,2
Sermin	3,4	16,5	22,0	6,7	10,0	6,7	10,9
Sv.Peter	4,8	14,6	9,5	7,8	6,9	4,7	8,1
Truške	6,5	13,9	10,2	4,0	10,1	8,0	8,8
povp. leta	5,7	15,8	19,8	9,7	9,5	10,2	11,8



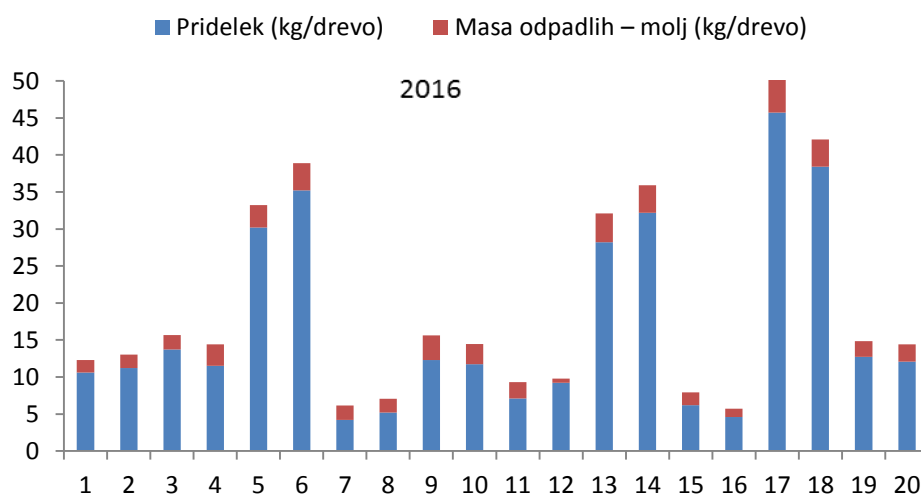
Slika 1: Število ujetih odraslih oljčnih moljev v letih 2015 in 2016 v oljčniku Nad Lamo.

Figure 1: The number of captured adult olive moths in the years 2015 and 2016 in the olive orchard Nad Lamo.



Slika 2: Skupni pridelek po drevesih in masa odpadlih plodov zaradi oljčnega molja v letu 2015 v oljčniku Nad Lamo.

Figure 2: Total production per tree and the weight of dropped fruits due to olive moth in 2015 at the olive orchard Nad Lamo.



Slika 3: Skupni pridelek po drevesih in masa odpadlih plodov zaradi oljčnega molja v letu 2016 v oljčniku Nad Lamo.

Figure 3: Total production per tree and the weight of dropped fruits due to olive moth in 2016 in the olive orchard Nad Lamo.





## REZULTATI TESTIRANJA ALTERNATIVNIH ŠKROPILNIH PROGRAMOV ZA ZATIRANJE NAVADNE HRUŠEVE BOLŠICE (*Cacopsylla pyri* L.) V SISTEMU PRIDELAVE HRUŠK »0.0 RESIDUE«

Mario LEŠNIK<sup>1</sup>, Tatjana UNUK<sup>1</sup>, Stanislav VAJS<sup>1</sup> in Stanislav TOJNKO<sup>1</sup>

### POVZETEK

V nasadu hrušk so bili izvedeni poljski poskusi v katerih smo preučevali učinkovitost alternativnih insekticidov za zatiranje navadne hruševe bolšice (*Cacopsylla pyri* L.) v različnih obdobjih rastle dobe. Testirali smo učinkovitost naslednjih aktivnih snovi: acetamprid (poskusni standard), kaolin, kalijev nitrat (KNO<sub>3</sub>), žveplenoapnena brozga, detergenta GNLD LDC in GNLD Super 10 (osnova di-etanolamid kokosovega olja), eterična olja iz lupin agrumov (Oranol), rastlinski izločki (osnova matrin) in olja z dodatki mineralov (Alspure, Matrinal B, Matrifruit). Na podlagi analize stopnje učinkovitosti insekticidov in njihovega vpliva na naravne sovražnike bolšice so predstavljene različne možne strategije uporabe alternativnih insekticidov v različnih obdobjih rastle dobe s ciljem zmanjšati ostanke insekticidov v hruškah ob spravilu.

**Ključne besede:** navadna hruševa bolšica, hruška, alternativni insekticidi, učinkovitost, termin uporabe, strategija zatiranja

### RESULTS OF TESTING OF ALTERNATIVE SPRAY PROGRAMS FOR CONTROL OF PEAR SUCKER (*Cacopsylla pyri* L.) IN »0.0 RESIDUE« PEAR PRODUCTION SYSTEM

### ABSTRACT

Field trials were carried out in pear plantation to study the efficacy of alternative insecticides applied to control pear sucker *Cacopsylla pyri* L. indifferent periods of season. The following alternative insecticide active substances were tested: acetamprid (trial standard), kaolin clay, potassium nitrate - saltpeter (KNO<sub>3</sub>), lime sulphur (Ca-polysulfide), detergents GNLD LDC and GNLD Super 10 (based on di-ethanolamide of coconut oil), essential oils from citrus peel (Oranol) and leguminous plant extract (based on matrine) mixed with essential oils and minerals (Alspure, Matrinal B, Matrifruit). Based on the analysis of level of insecticide efficacy and their effects on natural enemies of psyllids a variety of different psyllid control strategies have been developed for psyllid control in different periods of growth season with the goal to reduce insecticide residues in pear fruit at harvest.

**Key words:** pear psyllid, pear, alternative insecticides, efficacy, application period, control strategy

---

<sup>1</sup> Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede, Pivola 10, 2311 Hoče

## 1. UVOD

Navadna hruševa bolšica (*Cacopsylla pyri* L.) sodi med najnevarnejše škodljivce hrušk. Škoda, ki jo povzroča je večplastna. Lahko jo strnemo v naslednje pojavne oblike: zakrnitev razvoja plodičev in plodov, površinske poškodbe na plodovih in sajavost, ki zmanjšajo tržno vrednost, zakrnitev rasti poganjkov (izguba rodnega lesa za naslednje leto), uničenje listja in zmanjšana fotosintetska aktivnost ter posledično slabša notranja kakovost plodov, izčrpanost dreves in prenehanje cvetenja ter prenos fitoplazme »Candidatus Phytoplasma pyri« povzročiteljice odmiranja hrušk (Štampar in sod., 2014). Izkušnje kažejo, da lahko ob prereznožitvi tega škodljivca nasad popolnoma izgubi rodnost (Vrabl, 1999). Osnovni koncepti strategije zatiranja so: omejiti število rab klasičnih insekticidov, da se upočasni pojav odpornosti nanje in ohrani čim večje populacije naravnih sovražnikov, uravnotežena prehrana hrušk s primerno rezjo za doseganje fiziološkega ravnotežja med rastjo in rodnostjo, da se bolšici ne nudi dobrih prehranskih možnosti pri 3 in 4 poletni generaciji in uvajanje alternativnih sredstev in metod za zatiranje. Poleg velike možnosti za pojav odpornosti nas pri insekticidih skrbijo tudi ostanki v plodovih ob obiranju. V zvezi s tem se pred sadjarja postavljajo vedno strožje zahteve, tako v pogledu koncentracije in števila aktivnih snovi, kot tudi kemične pripadnosti aktivne snovi. Pri hruškah so se šele nedolgo nazaj polegli negativni medijski dogodki v zvezi z nekaterimi regulatorji (klormekvat) in insekticidi (npr. amitraz in klorpirifos), zato je pozornost javnosti glede ostankov FFS (fitofarmaceutskih sredstev) v njih velika. Tako smo v položaju ko lahko pride do popolne prepovedi rabe neonicotinoidnih pripravkov. Namen raziskave je bil preučiti uporabnost nekaterih alternativnih pripravkov (SKR – sredstev za krepitev rastlin) za zatiranje bolšice in prikazati možnosti njihovega vključevanja v integrirano zatiralno strategijo, s prioriteto doseči veliko stopnjo zmanjšanja količine ostankov insekticidov v plodovih (tako imenovani 0.0 residue koncept pridelave). Išče se sistem zatiranja bolšice brez vsakršne uporabe klasičnih insekticidov in pridelava konzumnih hrušk brez uporabe klasičnih insekticidov proti drugim škodljivcem. Pripravki, ki smo jih v raziskavi preskušali v RS nimajo povsem dorečenega statusa glede legalnosti uporabe. Avtorji v delu zgolj podajamo presojo uporabnosti pripravkov ne podajamo pa nobenih informacij glede legalnosti uporabe.

## 2. MATERIAL IN METODE

### 2.1. POSTAVITEV POSKUSA

Za potrebe ugotavljanja učinkovitosti posameznih pripravkov in celotnih škropilnih programov za zatiranje bolšice smo v sezonah 2014, 2015 in 2016 izvedli poskuse, v katerih smo pripravke nanašali na poskusne parcelice po sistemu klasičnega integriranega programa in po sistemu alternativnega 0.0 residue programa. Pri osnovnem integriranem konceptu smo bolšico zatirali z eno neposredno aplikacijo insekticida pred cvetenjem in dvema aplikacijama insekticida po cvetenju. Pri alternativnih škropilnih programih pa smo pred in po cvetenju izvedli večje število nanosov alternativnih sredstev. V prispevku so neposredno prikazani le rezultati iz leta 2016, pri komentarjih o značilnostih testiranih pripravkih pa so upoštevani rezultati vseh treh let raziskave. Poskus je bil izveden v 25 let starem nasadu hrušk sorte 'Viljamovka' na podlagi kutina MA posajene v terasnem sistemu z gostoto sajenja 2,7 x 0,6 m.

### 2.2. UPORABLJENI PRIPRAVKI IN NJIHOV NANOS

Večji del pripravkov smo na parcelice nanесли s klasičnim pršilnikom Zupan 350 DT pri porabi vode 412 l/ha, manjši del pripravkov pa z nahrbtnim pršilnikom Stihl pri porabi vode

1000 l/ha. Zaradi zahtevne konfiguracije terena in neenake dolžine vrst v terasno zasnovanem sadovnjaku so bile parcelice razporejene po sistemu naključnih skupin in ne po sistemu povsem naključnih blokov. Parcelice škropljene s traktorskim pršilnikom so bile velike 100 m<sup>2</sup>, parcelice škropljene z nahrbtnim pršilnikom znotraj velikih parcelic pa so obsegale posamezne vrste dolžine 15 m. Sestava preučevanih pripravkov, ki so sestavljali 6 različnih škropilnih programov je bila naslednja: Malusan (kaolin 100 %; H<sub>2</sub>Al<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>8</sub> x H<sub>2</sub>O), Žvepleno apnena brozga ŽAB (Ca-polisulfid 29 % w/w), Oranol (95 % eterično olje pridobljeno iz lupin citrusov), Golden LDC in Golden Super 10 (mešanica di-etanol amidov olj, ki sestavljajo kokosovo olje v zmesi z mono- in di-etanolamini dodecil sulfonatom), gnojilo KNO<sub>3</sub> (MultiK – Zeleni hit; 13,5 % N + 46 % K<sub>2</sub>O), Alsupre (vodotopen SO<sub>3</sub> 40 % w/w), Matrifruit (izločki Sophora sp. 6,2 % w/w, Lizin 2,2 % w/w, Mn 0,5 % w/w, Zn 1,5 % w/w), Matrinal B (izločki Sophora sp., B 20 g/l, olje iglavcev). Termini uporabe pripravkov so prikazni v preglednici 1. Varstvo proti hruševem škrlupu je bilo izvedeno z običajnimi kontaktnimi fungicidi uporabljenimi 6 krat v sezoni. Fungicidov večinoma nismo mešali z insekticidi in so bili v glavnem naneseni ločeno.

### 2.3. ANALIZA VELIKOSTI POPULACIJ ŠKODLJIVCEV IN NEKATERIH NARAVNIH SOVRAŽNIKOV BOLŠIC

Za oceno velikosti populacije bolšice, nekaterih škodljivcev in drugih žuželk smo uporabili preprosto metodo ocenjevanja velikosti populacije na 100-150 naključno izbranih 20 cm dolgih poganjkih v različnih točkah krošenj dreves pri vsaki od 4 ponovitev parcelic. Na izbranem poganjku smo na kraju samem z natančnim opazovanjem prešteli vse žuželke, ki jih je bilo možno tam najti. Vzorčenje smo ponovili večkrat letno. Enako smo naredili pri plodovih za analizo stopnje napada pri zavijačih.

## 3. REZULTATI IN RAZPRAVA

### 3.1. ANALIZA VELIKOSTI POPULACIJE BOLŠIC IN NEKATERIH ŠKODLJIVCEV SKOZI RASTNO DOBO 2016

Populacija navadne hruševe bolšice v poskusnem nasadu je bila povprečno velika in v preteklih letih se na njo ni izvajal velik pritisk s pogosto uporabo insekticidov. Rezultati primerjav med škropilnimi programi so vidni v preglednici 2. Razlike v velikosti populacij bolšic med različnimi programi so bile v sredini maja (1G) in sredini junija (2G) dokaj majhne. Alternativni programi so nudili podoben nivo zatiranja, kot klasični integriran program z uporabo pripravka Mospilan. Program 0.0 st, ki je temeljil na uporabi kaolina, ŽAB in KNO<sub>3</sub> je ob koncu poletja dal celo boljši rezultat od klasičnega integriranega programa. V času obiranja smo opazili, da smo pri klasičnem integriranem programu imeli nekaj večjo populacijo bolšic, kot pri alternativnih programih. Videlo se je tudi, da je pri programu Matrinal prišlo do popuščanja učinkovitosti, ter da je imel program Oranol in program z uporabo detergentov dokaj dolgo rezidualno učinkovitost predvsem pri ličinkah 3 in 4 generacije. V spodnjem delu preglednice 2 so vidni stranski učinki na nekatere škodljivce. Pri zavijačih (jabolčni in hrušev) moramo upoštevati, da nismo izvajali metode zbejanja, ker te metode na tako majhnih parcelicah ni možno izvajati. Če bi izvajali metodo zbejanja bi zelo verjetno brez posledic lahko izpustili drugo poletno uporabo insekticidov Mospilan in Coragen. Gledano na stanje črvičnosti ob obiranju se vidi, da je alternativni program 0.0 st z uporabo kaolina, ŽAB, KNO<sub>3</sub> in eno korekcijo z insekticidom Coragen dal praktično enak rezultat, kot klasični integrirani program. Vidi se tudi, da Oranol in detergenta nista visoko učinkovita proti zavijaču. Enako velja za program Matrinal. To kaže, da je

alternativne programe na vsak način potrebno kombinirati z metodo zbejanja ter z virusnimi in bakterijskimi pripravki. Pri mokasti uši smo ugotovili, da alternativni programi nudijo visoko učinkovitost zatiranja. Najmanjša je bila pri 0.0 st. Pri zavijačih lupine sadja in stenica pa alternativni programi nudijo srednjo učinkovitost zatiranja. Učinkovitost zatiranja škodljivcev je imela neposreden vpliv na pridelek. Izgube od glivičnih bolezni so bile minimalne, zato so na višino pridelka vplivali predvsem škodljivci. Kljub pozebi smo imeli srednje velik pridelek (preglednica 5). Glede na pridelek lahko rečemo, da zaradi varstva z alternativnimi sredstvi ni prišlo do velikega povečanja izgub pridelka. Največje izgube so bile pri obravnavanju Oranol, kjer je delna fitotoksičnost morda zmanjšala fotosintetsko aktivnost in vplivala na debelino plodov. Nekaj manjši pridelek je bil tudi pri programu Matrinal, kar je verjetno šlo v glavnem na račun slabšega delovanja na zavijača. Programa Int in 0.0 st se med seboj po višini pridelka nista statistično značilno razlikovala.

### 3.2. ANALIZA VELIKOSTI POPULACIJE NARAVNIH SOVRAŽNIKOV SKOZI RASTNO DOBO 2016

Hkrati z analizo velikosti populacije bolšice smo analizirali velikost populacij nekaterih naravnih sovražnikov (vidno v preglednici 3). V poskusnem nasadu so glavni naravni regulator populacije bolšic bile polonice, plenilske stenice rodu *Anthocoris* pa so bile bistveno manj pomembne, ker jih je bilo malo. Velikost populacij teh stenic ni odvisna le od škodljivosti uporabljenih FFS zanje temveč tudi od okoliške vegetacije in velikosti populacij bolšic (Shaltiel in Coll, 2004). Ta povezanost se vidi tudi v tem, da se v poletnem obdobju zgodi, da imamo na drevju škropljenem po integriranem sistemu več bolšic in posledično več naravnih sovražnikov, kot na drevesih kontrolnih neškropljenih parcelic, kjer zmanjka hrane. Glede na rezultate ocenjujemo, da uporaba kaolina v odmerkih 30 do 40 kg/ha ne povzroča velikih nihanj v velikosti populacij naravnih sovražnikov. Kaolin je verjetno najbolj moteč za plenilske stenice, za ličinke polonic in tenčičaric pa sploh ne. Najbolj naravne sovražnike prizadene olje Oranol. To je popolnoma neselektiven insekticid, ki pri pogosti uporabi, še posebej pri odmerku nad 4 l/ha za teden ali dva občutno zmanjša populacijo sovražnikov. Naslednji po negativnem učinku so detergenti, med tem ko sta pripravka MatrinalB in Matrifruit dokaj selektivna do naravnih sovražnikov. Do polonic in tenčičaric sta visoko selektivna, do plenilskih stenic pa nekoliko manj.

### 3.3. KOMENTAR GLEDE STOPNJE UČINKOVITOSTI IN UPORABNOSTI POSAMEZNIH ALTERNATIVNIH PRIPRAVKOV

#### Kaolin

Kaolin po svetu za zatiranje bolšic uporabljajo že vsaj 30 let. V Evropi povečujejo uporabo zadnjih 10 let. Obstajajo različne formulacije (npr. Surraund, Cutisan, Malusan, Tehnični kaolin, ...). Nekatere formulacije so registrirane kot FFS (npr. Surraund), druge kot SKR. V večini raziskav in nasvetov je nekajkraten nanos priporočen v obdobju pred cvetenjem proti prezimili generaciji bolšic (Knight in sod., 2001; Pasqualini in sod., 2002; Daniel in sod., 2005). Primarno delovanje je odvracanje od hranjenja na hruškah in odvracanje od odlaganja jajčec. Pri odmerkih do 60 kg/ha ne moremo pričakovati smrtonosnih učinkov pri odraslih bolšicah in nimfah. Za izboljšano delovanje se priporoča dodajanje olj (nekje med 2 do 4 l/ha). V cvet se navadno kaolina ne nanaša (razen za zatiranje bakterij povzročiteljic hruševega ožiga). V poletnem času je uporaba možna do obdobja mesec dni do obiranja. Pomembno je, da ga dež pred obiranjem izpere s površja plodov. Glede na rezultate iz naše raziskave lahko pri vsaj trikratni uporabi pred cvetenjem zmanjšamo populacijo jajčec in ličink vsaj za 60 %, pri večkratni uporabi 30 – 40 kg/ha čez poletje pa vsaj za 40 %. Cena za

1 kg se giblje med 0,6 do 1 evro. Pri analizi ekonomske upravičenosti lahko upoštevamo še pozitiven učinek na zmanjšanje mrežavosti plodov, zmanjšanje možnosti pojava sončnih ožigov, zmanjšan pojav večine glivičnih in tudi bakterijski okužb hrušk in povečanje učinkovitosti virusnih in bakterijskih pripravkov. Humano toksikološko gledano se pri kaolinu izvajajo raziskave glede inhalatorne toksičnosti. Silicijevi nano delci v kombinaciji s težko kovino aluminijem niso povsem brez negativnih učinkov na zdravje. Glede na to je pomembno, kakšno formulacijsko obliko uporabljamo in da si pri delu varujemo dihala. Nekaj dni po uporabi naj v sadovnjaku nebi izvajali zelenih del. Najmanj zdravju škodljive oblike kaolina so kalcificirani kaolini (glej <http://novasource.com/home/products/surround/>).

### KNO<sub>3</sub>

Pri gnojenju s tem gnojilom preko listja so v preteklosti že večkrat opazili zmanjšanje populacij sesajočih žuželk. Največ navedb v literaturi je vezanih na uši. Primer je delo avtorjev Wood in Payne (1995), ki sta ugotovila, da je to gnojilo uporabno za zatiranje uši na orehah. Na spletu je možno najti tudi navedbe glede možnosti zatiranja bolšic. Primer so informacije na spletnem portalu KNO<sub>3</sub> (Foliar ..., 2016) ali pa priporočila glede rabe pri nemški svetovalni službi (Baab in sod., 2003; Dezernat ..., 2016). Zatičen učinek je večplasten; razjedanje povrhnjice in ustnega aparata žuželk ter digestivna in dihalna zastrupitev. Povečanje vgradnje kalija v rastlinsko povrhnjico le to naredi bolj trdo in žuželke jo težje prebadajo. KNO<sub>3</sub> raztaplja medeno roso (Dezernat ..., 2016). Kombiniranja z olji navadno ne priporočajo, ker se poveča stopnja fitotoksičnosti, lahko pa se kombinira z neionskimi močili in akaricidi (npr. s pripravkom Envidor). Pri akaricidih lahko poveča učinkovitost (Haviland, 2012). Če škropimo po zelo mladih listih nanos izvršimo na suhe rastline, pri starejšem listju pa je bolje na vlažne liste. Po naših rezultatih je možno brez fitotoksičnosti nanesti do 3 krat zapored 10 kg/ha gnojila. Pri večkratni uporabi v odmerku okrog 10 kg/ha lahko pri nimfah pričakujemo učinkovitost zatiranja okrog 60 - 70 %. Na odrasle bolšice gnojilo deluje manj učinkovito. Preveliko število rab lahko preveč spodbuja bujno rast in tudi razvoj saprofitskih gliv na površini plodov (različne sajavosti in pegavosti). Verjetno je najbolj optimalna točka za uporabo v začetku junija (prvi stadiji druge generacije), oziroma en dan pred zatiranjem z insekticidom.

### Žveplenoapnena brozga »ŽAB«

Splošno znano je, da ima ŽAB tako fungicidni, kot insketicidni učinek. Kljub temu pa je v literaturi glede učinka na bolšice zelo malo podatkov. Verjetno zato, ker pri hruškah ni takšne tradicije uporabe, kot pri jablanah, kjer je bila uporaba vedno usmerjana tudi proti kaparjem in pršicam. V praksi se večkrat omenja uporabnost za zatiranje pršic šiškaric (*Epitrimerus pyri* in *Eriophyes pyri*). Pri določenih sortah se lahko pojavi obsežna mrežavost ('Lukasova', 'Viljamovka', 'Abate fetel', 'Društvenka'). Pri uporabi večjih količin pred cvetenjem (nad 100 l/ha) lahko proti prezimelim bolšicam pričakujemo učinkovitost blizu 80 %. Velike količine brozge nanese pred cvetenjem uničijo večino jajčec bolšic. Pri uporabi po cvetenju večkrat v odmerku do največ 20 l/ha lahko pri odraslih bolšicah pričakujemo do 50 % učinkovitost in pri nimfah do 85 % učinkovitost. Brozga ožiga površino kutikule žuželk saj ima navadno bazičen pH in sprošča se H<sub>2</sub>S, ki je toksičen dihalno in kontaktno (Lime ..., 2014). Olj med rastno dobo ŽAB ne dodajamo in jih ne uporabljamo vsaj teden dni po uporabi ŽAB. Tudi med uporabo ŽAB in pripravkov skupine Matrinal naj bo presledek vsaj 1 teden. Bodočnost uporabe ŽAB je žal povsem nejasna, ker pri njej obstaja veliko ekotoksikoloških in humanotoksikoloških pomislekov. Pri uporabi poleti lahko občutno zavre razvoj naravnih sovražnikov (Venzon in sod., 2013). Pri nas lahko pričakujemo podaljševanje dovoljenja za uporabo pripravka Curatio. Pri ŽAB se pričakuje, da bo možna uporaba manjših odmerkov

večkrat zapored, uporaba več kot 100 l/ha v času odganjanja pa v bodoče verjetno ne bo ekološko sprejemljiva.

#### Pripravki znamke Matrinal in Alsupre

Pripravki znamke Matrinal se tržijo v državah mediteranskega območja kot naravi prijazna SKR. Lahko jih dodajamo klasičnim insekticidom, da le tem povečamo učinkovitost. Število uporab in termin je prilagojen prehrani z mikro hranili. Pomembno dejstvo je, da vsebujejo matrin izloček metuljnice *Sophora flavescens* Aiton, ki je v svetu evidentiran kot naravni insekticidi iz skupine alkaloidov. Kot formulacijski dodatek so dodana rastlinska eterična olja in detergenti. Glede na kombinacijo in razmerje učinkovin imamo večplastno toksičnost, digestivno od matrinala in zunanjo zaradi učinkov od zadušitve in raztapljanja kutikole, antifiding učinek in repelentni učinek pri odlaganju jajčec. Pri običajnem programu škropljenja Matrinal B + Alsupre v stadiju mišjega ušesca, nato MatrinalB pred cvetenjem, nato Matrifruit + Alsupre (ali drugi npr. Deffort) 2 do 3 krat po cvetenju, pri uporabi v optimalnih razmerah lahko pričakujemo vsaj 80 % učinkovitost pri ličinkah in vsaj 70 % pri odraslih bolšicah. Cenovno so pripravki manj ugodni, vendar moramo upoštevati tudi učinek gnojenja z mikrohranili, povečano odpornost hrušk proti boleznim, povečano fotosintetsko aktivnost in bistveno boljši zunanji zgled plodov. Glede dolgoročnega ohranjanja statusa SKR so ti pripravki nepredvidljivi, ker vsebujejo bioinsekticid matrin. Sedaj je na volja nova formulacija pripravka Alsupre to je Alsupre S, ki ima žveplovenu trioksidu SO<sub>3</sub> dodan K<sub>2</sub>O in N. Ta formulacija ima vpliv na trdnost kutikule in na metabolizem obrambnih snovi. Je manj fitotoksična, ker pride do delne nevtralizacije žveplove kisline, kar v končni fazi je ta pripravek.

#### Eterična olja iz lupin agrumov

Različna eterična olja so od nekdaj znani insekticidi proti žuželkam kot so bolšice (Koul in sod., 2008). Imajo večplasten digestivni in dihalni toksični učinek, predvsem pa je potrebno izpostaviti učinek raztapljanja povrhnjice bolšic. Pri uporabi moramo zelo paziti na odmerke, ker ta olja lahko zelo hitro raztopijo rastlinsko povrhnjico in ker lahko zelo močno prizadenejo naravne sovražnike. Nanos izvedeno pri temperaturi pod 25 °C. V našem poskusu se je pokazalo, da lahko po trikratni zaporedni uporabi v maju ali juniju v presledku dveh tednov pričakujemo fitotoksičnost, če presežemo odmerek 4 l/ha. Priporočila se karečna doba vsaj 1 mesec pred obiranjem. Pri eni aplikaciji 4 l/ha pričakujemo pri odraslih bolšicah učinkovitost okrog 60 % in pri ličinkah 80 %. Legalni status pri nas ni jasen. V več državah sveta se ta olja uporabljajo kot SKR, vemo pa, da je pri nas splošno stališče, da se rastlinska olja registrirajo kot FFS (npr. ogrščično). V eteričnih oljih agrumov je veliko naravnih insekticidov (Siskos in sod., 2007). Zelo znan je limonen.

#### Detergenti

Detergenti imajo nekaj krajšo zgodovino uporabe od mil. Kalijeva mila maščobnih kislin so že dolgo v uporabi. Občasno so nekateri pripravki iz te skupine dostopni na našem trgu. Tako imenovani naravni detergenti imajo enako osnovo v maščobnih kislinah iz rastlinskih olj, kot kalijeva mila in tudi učinek na škodljivce je podoben. Posebej kokosova mila so že dolgo popularna v ekološki pridelavi (npr. Biofa Coccana). Bolj ali manj legalno uporabo detergentov v nasadih hrušk v mediteranskih deželah od koder mi hruške pogosto uvažamo poznajo že vsaj 20 let. Najprej so z uporabo pričeli kot sredstvo za odstranjevanje sajavnosti, ki je povezana z medeno roso – izločki bolšic. Pri detergentih se danes izpostavlja uporaba takšnih, ki temeljijo na naravnih snoveh (olja kokosa, eukaliptusa, oljk, ...). Naravno ozadje sodobnih detergentov ne daje nobene garancije za humano toksikološko sprejemljivosti, kljub temu, da sadjarji po svetu uporabljajo detergente, ki so primerni tudi za nego človeškega

telesa. Preizkusili smo detergenta LDC in Super 10 za katerega je znano, da se uporabljata v Španiji in v Italiji. S stališča učinkovitosti kažejo velik potencial predvsem za zatiranje ličink v prvih stadijih. Če gre za visoko vodotopne detergente, potem je možnost da se v kratkem času po uporabi izperejo z dežjem velika. To ublaži negativen učinek na naravne sovražnike in zmanjša možnost pojava ostankov na plodovih ob obiranju. LDC detergenti niso občutljivi za učinke trde vode. Glede na rezultate poskusa kaže, da je možno z nekajkratno zaporedno uporabo v odmerku 3 do 4 l na hektar doseči tudi do 95 % učinkovitost zatiranja nimf 1. in 2. stadija, še posebej pri vremenu z visokim UV sevanjem. Pri detergentu Super 10 se je po 4 zaporednih uporabah pokazala kumulativna fitotoksičnost zaradi premočnega raztapljanja povrhnjice listov. Spremembe na pokožici plodov so bile minimalne. LDC je manj fitotoksičen. Oba detergenta sta primerna za urgentno reševanje razmer ob velikih prereznožitvah pri 3 poletni generaciji, ko moramo populacijo ustaviti na hitro, ne želimo pa povzročiti dodatnih ostankov insekticidov v plodovih. Detergentom podobna so nekatera močila, ki imajo pri nas urejen legalen status. Ena od možnosti zatiranja bolšice je pogosta uporaba neionskih močil v 0,1% koncentraciji, ki imajo registracijo za uporabo na sadnih rastlinah kot dodatki (npr. trisiloksanski polimeri v kombinaciji s poli-etoksilati). Tako detergenti kot močila omogočajo zatiranje pod angl. motom »let dissolve the insect pests«. Glede tega je na voljo več objav. Primer takšne je raziskava avtorjev Pehlevan in Kovanci (2016). Kot pomemben stranski učinek je potrebno pri detergentih izpostaviti, da zelo verjetno zmanjšajo ostanke FFS v plodovih, ker z njihovo uporabo naredimo kemično čiščenje površine plodov (npr. odstranitev kaptana, boskalida, ciprodinila, ...).

### 3.4. NEKATERI PRIMERI STRATEGIJE UPORABE PRIPRAVKOV

V preglednici 6 je prikazanih nekaj alternativnih škropilnih programov. Osnovni koncept 0.0-residue sistema je, da pri pripravkih določimo skrajni termin uporabe pri katerem pričakujemo, da bodo ostanki v plodovih ob obiranju padli pod določeno raven (npr. pod 10 % MRL (angl. maximum residue level) ali pod 0,01 mg/kg). Program lahko prilagodimo zahtevi, da imajo lahko hruške največ ostanke 3 različnih skupin škropiv, od tega en insekticid in da ARFD (angl. acute reference dose) vrednost znaša manj kot 10 %. Za trenutno registrirane insekticide podatkov o hitrosti razpadanja v in na tkivih hrušk nimamo, lahko pa jih ekstrapoliramo iz podatkov, ki jih za enake ali podobne snovi imamo za nasade jablan. Če upoštevamo vrednosti iz preglednice 5 lahko sestavimo osnovni prilagojen insekticidni program brez velike uporabe alternativnih pripravkov, ali pa povsem alternativne programe praktično samo iz alternativnih pripravkov. V drugem primeru se moramo sprijazniti s 3 do 4 % izgubo pridelka zaradi škodljivcev, vendar pridelamo hruške brez ostankov insekticidov. Kot sodoben 0.0 residue orientiran koncept bi lahko označili uporabo pripravka na podlagi spirotetramata v času odcvetanja, potem sledi uporaba pripravka na podlagi klorantranilpirola v začetku junija in uporaba pripravka na podlagi emamektina v sredini julija. Emamektin trenutno pri nas nima urejene registracije. Omenjenemu programu pa dodamo vmesne uporabe preučevanih alternativnih pripravkov po potrebi glede na velikost populacije škodljivcev kot je prikazano v preglednici 6.

## 4. ZAKLJUČKI

Hruševa bolšica bo tudi v bodoče ostala eden od osnovnih dejavnikov uspešnosti/neuspešnosti pridelave hrušk. Vedno bo potrebno veliko pozornost posvečati umirjeni rasti dreves (harmonična prehrana in zmerna rez) in ohranjanju naravnih sovražnikov. Ob uravnoteženi prehrani in velikih populacijah naravnih sovražnikov je potreba po dodatnih sredstvih za zatiranje majhna. Ker nam povsem naravna regulacija populacije bolšice ne uspe vedno je

nujno pravočasno uvajanje alternativnih sredstev, da se sadjarji pravočasno pripravijo na razmere, ko se bodo zahteve glede dovoljenih ostankov FFS zaostriale in, ko se bodo zgodili umiki nekaterih skupin insekticidov (npr. neonikotinoidov). Preučevana alternativna sredstva z določeno tradicijo uporabe v tujini lahko tudi pri nas, pri usmerjeni uporabi in ob manjšem povečanju stroškov izvedbe zatiranja škodljivcev omogočajo pridelavo hrušk praktično brez ostankov insekticidov. Ne glede na to, da v bližnji prihodnosti upamo na možnost uporabe novih ciklo-ketoenolov (npr. spirotetramat) in butenolidnih insekticidov (npr. flupiradifuron) je potrebno čim prej pričeti s postopki ureditve legalnega statusa preučevanih in drugih alternativnih pripravkov. Njihova uporaba po naši oceni glede na stopnjo učinkovitosti omogoča dober kompromis med doseganjem občutnega zmanjšanja ostankov insekticidov v hruškah in še dovolj visokim nivojem zanesljivosti zatiranja večine najbolj pomembnih škodljivcev.

## 5. VIRI

- Daniel C., Pfammatter W., Kehrl P., Wyss E. 2005. Processed kaolin as an alternative insecticide against the European pear sucker, *Cacopsylla pyri* (L.). *Journal of applied entomology*, 129, 7: 363–367.
- Dezernat Pflanzenschutzdienst. 2016.  
<http://pflanzenschutzdienst.rp-giessen.de/home/> (23. 12. 2016)
- Foliar applications of potassium nitrate. 2016.  
<http://www.kno3.org/recommendations/foliar-applications-of-potassium-nitrate> (23. 12. 2016)
- Haviland D. 2012. Arthropod Pest Management in the Lower San Joaquin Valley. Almond Board of California, Annual Research Report: 13 str.
- Baab G., Balmer M., Dahlbender W., Harzer U., Hellmann M., Hensel G., Knewitz H., Scheuer F. J., Weber H. J. 2003. Pflanzenschutz und Blattdungung in Obstbau. Empfehlungen der staatlichen Obstbauberatung Rheinland-Pfalz, Mainz, DLR Rheinhessen-Nahe-Hunsrück: 140 str.
- Knight A. L., Christianson B. A., Unruh T. R. 2001. Impacts of seasonal kaolin particle films on apple pest management. *Canadian Entomology*, 133: 413–428.
- Koul O., Walia S., Dhaliwa G. S. 2008. Essential oils as green pesticides: potential and constraints. *Biopesticides International*, 4: 63–84.
- Lime sulphur. 2014. Technical evaluation report. Pesticide research institute for the USDA national organic program. 15 str.  
<https://www.ams.usda.gov/sites/default/files/media/Lime%20Sulfur%20Evaluation%20TR.pdf> (23. 12. 2016)
- Pasqualini E., Civolani S., Corelli Grappadelli L. 2002. Particle film technology: approach for a biorational control of *Cacopsylla pyri* (Rynchota Psyllidae) in Northern Italy. *Bulletin of Insectology*, 55: 39-42.
- Pehlevan B., Kovanci O. B. 2016. Laboratory Evaluation of Tween 20 for Potential Use in Control of *Cacopsylla pyri* L. Eggs and Nymphs (Homoptera: Psyllidae). *Journal of Biological and Environmental Sciences*, 10, 29: 39-43.
- Shaltiel L., Coll M. 2004. Reduction of Pear Psylla Damage by the Predatory Bug *Anthocoris nemoralis* (Heteroptera: Anthocoridae): The Importance of Orchard Colonization Time and Neighboring Vegetation. *Biocontrol Science and Technology*, 14, 8: 811-821.



- Siskos E.P., Konstantopoulou M. A., Mazomenos B. E., Jervis M. 2007. Insecticidal activity of *Citrus aurantium* fruit, leaf, and shoot extracts against adult Olive Fruit Flies (Diptera: Tephritidae). *Journal of Economic Entomology*, 100: 1215-1220.
- Štampar F., Lešnik M., Veberič R., Solar A., Koron D., Usenik V., Hudina M., Osterc G. 2014. *Sadjarstvo*. Ljubljana, Kmečki glas: 416 str.
- Venzon M., Oliveira R. M., Perez A. L., Rodríguez-Cruz F. A., Martins Filho S. 2013. Lime sulfur toxicity to broad mite, to its host plants and to natural enemies: Toxicity of lime sulfur. *Pest Management Science*, 69: 738-743.
- Vrabl S. 1999. Posebna entomologija – škodljivci in koristne vrste na sadnem drevju in vinski trti. Učbenik. Maribor, Univerza v Mariboru: 14-17.
- Wood B. W., Payne J. A. 1995. Suppressing Pecan Aphid Populations Using Potassium Nitrate Plus Surfactant Sprays. *Horticultural Science*, 30, 3: 513-516.

Preglednica 1: Prikaz uporabljenih pripravkov (v l ali kg/ha) in terminov uporabe pri 6 škropilnih programih (Int, 0.0 st, Matrinal, ...).

Table 1: List of applied preparations (in l or kg/ha) and the periods of their application at 6 different spray programs (Int, 0.0 st, Matrinal, ...).

Št.	Datum	Sredstvo Preparation	Oznaka programa in odmerki pripravkov Spray program marks and preparation doses					
			Int	0.0 st	Matrinal	Oranol	LDC	Super 10
1.	20. 03. 2016	ŽAB	300	0	300	300	300	300
		Malusan	0	80	0	0	0	0
2.	01. 04. 2016	Matrinal B	0	0	2,5	0	0	0
		Alsupre	0	0	1,25	0	0	0
		Oranol	0	0	0	5	0	0
3.	08. 04. 2016	Matrinal B	0	0	2	0	0	0
		Oranol	0	0	0	3	0	0
4.	18. 04. 2016	Matrifruit	0	0	1,7	0	0	0
		Alsupre	0	0	1,25	0	0	0
		Oranol	0	0	0	3	0	0
5.	07. 05. 2016	KNO <sub>3</sub>	6	6	6	6	6	6
		Malusan	0	70	0	0	0	0
6.	19. 05. 2016	ŽAB	14	14	14	14	14	14
7.	23. 05. 2016	Matrifruit	0	0	1,7	0	0	0
		Alsupre	0	0	1,25	0	0	0
		Oranol	0	0	0	3	0	0
8.	01. 06. 2016	Mospilan	0,6	0	0,6	0,6	0,6	0,6
9.	07. 06. 2016	Malusan	0	60	0	0	0	0
		Coragen	0	0,27	0	0	0	0
10.	18. 06. 2016	ŽAB	17	17	17	17	17	17
11.	24. 06. 2016	Matrifruit	0	0	1,7	1,7	0	0
		Alsupre	0	0	1,25	0,12	0	0
		Mospilan	0,6	0	0,6	0,6	0,6	0,6
12.	08. 07. 2016	Coragen	0	0,27	0	0	0	0
		Malusan	0	70	0	0	0	0
		ŽAB	0	10	0	0	0	0
		LDC	0	0	0	0	5	0
		Super 10	0	0	0	0	0	5
13.	15. 07. 2016	LDC	0	0	0	0	5	0
		Super 10	0	0	0	0	0	5
14.	21. 07. 2016	KNO <sub>3</sub>	8	0	8	8	8	8
		ŽAB	0	20	0	0	0	0
15.	22. 07. 2016	LDC	0	0	0	0	5	0
		Super 10	0	0	0	0	0	5
16.	03. 08. 2016	LDC	0	0	0	0	5	0
		Super 10	0	0	0	0	0	5

ŽAB – žveplenoapnena brozga (lime sulfur)

Preglednica 2: Velikost populacije bolšic in nekaterih škodljivcev.

Table 2: Population size of pear sucker and of some other pear pests.

Datum:	25. 3.	10. 5.	24. 6.	20. 7.	18. 8.
Povprečno število odraslih bolšic na 20 cm dolgem naključno izbranem poganjku Avg. no. of pear sucker adults per 20 cm long sprout					
Int	0,248 a	0,266 b	0,267 b	2,120 a	1,750 a
0.0 st	0,204 a	0,483 b	0,483 b	0,765 b	0,900 ab
0.0 oranol	0,223 a	0,241 b	0,241 b	0,115 b	0,120 b
0.0 matrnal	0,273 a	0,233 b	0,233 b	0,295 b	1,200 ab
Int LDC	0,048 a	0,276 b	0,277 b	1,870 a	1,150 ab
Int S10	0,198 a	0,266 b	0,267 b	1,870 a	1,070 ab
Kontrola	0,496 a	1,408 a	1,408 a	1,157 ab	0,860 ab
Povprečno število nimf bolšic na 20 cm dolgem naključno izbranem poganjku Avg. no. of pear sucker nymphs per 20 cm long sprout					
Int	0 a	2,850 ab	2,350 ab	2,390 a	2,200 a
0.0 st	0 a	1,666 a	1,820 ab	0,215 b	1,740 ab
0.0 oranol	0 a	1,041 b	0,160 b	0,285 b	0,780 b
0.0 matrnal	0 a	1,333 b	0,320 ab	0,730 b	1,100 ab
Int LDC	0 a	4,000 ab	2,200 ab	0,225 b	0,230 c
Int S10	0 a	2,100 b	2,050 ab	1,010 b	0,110 c
Kontrola	0 a	5,049 ab	2,496 a	0,074 b	0,080 c
Povp. delež (%) poganjkov naseljen z mokasto ušjo ( <i>Dysaphis pyri</i> ) Avg. shere (%) of sprouts colonized with bedstraw aphid ( <i>Dysaphis pyri</i> )					
Int	0 a	0,700 a	0,775 bc	0,750 a	0 a
0.0 st	0 a	2,000 a	1,500 ab	1,000 a	0 a
0.0 oranol	0 a	0,875 a	0,150 c	0,250 a	0 a
0.0 matrnal	0 a	0,950 a	0,825 bc	0,250 a	0 a
Int LDC	0 a	1,350 a	0,825 bc	0,500 a	0 a
Int S10	0 a	0,900 a	0,625 bc	0,250 a	0 a
Kontrola	0 a	1,212 a	2,498 a	0,500 a	0 a
Povp. delež (%) plodov napaden od zavijačev ( <i>Cydia</i> sp.) Avg. shere (%) of fruits attacked by codling moth ( <i>Cydia</i> sp.)					
Int	0 a	0 a	0,500 a	2,750 a	0,950 c
0.0 st	0 a	0 a	0,250 a	3,150 a	1,070 c
0.0 oranol	0 a	0 a	2,600 a	4,500 a	3,950 b
0.0 matrnal	0 a	0 a	3,600 a	3,750 a	3,200 b
Int LDC	0 a	0 a	3,600 a	1,000 ab	2,200 bc
Int S10	0 a	0 a	2,700 a	0,750 b	1,340 c
Kontrola	0 a	0 a	4,715 a	4,539 a	4,800 a
Povp. delež (%) plodov napaden od stenic in zavijačev lupine sadja Avg. shere (%) of fruits attacked by stinck bugs and fruit peel tortrix species					
Int	0 a	0,00 c	0,250 c	0,800 bc	1,300 bc
0.0 st	0 a	0,300 b	0,750 b	1,340 b	1,900 bc
0.0 oranol	0 a	0,040 c	0,230 c	0,300 c	1,040 bc
0.0 matrnal	0 a	0,650 b	0,400 bc	1,300 b	2,400 b
Int LDC	0 a	0,200 b	0,700 b	1,400 b	1,100 c
Int S10	0 a	0,270 b	0,450 bc	0,890 bc	0,900 c
Kontrola	0 a	1,340 a	2,400 a	3,780 a	4,780 a

Povprečja označena znotraj posameznega škodljivca in termina ocenjevanja označena z enako črko se med seboj ne razlikujejo značilno glede na Tukey HSD test ( $\alpha < 0,05$ ).

Preglednica 3: Velikost populacij nekaterih naravnih sovražnikov škodljivcev.

Table 3: Population size of some natural enemies of pear sucker .

	25. 3.	10. 5.	24. 6.	20. 7.	18. 8.
Povp. število ličink in odrastlih polonic ( <i>Coccinella</i> sp.) na 20 cm dolg poganjek					
Avg. no. of ladybug ( <i>Coccinella</i> sp.) larvae and adults per 20 cm long sprout					
Int	0 a	0,850 b	0,135 a	0,190 a	0,230 a
0.0 st	0 a	1,225 a	0,155 a	0,085 ab	0,120 ab
0.0 oranol	0 a	0,050 c	0,065 a	0,043 b	0,075 b
0.0 matrnal	0 a	0,550 b	0,235 ab	0,160 a	0,180 a
Int LDC	0 a	1,000 b	0,135 a	0,075 ab	0,305 a
Int S10	0 a	0,700 b	0,110 a	0,133 a	0,270 a
Kontrola	0 a	1,056 ab	0,405 b	0,042 b	0,045 b
Povp. število ličink in odrastlih tenčičaric ( <i>Chrysopa</i> sp.) na 20 cm dolg poganjek					
Avg. no. of lacewing ( <i>Chrysopa</i> sp.) larvae and adults per 20 cm long sprout					
Int	0 a	0,075 a	0,000 a	0 a	0 a
0.0 st	0 a	0,066 a	0,175 a	0 a	0,230 b
0.0 oranol	0 a	0,027 a	0,000 a	0 a	0 a
0.0 matrnal	0 a	0,015 a	0,000 a	0 a	0,200 b
Int LDC	0 a	0,110 a	0,300 a	0 a	0 a
Int S10	0 a	0,117 a	0,275 a	0 a	0 a
Kontrola	0 a	0,162 a	0,226 a	0 a	0 a
Povp. število ličink in odrastlih stenic ( <i>Anthocoris</i> sp.) na 20 cm dolg poganjek					
Avg. no. of predatory bug ( <i>Anthocoris</i> sp.) larvae and adults per 20 cm long sprout					
Int	0 a	0,052 a	0,217 ab	0,050 a	0,000 b
0.0 st	0 a	0,077 a	0,240 ab	0,200 a	0,000 b
0.0 oranol	0 a	0,035 a	0,195 b	0,065 a	0,000 b
0.0 matrnal	0 a	0,010 a	0,242 ab	0,087 a	0,030 a
Int LDC	0 a	0,087 a	0,237 ab	0,065 a	0,012 a
Int S10	0 a	0,077 a	0,250 ab	0,070 a	0,000 b
Kontrola	0 a	0,127 a	0,300 a	0,097 a	0,000 b
Povp. število ličink in odrastlih mehkokrilec ( <i>Cantharis</i> sp.) na 20 cm dolg poganjek. Avg.					
no. of soldier beetle ( <i>Cantharis</i> sp.) larvae and adults per 20 cm long sprout					
Int	0 a	0,500 a	0,125 a	0,075 a	0,230 a
0.0 st	0 a	0,100 a	0,180 a	0,055 a	0,200 a
0.0 oranol	0 a	0,250 a	0,075 a	0,150 a	0,070 b
0.0 matrnal	0 a	0,500 a	0,125 a	0,082 a	0,340 a
Int LDC	0 a	0,057 a	0,075 a	0,042 a	0,120 ab
Int S10	0 a	0,105 a	0,075 a	0,062 a	0,090 b
Kontrola	0 a	0,144 a	0,125 a	0,168 a	0,100 b

Povprečja označena znotraj posameznega naravnega sovražnika in termina ocenjevanja označena z enako črko se med seboj ne razlikujejo značilno glede na Tukey HSD test ( $\alpha < 0,05$ ).

Preglednica 4: Pridelek hrušk v letu 2016.

Table 4: Pear yielded in 2016 season.

	Pridelek v kg plodov na drevo Yield (kg) of fruits per tree	Pridelek v kg plodov na ha Yield (kg) of fruits per hectare
Int	5,228 AB	28754 AB
0.0 st	6,495 B	35722 B
0.0 oranol	5,133 A	28231 A
0.0 matrinal	5,777 AB	31773 AB
Int LDC	6,381 B	35095 B
Int S10	6,332 B	34826 B
Kontrola	5,230 A	28765 A

Povprečja označena z enako črko se med seboj ne razlikujejo značilno glede na Tukey HSD test ( $\alpha < 0,05$ ).

Preglednica 5: Ocena potrebnega podaljšanja čakalnih (karenčnih) dob za znižanje koncentracije ostankov insekticidov v času obiranja plodov pod določeno mejo.

Table 5: Estimates of the necessary extension of the waiting periods (WP, days) for lowering the concentration of insecticide residues in fruit at harvest below a certain limit (under 10 % of MRL or under 0.01 mg/kg).

Pripravek in aktivna snov: Preparation and active substance:	Osnovna karenca dni: WP	Pod (under) 10 % MRL		Pod (under) 0,01 mg/kg	
		S1	S2	S1	S2
Actara / tiametoksam	21 dni	40 dni	30 dni	60 dni	50 dni
Calypso / tiakloprid	14 dni	30 dni	25 dni	45 dni	40 dni
Coragen / klorantranilpirol	14 dni	30 dni	25 dni	50 dni	40 dni
Harpun / piriproksifen	/	40 dni	30 dni	65 dni	60 dni
Imidan / fosmet	49 dni	55 dni	40 dni	75 dni	65 dni
Karate zeon / l.-cihalotrin	14 dni	25 dni	20 dni	45 dni	40 dni
Karis / l.-cihalotrin	7 dni	25 dni	20 dni	45 dni	40 dni
Kohinor / imidakloprid	14 dni	35 dni	30 dni	60 dni	50 dni
Lepinox / BT	0	0	0	0	0
Madex max	0	0	0	0	0
Mimic / tebufenozid	14 dni	55 dni	45 dni	70 dni	55 dni
Mospilan / acteamprid	14 dni	30 dni	20 dni	55 dni	45 dni
Naturalis / <i>B. bassiana</i>	0	0	0	0	0
Steward / indoksakarb	7 dni	30 dni	25 dni	50 dni	40 dni
Tepeki / flonikamid	21 dni	60 dni	40 dni	65 dni	50 dni
Vertimerc / abamektin	10 dni	30 dni	20 dni	45 dni	35 dni
Exosex / kodlemon	0	0	0	0	0
Movento / spirotetramat	21 dni	45 dni	35 dni	70 dni	60 dni
Affirm / emamektin	7-10 dni	20 dni	15 dni	30 dni	20 dni
Runner / metoksifenoimid	14 dni	35 dni	25 dni	60 dni	45 dni

S1 – sorte, ki jih obiramo med 1. 8. in 1. 9.; S2 – sorte, ki jih obiramo po 1. 9.; S1 – varieties which are harvested between 1. 8. and 1. 9.; S2 - varieties which are harvested after 1. 9.

Preglednica 6: Nekaj primerov vklapljanja alternativnih insekticidov v škropilni program za hruške v sistemu pridelave 0.0-residue (odmerki v l ali kg/ha).

Table 6: Some examples of incorporation of applications of alternative insecticides in the spray programs of 0.0-residue pear production system (doses in l or kg/ha).

BBCH	V1	V2	V3	V4	V5	V6
03-05	Olje 10 + piretroid		Oranol 5	olje + piretroid		Oranol 5
5-10		ŽAB 150	MatrinalB + Alsupre	Oranol 5	Oranol 5	
10	kaolin 60 + olje 5				ŽAB 40	kaolin 60 + olje
12-15	kaolin 60	ŽAB 18	Matrinal B	MatrinalB	ŽAB 20	kaolin 60
15-20						MatrinalB + Alsupre
53-54					piriproksifen	Alsupre
57-59	flonikamid					
60-61	kodlemon	kodlemon	kodlemon	kodlemon	kodlemon	kodlemon
65-67		tiaklopid	acteampid			
68-70			Matrifruit			Matrifruit + Alsupre
70-72	abamektin	ŽAB 18	KNO3 10	tiametoksam	Matrifruit	Matrifruit + Alsupre
73-74	klorantranil	abamektin	kaolin 40	KNO3 10	Matrifruit	KNO3 10
75-76	virusi in bakterije*	virusi in bakterije*	KNO3 10	KNO3 10 Matrifruit	Matrifruit	virusi in bakterije*
77-78	virusi in bakterije*	virusi in bakterije*	virusi in bakterije*	LDC 5	virusi in bakterije*	virusi in bakterije*
78-79	virusi in bakterije*	virusi in bakterije*	virusi in bakterije*	LDC 5	LDC 5	LDC 5
						LDC 5

\* upoštevati je potrebno specifiko temperaturnih in svetlobnih razmer in dodajanje dodatkov (npr. kaolin ali NuFilm)

## **KAKOVOST NANOSA FFS V NASADU JABLAN V ODVISNOSTI OD HITROSTI VOŽNJE PRŠILNIKA**

Špela ZUPAN<sup>1</sup>, Mario LEŠNIK<sup>2</sup>

### **POVZETEK**

Namen raziskave je bil ugotoviti, ali in kako hitrost vožnje pri pršenju vpliva na količino depozita škropilne brozge na jablanah. Testiranje smo opravili v dveh različnih nasadih jablan pri dveh različnih hitrostih vožnje (6 in 9 km/h). Povečanje hitrosti vožnje iz 6 na 9 km/h povzroči povečanje izenačenosti pokrovnosti in normaliziranih depozitov znotraj različnih točk dreves in tudi med obodom krošnje in notranjim delom.

**Ključne besede:** pršilnik, nanos, depozit, hitrost vožnje

### **THE EFFECT OF SPRAYER DRIVING SPEED ON THE PESTICIDE DEPOSITION QUALITY IN APPLE ORCHARD**

#### **ABSTRACT**

The purpose of the study was to determine whether and how the driving speed of spraying affects the deposition of PPP on the apple trees? Testing was carried out in two different apple orchards at two different driving speeds (6 and 9 km/h). Increasing the driving speed from 6 to 9 km/h results in increased uniformity of coverage and normalized deposits in different points of trees and between the periphery of the crown and its inner part.

**Key words:** sprayer, application, spray deposit, driving speed

### **1. UVOD**

Sadjarji se vedno sprašujejo, ali se zaradi povečanja hitrosti vožnje pri pršenju lahko poslabša kakovost nanosa FFS (fitofarmaceutskih sredstev) in posledično učinkovitost FFS. Podatkov o vplivu hitrosti na nanos FFS je v virih literature zelo malo. Zatiranje škodljivih organizmov v sadovnjakih še vedno temelji na uporabi FFS. Njihova učinkovitost je v veliki meri odvisna tudi od kakovosti nanosa (aplikacije). Po drugi strani pa je posredno od kakovosti nanosa FFS odvisna tudi kakovost sadja.

Zaradi večanja kmetijskih površin in zaostrenih pogojev ekonomike pridelave, potrebe po čim večjem zmanjšanju stroškov in zaradi omejenega časa (ozkega okna) za izvedbo fitosanitarnih ukrepov se pojavlja potreba po čim hitrejši vožnji med pršenjem. Zaradi različnih nasadov, ki jih imamo (ozka in široka vretena, različnih višin dreves, širin zelene stene, itd.) je težko vedno najti ustrezno nastavitvev pršilnika in ustrezno delovno hitrost. Za

<sup>1</sup> ZUPAN d.o.o., Celestrina 3, 2229 Malečnik

<sup>2</sup> Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede, Univerza v Mariboru, Pivola 10, 2311 Hoče

dosego čim enakomernejše razporeditve oz. nanosa na drevesu je potrebno optimizirati količino zraka in zračni tok ustrezno usmeriti, vsekakor pa je pomembno hitrost vožnje prilagoditi tudi stanju nasada (Diem, 2013; Almbauer, 2014).

S hitrejšo vožnjo je možno skrajšati čas, ki je potreben za nanos depozita FFS. Hitrejši je lahko naš odzivni čas za zatiranje bolezni in škodljivcev. Iz leta v leto se kažejo večje zahteve po kratkih odzivnih časih. Prav tako pa tudi kmetje strmijo k večanju obdelovalnih površin in povečanju hitrosti dela, ki je eden izmed načinov za bolj učinkovito delo na velikih posestvih. Z namenom povečati obseg dostopnih informacij glede učinka hitrosti vožnje na kakovost nanašanja FFS smo izvedli praktični poskus.

## 2. MATERIAL IN METODE

### Nasad

Izbrali smo nasada sort 'Gala' in 'Jonagold'. Nasada sta si bila med seboj različna. Drevesa sorte 'Gala' so bila oblikovana po sistemu ozkega vretena z razdaljo 1 m med drevesi v vrsti. TRV (volumen zelene stene – angl. tree row volume) nasada je znašal 9800 do 10300 m<sup>3</sup> in LAI (indeks listne površine – angl. leaf area index) 2,1. Nasad dreves sorte 'Jonagold' je bil oblikovan kot modificirano širše vreteno z 1,5 m med drevesne razdalje (TRV 12100 do 12900 m<sup>3</sup>, LAI 2,2). Oba nasada sta imela medvrstno razdaljo 3,5 m, bila sta pokrita s protitočno mrežo ter strojno porezana. Nasada sta bila med seboj povezana, tako da smo se iz enega nasada peljali v drugega, hitrost vožnje pa se nam pri tem ni spremenila. Poskus smo izvedli v začetku avgusta, ko je imela zelena stena polni volumen.

### Pršilnik in šobe

Uporabili smo vlečen pršilnik s 1500 litrskim rezervoarjem in z aksialnim ventilatorjem. Stroj, ki smo ga uporabili pri poskusu je modernejše izvedbe (angl. cross flow dizajn usmernikov zraka). Na vencu je imel vgrajenih 18 šob (9+9). Ima dva ventilatorja premerov 500 mm in 600 mm, ter zajema zrak od zadaj in od strani. Pri poskusu izvedenem pri hitrosti 6 km/h smo uporabljali Albuz ATR rumene šobe, pri drugem, pri hitrosti 9 km/h pa Albuz ATR oranžne šobe na način, da smo imeli približno enako porabo vode. Podrobnosti glej v Zupan (2016).

### Hitrosti vožnje pri pršenju

Kot osnovno standardno hitrost vožnje smo testirali hitrost 6 km/h, kot primerjalno povečano hitrost pa smo testirali hitrost 9 km/h. Traktor je imel načrtovano ciljno hitrost, vendar so realno izmerjene hitrosti zaradi različnih prestavnih razmerij nekoliko odstopale od načrta, ker se je bilo potrebno prilagoditi delovnim obratom motorja. Tako smo po realnih meritvah hitrosti dosegli manjšo hitrost 6,48 km/h (izmet 462 l/ha), povečana pa je znašala 9,28 km/h (izmet 485 l/ha). Imeli smo manjše odstopanje od teoretično načrtovane hitrosti.

Metode ugotavljanja kakovosti depozita škropilne brozge so bile povzete po Lešnik in sod. 2015. V vsakem nasadu smo izbrali 4 najbolj izenačena drevesa. Vsakemu izmed teh štirih dreves smo določili 6 točk za vzorčenje. 3 točke so bile v notranjosti drevesne krošnje in 3 na zunanji strani. Na vsaki od teh točk so bile pritrdjene štiri ščipalke. Ena ščipalka je držala vodno občutljiva lističa (angl. WSP - Water sensitive paper), ki sta bila obrnjena drug proti drugemu. Ostale tri ščipalke so držale vsaka po tri jablanove liste, ki smo jih odtrgali v istem



nasadu, daleč stran od območja škropljenja. V vsako od treh ščipalk, ki so bile nameščene v 6 točkah v krošnji dreves smo vstavili po 3 jablanove liste. Listi so bili pripeti v ščipalko na pecljih. Ko je bilo poskusno škropljenje zaključeno smo liste odstranili, jih dali v polietilensko vrečko in shranili v hladilni torbi brez dostopa svetlobe. Laboratorijska analiza je sledila 20 do 26 ur po spravilu listja. Za vsako novo škropilno varianto smo liste v vseh točkah menjali z novimi listi, ki smo jih nabrali v istem nasadu, na drevesih enake sorte, le dovolj stran, da niso bili kontaminirani z barvilom. V vsaki točki smo imeli 9 listov. Za ugotovitev kakovosti nanosa škropilne brozge oziroma depozita na drevesih smo uporabili dve različni metodi; analizo depozita barvnega sledilca tartrazin, ki je bil primešan škropilni brozgi (1,87 mg/ml) in analizo stopnje pokrovnosti na površini na WSP.

#### Izvedba analize kakovosti depozita škropilne brozge z analizo barvnega sledilca

Analitsko raztopino tartrazina ( $C_{16}H_9N_4Na_3O_9S_2$ ) izpranega z listov smo dobili tako, da smo 9 listov v vrečki prelili z 100 ml destilirane vode in vrečko tresli 30 sekund. S stresanjem smo omogočili temeljito raztapljanje depozita tartrazina. Po stresanju smo z injekcijo preko pritrjenega filtra posesali 20 ml tekočine, ki smo jo vbrizgali v kiveto za odčitavanje v fotospektrometru Varian Carry 50 (Varian Inc., USA). Odčitke koncentracije barvila tartrazin smo izvajali pri valovni dolžini absorbance 430 nm. Ker smo liste prelili s 100 ml vode smo lahko nazaj iz izmerjene koncentracije tartrazina na aparatu izračunali koliko je bilo barvila (v  $\mu\text{g}$ ) v celotni tekočini ene vrečke. Če to skupno količino delimo s celotno površino 9 listov v eni vrečki dobimo podatek o  $\mu\text{g}$  tartrazina na  $\text{cm}^2$  površine listov. Nato izračunamo normaliziran depozit, ki je razmerje med kemijsko ugotovljenim depozitom in teoretičnim depozitom (Stajnik in sod., 2012). Vrednost 0,45 praktično pomeni, da smo s kemijsko metodo dokazali 45 % teoretične koncentracije barvnega sledilca. Vrednosti normaliziranega depozita se navadno gibljejo od 0 do 2,5.

#### Metoda za določitev kakovosti nanosa z uporabo WSP

Po vsakem končanem poskusu smo pobrali z drevesa vodno občutljive lističe, jih shranili na suhem v kuvertah in jih nato analizirali s pomočjo naprave Image analyser na IHSP v Žalcu. Aparat je za določitev gostote zadetkov kapljic ( $\text{n}/\text{cm}^2$ ) in stopnje pokrovnosti (%) na vsakem lističu analiziral tri območja velika  $1 \text{ cm}^2$  in izračunal statistično povprečno vrednost preučevanih dveh parametrov.

### **3. REZULTATI IN RAZPRAVA**

Glede na mnenje nekaterih raziskovalcev je za povprečno delovanje pripravkov dovolj že 15 % pokritost ciljne površine, oziroma 85 odtisov kapljic na  $\text{cm}^2$  (Deveau, 2013). Seveda velja to samo za nanašanje pripravkov, ki imajo visoko sistemičnost in dobro sekundarno distribucijo. Vsekakor pa se na splošno ocenjuje, da moramo v večini točk krošnje doseči vsaj 40 % pokrovnost in vsaj 50 % normaliziran depozit. To je tudi izhodišče za oceno rezultatov našega poskusa. Če zagotovimo parametre višje od omenjene meje, lahko računamo na deklarirano učinkovitost FFS.

#### *Rezultati v nasadu sorte 'Gala'*

Rezultati glede stopnje pokrovnosti na WSP so vidni v zgornjem delu slike 1. Povečana hitrost vožnje (iz 6 km/h na 9 km/h) v našem poskusu v povprečju vseh analiziranih točk v drevesu ni povzročila značilnega poslabšanja kakovosti nanosa škropilne brozge. Opazno je

da je povečanje hitrosti vožnje nekoliko izboljšala pokrovnost v notranjosti krošnje in poslabšala pokrovnost na spodnji strani WSP lističev. Sprememba v hitrosti vožnje je spremenila dinamiko vrtinčenja zračnega toka v notranjosti krošnje. Verjetno se je s povečanjem hitrosti vožnje zmanjšala hitrost gibanja zraka v krošnji in je prišlo do manjšega nihanja listov, zato so bili listi s spodnje strani slabše poškopljani. Rezultati glede normaliziranega depozita kažejo na boljše delovanje pršilnika, kot rezultati glede pokrovnosti na WSP (glej zgornji del slike 2). Na splošno lahko rečemo, da je pršilnik imel dobre rezultate, saj je v večini točk krošnje zagotovil normalizirane depozite višje od 0,5, kar zagotavlja dobro delovanje FFS. Analiza podatkov depozita kaže, da povečanje hitrosti ni občutno spremenilo normaliziranega depozita. V notranjosti krošnje je bilo opazno manjše zmanjšanje, na obodu krošnje pa manjše povečanje. Tako smo na primer na vrhu krošnje v notranjosti imeli zmanjšanje iz 0,85 na 0,76, na robu pa povečanje iz 0,24 na 0,44. Manjše povečanje depozita je bilo opaziti tudi na robu krošnje v sredini dreves. Ocenjujemo, da v nasadu sorte 'Gala' zaradi povečane hitrosti vožnje gotovo nebi prišlo do zmanjšanja učinkovitosti FFS, saj so bili v povprečju normalizirani depoziti nad 0,5. Povečala se je enakomernost distribucije depozita. Vrhovi dreves so še zmeraj bili kakovostno poškopljani.

### *Rezultati v nasadu sorte 'Jonagold'*

Glede pokrovnosti na WSP smo v nasadu sorte 'Jonagold' ugotovili podobne posledice povečanja hitrosti vožnje, kot v nasadu sorte 'Gala'. Povečala se je stopnja izenačenosti pokrovnosti v različnih delih krošnje. V spodnjem delu in v sredini se je povečala pokrovnost v notranjosti krošnje, praktično v vseh točkah se je zmanjšala stopnja pokrovnosti na spodnji strani WSP lističev (slika 1 spodnji del). Vidi se učinek razlike med strukturo TRV obeh sort. V nasadu sorte 'Jonagold' smo zaradi povečanja hitrosti dobili poslabšanje stopnje pokrovnosti (npr. iz 34,12 na 21,24 % in iz 26,41 na 16,74 %), kar kaže, da smo verjetno povzročili nekoliko preveliko oslabitev jakosti zračnega toka. Z 20 % stopnjo pokrovnosti v vrhovih dreves ne moremo biti zadovoljni in lahko pričakujemo, da bo to negativno vplivalo na učinkovitost FFS v tistem delu krošnje. Ti rezultati tudi kažejo, kako majhna razlika v TRV krošnje je potrebna, da dobimo pri enakem stroju in enakih delovnih parametrih drugačno distribucijo škropilne brozge. Upoštevati moramo, da je variabilnost depozitov lahko izredno velika tudi že med posameznimi drevesi. Analiza normaliziranih depozitov v nasadu sorte 'Jonagold' je prav tako pokazala le manjše spremembe v notranjosti krošnje in približno 15 % povečanje depozitov zunaj na obodu krošnje. Tak rezultat običajno dobimo, če so izhodiščne hitrosti zraka prevelike in že sedimentiran depozit odpihne s površine listov na obodu. Tudi v drugem nasadu lahko glede na rezultate o normaliziranem depozitu trdimo, da povečanje vozne hitrosti nebi povzročilo zmanjšanja učinkovitosti FFS. Pogosto vprašanje v praksi je, koliko različne TRV strukture dreves lahko škropimo z enako nastavitvijo nekega pršilnika in, kdaj je potrebno med različnimi nasadi nastavitve spremeniti? Naš poskus kaže, da preučevana nasada nista bila tako različna, da bi bilo smiselno spremeniti nastavitve pršilnika. V obeh primerih smo pri istih nastavitvah dobili podobne (statistično ne različne) vrednosti za normalizirane depozite. Žal v literaturi nismo uspeli dobiti podatkov o podobnem poskusu, da bi lahko naredili primerjavo. Podobne povezave med parametri aplikacije je opisal Triloff (2005). Odločitev glede tega, za koliko lahko povečamo vozno hitrost pri nanosu FFS v nasadu jablan je odvisna od interaktivnega učinka med značilnostmi pršilnika, značilnostmi zračnega toka, ki ga daje pršilnik, značilnostmi gojitvene oblike in šob, ki jih uporabljamo (Triloff, 2011). S povečevanjem hitrosti vožnje moramo prilagoditi kapaciteto ventilatorja (Triloff in sod., 2012). Večji hitrosti vožnje naj sledi večji izmet ventilatorja ( $m^3/ha$ ), razen, če je ta v izhodišču prevelik (npr. več kot dvakratnik rodnega volumna, npr. izmet  $25\ 000\ m^3/ha$  pri TRV  $10\ 000\ m^3$ ).

Rezultati raziskave kažejo, da povečanje hitrosti vožnje iz 6 na 9 km/h ne povzroči zmanjšanja kakovosti nanosa FFS analizirano skozi parametra pokrovnost WSP lističev in normaliziran depozit barvnega sledilca. Na podlagi enega samega poskusa ni možno dajati splošnih priporočil. Če upoštevamo tudi izkušnje tujih raziskovalcev, ocenjujemo da pri sodobnih gojitvenih oblikah jablan in kakovostnih aksialnih pršilnikih z usmerniki za ustvarjanje navzkrižnega zračnega toka (angl. cross flow) v ravninskih nasadih z dobro vzdrževano zeleno ledino brez kolesnic, lahko izvajamo škropljenje vseh vrst FFS do hitrosti 10 km/h brez bojazni za zmanjšanje učinkovitosti. S povečevanjem hitrosti vožnje iz 6 na 9 km/h lahko na letnem nivoju prihranimo vsaj 5-6 % stroškov za aplikacije FFS. Pri povečevanju hitrosti vožnje je pomembno, da uskladimo razmerje med kapaciteto ventilatorja in TRV zelene stene. Pri hitrostih vožnje do 8 km/h naj v nasadih starejših od 5 let znaša hektarski izmet ventilatorja ( $m^3/ha$ ) 110-115 % TRV, pri hitrosti vožnje 10 km/h pa 120-125 % TRV. Ustreznost usmerjenosti zračnega toka se preveri s testom z izobešenimi trakovi, ki naj pokažejo minimalen zračni tok v sredini sosednje vrste in 0,5 m nad vrhom krošnje.

#### 4. ZAHVALA

Raziskava je bila opravljena v nasadih podjetja Evrosad d.o.o. Krško zato se podjetju zahvaljujemo, predvsem pa zahvala velja dr. Petru ZADRAVCU in vsem ostalim zaposlenim, ki so mi kakor koli pomagali pri izvedbi poskusa in mi omogočili uporabo njihovih strojev in nasadov.

#### 5. VIRI

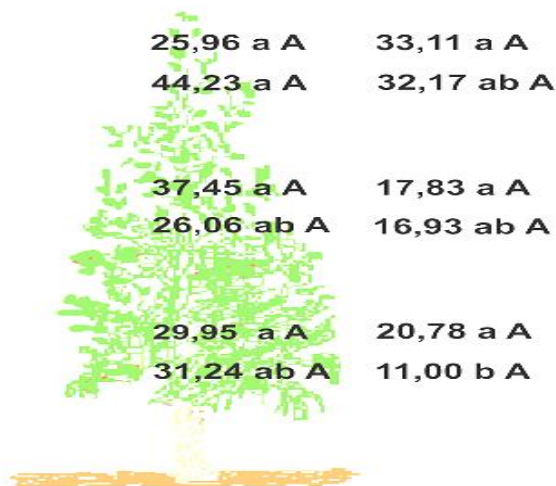
- Almbauer R. 2014. Obstbau – Weinbau – technik: Determination of the influence of the driving speed on the application parameters of orchard sprayers.  
<http://www.obstwein-technik.eu/1020/Details?fachbeitragID=428> (22. 11. 2015).
- Deveau J. S. T. 2013. Adjusting Airblast Sprayers for High-Density Apple Orchards.  
<http://www.omafra.gov.on.ca/english/crops/hort/news/orchnews/2013/on-0913a8.htm> (4. marec 2015).
- Diem R. 2013. Obstbau – Weinbau – technik: Moderne applikationstechnik spart kosten.  
<http://www.obstwein-technik.eu/1020/Details?fachbeitragID=365> (14. 11. 2015).
- Lešnik M., Stajniko D., Vajs S. 2015. Interactions between spray drift and sprayer travel speed in two different apple orchard training systems. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 12: 3017–3028.
- Stajniko D., Berk P., Lešnik M., Jejčič V., Lakota M., Štrancar A., Hočevar M., Rakun J. 2012. Programmable Ultrasonic Sensing System for Targeted Spraying in Orchards. *Sensors*, 2, 11: 15500–15519.
- Triloff P. 2005. An extended tree row volume dosing model: adjusting pesticide dose rate, water volume and air volume rate by forward speed. *Ann. Rev. Agricultural Engineering*, 4(1): 69–80.
- Triloff P. 2011. Verlustreduzierter Pflanzenschutz im Baumobstbau - Abdriftminimierung und Effizienzsteigerung durch baumformabhängige Dosierung und Luftführung. Dissertation. Stuttgart, Universität Hohenheim, Germany, Verlag Ulrich E. Grauer: 351 str.
- Triloff P., Knoll M., Lind K., Herbst E., Kleisinger S. 2012. Low Loss Spray Application.- The Scientific Basis. V: Heinz Ganzelmeier, Hans-Joachim Wehmann (ur.): Fourth European Workshop on Standardised Procedure for the Inspection of Sprayers in Europe - SPISE 4 - Lana

(South Tyrol), Italy, March 27 - 29 2012, Julius-Kühn-Archiv, Braunschweig, 439/2012: 127-134.

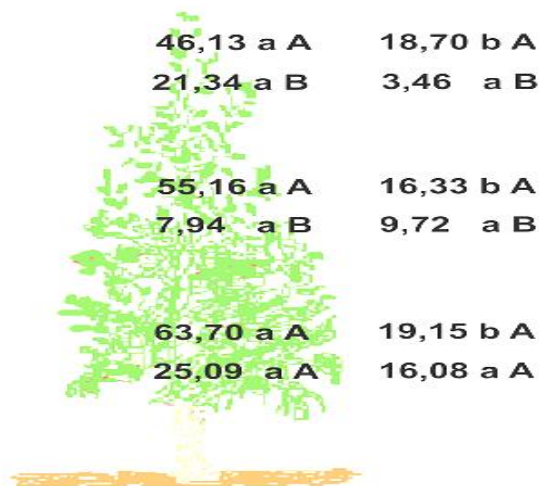
Zupan Š. 2016. Kvaliteta nanosa FFS v nasadu jablan v odvisnosti od hitrosti vožnje. Magistrsko delo. Maribor, Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede: 45 str.

Nasad sorte 'Gala' TRV 9800 do 10300 m<sup>3</sup>, LAI 2,1

Hitrost vožnje 6 km/h (driving speed)

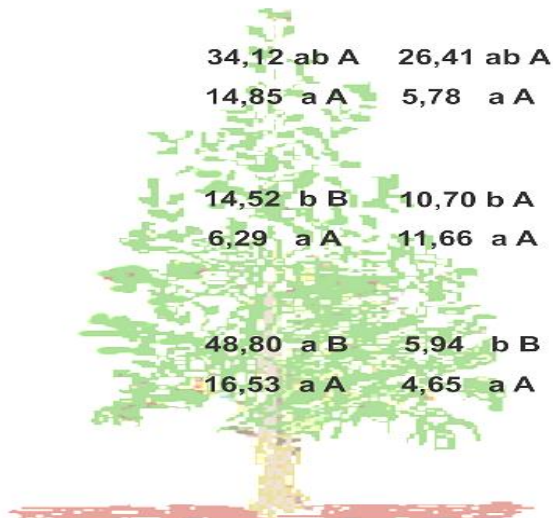


Hitrost vožnje 9 km/h (driving speed)

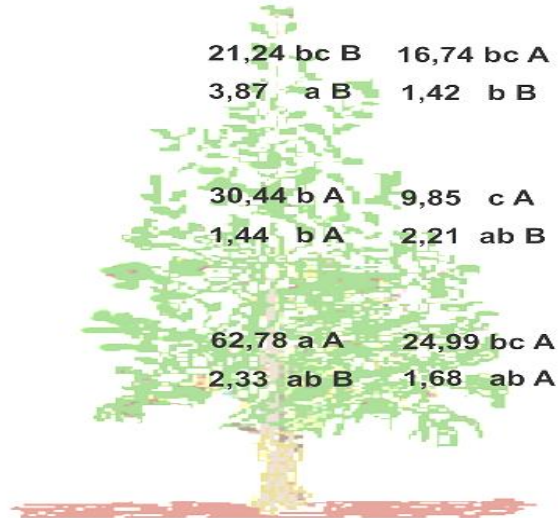


Nasad sorte 'Jonagold' TRV 12100 do 12900 m<sup>3</sup>, LAI 2,2

Hitrost vožnje 6 km/h (driving speed)



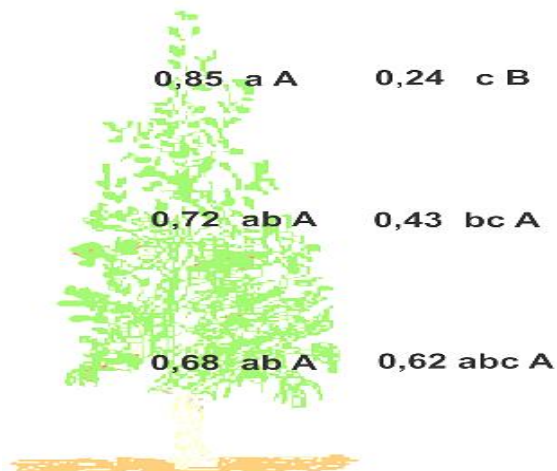
Hitrost vožnje 9 km/h (driving speed)



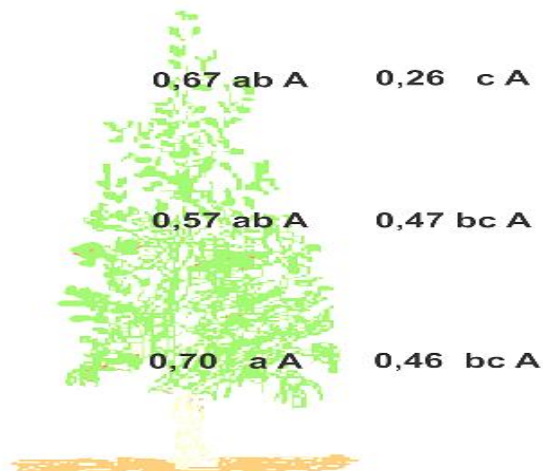
Slika 1: Stopnja pokrovnosti - (%) površine WSP lističev prekrit s škropilno brozgo v 6 točkah v krošnji dreves. Zgornji podatek v vsaki točki je podatek dobljen z analizo zgornje strani WSP in spodnji za spodnjo stran WSP. Povprečne vrednosti označene z enakimi majhnimi črkami znotraj 6 točk posameznega drevesa se ne razlikujejo značilno glede na rezultate Tukey HSD testa ( $\alpha < 0,05$ ). Velike črke služijo za primerjanje povprečnih vrednosti po enakem statističnem testu med dvema enakima točkama, pri isti sorti, med obema preučevanima hitrostima (6 proti 9 km/h).

Figure 1: Spray coverage values (% WSP) determined in 6 points of tree crowns. The data in each point presented on top were collected by analysis of the upper WSP side and the data presented underside were collected by analysis of the bottom side of the WSP. Average values marked with the same small letters within 6 points of each tree do not differ significantly according to the results of the Tukey HSD test ( $\alpha < 0,05$ ). Uppercase letters are used to compare the average values by the same statistical test between two identical points, at the same apple variety, between the two studied speeds (6 vs. 9 km/h).

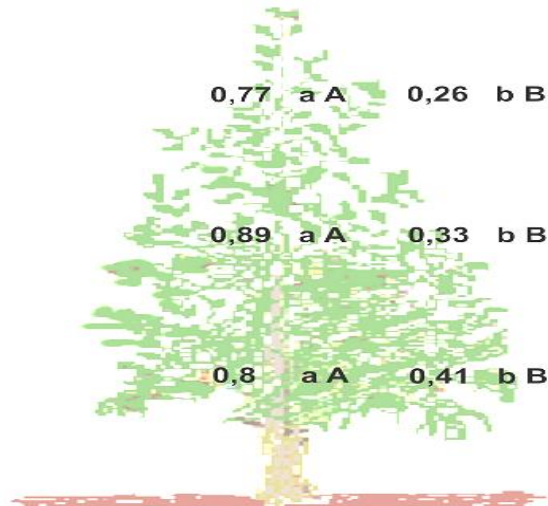
Nasad sorte 'Gala' TRV 9800 do 10300 m<sup>3</sup>, LAI 2,1  
Hitrost vožnje 6 km/h (driving speed)



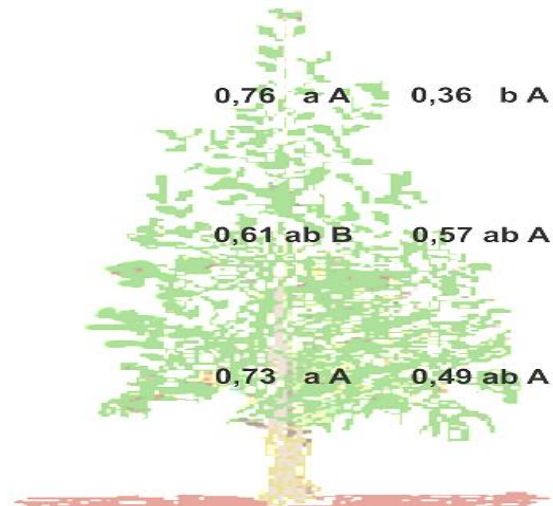
Hitrost vožnje 9 km/h (driving speed)



Nasad sorte 'Jonagold' TRV 12100 do 12900 m<sup>3</sup>, LAI 2,2  
Hitrost vožnje 6 km/h (driving speed)



Hitrost vožnje 9 km/h (driving speed)



Slika 2: Normaliziran depozit barvnega sledilca tartrazin ( $(\mu\text{g}/\text{cm}^2)/(\mu\text{g}/\text{cm}^2)$ ) v 6 točkah v krošnji dreves. Povprečne vrednosti označena z enakimi majhnimi črkami znotraj 6 točk posameznega drevesa se ne razlikujejo značilno glede na rezultate Tukey HSD testa ( $\alpha < 0,05$ ). Velike črke služijo za primerjanje povprečnih vrednosti po enakem statističnem testu med dvema enakima točkama, pri isti sorti, med obema preučevanima hitrostma (6 proti 9 km/h).

Figure 2: Normalised spray deposit of tartrazine dye ( $(\mu\text{g}/\text{cm}^2)/(\mu\text{g}/\text{cm}^2)$ ) determined in 6 points of tree crowns. Average values marked with the same small letters within 6 points of each tree do not differ significantly according to the results of the Tukey HSD test ( $\alpha < 0.05$ ). Uppercase letters are used to compare the average values by the same statistical test between two identical points, at the apple variety, between the two studied speeds (6 vs. 9 km/h).



## POKRITOST LISTOV S ŠKROPILNO BROZGO PRI ŠKROPLJENJU JABLANE Z RAZLIČNIMI PRŠILNIKI

Martin MAVSAR<sup>1</sup>, Gregor LESKOŠEK<sup>2</sup>, Matej VIDRIH<sup>3</sup>, Filip VUČAJNK<sup>3</sup>

### POVZETEK

V nasadu jablan v Arnovem selu smo ugotavljali odstotek pokritosti pri škropljenju z različnimi izvedbami pršilnikov. V poskusu smo uporabili dva pršilnika z aksialnim ventilatorjem (AGP 400 ENU in Wanner DA/32) ter dva pršilnika z radialnim ventilatorjem (Simplex Andreoli in Unigreen 500). Pri preizkušanju pršilnikov smo spreminjali šobe na škropilnih vencih, hitrost, tlak in vrtilno frekvenco priključne gredi traktorja. Z različnimi nastavitvami pršilnikov smo želeli izboljšati kakovost nanosa po celotni višini drevesa. Pri obeh izvedbah aksialnih pršilnikov smo izboljšali odstotek pokritosti na vrhovih jablan (merilno mesto 1 in 2) z uporabo šob z večjim volumskim pretokom. Pri obeh izvedbah radialnih pršilnikov smo v povprečju dosegli večji odstotek pokritosti kot pri aksialnih pršilnikih. Tudi pri večji hitrosti škropljenja in manjši porabi vode na hektar smo dosegli dobro pokritost pri vlečenem pršilniku z radialnim ventilatorjem.

**Ključne besede:** nanos, pršilniki, jablana, šobe.

### SPRAY DEPOSITION USING DIFFERENT ORCHARD SPRAYERS FOR APPLE SPRAYING

### ABSTRACT

Coverage value using different orchard sprayers was analyzed in an apple orchard in Arnovo selo. In the trial two types of orchard sprayer with axial fan (AGP 400 ENU and Wanner DA/32) and two types with radial fan (Simplex Andreoli and Unigreen 500) were tested. The nozzle type on vertical spraying boom, velocity, pressure and rotational frequency of P.T.O. was changed at testing different orchard sprayers. We tried to improve the deposition quality on the whole height of the tree using different orchard sprayer adjustments. Coverage value on tree tops was improved (measuring place 1 and 2) when nozzles with larger flow volume by orchard sprayers with axial fan were used. On average by implementation of orchard sprayers with radial fan higher coverage value was achieved as by orchard sprayers with axial fan. Also at higher spray velocity and lower water rate good spray coverage was determined using trailed orchard sprayer with radial fan.

**Key words:** spray deposition, orchard sprayers, apple, nozzles.

<sup>1</sup> Kmetijsko gozdarski zavod Novo mesto, Šmihelska 14, 8000 Novo mesto

<sup>2</sup> Hmeljarski inštitut Slovenije, Cesta Žalskega tabora, 3310 Žalec

<sup>3</sup> Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Katedra za fitomedicino, kmetijsko tehniko, poljedelstvo, pašništvo in travništvo, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana

## 1. UVOD

Pri škropljenju trajnih nasadov se običajno uporabljajo pršilniki z aksialnim ventilatorjem, pršilniki z enim ali več radialnimi ventilatorji in pršilniki s tangencialnimi ventilatorji (Matthews, 2000). Na pršilnikih so bile narejene določene tehnične izboljšave zaradi prilagoditvi velikosti drevesa in gojitveni obliki ter z namenom zmanjšanja zanašanja škropilne brozge. Göhlich in sod. (1996) navajajo, da se v sadjarstvu in vinogradništvu največ uporabljajo pršilniki z aksialnim ventilatorjem. Ker je škropilni curek pri teh pršilnikih obrnjen navzgor proti vrhovom dreves, lahko škropilni oblak pride nad vrhove dreves in ga veter odnese na večje razdalje (Planas in Pons, 1991). Zaradi tega so na pršilnike z aksialnim ventilatorjem namestili posebna ogrodja z usmerjevalniki zraka. Pršilniki z radialnim ventilatorjem imajo na koncu cevi za zrak nameščene šobe (Parkin in sod., 1992). Doruchowski in sod. (1996) so ugotovili, da se pri povečanju hitrosti zračnega toka iz pršilnika zmanjšajo izgube škropilne brozge na tla. Svensson (1994) je ugotovil bolj enakomeren nanos škropilne brozge pri uporabi pršilnikov z radialnim ventilatorjem. Pri pršilnikih z radialnim puhalom dobimo večjo hitrost zraka na koncu posameznih cevi za zrak. Šobe so nameščene običajno bližje ciljni površini (Raisigl in sod., 1991). Pomembno je, da pride v notranjosti krošnje do turbulence zračnega toka, saj je tako mogoče boljše prodiranje škropilne brozge. V raziskavi smo z različnimi nastavitvami na pršilnikih želeli izboljšati kakovost nanosa po celotni višini drevesa.

## 2. MATERIAL IN METODE

Poskus smo opravili na kmetiji Koršič v Arnovem selu 7. junija 2016 v dopoldanskem času. Meteorološki podatki med poskusom so navedeni v preglednici 1. Jablane so bile v fenofazi 74 po BBCH. Sorta jablane je bila 'Jonagold' na podlagi M9, gojitvena oblika je bila ozko vreteno. Medvrstna razdalja je znašala 3 m, razdalja med drevesi v vrsti 0,9 m. Višina dreves je znašala med 3,0 in 3,3 m. Poskus smo izvedli na ravnem terenu, in sicer na 3. in 4. vrsti od roba nasada.

Preizkušali smo dva pršilnika z aksialnim ventilatorjem AGP 400 ENU in Wanner DA/32. Poleg tega smo v poskusu uporabili še dva pršilnika z radialnim ventilatorjem Unigreen 500 Turbo ter Simplex Andreoli 1100. Pred škropljenjem smo iz časa in opravljene poti izračunali dejansko hitrost, ki smo jo kasneje uporabili pri škropljenju. Pred posameznim škropljenjem smo izbrali eno drevo na levi strani in eno drevo na desno strani glede na pršilnik. Oddaljenost poskusnih dreves od začetka vrste je bila 20 m. Na posamezno drevo smo namestili po 6 na vodo občutljivih lističev (WSP), in sicer na vertikalni razdalji po 0,5 m (slika 1). Najnižji listič je bil na višini 0,7 m od tal, najvišji pa na vrhu dreves. WSP lističe smo na drevesa pritrdili s kljukicami. Izvedli smo škropljenje s čisto vodo in po posameznem prehodu WSP lističe pobrali. Pri posameznih nastavitvah pršilnikov smo spreminjali šobe na škropilnih vencih, tlak škropljenja, hitrost škropljenja in vrtilno frekvenco priključne gredi traktorja pri škropljenju. S temi nastavitvami smo želeli ugotoviti kakovost nanosa škropilne brozge. Volumski pretoki uporabljenih šob v poskusu so prikazani v preglednici 2. Analizo odtisov WSP lističev smo naredili na Inštitutu za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije v Žalcu. Uporabili smo merilni sistem za zajem in analizo slik Optomax V. Image Analyser. Na vsakem WSP lističu smo izvedli 3 meritve. Kot rezultat smo dobili odstotek pokritosti. Rezultate smo predstavili v preglednicah kot povprečja s standardnimi napakami.



### 3. REZULTATI IN RAZPRAVA

V preglednici 3 so prikazani odstotki pokritosti pri škropljenju z nošenim pršilnikom AGP 400 ENU z aksialnim ventilatorjem. Pri tem pršilniku smo samo spreminjali tip šob na škropilnih vencih, medtem ko so bili hitrost škropljenja, tlak in vrtilna frekvenca priključne gredi traktorja ves čas enaki (obr. 1-4). Uporabili smo 14 šob, in sicer 7 na levi strani ter 7 na desni strani pršilnika. Odstotek pokritosti je bil pri obravnavanju 1 po celotni višini drevesa tako na levi in na desni strani dober, le na merilnem mestu 5 na desni je bil manjši. Pri tem je znašala poraba vode 488 l/ha pri uporabi vrtničnih šob TR 80 02. Pri obravnavanju 2 smo zmanjšali porabo vode na 360 l/ha z uporabo vrtničnih šob TR 80 015. Kljub zmanjšani porabi vode je bil odstotek pokritosti po celotni višini drevesa zadovoljiv. Pri obravnavanju 3 smo uporabili injektorske špranjaste šobe AVI 80 02 za škropljenje vrhov dreves, medtem ko je poraba vode na hektar ostala enaka. Šobe AVI 80 02 tvorijo srednje velike kapljice, pri katerih znaša povprečni volumski premer kapljic (VMD) 250-350  $\mu\text{m}$ . Takšne kapljice imajo tudi večjo kinetično energijo in lažje dosežejo vrhove dreves in s tem tudi zmanjšajo zanašanje (drift). Na ostalih delih smo uporabili vrtnične šobe TR 80 015, ki oblikujejo majhne kapljice, saj znaša VMD 250-350  $\mu\text{m}$ . Tudi s to kombinacijo šob smo dosegli zadovoljiv odstotek pokritosti tako na vrhovih dreves kot tudi na nižje ležečih delih. Pokritost bi lahko izboljšali, če bi povečali delovni tlak na 10,0 bar in zmanjšali hitrost škropljenja na 6,0 km/h. Pri tem bi se povečala poraba vode na hektar. Pri obravnavanju 4 smo spodaj pustili enake šobe kot pri obravnavanju 3, medtem ko smo za škropljenje vrhov uporabili vrtnične šobe TR 80 02 z večjim volumskim pretokom. Na levi strani smo na vrhovih dreves povečali odstotek pokritosti, medtem ko je bilo na desni strani pokritost slabša. Možno je, da je v trenutku škropljenja zapihal kakšen sunek vetra in je bila zato slabša pokritost (preglednica 3).

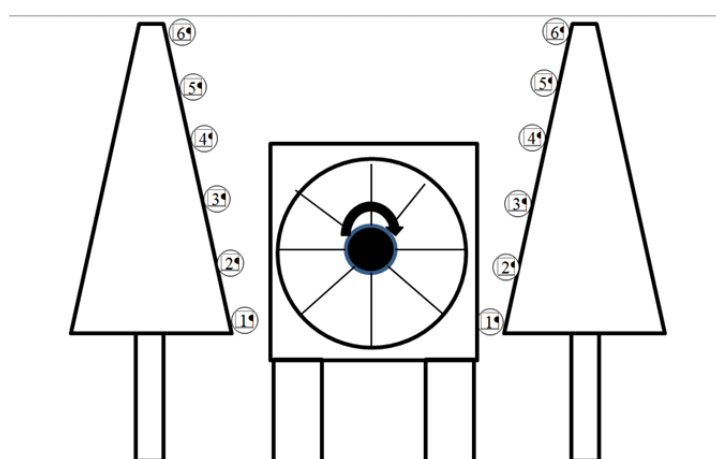
Pri obravnavanjih 5-7 smo uporabili dva pršilnika z radialnim ventilatorjem (preglednica 4). Najprej smo poskus izvedli z nošenim pršilnikom Unigreen 500 Turbo T z radialnim ventilatorjem. Ti pršilniki imajo cevi za zrak izpeljane po celi višini drevesa, na vsaki strani pršilnika je po 5 cevi. Na koncu vsake cevi, ki so postavljene bližje drevesom, sta nameščeni po 2 šobi. Tako je bilo na vsaki strani pršilnika nameščenih po 10 šob po celotni višini. Pri obravnavanju 5 smo uporabili vrtnične šobe TR 80 02. Poraba vode je bila zelo velika, in sicer 935 l/ha. Pri tem smo dobili odlično pokritost na vseh merilnih mestih. Pri obravnavanju 6 smo porabo vode zmanjšali na 447 l/ha z uporabo vrtničnih šob ATR rjave barve. Odstotek pokritosti na merilnih mestih 1-4 je bil primerljiv z obravnavanjem 5, le čisto na vrhovih dreves je bil odstotek pokritosti zelo majhen (merilno mesto 6). Mogoče bi morali kot zadnjo šobo uporabiti standardno vrtnično šobo z večjim volumskim pretokom ATR oranžno ali TR 80 025. Kot druga možnost bi bila injektorska šoba AVI 80 02 ali 80 025. Pri obravnavanju 7 smo uporabili vlečeni pršilnik z radialnim ventilatorjem Simplex Andreoli 1100. Uporabili smo enake šobe lot pri obravnavanju 6, le da je bil tlak škropljenja manjši, in sicer 8,0 bar. Zaradi tega je bila poraba vode manjša (400 l/ha). Dobili smo podobne rezultate kot pri obravnavanju 6. Predvsem vrhovi dreves so bili slabo poškopljani (merilno mesto 6). Pokritost bi lahko izboljšali podobno kot pri prejšnjem obravnavanju z uporabo šob z večjim volumskim pretokom ali z uporabo injektorskih šob, ki tvorijo večje kapljice (preglednica 4).

Naslednji poskus smo naredili z nošenim pršilnikom Wanner DA/32 z izboljšanim aksialnim ventilatorjem (preglednica 5). Pršilnik je imel nameščenih 14 šob, po 7 na vsaki strani. Pri obravnavanju 8 smo uporabili ATR rumene šobe, tlak škropljenja je bil 10,0 bar, hitrost 6,2 km/h in vrtilna frekvenca priključne gredi 420  $\text{min}^{-1}$ . Poraba vode je znašala 465 l/ha. S to nastavitvijo smo dosegli dobro pokritost po celotni višini drevesa, le na merilnem mestu 6 na desni strani je bil odstotek pokritosti zelo majhen. Pri obravnavanju 9 smo spodaj namestili

ATR rjave šobe, v sredini ATR rumene šobe in na vrhu ATR oranžne šobe. Na ta način smo želeli predvsem v zgornji polovici drevesa povečati porabo vode na hektar in izboljšati pokritost. Tlak smo zmanjšali na 8,0 bar, tako da je poraba vode znašala 392 l/ha. Na merilnih mestih 1-5 smo dosegli dobro pokritost, le na merilnem mestu 6 na levi strani praktično ni bilo pokritosti s škropilno brozgo. Pri obravnavanju 10 smo pustili enako razporeditev šob, kot pri prejšnjem. Povečali smo hitrost škropljenja na 7,5 km/h in vrtilno frekvenco priključne gredi traktorja na 450 min<sup>-1</sup>. Želeli smo ugotoviti, kakšna je pokritost s škropilno brozgo pri večji voznici hitrosti in s tem manjši porabi vode, ki je znašala 324 l/ha. Dosegli smo dobro pokritost na merilnih mestih 1-5 in nekoliko manjšo pokritost na vrhu drevesa na merilnem mestu 6.

#### 4. VIRI

- Doruchowski G., Holownicki R., Godyn, A. 1996. Air jet setting effect on spray deposit within apple tree canopy and loss of spray in orchard. In: Proceedings of Agricultural Engineering 96, Madrid, 136-139.
- Göhlich H., Ganzelheimer H., Bäcker G. 1996. Air assisted sprayers for application in vine, orchard and similar crops. European Plant Protection Organisation Bulletin, 26: 53-58.
- Matthews G. A. 2000. Pesticide Application Methods. London, Blackwell Science Ltd: 432 str.
- Parkin C. S., Brun L. O., Suckling D. M. 1992. Spray deposition in relation to endosulfan resistance in coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*) (Coleoptera: Scolytidae) in New Caledonia. Crop Protection, 13: 281-285.
- Planas S., Pons L. 1991. Practical considerations concerning pesticide application in intensive apple and pear orchards. British Crop Protection Council Monograph, 46: 45-52.
- Raisigl V., Felber H., Siegfried W., Krebs C. 1991. Comparison of different mistblowers and volume rates for orchard spraying. British Crop Protection Council Monograph, 46: 185-196.
- Svensson S. A. 1994. Orchard spraying – deposition and air velocities as affected by air jet qualities. Acta Horticulturae, 372: 83-91.



Slika 1: Merilna mesta levo in desno od pršilnika  
Figure 1: Measurement points left and right of the orchard sprayer

Preglednica 1: Meteorološki podatki med škropljenjem jablan.

Table 1: Meteorological data at the time of apple spraying.

Temperatura zraka ob 11.00 (°C)	21,4
Relativna zračna vlaga ob 11.00 (%)	56,6
Omočenost lista	0,0
Hitrost vetra (m/s)	< 0,5

Preglednica 2: Volumski pretok standardnih vrtničnih šob Albuz ATR in Lechler TR ter injektorskih vrtničnih šob Albuz AVI, uporabljenih v poskusu.

Table 2: Volume flow of standard hollow cone nozzles Albuz ATR, Lechler TR and injector hollow cone nozzles Albuz AVI, used in the trial.

Šoba	TR 80 02	TR 80 015	AVI 80 015	ATR rjava	ATR rumena	ATR oranžna
Pretok pri tlaku 10,0 bar (l/min)	1,45	1,07	1,09	0,67	1,03	1,39

Preglednica 3: Odstotek pokritosti ± standardna napaka pri škropljenju z nošenim pršilnikom AGP 400 ENU z aksialnim ventilatorjem.

Table 3: Coverage value ± s.e. at spraying with mounted orchard sprayer AGP 400 ENU with axial fan.

#### OBR 1

Šoba	Merilno mesto	Odst. pokritosti (%)	
		levo	desno
TR 80 02 (14 šob)	6	17,3 ± 2,8	28,3 ± 2,1
	5	12,6 ± 0,8	4,8 ± 0,7
	4	40,7 ± 9,4	21,7 ± 2,1
	3	31,7 ± 0,5	54,9 ± 6,1
	2	49,0 ±	32,7 ± 6,8
	1	82,8 ± 2,6	65,5 ± 2,2
Parametri pri škropljenju: Q = 488 l/ha			
p	v	mvr	n
7,0 bar	7,0 km/h	3 m	520 min <sup>-1</sup>

#### OBR 2

Šoba	Merilno mesto	Odst. pokritosti (%)	
		levo	desno
TR 80 015 (14 šob)	6	8,9 ± 0,5	20,9 ± 2,0
	5	14,1 ± 0,8	10,5 ± 0,5
	4	20,0 ± 0,6	32,9 ± 1,8
	3	31,7 ± 2,8	24,6 ± 2,0
	2	30,0 ± 2,1	46,5 ± 2,3
	1	73,2 ± 1,4	66,4 ± 0,8
Parametri pri škropljenju: Q = 360 l/ha			
p	v	mvr	n
7,0 bar	7,0 km/h	3 m	520 min <sup>-1</sup>

#### OBR 3

Šoba	Merilno mesto	Odst. pokritosti (%)	
		levo	desno
AVI 80 02 (4 šobe)	6	7,5 ± 0,9	8,5 ± 0,5
	5	9,2 ± 1,4	15,2 ± 1,6
TR 80 015 (10 šob)	4	12,9 ± 1,4	20,7 ± 1,8
	3	26,7 ± 2,0	28,4 ± 2,2
	2	34,1 ± 2,2	57,4 ± 0,6
	1	70,3 ± 1,9	61,1 ± 2,5
Parametri pri škropljenju: Q = 362 l/ha			
p	v	mvr	n
7,0 bar	7,0 km/h	3 m	520 min <sup>-1</sup>

#### OBR 4

Šoba	Merilno mesto	Odst. pokritosti (%)	
		levo	desno
TR 80 02 (4 šobe)	6	26,7 ± 0,7	0,0 ± 0,0
	5	19,2 ± 0,4	4,3 ± 1,2
TR 80 015 (10 šob)	4	24,6 ± 3,1	1,1 ± 0,6
	3	12,5 ± 3,1	52,6 ± 0,6
	2	38,1 ± 1,8	9,0 ± 0,4
	1	39,3 ± 0,6	63,7 ± 0,2
Parametri pri škropljenju: Q = 397 l/ha			
p	v	mvr	n
7,0 bar	7,0 km/h	3 m	520 min <sup>-1</sup>

Preglednica 4: Odstotek pokritosti  $\pm$  standardna napaka pri škropljenju z nošenim pršilnikom Unigreen 500 Turbo T z radialnim ventilatorjem (obr. 5, 6) in z vlečenim pršilnikom Simplex Andreoli 1100 z radialnim ventilatorjem (obr. 7).

Table 4: Coverage value  $\pm$  s.e. at spraying with mounted orchard sprayer Unigreen 500 Turbo T with radial fan (treatment 5, 6) and with trailed sprayer Simplex Andreoli 1100 with radial fan (treatment 7).

**OBR 5**

Šoba	Merilno mesto	Odst. pokritosti (%)	
		levo	desno
TR 80 02 (20 šob)	6	61,6 $\pm$ 1,3	55,3 $\pm$ 1,7
	5	56,8 $\pm$ 1,3	37,3 $\pm$ 3,0
	4	82,7 $\pm$ 0,5	65,9 $\pm$ 0,9
	3	45,3 $\pm$ 3,5	81,0 $\pm$ 2,5
	2	45,2 $\pm$ 2,3	74,0 $\pm$ 5,6
	1	1,7 $\pm$ 0,2	19,3 $\pm$ 1,3
Parametri pri škropljenju: Q = 935 l/ha			
p	v	mvr	n
10,0 bar	6,2 km/h	3 m	500 min <sup>-1</sup>

**OBR 6**

Šoba	Merilno mesto	Odst. pokritosti (%)	
		levo	desno
ATR rjava (20 šob)	6	5,4 $\pm$ 0,5	0,0 $\pm$ 0,0
	5	20,9 $\pm$ 0,8	29,9 $\pm$ 1,7
	4	72,6 $\pm$ 7,3	65,5 $\pm$ 1,1
	3	85,3 $\pm$ 0,7	58,9 $\pm$ 3,2
	2	75,2 $\pm$ 0,8	59,2 $\pm$ 1,9
	1	21,5 $\pm$ 5,1	48,8 $\pm$ 6,3
Parametri pri škropljenju: Q = 447 l/ha			
p	v	mvr	n
10,0 bar	6,0 km/h	3 m	520 min <sup>-1</sup>

**OBR 7**

Šoba	Merilno mesto	Odst. pokritosti (%)	
		levo	desno
ATR rjava (20 šob)	6	2,4 $\pm$ 0,3	0,0 $\pm$ 0,0
	5	18,9 $\pm$ 1,0	8,1 $\pm$ 1,5
	4	80,4 $\pm$ 4,3	85,3 $\pm$ 1,7
	3	78,2 $\pm$ 1,4	72,8 $\pm$ 3,8
	2	45,3 $\pm$ 4,3	23,2 $\pm$ 0,9
	1	39,5 $\pm$ 7,0	50,3 $\pm$ 0,3
Parametri pri škropljenju: Q = 400 l/ha			
p	v	mvr	n
8,0 bar	6,0 km/h	3 m	520 min <sup>-1</sup>

Preglednica 5: Odstotek pokritosti  $\pm$  standardna napaka pri škropljenju z nošenim pršilnikom Wanner DA/32 z aksialnim ventilatorjem.

Table 5: Coverage value  $\pm$  s.e. at spraying with mounted orchard sprayer Wanner DA/32 with axial fan.

**OBR 8**

Šoba	Merilno mesto	Odst. pokritosti (%)	
		levo	desno
ATR rumena (14 šob)	6	13,3 $\pm$ 1,6	4,0 $\pm$ 0,4
	5	18,7 $\pm$ 1,8	11,1 $\pm$ 0,2
	4	44,1 $\pm$ 2,2	52,5 $\pm$ 1,5
	3	72,8 $\pm$ 6,9	53,3 $\pm$ 0,7
	2	72,8 $\pm$ 0,5	59,1 $\pm$ 5,8
	1	11,7 $\pm$ 1,3	17,4 $\pm$ 3,6
Parametri pri škropljenju: Q = 465 l/ha			
p	v	mvr	n
10,0 bar	6,2 km/h	3 m	420 min <sup>-1</sup>

**OBR 9**

Šoba	Merilno mesto	Odst. pokritosti (%)	
		levo	desno
ATR oran. (2 šobi)	6	0,0 $\pm$ 0,0	26,2 $\pm$ 1,4
ATR rum. (4 šobe)	5	15,5 $\pm$ 2,1	10,4 $\pm$ 0,5
	4	62,1 $\pm$ 2,8	17,9 $\pm$ 3,0
ATR rjava (10 šob)	3	61,5 $\pm$ 0,3	39,9 $\pm$ 3,6
	2	47,4 $\pm$ 2,1	35,4 $\pm$ 2,0
	1	30,8 $\pm$ 2,7	85,9 $\pm$ 0,6
Parametri pri škropljenju: Q = 392 l/ha			
p	v	mvr	n
8,0 bar	6,2 km/h	3 m	420 min <sup>-1</sup>

**OBR 10**

Šoba	Merilno mesto	Odst. pokritosti (%)	
		levo	desno
ATR oran. (2 šobi)	6	9,7 $\pm$ 1,8	6,9 $\pm$ 0,6
ATR rum. (4 šobe)	5	25,0 $\pm$ 0,8	8,3 $\pm$ 0,5
	4	25,4 $\pm$ 4,8	24,8 $\pm$ 2,4
ATR rjava (10 šob)	3	73,0 $\pm$ 5,7	49,5 $\pm$ 5,9
	2	34,1 $\pm$ 3,5	41,2 $\pm$ 9,4
	1	13,5 $\pm$ 4,6	35,0 $\pm$ 1,4
Parametri pri škropljenju: Q = 324 l/ha			
p	v	mvr	n
8,0 bar	7,5 km/h	3 m	450 min <sup>-1</sup>



## MOLEKULARNE METODE ZA SPREMLJANJE ODPORNOSTI NA INSEKTICIDE PRI OLJČNI MUHI (*Bactrocera oleae* Gmelin)

Matjaž HLADNIK<sup>1</sup>, Andreja FRANCA<sup>1</sup>, Dunja BANDELJ<sup>1</sup>

### POVZETEK

Oljčna muha (*Bactrocera oleae* Gmelin) sodi med najpomembnejše škodljivce oljke. Varstvo oljke pred oljčno muho temelji predvsem na ukrepih, ki vključujejo uporabo insekticidov iz skupine organskih fosforjevih estrov, piretroidov in spinosada. Zaradi daljše uporabe insekticidov iz omenjenih skupin pri oljčni muhi se povečuje raven rezistence, zaradi katere se zmanjšuje učinkovitost varstvenih ukrepov. Razvoj tehnologije in metod za proučevanje biokemijskih procesov in genetskega zapisa organizmov je omogočil identifikacijo treh mutacij, odgovornih za rezistenco na insekticide iz skupine organskih fosforjevih estrov. V okviru analize smo ugotavljali prisotnost mutacije  $\Delta 3Q$ , delecije v obsegu 9 baznih parov, ki leži v 10. eksonu gena za encim acetilholinesterazo. Iz oljčnih muh smo izolirali DNK ter v reakciji PCR z dvema različnima metodama namnožili lokus, ki vključuje omenjeno mutacijo. V vzorcu velikosti 22 oljčnih muh smo identificirali 4 heterozigotne vzorce oljčne muhe, pri katerih je bil poleg divjega tipa alela, prisoten tudi alel z mutacijo  $\Delta 3Q$ . Glede na pridobljene preliminarnе rezultate, je potrebno raziskavo razširiti in proučiti alternativne, nove možnosti za varstvo oljke pred oljčno muho.

**Ključne besede:** organski fosforjevi estri, rezistenca, *ace* gen

### MOLECULAR METHODS FOR MONITORING RESISTANCE TO INSECTICIDES AT OLIVE FLY (*Bactrocera oleae* Gmelin)

#### ABSTRACT

The olive fly (*Bactrocera oleae* Gmelin) is one of the most important olive pests worldwide. Plant protection methods against olive flies are most commonly based on measures that include organophosphate, pyrethroid, and spinosad insecticides. Due to the long-term use of these insecticides, olive flies have developed a resistance to them reducing the effectiveness of protection measures. Development of technology and methods to study biochemical processes and the genetic code of organisms, has allowed identification of three mutations responsible for resistance to organophosphate insecticides. In the framework of the analysis we tried to identify the presence of the  $\Delta 3Q$  mutation, 9 bp deletion in exon 10 of the *ace* gene which codes the Acetylcholinesterase enzyme. DNA was extracted from olive flies and two different methods were used for amplification of locus, including the site of mutation, in reaction PCR. In the sample of 22 olive flies, 4 heterozygous samples were identified, where in addition to the wild type allele, the allele with  $\Delta 3Q$  mutation was amplified as well.

---

<sup>1</sup> Univerza na Primorskem, Fakulteta za matematiko, naravoslovje in informacijske tehnologije, Glagoljaška 8, SI-6000 Koper; telefon: +386 (0)5 663 58 09; E-mail: dunja.bandelj@upr.si

According to preliminary results, this research has to be extended and new alternative methods for protection against the olive fly should be assessed.

**Key words:** organophosphate, resistance, *ace* gene

## 1. UVOD

Oljčna muha (*Bactrocera oleae* Gmelin) je eden od najpomembnejših škodljivcev oljke (Daane in Johnson, 2010). Večina varstvenih ukrepov za zaščito plodov oljke pred oljčno muho v zadnjih nekaj desetletjih temelji na uporabi insekticidov, predvsem iz skupine organskih fosforjevih estrov, piretroidov in insekticidov na osnovi spinosada (Daane in Johnson, 2010; Varikou in sod., 2016). Glede na smernice, izdane v okviru Mednarodnega sveta za oljkarstvo, se pri 10 do 15 % okuženosti plodov priporoča tretiranje z insekticidi po celotni krošnji, medtem ko se pri pojavu prvih vbodov priporoča škropljenje po delu krošnje z zastrupljeno vabo (Jardak in sod., 2007). Tudi za območje Slovenije velja podobno v primeru integrirane pridelave in sicer pri preseženem pragu škodljivosti – ulov treh muh/vabo/teden ali 5 % plodov s fertilnimi vbodi se priporoča preventivna metoda z zastrupljenimi vabami, medtem ko se škropljenje po celotni krošnji, imenovano tudi kurativna metoda, priporoča pri 10 % plodov s fertilnimi vbodi (MKGP, 2016). V ekološki pridelavi je dovoljena uporaba sredstva GF-120 (Dow AgroSciences), ki je formuliran kot koncentrat spinosada in atraktanta-proteinskega hidrolizata, ki se uporablja kot zastrupljena vaba.

Zaradi daljše uporabe istih sredstev je bila pri oljčni muhi ugotovljena odpornost na insekticide iz vseh prej omenjenih skupin (Daane in sod., 2015; Haniotakis, 2005; Kakani in sod., 2010; Margaritopoulos in sod., 2008; Vontas in sod., 2001). V Kaliforniji, kjer je za zatiranje oljčne muhe dovoljen le spinosad, je bila ugotovljena povečana odpornost od 9 do 13-krat (izračunano kot razmerje med LD<sub>50</sub> testirane populacije in LD<sub>50</sub> kontrolne populacije) (Kakani in sod., 2010), medtem ko so pri populacijah oljčne muhe iz Krete (Grčija) ugotovili tudi do 64-kratno povečano odpornost na dimetoat (Skouras in sod., 2007).

Pri proučevanju genetskega zapisa gena *ace* (gen za encim acetilholinesterazo – acetilholinesteraza hidrolizira živčni prenašalec acetilholin in na tak način prekine prenos signalov) oljčnih muh, odpornih na dimetoat in oljčnih muh, ki so na dimetoat občutljive sta bili ugotovljeni dve nesinonimni mutaciji posameznega nukleotida (ang. single nucleotide polymorphism, SNP), ki na 214. aminokislinskem mestu encima acetilholinesteraza povzročita spremembo izolevcina v valin (I214V) in na 488. aminokislinskem mestu pa spremembo glicina v serin (G488S) (Vontas in sod., 2002). Kasneje je bila na 10. eksonu gena *ace* identificirana še ena mutacija, delecija 9 bp imenovana  $\Delta$ 3Q, pri kateri je bila ugotovljena močnejša korelacija z odpornostjo na dimetoat (Kakani in sod., 2008). Glede na ugotovljeno stopnjo odpornosti pri oljčnih muhah s SNP mutacijama (najpogosteje se mutaciji pojavljata skupaj) in pri oljčnih muhah z  $\Delta$ 3Q mutacijo so predpostavili, da se mutaciji I214V in G488S selekcionirata pri manjši rabi insekticidov, medtem ko se frekvenca  $\Delta$ 3Q mutacije poveča pri večji porabi insekticidov (Kakani in sod., 2008).

Namen raziskave je bil preveriti prisotnost mutacije  $\Delta$ 3Q v manjšem vzorcu oljčnih muh iz Slovenske Istre.



## 2. MATERIAL IN METODE

Oljčne muhe smo pridobili iz plodov vzorčenih v septembru 2016 in DNK izolirali po metodi CTAB (Kump in Javornik, 1996). Homogenizacijo tkiva smo izvedli s homogenizatorjem (TissueLyser II, Qiagen). Koncentracijo DNA smo določili s fluorometrom (Qubit Fluorometer, ThermoFisher Scientific).

Prisotnost mutacije  $\Delta 3Q$  v analiziranih vzorcih smo preverili z dvema metodama, ki so jo razvili Kakani in sod. (2013). Pri prvi metodi smo uporabili začetna oligonukleotida Boace10F in Boace10R, ki istočasno namnožita alel brez mutacije in alel z mutacijo  $\Delta 3Q$ , pri čemer je dolžina namnoženega alela z mutacijo  $\Delta 3Q$  87 baznih parov (bp), dolžina alela z mutacijo pa 96 bp. Pri drugi metodi pa je eden od začetnih oligonukleotidov zasnovan tako, da se v reakciji PCR namnoži specifično samo alel brez mutacije (Ex10wt3'F-IMP in Boace10R) ali alel z mutacijo  $\Delta 3Q$  (Ex10mut3'F-IMP in Boace10R). Dolžina namnoženega fragmenta brez mutacije obsega 76 bp, medtem ko dolžina fragmenta z mutacijo obsega 67 bp. Namnoževanje smo izvedli po ekonomični metodi (Schuelke, 2000), zaradi česar smo v vseh reakcijah PCR uporabili začetni oligonukleotid Boace10R, ki je bil na 5' koncu podaljšan za regijo 18 baz. Le-ta ima enako zaporedje kot označen univerzalni tretji začetni oligonukleotid M13(-21). Vsi namnoženi fragmenti so bili zaradi tega daljši za 18 bp.

Reakcijska mešanica je potekala v skupnem volumnu 15  $\mu$ l in je bila sestavljena iz 1X priloženega *Taq* pufra z  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ , 2 mM koncentracije  $\text{MgCl}_2$ , 0,2 mM koncentracije vsakega dNTP, 0,2  $\mu$ M koncentracije specifičnega začetnega oligonukleotida in M13(-21) začetnega oligonukleotida, 0,05  $\mu$ M koncentracije podaljšanega Boace10R začetnega oligonukleotida, 0,375 enote *Taq* polimeraze (ThermoFisher Scientific) in 20 ng DNA. Namnoževanje je potekalo po protokolu opisanem v Schuelke (2000).

Prisotnost in dolžina namnoženega fragmenta je bila določena s kapilarnim sekvenatorjem (ABI 3130, Applied Biosystems) in programsko opremo GeneMapper v4.1.

## 3. REZULTATI IN RAZPRAVA

Poznavanje stanja odpornosti škodljivcev na insekticide sodi med osnovne zahteve za načrtovanje uspešnih programov varstva rastlin. Ker v pridelovalnih območjih oljk že poročajo o pojavu rezistentnosti, smo želeli tudi na območju slovenske Istre preveriti ali je v populaciji oljčne muhe prisotna mutacija gena *ace*, imenovana  $\Delta 3Q$ , ki oljčnim muham nudi večjo odpornost na insekticide iz skupine organskih fosforjevih estrov.

V vzorcu velikosti 22 oljčnih muh smo identificirali 4 heterozigotne vzorce oljčne muhe, pri katerih je bil poleg divjega tipa alela, prisoten tudi alel z mutacijo  $\Delta 3Q$ . Rezultat smo potrdili z obema metodama. Frekvenca alela z mutacijo  $\Delta 3Q$ , izračunana kot razmerje med številom alelov z mutacijo in številom vseh alelov je bila 0,0909. Alel z mutacijo  $\Delta 3Q$  je bil tudi pri drugih raziskavah vedno ugotovljen v heterozigotnem stanju, razen v študiji Dočač in sod. (2015), ko so identificirali dva homozigotna vzorca. Višja frekvenca je bila ugotovljena pri analizi vzorcev oljčnih muh (od 27 do 32 muh iz posamezne države) iz Grčije (0,125), Italije (0,1112) in Izraela (0,1), medtem ko je bila frekvenca alela z mutacijo na Cipru, v Španiji in Maroku nižja. Glede na smernice, ki so jih podali Kakani in sod. (2013) naj bi identifikacija SNP mutacij I214V in G488S služila kot zgodnje opozorilo za morebitni nadaljnji razvoj odpornosti, medtem ko naj bi detekcija mutacije  $\Delta 3Q$  že nakazovala potrebo po uporabi insekticidov iz drugih skupin.

Glede na preliminarne rezultate analize ugotavljamo, da je potrebno v slovenskem prostoru izvesti detajlno analizo odpornosti oljčne muhe in proučiti nove možnosti za varstvo oljke.

V zadnjih nekaj letih je bilo v znanstveni literaturi objavljenih kar nekaj prispevkov, kjer poročajo o možnostih zmanjšanja uporabe insekticidov. Raziskave se osredotočajo na proučevanje različnih kombinacij insekticidov in proteinskih hidrolizatov za izboljšanje učinkovitosti varstva z zastrupljenimi vabami (Varikou in sod., 2014; Varikou in sod., 2015). Varstvo z zastrupljeno vabo je pomemben ukrep, ki zmanjšuje negativni vpliv na koristne organizme in celokupno porabo insekticida (Varikou in sod., 2014). Izsledki raziskave učinkovitosti zastrupljenih vab so pokazali, da atraktanti učinkovito privabljajo oljčne muhe le tri dni po nanosu (Varikou in sod., 2014), medtem ko je novejša raziskava pokazala, da je vaba učinkovita le prvi dan, saj število ulovljenih muh v drugem in tretjem dnevu ni bilo več statistično značilno (Varikou in sod., 2015). V nedavno objavljene študiji poročajo, da so uspeli izboljšati učinkovitost zastrupljenih vab z osveževanjem vabe, pri čemer se na mesto nanosa vabe ponovno nanesli le atraktant (Varikou in sod., 2017). Druga metoda vključuje varstvo z masovnim lovljenjem (ang. mass trapping), ki temelji na uporabi večjega števila vab. V preizkušanju so tudi različni organizmi za namen biotičnega zatiranja ter metoda varstva s sterilnimi organizmi iste vrste, pri katerih je sterilnost izzvana s sevanjem ali z genskim inženiringom.

#### 4. ZAHVALA

Za vzorčenje plodov se zahvaljujemo g. Matjažu Jančarju, specialistu za varstvo rastlin, in mag. Viljanki Vesel, vodji Poskusnega centra za oljkarstvo, iz Kmetijsko gozdarskega zavoda Nova Gorica.

#### 5. VIRI

- Daane K. M., Johnson M. W. 2010. Olive Fruit Fly: Managing an Ancient Pest in Modern Times. Annual review of entomology, 55, 1: 151-169.
- Daane K. M., Wang X., Nieto D. J., Pickett C. H., Hoelmer K. A., Blanchet A., Johnson M. W. 2015. Classic biological control of olive fruit fly in California, USA: release and recovery of introduced parasitoids. BioControl, 60, 3: 317-330.
- Doğaç E., Kandemir İ., Taşkın V. 2015. Geographical distribution and frequencies of organophosphate-resistant Ace alleles and morphometric variations in olive fruit fly populations. Pest Management Science, 71, 11: 1529-1539.
- Haniotakis G. E. 2005. Olive pest control: present status and prospects. Bulletin OILB/SROP, 28, 9: 1-9.
- Jardak T., Ali Triki M., Rhouma A., Ksantini M. 2007. Plant health protection.V: Production techniques in olive growing. Madrid, MD, International Olive Council.
- Kakani E. G., Ioannides I. M., Margaritopoulos J. T., Seraphides N. A., Skouras P. J., Tsitsipis J. A., Mathiopoulos K. D. 2008. A small deletion in the olive fly acetylcholinesterase gene associated with high levels of organophosphate resistance. Insect Biochemistry and Molecular Biology, 38, 8: 781-787.
- Kakani E. G., Sagri E., Omirou M., Ioannides I. M., Mathiopoulos K. D. 2013. Detection and geographical distribution of the organophosphate resistance-associated  $\Delta 3Qace$  mutation in the olive fruit fly, *Bactrocera oleae* (Rossi). Pest Management Science, 70, 5: 743-750.

- Kakani E. G., Zygouridis N. E., Tsoumani K. T., Seraphides N., Zalom F. G., Mathiopoulos K. D. 2010. Spinosad resistance development in wild olive fruit fly *Bactrocera oleae* (Diptera: Tephritidae) populations in California. *Pest Management Science*, 66, 4: 447-453.
- Kump B., Javornik B. 1996. Evaluation of genetic variability among common buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) populations by RAPD markers. *Plant Science*, 114, 2: 149-158.
- Margaritopoulos J. T., Skavdis G., Kalogiannis N., Nikou D., Morou E., Skouras P. J., Tsitsipis J. A., Vontas, J. 2008. Efficacy of the pyrethroid alpha-cypermethrin against *Bactrocera oleae* populations from Greece, and improved diagnostic for an iAChE mutation. *Pest Management Science*, 64, 9: 900-908.
- MKGP. 2016. Tehnološka navodila za integrirano pridelavo sadja. [http://www.mkgp.gov.si/si/delovna\\_podrocja/kmetijstvo/integrirana\\_pridelava/tehnoloska\\_navodila/](http://www.mkgp.gov.si/si/delovna_podrocja/kmetijstvo/integrirana_pridelava/tehnoloska_navodila/) (21. 12. 2016).
- Schuelke M. 2000. An economic method for the fluorescent labeling of PCR fragments. *Nature Biotechnology*, 18, 2: 233-234.
- Skouras P. J., Margaritopoulos J. T., Seraphides N. A., Ioannides I. M., Kakani E. G., Mathiopoulos K. D., Tsitsipis J. A. 2007. Organophosphate resistance in olive fruit fly, *Bactrocera oleae*, populations in Greece and Cyprus. *Pest Management Science*, 63, 1: 42-48.
- Varikou K., Garantonakis N., Birouraki A. 2014. Response of olive fruit fly *Bactrocera oleae* to various attractant combinations, in orchards of Crete. *Bulletin of Insectology*, 67, 1: 109-114.
- Varikou K., Garantonakis N., Birouraki A. 2015. Residual attractiveness of various bait spray solutions to *Bactrocera oleae*. *Crop Protection*, 68: 60-66.
- Varikou K., Garantonakis N., Birouraki A., Gkilpathi D., Kapogia E. 2017. Refreshing bait spots in an olive orchard for the control of *Bactrocera oleae* (Diptera: Tephritidae). *Crop Protection*, 92: 153-159.
- Varikou K., Garantonakis N., Birouraki, A., Ioannou A., Kapogia E. 2016. Improvement of bait sprays for the control of *Bactrocera oleae* (Diptera: Tephritidae). *Crop Protection*, 81: 1-8.
- Vontas J. G., Cosmidis N., Loukas, M., Tsakas, S., Hejazi M. J., Ayoutanti A., Hemingway J. 2001. Altered Acetylcholinesterase Confers Organophosphate Resistance in the Olive Fruit Fly *Bactrocera oleae*. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 71, 2: 124-132.
- Vontas J. G., Hejazi M. J., Hawkes N. J., Cosmidis N., Loukas M., Hemingway J. 2002. Resistance-associated point mutations of organophosphate insensitive acetylcholinesterase, in the olive fruit fly *Bactrocera oleae*. *Insect Molecular Biology*, 11, 4: 329-336.



## **POSKUS PRIDELAVE JAGOD (*Fragaria x ananassa* Duch.) BREZ UPORABE BOTRITICIDOV**

Andrej VOGRIN<sup>1</sup>, Tatjana UNUK<sup>1</sup>, Stanislav TOJNKO<sup>1</sup>

### **POVZETEK**

Na fakulteti za kmetijstvo in biosistemske vede UM smo v več ločenih poskusih od leta 2008 do leta 2013 proučevali ali je možno pridelovati jagode (*Fragaria × ananassa* Duch.) brez uporabe fitofarmaceutskih sredstev. Poleti leta 2007 smo v Zrkovcih v bližini Maribora na grebene, pokrite s črno folijo posadili jagode sort 'Elsanta' in 'Miss', v letih 2011 in 2012 pa sorte 'Clery'. Naslednja leta smo primerjali pridelke jagod, ki smo jih v času cvetenja zaščitili z botriticidi in jagod, ki jih v tem času nismo zaščitili pred sivo plesnijo (*Botrytis cinerea* Pers.). Na podlagi rezultatov vseh let lahko zaključimo, da jagod, pridelanih v visokih tunelih, pred sivo plesnijo ni potrebno zaščititi z botriticidi, ob pridelavi na prostem pa uporabo botriticidov svetujemo.

**Ključne besede:** jagode, siva plesen, pridelek

## **ATTEMPT TO PRODUCTION STRAWBERRY (*Fragaria x ananassa* Duch.) WITHOUT OF BOTRITICIDES**

### **ABSTRACT**

At the Faculty of Agriculture and Life Sciences UM we studied in various experiments from 2008 to 2013 whether it is possible to produce strawberries (*Fragaria × ananassa* Duch.) without the application of botriticedes. In the summer of 2007 we planted strawberries cv. 'Elsanta' and 'Miss' on ridges, covered with black foil, in Zrkovci near Maribor; in 2011 and 2012 we planted cv. 'Clery'. In the following years we compared yields of strawberries, which were protected with the use of botryticides during flowering and of those which were not. Based on the results of all years we can claim that strawberries grown in "high tunnel" don't need to be protected with botryticides, while for those grown in the open air we advice the use of botryticides.

**Key words:** strawberry, gray mold, yield

### **1. UVOD**

Pridelava sadja je sestavljena iz več področij. Eno od teh je varstvo rastlin pred boleznimi in škodljivci. Pri pridelavi posameznih sadnih vrst se srečujemo z boleznimi in škodljivci, ki so

---

<sup>1</sup> Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede, Katedra za sadjarstvo in predelavo sadja, Pivola 10, 2311 Hoče

lahko značilni le za eno sadno vrsto, lahko pa se pojavljajo pri večjem številu različnih sadnih vrst. Običajno pa ena ali dve boleznici zaznamujeta pridelavo določene sadne vrste in je zaščita usmerjena v to smer.

Bolezni jagod povzročajo več kot 50 vrst gliv, pridelavo pa ogrožajo še bakterije in več kot 25 vrst virusov in fitoplazem (Štampar in sod., 2016). Kot najnevarnejšo bolezen jagod omenja sivo plesen (*Botrytis cinerea* Pers.) že Bajec (1978). Kot bolezen, ki v sodobni pridelavi jagod, povzročajo največ problemov pa jo omenjajo tudi drugi avtorji (Koron in sod., 1994, Koron, 1997, Koron, 2014, Štampar in sod., 2016, Nikolić in Milivojević, 2010). Gliva napada cvetove, cvetna in rodna stebelca, zelene in dozorevajoče plodove in liste. Poglavitni vir okužbe so odmrli listi in mumificirani plodovi. Rastline so najbolj občutljive v fazi cvetenja. Okužba cvetov je začetek okužbe plodov (Koron, 1997). Vsi prej omenjeni avtorji svetujejo kemično zaščito pred to boleznijo. Pričetek zaščite z različnimi botriticidi se svetuje v začetku cvetenja, nakar se zaščita v času cvetenja 2 – 3 krat ponovi. Veliko pridelovalcev v zadnjih letih prideluje jagode v plastenjakih. Ker gliva za okužbo ne potrebuje veliko vlage, težave s to glivo v zaščitenem prostoru niso občutno manjše kot na prostem in se pri pridelavi v zaprtih prostorih ne priporoča zmanjšanje kemične zaščite (Štampar in sod., 2016). Vendar se okužba s sivo plesnijo, ob pokrivanju nasada s folijo, lahko zmanjša (Evenhuis in Wanten, 2006).

V pridelavi jagod se kot standarden ukrep za zaščito uporablja kemično varstvo pred jagodno pepelasto plesenijo (*Sphaerotheca macularis*), raznimi škodljivci, kot so uši (*Chaetosiphon fragaefolii*, *Aphis forbesi*), pršica (*Steneotarsonemus pallidus*), .... Prav tako med standardne ukrepe šteje uničevanje plevelov med grebeni z uporabo herbicidov.

Namen raziskav je bil ugotoviti, ali je možno jagode pridelati brez uporabe fitofarmaceutskih sredstev, vendar se bomo v tem prispevku omejili le na pridelavo jagod brez uporabe botriticidov.

## 2. MATERIAL IN METODE

Raziskave smo pričeli leta 2008. Nasad jagod je bil posajen v začetku julija 2007 v Zrkovcih pri Mariboru. Pred sajenjem smo tla (na podlagi analize tal) pognojili z organskimi gnojili in globoko obdelali. Pred sajenjem smo naredili grebene. Položen je bil namakalni sistem. Grebene smo pokrili s črno folijo. Posajeni sta bili sorti 'Elsanta' in 'Miss'. Uporabili smo zamrznjene sadike, kvalitete A- (600 sadik v zaboju). Sadikam smo v poletnih in jesenskih mesecih porezali cvetna stebelca in vitice z namenom krepitve rastlin in priprave na spomladanski pridelek. Nasad (1 ha) je bil namakan. Zaščitnih sredstev v letu sajenja nismo uporabljali. V jesenskem času smo postavili tunele, ki smo jih s plastično folijo pokrili v mesecu februarju 2008. Konec februarja smo z rastlin odstranili vse lanske liste in nasad po potrebi namakali. Pri vsaki sorti smo izbrali 6 parcelic z 20 izenačenimi rastlinami. Rastline na polovici parcelic smo v času cvetenja zaščitili z botriticidi (28. 04. 2008 - ciprodinil 37,5%, fludioksonil 25% (Switch 62,5 WG), 11. in 18. 05. 2008 - fenheksamid 50 % (Teldor)). Odmerki pripravkov so bili po predpisanih navodilih. Navajanje pripravkov nima nobenega komercialnega ozadja. V vseh primerih smo aplikacijo izvedli z nahrbtno škropilnici CP3 in uporabili 200 l vode/ha. Rastline z druge polovice parcelic nismo zaščitili z botriticidom.

V plastenjaku so trije grebeni, kjer smo za poskus izbrali zunanji greben, ki je bolj izpostavljen deževju. Ob vrednotenju poskusa smo upoštevali samo 10 srednjih rastlin.

Dobljene podatke smo statistično obdelali s programskim paketom Statgraph. Za ugotavljanje statističnih razlik med obravnavanji smo uporabili testa LSD in Tukey s 5 % tveganjem.

Leta 2012 smo poskus ponovili. Junija 2011 smo posadili zamrznjene sadike sorte 'Clery'. Priprava na sajenje in dela v nasadu v poletno - jesenskem času so bila enaka kot v predhodnem poskusu. Nasad smo s prozorno plastično folijo pokrili februarja 2012. Zaščita pred sivo plesnijo je bila enaka opisani, s tem, da smo ciprodinil 37,5%, fludioksonil 25% (Signum) uporabili 07. 04. 2012, fenheksamid 50 % pa 20. in 27. 04. 2012. Manjšega dela nasada v spomladanskem času nismo pokrili s plastično folijo, tako smo lahko poskus zastavili tudi izven folije.

Leta 2013 smo v nasadu, ki smo ga posadili konec junija 2012 zastavili nov poskus. V tem poskusu smo kot sorto ponovno uporabili sorto 'Clery'. Vsa dela pred in po sajenju so potekala kot pri prej opisanih poskusih. Po spomladanskem pokrivanju plastenikov smo izbrali parcelice in zastavili poskus s 6 obravnavanji: kontrola (brez uporabe botriticidov), Botsum (sredstvo, dovoljeno v ekološki pridelavi, ki smo ga uporabili 27. 04. in 06. 05.), 267 g/kg Boskalid, 67 g/kg Pyraclostrobin (čas uporabe 27. 04.), 26,7 g/kg Boskalid, 6,7 g/kg Pyraclostrobin + fenheksamid 50 % (27. 04. + 17. 05.), ciprodinil 37,5%, fludioksonil 25% (27. 04. in 17. 05.) in ciprodinil 37,5%, fludioksonil 25% + fenheksamid 50 % (27. 04. + 17. 05. in 28. 05. 2013).

### 3. REZULTATI IN RAZPRAVA

Na podlagi večletnih opazovanj učinkovitosti uporabe botriticidov v pridelavi jagod, ki pa jih nismo mogli podkrepiti z znanstvenimi dokazi, smo v letu 2008 prvič zastavili poskus. V poskus smo vključili dve sorti jagod, ki sta takrat predstavljali tudi glavni sortimenta pridelave v tem delu Slovenije. Pri obeh sortah ('Elsanta' in 'Miss') smo v večini nasada vršili zaščito pred sivo plesnijo po ustaljeni praksi in rastline s kemičnimi pripravki poškopili trikrat v času cvetenja. Rastline jagod na odbranih parcelicah pa smo pustili brez zaščite pred omenjeno boleznijo. Rezultati poskusa so potrdili naše domneve. Pridelki tega leta so bili pridelki prvega letnika in so pričakovano dosegali med 0,4 in 0,5 kg na rastlino. Povprečni pridelki jagod na rastlino so pri obeh sortah statistično enaki. Prav tako se pri obeh sortah statistično ni razlikoval delež plodov, ki so bili ob obiranju okuženi s sivo plesnijo. Pridelek sorte 'Elsanta' je bil višji kot pri sorti 'Miss', kar je posledica večjega števila plodov. Sorta 'Miss' je imela povprečno 14,0 plodov na rastlino, sorta 'Elsanta' pa 21,2. To je posledica slabšega razraščanja, ki je značilno za sorto 'Miss'. Vendar to ni vplivalo na rezultat raziskave. 'Elsanta' velja za sorto, ki je za okužbo s sivo plesnijo manj dovzetna. Zato preseneča rezultat deleža plodov, ki so bili okuženi s sivo plesnijo in je pri sorti 'Elsanta' v povprečju znašal 6,2 %, medtem ko je bil pri sorti 'Miss' le 2,1 %. Vzroke lahko iščemo v večji bujnosti grmov in večjemu pridelku pri sorti 'Elsanta'. Na podlagi tega poskusa bi lahko trdili, da zaščita pred sivo plesnijo pri jagodah v plastenjkih ni potrebna. Upoštevati pa je potrebno tudi vremenske pogoje. Od januarja do aprila je v letu 2008 padlo le 50 % povprečnih padavin, omenjeni meseci pa so bili toplejši od dolgoletnega povprečja. Tako so jagode cvetele v obdobju redkih padavin, ki so bile manjše od povprečja tudi v času obiranja.

Podoben poskus smo zastavili leta 2012. Tokrat smo v poskus vključili sorto 'Clery', ki še danes predstavlja vodilno sorto v pridelavi pri nas in tudi v Evropi. Poskus smo razširili tako, da smo enak poskus kot v plasteniku postavili na prostem. Rezultati poskusa v plasteniku so primerljivi z rezultati predhodnega poskusa. Pridelek prvega letnika se ob uporabi oz. brez uporabe botriticidov statistično ni razlikoval. Rastline, ki smo jih zaščitili z botriticidi so

imele v povprečju 0,34 kg pridelka, rastline brez zaščite pred sivo plesnijo pa 0,36 kg. Pridelek je bil manjši kot pri predhodnem poskusu, za kar moramo vzrok iskati v zimskem mrazu. Od konca januarja do sredine februarja temperatura kar 17 dni ni presegla 0° C. Temperatura najhladnejših noči je bila - 19° C, medtem ko je bila najvišja dnevna temperatura v najhladnejših dnevih - 8° C. Ob tem je potrebno poudariti tudi to, da jagode niso bile pokrite s snegom, ki bi nudil zaščito pred zmrzaljo. Vendar to ni vplivalo na rezultat poskusa. Tako lahko na podlagi dobljenih rezultatov trdimo, da je pridelek jagod v plastenjaki enak, ne glede na to, ali smo jagode zaščitili pred sivo plesnijo ali ne. Jagode, ki smo jih gojili na prostem in smo jih v času cvetenja zaščitili pred sivo plesnijo, so imele večji pridelek na rastlino kot tiste, ki jih pred to boleznijo nismo zaščitili. Pridelek 1. razreda je bil pri zaščiteneh rastlinah v povprečju 0,36 kg na rastlino, pri rastlinah, ki jih nismo zaščitili pa 0,17 kg. Razlika je statistično značilna. Kljub temu, da gliva za svoj razvoj ne potrebuje veliko vlage, je nevarnost okužbe na prostem veliko večja. Pridelek se je tam več kot prepolovil. Na podlagi teh raziskav lahko trdimo, da je za doseganje kakovostnih pridelkov, zaščita pred sivo plesnijo v pridelavi na prostem nujna.

Leta 2013 smo zastavili nov poskus. Enako kot v prejšnjih poskusih smo tudi tu kot standard vrednotili parcelice, kjer smo jagode v času cvetenja tri krat poškropili z botriticidi in ta standard primerjali s parcelicami, kjer botriticidov nismo uporabljali. V poskus smo vključili še obravnavanja, kjer smo z različnimi botriticidi jagode zaščitili enkrat ali dvakrat. Povprečen pridelek na rastlino je znašal med 0,41 in 0,50 kg. Med obravnavanji ni bilo statistično značilnih razlik. Prav tako statistično značilnih razlik ni bilo v deležu okuženih plodov s sivo plesnijo; ta je znašal med 2,2 in 7,7 %. Najvišji delež okuženih plodov smo določili pri obravnavanjih, kjer smo botriticid uporabili samo enkrat v začetku cvetenja, najmanjšega pa pri jagodah, ki smo jih proti sivi plesni zaščitili z ekološko sprejemljivim botriticidom Botsum. Tudi v tem poskusu delež plodov, okuženih s sivo plesnijo, ki jih nismo zaščitili z nobenim botriticidom, ni bil najvišji. Ker je tudi ta poskus potekal v nasadu jagod, ki je bil pokrit s plastično folijo, lahko potrdimo že ugotovljeno: v pridelavi jagod v pokritem prostoru ni potrebno uporabljati sredstev za zaščito rastlin pred sivo plesnijo.

#### 4. VIRI

Bajec V., 1978. Jagode. Ljubljana, Kmečki glas: 57-59.

Evenhus A., Wanten P.J. 2006. Effect of polythene Tunnels and Cultivars on Grey Mould Caused by *Botritis cinerea* in Organically Grown Strawberries. ASC, Agric. Conspec. Sci: 111-114.

Koron D., Brence A., Jankovič P., 1994. Pridelovanje jagod. Krško, TRON d.o.o.: 29-42.

Koron D., 1997. Jagode. Ljubljana, Kmečki glas: 85-93.

Koron D., 2014. Jagodičje. Ljubljana, Kmečki glas: 102-104.

Nikolić D., Milivojević M., 2010. Jagodaste vočke. Čačak, Naučno vočarsko društvo Srbije: 120-122.

Štampar F., Lešnik M., Veberič R., Solar A., Koron D., Hudina M., Usenik V., Osterc G., 2005. Sadjarstvo. Ljubljana, Kmečki glas: 416 str.



Preglednica 1: Povprečni pridelek jagod na rastlino in povprečen delež okuženih plodov s sivo plesnijo v letu 2009.

Table 1: Average yield per plant and average proportion of fruits infected with gray mould in 2009.

Sorta	pridelek na rastlino (g)		delež okuženih plodov s sivo ples. (%)	
	z botriticidi	brez botriticidov	z botriticidi	brez botriticidov
'Elsanta'	460,0	517,9	6,7	5,7
'Miss'	404,3	450,9	2,3	1,9

Preglednica 2: Povprečni pridelki jagod na rastlino sorte 'Clery' v letu 2012, pridelanih v plastenjaku in na prostem.

Table 2: Average yield per plant for cv.'Clery' in year 2012 in greenhouse and in open field.

Pridelek na rastlino (g) v tunelu		Pridelek na rastlino (g) na prostem	
Z botriticidi	brez botriticidov	z botriticidi	brez botriticidov
336,7	358,6	359,0	166,4

Preglednica 3: Povprečni pridelki jagod (g) in povprečen delež okuženih plodov s sivo plesnijo sorte 'Clery' v letu 2012.

Table 3: Average yield per plant and proportion of fruits infected with gray mould in 2012 for cv. 'Clery'.

Obravnavanje	pridelek na rastlino (g)	delež okuženih plodov s sivo plesnijo (%)
Botsum	493,4	2,2
Signum	486,8	5,1
Signum + Teldor	488,3	2,5
Switch	497,8	7,7
Switch + Teldor	440,5	3,3
kontrola	405,6	4,6



## LIPOFILNI ANTIOKSIDANTI V KOŽICI IN MESU IZBRANIH SORT JABOLK (*Malus domestica* Borkh.)

Helena ŠIRCELJ<sup>1</sup>

### POVZETEK

Z raziskavo sem ugotavljala vsebnost lipofilnih plastidnih pigmentov in tokoferolov v kožici in mesu šestih sort jabolk do pet dni po obiranju. Največja vsebnost lipofilnih pigmentov je bila izmerjena v kožici sorte 'Granny Smith', sledita 'Zlati delišes klon B' in 'Rdeči Boskop', najmanjšo vsebnost pa je imela 'Gala'. V mesu je bila vsebnost lipofilnih pigmentov le od 4-11% tiste v kožici istega jabolka. Največjo vsebnost lipofilnih pigmentov v mesu je imela sorta 'Zlati delišes klon B', sledijo 'Rdeči boskop', 'Red Elstar', 'Granny Smith', 'Gala' in 'Jonagold de Costa'. V kožici so bili določeni tudi trije tokoferoli ( $\delta$ -,  $\gamma$ -,  $\alpha$ -), v mesu pa le  $\alpha$ -tokoferol.  $\alpha$ -tokoferol je predstavljal več kot 93% delež vseh tokoferolov v kožici. Največ  $\alpha$ -tokoferola je bilo izmerjenega v kožici sorte 'Granny Smith', sledile so sorte 'Zlati delišes klon B', 'Gala', 'Rdeči Boskop', ter 'Jonagold de Costa' in 'Red Elstar' z najmanjšo vsebnostjo. V mesu sta imeli največjo vsebnost  $\alpha$ -tokoferola sorti 'Zlati delišes klon B' in 'Gala'. V mesu je bila vsebnost tokoferolov le od 6-17% tiste v kožici istega jabolka.

**Ključne besede:** jabolko, *Malus*, tokoferol, klorofil, karotenoidi

## LIPOPHILIC ANTIOXIDANTS IN THE SKIN AND PULP OF SELECTED APPLE (*Malus domestica* Borkh.) CULTIVARS

### ABSTRACT

In the present research the contents of lipophilic pigments and tocopherols were measured in the skin and pulp of six apple cultivars up to five days after fruit harvest. The highest content of lipophilic pigments was measured in the skin of 'Granny Smith', followed by 'Golden Delicious Klon B' and 'Roter Boskoop'. The lowest content of lipophilic pigments was measured in the skin of 'Gala'. The pulp contents of lipophilic pigments were only 4-11% of those measured in the skins of the same apples. The highest pulp contents were measured in 'Golden Delicious Klon B', followed by 'Roter Boskoop', 'Red Elstar', 'Granny Smith', 'Gala' and 'Jonagold de Costa'. Three different tocopherols ( $\delta$ -,  $\gamma$ -,  $\alpha$ -), were detected in the skin, but only  $\alpha$ -tocopherol was found in pulp.  $\alpha$ -tocopherol represented more than 93% of total tocopherols in the skin. The highest  $\alpha$ -tocopherol content was found in the skin of 'Granny Smith', followed by the 'Golden Delicious Klon B', 'Gala', 'Roter Boskoop' and 'Jonagold de Costa' and 'Red Elstar' with the lowest contents. 'Golden Delicious Klon B' and 'Gala' had the highest  $\alpha$ -tocopherol content in the pulp. The pulp contents of tocopherols were only 6-17% of those measured in the skins of the same apples.

**Key words:** apple, *Malus*, tocopherol, chlorophyll, carotenoids

<sup>1</sup> Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Katedra za aplikativno botaniko, ekologijo, fiziologijo rastlin in informatiko, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana

## 1. UVOD

Jabolko je od nekdaj cenjen vir bioaktivnih snovi, ki ugodno vplivajo na zdravje človeka. Kot tako, je bilo predmet številnih raziskav, ki so proučevale različne prehransko pomembne snovi. Največ raziskav je bilo narejenih na energetsko bogatih ogljikovih hidratih in na določenih skupinah fenolnih snovi, ki so pomembni antioksidanti. Raziskav lipofilnih pigmentov in tokoferolov, ki nastajajo v plastidih in so nujno potrebni tako za delovanje rastline kot tudi za prehrano človeka, pa je bilo bistveno manj, verjetno zato, ker jabolka ne veljajo za bogat vir teh snovi. Tokoferoli v rastlinah delujejo kot stabilizatorji membran in antioksidanti (Yoshida in sod., 2003; Sen in sod., 2006). Lipofilni plastidni pigmenti sodelujejo pri fotosintezi ploda. Skupaj s hidrofilnimi vakuolnimi antocianini dajejo barvo jabolkom. Antocianini različnih sort jabolk so bili predmet številnih raziskav, lipofilni karotenoidi pa so mnogo slabše raziskani (Lancaster in Dougal, 1992; Simmonds in Preedy, 2015). Raziskave posameznih lipofilnih pigmentov so v sedemdesetih letih prejšnjega stoletja izvedli le na sortah 'Zlati delišes' in 'Kokosova oranžna reneta' in 'Grimes Golden' (Knee, 1972; Gorski in Creasy, 1977; Gross in sod., 1978; Gross in Lenz, 1979). V zadnjih šestih letih so rezultate analiz klorofila in posameznih karotenoidov v kožici in mesu za 13 sort jabolk objavili Delgado-Pelayo in sod. (2014) in za 6 sort Ampomah-Dwamena in sod. (2012). Skupne karotenoide in  $\alpha$ -tokoferol v kožici jabolk sort 'Cortland' in 'Delišes' sta izmerila Barden in Bramlage (1994), ki sta proučevala njihovo učinkovitost pri preprečevanju razvoja porjavelosti kože plodov.

Poleg zgoraj omenjenih pomembnih funkcij za rastlino, imajo rastlinski lipofilni antioksidanti velik pomen tudi za živali, ki jih večinoma ne morejo same sintetizirati (DellaPenna, 2005). Pomembni so v prehrani človeka, saj nekateri med njimi delujejo kot vitamini (karoteni so vitamin A, tokoferoli so vitamin E), antikancerogene snovi, spodbujevalci imunskega sistema, antioksidanti in preprečujejo srčne in degenerativne bolezni (Dashwood, 1997; Dillard in German, 2000; Yoshida in sod., 2003; Sen in sod., 2006; Britton in Khachik, 2009).

Z raziskavo smo želeli določiti in izmeriti vsebnost plastidnih lipofilnih antioksidantov (karotenoidov, klorofilov in tokoferolov) v kožici in mesu šestih sort jabolk, ki se pojavljajo na slovenskem trgu. Pri pregledu znanstvene literature nismo našli podatkov za vsebnost tokoferolov za nobeno od analiziranih sort. Vsebnost klorofila in karotenoidov pa je že bila analizirana le v sortah 'Granny Smith' in 'Zlati delišes'.

## 2. MATERIAL IN METODE

Analizirali smo jabolka pridelana v nasadih Oddelka za agronomijo, Biotehniške fakultete, Univerze v Ljubljani. Jabolka sort 'Jonagold de Costa' in 'Red Elstar', so bila pridelana v Ljubljani, sorte 'Zladi delišes klon B', 'Gala', 'Rdeči boskop' in 'Granny Smith' pa v nasadu Hortikulturnega centra Biotehniške fakultete Orehovlje pri Novi Gorici. Analizirali smo po pet jabolk vsake sorte. Dva do pet dni po obiranju smo jabolka olupili s klasičnim lupilnikom sadja in odstranili peščiče. Meso smo zrezali na koščke. Kožo in meso smo stehali in shranili v označene papirnate vrečke. Vzorce smo zamrznili na  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  do liofilizacije. Po liofilizaciji smo vzorce stehali, zmleli in shranili v temnih neprodušno zaprtih posodicah na  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  do analize. Pigmenti in tokoferol so bili analizirani po metodi, ki so jo opisali Tausz in sod. (2003). Rezultati so statistično obdelani s programskim paketom STATGRAPHICS Centurion XV. Statistično značilne razlike med obravnavanji smo ugotavljali s pomočjo ANOVA in LSD testa. Upoštevali smo 5 % stopnjo tveganja.

### 3. REZULTATI IN RAZPRAVA

Podatki o vsebnosti lipofilnih antioksidantov v različnih sortah jabolk so pomembni za natančnejšo opredelitev kakovosti in hranilne vrednosti posameznih sort. Klorofili, predvsem pa karotenoidi in tokoferoli, so poznani kot pomembne bioaktivne snovi, ki delujejo ugodno na človekovo zdravje, nekateri med njimi so za človeka celo esencijski. Z namenom določiti vsebnost teh snovi v sortah, ki so pogoste v ponudbi jabolk v Sloveniji, je bilo v pričujočo raziskavo vključenih šest sort: rdeče 'Gala', 'Red Elstar', 'Rdeči boskop', 'Jonagold de Costa', rumena 'Zlati delišes klon B' in zelena 'Granny Smith'. Analizirani sta bili tako kožica kot tudi meso jabolk takoj po obiranju.

Vsebnosti pigmentov in tokoferolov v mesu preučevanih sort so prikazane v preglednici 1. Vsebnost klorofila je znašala od 8,16 do 41,09  $\mu\text{g/g}$  suhe mase (SM). Delež klorofila a je bil večji, znašal je od 80 do 85% skupnega klorofila. Največ klorofila smo proti pričakovanjem izmerili v mesu sicer rumene sorte 'Zlati delišes klon B', ki sta ji sledil rdeči sorti 'Rdeči boskop' in 'Red Elstar'. Zelena sorta 'Granny Smith' je bila šele na četrtem mestu po vsebnosti klorofila v mesu. Ti rezultati se razlikujejo od tistih, ki so jih dobili Delgado-Pelayo in sod. (2014). V njihovi raziskavi je bilo v mesu jabolk sorte 'Granny Smith' več, v mesu jabolk sorte 'Zlati delišes' pa manj klorofila v primerjavi z jabolki v pričujoči raziskavi. V mesu je bilo določenih tudi šest karotenoidov: lutein, neoksantin, violaksantin, anteraksantin,  $\alpha$ -karoten in  $\beta$ -karoten. Največjo vsebnost karotenoidov v mesu sta imeli sorti 'Zlati delišes klon B' in 'Rdeči boskop', najmanjšo pa sorta 'Jonagold de Costa'. Med karotenoidi je pri sortah 'Gala', 'Red Elstar', 'Granny Smith' in 'Rdeči boskop' prevladoval lutein, pri sortah 'Jonagold de Costa' in 'Zlati delišes klon B' pa  $\beta$ -karoten. Skupna vsebnost karotenoidov v mesu je znašala od 3,18 do 8,08  $\mu\text{g/g}$  SM. V mesu je bila vsebnost lipofilnih pigmentov le 4-11% tiste v kožici istega jabolka. O podobnih razlikah pišejo tudi Delgado-Pelayo in sod. (2014) in Ampomah-Dwamena in sod. (2012).

V kožici smo določili enake pigmente kot v mesu. Vsebnosti pigmentov v kožici preučevanih sort so prikazane v preglednici 2. Vsebnost klorofila je znašala od 113,42 do 586,42  $\mu\text{g/g}$  SM. Delež klorofila a je bil večji, znašal je od 83-86% skupnega klorofila. Največ klorofila smo po pričakovanju izmerili v zeleni sorti 'Granny Smith', sledili sta sorti 'Rdeči boskop' in 'Zlati delišes klon B'. Med karotenoidi je pri vseh sortah prevladoval lutein. Skupna vsebnost karotenoidov v kožici je znašala od 25,23 do 121,6  $\mu\text{g/g}$  SM. Največja vsebnost karotenoidov je bila izmerjena v kožici zelene sorte 'Granny Smith', sledita sorti 'Zlati delišes klon B' in 'Rdeči boskop', najmanjšo vsebnost pa je imela sorta 'Gala'. Razmerja med posameznimi pigmenti tako v kožici kot tudi v mesu so bila večinoma taka, kot je značilno za kloroplaste. Pri isti sorti pa so se lahko deleži posameznih pigmentov razlikovali med kožico in mesom, tako npr. v mesu sorte 'Jonagold de Costa' med karotenoidi prevladuje  $\beta$ -karoten, v kožici pa lutein.

Rezultati karotenoidov za sorto 'Granny Smith' so podobni tistim v raziskavi, ki so jo izvedli Delgado-Pelayo in sod. (2014), za sorto 'Zlati delišes' pa so bile v naši raziskavi izmerjene večje vsebnosti karotenoidov.

Tokoferoli za človeka predstavljajo vitamin E. V kožici jabolk so bili določeni in izmerjeni trije tokoferoli ( $\delta$ -,  $\gamma$ -,  $\alpha$ -), v mesu pa le  $\alpha$ -tokoferol.  $\alpha$ -tokoferol je predstavljal več kot 93% delež vseh tokoferolov v kožici. Vsebnost  $\alpha$ -tokoferola v kožici je znašala od 48,49 do 128,21  $\mu\text{g/g}$  SM, v mesu pa od 8,09 do 12,82  $\mu\text{g/g}$  SM. Podobne vsebnosti  $\alpha$ -tokoferola v kožici sta izmerila tudi Barden in Bramlage (1994) v sortah 'Cortland' in 'Delišes'. V naši raziskavi je

bilo največ  $\alpha$ -tokoferola izmerjenega v kožici sorte 'Granny Smith', sledile so sorte 'Zlati delišes klon B', 'Gala', 'Rdeči Boskop' ter 'Jonagold de Costa' in 'Red Elstar' z najmanjšo vsebnostjo. V mesu sta imeli največjo vsebnost  $\alpha$ -tokoferola sorti 'Zlati delišes klon B' in 'Gala'. V mesu je bila vsebnost tokoferolov le 6-17% tiste v kožici istega jabolka.

V pričujoči raziskavi so se za najboljši vir lipofilnih antioksidantov v celoti izkazala jabolka sorte 'Granny Smith', sledita sorti 'Rdeči Boskop' in 'Zlati delišes klon B', ki sta imeli za približno 30 % manjšo vrednost skupnih lipofilnih antioksidantov v primerjavi s sorto 'Granny Smith', ter sorte 'Red Elstar', 'Jonagold de Costa' in 'Gala', ki so imele za okoli 60 % manjšo vsebnost teh snovi v primerjavi s sorto 'Granny Smith'. Za jabolka sicer velja, da niso najboljši vir lipofilnih antioksidantov za prehrano, saj naj bi se vsebnost karotenoidov in klorofilov pri zorenju jabolk zmanjšala bolj kot v drugem sadju (Simmonds in Preedy, 2015; Ampomah-Dwamena in sod., 2012), vendar pa vseeno ni zanemarljiva, saj primerjava jabolk npr. z gojeno solato pokaže, da ima sorta 'Granny Smith' ob obiranju podobno vsebnost lipofilnih pigmentov kot solata, po vsebnosti tokoferola pa kožica teh jabolk celo za več kot dvakrat prekaša solato (Šircelj in sod., 2010). Znanstveniki (Ampomah-Dwamena in sod., 2012) že poskušajo z raziskavami na metabolnem in genskem nivoju poiskati pot do super-jabolka, ki bi ohranjalo velike vsebnosti lipofilnih antioksidantov tudi med zorenjem in skladiščenjem.

#### 4. ZAHVALA

Vzorci jabolk za raziskavo so mi podarili sodelavci katedre za Sadjarstvo, vinogradništvo in vrtnarstvo, za kar se jim iskreno zahvaljujem, še posebej prof. dr. Franciju ŠTAMPARJU, Mateju JERAŠI in prof. dr. Metki HUDINA.







#### 5. VIRI

- Ampomah-Dwamena C., Dejnopratt S., Lewis D., Sutherland P., Volz R. K., Allan A. C. 2012. Metabolic and gene expression analysis of apple (*Malus x domestica*) carotenogenesis. *J. Exp. Bot.*, 63: 4497-4511.
- Barden C. L., Bramlage W. J. 1994. Accumulation of antioksidants in apple peel as related to preharvest factors and superficial scald susceptibility of the fruit. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.*, 119: 264-269.
- Britton G., Khachik F. 2009. Carotenoids in food. V: Britton, G., Liaaen-Jensen, S., Pfander, H. (Eds.). Carotenoids, nutrition and health. Vol. 5, Basel, Birkhauserferlag.
- Dashwood R. 1997. Chlorophylls as anticancerogens. *Int. J. Oncol.*, 10: 721-727.
- DellaPenna D. A. 2005. Decade of progress in understanding vitamin E in plants. *J. Plant Physiol.*, 16: 729-737.
- Delgado-Pelayo R., Gallardo-Guerrero L., Hornero-Mendez D. 2014. Chlorophyll and carotenoid pigments in the peel and flesh of commercial apple fruit varieties. *Food Res. Int.*, 65: 272-281.
- Dillard C. J., German J. B. 2000. Phytochemicals: nutraceuticals and human health. *J. Sci. Food Agric.*, 80: 1744-1756.
- Gorski P. M., Creasy L. L. 1977. Colour development in Golden Delicious apples. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.*, 102: 73-75.
- Gross J., Lenz F. 1979. Violaxanthin content as index of maturity in 'Golden Delicious' apples. *J. Genet.*, 47: 62-64.







- Gross J., Zachariae A., Lenz F., Eckherdt G. 1978. Carotenoid changes in the peel of the 'Golden Delicious' apple during ripening and storage. *J. Plant Physiol.*, 89: 312-332.
- Knee M. 1972. Anthocyanin, carotenoid, and chlorophyll changes in the peel of 'Cock's Orange Pippin' apples during ripening on and off the tree. *J. Exp. Bot.*, 23: 184-196.
- Lancaster J. E., Dougal D. K. 1992. Regulation of skin color in apples. *Crit. Rev. Plant Sci.*, 10: 487-502.
- Sen C. K., Khanna S., Roy S. 2006. Tocotrienols: Vitamin E beyond tocopherols. *Life Sci.*, 78: 2088-2098.
- Simonds M., Preedy V.R. 2015. Nutritional composition of fruit cultivars. Academic Press: 796 str.
- Šircelj H., Mikulič-Petkovšek M., Batič F. 2010. Antioxidants in spring leaves of *Oxalis acetosella* L. *Food Chem.*, 123: 351-357.
- Tausz M., Wonisch A., Grill D., Morales D., Jiménez M. S. 2003. Measuring antioxidants in tree species in the natural environment: from sampling to data evaluation. *J. Exp. Bot.*, 54: 1505-1510.
- Yoshida Y., Niki E., Noguchi N. 2003. Comparative study on the action of tocopherols and tocotrienols as antioxidant: chemical and physical effects. *Chem. Phys. Lipids.*, 123: 63-57.

Preglednica 1: Vsebnost vode (%) in lipofilnih antioksidantov ( $\mu\text{g/g}$  suhe mase) v mesu različnih sort jabolk.

Table 1: Water (%) and lipophilic antioxidant content ( $\mu\text{g/g}$  dry mass) in the pulp of different cultivars of apples.

						
	'Granny Smith'	'Zlati delišes klon B'	'Jonagold de Costa'	'Red Elstar'	'Gala'	'Rdeči boskop'
Voda	81 ± 1a	83 ± 1b	82 ± 1b	85 ± 1 c	85 ± 1c	82 ± 0ab
<b><math>\alpha</math>-tokoferol</b>	<b>8,09 ± 1,49a</b>	<b>12,72 ± 1,29b</b>	<b>8,79 ± 1,63a</b>	<b>8,86 ± 1,02a</b>	<b>12,63 ± 2,24b</b>	<b>9,37 ± 0,76a</b>
Klorofil a	22,03 ± 2,38c	34,42 ± 5,00e	6,93 ± 1,37a	25,50 ± 5,03cd	15,83 ± 2,67b	28,17 ± 4,19d
Klorofil b	3,70 ± 1,64b	6,66 ± 0,76d	1,24 ± 0,23a	5,06 ± 0,91c	3,17 ± 1,09b	5,57 ± 0,82cd
<b>Skupni klorofil</b>	<b>25,73 ± 3,87c</b>	<b>41,08 ± 5,42e</b>	<b>8,16 ± 1,59a</b>	<b>30,56 ± 5,64cd</b>	<b>19,00 ± 2,60b</b>	<b>33,74 ± 4,98d</b>
Neoksantin	1,12 ± 0,41b	1,39 ± 0,44b	0,52 ± 0,24a	1,24 ± 0,61b	0,97 ± 0,09ab	1,89 ± 0,22c
lutein	2,12 ± 0,34bc	2,40 ± 0,28c	0,48 ± 0,05a	2,22 ± 0,59c	1,56 ± 0,63b	2,20 ± 0,53c
Violaksantin	0,93 ± 0,07b	1,12 ± 0,49bc	0,43 ± 0,07a	1,29 ± 0,34bc	1,08 ± 0,29b	1,48 ± 0,14c
Anteraksantin	0,13 ± 0,07b	0,20 ± 0,04b	0 ± 0a	0,33 ± 0,04c	0,12 ± 0,1b	0,34 ± 0,07c
<b>Ksantofili</b>	<b>4,32 ± 0,65bc</b>	<b>5,10 ± 0,77cd</b>	<b>1,43 ± 0,32a</b>	<b>5,09 ± 1,23cd</b>	<b>3,84 ± 0,75b</b>	<b>5,90 ± 0,81d</b>
$\alpha$ -karoten	0,21 ± 0,06a	0,33 ± 0,03b	0,26 ± 0,06ab	0,21 ± 0,03a	0,49 ± 0,16c	0,22 ± 0,02a
$\beta$ -karoten	1,33 ± 0,23a	2,61 ± 0,42b	1,49 ± 0,34a	1,45 ± 0,29a	1,46 ± 0,31a	1,66 ± 0,33a
<b>Karoteni</b>	<b>1,54 ± 0,18a</b>	<b>2,95 ± 0,45b</b>	<b>1,75 ± 0,39a</b>	<b>1,67 ± 0,29a</b>	<b>1,95 ± 0,40a</b>	<b>1,88 ± 0,35a</b>
<b>Karotenoidi</b>	<b>5,86 ± 0,79b</b>	<b>8,04 ± 0,97c</b>	<b>3,18 ± 0,35a</b>	<b>6,76 ± 1,47bc</b>	<b>5,79 ± 0,96b</b>	<b>7,79 ± 1,12c</b>
Skupni klorofil/ ksantofili	6,0 ± 0,2a	8,1 ± 0,4b	5,8 ± 1,1a	6,2 ± 1,7a	5,1 ± 1,3a	5,7 ± 0,5a
Skupni klorofil/ karoteni	16,7 ± 1,6cd	14,2 ± 2,9c	4,8 ± 1,4a	18,6 ± 3,9d	10,0 ± 1,9b	18,0 ± 0,9d
Skupni klorofil/ karotenoidi	4,4 ± 0,2b	5,1 ± 0,5b	2,6 ± 0,3a	4,6 ± 1,2b	3,3 ± 0,6a	4,3 ± 0,3b

Preglednica 2: Vsebnost vode (%) in lipofilnih antioksidantov ( $\mu\text{g/g}$  suhe mase) v kožici različnih sort jabolk.  
 Table 2: Water (%) and lipophilic antioxidant content ( $\mu\text{g/g}$  dry mass) in the skin of different cultivars of apples.

						
	'Granny Smith'	'Zlati delišes klon B'	'Jonagold de Costa'	'Red Elstar'	'Gala'	'Rdeči boskop'
Voda	66 ± 1b	66 ± 1b	67 ± 1b	69 ± 2c	67 ± 1b	63 ± 2a
δ-tokoferol	2,74 ± 0,89b	0,39 ± 0,36a	3,12 ± 0,52b	1,90 ± 1,01ab	8,10 ± 3,48c	0,48 ± 0,23a
γ-tokoferol	2,92 ± 0,25bc	2,30 ± 0,73ab	2,49 ± 0,40abc	3,50 ± 0,77c	7,21 ± 1,64d	1,79 ± 0,34a
α-tokoferol	128,21 ± 10,75d	93,87 ± 8,49c	57,67 ± 6,13a	48,49 ± 5,42a	77,65 ± 10,86b	73,54 ± 11,69b
<b>Skupni tokoferol</b>	<b>133,87 ± 10,46d</b>	<b>96,56 ± 9,22c</b>	<b>63,28 ± 6,98a</b>	<b>53,89 ± 6,53a</b>	<b>92,96 ± 10,92c</b>	<b>75,81 ± 11,90b</b>
Klorofil a	484,71 ± 69,15d	312,36 ± 22,76c	147,97 ± 12,85ab	176,71 ± 12,79b	93,57 ± 60,28a	
Klorofil b	101,71 ± 13,89d	57,74 ± 5,93c	25,45 ± 2,46ab	35,92 ± 2,44b	19,84 ± 13,86a	63,37 ± 8,16c
<b>Skupni klorofil</b>	<b>586,42 ± 82,58d</b>	<b>370,10 ± 17,21c</b>	<b>173,42 ± 15,14ab</b>	<b>212,64 ± 15,14b</b>	<b>113,42 ± 74,11a</b>	<b>412,42 ± 47,11c</b>
Neoksantin	21,47 ± 3,47c	10,22 ± 1,72b	4,15 ± 0,89a	5,78 ± 1,08a	4,45 ± 2,45a	11,69 ± 0,85b
Lutein	47,69 ± 6,75d	21,32 ± 3,99c	19,75 ± 0,76ab	13,61 ± 0,69b	7,81 ± 4,68a	22,61 ± 2,84c
Violaksantin	19,62 ± 2,27d	9,66 ± 2,61b	6,19 ± 1,07a	6,00 ± 0,98a	6,31 ± 2,54a	12,53 ± 1,24c
Anteraksantin	3,71 ± 0,36c	1,34 ± 0,26a	2,13 ± 0,56b	0,95 ± 0,1a8	0,85 ± 0,55a	3,23 ± 0,78c
<b>Ksantofili</b>	<b>92,49 ± 11,66c</b>	<b>42,53 ± 7,84b</b>	<b>23,67 ± 2,84a</b>	<b>26,33 ± 2,23a</b>	<b>18,67 ± 9,95a</b>	<b>50,13 ± 5,25b</b>
α-karoten	2,32 ± 0,33d	1,32 ± 0,12c	0,67 ± 0,12a	0,81 ± 0,13ab	1,19 ± 0,28bc	0,96 ± 0,55abc
β-karoten	26,79 ± 3,19d	16,70 ± 1,81c	7,82 ± 0,34ab	8,39 ± 0,38b	5,37 ± 2,60a	16,70 ± 1,81c
<b>Karoteni</b>	<b>29,11 ± 3,37c</b>	<b>18,01 ± 1,82b</b>	<b>8,49 ± 0,40a</b>	<b>9,20 ± 0,50a</b>	<b>6,56 ± 2,65a</b>	<b>17,03 ± 2,06b</b>
<b>Karotenoidi</b>	<b>121,60 ± 14,97c</b>	<b>60,55 ± 9,04b</b>	<b>32,16 ± 3,04a</b>	<b>35,64 ± 2,56a</b>	<b>25,23 ± 1,48a</b>	<b>67,16 ± 6,49b</b>
Sk. klorofil/ ksantofili	6,3 ± 0,3ab	8,9 ± 1,6d	7,4 ± 0,8bc	8,1 ± 0,6cd	5,9 ± 0,7a	8,3 ± 0,7cd
Sk. klorofil/ karoteni	20,1 ± 1,1b	20,6 ± 1,5bc	20,4 ± 0,9b	23,1 ± 1,6cd	16,3 ± 4,1a	24,3 ± 1,1d
Sk. klorofil/ karotenoidi	4,8 ± 0,2ab	6,2 ± 0,8d	5,4 ± 0,5bc	6,0 ± 0,4cd	4,3 ± 0,6a	6,2 ± 0,3d



## SENZORIČNO VREDNOTENJE OBETA VNIH SORT MALIN

Pakeza DRKENDA<sup>1</sup>, Adis OSMIĆ<sup>1</sup>, Osman MUSIĆ<sup>1</sup>, Nermina SPAHO<sup>1</sup>

### POVZETEK

V Bosni in Hercegovini se je pridelava malin v zadnjih letih zelo povečala. V sodobni pridelavi malin je senzorična ocena lahko zelo pomemben del tržne vrednosti. Senzorično ocenjevanje malin je izvedlo 16 strokovno usposobljenih ocenjevalcev. Poskus je vključeval pet sort enkrat rodni malin ('TulaMagic', 'Glen ample', 'Tulameen', 'Fertodi' in 'Killarney') in tri sorte dvakrat rodni malin ('Polka', 'Amira' in 'Joan J'). Ocenjene lastnosti plodov so bile: velikost, sladkost, kislost, okus, barva, konsistenca in splošna všečnost. Za ocenjevanje je bila uporabljena 5 točkovna Likertova skala. Vse dvakrat rodne sorte malin in enkrat rodna sorta 'TulaMagic' so bile dobro senzorično ocenjene in se priporočajo za pridelavo plodov za svežo uporabo. Enkrat rodna sorta 'Fertodi' je imela dobre kemijske senzorične lastnosti (vonj, sladkost in okus), vendar slabe fizikalne senzorične lastnosti (velikost, oblika, barva in konsistenca). Slednje pomeni, da se lahko sorta 'Fertodi' uporablja kot barvilo in ojačevalec okusa v živilski industriji. Enkrat rodna sorta 'Glen ample' je bila ovrednotena kot najboljša sorta glede na velikost, konsistenco in obliko plodov. Plodovi sorte 'Glen ample' se lahko uporabljajo za zmrzovanje in skladiščenje. Podobno oceno kot 'Glen ample' je dobila sorta 'Joan J'.

**Ključne besede:** senzorična analiza, malina, enkrat rodne sorte, dvakrat rodne sorte

## SENSORY EVALUATION OF PROMISING RASPBERRY CULTIVARS

### ABSTRACT

In Bosnia and Herzegovina was registered a significant increase of raspberry production. In modern raspberry production the sensory evaluation could be one of the critical components. In presented experiment the raspberry fruits were assessed for sensory characteristics by a trained panel composed by 16 assessors. Experimental design included five floricane raspberry cultivars ('TulaMagic', 'Glen ample', 'Tulameen', 'Fertodi' and 'Killarney') and three primocane cultivars ('Polka', 'Amira' and 'Joan J'). Evaluated sensory attributes were: size, sweetness, acidity, flavour, colour, consistency and overall liking. For evaluation was used Likert 5pt-scale. All primocane cultivars, as well as floricane raspberry 'TulaMagic', were good sensory assessed and they might be recommended for consumption as table fruits. Floricane cultivar 'Fertodi' had good chemically sensory rating (smell, sweetness and flavour), but poor physical sensory evaluation (size, shape, colour, consistency). Therefore, this cultivar might be used as the colorant as well as flavour/taste enhancer in the food industry. The floricane cultivar 'Glen ample' was evaluated as the best cultivar related to sensory attributes of size, consistency and shape. This cultivar might be used for freezing and storage. Similar evaluation to 'Glen ample' had primocane cultivar 'Joan J'.

---

<sup>1</sup> University of Sarajevo, Faculty of Agriculture and Food Science, Zmaja od Bosne 8, 71000 Sarajevo, BIH; E-mail: pakeza@bih.net.ba

**Key words:** sensory evaluation, raspberry, primocane cultivars, floricane cultivars

## **SPREMLJANJE MINERALOV V LISTIH OLJK (*Olea europaea* L.) SORTE 'ISTRSKA BELICA'**

Viljanka VESEL<sup>1</sup>, Tjaša JUG<sup>1</sup>

### **POVZETEK**

V zadnjih tridesetih letih je v Sloveniji viden velik napredek v oljkarstvu, saj smo v tem obdobju povečali površine iz 450 na več kot 2100 ha oljk. Vzporedno s tem je naraščala tudi kakovost olja, še zmeraj pa imamo v povprečju premajhne pridelke za pokrivanje stroškov pridelave. Z nalogo smo želeli preveriti prehransko stanje oljčnikov in to primerjati s podatki iz literature, da bi lahko optimizirali gnojenje in s tem izboljšali ekonomiko pridelave oljk. Prehransko stanje oljčnikov sorte 'Istrska belica' smo spremljali v šestih različnih nasadih v obdobju devetih let. Pri upoštevanju mejne vrednosti dušika 1,5 % je bilo skoraj 41 % nasadov podhranjenih, pri upoštevanju vrednosti 3,5 % NPK za optimalno prehrano, kjer naj bi bilo dušika 2,1 %, ugotovimo, da v nobenem vzorcu ni bila dosežena tolikšna vrednost. Tudi pri ugotavljanju fiziološkega ravnotežja, smo ugotovili večinoma premajhne vrednosti dušika v primerjavi s fosforjem in kalijem. S fosforjem, kljub pomanjkanju v tleh, ni težav, po drugi strani pa je pomanjkanje kalija zaznано na skoraj 30 % vzorcih. Vsebnost bora v listih je večinoma zelo majhna, saj je skoraj 67 % vzorcev vsebovalo premalo bora. Za doseganje večjih pridelkov bi bilo potrebno temeljito prevetriti obstoječe gnojenje.

**Ključne besede:** prehrana oljk, foliarne analize, fiziološko ravnovesje, talna analiza

### **MONITORING OF MINERALS IN THE LEAVES OF OLIVE (*Olea europaea* L.) CULTIVAR 'ISTRSKA BELICA'**

#### **ABSTRACT**

In the last thirty years in Slovenia a significant improvement in olive growing has been made. In this period the surface area was increased from 450 to more than 2,100 ha of olives. Parallel to this the quality of the oil increased, but still average yields are too low to cover production costs. The aim of our study was to verify the nutritional status of olive orchards and compare it with data from the literature, in order to optimize fertilization, thereby improving the economics of the production of olives. Nutritional status of 'Istrska belica' was monitored in six different plantations in a period of nine years. Considering the limit of nitrogen 1.5 %, almost 41 % of crops are malnourished, considering 3.5 % for optimal nutrition, from which 2.1 % should be nitrogen, no sample met the criteria. Also, in determining the physiological balance, we found mostly too low amount of nitrogen, compared with phosphorous and potassium. Despite the lack of the soil there are no problems with phosphorus, on the other hand, the shortage of potassium detected in almost 30 % of the samples. Boron content in the leaves is usually very low, as almost 67 % of the samples

---

<sup>1</sup>Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod Nova Gorica, Pri hrastu 18, 5000 Nova Gorica

contained too little boron. In order to achieve higher yields should be thoroughly refresh existing fertilization.

**Key words:** olive nutrition, leaf analysis, physiological balance, soil analysis

## 1. UVOD

Oljkarstvo je bilo v Sloveniji dolgo časa zanemarjeno, strokovnjakov za oljkarstvo ni bilo, zato smo znanje pridobivali prvenstveno iz literature. V zadnjih tridesetih letih je viden velik napredek, saj smo v tem obdobju povečali površine iz 450 na več kot 2100 ha oljk, kar oljko uvršča na drugo mesto med sadnim drevjem v Sloveniji. Pridelava je zaradi razdrobljenosti in visokih stroškov delovne sile draga, zato je smiselna usmeritev v olja višje kakovosti, ki lahko dosežejo višjo ceno, vendar so stroški take pridelave višji. Po drugi strani pa so povprečni pridelki v naših nasadih dokaj majhni, kar bi lahko med drugim popravili tudi s primerno prehrano. Številni avtorji poudarjajo pomen dušika v prehrani oljke. Za redno gnojenje v rodnih nasadih se tako priporoča 2,7 do 3,5 kg dušika, 0,6 kg fosforja in 3 kg kalija na 100 kg pridelka (Fontanazza, 1993), kar pomeni od 162 do 210 kg dušika/ha, medtem ko v naših nasadih običajno dodajajo manjše količine dušika – od 60 do 100 kg/ha. Na podlagi raziskav, kjer so preverjali razporeditev hranil po posameznih organih, so ugotovili, da s pridelkom odnesemo več kot 30% dušika (Xyloyanis in sod., 2002). Nekateri avtorji (Inglese in sod., 2002) navajajo, da primerna prehrana z dušikom in kalijem vpliva na velikost plodov, razmerje med mesom in koščico, deluje proti odpadanju plodov ter s tem na pridelek, ne vpliva pa na kakovost olja. Drugi avtorji niso potrdili povečanja teže plodov in pridelka v poskusu z dodajanjem dušika in magnezija – kot možen razlog navajajo večjo vsebnost dušika v tleh zaradi predhodnih gnojenj (Marcelo, 2002). Prav tako nekateri trdijo, da premočno gnojenje z dušikom vpliva na kakovost – zniža vsebnost polifenolov in oleinske maščobne kisline (Morales in sod., 2008), spet drugi pa, da dušik vpliva na znižanje polifenolov, ne pa tudi na sestavo maščobnih kislin (Fernandez-Escobar in sod., 2006). Po drugi strani pa foliarno gnojenje s primernim razmerjem makro in mikrohranil vpliva na zvišanje vsebnosti polifenolov v plodovih (Zouri in sod., 2016). Za optimiziranje gnojenja je nujno preverjanje prehranskega statusa s foliarnimi analizami, saj lahko s prevelikimi dozami gnojil dosežemo nasprotno – slabši pridelek in kakovost, nepotrebno zvišanje stroškov pridelave ter onesnaževanje okolja (Lopez-Granados, 2004).

Naš cilj je povečanje pridelkov in doseganje visoke kakovosti oljčnega olja ob čim bolj racionalni porabi. Z raziskavo smo želeli preveriti prehransko stanje oljčnikov in to primerjati s podatki iz literature, da bi lahko optimizirali gnojenje in s tem izboljšali ekonomiko pridelave oljk.

## 2. MATERIAL IN METODE

Foliarno prehransko stanje oljčnikov sorte 'Istrska belica' smo spremljali v šestih različnih nasadih oziroma obravnavanjih na štirih lokacijah v Ankaranu, Strunjanu, Bivju (2) in Šmarjah pri Kopru (2) v starosti od 10 do 25 let. V Šmarjah smo preverjali tudi razliko med različnim sadilnim materialom in sicer med sadikami na lastnih koreninah in sadikami cepljenimi na podlago sorte 'Črnica'. Vzorčenje je potekalo v drugi polovici julija (čas otditve koščice) v devetih zaporednih letih na petih izbranih drevesih za vsako obravnavanje.

V prvem letu smo v opazovanih oljčnikih opravili analizo tal (pH, organska snov,  $P_2O_5$ ,  $K_2O$ ,  $MgO$ ). V Šmarjah rastejo drevesa vzgojena s potaknjencev in na podlagi sorte 'Črnica' na istem zemljišču, zato je bila opravljena tam samo ena analiza tal. Fosfor in kalij smo analizirali po amon-laktatni ekstrakciji, fosfor ( $P_2O_5$ ) spektrofotometrično, kalij ( $K_2O$ ) pa z atomsko absorpcijo pri 769,9 nm. Magnezij smo prav tako analizirali z atomsko absorpcijo po ekstrakciji v 0,1 M KCl. Organsko snov smo analizirali po standardu ISO 14235:1999.

Foliarne analize smo opravili po sežigu pri 550 °C, fosfor po ISO 6491 standardu, medtem ko kalij, magnezij in kalcij z atomsko absorpcijo po ISO 6869 standardu, bor z ICP po ISO/TS 16965:201, dušik pa po Kjeldahlu (Jug in Vesel, 2015).

Kljub poudarjanju pomena foliarnih analiz za racionalizacijo gnojenja, še zmeraj niso dorečene mejne vrednosti posameznega hranila in primerno razmerje med hranili. Fiorino (2003) ugotavlja, da je nujno standardiziranje vzorčenja in določitev referenčnih vrednosti. Omenja različne poglede, v Španiji so se odločili za en standard, v Italiji pa bi želeli določiti standarde po območjih, sortah in fenološkem stadiju (Cimato in Franchini, 2002). Za določanje fiziološkega ravnovesja in optimalne prehranjenosti smo uporabili mejne vrednosti iz World Olive Encyclopaedia (1996), ki so jih uporabili tudi Lopez-Granados in sod. (2004), Fernandez-Escobar in sod. (2009) in številni drugi avtorji:  $N \geq 1,5\%$ ,  $P \geq 0,1\%$ ,  $K \geq 0,8\%$ ,  $Ca \geq 1,0\%$ ,  $Mg \geq 0,1\%$  in  $B \geq 19$  mg/kg.

### 3. REZULTATI IN RAZPRAVA

Rezultati analize tal kažejo, da so tla v vseh opazovanih nasadih humozna, saj vsebujejo od 2,5 do 3,3 % organske snovi. Oljka bolje uspeva v nevtralnih do rahlo bazičnih tleh. Med opazovanimi oljčniki ima le nasad v Šmarjah (GC in GB) rahlo kislila tla. S fosforjem so tla siromašno založena v treh primerih (Strunjan – MA, Ankaran – JB, Bivje – HB), v dveh pa srednje založena (Bivje – HN, Šmarje), s kalijem pa dobro razen v Strunjanu, kjer so srednje založena (preglednica 1).

Rezultate 54 (6 oljčnikov, 9 let) foliarnih analiz smo primerjali z mejnimi vrednostmi za optimalno prehranjenost. Pri dušiku smo upoštevali optimalno vsebnost nekoliko širše (od 1,43 do 1,57 %) kot jo je predlagal Fernandez-Escobar (2008), ki je v članku opozoril, da tako previsoka, kot prenizka vsebnost dušika v listih vpliva na zmanjšanje oploditve in s tem pridelka. Med obravnavanimi vzorci jih je le 21 vsebovalo preveč dušika, 22 pa premalo dušika v listih (slika 1), kar je lahko tudi razlog za manjše pridelke. Pomanjkanje dušika je najbolj opazno v Ankaranu (v sedmih od devetih let) in Šmarjah (v šestih od devetih let pri sadikah iz potaknjencev in petih od devetih let pri sadikah s podlago 'Črnico'), v Strunjanu pa je bilo pomanjkanje samo v letu 2008, v petih letih pa je bila vsebnost dušika prevelika. Kljub pomanjkanju fosforja v tleh, smo le pri dveh (2010 – GC, 2011 – GP) od 54 vzorcev ugotovili pomanjkanje v listih (slika 2), kljub dobri založenosti tal s kalijem v Šmarjah pa je bilo v listih večinoma premalo kalija – od 18 vzorcev jih je imelo samo 6 primerne vrednosti. V ostalih nasadih je bilo vedno dovolj kalija, razen v letu 2014, ki je bilo posebno zaradi velike količine padavin (slika 3). Kalcija je v naših tleh običajno dovolj, kljub vsemu pa je prišlo v listih do pomanjkanja. V Strunjanu je bila premajhna vrednost štiri leta zapored (2011-2014), v letu 2012 pa je bila samo v Šmarjah na sadikah s podlago 'Črnica' ravno dovolj kalcija v listih, drugod pa je bilo pomanjkanje (slika 4). V letih 2010 in 2011 so bile v Šmarjah zelo visoke vrednosti kalcija, istočasno pa prenizke fosforja. Pomanjkanje magnezija je bilo samo pri vzorcu iz Ankarana v letu 2010, zelo velike vrednosti pa so bile v Šmarjah leta 2011 (slika 5). Vsebnost bora v listih je od leta 2007 do 2012 večinoma padala, ko je bilo pomanjkanje

bora na vseh lokacijah, od takrat dalje pa je načeloma naraščala, vendar je bila še zmeraj pod mejno vrednostjo, razen pri HN na Bivju (slika 6). V Šmarjah je bila primerna količina bora v listih le v letu 2007 in 2014 pri sadikah na lastnih koreninah.

Poleg primerne količine posameznih hranil je zelo pomembno tudi razmerje med njimi, zato so nekateri avtorji poskušali določiti globalno prehrano. Reuther in Robinson (1986) sta ugotovila, da je optimalno razmerje med N, P in K 60:10:30, ki ga poimenujeta fiziološko ravnovesje. Ob tem predlagata optimalno prehranjenost oziroma globalno prehrano 3,5 % NPK, kjer je N 2,10 %, P 0,35 % in K 1,05%. Kasneje so ugotovili, da so te vrednosti previsoke, zato smo izračunali optimalno prehranjenost na podlagi nižjih vrednosti, kjer je N 1,5 %, P 0,1 % in K 0,8 % (World Olive Encyclopaedia, 1996), skupna vrednost NPK pa 2,4 %. Na podlagi tega smo izračunali tudi optimalno razmerje med N, P in K, ki je 62,5:4,2:33,3.

Za vsak vzorec smo izračunali globalno prehrano – skupno vrednost NPK in ob upoštevanju 10 % odstopanja od te vrednosti določili število vzorcev z optimalno globalno prehrano. Ugotovili smo, da so le štirje vzorci s prenizko vrednostjo globalne prehrane – GC in GB v letih 2010 in 2011 (slika 7). Na ostalih lokacijah (razen na JB in HN v 2009 in HB v 2011) so vrednosti do leta 2012 previsoke, medtem ko je od 2013 dalje večinoma optimalna globalna prehrana. Med vsemi 54 vzorci je imela več kot polovica vseh vzorcev (31) optimalno globalno prehrano, le 5 vzorcev (manj kot 10 %) pa je imelo prenizke vrednosti. Noben vzorec ni presegel optimalne prehranjenosti 3,5 % NPK. Poleg tega smo za vsak vzorec izračunali razmerje med N, P in K ter ob upoštevanju 10 % odstopanja od te vrednosti preverjali odstopanja pri vseh treh hranilih. Ugotovili smo, da so imeli samo trije vzorci optimalno razmerje oziroma fiziološko ravnovesje (HN v 2007, HB v 2009 in 2010), med temi je le eden s primerno globalno prehrano (HB v 2009), dva pa z višjo vrednostjo (HN v 2007 in HB v 2010).

Kljub prepričanju, da so naši nasadi dobro prehranjeni, smo ugotovili, da v primerjavi s podatki iz literature rezultati niso najboljši. Pri upoštevanju mejne vrednosti dušika 1,5 % (World Olive Encyclopaedia, 1996) je bilo skoraj 41 % nasadov podhranjenih. V kolikor upoštevamo za optimalno prehrano vrednost 3,5 %, kjer naj bi bilo dušika 2,1 % (Reuther in Robinson, 1986), ugotovimo, da v nobenem opazovanem nasadu in letu ni bila dosežena taka vrednost. Tudi pri ugotavljanju fiziološkega ravnotežja, smo ugotovili večinoma prenizke vrednosti dušika v primerjavi s fosforjem in kalijem. Pri tem izstopa nasad v Šmarjah, ki ima veliko višje vrednosti dušika v primerjavi s kalijem, po drugi strani pa je v listju pomanjkanje dušika. S fosforjem, kljub pomanjkanju v tleh, ni težav, po drugi strani pa je pomanjkanje kalija zaznano na skoraj 30 % vzorcih. Vsebnost bora v listih je večinoma zelo nizka, saj je skoraj 67 % vzorcev vsebovalo premalo bora. Za doseganje večjih pridelkov bi bilo potrebno temeljito prevetriti obstoječe gnojenje.

#### **4. ZAHVALA**

Naloge smo izvajali v okviru programa Poskusnega centra za oljkarstvo pri KGZS – Kmetijsko gozdarskem zavodu Nova Gorica financiranega iz Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano.

#### **5. VIRI**

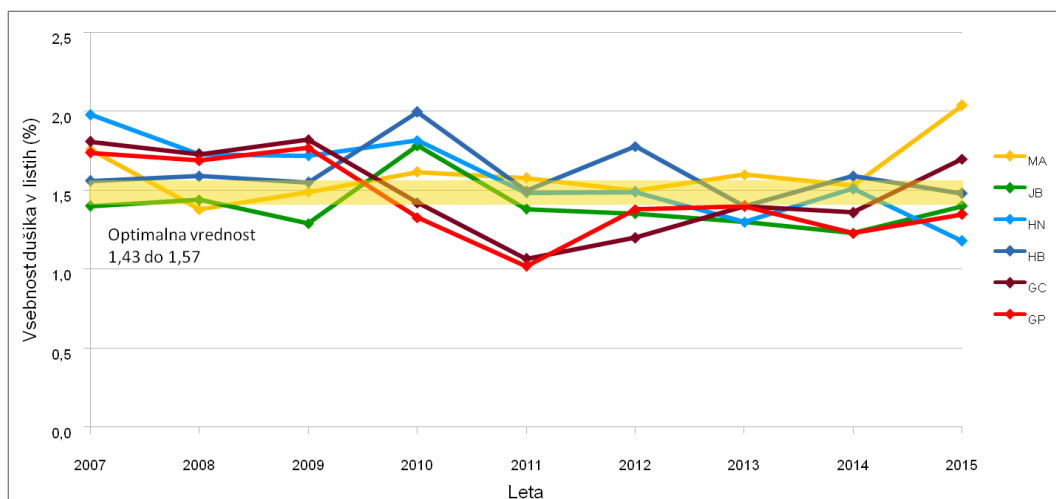
Cimato A., Franchini E. 2002. La fertilizzazione dell'olivo. Firenze, ARSIA, Regione Toscana: 127 str.

- Fernandez-Escobar R., Beltran G., Sanchez-Zamora M. A., Garcia-Novelo J., Aguilera M. P., Uceda, M. 2006. Olive oil quality with nitrogen over-fertilization. *HortScience*, 41, 1: 215-219.
- Fernandez-Escobar R., Ortiz-Urguizua A., Prado M., Rapoport H. F. 2008. Nitrogen status influence on olive tree flower quality and ovule longevity. *Environmental and Experimental Botany*, 64: 113-119.
- Fernandez-Escobar R., Parra M. A., Navarro C., Arguero O. 2009. Foliar diagnosis as a guide to olive fertilization. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 7, 1: 212-223.
- Fiorino P., 2003. *Olea – Trattato di olivicoltura*. Bologna, Edagricole: 461 str.
- Fontanazza G. 1993. *Olivicoltura intensiva meccanizzata*. Bologna, Edagricole: 312 str.
- Inglese P., Gullo G., Pace L. S. 2002. Fruit growth and olive oil quality in relation to foliar nutrition and time of application. *Acta Horticulturae*, 586: 507-509.
- Jug T., Vesel V. 2015. Migration of nutrients from soil to plant in olive orchards. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 27, 2: 215-220.
- Lopez-Granados F, Jurado-Exposito M., Alamo S., Garcia-Torres L. 2004. Leaf nutrient spatial variability and site-specific fertilization maps within olive (*Olea europaea* L.) orchards. *Europaen Journal of Agronomy*, 21: 209-222.
- Marcelo M E., Jordão P. V., Soveral-Diaz J. C., Matias H., Rogado B. 2002. Effect of nitrogen and magnesium application on yield and leaf N and Mg concentrations of olive trees cv. Picual. *Acta Horticulturae*, 586: 329-332.
- Morales-Sillero A., Fernandez J. E., Troncoso A. 2008. Response of mature 'Manzanilla' olive trees to different doses of N-P-K fertilizer applied by fertigation. *Acta Horticulturae*, 791: 345-349.
- Reuther D. J., Robinson J. B. 1986. *Plant Analysis. An Interpretation Manuel*. Melbourne, Sydney, Inkata press: 218 str.
- Xiloyannis C., Celano G., Palese A. M., Dicchio B., Nuzzo V. 2002. Mineral nutrient uptake from soil in irrigated olive trees, cultivar Coratina, over six years after planting. *Acta Horticulturae*, 586: 453-456.
- World Olive Encyclopaedia. 1996. Barcelona, International Olive Oil Council: 479 str.
- Zouri I., AyachiMezghani M., Mehri B., Attia F, Labidi F., Attia L., Annabi K, Laaribi I., Hammami M. 2016. Phenolic profiling of olive fruits after the use of different mineral fertilization in rain-fed conditions. VIII International Olive Symposium. Book of Abstracts: 185.

Preglednica 1: Analize tal petih opazovanih oljčnih nasadov v letu 2007 z označbo stopnje preskrbljenosti (A – siromašno založena, B – srednje založena, C – dobro založena).

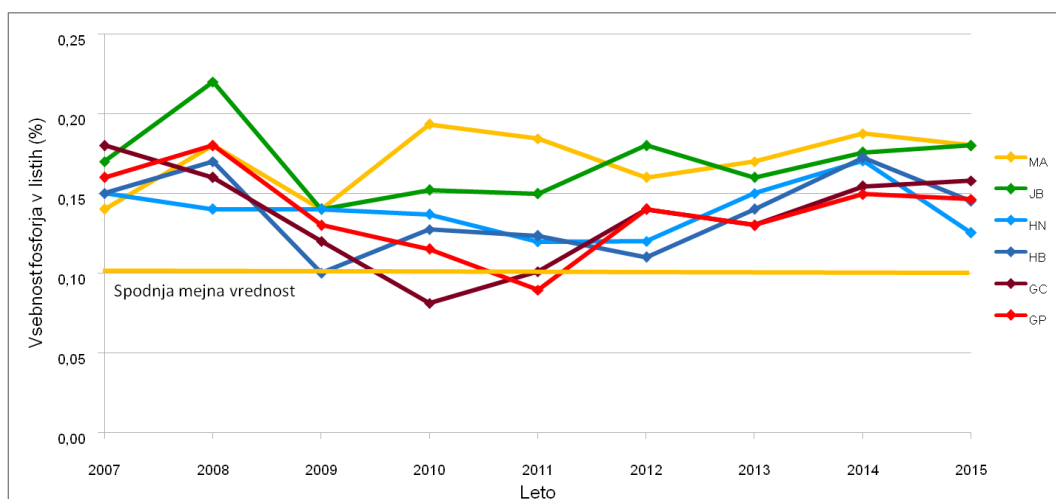
Table 1: Soil analysis of five observed olive orchards with an indication of the fertility classes (A – very low, B – low, C – optimal).

Lokacije	MA	JB	HN	HB	GCB
pH (KCl)	7,1	7,1	7,1	7,0	6,8
Organska snov (%)	3,3	2,5	2,5	3,0	3,0
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/100g)	4 A	5 A	11 B	5 A	6 B
K <sub>2</sub> O (mg/100g)	19 B	27 C	21 C	23 C	24 C
Mg (mg/100g)	4	4	5	5	11
B (mg/kg)	0,27	0,10	0,20	0,15	0,13
Teksturni razred	I-MI	PI	I	PI	GI-MGI
Tla	srednje	lahka	srednje	lahka	težka



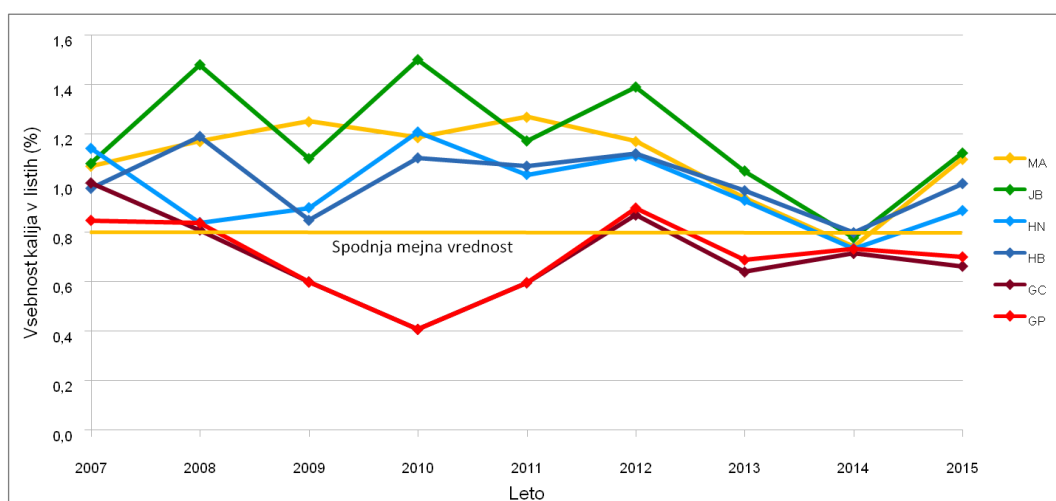
Slika 1: Vsebnost dušika v listih oljk (%) različnih lokacij od 2007 do 2015.

Figure 1: Foliar nitrogen levels of the different locations from 2007 to 2015.



Slika 2: Vsebnost fosforja v listih oljk (%) različnih lokacij od 2007 do 2015.

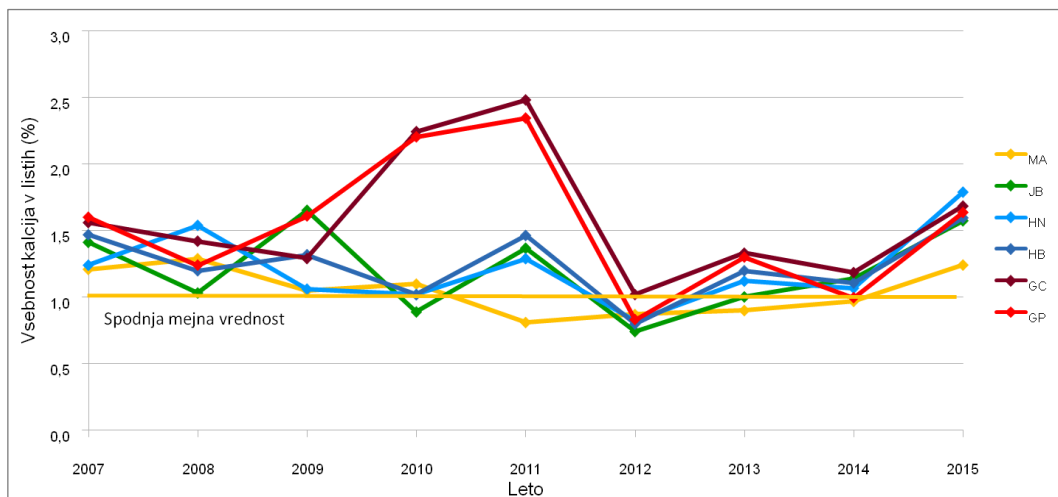
Figure 2: Foliar phosphorus levels of the different locations from 2007 to 2015.



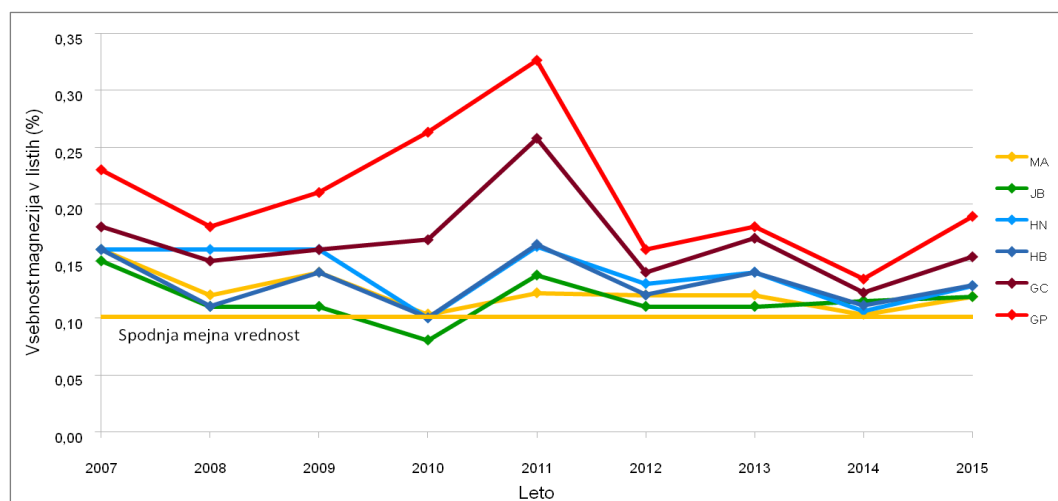
Slika 3: Vsebnost kalija v listih oljk (%) različnih lokacij od 2007 do 2015.

Figure 3: Foliar potassium levels of the different locations from 2007 to 2015.

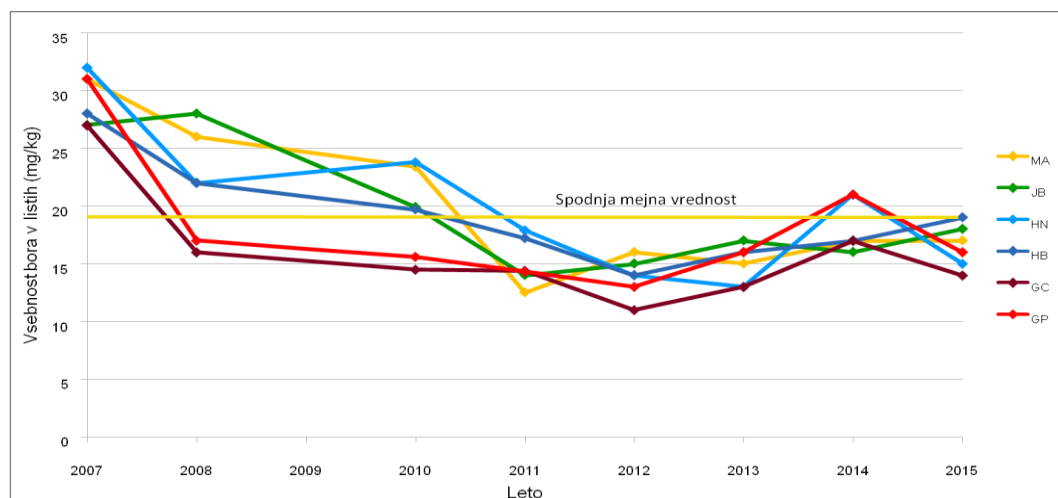




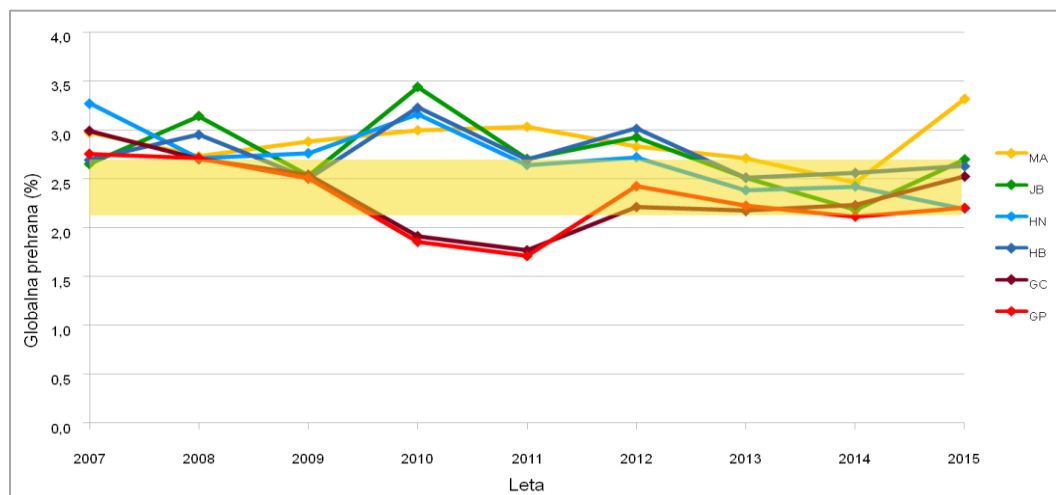
Slika 4: Vsebnost kalcija v listih oljk (%) različnih lokacij od 2007 do 2015.  
Figure 4: Foliar calcium levels of the different locations from 2007 to 2015.



Slika 5: Vsebnost magnezija v listih oljk (%) različnih lokacij od 2007 do 2015.  
Figure 5: Foliar magnesium levels of the different locations from 2007 to 2015.



Slika 6: Vsebnost bora v listih oljk (mg/kg) različnih lokacij od 2007 do 2015.  
Figure 6: Foliar boron levels of the different locations from 2007 to 2015.



Slika 7: Globalna prehrana na podlagi minimalne količine N, P in K v listih oljke od 2007 do 2015.

Figure 7: Global nutrition on the basis of the minimum quantity of N, P and K in the leaves of the olive from 2007 to 2015.

## VPLIV TOPLOTNE OBDELAVE NA STABILNOST PRIMARNIH IN SEKUNDARNIH METABOLITOV V AMERIŠKIH BOROVNICAH (*Vaccinium corymbosum* L.)

Zala ZORENČ<sup>1</sup>, Robert VEBERIČ<sup>1</sup>, Franci ŠTAMPAR<sup>1</sup>, Darinka KORON<sup>2</sup>, Maja  
MIKULIČ-PETKOVŠEK<sup>1</sup>

### POVZETEK

Plodovi ameriških borovnic se pogosto predelajo v različne izdelke, pri čemer so izpostavljeni različnim toplotnim postopkom. V poskusu smo kaše treh različnih sort ameriških borovnic ('Bluecrop', 'Jersey' in 'Earliblue') toplotno obdelali pri različnih temperaturah (4 °C, sobna temperatura, 50 °C, 75 °C in 100 °C) in preverili njihov vpliv na stabilnost topne suhe snovi, barvo ter na vsebnost primarnih in sekundarnih metabolitov. Pri najvišji temperaturi je bila vsebnost suhe topne snovi največja, nasprotno pa je bilo pri višjih temperaturah od 8 do 16 % manj skupnih sladkorjev in organskih kislin. Vsebnosti fenolnih snovi po skupinah so bile na splošno največje pri toplotno neobdelanih vzorcih (4 °C, sobna temperatura), medtem ko so imele kaše izpostavljene višjim temperaturam od 11 do 32 % manjšo vsebnost skupnih fenolov. Največje zmanjšanje (38–64 %) je bilo izmerjeno pri skupnih antocianinih, kar je bilo povezano s temnejšo barvo sadne kaše, ki je bila obdelana pri najvišji temperaturi.

**Ključne besede:** temperatura, barva, sladkorji, organske kisline, antocianini, skupni fenoli

## THERMAL STABILITY OF PRIMARY AND SECONDARY METABOLITES IN HIGHBUSH BLUEBERRIES (*Vaccinium corymbosum* L.)

### ABSTRACT

Blueberry fruits are frequently processed to different products, which are subjected to different temperature regimes during their manufacture. Therefore, the aim of this study was to evaluate the impact of different temperatures (4 °C, room temperature, 50 °C, 75 °C and 100 °C) on the stability of soluble solids, color and primary and secondary metabolites in blueberry purees of three different highbush cultivars ('Bluecrop', 'Jersey' and 'Earliblue'). Soluble solids content increased with heating; conversely, 8–16% lower levels of total sugars and organic acids have been measured in purees subjected to highest temperature regimes. Blueberry purees prepared at higher temperatures were also characterized by a 11–32% decrease in total phenolic content and a lower content of all analyzed phenolic groups. A major, 38–64% decrease in total anthocyanins has been linked to darker color of purees, subjected to higher temperature.

**Key words:** temperature, color, sugars, organic acids, anthocyanins, total phenolic content

<sup>1</sup> Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Katedra za sadjarstvo, vinogradništvo in vrtnarstvo, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana

<sup>2</sup> Kmetijski inštitut Slovenije, Oddelek za sadjarstvo, vinogradništvo in vinarstvo, Hacquetova ulica 17, 1000 Ljubljana

## 1. UVOD

Ameriške borovnice (*Vaccinium corymbosum* L.) tako kot ostale vrste jagodičja predstavljajo odličen vir številnih fenolnih snovi, ki imajo lahko tudi veliko zdravju koristnih učinkov. Na polifenole najbolj vpliva genotip (rastlinska vrsta in sorta), različni zunanji dejavniki (klimatske razmere), agrotehnični ukrepi, način pridelave itd. Vendar, ker vemo, da so ameriške borovnice sezonsko sadje in se veliko plodov zamrzne ali predela v različne izdelke (sokovi, marmelade, sirupi itd.), lahko s toplotno obdelavo (pasterizacija, gretje, sušenje, zmrzovanje) večino teh snovi izgubimo (Bornšek in sod., 2015; Brownmiller in sod., 2008, 2009). Na zmanjšanje vsebnosti so še posebej občutljivi antocianini, barvila, ki dajejo jagodičju značilna rdeča, modra ali vijolična obarvanja. Posledica zmanjšanja vsebnosti antocianinov zaradi toplotne obdelave je torej lahko tudi sprememba barve, ki je seveda bistvenega pomena pri zunanji kakovosti izdelka (Hellstrom in sod., 2013; Wang in sod., 2015). Dosedanje raziskave kažejo, da je pri predelavi oziroma obdelavi najpomembnejši dejavnik temperatura ter tudi sama dolžina toplotne obdelave. V borovničevih tropinah so predhodno ugotovili, da se je vsebnost skupnih antocianinov najbolj zmanjšala pri 125 °C, in sicer za 52 %. Prav tako se je s segrevanjem zmanjšala vsebnost procianidinov (Khanal in sod., 2010).

V raziskavi smo iz več sort ameriških borovnic naredili sadno kašo in želeli ugotoviti kako različne temperature vplivajo na stabilnost antocianinov in posledičen vpliv na obstojnost barve. Prav tako smo želeli preveriti spremembe ostalih skupin fenolnih snovi, topne suhe snovi ter primarnih metabolitov (sladkorjev in organskih kislin).

## 2. MATERIAL IN METODE

Za poskus smo izbrali zrele plodove treh tržno zanimivih sort ameriških borovnic, in sicer 'Bluecrop', 'Jersey' in 'Earliblue'. Plodove smo zmleli s pomočjo paličnega mešalnika in kaše v steklenih čašah pustili za dve uri pri petih različnih temperaturah. 1. obravnavanje je bilo na 4 °C, 2. obravnavanje na 22 °C (sobna T), 3. obravnavanje na 50 °C, 4. na 75 °C ter 5. na 100 °C. S pomočjo kolorimetra smo izmerili barvna parametra  $L^*$  in  $h^\circ$  ter s pomočjo refraktometra določili vsebnost topne suhe snovi. Vsebnost posameznih sladkorjev, organskih kislin in fenolnih snovi smo določili in analizirali po protokolu Mikulic-Petkovsek in sod. (2015), medtem ko smo vsebnost skupnih fenolnih snovi izmerili spektrofotometrično (765 nm) po metodi s Folin-Ciocalteujevim reagentom (Singleton in sod., 1999). Rezultate skupnih fenolov smo izrazili v ekvivalentih galne kisline (GAE). Vzorce smo posušili do konstantne mase pri 105 °C in preračunali vse rezultate na suho maso (SM). Rezultate smo statistično obdelali s programom Statgraphic plus 4.0 z uporabo enosmerne analize variance ( $p \leq 0,05$ ). V preglednici 1 in 2 različne črke v stolpcu pomenijo, da pri pripadajočih povprečnih vrednostih znotraj posamezne sorte obstajajo statistično značilne razlike med posameznimi obravnavanji ( $n=5$ ).

## 3. REZULTATI IN RAZPRAVA

Toplotna obdelava borovničevih kaš vseh treh sort ameriških borovnic ('Bluecrop', 'Jersey' in 'Earliblue') je povzročila spremembe obeh analiziranih barvnih parametrov (preglednica 1). Vrednosti svetlosti ( $L^*$ ) so bile pri neogrevanih vzorcih (4 °C, sobna temperatura) največje (23,4–24,8), medtem ko so bile na splošno najmanjše vrednosti izmerjene pri najvišji temperaturi (20,4–21,9), kar pomeni, da so bile toplotno obdelane kaše temnejše obarvane. Vrednosti barvitosti oziroma barvnih tonov ( $h^\circ$ ) so bile najmanjše pri nižjih temperaturah

(36,4–43,7), kar je pomenilo, da so bili vzorci pri višjih temperaturah bolj rjavkasto obarvani (40,4–45,6). Slednje nakazuje, da so bile encimske aktivnosti (peroksidaze, polifenol oksidaze in glukozidaze) s segrevanjem zmanjšane (Lee in sod., 2002; Pallas in sod., 2012). Na stabilnost antocianinov in posledično barvo poleg temperature in encimske aktivnosti vplivajo tudi kisik, čas toplotne obdelave, pH, svetloba, kopigmenti, kovinski ioni, askorbinska kislina, sladkorji, SO<sub>2</sub> itd. (García-Viguera in sod., 1998). Vsebnost skupnih antocianinov je bila pri vseh kašah največja pri najnižji temperaturi (4 °C), medtem ko so kaše sort 'Bluecrop' in 'Jersey' pri temperaturah od 50 do 100 °C vsebovale od 56 do 62 % manj skupnih antocianinov (preglednica 2). Pri kaši sorte 'Earliblue' je bila najmanjša vsebnost antocianinov (64–85 % manj kot pri 4 °C) izmerjena pri najvišjih temperaturah (75–100 °C). Scibisz in Mitek (2009) poročata, da je bil obseg toplotne degradacije antocianinov povečan z večjo vsebnostjo topne suhe snovi, kar so potrdili tudi naši rezultati (preglednica 1). Višja temperatura je povzročila od 8–16 % manj skupnih sladkorjev in organskih kislin v sadnih kašah različnih sort. Prav tako kot skupni antocianini so bile tudi vsebnosti ostalih fenolnih snovi po skupinah največje pri najnižji ali sobni temperaturi (preglednica 2). Vse skupaj se je odrazilo tudi na vsebnosti skupnih fenolov, kjer so se njihove vsebnosti pri višji temperaturi zmanjšale med 11 % ('Bluecrop'), 17 % ('Jersey') in 32 % ('Earliblue') v primerjavi s kontrolo (4 °C) (slika 1).

Dendrogram vseh sekundarnih metabolitov jasno prikazuje dve veliki skupini s tremi podskupinami (slika 2). Ti dve veliki skupini sta ločili vzorce različnih sort glede na obravnavanje v skupino z visokimi temperaturami (50 °C, 75 °C in 100 °C) in v skupino s toplotno neobdelanimi kašami (4 °C, sobna temperatura). Izjema je bila le kaša sorte 'Earliblue' na 50 °C, ki je bila po vrednostih analiziranih fenolov bolj podobna isti sorti izpostavljeni 4 °C in sobni temperaturi. Zanimivo je, da so se manjše skupine, ki so se oblikovale znotraj velike skupine med seboj razporedile po sortah, kar kaže na veliko razliko v vsebnosti fenolnih spojin med sortami vključenimi v poskus. Najmanjša izguba sekundarnih metabolitov je bila zaznana pri sorti 'Bluecrop', sledila je sorta 'Jersey' in na koncu sorta 'Earliblue', ki se je v raziskavi pokazala kot najmanj primerna za toplotno obdelavo.

Iz rezultatov lahko zaključimo, da na barvo in vsebnost antocianinov in drugih fenolnih snovi toplotna obdelava vpliva negativno, pri tem pa ne smemo zanemariti niti vpliva odziva posamezne sorte. Ne glede na to, da smo ugotovili, da so visoke temperature negativno vplivale na vsebnost sekundarnih metabolitov, lahko rečemo, da so bile toplotno obdelane kaše pri visoki temperaturi še vedno bogat vir fenolnih snovi.

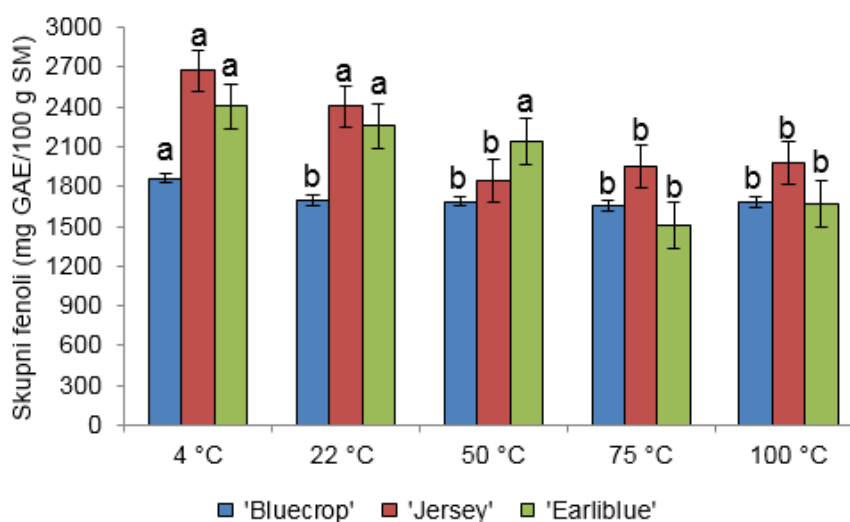
#### 4. ZAHVALA

Raziskava je del programa Hortikultura P4-0013-0481, ki ga financira Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije (ARRS).

#### 5. VIRI

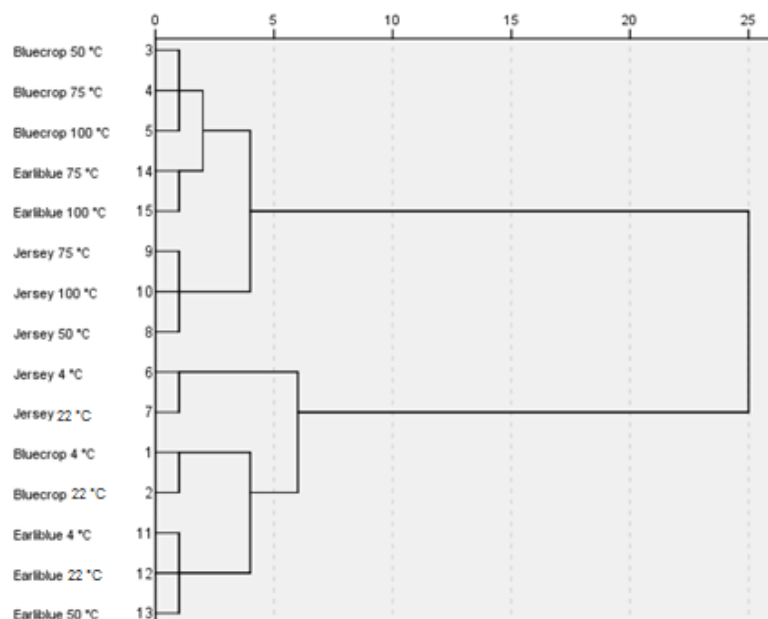
- Bornšek S. M., Polak T., Skrt M., Demšar L., Poklar Ulrih N., Abram V. 2015. Effects of industrial and home-made spread processing on bilberry phenolics. *Food Chemistry*, 173: 61–69.
- Brownmiller C., Howard L. R., Prior R. L. 2008. Processing and storage effects on monomeric anthocyanins, percent polymeric color, and antioxidant capacity of processed blueberry products. *Journal of Food Science*, 73: H72–H79.

- Brownmiller C., Howard L. R., Prior R. L. 2009. Processing and storage effects on procyanidin composition and concentration of processed blueberry products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57: 1896–1902.
- García-Viguera C., Zafrilla P., Artés F., Romero F., Pedro Abellán P., Tomás Barberán F. A. 1998. Colour and anthocyanin stability of red raspberry jam. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 78: 565–573.
- Hellstrom J., Mattila P., Karjalainen R. 2013. Stability of anthocyanins in berry juices stored at different temperatures. *Journal of Food Composition and Analysis*, 31: 12–19.
- Khanal R. C., Howard L. R., Prior R. L. 2010. Effect of heating on the stability of grape and blueberry pomace procyanidins and total anthocyanins. *Food Research International*, 43: 1464–1469.
- Lee J., Durst R. W., Wrolstad R. E. 2002. Impact of juice processing on blueberry anthocyanins and polyphenolics: Comparison of two pretreatments. *Journal of Food Science*, 67: 1660–1667.
- Mikulic-Petkovsek M., Rescic J., Schmitzer V., Stampar F., Slatnar A., Koron D., Veberic R. 2015. Changes in fruit quality parameters of four *Ribes* species during ripening. *Food Chemistry*, 173: 363–374.
- Pallas L. A., Pegg R. B., Shewfelt R. L., Kerr W. L. 2012. The role of processing conditions on the color and antioxidant retention of jet tube fluidized bed-dried blueberries. *Drying Technology*, 30: 1600–1609.
- Scibisz I., Mitek M. 2009. Effect of processing and storage conditions on phenolic compounds and antioxidant capacity of highbush blueberry. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 59: 45–52.
- Singleton V. L., Orthofer R., Lamuela-Raventós R. M. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*, 299: 152–178.
- Wang Z., Zhang M., Wu Q. 2015. Effects of temperature, pH, and sunlight exposure on the color stability of strawberry juice during processing and storage. *Food Science and Technology*, 60: 1174–1178.



Slika 1: Povprečna vsebnost skupnih fenolov (v mg GAE/100 g suhe mase) posameznih kaš različnih sort in temperaturnih obravnavanj. Različne črke označujejo statistično značilno razliko med obravnavanji posamezne sorte.

Figure 1: Total phenolic content (in mg GAE/100 g dry weight) of different blueberry purees subjected to five thermal treatments. Different letters denote significant differences among thermal treatments for each individual cultivar.



Slika 2: Dendrogram analiziranih sekundarnih metabolitov različnih kaš ameriških borovnic in temperaturnih obravnavanj (Wardova metoda izmerjena s kvadratom Evklidske razdalje).

Figure 2: Dendrogram of analyzed secondary metabolites of different blueberry purees subjected to five thermal treatments (Wards method based on square Euclidian distance).

Preglednica 1: Topna suha snov (TSS, °Brix), barvna parametra L\* in h°, skupni sladkorji in organske kisline (mg/g SM) posameznih kaš različnih sort in obravnavanj (povprečna vrednost ± standardna napaka).

Table 1: Average soluble solids (°Brix), colorimetric parameters L\* and h°, total sugars and organic acids (mg/g DW) for each individual cultivar and treatment (average value ± standard error).

Sorta	T	TSS	L*	h°	Skupni sladkorji	Skupne kisline
'Bluecrop'	4 °C	12,1 ± 0,09 d	24,0 ± 0,23 ab	36,4 ± 1,08 c	646,8 ± 5,13 a	72,08 ± 1,08 a
	22 °C	11,7 ± 0,03 d	24,8 ± 0,23 a	40,6 ± 0,24 a	658,1 ± 8,34 a	67,26 ± 1,33 b
	50 °C	13,2 ± 0,21 c	23,3 ± 0,64 b	38,3 ± 2,13 ab	638,3 ± 4,29 a	66,02 ± 1,15 b
	75 °C	16,3 ± 0,43 b	21,6 ± 0,32 c	40,4 ± 0,48 a	651,7 ± 13,4 a	62,31 ± 1,84 b
	100 °C	21,5 ± 0,55 a	21,7 ± 0,43 c	40,0 ± 0,61 ab	601,7 ± 17,8 b	63,70 ± 2,17 b
'Jersey'	4 °C	12,9 ± 0,09 c	24,0 ± 0,07 ab	39,4 ± 0,90 b	672,1 ± 2,16 a	50,21 ± 0,53 a
	22 °C	12,1 ± 0,09 c	24,3 ± 0,23 a	38,9 ± 0,58 b	650,6 ± 6,81 a	52,37 ± 1,34 a
	50 °C	13,9 ± 0,15 bc	23,1 ± 0,36 bc	40,3 ± 1,06 b	655,7 ± 6,72 a	52,48 ± 1,34 a
	75 °C	15,4 ± 0,20 b	22,4 ± 0,45 cd	43,2 ± 0,78 a	661,9 ± 6,76 a	49,16 ± 0,84 a
	100 °C	18,3 ± 1,21 a	21,9 ± 0,41 d	43,8 ± 0,49 a	616,9 ± 11,3 b	43,33 ± 1,08 b
'Earliblue'	4 °C	11,7 ± 0,03 d	23,4 ± 0,23 a	43,7 ± 0,25 b	647,8 ± 9,41 a	29,13 ± 0,38 c
	22 °C	11,1 ± 0,03 d	23,4 ± 0,10 a	44,0 ± 0,03 ab	672,2 ± 7,15 a	31,98 ± 0,20 b
	50 °C	14,1 ± 0,42 c	21,8 ± 0,24 b	44,8 ± 0,50 ab	670,9 ± 12,5 a	35,03 ± 0,28 a
	75 °C	17,4 ± 0,27 b	21,7 ± 0,43 b	45,6 ± 0,36 a	666,7 ± 10,2 a	30,67 ± 0,63 b
	100 °C	24,5 ± 0,26 a	20,4 ± 0,24 c	44,1 ± 1,00 ab	570,4 ± 10,6 b	28,33 ± 0,74 d

Preglednica 2: Skupni antocianini (AC), flavonoli, flavanoli in hidroksicimetne (HCA) ter hidroksibenzojske kisline (HBA) (mg/100 g SM) posameznih kaš različnih sort in obravnavanj (povprečna vrednost  $\pm$  standardna napaka).

Table 2: Total anthocyanins, flavonols, flavanols, hydroxycinnamic and hydroxybenzoic acid derivatives (mg/100 g DW) for each individual blueberry cultivar and treatment (average value  $\pm$  standard error).

Sorta	T	Skupni AC	Skupni flavonoli	Skupni flavanoli	Skupne HCA	Skupne HBA
'Bluecrop'	4 °C	790,7 $\pm$ 19,8 a	183,0 $\pm$ 4,42 a	360,0 $\pm$ 8,42 a	1078 $\pm$ 6,84 a	106,3 $\pm$ 2,90 a
	22 °C	654,2 $\pm$ 23,9 b	167,9 $\pm$ 4,81 b	321,8 $\pm$ 7,22 b	1013 $\pm$ 16,2 a	100,1 $\pm$ 1,95 a
	50 °C	508,0 $\pm$ 10,5 c	165,9 $\pm$ 7,18 b	321,2 $\pm$ 14,1 b	877,1 $\pm$ 14,0 b	88,63 $\pm$ 1,39 b
	75 °C	544,8 $\pm$ 20,5 c	161,4 $\pm$ 3,63 b	281,2 $\pm$ 17,2 c	832,1 $\pm$ 11,9 bc	83,47 $\pm$ 1,39 b
	100 °C	574,2 $\pm$ 12,7 c	155,6 $\pm$ 3,87 b	296,7 $\pm$ 18,1 bc	778,0 $\pm$ 16,1 c	69,20 $\pm$ 6,21 c
'Jersey'	4 °C	1283 $\pm$ 34,0 a	145,2 $\pm$ 6,15 a	413,6 $\pm$ 17,8 a	696,7 $\pm$ 25,8 a	122,0 $\pm$ 4,10 a
	22 °C	1130 $\pm$ 35,8 b	130,4 $\pm$ 2,71 b	372,6 $\pm$ 12,4 b	660,7 $\pm$ 18,7 a	110,1 $\pm$ 1,62 b
	50 °C	793,8 $\pm$ 48,0 c	123,7 $\pm$ 5,98 b	334,9 $\pm$ 14,9 b	520,4 $\pm$ 31,3 c	95,90 $\pm$ 3,94 c
	75 °C	795,5 $\pm$ 15,5 c	120,4 $\pm$ 4,03 b	362,9 $\pm$ 10,3 b	558,3 $\pm$ 10,6 bc	98,15 $\pm$ 3,19 c
	100 °C	881,7 $\pm$ 32,4 c	124,7 $\pm$ 4,39 b	248,7 $\pm$ 11,2 c	604,1 $\pm$ 11,4 b	90,81 $\pm$ 4,10 c
'Earliblue'	4 °C	1147 $\pm$ 37,8 a	180,6 $\pm$ 7,52 a	345,3 $\pm$ 5,13 a	605,8 $\pm$ 15,4 a	135,0 $\pm$ 5,93 a
	22 °C	1043 $\pm$ 33,3 b	173,1 $\pm$ 5,66 ab	324,9 $\pm$ 9,95 ab	600,1 $\pm$ 17,1 a	121,2 $\pm$ 4,00 b
	50 °C	855,1 $\pm$ 8,12 c	160,8 $\pm$ 6,51 ab	288,8 $\pm$ 4,55 c	489,7 $\pm$ 5,05 b	102,5 $\pm$ 2,15 c
	75 °C	620,8 $\pm$ 18,3 d	170,9 $\pm$ 4,28 ab	319,2 $\pm$ 8,17 b	495,8 $\pm$ 10,3 b	105,7 $\pm$ 3,63 c
	100 °C	699,8 $\pm$ 26,2 d	157,1 $\pm$ 7,93 b	285,6 $\pm$ 15,0 c	401,3 $\pm$ 23,6 c	96,93 $\pm$ 5,09 c



## **FRUIT PLANTING MATERIAL STRUCTURE PRODUCED IN THE REPUBLIC OF SRPSKA (BiH) IN RELATION TO THE REQUIREMENTS OF FRUIT PRODUCERS**

Jelena DAVIDOVIĆ GIDAS<sup>1</sup>, Gordana ĐURIC<sup>1,2</sup>, Nikola MIČIĆ<sup>1</sup>

### **ABSTRACT**

Certification program has been officially introduced in the Republic of Srpska in 2009, but was never fully implemented because of several specificities of the Bosnia and Herzegovina market, which has had a negative impact on fruit planting material production in the Republic of Srpska. Analysis of fruit planting material production size and structure in the Republic of Srpska (BiH) was conducted based on the official documentation from inspection of fruit planting material for the period 1997-2016. Survey amongst fruit producers was conducted in October and November 2014, by using a questionnaire in order to acquire their opinion on domestically produced planting material in relation to their requirements. Majority of produced planting material belongs to the category of standard material (the lowest category in domestic legislation). Total recorded production in observed period was 25075875 fruit plants, majority belonging to apple (7547311 or 30.10%), raspberry (4281120 or 17.07%), plum (3807250 or 15.18%), pear (3181539 or 12.69%) and sour cherry (2455191 or 9.79%). Fruit producers have expressed partial satisfaction with domestic planting material, and are generally satisfied with variety structure. Variety structure reflects traditionalism in production, but steps are being made towards its modernisation. Legislation in the area of nursery production is complicated and represents a major obstacle in modernisation of variety structure, as well as the resistance of fruit producers towards change in traditional production.

**Key words:** certification, fruit production, category, variety structure.

### **STRUKTURA PRIDELAVE SADIK SADNIH RASTLIN V REPUBLIKI SRPSKI (BiH) GLEDE NA PRIČAKOVANJA SADJARJEV**

#### **POVZETEK**

Program certifikacije sadik smo v Republiki Srbski uradno uvedli leta 2009, a se program, zaradi specifičnosti tržišča v Bosni in Hercegovini, do danes v praksi še ni v polnosti izvedel. Narejena je bila analiza sadilnega materiala (velikost proizvodnje in struktura proizvodnje) v Republiki Srpski (BiH) na osnovi uradne dokumentacije o sadilnem materialu zbrane v obdobju 1997-2016. Izvedena je bila tudi anketa med pridelovalci oktobra in novembra 2014. Anketa je temeljila na vprašalniku, ki je spraševal pridelovalce o domači pridelavi v povezavi z zahtevami proizvedenega sadilnega materiala. Večina pridelanih sadik je bila standardne kakovosti (zakonodajno najnižja kategorija pri domači pridelavi). Skupna pridelava v opazovanem obdobju je znašala 25.075.875 sadik sadnih rastlin, od tega je bilo največ

<sup>1</sup> University of Banja Luka, Faculty of Agriculture, Bul. vojvode Petra Bojovića 1A, 78000 Banja Luka, BiH

<sup>2</sup> University of Banja Luka, Genetic Resources Institute, Bul. vojvode Petra Bojovića 1A, 78000 Banja Luka, BiH

jablanovih sadik (7.547.311 ali 30,10 %), sadik malin (4.281.120 ali 17,07 %), slivovih sadik (3.807.250 ali 15,18 %), hruševih sadik (3181539 ali 12,69 %) in sadik višnje (2.455.191 ali 9,79 %). Drevesničarji so izrazili delno zadovoljstvo z domačim sadilnim materialom in so bili v splošnem zadovoljni z vrstno strukturo. Vrstna struktura izraža tradicionalno usmeritev pridelave, a kažejo se določeni trendi modernizacije. Zakonodaja na drevesničarskem področju je komplicirana in predstavlja največjo oviro na poti modernizacije vrstne strukture, pa tudi pri obstanku drevesničarjev na poti sprememb iz tradicionalnega načina pridelave.

**Ključne besede:** certifikacija, sadjarstvo, kategorija, vrstna struktura

## 1. INTRODUCTION

First step in production of high-quality planting material is selection of appropriate varieties for specific production area and market. Varietal authenticity can only be guaranteed in conditions of strict production control that, among other things, imply establishment of controlled reproduction and production plantations. Quality of planting material, which is the result of nursery production, must be regulated through norms relating to the minimum requirements that planting material should meet, including adequate health state.

Nursery production domain in the Republic of Srpska (RS) is regulated by the Law on planting material ("Official Gazette of the Republic of Srpska", no. 37/09 and 117/11) and the Law on plant protection in the Republic of Srpska ("Official Gazette of the Republic of Srpska", no. 25/09), as well as by a number of subsequent rulebooks. In addition to the mentioned regulations, fruit plant producers are required to comply with regulations in Bosnia and Herzegovina (BiH) that include two more laws and more than ten rulebooks that often do not comply with the regulations of the RS in all provisions. It is very important to emphasize the List of Varieties of BiH, which was adopted in 2010 and amended in 2012 without prior consent of producers in the RS, and as such is not helpful in the domain that it regulates. For this reason the RS's institutions and Producers' Union, together with the Federal Ministry of Agriculture, Water Management and Forestry of the Federation of BiH (FBiH), have asked for its withdrawal and drafting of a new document. Since 2012 the List of Varieties has not been amended, but due to the lack of consent its amendment will not be possible in the near future.

Non-compliance of the regulations, the emergence of unfair competition in the common market of BiH, as well as constant presence of marketing of planting material between the RS and FBiH that have different regulations of certification of planting material, have a negative impact on the production of certified planting material and entrance of domestic producers of planting material in the market of the European Union (EU). The introduction of the Common Phytosanitary Register and plant passports in BiH in 2011 has, in some way, regulated common planting material market, but even this system has not yet been fully implemented. However, in the last few years the changes in domestic market is evident, mainly because the producers have started with the production of certified planting material and the demand on this category of planting material has also increased. Also, several reproductive plantations with basic reproductive material have been established, which certainly indicates progress in this domain.

## 2. MATERIAL AND METHODS

Data for the analysis of the size and structure of fruit planting material production in the RS were collected from the documents created in the process of the official supervision of fruit planting material production (plants for planting and reproductive material) in the RS for the period 1997-2016. These documents were provided by the two officially authorized control institutions – the Institute for Horticulture of the Faculty of Agriculture (University of Banja Luka) and the Agricultural Institute of the RS. The paper presents an analysis of the structure of the total number of produced fruit plants, as well as the structure of produced fruit plants according to rootstocks and varieties in the observed time period, but only for the fruit species whose production exceeds 5% in total production size.

The other part of the research was conducted through a questionnaire intended for fruit producers in the RS (them being the end users of fruit planting material) in order to perceive their opinion on planting material produced in the RS. Data were collected by the direct contact with fruit producers or via e-mail during October and November 2014, and most of the producers were from the western part of the RS. The questionnaire comprised 14 questions, and some of the answers are presented in the chapter Results and Discussion.

## 3. RESULTS AND DISCUSSION

In the RS a total of 25.075.875 fruit plants was produced during the period 1997-2016. Half of this production are pome fruits (43.28%), about a third are stone fruits (31.99%) and about a quarter are berry fruits (23.02%) (Figure 1). Less than 2% of the total production comprise the nut fruits and other fruit species (e.g. fig, pomegranate, etc.). Analysis of the production size (Figure 2) shows that the number of the produced fruit plants exceeds the amount of 1 million in the year 2005 and it stayed over this value also during next years. The maximum number of fruit plants was produced in 2016 (2 683 688), while in 2009 and 2013 the number exceeded 2 million also. Furthermore, Figure 2 shows that during a relatively short period (2009-2016) some significant fluctuations in the quantities of produced fruit plants have been perceived. These fluctuations could possible negative effect the fruit production strategy planning in the RS. The leading fruit species regarding the production amount were apple (7547311 or 30.10%), raspberry (4281120 or 17.07%), plum (3807250 or 15.18%), pear (3181539 or 12.69%) and sour cherry (2455191 or 9.79%) during the observed period, while production of other fruit species did not exceed 5%.

The certified plants represented only 1.55% of the total fruit plant production during the observed period what is far below the number of plants of this category in the neighboring countries. For example, in Republic Croatia the production of certified fruit plants ranged between 13 and 15% of the total fruit plant production in the period of 2013-2015 (Hrvatski centar za poljoprivredu, hranu i selo, 2014; 2015; 2016).

A total of 7547311 apple plants were produced in the observed period and only 55.900 were certified plants, which were produced in 2015 and 2016. In the structure of used apple rootstocks, M9 and its clones dominated (85.56%), MM 106 has a significant presence (10.08%) and seedlings of *Malus sylvestris* (L.) Mill. were represented with only 1.91%. This structure of used rootstocks indicates that the apple production in the RS is mainly based on the intensive plantations when it comes to planting density (Mičić *et al.*, 1995; Đurić *et al.*, 2009). Analysis of the apple cultivar structure in the plant production can be valued as less favorable because of the dominance of cv. 'Idared' (30.98%), which remained dominant in

the previous period (Cvetković *et al.*, 2010). 'Idared' is mainly used as pollinator, while in the market it lost its value and was replaced with new and qualitative more important cultivars (Mičić *et al.*, 2005). The presence of cv. 'Golden Delicious', which is one of the leading varieties in developed countries (Mičić *et al.*, 2005; Angelini, 2008; Štampar, 2014), is high (16.03%). Among new cultivars, 'Gala' (10,20%), 'Fuji' (4.46%) and 'Braeburn' (3.13%) also have good presence, which can be considered a positive trend. Apple plant nursery production consists of a large number of apple cultivars, including a number of domestic cultivars, which can be explained by the desire to maintain certain old varieties in the production.

Production of raspberry plants in the RS began in 2000, when an amount of 4281120 raspberry plants have been produced, in the form of rooted basal shoots. From this number, in 2015 and 2016 a total of 197000 certified raspberry plants were produced. 'Willamette' is the most used cultivar (80.75%), and together with 'Meeker' have been only two raspberry varieties in the production in the RS for a long time. Since 2015 cultivars 'Autumn Bliss', 'Polka' and 'Tulameen' were introduced into the production of raspberry plants. 'Willamette' is the most represented cultivar in the production of berry fruits, not only in the RS and BiH, but also in Serbia, where the presence of this cultivar in the total fruit production exceed more than 90% (Kurtović *et al.*, 2012; Laposavić *et al.*, 2013). Using this fact and the increased occurrence of pathogens, such as *Botrytis cinerea* in commercial production sites in Serbia (Tanović *et al.*, 2015), it is easy to explain the expansion of raspberry planting material production and its export to this county.

The production of plum planting material in the RS's nurseries reached 3.807.250 plum plants during the observed period, while certified plum plants (48.100 pieces) were produced only in 2015 and 2016. Around 98% of plum plants are produced by using *Prunus cerasifera* Ehrh. seedlings as rootstocks, and around 2% by using *Prunus myrabolana* (L.) Loisel seedlings. Insight into the plum variety structure shows that most plum fruits are being used for processing (usually in distillates and for drying), and smaller part for direct consumption. 'Čačanska rodna', as cultivar was only used for processing and 'Stenley', a cultivar of combined features, comprise 61.65% of the total plum plant production, which is also the trend in neighboring countries (Milošević and Glišić, 2013). The positive trend in the production of plum plants consists also of the participation of cv. 'Čačanska leptica' (19.08%), which is primarily used for the direct placement on the market. Among other table varieties, two selections developed at the Fruit Research Institute in Čačak (Serbia) are also present: 'Čačanska najbolja' (8.10%) and 'Čačanska rana' (3.50%). Although a number of newly created varieties ('Hanita', 'Elena', 'Katinka') are also present in nurseries, they have no significant share in plum plant production. Somewhat greater significance shows cv. 'Grossa di Felisio', which has been significantly expanding in recent years thanks to its ripening period and good storage capabilities.

The total number of produced pear plants is 3181539 plants during the observed period, where 61130 plants belong to the certified material category and were produced in the period 2014-2016. *Pyrus communis* L. seedlings have the greatest representation in the used rootstock structure (75.06%), due to the simplicity of its production, the soils where the pears are produced and also due to the increased resistance to fire blight. The most represented vegetative rootstock for pear is quince BA 29 (16.93%). The leading place in pear cultivar structure has cv. 'Williams' (52.33%), as the main cultivar for fruit markets and due to the favorable conditions for its cultivation. Cv. 'Santa Maria' also has a significant place in the cultivar structure (15.95%) as pollinator for cv. 'Williams', while a slightly lower presence

had cultivars 'Butirra Precoce Morettini' and 'Bella di Giugno' (around 7%) with a relatively good placement in the market. From domestic cultivars the major presence has cv. 'Karamut'.

Sour cherry plant production in the RS based almost only on generative rootstocks or rooted base shoots which are used in the reproductive process. In the RS, 2455191 sour cherry plants were produced, after the main part of this amount was produced after 2012. The involvement of certified plants in sour cherry plant production is not significant. High percentage of rooted basal shoots (51.16%) in nursery production is based solely on the presence of cv. 'Oblačinska' regarding cultivar structure, and this is the main form of propagation of sour cherry. The high presence of *Prunus mahaleb* L. seedlings in rootstock structure (45.86%) can be explained by its suitability for growing in the ecological conditions of Herzegovina region, where this species is mainly produced. Leading variety in sour cherry plant production, regardless of rootstock or propagation system, is 'Oblačinska' (86.70%), which is also a leading cultivar in the neighboring countries (Nikolić *et al.*, 2011; Sredojević, 2011). The large amount of the research based on the clonal selection of 'Oblačinska' pointed to the great importance of this cultivar in the cultivar structure (Nikolić *et al.*, 2011; Fotirić Akšić *et al.*, 2014a; Fotirić Akšić *et al.*, 2014b). Additionally, a greater significance has cv. 'Maraska' (5.81%), intended primarily for confectionery industry and a smaller number of Hungarian cultivars used for fresh consumption.

The survey with 26 fruit producers, whose production mainly consists of apples and pears, showed that they are partially satisfied with the quality of fruit planting material produced in the RS, while they expressed greater satisfaction with planting material imported from the neighboring countries (mostly from Serbia and the EU). However, 46% of surveyed fruit producers satisfy their demand for planting material from domestic production, although there is a number of them who produce their own planting material by using reproductive material from fruit production plantations. The producers themselves are aware of the shortcomings of planting material obtained in this way, and therefore 92% of them answered that they would rather use certified planting material of domestic cultivars for plantation establishment. As the main factor influencing this kind of answer, the producers referred to the lower price of certified planting material domestically produced compared with that from the import. The fact that fruit producers choose the fruit planting material from the market in the RS first by quality and health status, and then by the characteristics of cultivars, shows that, in the fruit production in RS, a lot of traditionalism and the resistance to the introduction of new cultivars is still present. However, in the production of planting material of certain species, such as apple, the trends are starting to change, therefore also changes in the cultivar structure in the fruit production in the RS can be expected in the future.

#### 4. CONCLUSIONS

Legislation regulating nursery production in the RS and BiH is very extensive, in some cases not well balanced, hard to understand and interpret and strongly not adjusted to the situation in the market. The List of Varieties of BiH is inconsistent with production conditions and is a significant obstacle for fruit variety structure improvements in domestic production. In addition to this, the resistance of fruit producers, as end users of planting material, towards variety changes further complicates the situation in the market of planting material in the RS. However, producers of planting material, in recent years, have shown a willingness to follow the European trend in terms of product assortment, which they proved through the production of certified planting material, although still at a very small scale. In addition to reach the high standards for quality and health of the planting material, additional efforts to modify and

adapt habits of fruit producers and consumers have to be made, with the aim of placing domestic production in European and world markets.

## 5. REFERENCES

- Angelini R. 2008. Il melo. Milano, Bayer CropScience S.r.l.: 377-433.
- Cvetković M., Đurić G., Bardak B. 2010. Sorte i podloge jabuke zastupljene u rasadničkoj proizvodnji na teritoriji Republike Srpske. *Agroznanje*, 11, 4: 33-40.
- Đurić G., Cvetković M., Radoš Lj., Babić J. 2009. Analiza nivoa intenzivnosti voćarske proizvodnje na porodičnim gazdinstvima banjalučke regije. *Zbornik radova Instituta PKB Agroekonomik*, 15, 5: 137-144.
- Fotirić Akšić M., Alrgei H., Dabić D., Guffa B., Natić M., Rakonjac V., Nikolić D., Tešić Ž. 2014a. Chemical profile of different Oblacinska sour cherry (*Prunus cerasus* L.) clones. Paper presented at the conference Sustainable production of high-quality cherries for the European market, COST FA 1104 – 4<sup>th</sup> Management Committee and all Working Groups Meeting, Bordeaux, France.  
[https://www.researchgate.net/publication/271200245\\_Chemical\\_profile\\_of\\_different\\_Oblacinska\\_sour\\_cherry\\_Prunus\\_cerasus\\_L\\_clones](https://www.researchgate.net/publication/271200245_Chemical_profile_of_different_Oblacinska_sour_cherry_Prunus_cerasus_L_clones) (20. 12. 2016)
- Fotirić Akšić M., Cerović R., Rakonjac V., Nikolić D. 2014b. Researches on the reproductive biology of the Oblacinska sour cherry clones. Paper presented at the conference Sustainable production of high-quality cherries for the European market, COST FA 1104 – 4<sup>th</sup> Management Committee and all Working Groups Meeting, Bordeaux, France.  
[https://www.researchgate.net/publication/271200081\\_Researches\\_on\\_the\\_reproductive\\_biology\\_of\\_the\\_Oblacinska\\_sour\\_cherry\\_clones](https://www.researchgate.net/publication/271200081_Researches_on_the_reproductive_biology_of_the_Oblacinska_sour_cherry_clones) (20. 12. 2016)
- Hrvatski centar za poljoprivredu, hranu i selo (HCPHS). 2014. Izvješće o proizvodnji voćnih sadnica u 2013. godini. Osijek, HCPHS, Zavod za sjemenarstvo i rasadničarstvo.  
<http://www.hcphs.hr/files/zsr/Izvjesce-o-proizvodnji-vo%C4%87nih-sadnica-u-2013-godini.pdf> (20. 12. 2016)
- Hrvatski centar za poljoprivredu, hranu i selo (HCPHS). 2015. Izvješće o proizvodnji voćnih sadnica u 2014. godini. Osijek, HCPHS, Zavod za sjemenarstvo i rasadničarstvo.  
<http://www.hcphs.hr/wp-content/uploads/2016/01/web-izvjesce-VS-2014.pdf> (20. 12. 2016)
- Hrvatski centar za poljoprivredu, hranu i selo (HCPHS). 2016. Izvješće o proizvodnji voćnih sadnica u 2015. godini. Osijek, HCPHS, Zavod za sjemenarstvo i rasadničarstvo.  
<http://www.hcphs.hr/wp-content/uploads/2016/02/web-izvjesce-VS-2015.pdf> (20. 12. 2016)
- Kurtović M., Maličević A., Palačkić M. 2012. Vodič za proizvodnju jagodastog voća. Bugojno, Heko d.o.o.: 126 str.
- Law on planting material. 2009. Official Gazette of the Republic of Srpska, May, 8, 2009, 37/09.
- Law on planting material. 2011. Official Gazette of the Republic of Srpska, November, 25, 201, 117/11.
- Law on plant protection in the Republic of Srpska. 2009. Official Gazette of the Republic of Srpska, April, 3, 2009, 25/09.
- Leposavić A., Đurović D., Keserović Z., Popović B., Mitrović O., Miletić N., Magazin N. 2013. Evaluation of raspberry cultivars grown in the western Serbia region. *Hort. Sci.*, 40: 1-7.
- Mićić N., Đurić G., Cvetković M. 2005. Sistemi gajenja i rezidba jabuke. Čačak, Grafika Jureš: 56 str.
- Mićić N., Ranković M., Đurić G., Lučić P., Mitrović M. 1995. Nove tehnologije proizvodnje voća na malim površinama u funkciji unapređenja sela. *Zbornik radova – Jugoslovenski simpozijum "Revitalizacija sela"* 26-28. oktobar, Čačak: 634-650.

Milošević N., Glišić I. 2013. Fenološka i morfološka varijabilnost nekih autohtonih sorti šljive. Paper presented at II international symposium and XVIII scientific conference of agronomists of Republic of Srpska, March 26-29, 2013, Trebinje, BiH.

Nikolić D., Fotirić-Akšić M., Rakonjac V. 2011. Osobine selekcionisanih klonova Oblačinske višnje (*Prunus cerasus* L.). In Milatović, D. (Ed.), Inovacije u voćarstvu – III savetovanje – Zbornik radova. Beograd, Poljoprivredni fakultet: 145-150.

Sredojević Z. 2011. Ekonomska evaluacija proizvodnje trešnje i višnje u Srbiji. In Milatović, D. (Ed.), Inovacije u voćarstvu – III savetovanje – Zbornik radova. Beograd, Poljoprivredni fakultet: 5-20.

Štampar F. 2014. Razvoj sortimenta i proizvodnja jabuke i kruške u EU 28 (2004-2013). Paper presented at conference "A day with horticulture", held in Banja Luka on February 14, 2014.

Tanović B., Hrustić J., Mihajlović M., Grahovac M., Delibašić G. 2015. *Botrytis cinerea* in raspberry in Serbia II: Growth rate and virulence of isolates. Pestic. Phytomed., 30, 1: 9-16.

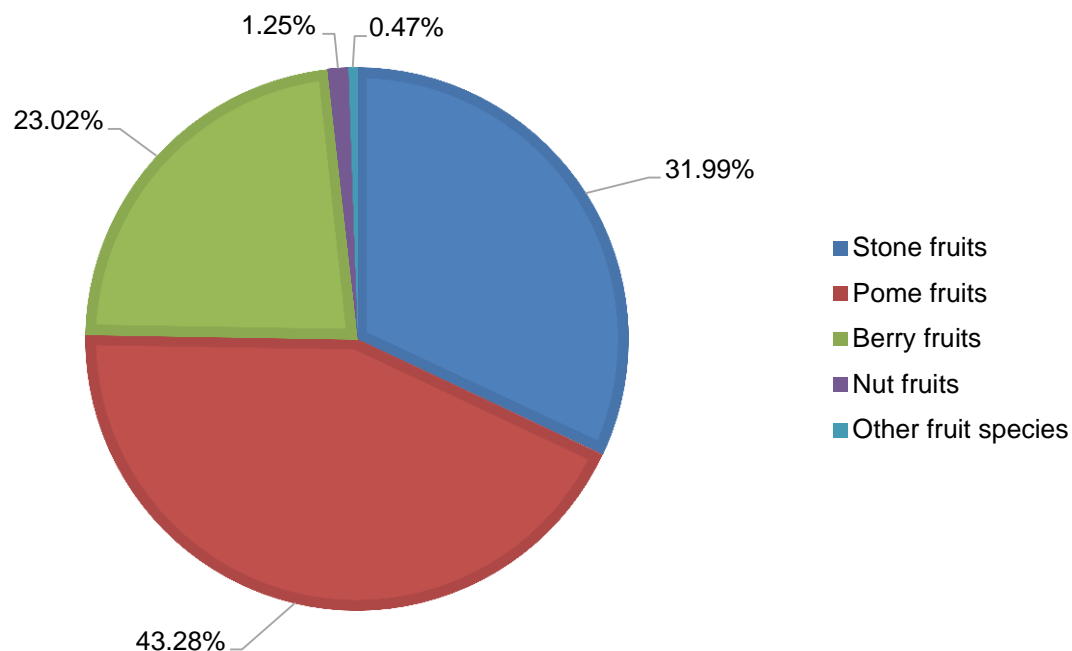


Figure 1: Fruit plant production structure in the Republic of Srpska (1997-2016) by the individual fruit groups (Author's own).

Slika 1: Struktura pridelave sadnih rastlin po posameznih sadnih vrstah v Republiki Srpski (1997-2016).

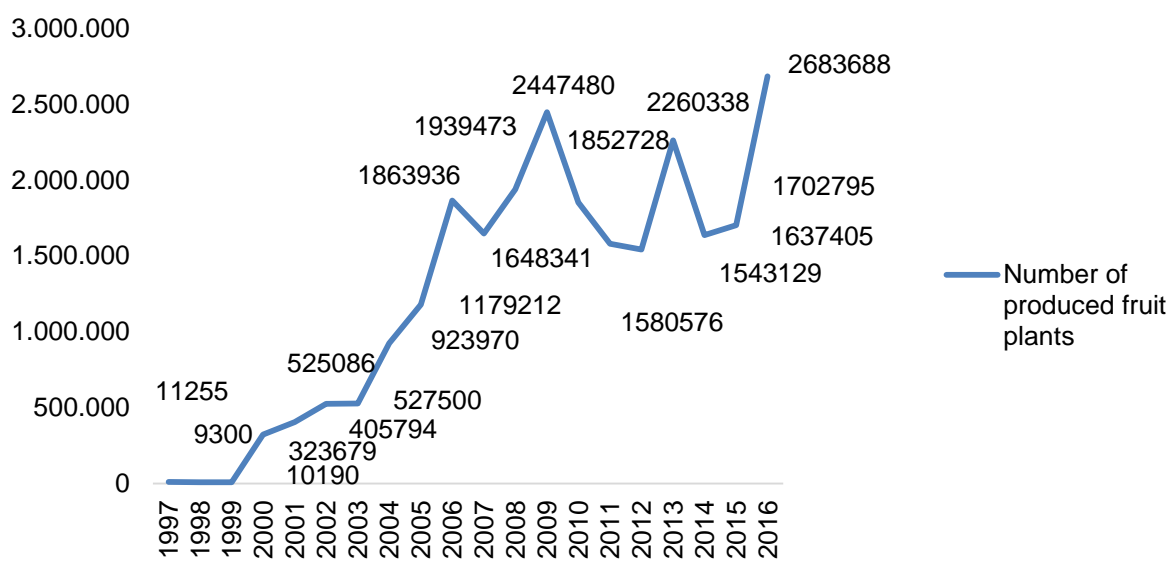


Figure 2: Fruit plant production dynamics in the Republic of Srpska (1997-2016).

Slika 2: Dinamika pridelave sadnih rastlin v Republiki Srpski (1997-2016).



## NEW APRICOT CULTIVARS RESISTANT AGAINST PPV FROM CZECH REPUBLIC

Tomáš KISS<sup>1</sup>, Tomáš NEČAS<sup>1</sup>, Ivo ONDRÁŠEK<sup>1</sup>, Jan WOLF<sup>1</sup>, Boris KRŠKA, Zdeněk VACHŮN

### ABSTRACT

One of the major limiting factors of apricot production is the plum pox virus (PPV), the causal agent of Sharka disease. It is widespread in all major *Prunus* growing production centers except for New Zeland, Australia, California and south Africa. The most serious symptom in apricot is deformation of fruits, which makes them unmarketable. A conservative estimation of annual apricot fruit losses caused by PPV is around 0.6 million tonnes. Significant reduction in production areas and considerable economic loss stimulated researchers focus on study of PPV. After discovering apricot PPV resistant genotypes, breeding programs with the aim of production of PPV resistant cultivars have started. As a result of the breeding program at Department of Fruit Growing in Faculty of Horticulture, Mendel University in Brno (CZ) we offer four promising PPV resistant varieties with high market value of the fruits for practice growing. The degree of PPV resistance was tested during long term cooperation with Crop Research Institute Prague – Ruzyně (Czech Republic) and INRA (France). These varieties are now in the process of registration.

**Key words:** sharka, plum pox virus, apricot, breeding, cultivars

## NOVE PPV ODPORNE ČEŠKE SORTE MARELICE

### POVZETEK

Eden izmed glavnih omejujočih dejavnikov pridelave marelice je PPV (plum pox virus), ki povzroča obolenje šarka. Razširjen je v vseh glavnih pridelovalnih področjih koščičarjev, razen na Novi Zelandiji, Avstraliji, Kaliforniji in južni Afriki. Pri marelici je najbolj resen znak obolenja deformacija plodov, ki povzroči, da so plodovi tržno nezanimivi. Zmerna ocena letne izgube plodov pri marelici zaradi šarke je 0,6 milijonov ton. Značilno zmanjšanje pridelovalnih površin in velika gospodarska škoda je spodbudila žlahtnitelje k raziskavam PPV. Po odkritju proti PPV odpornih genotipov so začeli žlahtniteljski programi, katerih cilj je ustvariti odporne sorte. Rezultat žlahtniteljskega programa na Department of Fruit Growing in Faculty of Horticulture, Mendel University in Brno (CZ) so 4 perspektivne PPV odporne sorte marelice z veliko tržno vrednostjo. Stopnja odpornosti je bila testirana v sodelovanju s Crop Research Institute Prague – Ruzyně (Czech Republic) in INRA (France). Sorte so v fazi registracije.

**Ključne besede:** šarka, plum pox virus, marelica, žlahtnenje, sorte

---

<sup>1</sup> Department of Fruit Growing, Faculty of Horticulture, Mendel University in Brno, Valtická 337, Lednice, 691 44, Czech Republic, e-mail: xkiss@mendelu.cz

## 1. INTRODUCTION

One of the major limiting factors of apricot production is the plum pox virus (PPV), the causal agent of Sharka disease. For the first time it was described on plum in 1932 by Atanasoff (1932) and in 1933 also on apricot (Németh, 1994). Since discovery it has rapidly expanded from Bulgaria to major part of the Europe. Sharka is present also in Asia and North and South America. Basically, it is widespread in all major *Prunus* growing production centers except for New Zeland, Australia, California and south Africa (Cambra et al., 2006). The most serious symptom in apricots is deformation of fruits, which makes them unmarketable. A conservative estimation of anual apricot fruit losses caused by PPV is around 0,6 million tonnes (Cambra et al., 2006). Beside the reduced production and health of apricot orchards, PPV is also detrimental in nurseries producing propagation material.

Significant reduction in production areas and considerable economic loss stimulated researchers focus on study of PPV, interaction mechanisms between pathogen and host and breeding programs aimed at enhancing resistance against pathogen.

Syrgiannidis (1980) observed that cultivars ‘Stark Early Orange’ (‘SEO’) and ‘Stella’ did not show any symptoms and were proved to be resistant against PPV. Another varieties originating from North America such as ‘Sunglo’, ‘Goldrich’, ‘Veecot’ (Karayiannis, 1989) and ‘Harlayne’ (Dosba et al., 1992) were found to be resistant as well. These cultivars were used as donors of resistance in conventional breeding programs based on crosses between resistant and the best local cultivars susceptible to PPV (Zhebentyayeva et al., 2008).

Breeding programs for apricot cultivars resistant to PPV were established in countries as Greece (Karayiannis et al., 1999), France (Audergon et al., 1994), Italy (Bassi et al., 1995), Spain (Egea et al., 1999) and the Czech Republic (Polák, 1994). New PPV resistant cultivars are currently being registered from these breeding programs.

Amplified fragment length polymorphism based analyses of donor sources of resistance in ‘Harlayne’, ‘Goldrich’, ‘SEO’ indicate, that the resistance trait of ‘Harlayne’ and ‘Goldrich’ has origin in Central Asian ancestors and resistance trait of ‘SEO’ most likely comes from Chinese ancestors (Zhebentyayeva et al., 2008).

Scientific projects were focused also on the study of inheritance of the resistance and targeting the chromosome regions harbouring the resistance genes. Individual reports indicated that a single gene (Dicenta et al., 2000), two genes (Moustafa et al., 2001) or three genes (Guillet-Bellanguer and Audergon, 2001) are responsible for PPV resistance in apricots. Recently molecular studies showed that two major quantitative trait loci (QTL) are located in linkage group (LG) 1 (Mariette et al., 2016) and at least two minor QTLs are located in LG3 and LG5 (Lambert et al., 2007). In the PPV resistant trait of LG1 several SSR markers were designed, from which 3 showed the correlation with resistance trait (Soriano et al., 2012). However, in the study by Decroocq et al. (2014), these three SSR markers failed to be suitable for marker-assisted selection because of different genotype-phenotype manifestation of PPV resistance of tested F1 progenies. So far, no markers are suitable for marker-assisted selection.

Apart from biotic stress the apricot production in Central Europe has many risks, mainly during the post-dormancy period. Therefore the breeding programs are focused also on adaptability to the environment (water requirement, temperature), extension of harvest period, tree size and structure, fruit quality and appearance for fresh consumption and processing.

However growing and breeding of PPV resistant apricot cultivars is so far the only solution to control Sharka disease.

## **2. BREEDING AT DEPARTMENT OF FRUIT GROWING IN FACULTY OF HORTICULTURE, MENDEL UNIVERSITY IN BRNO (CZ)**

Lednice na Morave is located in south-east Czech Republic in altitude of 176 m. The region is the warmest and one of the driest in Czech Republic. Annual mean temperature is 9.2 °C with annual mean precipitation of 479.9 mm. Annual mean amount of daylight is 1775 hours with sum of active temperature of 2800 °C (above 10 °C). Location is characterized by very long warm and dry summer with very short transition period, warm spring and autumn and short mild and dry winter (Rožnovský and Litschmann, 2017).

The breeding history of Department of Fruit Growing in Lednice started in 1960s, when the genepool of apricots was established in the framework of the research program. The gathered material of genetic resources of apricots comes from different areas and countries in the world as well as from Czech republic. The collection in Lednice consists of more than 300 accessions and clones.

In the beginning of the breeding program, cooperation and hybrids exchange with Leon Frederic Hough from Rutgers University (NY, USA) was essential. Up to date more than 1100 crosses with 110 parental genotypes, from which more than 20 000 seedlings have been produced. Standard breeding techniques such as emasculation and hand pollination, self pollination and open pollination have been used. As a result more than 15 apricot cultivars were registered from breeding programs of Department of Fruit Growing. The evaluation of quantitative and qualitative characters of new hybrids has been performed according to methodology of selection of elite seedlings (Vachůn et al., 1995) and classification for the *Armeniaca* species (Nitranský, 1992). Breeding program at Department of Fruit Growing in Lednice can be divided in three breeding phases.

The first one was established in 1960s by prof. Vachůn and prof. Vávra with the aim of improvement of apricot production in Czech Republic, with focus on extension of ripening period and increasing of flower bud frost hardiness. The result was the registration of new cultivars fulfilling all set goals: 'Lejuna', 'Leskora', 'Lebela', 'Ledana', 'Leala', 'Lefrosta' and 'Lerosa'. All new cultivars, except for the cultivar 'Leskora', are mostly propagated for hobby growers.

In the second phase, the main breeding aim was improvement of fruit appearance as fruit size and attractiveness. Since 2004 new cultivars were registered: 'Minaret', 'Svatava', 'Palava', 'Marlen' (clone of 'Hungarian Best'), 'Lenova' and 'Lemeda'.

The third phase of breeding program has been focused on PPV resistance, fruit appearance and firm flesh. From 1981, donors of resistance against PPV (cultivars 'SEO' and 'Henderson') were used in crossings with donors of fruit quality: 'Vestar' and 'Velkopavlovická' (local clone of 'Hungarian Best'). Since 1990 our own PPV resistant hybrids and commercial PPV resistant cultivars such as 'Henderson', 'Orangered', 'Goldrich', 'Veecot', 'Harcot', 'Harlayne', 'Sunglo' were involved in crossings. For early pre-selection and verification of the PPV resistance of new hybrids several methods were used (top grafting of tested hybrids into PPV infected trees, inoculation of one year old seedlings with PPV infected buds by chip budding) with subsequent symptom evaluation either on tested

plants or grafted GF-305 as a woody indicator. Molecular technique DAS ELISA was used to prove the presence of PPV in hybrids.

Apart from breeding, we were involved in the projects SharCo and MARS of the 7th Framework Programme, where our task was to evaluate symptom manifestation and the presence (DAS ELISA) of PPV after PPV inoculation of F1 progenies of resistant ('Betinka', 'Harlayne', 'Orangered') and susceptible ('Vestar', 'Strepet') parental combinations. The results were used to study the PPV resistance heredity. The plant material was used for molecular analyses focused on searching for genes involved in PPV resistance and setting up markers for use in marker assisted selection.

### 3. NEW PPV RESISTANT CULTIVARS

As a result of the third phase of apricot breeding we offer four promising PPV resistant varieties with high market value of the fruits for practice growing. The degree of PPV resistance was tested during long term cooperation with Crop Research Institute Prague – Ruzyně (Czech Republic) and INRA Avignon (France). These varieties are now in the process of registration.

#### **'Candela' (LE-2927)** (Figure 1)

Origin: crossing 'Hungarian Best' x 'SEO', Faculty of Horticulture, Lednice, crossing 1984, selection since 1991.

Growth: medium to weak, upright, compact crown

Productivity: early, high

Maturity: same as 'Hungarian Best'

Fruit quality: excellent taste, medium to soft, medium size, good look

Recommendation: resistant to PPV, ideal for fresh market and processing, self-incompatible

#### **'Adriana' (LE-3241)** (Figure 2)

Origin: crossing 'Vestar' x 'SEO', Faculty of Horticulture, Lednice, crossing 1984, selection since 1991.

Growth: medium to strong, globe to spreading crown

Productivity: medium to high

Maturity: middle season, - 3 days before 'Hungarian Best'

Fruit quality: good taste, medium soft, medium to big size

Recommendation: resistant to PPV, ideal for fresh market, self-incompatible

#### **'Betinka' (LE-3276)** (Figure 3)

Origin: crossing 'Vestar' x 'SEO', Faculty of Horticulture, Lednice, crossing 1984, selection since 1992.

Growth: strong, upright

Productivity: medium to high

Maturity: middle season, + 2 days after 'Hungarian Best'

Fruit quality: good taste, firm flesh, medium to big size, attractive appearance

Recommendation: ideal for planting in PPV infected areas, mid season rippening, ideal for fresh market, self-incompatible

#### **'Sophia' (LE-2926)** (Figure 4)

Origin: crossing 'Hungarian Best' x 'SEO', Faculty of Horticulture, Lednice, crossing 1984, selection since 1991.

Growth: medium to weak, compact, upright

Productivity: early, high

Maturity: 5 to 7 days after ‘Hungarian Best’

Fruit quality: good taste, firm flesh, medium size, attractive appearance

Recommendation: resistant to PPV, ideal for fresh market and processing, self-incompatible

#### 4. ACKNOWLEDGEMENT

Boris Krška and Zdeněk Vachůn conceived and designed the experiments. Experiments were done by Zdeněk Vachůn till 2004 after this time Boris Krška continue on. Hana Sasková, Jarka Oboňová, Ivo Ondrášek, Tomáš Nečas and Boris Krška performed the observation of hybrids and elite seedlings. Boris Krška, Hana Sasková, Tomáš Nečas and Ivo Ondrášek took participation on emasculation and pollination. Tomáš Nečas performed field resistance to ESFY, Boris Krška and Tomáš Nečas carry out other observations of germplasm collection. Boris Krška and Zdeněk Vachůn analyzed the data. Josef Jandásek contributed with on orchards management. Tomáš Nečas provided the pictures.

#### 5. REFERENCES

- Atanasoff D. 1932. Plum pox. A new virus disease. Yearbook University of Sofia Faculty of Agriculture, 11: 49–69.
- Audergon J-M., Dosba F., Karayiannis I., Dicenta F. 1994. Amélioration de l’abricotier pour la résistance à la sharka. EPPO Bulletin, 24: 741–748.
- Bassi D., Bellini E., Guerriero R., Monastra F., Pennone F. 1995. Apricot breeding in Italy. Acta Horticulturae, 384: 47–54.
- Cambra M., Capote N., Myrta A., Llácer G. 2006. Plum pox virus and the estimated costs associated with sharka disease. EPPO Bulletin, 36: 202–204.
- Decroocq S., Chague A., Lambert P., Roch G., Audergon J. M., Geuna F., Chiozzotto R., Bassi D., Dondini L., Tartarini S., Salava J., Krska B., Palmisano F., Karayiannis I., Decroocq V. 2014. Selecting with markers linked to the PPVres major QTL is not sufficient to predict resistance to Plum Pox Virus (PPV) in apricot. Tree Genetics and Genomes, 10, 5: 1161- 1170.
- Dicenta F., Martinez-Gomez P., Burgos L., Egea J. 2000. Inheritance of resistance to Plum pox potyvirus (PPV) in apricot, *Prunus armeniaca*. Plant Breed, 119: 161–164.
- Dosba F., Orliac S., Dutrannoy F., Maison P., Massonie G., Audergon J.M. 1992. Evaluation of resistance to Plum pox virus in apricot trees. Acta Horticulturae, 309: 211–220.
- Egea J., Burgos L., Martínez-Gómez P., Dicenta F. 1999. Apricot breeding for sharka resistance at the CEBAS-CSIC, Murcia (Spain). Acta Horticulturae, 488: 153–157.
- Guillet-Bellanguer I., Audergon J. M. 2001. Inheritance of the Stark Early Orange apricot cultivar resistance to Plum pox virus. Acta Horticulturae, 550: 111–115.
- Karayiannis I. 1989. Susceptibility of apricots cultivars to plum pox virus in Greece. Acta Horticulturae, 235: 271–274.
- Karayiannis I., Mainou A., Tsaftaris A. 1999. Apricot breeding in Greece for fruit quality and resistance to plum pox virus. Acta Horticulturae, 488: 111–117.
- Lambert P., Dicenta F., Rubio M., Audergon J. M. 2007. QTL analysis of resistance to Sharka disease in the apricot (*Prunus armeniaca* L.) ‘Polonais’ 9 ‘Stark Early Orange’ F1 progeny. Tree Genet Genomes, 3: 299–309.

- Mariette S., Wong Jun Tai F., Roch G., Barre A., Chague A., Decroocq S., Groppi A., Laizet Y., Lambert P., Tricon D., Nikolski M., Audergon J-M., Abbott A. G., Decroocq V. 2016. Genome wide association links specific genes to resistance to Plum Pox Virus in apricot (*Prunus armeniaca*). *The New Phytologist*, 209: 773–784.
- Moustafa T. A., Badenes M. L., Martínez-Calvo J., Llácer G. 2001. Determination of resistance to Sharka (plum pox) virus in apricot. *Scientia Horticulturae*, 91: 59–70.
- Németh M. 1994. History and importance of plum pox in stone-fruit production. *EPPO Bulletin*, 24: 525–536.
- Nitranský Š. 1992. Klasifikátor. Descriptor list genus *Armeniaca* P.Mill. VURV Praha, p. 29. (in Slovak)
- Polák J. 1994. Breeding to resistance to plum pox potyvirus in the Czech Republic. *EPPO Bulletin*, 24: 781–782.
- Rožnovský J., Litschmann T. 2017. Amet: Klimatické poměry Lednice na Moravě <http://www.amet.cz/klima/> (12. 1, 2017)
- Soriano J., Domingo M., Zuriaga E., Romero C., Zhebentyayeva T., Abbott A., Badenes M-L. 2012. Identification of simple sequence repeat markers tightly linked to plum pox virus resistance in apricot. *Mol Breed*, 30: 1017–1026.
- Syrgiannidis G. D. 1980 Selection of Two Apricot Varieties Resistant to Sharka Virus. *Acta Phytopathol. Acad. Sci. Hung.*, 15: 85–87.
- Vachůn Z., Krška B., Sasková H., Oboňová J. 1995. Metodika hodnocení fenologických, pomologických a pěstitelských znaků (vlastností) meruňkových odrůd a hybridů; Internal methodology of Department of Pomology, Hort. Faculty Lednice: Brno, Czech Republic (in Czech)
- Zhebentyayeva T., Reighard G., Lalli D., Gorina V., Krška B., Abbott A. G. 2008. Origin of resistance to plum pox virus in apricot: What new AFLP and targeted SSR data analyses tell. *Tree Genet. Genomes*, 4: 403–417.

Preglednica 1: Povprečne vrednosti izbranih parametrov novih sort marelic v obdobju 2007–2015.

Table 1. Average values of selected features of new varieties of apricots for the period .

Cultivar	Productivity (1-9) <sup>1</sup>	Fruit Weight (g)	Flesh Firmness (1-9) <sup>1</sup>	Taste (1-9) <sup>1</sup>	Tolerance to Preccocious Decline (1-9) <sup>1</sup>	Total Evaluation (1-9) <sup>1</sup>
‘Tomcot’	8	47	7	7,5	7	7
‘Goldrich’	9	56	8	7	8	8
‘Harlayne’	8	43	7	7,5	7	7
‘BETINKA’	7	57	8,5	8	7	8
‘ADRIANA’	8	55	8	8	8	9
‘CANDELA’	8	54	7	8	7	9
‘SOPHIA’	7	63	8	7	6	7

<sup>1</sup>– 1 is the lowest value, 9 is the highest value according to Vachůn et al. (1995)



Figure 1. Apricot PPV resistant cultivar 'Candela'.  
Slika 1: Marelica sorte 'Candela', odporna na PPV.



Figure 2. Apricot PPV resistant cultivar 'Adriana'.  
Slika 2: Marelica sorte 'Adriana', odporna na PPV.



Figure 3. Apricot PPV resistant cultivar 'Betinka'.  
Slika 3: Marelica sorte 'Betinka', odporna na PPV.



Figure 4. Apricot PPV resistant cultivar 'Sophia'.  
Slika 4: Marelica sorte 'Sophia', odporna na PPV.



## **VPLIV REZI NA FIZIKALNE LASTNOSTI GROZDA IN KEMIJSKO SESTAVO GROZDNEGA SOKA ŽLAHTNE VINSKE TRTE SORTE 'VICTORIA' (*Vitis vinifera* L.)**

Mersija DELIĆ<sup>1</sup>, Agan KOJIĆ<sup>1</sup>, Fikreta BEHMEN<sup>1</sup>, Pakeza DRKENDA<sup>1</sup>, Violeta DIMOVSKA<sup>2</sup>, Saša MATIJAŠEVIĆ<sup>3</sup>, Zorica RANKOVIĆ-VASIĆ<sup>3</sup>

### **POVZETEK**

Število rodnih oces je eden od pomembnih dejavnikov, ki vpliva na količino in kakovost pridelka. Rez je odvisna predvsem od bujnosti in rodnosti trte. Dvoletni poskus je bil izveden na novo preizkušeni sorti 'Victoria'. Poskus je izveden v vinogradu v Nerezi, Čapljina, kjer se je proučeval vpliv različnega števila oces na trto na fizikalne in kemijske značilnosti grozda in jagod sorte 'Victoria' v okoljskih razmerah južne Bosne in Hercegovine. Obravnavanja so vključevala štiri različne obremenitve: 19, 24, 28 in 33 oces na trto. Poskus je izveden na 96 trtah v štiri ponovitvah (6 trt na ponovitev). Rezultati kažejo, da smo na trtah s 24 očesi izmerili značilno največjo maso grozda (599,8 g), maso jagod na grozdu brez pecljevine (573,3 g) in maso pecljevine (12,5 g). Povprečna vsebnost sladkorjev v soku je bila za 14 % večja pri trtah z 19 in 24 očesi kot pri ostalih obremenitvah, medtem ko je bila največja povprečna vsebnost kislin (4,06 g) izmerjena pri trtah s 28 očesi.

**Ključne besede:** sorta 'Victoria', rez, mehanički sestav grozda, kemijska sestava grozdnega sok

## **EFFECT OF PRUNING ON PHYSICAL CHARACTERISTICS OF CLUSTER AND CHEMICAL COMPOUNDS IN JUICE OF VICTORIA TABLE GRAPE VARIETY (*Vitis vinifera* L.)**

### **ABSTRACT**

Crop load is most important factor affecting yield and quality of grapes. Wine pruning highly depends on vigor and fertility of the buds. Two year research was conducted on the newly introduced variety 'Victoria'. The experiment was carried out in private vineyard in Nerezi, Čapljina. I have researched the effect of various crop load on cluster structure and chemical composition of variety 'Victoria' grapes in environmental conditions of south Bosnia and Herzegovina. Four different crop loads were researched (19, 24, 28 and 33 buds per vine). The experiment was conducted on 96 grapevines, in four repetitions (6 vines per repetition). Results show that crop load of 24 buds per vine had greatest cluster weight (599.78 g), berry weight in cluster (573.25 g) and pedicel weight (12,5 g). Average sugar content of juice was slightly higher in crop load of 19 and 24 buds per vine (14%) in comparison to other pruning

<sup>1</sup> University of Sarajevo, Faculty of Agricultural and Food Sciences, Department of Plant Production, Bosnia and Herzegovina; E-mail: mersija.delic@gmail.com, m.delic@ppf.unsa.ba

<sup>2</sup> Goce Delčev University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Production, Republic of Macedonia

<sup>3</sup> University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Department of Plant Production, Serbia

systems. Highest average acid content (4.06 g) was measured in grapes from vine left with 28 buds per vine.

**Key words:** 'Victoria' variety, pruning, cluster structure, chemical composition of grape juice

## **FIZIOLOŠKE IN METABOLNE SPREMEMBE V PLODOVIH KAKIJA MED MEDENJEM**

Martina PERSIC<sup>1</sup>, Robert VEBERIC<sup>1</sup>, Jerneja JAKOPIC<sup>1</sup>, Gregor BIZJAK<sup>1</sup>, Metka HUDINA<sup>1</sup>

### **POVZETEK**

V zadnjih desetletjih je veliko pozornosti namenjene temu, kako bi se pri kakiju zmanjšala trpkost in hkrati obdržala trdna struktura ploda. V naši raziskavi smo merili spremembo barve, trdote mesa, mase, vsebnosti sladkorjev in fenolnih snovi pri plodovih kakija sorte 'Kaki tipo' in 'Rojo Brillante' med skladiščenjem pri različnih atmosferah. Kakije smo medili z jabolki, v atmosferi s CO<sub>2</sub> ter v atmosferi z etilenom. Rezultati kažejo, da je sprememba barve, trdote mesa, vsebnosti sladkorjev in fenolov močno odvisna predvsem od sorte. Pri obeh sortah se je kot najbolj učinkovit način medenja pokazalo medenje v atmosferi s CO<sub>2</sub>, kjer so plodovi pri obeh sortah izgubili trpkost, niso pa se zmečali. Mehčanje plodov in sprememba barve kože so pri obeh sortah najbolj izrazite pri medenju kakija z jabolki. Masa se med medenjem ni spreminjala, medtem ko je bila sprememba vsebnosti sladkorjev bolj izrazita pri sorti 'Rojo Brillante'.

**Ključne besede:** medenje, CO<sub>2</sub>, etilen, kontrolirana atmosfera

### **PHYSIOLOGICAL AND METABOLIC CHANGES IN PERSIMMON FRUIT DURING BLETTING**

#### **ABSTRACT**

In recent years great effort has been put in research assigning both; removal of astringency and preservation of firmness of persimmon fruit. In our research we monitored change of the color, firmness, weight, sugar and phenolic content of persimmons variety 'Kaki tipo' and 'Rojo Brillante' during storage and bletting in different controlled atmosphere. We bletted persimmon fruit in storage with apples, in CO<sub>2</sub> and ethylene rich atmospheres. Results show that the change of color, firmness, sugar and phenolic content during bletting predominantly varietal characteristic. For both varieties most effective way of bletting is in CO<sub>2</sub> atmosphere where fruit lost its astringency and retained firmness. Firmness reduction and change of color of both varieties were most prominent in bletting of persimmon with apples. The weight of

---

<sup>1</sup> Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Katedra za sadjarstvo, vinogradništvo in vrtnarstvo, Jamnikarjeva 101, SI-1001 Ljubljana, Slovenija, E-mail: martina.persic@bf.uni-lj.si

fruit did not change during bletting. Changes in sugar content were more evident in case of 'Rojo Brillante' variety.

**Key words:** bletting, CO<sub>2</sub>, ethylene, controlled atmosphere

## 1. UVOD

Trpkost, če je preveč intenzivna, pri potrošnikih povzroči negativen odziv. Hkrati je trpkost eden od razlogov, zaradi katerih je kaki (*Diospyros kaki* Thunb.) ob obiranju neužiten. Kaki sodi v skupino klimaktičnega sadja, za katerega je značilno, da doseže užitno zrelost šele po skladiščenju ali zorenju v posebnih pogojih. Tradicionalno so se plodovi kakija puščali na drevesih, da so se naravno umedili, ali se je postopek medenja pospešil po obiranju s pomočjo naravnih virov etilena. V ta namen se pogosto uporablja skladiščenje z jabolki pri temperaturah med 20 °C in 25 °C. Plodovi umedeni na ta način postanejo užitni, vendar so zelo mehki in niso primerni za daljše skladiščenje, poleg tega so zelo občutljivi na transport. Glavni razlog trpkosti kakija je velika vsebnost taninov. Če uživamo nezrele plodove, se vodotopni tanini vežejo na proteine v človeški slini, kar povzroči občutek trpkosti (Ashok in Upadhyaya, 2012). Med dozorevanjem se topni tanini v plodovih kakija polimerizirajo in tvorijo netopne komplekse, ki niso organoleptično aktivni (Besada in Salvador, 2011), zato pri uživanju ne občutimo trpkosti. Polimerizacija taninov poteka s pomočjo acetaldehida, ki je lahko endogenega ali eksogenega izvora. Endogeni acetaldehid se sproži, ko se plodovi skladiščijo v pogojih brez ali z majno vsebnostjo kisika (Vidrih in sod., 2001). Eksogeni vir acetaldehida sta lahko npr. etilen in etanol.

V zadnjih desetletjih je veliko zanimanje za iskanje načinov odprave trpkosti pri kakiju, ki bi hkrati obdržali trdno strukturo ploda. Za doseganje le-tega se kaki skladišči v kontroliranih pogojih, v atmosferi z visoko stopnjo CO<sub>2</sub> ali dušika. Takšna tehnologija je pogosto povezana z velikimi stroški, saj vključuje drage investicije v komore za zorenje, poleg tega pa ni primerna za vse sorte (Besada in Salvador, 2011).

Glavni namen raziskave je bil ugotoviti razlike v pomembnih parametrih kakovosti plodov kakija med dozorevanjem v prilagojenih atmosferah. Dodatno želimo na podlagi rezultatov ugotoviti, katera je optimalna kontrolirana atmosfera za medenje plodov kakija sorte 'Kaki tipo' in 'Rojo Brillante'.

## 2. MATERIALI IN METODE

Plodovi sorte 'Kaki tipo' so bili obrani oktobra 2016 v nasadu Hortikulturnega centra Biotehniške fakultete Orehovlje pri Novi Gorici. Plodovi sorte 'Rojo Brillante' so bili obrani oktobra 2016 v zasebnem sadovnjaku (Brestje).

Izbrali smo po 200 plodov vsake sorte, ki so bili izenačeni po barvi in velikosti in jih razdelili na štiri obravnavanja po 50 plodov. Plodove smo vstavili v polivinilaste vreče, ki smo jih, odvisno od obravnavanja, napolnili z etilenom oz. CO<sub>2</sub>. Za obravnavanje 'jabolka' smo

plodovom kakija v vrečo dodali enako število zrelih jabolk sorte 'Jonagold'. Za kontrolno obravnavanje smo v vreče vstavili plodove kakije, ki jim nismo dodali ničesar. Poskus medenja plodov je potekal pri sobni temperaturi (~22 °C). Plodove, izpostavljene CO<sub>2</sub> smo po 48 h vzeli iz vreče, vreče prezračili in jih nato skladiščili v atmosferi brez CO<sub>2</sub> pri sobni temperaturi.

Vzorčenja smo izvedli pred začetkom poskusa, potem pa prvi, tretji, peti in sedmi dan medenja. Vsak vzorec je bil sestavljen iz dveh plodov, poskus je bil izveden v petih ponovitvah za vsak termin vzorčenja pri vseh obravnavanjih. Plodovom je bila izmerjena masa, trdota mesa, določeni parametri barve kože  $L^*$ ,  $a^*$  in  $b^*$ . Parameter  $L^*$  definira svetlost barve,  $a^*$  barvo od zelene do rdeče in  $b^*$  definira barvo od rumene do modre. Iz dobljenih parametrov barve kože smo izračunali skupni parameter  $E$ , po naslednji formuli:

$$E = \sqrt{L^2 + a^2 + b^2}$$

Parameter  $E$  je seštevek absolutnih vrednosti  $L^*$ ,  $a^*$  in  $b^*$  parametrov barve, ki hkrati prikazuje spremembo v vseh delih barvnega spektra. Trdoto mesa smo merili na dveh mestih na plodu po predhodni odstranitvi kože na površini 1 cm<sup>2</sup>. Uporabili smo penetrometer s premerom bata 8 mm. Za določanje kemijskih parametrov je bil vzorec sestavljen iz dveh plodov kakija, vsak v petih ponovitvah. Iz homogenizirane mase smo pripravili vzorce za določanje vsebnosti sladkorjev, skupnih fenolov in taninov.

Za določitev skupnih sladkorjev smo iz homogenizirane mase zatehtali 5 g materiala ter prelili s 25 ml bidestilirane vode. Vzorci so bili nato ekstrahirani 30 minut na stresalniku pri sobni temperaturi. Po ekstrakciji smo vzorce centrifugirali in filtrirali ter analizirali s sistemom tekočinske kromatografije visoke ločljivosti (HPLC) po metodi Mikulic-Petkovsek in sod. (2007).

Za določitev vsebnost skupnih fenolov smo 5 g homogeniziranega materiala ekstrahirali s 7 ml 100 % MeOH v hlajeni ultrazvočni kopeli eno uro. Vzorce smo po ekstrakciji centrifugirali in filtrirali. Vsebnost skupnih fenolov smo določili spektrofotometrično s pomočjo Folin-Ciocalteau reagenta (Singleton in sod., 1999), z merjenjem absorbance pri valovni dolžini 765 nm.

### 3. REZULTATI IN DISKUSIJA

Odločitev potrošnika o nakupu kakija pogosto temelji na izgledu ploda, zato je barva plodov pomemben parameter kakovosti. Barva kože se pri kakiju med zorenjem spreminja iz zelene v rumeno in do obiranja v oranžno. Po obiranju in med medenjem se barva spremeni v intenzivno oranžno ali oranžno-rdečo, odvisno od sorte.

Pri proučevanih sortah 'Kaki tipo' in 'Rojo Brillante' se je barva med medenjem močno spreminjala in je, glede na rezultate (slika 1), močno odvisna od obravnavanja in sorte. Pri sorti 'Kaki tipo' so se prve razlike v barvi med obravnavanji pokazale po petih dneh medenja, medtem ko so se prve razlike v barvi pri sorti 'Rojo Brillante' pokazale že po treh dneh. Pri obeh sortah, ni prišlo do spremembe barve pri obravnavanju CO<sub>2</sub>, zelo veliko spremembo

barve pa smo zaznali pri medenju z jabolki. Da je sprememba barve med medenjem odvisna od sorte, je najbolj vidimo na primeru kontrolnega obravnavanja. Medtem ko pri sorti 'Rojo Brillante' v kontrolnem obravnavanju ni bilo spremembe barve, se je pri sorti 'Kaki tipo' barva močno spremenila.

Trdota mesa plodov kakija vpliva na sposobnost skladiščenja, transporta in obstojnost v trgovini. Z medenjem v kontrolirani atmosferi skušamo spodbuditi hitrejšo polimerizacijo taninov do netopnih oblik brez porušitve struktur celične stene in mehčanja ploda (Del Bubba in sod., 2009). Enako kot pri barvi plodov, je sprememba trdote med medenjem močno odvisna od sorte in obravnavanja (slika 2). Pri sorti 'Kaki tipo' se je pri vseh obravnavanjih trdota plodov med medenjem zmanjšala, vendar najmanj pri medenju v CO<sub>2</sub> atmosferi. Že po 24 h so se pokazale značilne razlike med obravnavanji. Zanimivo je, da sprememba trdote mesa pri sorti 'Kaki tipo' pri kontrolnem obravnavanju popolnoma sovпада z medenjem kakija z jabolki. Pri sorti 'Rojo Brillante' je bila trdota mesa ploda manjša pri medenju z jabolki in etilenom, kar je pričakovano, saj je mehanizem izgube trpkosti pri obeh obravnavanjih enak (Meigh in sod., 1967). Trdota mesa je ostala večja pri obravnavanju s CO<sub>2</sub> in kontrolnem obravnavanju. Do spremembe mase plodov (slika 3) med medenjem v različnih atmosferah ni prišlo. Medenje plodov v plastičnih vrečah, ki so održale visoko vlažnost zraka, je preprečilo transpiracijo plodov in s tem izgubo mase.

Pri sorti 'Kaki tipo' ni prišlo do značilnih sprememb vsebnosti sladkorjev v plodovih zorjenih pri različnih pogojih medenja (slika 4). Pri sorti 'Rojo Brillante' je bilo v začetnih terminih vzorčenja značilno manj sladkorjev v primerjavi z ostalimi termini. Med medenjem prihaja do degradacije celične stene (Brummell in Harpster, 2001), zaradi česar je mogoča boljše ekstrakcija sladkorjev iz rastlinskega materiala. Hkrati Vidrih (1992) ugotavlja manjše vsebnosti sladkorjev pri sorti 'Kaki tipo' pri skladiščenju v razmerah z različnimi koncentracijami CO<sub>2</sub>.

Med posameznimi fenolnimi snovmi v kakiju prevladuje galna kislina, skupina fenolnih snovi, ki so v kakijo najbolj zastopane pa so tanini (Veberic in sod., 2010). Kljub temu, da galna kislina ne sodi v skupino taninov, vpliva na trpkost (Okuda in sod., 1985). Pridobljeni rezultati o vsebnosti skupnih fenolnih spojin v plodovih kakija so v skladu s prejšnjimi raziskavami (Vidrih, 1992; Veberic in sod., 2010; Besada in Salvador, 2011). Če upoštevamo mejo 0,1 % fenolnih spojin kot mejo za užitnost plodov kakija (Vidrih, 1992), je užitnost plodov pri kontrolnem obravnavanju pri sorti 'Kaki tipo' dosežena pet dni po medenju, pri sorti 'Rojo Brillante' pa ni bila dosežena niti po sedmih dneh medenja pri sobni temperaturi (slika 5). Pri ostalih obravnavanjih (etilen, CO<sub>2</sub>, jabolka) so bili plodovi sorte 'Kaki tipo' užitni tretji dan medenja. Pri sorti 'Rojo Brillante' so bili plodovi užitno zreli po treh dneh le v obravnavanju z dodanim CO<sub>2</sub>, medtem ko je bila pri obravnavanju z jabolki vsebnost fenolnih snovi po treh dneh približno 0,1 %, oziroma na meji užitnosti.

#### 4. SKLEPI

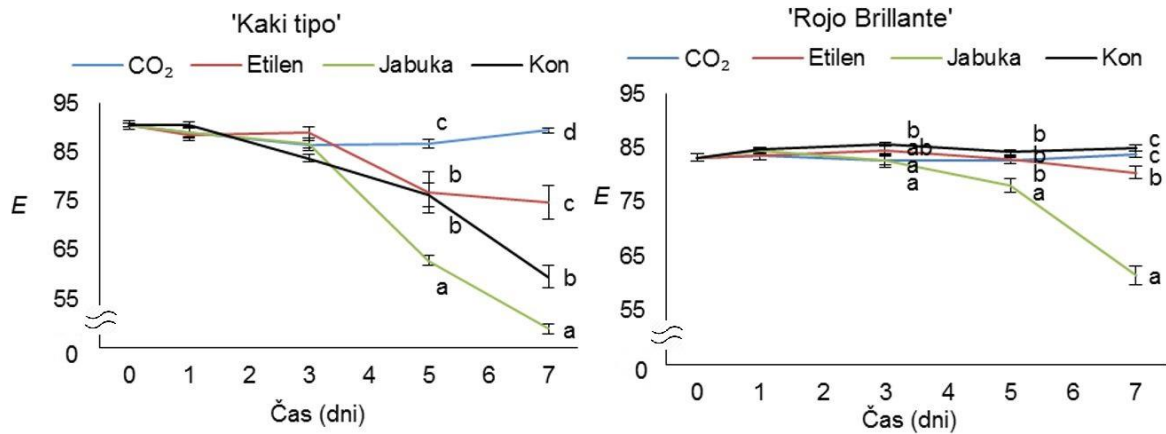
Glede na dobljene rezultate je za medenje plodov obeh sort, 'Kaki tipo' in 'Rojo Brillante', optimalno obravnavanje z dodajanjem CO<sub>2</sub>. Užitno zrelost pri obravnavanju s CO<sub>2</sub> dosežemo po treh dneh ob ohranitvi trdote mesa plodov. Pomankljivost te metode pri sorti 'Kaki tipo' je, da se barva ne spremeni v intenzivno oranžno rdečo, ki je za potrošnike pogosto prvi pokazatelj zrelosti.

#### 5. ZAHVALA

Raziskava je del programa Hortikultura P4-0013-0481, ki ga financira Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije (ARRS).

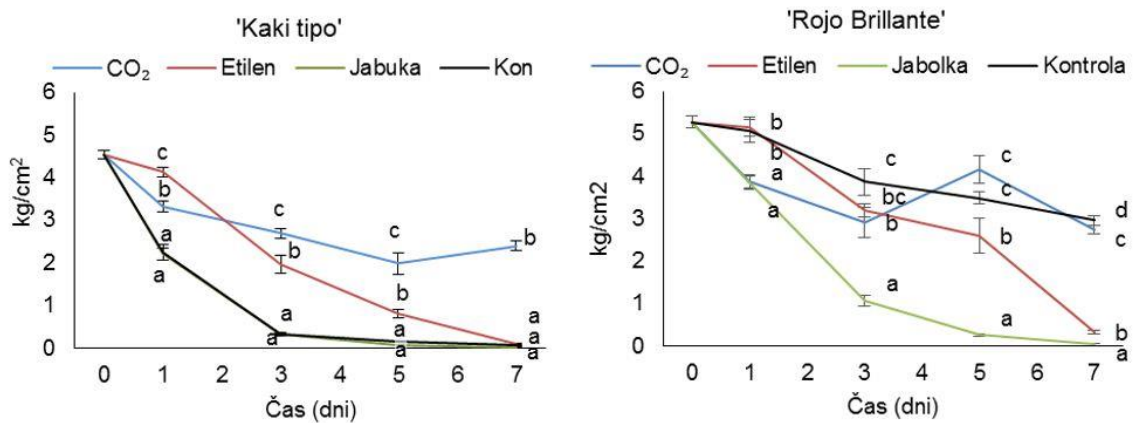
#### 6. VIRI

- Askok P. K., Upadhyaya K. (2012). Tannins are Astringent. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 1, 3: 45-50
- Besada C., Salvador A. 2011. Tannins of Persimmon Fruit: Artificial Removal of Astringency. In: Petridis G. K., (ur.), *Tannins: Types, Foods Containing and Nutrition*. New York, USA: Nova Science Publishers, Inc.: 217-230
- Brummell D. A., Harpster M. H. 2001. Cell wall metabolism in fruit softening and quality and its manipulation in transgenic plants. In: *Plant Cell Walls*, Springer: 311-340.
- Del Bubba M., Giordani E., Pippucci L., Cincinelli A., Checchini L., Galvan P. 2009. Changes in tannins, ascorbic acid and sugar content in astringent persimmons during on-tree growth and ripening and in response to different postharvest treatments. *Journal of Food Composition and Analysis*, 22, 7: 668-677
- Meigh D. F., Jones J. D., Hulme A. C. 1967. The respiration climacteric in the apple: Production of ethylene and fatty acids in fruit attached to and detached from the tree. *Phytochemistry*, 6, 11: 1507-1515.
- Mikulic-Petkovsek M., Stampar F., Veberic R. 2007. Parameters of inner quality of the apple scab resistant and susceptible apple cultivars (*Malus domestica* Borkh.). *Scientia Horticulturae*, 114: 37-44.
- Okuda T., Mori K., Hatano T. 1985. Relationship of the structures of tannins to the binding activities with hemoglobin and methylene blue. *Chemical and pharmaceutical bulletin*, 33, 4: 1424-1433
- Singleton V. L., Orthofer R., Lamuela-Raventos R. M. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods in enzymology*, 299: 152-178.
- Veberic R., Jurhar J., Mikulic-Petkovsek M., Stampar F., Schmitzer V. 2010. Comparative study of primary and secondary metabolites in 11 cultivars of persimmon fruit (*Diospyros kaki* L.). *Food Chemistry*, 119: 477-483
- Vidrih R. 1992. Fiziološki procesi v plodovih kakija (*Diospyros kaki*) po obiranju. Magistrsko delo. Univerza u Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddlek za živilsko tehnologijo: 45 str.
- Vidrih R., Platenjak A., Hribar J. 2001. Changes in tannins during ripening of persimmon fruit (*Diospyros kaki* L.). *Molecular and Genetic Interactions Involving Phytochemicals*, Ljubljana, Biotehniška Fakulteta,



Slika 1. Sprememba barve plodov kakija sort 'Kaki tipo' in 'Rojo Brillante' med dozorevanjem v različnih pogojih (CO<sub>2</sub>, etilen, jabolka in kontrola). Razlike med obravnavanji so označene z različnimi črkami (Duncan test,  $p < 0,05$ ).

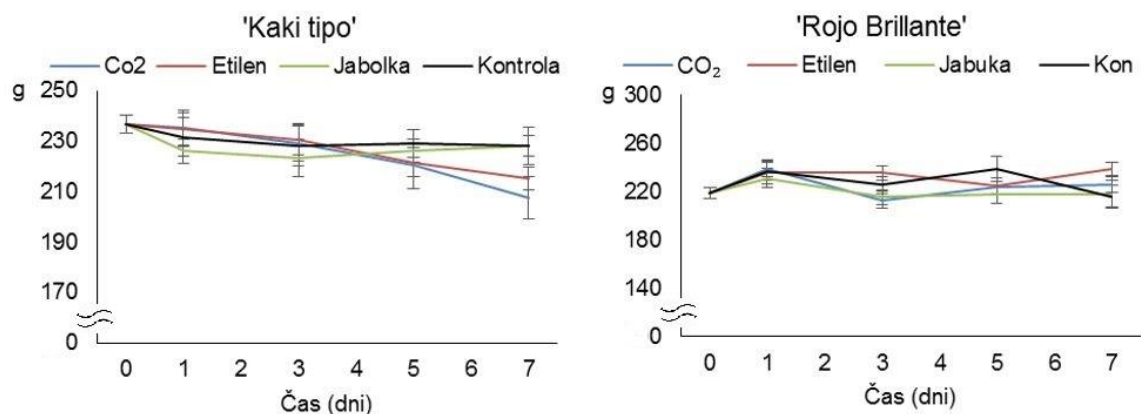
Figure 1. Change in color of persimmon fruit of varieties 'Kaki tipo' and 'Rojo Brillante' during various postharvest treatments (CO<sub>2</sub>, ethylene, apple and control). Differences among treatments are denoted with different letters (Duncan test,  $p < 0,05$ ).



Slika 2. Sprememba trdote plodov kakija sort 'Kaki tipo' in 'Rojo Brillante' med dozorevanjem v različnih pogojih (CO<sub>2</sub>, etilen, jabolka in kontrola). Razlike med obravnavanji so označene z različnimi črkami (Duncan test,  $p < 0,05$ ).

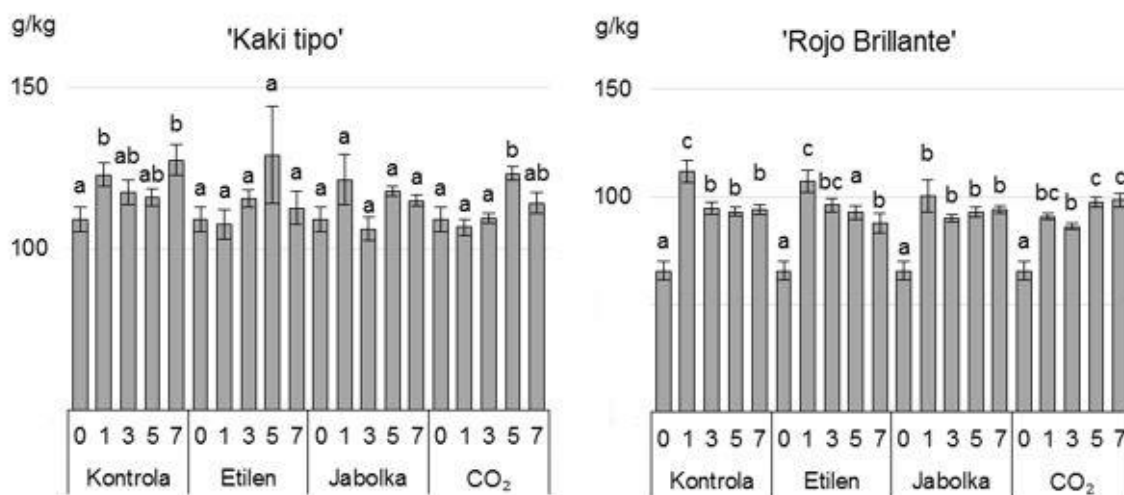
Figure 2. Change of firmness of persimmon fruit varieties 'Kaki tipo' and 'Rojo Brillante' during various postharvest treatments (CO<sub>2</sub>, ethylene, apple and control). Differences among treatments are denoted with different letters (Duncan test,  $p < 0,05$ ).





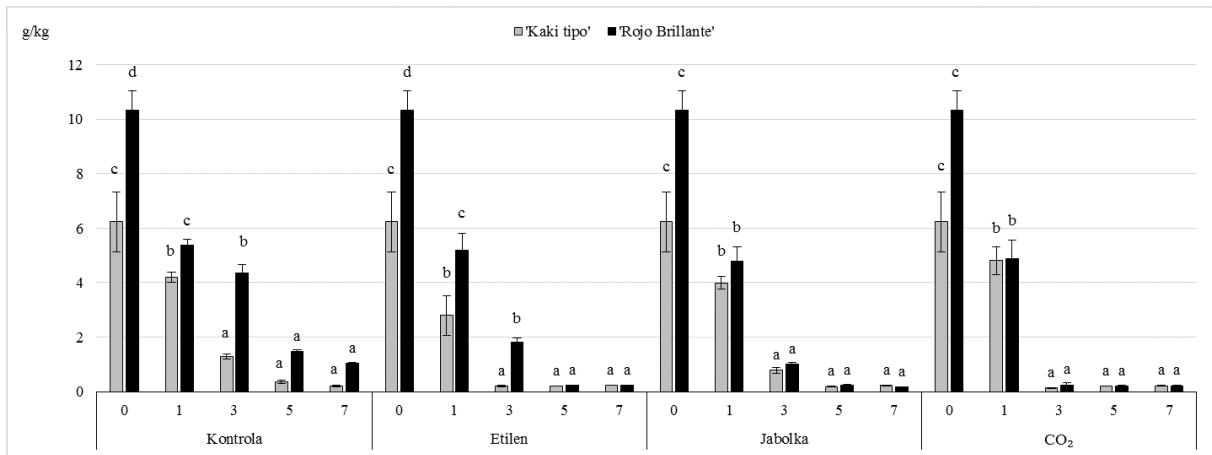
Slika 3. Sprememba mase plodov kakija sort 'Kaki tipo' in 'Rojo Brillante' čez dozorevanje v različnih pogojih (CO<sub>2</sub>, etilen, jabolka in kontrola). Razlike med obravnavanjih so označene različnim črkami (Duncan test,  $p < 0,05$ ).

Figure 3. Change in weight of persimmon fruit of varieties 'Kaki tipo' and 'Rojo Brillante' during various postharvest treatments (CO<sub>2</sub>, ethylene, apple and control). Differences among treatments are denoted with different letters (Duncan test,  $p < 0.05$ ).



Slika 4. Sprememba vsebnosti sladkorjev v plodovih kakija sort 'Kaki tipo' in 'Rojo Brillante' med dozorevanjem v različnih pogojih (CO<sub>2</sub>, etilen, jabolka in kontrola). Razlike med obravnavaji so označene z različnimi črkami (Duncan test,  $p < 0,05$ ).

Figure 4. Change in sugar content in persimmon fruit of varieties 'Kaki tipo' and 'Rojo Brillante' during various postharvest treatments (CO<sub>2</sub>, ethylene, apple and control). Differences among terms are denoted with different letters (Duncan test,  $p < 0.05$ ).



Slika 5. Sprememba vsebnosti fenolnih snovi v plodovih kakija sort 'Kaki tipo' in 'Rojo Brillante' med dozorevanjem v različnih pogojih (CO<sub>2</sub>, etilen, jabolka in kontrola). Razlike med obravnavanji so označene z različnim črkami (Duncan test,  $p < 0,05$ ).

Figure 5. Change in total phenolic content in persimmon fruit of varieties 'Kaki tipo' and 'Rojo Brillante' during various postharvest treatments (CO<sub>2</sub>, ethylene, apple and control). Differences among treatments are denoted with different letters (Duncan test,  $p < 0,05$ ).

## KAKO FIZIOLOŠKE MOTNJE VPLIVAJO NA NOTRANJE PARAMETRE KAKOVOSTI JABOLK?

Anka ČEBULJ<sup>1</sup>, Maja MIKULIČ-PETKOVŠEK<sup>1</sup>, Ana SLATNAR<sup>1</sup>, Vlasta CUNJA<sup>1</sup>, Robert  
VEBERIČ<sup>1</sup>

### POVZETEK

Fiziološke motnje plodov nezanemarljivo zmanjšajo kakovost in tržnost pridelka. Vzroki in mehanizmi nastanka nekaterih motenj še niso povsem raziskani, zato je tudi preprečevanje njihovega nastanka težavno. Pomembno je razumevanje vpliva motenj na kakovost plodov oziroma kako se rastlina nanje odzove. Z več poskusi smo želeli ovrednoti kako fiziološke motnje vplivajo na vsebnost fenolnih snovi, ki so eden od dejavnikov notranje kakovosti plodov. Osredotočili smo se na štiri pomembne motnje, in sicer sončne ožige, steklavost, grenko pegavost in porjavenje kože (scald) plodov. Določili smo vsebnost fenolnih spojin štirih glavnih skupin (hidroksicimetne kisline, dihidrohalkone, flavonole ter flavanole) v kontroli (zdrav del) in prizadetem delu plodov. Ugotovili smo, da so odzivi plodov na fiziološke motnje precej različni, najbolj enoten je bil odziv pri hidroksicimetnih kislinah, kjer se je pri vseh motnjah, z izjemo steklavosti, odrazilo na njihovi večji vsebnosti v prizadetem tkivu kot v kontroli.

**Ključne besede:** *Malus domestica* Borkh., sončni ožigi, steklavost, grenka pegavost, porjavenje kože, fenolne snovi

## HOW DO PHYSIOLOGICAL DISORDERS AFFECT THE INTERNAL QUALITY PARAMETERS OF APPLES?

### ABSTRACT

Physiological disorders greatly reduce fruit quality. For some physiological disorders the mechanisms and causes of their development are not yet known, therefore their prevention is sometimes difficult. The understanding of plant reaction to physiological disorders and how it affects fruit quality is crucial for fruit growers and handlers. We tried to elucidate the influence of physiological disorders on phenolic content (one of inner quality parameters) with several studies. Our focus was on four major physiological disorders affecting apple fruits: sunburn, watercore, bitter pit and scald. We have determined the content of phenolic compounds belonging to four major groups (hydroxycinnamic acids, dihydrochalcones, flavonols and flavanols) in control (healthy) and affected part of the fruit. The response to physiological disorders was highly dissimilar. The most uniform pattern was noticed with hydroxycinnamic acids, where, with the exception of watercore, affected parts of the fruit contained more hydroxycinnamic acids in comparison to control.

---

<sup>1</sup> Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Katedra za sadjarstvo, vinogradništvo in vrtnarstvo, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana

**Key words:** *Malus domestica* Borkh., sunburn, watercore, bitter pit, scald, phenolic compounds

## 1. UVOD

Poleg škodljivcev in boleznih moramo pri jablani veliko pozornosti nameniti tudi fiziološkim motnjam, saj lahko nekatere (na primer porjavenje kože) povzročijo tudi do 100 % izpad pridelka. Fiziološke motnje se lahko pojavijo zaradi različnih vzrokov: neugodne vremenske razmere, neravnovesje hranil, nepravilen čas obiranja ter neprimerno skladiščenje. V raziskavi smo se osredotočili na sončne ožige, steklavost, grenko pegavost ter porjavenje kože (scald).

Sončni ožigi na plodovih so vse bolj pogost pojav, ki nastane zaradi presežkov sončnega sevanja in/ali visokih temperatur. Glede na to, kakšen je osnovni vzrok nastanka ožigov, ločimo tri vrste ožigov: rjavenje plodov (kombinacija visokega sončnega sevanja ter visokih temperatur kože plodov), nekroze (posledica visokih temperatur kože plodov) ter foto-oksидativne ožige (nenadna izpostavljenost senčnih delov plodov soncu) (Racsko in Schrader, 2012). Najpogostejša vrsta ožigov je rjavenje plodov, katerih pojavnost se je v zadnjih letih tudi pri nas bistveno povečala.

Steklavost plodov je fiziološka motnja, ki jo povezujejo z vsebnostjo mineralov v plodu, predvsem majhno vsebnostjo kalcija (Perring, 1968). Kljub mnogim študijam povezuje s kalcijem še vedno ni povsem jasna, ali gre predvsem za vpliv zakasnelega zorenja zaradi dodajanja kalcija in s tem manjši pojav steklavosti ali le ta dejansko vpliva na stabilnost celičnih membran in njihovo manjšo prepustnost. Znano je, da so nekatere sorte izrazito bolj nagnjene k nastanku steklavosti ('Fuji'). Kljub temu pa se intenzivnost pojava steklavosti razlikuje med leti, kar gre pripisati različnim okoljskim dejavnikom v posameznih letih. Ker se steklavost razvije med zorenjem plodov, je eden izmed možnih ukrepov zmanjšanja pojava steklavosti zgodnejše obiranje (Marlow in Loescher, 1984), vendar le to doprinese k slabši kakovosti plodov in močno vpliva na pojav porjavenja kože.

Grenka pegavost se pojavi zaradi neravnovesja kalcija v plodovih, nekateri poročajo celo o neravnovesju na celičnem nivoju (de Freitas in sod., 2010). Z dodajanjem kalcija lahko pojav grenke pegavosti do neke mere omejimo (Blanco in sod., 2010), vendar je učinek različen glede na vrsto pripravka in čas aplikacije (Lötze in Theron, 2007). Medtem ko naj bi bilo zgodnje dodajanje kalcija bolj učinkovito v preprečevanju nastanka grenke pegavosti, je vsebnost kalcija v teh plodovih manjša od tistih, ki so jim kalcij dodali kasneje (Nielsen in sod., 2005). Saure (2002) je celo ugotovil, da je vsebnost kalcija v plodovih z grenko pegavostjo večja od tiste v plodovih brez grenke pegavosti, kar nas ponovno vodi do zaključka, da je bolj kot njegova vsebnost pomembno ravnovesje v plodu. Tako kot pri steklavosti je pojav grenke pegavosti sporadičen in v veliki meri odvisen od sorte ter vpliva okolja (Marlow in Loescher, 1984).

Izmed vseh preučevanih fizioloških motenj, se porjavenje kože razvije najkasneje, in sicer po dolgotrajnem skladiščenju, v večji meri celo po iz-skladiščenju. Številni avtorji so ugotovili močno povezavo med prezgodnjim obiranjem (Abbasi in sod., 2008; Lu in sod., 2014) ter večjim pojavom porjavenja kože. Porjavenje kože naj bi bilo posledica oksidacije  $\alpha$ -fernezena, seskviterpena, katerega oksidacijski produkti (konjugirani trienoli) naj bi poškodovali celice ter s tem sprožili procese porjavenja kože (Lurie in Watkins, 2012). Zakaj točno pa se oksidacija  $\alpha$ -fernezena sproži, še niso ugotovili.

Vse zgoraj naštetе fiziološke motnje v plodovih povzročajo stres, na katerega se rastlina odzove z različnimi mehanizmi in eden izmed njih je tudi sinteza sekundarnih metabolitov. Nizke temperature, poškodbe, napad patogenov in močna UV svetloba vplivajo na povečano nastajanje različnih sekundarnih metabolitov (Dixon in Paiva, 1995). Prav ta odziv smo želeli ovrednotiti z našimi raziskavami. Preučevali smo vpliv pojava grenke pegavosti, steklavosti, sončnih ožigov ter porjavenja kože na spremembe vsebnosti sekundarnih metabolitov v plodovih jabolane.

## 2. MATERIAL IN METODE

Pri poskusih smo obravnavali različne sorte jabolk, in sicer pri sončnih ožigih 'Zlati delišes' in 'Braeburn', pri steklavosti 'Fuji', 'Rdeči delišes' in 'Gloster', pri grenki pegavosti 'Zlati delišes', 'Pinova' ter 'Jonagored' in pri porjavenju kože sorto 'Granny Smith'. Poskusi so potekali v različnih letih od 2013 do 2016. Za vsako motnjo smo izbrali kontrolno obravnavanje in prizadeti del: pri sončnih ožigih in porjavenju kože smo tako vzorčili kožico plodov, pri steklavosti in grenki pegavosti pa meso.

Za določanje posameznih fenolov v mesu in/ali kožici plodov smo uporabili protokol Mikulic-Petkovsek in sod. (2010). Identifikacija in vsebnosti posameznih snovi je bila opravljena s pomočjo tekočinske kromatografije visoke ločljivosti ter masnega spektrometra.

## 3. REZULTATI IN RAZPRAVA

Fenolne spojine uvrščamo med dejavnike tako imenovane notranje kakovosti, hkrati pa znatno pripomorejo tudi k zunanji kakovosti, na primer rdeči obarvanosti plodov (Treutter, 2001). Rastline določen delež fenolnih snovi tvorijo ne glede na zunanje dejavnike, vendar pa so ob pojavu stresnih dejavnikov sposobne povečati njihovo sintezo in se tako do neke mere zavarovati pred negativnimi vplivi stresa (Dixon in Paiva, 1995). Pri jabolani je zelo dobro raziskan odziv jabolane na okužbo z jablanovim škrlupom (Mayr in sod., 1995; Slatnar in sod., 2012), mehansko poškodbo listov (Slatnar in sod., 2013) in plodov (Abdallah in sod., 1997) ter odziv na okužbo z bakterijskim ožigom (Halbwirth in sod., 2003), manj poznan pa je odziv na nekatere fiziološke motnje. Med izbranimi fiziološkimi motnjami je največ znanega o vplivu sončnih ožigov na plodove jabolane (Racsko in Schrader, 2012), saj se le ti tvorijo že v nasadu in so plodovi že ob obiranju vidno poškodovani in posledično netržni.

Pri vseh fizioloških motnjah smo določili posamezne fenole, ki smo jih razvrstili v 4 glavne skupine: hidrosicimetne kisline, dihidrohalkone, flavonole ter flavanole, ki so prikazane na sliki 1. Pri večini fizioloških motenj lahko opazimo razlike med kontrolo (zdrav del ploda) in prizadetim delom (del ploda, kjer se je motnja razvila) v vsebnosti posameznih skupin fenolov.

Pri vseh fizioloških motnjah, razen pri steklavosti, smo ugotovili močno povečanje vsebnosti hidrosicimetnih spojin v prizadetem tkivu. Največja razlika se je pokazala pri grenki pegavosti, kjer je bila v pegi vsebnost kar 4-krat večja od vsebnosti v neprizadetem tkivu (slika 1). Povečana vsebnost hidrosicimetnih kislin je bila ugotovljena tudi pri obrambi jabolane pri pojavu škrlupa, mehanskih poškodbah listov ter bakterijskih okužbah (Slatnar in sod., 2012; Slatnar in sod., 2013; Halbwirth in sod., 2003), zato lahko sklepamo, da je to pomemben obrambni odziv rastline pred stresom, ki ga povzroča razvoj fizioloških motenj.

Dihidrohalconi so skupina fenolnih spojin, katerih vloga (in sinteza) še ni povsem znana, vendar najnovejše raziskave na tem področju kažejo, da imajo močno antibakterijsko in antimikotno delovanje ter tako predstavljajo pomemben del obrambe pri rastlinah (Gaucher in sod., 2013). Tudi v primeru pojava fizioloških motenj se je izkazalo, da se na prizadetem delu dihidrohalconov zmanjšala (slika 1). Največ dihidrohalconov so vsebovali plodovi, ki smo jih analizirali pri pojavu sončnih ožigov, kar ni presenetljivo, saj so se ti plodovi še razvijali, medtem ko so bili vsi ostali vzorčni plodovi vsaj v tehnološki zrelosti. Medtem ko je bilo v ožganih plodovih približno  $100 \text{ mg kg}^{-1}$  sveže mase več dihidrohalconov, pa je bilo največjo razliko med obravnavanji opaziti pri grenki pegavosti, kjer je bila vsebnost v pegi kar 3 krat večja kot v kontroli.

Pri jablani skupino flavonolov predstavljajo kvercetin glikozidi. Med vsemi fenolnimi spojinami se ravno pri vsebnosti flavonolov opazi največja razlika med mesom in kožico, saj je njihova sinteza močno vezana na UV sevanje (Jakopic in sod., 2009) in tako je njihova vsebnost v kožici bistveno večja od tiste v mesu (slika 1). V ožganih plodovih je bila vsebnost flavonolov več kot enkrat večja od zdravih, v obeh kožicah, pa je bilo flavonolov bistveno več kot na senčni strani plodov (Zupan in sod., 2014). Flavonoli ščitijo fotosintetski aparat pred premočno jakostjo svetlobe. Pri nastanku foto-oksidativnega stresa, pomagajo pri zaščiti pred reaktivnimi oblikami kisika (Yuri in sod., 2010). Tako lahko razložimo kopičenje flavonolov v izpostavljeni kožici ter še večjo vsebnost v ožgani kožici. Pri porjavenju kožice ter steklavosti smo opazili manjšo vsebnost flavonolov v prizadetem tkivu. Pri porjavenju kožice smo ugotovili tudi manjšo aktivnost encimov sintezne poti v prizadetem tkivu v primerjavi s kontrolo, kar lahko delno pojasni to razliko. Del pa bi lahko pripisali razgradnji, saj smo ugotovili tudi večjo aktivnost polifenoloksidaz. Zanimivi so bili tudi rezultati pri grenki pegavosti, kjer je bilo v kožici nad pego manj flavonolov kot v kontroli (Zupan in sod., 2013), medtem ko jih je bilo v pegi več, kot v kontroli.

Flavanoli so, izmed analiziranih skupin, zadnji v sintezni poti. Medtem ko pri ožganih plodovih ni bilo razlik med obravnavanjema, je bila vsebnost flavanolov v kontroli pri porjavenju kožice in steklavosti večja od tistih v prizadetem tkivu, pri grenki pegavosti pa je bila večja v pegi. Medtem ko lahko kopičenje flavanolov razložimo kot obrambni mehanizem pred morebitnim vdorom patogenih organizmov (Mayr in sod., 1994), bi manjšo vsebnost v pri pojavu steklavosti in porjavenju kožice lahko pripisali zmanjšani sintezi in razgradnji.

Pri preučevanju vpliva fizioloških motenj na vsebnost fenolnih snovi smo tako odkrili zelo različen odziv. Najbolj enoten odziv smo zaznali pri hidroksicimetnih kislinah, kjer se je pri vseh fizioloških motnjah, z izjemo steklavosti, izkazalo da je hidroksicimetnih kislin mnogo več v prizadetem tkivu kot v kontroli. Za vse ostale skupine fenolov ni bilo enotnega vzorca. Pri porjavenju kožice je bila vsebnost fenolov preostalih treh skupin manjša v prizadetem tkivu, medtem ko je bila pri grenki pegavosti v pegi vsebnost vseh fenolnih skupin večja od kontrole. Pri sončnih ožigih je bilo več dihidrohalconov in flavonolov v prizadetih plodovih, pri steklavosti le dihidrohalconov. Poznavanje dinamike fenolov ob pojavu fizioloških motenj je pomemben korak k razumevanju odziva jabolka na stres. Vedenje o tem, lahko koristi tako pridelovalcem, ki bi lahko s spremljanjem vsebnosti fenolnih snovi napovedali (in preprečili) morebitni pojav določene fiziološke motnje (ožige), kot tudi potrošnikom, saj so blagodejni učinki fenolnih snovi na človeško zdravje potrjeni z mnogimi raziskavami.

#### 4. ZAHVALA

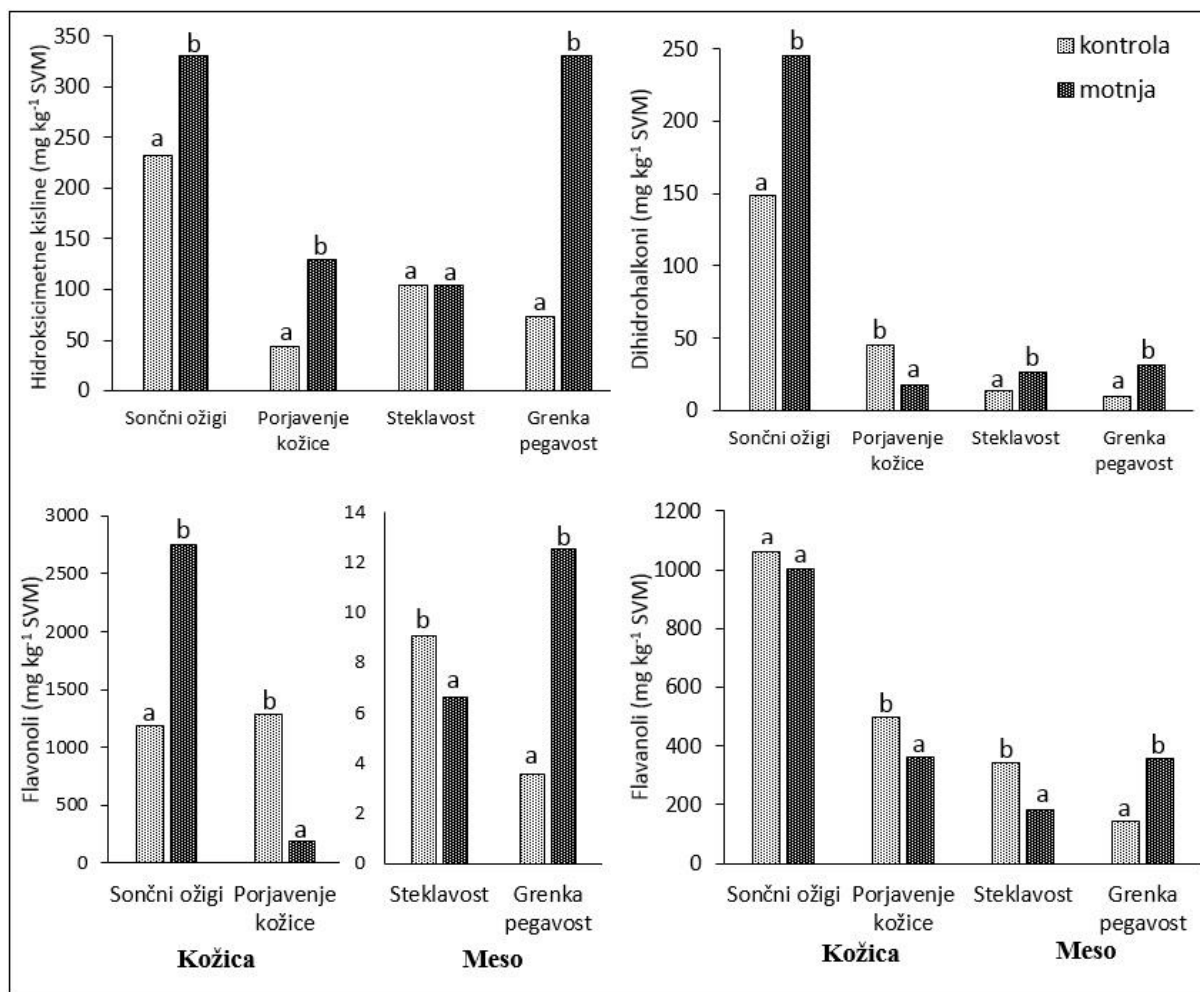
Zahvaljujemo se Sadovnjaku Resje za rastlinski material za poskuse. Raziskava je del programa Hortikultura (P4-0013-0481), ki jo financira Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije (ARRS).

#### 5. VIRI

- Abbasi N. A., Kushad, M. M., Hafiz, I. A., Maqbool, M. 2008. Relationship of superficial scald related fruit maturity with polyphenoloxidase and superoxide dismutase activities in red supur delicious apples. *Asian J. Chem.*, 20: 5986-5996.
- Abdallah A. Y., Gil M.I., Biasi W., Mitcham E. J. 1997. Inhibition of superficial scald in apples by wounding: changes in lipids and phenolics. *Postharvest Biol. Technol.*, 12: 203-212.
- Blanco A., Fernández V., Val J. 2010. Improving the performance of calcium-containing spray formulations to limit the incidence of bitter pit in apple (*Malus x domestica* Borkh.). *Sci. Hort.*, 127: 23-28.
- de Freitas S. T., do Amarante C. V. T., Labavitch J. M., Mitcham E. J. 2010. Cellular approach to understand bitter pit development in apple fruit. *Postharvest Biol. Technol.*, 57: 6-13.
- Dixon R. A., Paiva N. L. 1995. Stress-induced phenylpropanoid metabolism. *The Plant cell*, 7: 1085-1097.
- Gaucher M., Dugé de Bernonville T., Lohou D., Guyot S., Guillemette T., Brisset M-N., Dat J. F. 2013. Histolocalization and physico-chemical characterization of dihydrochalcones: Insight into the role of apple major flavonoids. *Phytochemistry*, 90: 78-89.
- Halbwirth H., Fischer T. C., Roemelt S., Spinelli F., Schlangen K., Peterek S., Sabatini E., Messina C., Speakman J-B., Andreotti C., Rademacher W., Bazzi C., Costa G., Treutter D., Forkmann G., Stich K. 2003. Induction of antimicrobial 3-deoxyflavonoids in pome fruit trees controls fire blight. *J Biosci.*, 58: 765-770.
- Jakopic J., Stampar F., Veberic R. 2009. The influence of exposure to light on the phenolic content of 'Fuji' apple. *Sci. Hort.*, 123: 234-239.
- Lötze E., Theron K. I. 2007. Evaluating the effectiveness of pre-harvest calcium applications for bitter pit control in 'Golden Delicious' apples under south african conditions. *J. Plant Nutr.*, 30: 471-485.
- Lu X., Ma Y., Liu X. 2014. Effects of hydrogen peroxide accumulation, lipid peroxidation, and polyphenol oxidation during superficial scald development in 'Fuji' apples. *Hort. Environ. Biotechnol.*, 55: 299-307.
- Lurie S., Watkins C. B. 2012. Superficial scald, its etiology and control. *Postharvest Biol. Technol.*, 65: 44-60.
- Marlow G. C., Loeschner W. H. 1984. Watercore. *Hort. Rev.*, 6: 189-251.
- Mayr U., Batzdorfer R., Treutter D., Feucht W. 1994. Surfactant-induced changes in phenol content of apple leaves and fruit skins. *Acta Hort.*, 381: 479-487.
- Mayr U., Treutter D., Santos-Buelga C., Bauer H., Feucht W. 1995. Developmental changes in the phenol concentrations of 'Golden delicious' apple fruits and leaves *Phytochem.*, 38: 1151-1155.
- Mikulic-Petkovsek M., Slatnar A., Stampar F., Veberic R. 2010. The influence of organic/integrated production on the content of phenolic compounds in apple leaves and fruits in four different varieties over a 2-year period *J Sci. Food Agric.*, 90: 2366-2378.

- Neilsen G., Neilsen D., Dong S., Toivonen P., Peryea F. 2005. Application of CaCl<sub>2</sub> sprays earlier in the season may reduce bitter pit incidence in 'Braeburn' apple. *HortSci.*, 40: 1850-1853.
- Perring M. A. 1968. Mineral composition of apples: VIII. Further investigations into the relationship between composition and disorders of the fruits. *J. Sci. Food Agric.*, 19: 640 – 645.
- Racsko J., Schrader L. E. 2012. Sunburn of apple fruit: Historical background, recent advances and future perspectives. *Critical rev. Plant Sci.*, 31: 455-504.
- Saure M. C. 2002. New views of the prerequisites for an occurrence of bitter pit in apple and its control by calcium sprays. *Acta Hortic.*, 594: 421-425.
- Slatnar A., Mikulic-Petkovsek M., Halbwrith H., Stampar F., Stich K., Veberic R. 2012. Polyphenol metabolism of developing apple skin of a scab resistant and a susceptible apple cultivar. *Trees.*, 26: 109-119.
- Slatnar A., Stampar F., Veberic R. 2013. Content of phenolic compounds changes after mechanical injury of apple leaves. *Phyton*, 53: 113-124.
- Treutter D. 2001. Biosynthesis of phenolic compounds and its regulation in apple. *Plant Growth Regul.*, 34:71-89.
- Yuri A. J., Neira A., Quilodran A., Razmilic I. 2010. Sunburn on apples is associated with increases in phenolic compounds and antioxidant activity as a function of the cultivar and areas of the fruit. *J Food Agric. Environ.*, 8: 920-925.
- Zupan A., Mikulic-Petkovsek M., Cunja V., Stampar F., Veberic R. 2013. Comparison of phenolic composition of healthy apple tissues and tissues affected by bitter pit. *J. Agric. Food Chem.*, 61: 12066-12071.
- Zupan A., Mikulic-Petkovsek M., Slatnar A., Stampar F., Veberic R. 2014. Individual phenolic response and peroxidase activity in peel of differently sun-exposed apples in the period favorable for sunburn occurrence. *J. Plant Physiol.*, 171: 1706-1712.





Slika 1: Vsebnost fenolov (mg kg<sup>-1</sup>sveže mase (SVM)) v kožici in mesu pri kontroli in fizioloških motnjah: sončnih ožigih, porjavenju kože, steklavosti in grenki pegavosti. Različne črke (a,b) nad stolpci prikazujejo statistično značilne razlike med obravnavanjema pri posamezni fiziološki motnji (LSD test, p<0,05).

Figure 1: Phenolic content (mg kg<sup>-1</sup>fresh weight (FW)) in apple skin and flesh of control and affected fruits by: sunburn, scald, watercore and bitter pit. Different letters (a, b) above the columns represent significant difference between the treatments for each physiological disorder separately (LSD test, p<0.05).



## VPLIV OPRAŠEVANJA NA PRIDELEK IN KAKOVOST PLODOV NAVADNE HRUŠKE (*Pyrus communis* L.) SORT 'VILJAMOVKA' IN 'ABATE FETEL'

Metka HUDINA<sup>1</sup>, Jerneja JAKOPIČ<sup>2</sup>

### POVZETEK

V nasadu navadne hruške (*Pyrus communis* L.) sort 'Viljamovka' in 'Abate Fetel' smo v Hortikulturnem centru Biotehniške fakultete Orehovlje pri Novi Gorici v letih 2015 in 2016 želeli proučiti, kako 10 % sladkorna raztopina, škropljena v poln cvet, ter predhodno nabran cvetni prah in nanesen na izhod iz panja, vpliva na privabljanje oprasovalcev, na pridelek in kakovost plodov sort 'Viljamovka' in 'Abate Fetel'. Ugotovili smo, da škropljenje s sladkorno raztopino v poln cvet pri nobeni od proučevanih sort nima vpliva na število plodov na drevo, višino in maso ploda, trdoto mesa, vsebnost posameznih in skupnih kislin ter antioksidativni potencial. Je pa pri sorti 'Viljamovka' škropljenje s sladkorno raztopino v poln cvet vplivalo na večjo širino ploda in manjšo vsebnost topne suhe snovi, pri sorti 'Abate Fetel' pa na manjši pridelek na drevo ter na večjo vsebnost posameznih in skupnih sladkorjev v plodovih. Cvetni prah na izhodu iz panja, ki so ga nato čebele raznašale po cvetovih, je pri sorti 'Viljamovka' vplival na večjo širino in maso ploda ter vsebnost citronske kisline, ki je pri sorti 'Viljamovka' najbolj zastopana organska kislina, in skupnih kislin, manjša pa je bila vsebnost topne suhe snovi, saharoze in skupnih sladkorjev. Pri sorti 'Abate Fetel' je bil pri obravnavanju, kjer smo namestili pred izhod iz panja cvetni prah, manjši pridelek in širina ploda, večja pa je bila trdota mesa, vsebnost posameznih in skupnih sladkorjev. Na ostale merjene parametre cvetni prah, nameščen pred izhod iz panja, ni imel vpliva.

**Ključne besede:** sladkorna raztopina, pridelek, kakovost plodov, cvetni prah

### THE INFLUENCE OF POLLINATION ON THE YIELD AND QUALITY OF PEARS (*Pyrus communis* L.) CULTIVARS 'WILLIAMS' AND 'ABATE FETEL'

#### ABSTRACT

We wanted to examine the influence of 10% sugar solution sprayed in full bloom, and preliminary gathered pollen and applied in front of the exit from the hive on attracting pollinators, on yield and fruit quality of pear (*Pyrus communis* L.) cultivars 'Williams' and 'Abate Fetel' in orchard at Horticultural centre of the Biotechnical Faculty Orehovlje near Nova Gorica in 2015 and 2016. We have found that spraying with a sugar solution in full bloom in any of the studied cultivars have no effect on the number of fruits per tree, fruit height, weight and firmness, content of individual and total acids and antioxidative potential. But at cultivar 'Williams' spraying with sugar solution in full bloom affected on the greater

<sup>1</sup> Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Katedra za sadjarstvo, vinogradništvo in vrtnarstvo, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana, E-mail: metka.hudina@bf.uni-lj.si

<sup>2</sup> Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Katedra za sadjarstvo, vinogradništvo in vrtnarstvo, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana, E-mail: jerneja.jakopic@bf.uni-lj.si

fruit width and lower content of soluble solids, and at cultivar 'Abate Fetel' on lower yield per tree and on higher levels of individual and total sugars in the fruit. Pollen at the exit from the hive, which was then delivered to the flowers by the bees, had influence at cultivar 'Williams' on the greater fruit width and weight and citric acid content, which is the most represented organic acid in cultivar 'Williams' fruit, and total acids, and on lower soluble solids, sucrose and total sugars contents. At cultivar 'Abate Fetel' was in the treatment, where the pollen was placed in front of the exit from the hive, lower yields and fruit width, the greater firmness, content of individual and total sugars. On the other measured parameters pollen, positioned in front of the exit from the hive, it had no effect.

**Key words:** sugar solution, yield, fruit quality, pollen

## 1. UVOD

Hruške pridelujejo v svetu v zmerno toplem pasu. Po statistični podatkih FAO je največja pridelovalka hrušk na svetu Kitajska (gre za azijske hruške oz. naši), v Evropi pa Italija, ki prideluje sorte navadne hruške (*Pyrus communis* L.). V svetu po površini zasedajo hruševi nasadi 11. mesto med sadnimi vrstami (FAOSTAT, 2014). V Sloveniji je hruška ena pomembnejših sadnih vrst, ki jo pridelujemo, in je po podatkih iz leta 2015 z njo zasajenih 199 hektarjev nasadov (SURS, 2016). Eden od razlogov, zakaj navadna hruška ni posajena na večjih površinah je verjetno tudi manjši pridelek na hektar v primerjavi z nekaterimi drugimi sadnimi vrstami. Manjši in manj kakovosten pridelek lahko pripišemo slabšemu opráševanju hrušk. Da lahko pride do kakovostne oploditve cveta, moramo najprej zagotoviti dovolj opráševalcev in dobro oprásitev hrušk. To pa je lahko velik problem, saj cvetovi hrušk vsebuje manj sladkorjev v medicini, na primer v primerjavi z jablanovimi cvetovi, in ne dišijo. Hruška medij najslabše izmed sadnih vrst, saj proizvede le 0,3 gramov sladkorjev v 24 urah in je zato nepriljubljena za opráševalce. Navadno je vsebnost sladkorjev v medicini pod 10 %, saj je medicina zelo vodena, in je opráševalci ne nabirajo radi. Hruševi cvetovi so s tem nezanimivi za opráševalce (Javornik in sod., 1982). Zato čebele in drugi opráševalci rajši izberejo ostale rastline, ki cvetijo hkrati s hruškami (npr. regrat).

Število cvetov na drevo in kakovost cvetov sta ključna za dobro oprásitev in nato oploditev cvetov. Cvetenje je najbolj občutljiva faza v razvoju ploda. Na začetek in trajanje cvetenja vpliva več dejavnikov; najprej je tu sorta, nato podlaga in predvsem vremenske razmere med cvetenjem. V Sloveniji prve hruške običajno zacvetijo konec marca, večina pa jih zacveti v aprilu. Posamezno drevo cveti od 10 do 20 dni. Za cvetenje so zelo problematične nizke temperature med cvetenjem in takoj po oploditvi, ker lahko pride do pozebe cvetov in posledično do izpada pridelka (Štampar in sod., 2005). Da se cvetovi oprášijo, rabimo v nasadu vsaj dve kompatibilni sorti hrušk, saj je večina hrušk samoneoplodnih. Poznamo pa pri hruškah tudi intersterilnost, kjer gre za kombinacijo dveh sort, ki se tudi ne moreta med sabo uspešno oploditi (npr. 'Avranška' in 'Viljamovka') (Gliha, 1997). Seveda pa so pri opráševanju nujno potrebni opráševalci, saj so hruške žužkocvetke. Z vetrom se opráši zelo malo hruševih cvetov v primerjavi vetrocvetkami (npr. leska). Najboljši in najpomembnejši opráševalci hrušk in ostalega sadnega drevja so medonosne čebele, vendar pa k dobri oprášitvi veliko pripomorejo tudi druge žuželke – čmrlji in divje čebele. Dobro oprášujejo hruševne cvetove tudi razne muhe, predvsem trepetavke, ose, metulji ter hrošči. Vse te žuželke so v primerjavi s

čebelami počasne in ko se najedo medicīne, ne izletavajo več in počivajo. Čebele stalno obiskujejo le eno vrsto cvetov, ki takrat medi, ter hitreje in bolj učinkovito opravišjo cvetove od ostalih žuželk. Če je v bližini nasada dovolj panjev čebel, zadostuje že par ur lepega vremena za zadovoljivo opravištev (Javornik in sod., 1982; Poklukar, 1992). Tudi čmrlji so nepogrešljivi opraviševalci cvetov, saj opravijo tisto delo, ki ga čebele ne zmorejo. Čmrlji imajo daljši rilček za srkanje medicīne, zato lažje opravišujejo cvetove z dolgim vratom. Pri obiskovanju cvetov so od 3 do 5-krat hitrejši od čebel. Na pašo letajo tudi ob hladnejšem vremenu, vetru ter dežju in obletavajo večjo površino (Čmrljica, 2016).

Pašno vedenje čebel in čmrljev pri hruški sorte 'Društvenka', so proučevali Monzon in sod. (2004) in ugotovili, da so čmrlji obiskali več cvetov na minuto (13,8 cvetov/min), od čebele, ki jih je obiskala od 7,1 do 9,8 na minuto. Čmrlji bolj menjajo vrste pri opraviševanju kot čebele in s tem bolje prenašajo cvetni prah opraviševanih dreves. Ugotovili so tudi, da so imeli plodovi, ki so bili opravišeni s čmrlji, več semen v plodu in bili bolj razviti. Opazovali so let čebel in čmrljev ter ugotovili, da so čebele enakomerno porazdeljene po vrsti nasada, čmrljev pa je bila večina v prvih 40 metrih v vrsti, z vsakim metrom oddaljenosti od gnezda, pa jih je bilo manj.

Da bodo čebele opraviševale zelene cvetove, jih moramo dresirati. Eden od ukrepov dresiranja je, da hruševne cvetove namočimo v vodo in s takšno vodo poškopimo satnice v panju ali pa damo čebelam čaj iz hruševnih cvetov (Poklukar, 1992). Čebele vonj razdraži in jih spodbudi k iskanju vira v bližini čebelnjaka. Usmerjene čebelje družine na ta način intenzivneje opravišijo sadno drevje. Za povečanje obiska čebel na cvetovih se vse več uporabljajo hormonski pripravki. Ti pripravki posnemajo feromone, ki jih oddajajo čebele. Poznamo več vrst le-teh. Nekatere lahko poškopimo po cvetovih sadnih rastlin, da pritegnemo čebele, druge pa uporabimo v panju in s tem spodbudimo čebele, da gredo na pašo (Pollinator, 2016).

S poskusom smo želeli ugotoviti, kako lahko vplivamo na opraviševanje hrušk s škropljenjem s sladkorno raztopino v polni cvet, ter proučiti, ali lahko z nanosom cvetnega prahu pred izhod čebel iz panja izboljšamo opravištev in oploditev ter s tem povečamo pridelek hrušk sort 'Viljamovka' in 'Abate Fetel'.

## 2. MATERIAL IN METODE

Poskus smo izvedli leta 2015 in 2016 v nasadu hrušk sort 'Viljamovka' in 'Abate Fetel', cepljenih na podlagi 'Kutina MA', v Hortikulturnem centru Biotehniške fakultete Orehovlje pri Novi Gorici. Za vsako obravnavanje smo izbrali 15 izenačenih dreves. Poskus je vključeval tri obravnavanja: (1) sladkorna raztopina, kjer smo v polnem cvetenju (10. 4. 2015 in 5. 4. 2016) drevesa poškopili z 10% raztopino sladkorja – 1 kg sladkorja/10 l vode); (2) cvetni prah, kjer smo čebelam ob izhodu iz panja nastavili nabrano mešanico cvetnega prahu in (3) kontrolo, kjer drevesa nismo škropili s sladkorno raztopino, prav tako pa so bila drevesa najbolj oddaljena od čebelnjaka.

Meritve obsega debla in števila cvetnih šopov smo izvedli 2. 4. 2015 in 23. 3. 2016, število plodov smo prešteli in pridelek na drevo stehali ob obiranju, pri sorti 'Viljamovka' 13. 8. 2015 in 18. 8. 2016, pri sorti 'Abate Fetel' pa 22. 8. 2015 in 5. 9. 2016. Meritve širine, višine, mase ploda, vsebnosti topne suhe snovi in trdote mesa plodov smo izvedli na 20 naključno izbranih plodovih, takoj po obiranju v laboratoriju. Višino in širino ploda smo izmerili s kljunastim pomičnim merilom, trdoto mesa s penetrometrom z 8 mm batom, topno suho snov pa z refraktometrom. Vzorce za analizo sladkorjev in organskih kislin smo pripravili po

metodi Hudina in Stampar (2000), analizo pa po Hudina in sod. (2012). Antioksidativni potencial smo določili po metodi Kim in sod. (2002).

Za vsak obravnavani parameter smo za določanje statistično značilnih razlik med parametri uporabili dvosmerno analizo variance (MANOVA) in LSD test. Upoštevali smo 5 % tveganje. Statistično značilne razlike smo označili s črkami. Povprečne vrednosti, označene z isto črko, se med seboj statistično značilno ne razlikujejo ( $p=0,05$ ).

### 3. REZULTATI IN RAZPRAVA

V preglednici 1 so podani rezultati dvoletnega poskusa pri sorti 'Viljamovka'. Kot smo pričakovali, je leto značilno vplivalo na večino merjenih parametrov. Leto ni vplivalo le na obseg debla, vsebnost topne suhe snovi, fruktoze, sorbitola in skupnih sladkorjev. Obravnavanje je značilno vplivalo na število cvetnih šopov, širino in maso ploda, vsebnost topne suhe snovi, saharoze, skupnih sladkorjev, citronske kisline in skupnih kislin ter antioksidativni potencial. Ugotovili smo, da je pri sorti 'Viljamovka' škropljenje z 10 % raztopino sladkorja vplivalo na višjo širino ploda in manjšo vsebnost topne suhe snovi. Nithya in sod. (2012) so v poskusu privabljanja čebel z 10 % sladkorno raztopino ugotovili, da ta način privabljanja čebel uspešno deluje vsaj 3 dni po nanosu. Navajajo tudi, da se je pridelek v primerjavi s kontrolo povečal za 6,3 %, plodovi pa so bili tudi lepše razviti kot pri kontroli. Nastavljen cvetni prah pred izhodom iz panja je vplival na višjo širino ploda in večjo maso ploda, vsebnost topne suhe snovi je bila manjša, prav tako vsebnost saharoze in skupnih sladkorjev. Vsebnost citronske kisline in skupnih kislin pa je bila večja pri obravnavanju s cvetnim prahom kot pri kontroli.

Rezultati se pri sorti 'Abate Fetel' razlikujejo od rezultatov pri sorti 'Viljamovka', zato lahko sklepamo, da sta oprashaev in oploditev odvisni tudi od sorte. Leto je značilno vplivalo na vse merjene parametre, razen na obseg debla. Obravnavanje je značilno vplivalo na obseg debla, število cvetnih šopov na drevo, pridelek na drevo, širino in maso ploda, trdoto mesa ter na vsebnost posameznih in skupnih sladkorjev. Škropljenje z 10 % sladkorno raztopino je vplivalo na manjši pridelek na drevo, večjo vsebnost posameznih in skupnih sladkorjev. Goodwin (2012) trdi, da škropljenje hruševih cvetov s sladkorno raztopino ugodno vpliva na privabljanje čebel in s tem na boljše oprashaevanje. Navaja, da za uspešno privabljanje zadostuje 30 ali 40 % sladkorna raztopina. Nadalje ugotavlja, da je bilo število obiskov čebel na cvetovih našija prvi dve uri po nanosu največje, z vsako uro kasneje se je obisk zmanjševal. Učinek škropljenja je trajal še drugi dan po nanosu, vendar je bil obisk čebel le malo večji kot pri kontroli. Nekateri naj bi usmerjali čebele s tem, da so dajali cvetove rastlin v panje in s tem čebele preko vonja poslali na ciljne rastline (Hrastelj, 2011).

Pri obravnavanju cvetni prah je bilo na drevesu več cvetnih šopov, pridelek pa manjši kot pri kontroli. Prav tako je bila širina ploda pri obravnavanju cvetni prah manjša kot pri kontroli, trdota mesa, vsebnost posameznih in skupnih sladkorjev pa večja. S tem, ko čebele pripeljemo v nasad, da nam oprashaev sadna drevesa, lahko dosežemo tudi do 36 % večji pridelek pri hruški, pri jablani 38 %, češnji 67 %, pri slivi pa kar 72 % večji pridelek (Mlaker - Šumenjak, 2011).

Čebele pa lahko privabljam v nasad tudi z raznimi feromonskimi pripravki na osnovi sladkorja, ki bistveno ne privabljaajo čebel na cvetove in tudi oprashaevanje ni boljše, saj se čebele zadržujejo tudi na listih. Pri nanosu sladkorne raztopine namreč ne moremo natančno aplicirati pripravka samo na cvetove. Drugače je pri feromonskih pripravkih, ki posnemajo

feromon, ki ga izločajo čebelje delavke imenovan Nasonov feromon. Tu se lahko pridelki nekaterih sort hrušk povečajo do 44 % (Delaplane in Mayer, 2000). Naumann in sod. (1994) so preučevali, kako hormonski pripravek Fruit Boost vpliva na privabljanje oprasovalcev in na velikost pridelka pri hruški sorte 'Anjou' ter pri češnji sorte 'Bing'. V raziskavi so ugotovili, da pripravek izboljša oprasovanje hrušk ter da se je pridelek hrušk povečal za 7 % pri uporabi tega pripravka v primerjavi s kontrolo. V neki drugi raziskavi, ki so jo pred tem opravili Currie in sod. (1992) so uporabili isti pripravek ter prav tako ugotovili, da se je oprasovanje izboljšalo.

Škropljenje s sladkorno raztopino v poln cvet pri nobeni od proučevanih sort ni imelo vpliva na število plodov na drevo, višino in maso ploda, trdoto mesa, vsebnost posameznih in skupnih kislin ter antioksidativni potencial. Je pa pri sorti 'Viljamovka' škropljenje s sladkorno raztopino v poln cvet vplivalo na večjo širino ploda in manjšo vsebnost topne suhe snovi, pri sorti 'Abate Fetel' pa na manjši pridelek na drevo ter na večjo vsebnost posameznih in skupnih sladkorjev v plodovih. Pri sorti 'Abate Fetel' je bil pri obravnavanju, kjer smo namestili pred izhod iz panja cvetni prah, manjši pridelek in širina ploda, večja pa je bila trdota mesa, vsebnost posameznih in skupnih sladkorjev.

#### 4. ZAHVALA

Zahvaljujemo se Ministrstvu za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano (MKGP) in Javni agenciji za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije (ARRS) za financiranje raziskav, ki so objavljene v članku in so rezultat CRP projekta V4-1409.

#### 5. VIRI

- Currie R. W., Winston M. L., Slessor K. N., Mayer D. F. 1992. Effect of synthetic queen mandibular pheromone sprays on pollination of fruit crops by honey bees (Hymenoptera: Apidae). *Journal of Economic Entomology*, 85: 1293–1299
- Čmrljica. 2016. Čmrljica prijateljica narave.  
<http://www.cmrljica.si/index.html> (25. 2. 2016)
- Delaplane K. S., Mayer D. F. 2000. *Crop pollination by bees*. New York, CABI: 352 str.
- FAOSTAT database. 2014. Food and Agriculture Organization of the United Nations.  
<http://faostat.fao.org/> (10. 2. 2016)
- Gliha R. 1997. Sorte krušaka u suvremenoj proizvodnji. Zagreb, *Fragaria*: 278 str.
- Goodwin M. 2012. *Pollination of crops in Australia and New Zealand*. Ruakura, New Zealand, *Plant & Food Research*: 134 str.
- Hrastelj M. 2011. Čebelarstvo. Novo mesto, GRM Novo mesto – center biotehnike in turizma: 24 str.
- Hudina M., Stampar F. 2000. Sugars and organic acids contents of European (*Pyrus communis* L.) and Asian (*Pyrus serotina* Rehd.) pear cultivars. *Acta Alimentaria*, 29: 217-230
- Hudina M., Stampar F., Orazem P., Mikulic Petkovsek M., Veberic R. 2012. Phenolic compounds profile, carbohydrates and external fruit quality of the 'Concorde' pear (*Pyrus communis* L.) after bagging. *Canadian Journal of Plant Science*, 92: 67-75
- Javornik F., Kastelic L., Krajnc A., Mihelič J., Senegačnik E., Senegačnik J., Vidmar U. 1982. Čebelarstvo. Ljubljana, *Kmečki glas*: 377 str.

- Kim D. O., Lee K. W., Lee H. J., Lee C. Y. 2002. Vitamin C equivalent antioxidant capacity (VCEAC) of phenolic phytochemicals. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50: 3713–3717
- Mlaker – Šumenjak M. 2011. Čebela se predstavi. Lukovica, Čebelarska zveza Slovenije: 82 str.
- Monzon V., Bosch J., Retana J. 2004. Foraging behavior and pollinating effectiveness of *Osmia cornuta* (Hymenoptera: Megachilidae) and *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) on 'Comice' pear. *Apidologie*, 35, 6: 575-585
- Naumann K., Winston M. L., Slessor K. N., Smirle M. J. 1994. Synthetic honey bee (Hymenoptera: Apidae) queen mandibular gland pheromone applications affect pear and sweet cherry pollination. *Journal of Economic Entomology*, 87: 1595–1599
- Nithya C., Viraktamath S., Patil R. K., Vastrad A. S., Palakshappa M. G. 2012. Influence of indigenous bee attractants in enhancing pollination and yield of sesame. *Karnataka Journal of Agricultural Sciences*, 25, 4: 537-539
- Poklukar J. 1992. Čebele in opravevanje sadnega drevja. Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenije: 10 str.
- Pollinator. 2016. Best management practices for pollination in Ontario crops. <http://www.pollinator.ca/bestpractices/index.html> (25. 2. 2016)
- SURS. 2016. Statistični urad Republike Slovenije. <http://pxweb.stat.si/pxweb/Dialog/Saveshow.asp> (26. 12. 2016)
- Štampar F., Lešnik M., Veberič R., Solar A., Koron D., Usenik V., Hudina M., Osterc G. 2005. Sadjarstvo. Ljubljana, Kmečki glas: 416 str.



Preglednica 1: Povprečne vrednosti izmerjenih parametrov pri navadni hruški sorte 'Viljamovka' glede na obravnavanje; Orehovlje, 2015 in 2016.

Table 1: Average values of the measured parameters at pear cultivar 'Williams' according to different treatments; Orehovlje, 2015 and 2016.

Parameter	Obravnavanje			Statistična značilnost <sup>a</sup>		
	Kontrola	Sladkorna raztopina	Cvetni prah	Obravnavanje (O)	Leto (L)	O x L
Obseg debla (cm)	18,0a	18,6a	17,8a	NS	NS	NS
Število cvetnih šopov	69,7ab	56,5b	72,7a	*	***	*
Število plodov na drevo	44,5a	43,1a	44,7a	NS	***	NS
Pridelek na drevo (kg)	6,3a	6,3a	6,1a	NS	***	NS
Višina ploda (mm)	83,6a	86,7a	86,1a	NS	***	NS
Širina ploda (mm)	68,6b	70,9a	71,4a	*	*	NS
Masa ploda (mm)	184,0b	198,0ab	199,3a	*	***	NS
Trdota mesa (kg/cm <sup>2</sup> )	6,7a	6,0a	6,0a	NS	***	NS
Topna suha snov (%)	14,4a	13,8b	13,5b	***	NS	NS
Saharoza (g/kg)	6,1a	6,5a	4,8b	**	***	**
Glukoza (g/kg)	13,2a	12,6a	12,4a	NS	***	NS
Fruktoza (g/kg)	73,1a	72,8a	70,6a	NS	NS	NS
Sorbitol (g/kg)	36,0a	29,4a	32,0a	NS	NS	NS
Skupni sladkorji (g/kg)	128,5a	121,3ab	119,8b	*	NS	NS
Citronska kislina (g/kg)	3,1b	3,3b	3,9a	***	***	*
Jabolčna kislina (g/kg)	1,3a	1,4a	1,5a	NS	***	NS
Fumarna kislina (g/kg)	0,0034a	0,0038a	0,0038a	NS	***	NS
Šikimska kislina (g/kg)	0,026a	0,029a	0,030a	NS	***	NS
Skupne kisline (g/kg)	5,5b	6,0b	6,7a	***	***	**
Antioksidativni potencial (µg askorbinske kisline/g sveže mase)	171,6ab	147,8b	190,4a	*	***	*

<sup>a</sup>NS, \*, \*\*, \*\*\* ni statistično značilno oz. je statistično značilno pri  $p \geq 0,05$ , 0,01 ali 0,00

Preglednica 2: Povprečne vrednosti izmerjenih parametrov pri navadni hruški sorte 'Abate Fetel' glede na obravnavanje; Orehovlje, 2015 in 2016.

Table 2: Average values of the measured parameters at pear cultivar 'Abate Fetel' according to different treatments; Orehovlje, 2015 and 2016.

Parameter	Obravnavanje			Statistična značilnost <sup>a</sup>		
	Kontrola	Sladkorna raztopina	Cvetni prah	Obravnavanje (O)	Leto (L)	O x L
Obseg debla (cm)	25,0a	23,5a	21,8b	***	NS	NS
Število cvetnih šopov	49,3b	37,9b	84,9a	***	***	***
Število plodov na drevo	44,1a	33,7a	37,7a	NS	***	*
Pridelek na drevo (kg)	7,2a	5,7b	5,5b	**	***	NS
Višina ploda (mm)	119,3a	122,3a	119,4a	NS	***	NS
Širina ploda (mm)	66,4a	67,3a	64,2b	**	***	NS
Masa ploda (mm)	201,5ab	212,5a	190,0b	*	***	NS
Trdota mesa (kg/cm <sup>2</sup> )	4,9b	5,3ab	5,6a	**	*	NS
Topna suha snov (%)	15,2a	15,5a	15,9a	NS	***	***
Saharoza (g/kg)	2,7b	5,5a	5,6a	***	*	**
Glukoza (g/kg)	16,1b	23,9a	23,9a	***	***	**
Fruktoza (g/kg)	38,2b	60,7a	64,1a	***	***	***
Sorbitol (g/kg)	20,6c	34,8b	41,9a	***	**	*
Skupni sladkorji (g/kg)	77,6b	124,9a	135,4a	***	***	***
Citronska kislina (mg/kg)	390,3a	448,8a	394,4a	NS	***	NS
Jabolčna kislina (mg/kg)	294,1a	338,5a	273,6a	NS	***	NS
Fumarna kislina (mg/kg)	3,1a	3,4a	3,0a	NS	***	NS
Šikimska kislina (mg/kg)	20,6a	24,2a	24,6a	NS	***	NS
Skupne kisline (mg/kg)	708,6a	815,7a	696,8a	NS	***	NS
Antioksidativni potencial (µg askorbinske kisline/g sveže mase)	173,3a	191,5a	202,2a	NS	***	NS

<sup>a</sup>NS, \*, \*\*, \*\*\* ni statistično značilno oz. je statistično značilno pri  $p \geq 0,05$ , 0,01 ali 0,00

# KOLIČINA IN KAKOVOST PRIDELKA NAVADNE HRUŠKE (*Pyrus communis* L.) SORT 'VILJAMOVKA' IN 'ABATE FETEL' PRI RAZLIČNIH NAČINIH NAMAKANJA

Metka HUDINA<sup>1</sup>, Franci ŠTAMPAR<sup>2</sup>

## POVZETEK

V Hortikulturnem centru Biotehniške fakultete Orehovlje pri Novi Gorici smo v letih 2015 in 2016 ugotavljali vpliv kapljičnega namakanja in namakanja z mikrorazpršilci na količino pridelka in kakovost plodov hrušk (*Pyrus communis* L.) sort 'Viljamovka' in 'Abate Fetel'. V Orehovljah pri Novi Gorici je bilo obdobje suše julija 2015 ter julija in avgusta 2016. Ugotovili smo, da sta kapljično namakanje in namakanje z mikrorazpršilci vplivala na večjo širino ploda, manjšo vsebnost topne suhe snovi, jabolčne, šikimske kisline in skupnih kislin pri sorti 'Viljamovka'. Pri sorti 'Abate Fetel' je bilo pri kapljičnem namakanju število plodov na drevo manjše, manjša je bila vsebnost topne suhe snovi, posameznih in skupnih kislin, masa ploda in vsebnost saharoze pa večja kot pri kontroli. Pri namakanju z mikrorazpršilci je bila vsebnost topne suhe snovi manjša, vsebnost saharoze in fruktoze pa večja kot pri kontroli.

**Ključne besede:** kapljično namakanje, namakanje z mikrorazpršilci, pridelek, kakovost plodov

## THE YIELD AND QUALITY OF PEARS (*Pyrus communis* L.) CULTIVARS 'WILLIAMS' AND 'ABATE FETEL' IN VARIOUS TYPES OF IRRIGATION

### ABSTRACT

The influence of drip irrigation and irrigation by microsprinklers on yield and fruit quality of pear (*Pyrus communis* L.) cultivars 'Williams' and 'Abate Fetel' were investigated in the Horticultural centre of Biotechnical Faculty Orehovlje near Nova Gorica in years 2015 and 2016. In year 2015 was a period of drought in July and in year 2016 a drought period was in July and August. We have found that drip irrigation and irrigation by microsprinklers had influence on the greater fruit width, on lower soluble solids content, malic, shikimic acids and total acids at cultivar 'Williams'. Number of fruit per tree was smaller, soluble solids content was lower, while individual and total acidity, fruit weight and sucrose content were higher by drip irrigation than in control at cultivar 'Abate Fetel'. Irrigation by microsprinklers had influence on lower soluble solids content, but sucrose and fructose content were higher than in control.

**Key words:** drip irrigation, irrigation by microsprinklers, yield, fruit quality

<sup>1</sup> Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Katedra za sadjarstvo, vinogradništvo in vrtnarstvo, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana, E-mail: metka.hudina@bf.uni-lj.si

<sup>2</sup> Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Katedra za sadjarstvo, vinogradništvo in vrtnarstvo, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana, E-mail: franci.stampar@bf.uni-lj.si

## 1. UVOD

Hruške pridelujejo v svetu v zmerno toplem pasu. Po površini zasedajo hruševi nasadi 11. mesto med sadnimi vrstami (FAOSTAT ..., 2014). V Sloveniji je hruška ena pomembnejših sadnih vrst, ki jo pridelujemo po podatkih iz leta 2015 na 199 hektarjih (SURS, 2016). Tudi v Evropi ima pridelava hrušk že dolgo tradicijo. Tako kot druge kmetijske panoge se sooča z ekstremnimi vremenskimi razmerami, med katerimi so vse pogostejše tudi suše. Sušo hruške dobro prenašajo, vendar sta količina in kakovost pridelka boljša ob zadostni količini vode. Hruške najbolje uspevajo v rahlih, zračnih in rodovitnih tleh z dovolj vode in organske snovi. V peščenih tleh hruška slabše uspeva, saj so zanjo presuha in običajno slabo preskrbljena s hranili (Črnko in sod., 1990).

V naših podnebnih razmerah je padavin dovolj, vendar moramo zaradi neenakomerne razporeditve le-teh preko leta uporabljati namakanje kot dopolnilni ukrep, ki omogoča kakovostno in količinsko stabilno pridelavo sadja (Pintar, 2003). Najracionalnejše je kapljično namakanje, vendar lahko za namakanje uporabljamo tudi mikrorazpršilce, ki jih lahko uporabimo tudi za dvigovanje zračne vlage v nasadu, kar je pri hruški posebej dobrodošlo, saj zmanjšamo možnosti za toplotne ožige listov. Kapljično namakanje omogoča najintenzivnejšo rastlinsko pridelavo ob najvišji stopnji varovanja okolja. Rastlini vsak dan dodamo toliko vode, kot jo potrebuje. Pri kapljičnem sistemu vodo dodajamo samo tam, kjer jo rastlina potrebuje (manjša poraba vode), medvrstni prostori ostajajo suhi, kar omogoča nemoten prehod mehanizacije, in ne močimo listne površine. Mikrorazpršilce lahko uporabljamo za lokalizirano namakanje. V sadovnjaku mikrorazpršilce namestimo pod krošnjo dreves, pri čemer se dometi razpršilcev ne prekrivajo (Pintar, 2006). Namakanje je potrebno v poletnem obdobju (julij, avgust) in včasih že spomladi med cvetenjem ali takoj po cvetenju (Štampar, 2006). Suša ima med rastjo in zorenjem plodov pomemben vpliv na razvoj in kakovost plodov.

Namakanje je le eden od tehnoloških ukrepov, ki vodijo k doseganju rednih, velikih in kakovostnih pridelkov sadja. Pogosto od namakanja pričakujemo preveč. Pri namakanju je treba upoštevati zahteve sadne vrste, sorte, fizikalne in kemijske lastnosti tal, sposobnost vezave vode v tleh, evapotranspiracijo in količino padavin. Začasen primanjkljaj vode je za rastline običajen pojav. V ta namen so razvile ustrezne mehanizme, da lahko ta obdobja pomanjkanja vode preidejo brez večjih težav. Problem za rastline predstavlja šele dolgotrajnejša suša, ki se razvije postopoma. Prve vidne znake zaznamo šele, ko se turgor v listih zmanjša do tolikšne mere, da se začno zvijati listi, nato pa rastlina začne veneti. Primanjkljaj vode spremeni presnovo rastline, razporejanje asimilatov in mobilnost hranil. Listne reže se zapirajo. Zaradi tega se zmanjša transpiracija, posledično pa tudi fotosinteza. Zmanjšana transpiracija zmanjša tudi dotok mineralov prek korenin v rastlino. Kot posledica dolgotrajne suše se ne pojavlja samo vodni stres, ampak se zaradi visokih temperatur hkrati pojavlja temperaturni stres. Oba hkrati pa povzročita, da prihaja v rastlinah do oksidativnega stresa. Tipični znak temperaturnega stresa je zelo znan pri hruškah sorte 'Conference'. Imenujemo ga toplotni ožig listov. Zaradi visokih temperatur (več kot 30 °C) in nizke relativne zračne vlage (manj kot 60 %) propade 10 do 50 % ali celo 80 % listne površine. Listi se v zelo kratkem času posušijo. To ima škodljive posledice na kakovost pridelka in zelo negativno vpliva na diferenciacijo rodnih brstov (Štampar, 2006; Štampar in sod., 2009).

Posledice pomanjkanja vode v tleh se kažejo med rastno dobo. Pojavijo se motnje pri preskrbi mineralov, ruši se hormonsko ravnotežje v sadni rastlini. Pomanjkanje vode vpliva na slabo kalitev cvetnega prahu, motnje pri oploditvi, razvoj plodov brez semen ali samo z nekaj semeni, kar pogosto pomeni deformirane plodove. Prav tako pa se zgodnja suša pozna tudi pri vegetativni rasti - poganjki so krajši, listi so manjši in s tem tudi fotosinteza in produkcija ogljikovih hidratov. Spomladi je zelo pomembno, da so tla dobro preskrbljena z vodo, ki je zelo pomembna za začetek rasti koreninskega sistema, kar posledično vpliva na brstenje in dokončanje procesov diferenciacije rodnih brstov. Tako med intenzivno delitvijo celic, kot med intenzivnim povečevanjem celic mora biti sadna rastlina optimalno preskrbljena z vodo. V nasprotnem primeru je število celic manjše kot običajno, plod pa ostane drobnejši (Štampar, 2006).

S poskusom smo želeli ugotoviti, kako različni načini namakanja vplivajo na pridelek – količino in kakovost, hrušk sort 'Viljamovka' in 'Abate Fetel'.

## 2. MATERIAL IN METODE

Poskus smo izvedli leta 2015 in 2016 v nasadu hrušk sort 'Viljamovka' in 'Abate Fetel', cepljenih na podlagi 'Kutina MA', v Hortikulturnem centru Biotehniške fakultete Orehovlje pri Novi Gorici. Za vsako obravnavanje smo v poskus vključili 15 dreves. Poskus je vključeval tri obravnavanja: (1) kapljično namakanje; (2) namakanje z mikrorazpršilci in (3) kontrolo, kjer drevesa nismo namakali. Pri obravnavanju kapljično namakanje smo drevesa kapljično namakali s kapljači (4 l/h) 13. maja., 8. junija, 13., 20. in 27. julija ter 10. avgusta 2015, v letu 2016 pa 18. aprila, 4. junija, 10., 16., 22., 28. julija. Pri vsakem namakanju smo drevesu dodali 15 l vode. Pri obravnavanju namakanje z mikrorazpršilci smo drevesa namakali z mikrorazpršilci (6 l/h, tlak 1,0 bar) v istih terminih z enako količino. Namakalni sistem v Hortikulturnem centru Biotehniške fakultete Orehovlje je priključen na vodno zajetje Vogršček, zato je bilo namakanje odvisno od dostopnosti vode. V letu 2016 je bila voda dostopna julija le dvakrat tedensko, kar je premalo za kapljično namakanje celotnega nasada.

Analiza tal je pokazala, da so tla zmerno kislja (pH tal 5,8). S fosforjem so tla dobro založena, s kalijem pa pretirano založena. Z magnezijem so tla srednje založena, bora je premalo. Organske snovi je dovolj (2,8 %).

Meritve obsega debla in števila cvetnih šopov smo izvedli 2. 4. 2015 in 23. 3. 2016. Ob obiranju smo prešteli število plodov na drevo in stekali pridelek na drevo. Sorto 'Viljamovka' smo obirali 13. 8. 2015 in 18. 8. 2016, sorto 'Abate Fetel' pa 22. 8. 2015 in 5. 9. 2016. Meritve širine, višine, mase ploda, vsebnosti topne suhe snovi in trdote mesa plodov smo izvedli na 20 naključno izbranih plodovih, takoj po obiranju v laboratoriju. Višino in širino ploda smo izmerili s kljunastim pomičnim merilom, trdoto mesa s penetrometrom z 8 mm batom, topno suho snov pa z refraktometrom. Vzorce za analizo sladkorjev in organskih kislin smo pripravili po metodi Hudina in Stampar (2000), analizo pa po Hudina in sod. (2012). Antioksidativni potencial smo določili po metodi Kim in sod. (2002).

Za vsak obravnavani parameter smo za določanje statistično značilnih razlik med parametri uporabili dvosmerno analizo variance (MANOVA) in LSD test. Upoštevali smo 5 % tveganje. Statistično značilne razlike smo označili s črkami. Povprečne vrednosti, označene z isto črko, se med seboj statistično značilno ne razlikujejo ( $p=0,05$ ).

### 3. REZULTATI IN RAZPRAVA

Iz slike 1 je razvidno, da je bilo leta 2015 v Biljah obdobje suše v juliju, ko smo tudi mi namakali, tako kapljično kot tudi z mikrorazpršilci. V juliju in začetku avgusta 2015 smo namakali štirikrat (slika 2), saj nam sam sistem ni omogočal vsakodnevnega namakanja pri kapljičnem namakanju, zaradi urnika namakanja, ki velja za zajetje Vogršček. Leta 2016 je bilo obdobje suše julija in avgusta (slika 1 in 3), ko sorti 'Viljamovka' in 'Abate Fetel' potrebujeta največ vode. V zadnjih dveh do treh tednih pred obiranjem plod hruške lahko pridobi 20-30 % končne mase ploda, če ima na razpolago dovolj vode (Gliha, 1997).

Pri sorti 'Viljamovka' je leto statistično značilno vplivalo na večino merjenih parametrov (preglednica 1). Značilnega vpliva ni bilo le na število cvetnih šopov na drevo, pridelek na drevo, trdoto mesa in vsebnost topne suhe snovi. Tudi Caspari in sod. (1996) so ugotovili, da pri našiji sorte 'Hoshui' (*Pyrus serotina* Rehd.) namakanje od 42. do 115. dne po cvetenju in od 126. do 159. dne po cvetenju ni vplivalo na trdoto mesa in vsebnost topne suhe snovi. Namakanje prav tako ni imelo vpliva na vsebnost posameznih sladkorjev in mineralov v plodovih. V našem poskusu je kapljično namakanje vplivalo na značilno večjo širino ploda, manjšo vsebnost topne suhe snovi, jabolčne, šikimske kisline in skupnih kislin. Kljub manjši vsebnosti topne suhe snovi pa so plodovi vsebovali dovolj topne suhe snovi, ki se zahteva za kakovostne hruške. Hudina (1999) je ugotovila, da zgodnja suša v fazi delitve celic vpliva na manjšo vsebnost fruktoze, saharoze, fumarne kisline, P, Ca in B, pozna suša v fazi povečevanja volumna celic in medceličnih prostorov pa vpliva na manjšo vsebnost glukoze, fruktoze, citronske, fumarne in šikimske kisline, P, K, Ca, B in Zn. V našem poskusu smo pri kapljičnem namakanju opazili večje število plodov na drevo, večji pridelek na drevo, večje dimenzije in mase ploda ter vsebnosti nekaterih posameznih sladkorjev (saharozna, fruktoza), vendar razlika med kontrolo in kapljičnim namakanjem ni statistično značilna. Verjetno bi bile razlike statistično značilne, če bi imeli na voljo dovolj vode za vsakodnevno namakanje. Lopez in sod. (2011) so ugotovili, da zmeren vodni stres vpliva na maso ploda, saj so bili plodovi dreves pod zmernim vodnim stresom sorte 'Conference' statistično značilno lažji od plodov namakanih dreves. Ugotavljajo tudi, da zmeren vodni stres (zmanjšano namakanje dreves v drugi stopnji razvoja plodov) na drevesih hrušk sorte 'Conference', obremenjenih s približno 180 plodov na drevo, vpliva na povečano trdoto mesa, večjo vsebnost organskih kislin in topne suhe snovi, medtem ko na zorenje plodov vodni stres ni imel vpliva. Sklepajo, da bi bili lahko plodovi dreves pod zmernim vodnim stresom za potrošnika zanimivejši, saj potrošniki izbirajo hruške predvsem zaradi večje vsebnosti sladkorjev.

Tudi pri namakanju z mikrorazpršilci se pri sorti 'Viljamovka' nakazujejo razlike med kontrolo in namakanjem z mikrorazpršilci, saj je bilo število plodov na drevo, pridelek na drevo, dimenzije in masa ploda, vsebnost saharoze, fruktoze (ki je je v plodovih največ med vsemi posameznimi sladkorji) in skupnih sladkorjev večja pri namakanju z mikrorazpršilci kot pri kontroli, vendar razlike niso bile statistično značilne.

Pri sorti 'Abate Fetel' je leto značilno vplivalo na vse merjene parametre, razen na trdoto mesa, vsebnost saharoze in sorbitola (preglednica 2). Pri kapljičnem namakanju je bilo število plodov na drevo manjše kot pri kontroli, širina in masa ploda pa večja. Plodovi dreves, ki so bila kapljično namakana, so vsebovali manj topne suhe snovi, citronske, fumarne kisline in skupnih kislin ter večjo vsebnost saharoze. Cabral in sod. (1995) so v poskusu namakanja hrušk sorte 'Rocha' ugotovili, da imajo nenamakani plodovi večje vsebnosti titracijskih kislin,

topne suhe snovi in večjo trdoto mesa. Masa plodov je bila statistično značilno večja pri namakanih plodovih. V našem poskusu lahko opazimo tako pri kapljičnem namakanju kot tudi pri namakanju z mikrorazpršilci večje vsebnosti posameznih in skupnih sladkorjev, večji je bil pridelek na drevo ter manjše so bile vsebnosti posameznih in skupnih kislin. Rezultati našega poskusa potrjujejo ugotovitve Zupan (2013), ki je ugotovila, da so bili plodovi nenamakanih dreves manjši, lažji, trši in so imeli večjo vsebnost topne suhe snovi. Vsebnost skupnih sladkorjev ter glukoze, fruktoze in sorbitola je bila večja v nenamakanih plodovih, kar so ugotovili tudi Wang in Stutte (1992). Kilili in sod. (1996) so ugotovili, da naj bi bila večja trdota plodov posledica naraščajoče celične gostote oziroma upadanje celične hidracije. Wang in sod. (1996) so ugotovili, da vodni stres v odraslih listih jablane povzroča pretvorbo glukoze v sorbitol in manj v saharozo in škrob. Zupan (2013) je ugotovila, da v vsebnosti organskih kislin, preračunanih na svežo maso, ni bilo razlik med plodovi namakanih in nenamakanih dreves, medtem ko so bile razlike v vsebnosti citronske, jabolčne, šikimske ter skupnih kislin, ko so to izrazili na suho snov; več kislin je bilo v plodovih namakanih dreves. Plodovi nenamakanih dreves so vsebovali več sladkorjev, manj organskih kislin in več hidroksicimetnih kislin v mesu ploda. V obdobju suše (julij 2015, julij in avgust 2016), ko so bile tudi temperature višje, se je več organskih kislin porabilo za dihanje. Jabolčna kislina je glavni substrat, ki se skupaj z ogljikovimi hidrati porablja pri dihanju s koeficientom večjim od 1,1, kar je za to vrsto sadja (hruške) značilno. Večja vsebnost Ca v plodovih ohranja jabolčno kislino, saj obstaja obratno sorazmerje med vsebnostjo Ca in oksidacijo jabolčne kisline. Ca namreč preprečuje uporabo organskih kislin kot respiratornega substrata (Kovács in Djedro, 1994). Presnova jabolčne kisline je zelo aktivna, saj se njena vsebnost med dozorevanjem plodov lahko zmanjša celo za 50 % (Seymour in sod., 1993). Namakanje vpliva na sprejem hranil in na njihovo akumulacijo v plodovih (Brun in sod., 1985; Patrick, 1988). Koncentracija fosforja in kalija v rastlini in s tem tudi v plodovih se poveča, če ima rastlina na razpolago dovolj vode (poveča se njihova mobilnost), medtem ko se vsebnost Ca, ki je na začetku dokaj velika, zmanjšuje. Še posebno se to odraža v zadnjih tednih dozorevanja plodov (Marangoni in Pisa, 1993).

S kapljičnim namakanjem ali z namakanjem z mikrorazpršilci lahko povečamo pridelek in kakovost hrušk sort 'Viljamovka' in 'Abate Fetel', vendar moramo imeti vsakodnevno na razpolago dovolj vode, še zlasti v obdobjih suše. Je pa namakanje le eden izmed tehnoloških ukrepov, ki ne more nadomestiti ostalih ukrepov, ki morajo biti izvedeni v nasadu hrušk pravočasno in kakovostno. Je le droben mozaik v pridelavi kakovostnih hrušk.

#### 4. ZAHVALA

Zahvaljujemo se Ministrstvu za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano (MKGP) in Javni agenciji za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije (ARRS) za financiranje raziskav, ki so objavljene v članku in so rezultat CRP projekta V4-1409.

#### 5. VIRI

- Brun C. A., Raese J. T., Stahly E. A. 1985. Seasonal response of 'Anjou' pear trees to different irrigation regimes. II. Mineral composition of fruit and leaves, fruit disorders and fruit set. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 110, 6: 835-840.
- Cabral M. L., Barreiro M. G., Franco J. 1995. Effect of irrigation on storage capability of 'Rocha' pear. *Acta Horticulturae*, 379: 167-174.

- Caspari H. W., Behboudian M. H., Chalmers D. J., Clothier B. E., Lenz F. 1996. Fruit Characteristics of 'Hosui' Asian Pears after Deficit Irrigation. *HortScience*, 31, 1: 162.
- Črnko J., Lekšan M., Smole J., Oblak M., Peric V., Solar A., Modic D., Vesel V., Adamič F. 1990. Naš sadni izbor: Najustreznejše sorte za vaš sadovnjak. Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 244 str.
- FAOSTAT database. 2014. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://faostat.fao.org/> (10. 2. 2016)
- Gliha R. 1997. Sorte krušaka u suvremenoj proizvodnji. Zagreb, Fragaria: 278 str.
- Hudina M. 1999. Vpliv vodnega režima, prehrane, listne površine in rastne dobe na vsebnost sladkorjev in organskih kislin v hruškah (*Pyrus communis* L.) cv. 'Viljamovka'. Doktorska disertacija. Ljubljana, Biotehniška fakulteta: 151 str.
- Hudina M., Stampar F. 2000. Sugars and organic acids contents of European (*Pyrus communis* L.) and Asian (*Pyrus serotina* Rehd.) pear cultivars. *Acta Alimentaria*, 29: 217-230.
- Hudina M., Stampar F., Orazem P., Mikulic Petkovsek M., Veberic R. 2012. Phenolic compounds profile, carbohydrates and external fruit quality of the 'Concorde' pear (*Pyrus communis* L.) after bagging. *Canadian Journal of Plant Science*, 92: 67-75.
- Kilili A. W., Behboudian M. H., Mills T. M. 1996. Composition of quality of 'Braeburn' apples under reduced irrigation. *Scientia Horticulturae*, 67, 1-2: 1-11.
- Kim D. O., Lee K. W., Lee H. J., Lee C. Y. 2002. Vitamin C equivalent antioxidant capacity (VCEAC) of phenolic phytochemicals. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50: 3713-3717.
- Kovács E., Djedjro G. A. 1994. Changes in organic acids of fruits after different treatments. *Acta Horticulturae*, 368: 251-261.
- Lopez G., Larrigaudière C., Girona J., Behboundian M. H., Marsal J. 2011. Fruit thinning on 'Conference' pear grown under deficit irrigation: Implications for fruit quality at harvest and after cold storage. *Scientia Horticulturae*, 129: 64-70.
- Marangoni B., Pisa P. R. 1993. Ricerche sull' efficienza d' uso dell' acqua in arboricoltura. *Frutticoltura*, 60, 4: 15-18.
- Patrick J. W. 1988. Assimilate partitioning in relation to crop productivity. *HortScience*, 23, 1: 33-40.
- Pintar M. 2003. Osnove namakanja s poudarkom na vrtninah in sadnih vrstah v severovzhodni Sloveniji. Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano: 49 str.
- Pintar M. 2006. Osnove namakanja s poudarkom na vrtninah in sadnih vrstah v zahodni, osrednji in južni Sloveniji. Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano: 55 str.
- Seymour G., Taylor J., Tucker G. 1993. *Biochemistry of Fruit Ripening*. London, Chapman & Hall: 545 str.
- SURS. 2016. Statistični urad Republike Slovenije. <http://pxweb.stat.si/pxweb/Dialog/Saveshow.asp> (26. 12. 2016)
- Štampar F. 2006. Namakanje v sadjarstvu. Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano: 23 str



Štampar F., Lešnik M., Veberič R., Solar A., Koron D., Usenik V., Hudina M., Osterc G. 2009. Sadjarstvo. 2. dopolnjena izdaja. Ljubljana, Kmečki glas: 416 str.

Wang Z., Quebedeaux B., Stutte G. W. 1996. Partitioning of (14C) glucose into sorbitol and other carbohydrates in apple under water stress. Australian Journal of Plant Physiology, 23, 3: 245-251.

Wang Z., Stutte G. W. 1992. The role of carbohydrates in active osmotic adjustment in apple under water stress. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 117, 5: 816-823.

Zupan A. 2013. Vpliv namakanja na vsebnost primarnih in sekundarnih metabolitov v listih in plodovih hruške (*Pyrus communis* L.) sorte 'Viljamovka'. Magistrsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 39 str.

Preglednica 1: Povprečne vrednosti izmerjenih parametrov pri navadni hruški sorte 'Viljamovka' glede na obravnavanje; Orehovlje, 2015 in 2016.

Table 1: Average values of the measured parameters at pear cultivar 'Williams' according to different treatments; Orehovlje, 2015 and 2016.

Parameter	Obravnavanje			Statistična značilnost <sup>a</sup>		
	Kontrola	Kapljično	Mikrorazpršilci	Obravnavanje (O)	Leto (L)	O x L
Obseg debla (cm)	21,6a	21,0a	21,3a	NS	***	NS
Število cvetnih šopov	93,4a	104,8a	115,9a	NS	NS	NS
Število plodov na drevo	53,7a	62,7a	59,3a	NS	***	NS
Pridelek na drevo (kg)	7,3a	9,1a	8,5a	NS	NS	NS
Višina ploda (mm)	84,9a	87,6a	88,3a	NS	***	NS
Širina ploda (mm)	68,4b	72,6a	71,9a	***	**	**
Masa ploda (mm)	182,6a	206,9a	236,7a	NS	NS	NS
Trdota mesa (kg/cm <sup>2</sup> )	6,6a	6,5a	6,3a	NS	NS	NS
Topna suha snov (%)	14,5a	13,2b	13,4b	**	***	NS
Titracijske kisline (mg/100 g)	6,7a	6,5a	6,3a	NS	***	NS
Saharoza (g/kg)	5,1a	5,7a	5,4a	NS	***	NS
Glukoza (g/kg)	11,4a	10,7a	10,5a	NS	**	NS
Fruktoza (g/kg)	70,0a	71,4a	72,0a	NS	***	NS
Sorbitol (g/kg)	33,0a	29,9a	32,7a	NS	***	NS
Skupni sladkorji (g/kg)	119,5a	117,6a	120,6a	NS	***	NS
Citronska kislina (g/kg)	1,8a	1,7a	1,8a	NS	***	NS
Jabolčna kislina (g/kg)	0,48a	0,30b	0,29b	***	***	***
Fumarna kislina (g/kg)	0,002a	0,002a	0,002a	NS	***	NS
Šikimska kislina (g/kg)	0,016a	0,014b	0,013c	***	***	***
Skupne kisline (g/kg)	2,3a	2,0b	2,1b	**	***	**
Antioksidativni potencial (µg askorbinske kisline/g sveže mase)	158,5a	164,2a	152,9a	NS	**	*

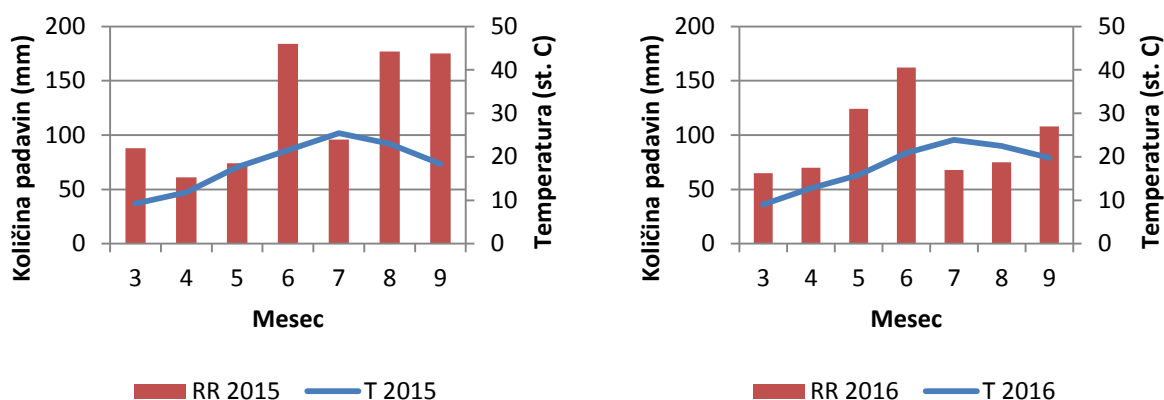
<sup>a</sup>NS, \*, \*\*, \*\*\* ni statistično značilno oz. je statistično značilno pri  $p \geq 0,05$ , 0,01 ali 0,00

Preglednica 2: Povprečne vrednosti izmerjenih parametrov pri navadni hruški sorte 'Abate Fetel' glede na obravnavanje; Orehovlje, 2015 in 2016.

Table 2: Average values of the measured parameters at pear cultivar 'Abate Fetel' according to different treatments; Orehovlje, 2015 and 2016.

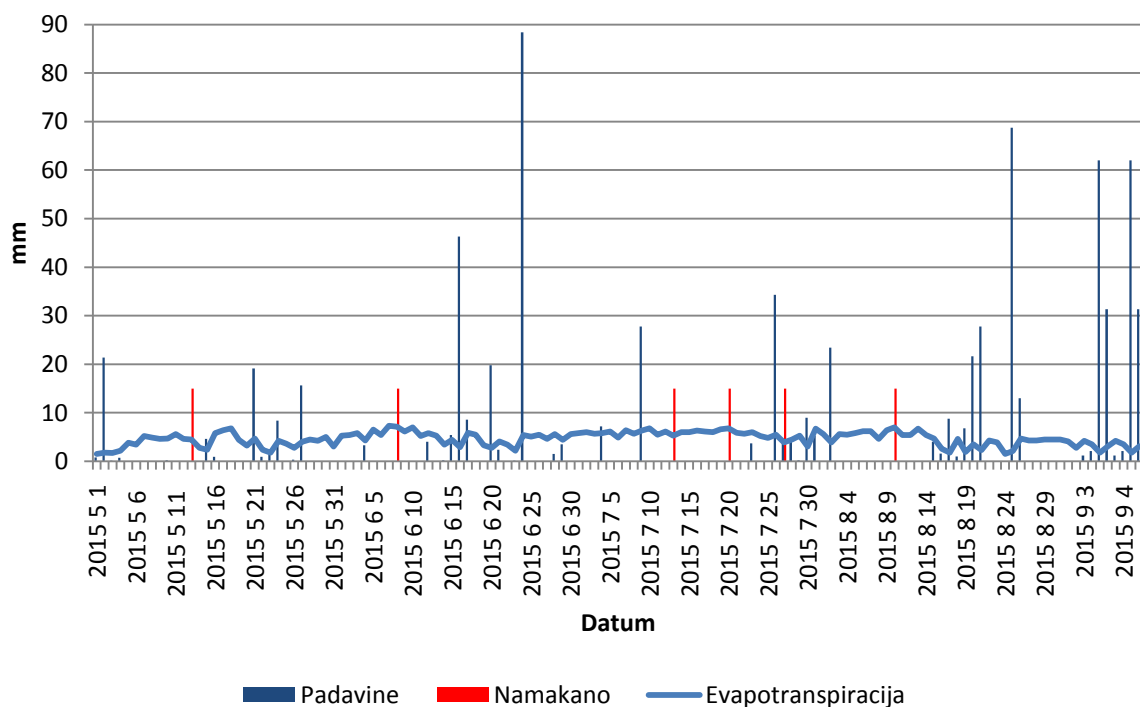
Parameter	Obravnavanje			Statistična značilnost <sup>a</sup>		
	Kontrola	Kapljično	Mikrorazpršilci	Obravnavanje (O)	Leto (L)	O x L
Obseg debla (cm)	20,8ab	21,6a	20,2b	NS	***	*
Število cvetnih šopov	62,5a	56,1a	61,7a	NS	***	NS
Število plodov na drevo	29,7a	24,0b	28,9a	*	***	***
Pridelek na drevo (kg)	4,1a	4,2a	4,6a	NS	***	*
Višina ploda (mm)	123,7a	121,9a	127,4a	NS	*	NS
Širina ploda (mm)	63,4b	69,7a	69,2a	***	**	*
Masa ploda (mm)	197,3b	224,0a	225,2a	**	**	NS
Trdota mesa (kg/cm <sup>2</sup> )	5,6a	5,4a	5,2a	NS	NS	NS
Topna suha snov (%)	15,3a	14,7b	14,6b	*	***	NS
Titracijske kisline (mg/100 g)	219,2a	211,4a	228,3a	NS	**	*
Saharoza (g/kg)	2,8b	4,2a	4,8a	*	NS	NS
Glukoza (g/kg)	19,2a	20,8a	23,8a	NS	***	NS
Fruktoza (g/kg)	45,8b	55,7ab	60,1a	*	*	NS
Sorbitol (g/kg)	25,5a	30,9a	31,6a	NS	NS	NS
Skupni sladkorji (g/kg)	93,3b	111,6ab	120,3a	NS	**	NS
Citronska kislina (g/kg)	0,29a	0,21b	0,32a	**	***	**
Jabolčna kislina (g/kg)	0,18a	0,12ab	0,11b	NS	***	NS
Fumarna kislina (g/kg)	0,002a	0,001b	0,002a	***	***	***
Šikimska kislina (g/kg)	0,021a	0,015b	0,016ab	NS	***	NS
Skupne kisline (g/kg)	0,50a	0,35b	0,44ab	*	***	*
Antioksidativni potencial (µg askorbinske kisline/g sveže mase)	169,8a	171,1a	160,5a	NS	***	**

<sup>a</sup>NS, \*, \*\*, \*\*\* ni statistično značilno oz. je statistično značilno pri  $p \geq 0,05$ , 0,01 ali 0,00



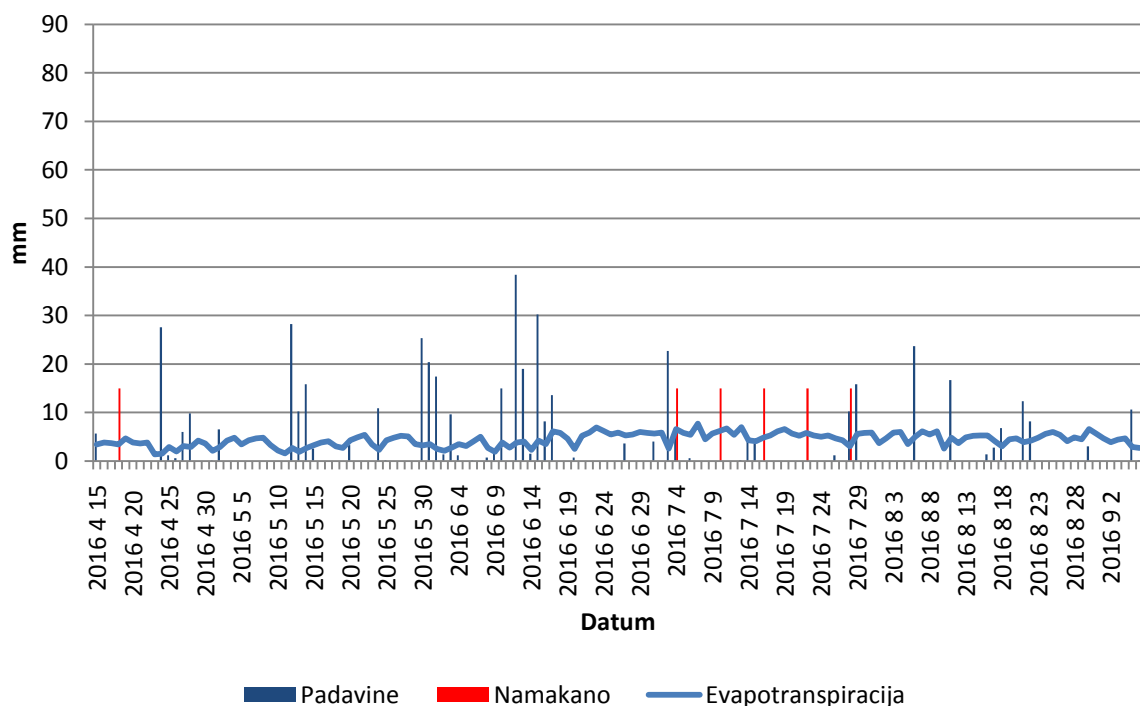
Slika 1: Walter-Gaussonov klimadiagram za meteorološko postajo Bilje za leti 2015 in 2016 (razmerje med temperaturo in padavinami je 1:4).

Figure 1: Walter-Gausson klimadiagram for the meteorological station Bilje for years 2015 and 2016 (the relationship between the temperature and the precipitation is 1:4).



Slika 2: Količina padavin, referenčna evapotranspiracija in količina dodane vode z namakanjem v mm za obdobje 1. 5. 2015 do 6. 9. 2015.

Figure 2: The amount of precipitation, reference evapotranspiration and the amount of water added by irrigation in mm for the period 1<sup>st</sup> May 2015 until 6<sup>th</sup> September 2015.



Slika 3: Količina padavin, referenčna evapotranspiracija in količina dodane vode z namakanjem v mm za obdobje 15. 4. 2016 do 5. 9. 2016.

Figure 3: The amount of precipitation, reference evapotranspiration and the amount of water added by irrigation in mm for the period 4<sup>th</sup> April 2015 until 5<sup>th</sup> September 2015.



## VPLIV ZATRAVLJENOSTI TAL POD DREVESNO KROŠNJO NA PRIDELEK IN KAKOVOST JABOLK

Ana SLATNAR<sup>1</sup>, Iwona SYGUTOWSKA<sup>2</sup>, Maria LICZNAR-MALANCZUK<sup>2</sup>

### POVZETEK

Namen raziskave je bil ugotoviti, ali različni načini ozelenitve tal v primerjavi s herbicidnim pasom vplivajo na vsebnost sekundarnih metabolitov in izbrane kakovostne parametre plodov sorte 'Ligol', cepljene na različne podlage. Izkazalo se je da različni sistemi ozelenjevanja vplivajo na pridelek in premer ploda. Notranji kakovostni parametri so bili primerljivi med plodovi, kjer je prostor pod drevesno krošnjo bil ozelenen in kontrolo. Rezultati skupnih fenolov kože sorte 'Ligol' na treh podlagah kažejo večjo vsebnost fenolnih snovi v obravnavanjih, kjer je bila zasejana ovčja bilnica (*Festuca ovina* L.).

**Ključne besede:** tla v nasadu, fenoli, trdota, barva, premer ploda

### IMPACT OF LIVING MULCH UNDER THE TREE CROWN ON YIELD AND QUALITY OF APPLES

### ABSTRACT

The study focuses on the response of apple secondary metabolism and some important quality parameters to different living mulch treatments and herbicide fallow application in apple cultivar 'Ligol' grafted on various rootstock. Yield and apple diameter indicate differences among orchard floor management treatments. Internal fruit quality parameters were comparable between fruit produced on part with living mulch under the three crown and control. Long-term response of 'Ligol' cultivar on all rootstock to living mulch treatments indicated that apples peel increases the accumulation of analyzed total phenolic compounds.

**Key words:** orchard floor, phenolic, firmness, color, fruit diameter

### 1. UVOD

Pravilna izbira oskrbe prostora pod drevesno krošnjo preprečuje zapleveljenost tal pod krošnjo, zmanjšuje erozijo tal, pripomore k boljši dostopnosti vode in hranil za sama drevesa. Hkrati pa podpira trajnostno gospodarjenje s tlemi v sadovnjakih za prihodnje generacije (Atucha in sod., 2011).

---

<sup>1</sup> Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Katedra za sadjarstvo, vinogradništvo in vrtnarstvo, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana

<sup>2</sup> Faculty of Live Sciences and Technology, Department of Horticulture, University of Environmental and Life Sciences, Grunwaldzki 24a, 50-363 Wrocław, Poland

Med različnimi možnostmi za zatiranje plevelov, ki so se v zadnjih letih razširile v ekološki pridelavi sadja najbolj v ospredje prihaja ozelenitev prostora pod drevesno krošnjo v angleščini poimenovano living mulch. Ozelenitev pasu pod drevesno krošnjo se priporoča predvsem zaradi možnosti povečanja biotske pestrosti in izboljšanja kakovosti tal.

Splošna uvedba ozelenitve pasu pod krošnjo zaustavlja prepričanje, da rastline, ki rastejo pod drevesno krošnjo, zaradi svoje tekmovalnosti za hranila s sadnimi rastlinami, povzročajo njegovo slabšo rast in posledično vplivajo na zmanjšanje pridelka. Pozablja pa se na dejstva, da uporabljene rastline za ozelenitveni pas pod drevesno krošnjo lahko zaradi sposobnosti sproščanja alelopatskih snovi v okolje uspešno, brez uporabe herbicidov zmanjšujejo rast plevelnih rastlin oz. imajo druge koristne vplive na sadne rastline, ki tam rastejo kot glavna kultura (Granatsteina in Sanchez., 2009).

Poskusi različnih študij so pokazali, da sistemi ozelenitve pod drevesno krošnjo lahko prispevajo h kasnejšemu vstopu v rodnost in zmanjšajo količino pridelka v večletnih poskusih. Različni poskusi na omenjeno tematiko so pokazali manjšo tekmovalnost s sadno vrsto v primeru uporabe enoletnih rastlin za ozelenitev kot večletnih/trajnih rastlin. Rezultati analiz notranjih in zunanjih kakovostnih parametrov jablan so si po poročanju različnih avtorjev zelo nasprotujoči, tako da brez nadaljnjih večletnih študij težko podajamo zaključke na omenjeno temo. Lipecki in Wieniarska (2000) v svojem poskusu z uporabo različnih enoletnih rastlin za ozelenitev prostora pod drevesno krošnjo nista zaznala statistično značilnih razlik v kakovosti ploda.

Trendi in zavedanje, da je okolju prijazna pridelava sadja zelo pomembna narašča tako v svetu kot pri nas. Pri takšnem načinu pridelave sadja smo prisiljeni k izboljšanju in uvedbi pridelovalnih sistemov, ki vključujejo različne načine za sonaravnejšo pridelavo sadja. Ozelenitev pasu pod drevesno krošnjo je vsekakor zelo pomembna pri ekološki pridelavi sadja. Z namenov najti jasen odgovor, kako zasaditev rastlin pod drevesno krošnjo vpliva na količino in kakovost ploda smo izvedli praktični poskus, kjer smo drevesom jabolane treh različnih podlag pod drevesno krošnjo v različnih letih po sajenju zasejali ovčjo bilnico (*Festuca ovina* L.).

## 2. MATERIAL IN METODE

Poskus je bil opravljen na sadjarski raziskovalni postaji University of Environmental and Life Sciences v Wrocław (Polska), natančneje v Samotwór (51° 06' 12" N, 16° 49' 52" E). Nasad v katerem je potekal poskus je bil posajen spomladi leta 2009 z dvoletnimi sadikami sorte 'Ligol'. Za podlago so bile izbrane naslednje podlage M9, M26 in P60. Sadike so bile posajene v medvrstni razdalji 3,5 m in 1,2 m v vrsti (2380 dreves/ha). Prostor pod drevesno krošnjo smo ozelenili z ovčjo bilnico sort 'Noni' in 'Sima' v razmerju mešanja 1:1, gostoti setve 50 kg/ha. Prostor pod drevesno krošnjo smo zatravili postopno v obdobju med leti 2010 in 2013. Ovčjo bilnico smo zasejali vsako leto spomladi v pasu širine 1 m. Kot kontrolo pa smo pod delom nasada vzdrževali herbicidni pas. Pri vsaki podlagi smo imeli po sistemu naključnih blokov za vsa obravnavanja določene 4 ponovitve, v vsaki ponovitvi pa je raslo po pet dreves. Zeleni pas pod krošnjo je bil vsako rastno dobo nekajkrat pomulčen.

Krošnja dreves je bila oblikovana v obliki ozkega vretena. Drevesa v poskusu so bila ročno redčena v juniju vsako leto trajanja poskusa. Leta 2009 smo vsako posamezno drevo pognojili v odmerku 10 kg N/drevo, vsa nadaljnja leta pa v odmerku 5 kg N/drevo. Varstvo celotnega

nasada pred boleznimi in škodljivci se je izvajalo skladno s priporočili programa za varstvo jablane.

Od leta 2013 do leta 2016 je bil na drevesih vključenih v poskus pobran pridelek. Plodovom smo določili maso, velikostni razred in delež obarvanosti. Velikost plodov posameznega leta je bila določena na podlagi mase 20 plodov iz vsake ponovitve. Za določitev obarvanosti ploda smo na 15 kg vzorcu plodove razdelili v tri razrede: 1. razred < 25 % ploda pokrito s krovno barvo, 2. razred 25 – 75 % ploda pokrito s krovno bravo in 3. razred > 75 % ploda pokrito s krovno barvo. Na istem delu vzorca, kot smo merili obarvanost, smo nato plodovom določili še velikostni razred, v naslednjih skupinah: manj kot 65 mm, 65 – 75 mm, 75 – 85 mm in nad 85 mm.

Za analizo skupnih fenolov na plodovih pobranih v sezoni 2016 smo vzorce hranili na -20°C. Ekstrakcijo skupnih fenolov smo izvedli po metodi Slatnar in sod. (2011). Vsebnost skupnih fenolov smo izmerili spektrofotometrično (765 nm) po metodi z Folin-Ciocalteujevim reagentom. Delu plodov, na katerem smo merili vsebnost skupnih fenolov, smo določili tudi trdoto in topno suho snov ploda. Rezultate smo statistično obdelali s programom Statgraphic plus 4.0 ter uporabo dvosmerne analize variance ( $\alpha < 0,05$ ).

### 3. REZULTATI IN RAZPRAVA

V povprečnem letnem pridelku (2013-2016, leto 2015 smo zaradi pozebe izločili) pobranem z obravnavanj, kjer je bila ovčja bilnica v pasu pod drevesno krošnjo posejana drugo do peto leto po sajenju jablan sorte 'Ligol' in herbicidnim pasom kot kontrolo, je bil viden vpliv tega ukrepa (Preglednica 1). Med posameznimi obravnavanji smo na različnih podlagah dobili razlike v povprečnem hektarskem pridelku, ki so bili med 31,5 t/ha in 46,2 t/ha. Razlike v povprečnem pridelku nismo zaznali med obravnavanji, ki so bili cepljeni na podlago P60. Pri ostalih dveh podlagah smo med obravnavanji zaznali statistično značilne razlike. V vseh primerih se je pokazalo da je bil povprečni pridelek štirih let najboljši pri herbicidnem pasu. V obravnavanjih, kjer je bila pod drevesno krošnjo posejana ovčja bilnica, je bil povprečni hektarski pridelek, ne glede na podlago, na kateri je bila posajena sorta, že v drugem letu po sajenju, najmanjši (preglednica 1). To je skladno z rezultati, ki jih v svojem poskusu navaja Yao in sod. (2005), kjer je bil večletni povprečni pridelek dreves v polni rodnosti, pod katerimi je bila posejana rdeča bilnica (*Festuca rubra* L.), manjši kot v herbicidne pasu.

Povprečna masa ploda spremljana od leta 2013 do leta 2016 je med leti nihala in je predstavljena v preglednici 2. Povprečna masa ploda v omenjenem obdobju je bila med 181,7 in 239,3 g. Najbolj so se med seboj po masi ploda razlikovali plodovi na podlagi M26. Pri vseh obravnavanjih smo najmanjšo povprečno maso ploda zabeležili pri plodovih, kjer je bila v pas pod drevesno krošnjo četrto leto posejana ovčja bilnica (preglednica 2). To ni v celoti skladno s pridelkom, kjer smo najmanjše pridelke dosegli tam, kjer je bil pas pod drevesno krošnjo posejan že drugo leto po sajenju dreves.

Končni porabnik plodove še vedno »kupi z očmi«, zato sta premer in obarvanost ploda s krovno barvo zelo pomembna. Povprečni podatki spremljanja razvrstitve plodov v tri razrede obarvanosti in 4 velikostne razrede so prikazani na sliki 1. Analiza povprečnih podatkov pridobljenih v štiri letnem spremljanju je pokazala, da tako pri pokritosti ploda s krovno barvo kot tudi pri premeru ploda med posameznimi podlage ni prišlo do razlik med obravnavanji v posameznem razredu (slika 1). Kühn in Lindhard Pederslon (2009) poročata, da travi (rdeča bilnica in travniška latovka (*Poa pratensis* L.)), uporabljeni v njuni raziskavi, zmanjšata

vsebnost dušika v listih, rast poganjkov in pridelek, vendar se v tem obravnavanju poveča delež plodov z večjim deležem krovne barve.

V letu 2016 smo na delu pobranih plodov opravili analizo plodov za trdoto mesa, topno suho snov in škrobni test. Rezultati teh parametrov so prikazani v preglednici 3. Pri topni suhi snovi in škrobnem testu statistična analiza rezultatov ni pokazala razlik med obravnavanji po posamezni podlagi. Statistično značilne razlike smo zaznali le pri trdoti mesa, kjer le pri podlagi M26 med obravnavanji nismo zaznali razlik. Pri podlagi P60 so bili plodovi trši od plodov, ki so bili pobrani z dreves, kjer je bila pod drevesno krošnjo ovčja bilnica posejana drugo leto po sajenju nasada. Pri podlagi M9 so bili najtrši plodovi s kontrolnega obravnavanja in dreves, kjer je bila pod drevesno krošnjo posejana ovčja bilnica drugo leto po sajenju nasada (preglednica 3). Statistično najmanjšo trdoto mesa smo izmerili pri plodovih, kjer je bila pod drevesno krošnjo ovčja bilnica posejana četrto leto po sajenju nasada. Fausett in Rom (2001) v svojem delu poročata, povprečno večjo trdoto mesa in manjšo topno suho snov pri sorti 'Gala', ki je imela pod drevesno krošnjo za zastirko uporabljeno vrtnarsko tkanino.

Vsebnost skupnih fenolov v mesu se med posameznimi obravnavanji ni statistično razlikovala (podatki niso prikazani). Pri vsebnosti skupnih fenolov v kožici smo določili statistično manjšo vrednost skupnih fenolov v kontroli v primerjavi z ostalimi obravnavanji poskusa. Vrednost skupnih fenolov pri kontroli je znašala 0,89 mg v ekvivalentih galne kisline (GAE)/g sveže mase (FW), vsebnost pri obravnavanjih, kjer je bila pod drevesno krošnjo posejana ovčja bilnica pa med 1,03 mg GAE/g FW in 1,37 mg GAE/g FW.

#### **4. ZAKLJUČKI**

Vprašanje, ali pod drevesno krošnjo pustiti gola tla ali tla pod drevesno krošnjo ozeleniti, saj ta pas lahko deluje konkurenčno do posajene sadne vrste, ostaja eno od oprtih vprašanj še danes. Kot poročajo predhodne raziskave (Slatnar in sod., 2014) in potrjuje tudi naša raziskava, lahko ozelenitev tal pod drevesno krošnjo v rastlini spodbudi večjo sintezo sekundarnih metabolitov (fenolov), zmanjša pa se pridelek. Tehnološki ukrep, kjer rastlino spodbudimo k povečanju naravne obrambe (v katero so vključeni fenoli), so tako za pridelovalca kot porabnika dobrodošli. Plodovi z večjo vsebnostjo antioksidativnih snovi so za končnega potrošnika z zdravstvenega vidika boljši, saj imajo večji antioksidativni potencial. Vsekakor pa ne smemo zanemariti in natančneje preučiti tudi drugih pozitivnih stvari, ki jih prinese ozelenitev pod drevesno krošnjo, kot so povečana biodiverziteteta (v smislu življenjskega prostora za različne žive organizme), zmanjšano izpiranje hranil in manjša erozija tal nasada.

#### **5. ZAHVALA**

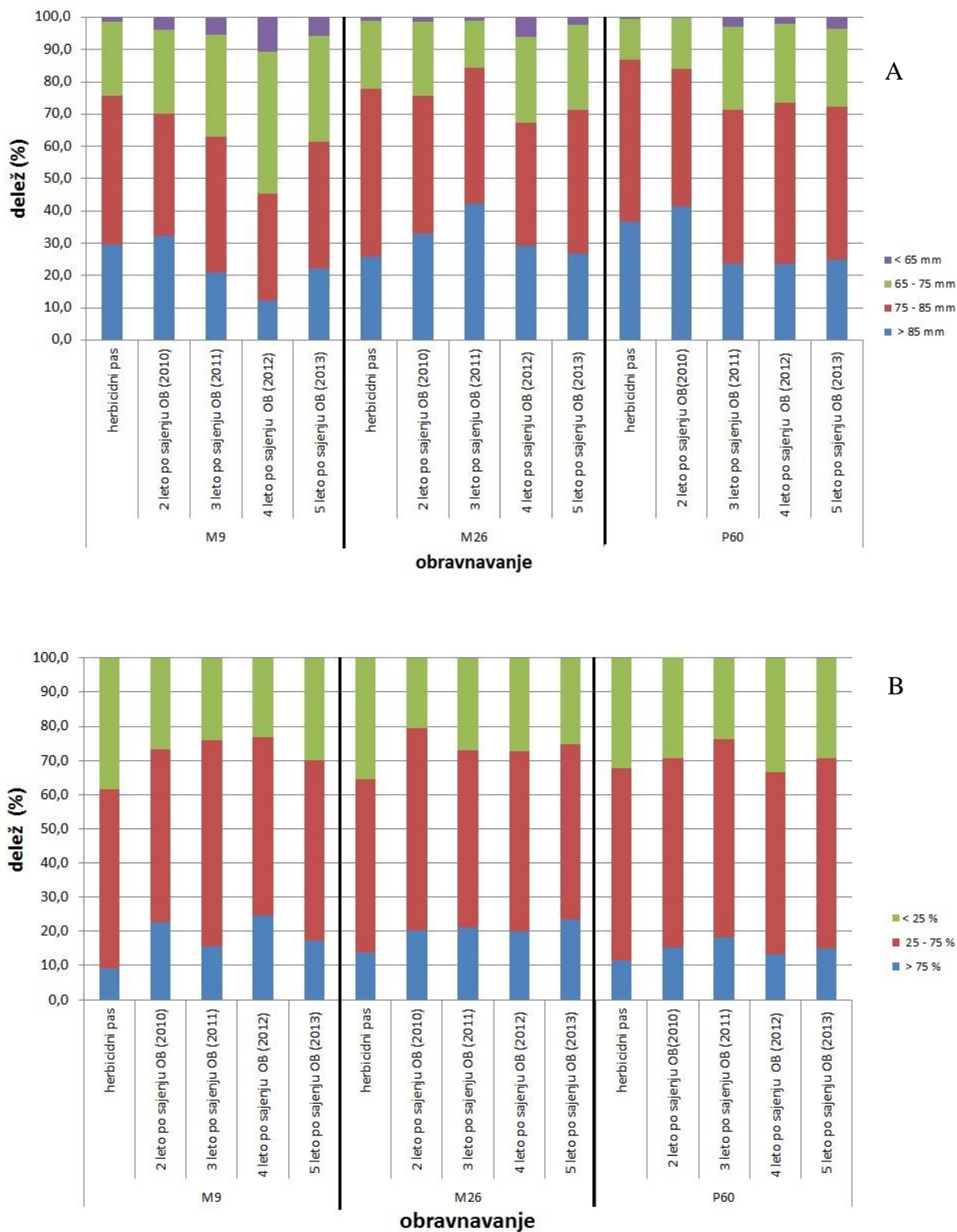
Raziskava je del programa Hortikultura P4-0013-0481, ki ga financira Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije (ARRS). Raziskavo je omogočilo in podprlo tudi Poljsko ministrstvo za znanost in visoko šolstvo kot del zakonsko določenih dejavnosti oddelka za hortikulturo, University of Environmental and Life Sciences v Wrocławu.

#### **6. VIRI**

Atucha A., Merwin I. A.; Brown M. G. 2011. Long-term effects of four groundcover management systems in an apple orchard. HortScience, 46: 1176–1183.



- Granatsteina D., Sánchez B. 2009. Research knowledge and needs for orchard floor management in organic tree fruit systems. *International Journal of Fruit Science*, 9: 257–281.
- Lipecki J., Wieniarska J. 2000. Living mulches in the apple orchard an alternative for herbicides? International conference fruit production and fruit breeding. Tartu, Estonia, September 12–13, 104–106.
- Yao S., Merwin I. A., Bird G. W., Abawi G. S., Thies J. E. 2005. Orchard floor management practices that maintain vegetative or biomass groundcover stimulate soil microbial activity and alter soil microbial community composition. *Plant Soil*, 271: 377–389.
- Kühn B. F., Lindhard Pedersen H. 2009. Cover crop and mulching effects on yield and fruit quality in unsprayed organic apple production. *European Journal of Horticultural Science*, 74: 247–253.
- Fausett J. B., Rom C. R. 2001. The effects of transitioning a mature high-density orchard from standard herbicide ground-cover management system to organic ground-cover management systems. *Horticultural Studies 2000*; Arkansas Agricultural Experiment Station Research Series; University of Arkansas Division of Agriculture: Fayetteville, AK, 483: 33–36.
- Slatnar A., Mikulič-Petkovšek M., Štampar F., Veberič R. 2011. Influence of sodium bicarbonate, an anti-apple scab agent, on quality parameters of 'Golden Delicious' apples. *European Journal of Horticultural Science*, 76: 95–101.
- Slatnar A., Licznar-Malanczuk M., Mikulič-Petkovšek M., Štampar F., Veberič R. 2014. Long-term experiment with orchard floor management systems: influence on apple yield and chemical composition. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62: 4095–4103.



Slika 1: Povprečni delež plodov (2013-2016) posameznih velikostnih razredov in povprečni delež plodov (2013-2016) z različnim deležem krovne barve (B) pri sorti 'Ligo!' na različnih podlagah (OB: ovčja bilnica (*Festuca ovina* L.)).

Figure 1: The average share of fruits (2013-2016) of each size class (A), and the average percentage of fruit (2013-2016) with different shares of the parent color (B) of harvested 'Ligo!' fruit on different rootstock (OB: blue fescue (*Festuca ovina* L.)).

Preglednica 1: Vpliv različnih načinov ozelenitve pasu pod drevesno krošnjo na povprečni pridelek plodov (2013-2016) sorte 'Ligol' na različnih podlagah (t/ha).

Table 1: Effect of different living mulch under the tree crown on mean yield (2013-2016) of harvested 'Ligol' fruit on different rootstock (t/ha).

Podlaga	Pridelek (t/ha)		
	M9	M26	P60
Herbicidni pas	46,2 a <sup>a</sup>	44,96 a	44,39 a
2 leto po sajenju OB* (2010)	31,56 b	33,08 c	34,34 a
3 leto po sajenju OB (2011)	36,94 b	38,15 b	41,27 a
4 leto po sajenju OB (2012)	32,23 b	38,37 b	42,72 a
5 leto po sajenju OB (2013)	36,65 b	36,44 bc	42,2 a

\*OB...ovčja bilnica (*Festuca ovina* L.)

<sup>a</sup> različne črke (a-c) v stolpcu prikazujejo statistično značilne razlike med obravnavanji (Duncan test,  $p < 0,05$ ).

<sup>a</sup> Different letters (a-c) in rows represent statistically significant differences among treatments at  $p < 0.05$  (Duncan test)

Preglednica 2: Vpliv različnih načinov ozelenitve pasu pod drevesno krošnjo na maso ploda (g) sorte 'Ligol' na različnih podlagah.

Table 2: Effect of different living mulch under the tree crown on fruit weight (g) of harvested 'Ligol' fruit on different rootstock.

Podlaga	M9			M26			P60		
	2013	2014	2016	2013	2014	2016	2013	2014	2016
Herbicidni pas	232	215	208	260	213	204	255	234	201
2 leto po sajenju OB (2010)	251	217	193	246	245	179	243	248	218
3 leto po sajenju OB (2011)	238	197	182	234	251	233	241	216	183
4 leto po sajenju OB (2012)	202	191	152	221	184	192	193	184	202
5 leto po sajenju OB (2013)	250	168	173	271	188	188	243	188	176

Preglednica 3: Vpliv različnih načinov ozelenitve pasu pod drevesno krošnjo na različne kakovostne parametre sorte 'Ligol' na različnih podlagah.

Table 3: Effect of different living mulch under the tree crown on quality parameters of harvested 'Ligol' fruit on different rootstock.

Podlaga	M9			M26			P60		
	topna suha snov (°Brix)	trdota (kg/cm <sup>2</sup> )	škrobni test (1-5)	topna suha snov (°Brix)	trdota (kg/cm <sup>2</sup> )	škrobni test (1-5)	topna suha snov (°Brix)	trdota (kg/cm <sup>2</sup> )	škrobni test (1-5)
Herbicidni pas	11,3 a <sup>a</sup>	5,75 c	4,1 a	11,7 a	5,88 a	4,2 a	11,5 a	5,40 a	3,7 a
2 leto po sajenju OB (2010)	11,3 a	5,79 c	4,5 a	11,2 a	5,55 a	4,7 a	11,5 a	5,88 b	4,4 a
3 leto po sajenju OB (2011)	10,8 a	5,53 bc	4,6 a	11,7 a	5,64 a	3,5 a	11,1 a	5,33 a	4,3 a
4 leto po sajenju OB (2012)	11,2 a	4,96 a	4,8 a	10,7 a	5,68 a	4,0 a	11,4 a	5,15 a	4,5 a
5 leto po sajenju OB (2013)	11,5 a	5,20 ab	4,7 a	11,1 a	5,53	4,1 a	11,3 a	5,09 a	4,5 a

\*OB...ovčja bilnica (*Festuca ovina* L.)

<sup>a</sup> različne črke (a-c) v stolpcu prikazujejo statistično značilne razlike med obravnavanji (Duncan test,  $p < 0,05$ ).

<sup>a</sup> Different letters (a-c) in rows represent statistically significant differences among treatments at  $p < 0.05$  (Duncan test)



## **VPLIV NAGIBA NASADA NA RAST DREVES IN KAKOVOST PLODOV JABLANE (*Malus domestica* Borkh.)**

Zala ZORENČ<sup>1</sup>, Robert VEBERIČ<sup>1</sup>, Vesna ZUPANC<sup>2</sup>

### **POVZETEK**

V ekološkem nasadu v Braslovčah smo izbrano vrsto jablan sorte 'Sirius' vzdolž nagiba razdelili na štiri preseke z uniformnim padcem terena. Želeli smo ugotoviti rast dreves in kakovost plodov posameznega preseka dveh zaporednih let. Meritve kakovosti plodov smo izvedli v bolj sušnem letu 2013 in v bolj mokrem letu 2014. Plodovom smo izmerili maso, osnovno barvo, trdoto mesa, topno suho snov ter ocenili škrobno vrednost. Enoletni prirast poganjkov dreves smo izmerili med mirovanjem dreves. Razlike v rasti dreves so se pokazale v letu 2014, kjer smo največjo rast izmerili v spodnjih delih nasada in najmanjšo na vrhu nagiba. Plodovi v letu 2013 so bili na vrhu statistično značilno bolj kakovostni, saj so bili bolj obarvani, trši ter vsebovali več topne suhe snovi in škroba, vendar so imeli manjšo maso. Ugotovili smo, da je vsebnost vode v tleh najverjetneje vpliva na koriščenje hranil ter s tem na rast dreves in kakovost plodov, predvsem v sušnem letu 2013.

**Ključne besede:** naklon, 'Sirius', enoletni poganjki, masa ploda, barva

## **EFFECT OF ORCHARD RELIEF AND IRRIGATION ON APPLE (*Malus domestica* Borkh.) TREE GROWTH AND FRUIT QUALITY**

### **ABSTRACT**

In an organic orchard of apple cultivar 'Sirius' in Braslovče, a single tree-row along a slope was selected and divided into four parts with uniform slope. For each section tree growth and fruit quality were evaluated for a dry (2013) and a wet (2014) year. Fruit weight, skin color, firmness, soluble solids content and an estimate of starch value were measured. During tree dormancy, the annual shoot growth of the trees was measured. Differences in the tree growth were significantly only in 2014, with lowest shoot growth in the upper slope and highest in the lower two slope sections. Fruit at the top section in the dry year had higher firmness, darker and redder color, higher soluble solids content and starch, but had a lower weight. Water influenced the use of nutrients, and thus the growth of trees and fruit quality, especially in the dry year.

**Key words:** slope, 'Sirius', shoots, fruit weight, color

<sup>1</sup> Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Katedra za sadjarstvo, vinogradništvo in vrtnarstvo, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana

<sup>2</sup> Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Katedra za agrometeorologijo, urejanje kmetijskega prostora ter ekonomiko in razvoj podeželja, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana

## 1. UVOD

Sadovnjaki, ki ležijo na pobočjih, so zaradi različnih naklonov še posebej odvisni od prostorske spremenljivosti v rodovitnosti tal (Wanshnong in sod., 2013). Različen površinski odtok vode vpliva na izgubo in prerazporeditev talnih delcev iz zgornjega na spodnji del nagiba ter na razporeditev količine vode, kar se odraža v močni variabilnosti pridelka (Chi in sod., 2009). Wanshnong in sod. (2013) navajajo, da se je povprečni pridelek bistveno razlikoval glede na položaj na pobočju, saj je bil opazen trend zmanjševanja vzdolž pobočja. Največja globina tal na vrhu pobočja je vplivala na dobro rast dreves, zato je bilo tu največ pridelka. Malo manj pridelka je bilo na konveksnem (izbočenem) delu, kjer je bila rast dreves povprečna. Najmanjša globina tal pred vznožjem pobočja je bila posledica najstrmejšega naklona, kjer sta bila rast dreves ter pridelek slaba. Spomer in Piest (1982) navajata, da se je pridelek koruze povečal na vznožju nagiba, kjer so se zaradi erozije odlagali talni delci, organska snov ter hranila iz višjih delov pobočja.

Vpliv topografije na pridelek je pogosto odvisen od vremenskih razmer, predvsem od padavin. Razporejenost padavin je običajno neskladna s potrebami rastlin po vodi, zato prihaja do pomanjkanja vode (Chi in sod., 2009). V mnogih pridelovalnih območjih na svetu je potrebno za boljšo vegetativno rast dreves in čim večji pridelek in optimalno kakovost plodov namakanje (Lopez in sod., 2012). Plodovi dreves, ki so rastle v sušnih razmerah sicer dosegajo dobro kakovost, vendar je njihova velikost manjša v primerjavi s tistimi drevesi, ki so bila imela dovolj razpoložljive vode (Nemeskéri, 2007). Velikost plodov je eden izmed pomembnejših tržnih kriterijev za sveže sadje na trgu (Lopez in sod., 2012). Namakanje lahko poveča pridelek največ do 25 %, predvsem na račun nekoliko večje debeline plodov (Štampar, 2006). Večja debelina plodov je predvsem posledica povečanja velikosti in ne večjega števila celic v teh plodovih (Nemeskéri, 2007). Število celic in njihova velikost sta izjemno pomembni, saj vplivata na teksturo, trdoto mesa in skladiščno sposobnost plodov (Štampar, 2006). Na splošno velja, da so manjši plodovi bolj trdni, saj imajo večje število manjših celic (Lopez in sod., 2012). Zato imajo plodovi dreves, ki imajo med rastno dobo zadostno ali čezmerno preskrbljenost z vodo, manjšo trdoto mesa (Nemeskéri, 2007). Manjši plodovi imajo navadno tudi večjo vsebnost topne suhe snovi, saj se skupna vsebnost štirih najbolj zastopanih topnih sladkorjev v jabolku (saharoza, glukoza, fruktoza in sorbitol) navadno poveča, če vode primanjkuje (Lopez in sod., 2012). Prav tako ima pomanjkanje vode vpliv na organske kisline, saj imajo plodovi, ki so trpeli sušni stres navadno večjo vsebnost titracijskih kislin (Nemeskéri, 2007). Zrelost plodov oziroma vsebnost škroba je prav tako lahko močno povezana s sušnim stresom (Lopez in sod., 2012).

Sortno značilna barva se razvija, ko plodovi zorijo in je lahko odvisna od sušnega stresa ter agrotehničnih ukrepov. Ugotovili so, da naj bi majhna količina razpoložljive vode vplivala na boljšo rdečo obarvanost plodov jabolane sorte 'Braeburn'. Večja obarvanost bi lahko bila posledica večjih izmerjenih sladkorjev v teh plodovih, saj imajo sladkorji pomembno vlogo pri razvoju antocianinov (Lopez in sod., 2012).

V prispevku obravnavamo vpliv reliefa nasada v povezavi z namakanjem na rast in razvoj dreves na podlagi enoletnega prirasta poganjkov dreves in kakovosti plodov v dveh zaporednih letih. Na podlagi rezultatov bomo skušali svetovati prilagoditev tehnologije pridelave vzdolž nagiba nasada.

## 2. MATERIAL IN METODE

Poskus je potekal v letih 2013 in 2014 v ekološkem nasadu jablan v Braslovčah, na škrlup odporni sorti 'Sirius'. Drevesa, cepljena na podlago M9, so bila posajena leta 2009, na razdalji 3,4 x 1 m v gojitveni obliki sončne osi. Postavitev mreže proti toči je bila izvedena maja ter izgradnja kapljičnega namakalnega sistema julija 2010. Zaradi nagiba so bili vgrajeni kompenzacijski kapljači na uniformni razdalji 40 cm in prav tako dvignjeni 40 cm. Za kontrolo stanja vode v tleh so bili nameščeni tenziometri, in sicer na dveh globinah 20 in 40 cm. V letu 2013 so bili tenziometri postavljeni 29. 6. Z namakanjem se je pričelo 17. 6. ter končalo 22. 8. 2013. Skupno je bilo v tem času dodanih 169 mm vode (preglednica 1). Obrok namakanja je bil 3 mm, v vročem 9 mm. V letu 2014 potreba po namakanju ni bilo.

V izbrani reprezentativni vrsti dreves, posajeni vzdolž nagiba smo izmerili padec terena ter vrsto razdelili po enotah z uniformnim padcem. Za merjenje padca smo uporabili merski trak in klinomer. Obravnavana vrsta je bila razdeljena na štiri preseke, pri čemer zgoraj ležeči 1. presek ni imel namakanja in protitočne mreže (slika 1). V posameznem preseku smo na vzhodni strani vrste v dveh zaporednih letih (23. 9. 2013 in 20. 9. 2014) naključno izbrali 15 plodov iz različnih dreves ( $n=15$ ) ter dva dni po obiranju izvedli meritve na obravnavanih plodovih. Maso plodov (g) smo izmerili s pomočjo elektronske tehtnice, osnovno barvo kože plodov ( $L^*$  in  $h^\circ$ ) s kolorimetrom, trdoto mesa ( $\text{kg/cm}^2$ ) s penetrometrom s premerom bata 11 mm, topno suho snov ( $^\circ\text{Brix}$ ) z digitalnim refraktometrom ter s pomočjo škrobne testa z jodovico ocenili škrobno vrednost (1–5). Med mirovanjem dreves (januar 2014 in januar 2015) smo pred zimsko rezjo izmerili enoletne poganjke, ki so bili vsaj tri ali več centimetrov dolgi na treh drevesih ( $n=3$ ) znotraj vsakega preseka.

Podatke smo statistično obdelali v programu R Commander, kjer smo naredili analizo z enosmerno analizo variance (ANOVA) ter nato razlike med obravnavani primerjali z Duncanovim preizkusom mnogoterih primerjav ( $p \leq 0,05$ ).

## 3. REZULTATI IN RAZPRAVA

V poskusu smo preverili, če se rast dreves in kakovost plodov vzdolž nagiba razlikujeta ter kako na to vpliva namakanje in protitočna zaščita. Spremljali smo enoletni prirast poganjkov dreves in kakovost plodov v dveh zaporednih letih. Povprečni enoletni prirast poganjkov se je med preseki vzdolž pobočja razlikoval le v bolj mokrem letu 2014, kjer je bil prirast dreves najmanjši na zgornjem preseku in največji na zadnjih dveh delih nagiba (slika 2A). Podoben trend kot pri prirasti se je pokazal tudi pri številu enoletnih poganjkov, ki jih je bilo najmanj na zgornjem, nenamakanem preseku, kjer je bilo prav tako manj daljših poganjkov (slika 2B).

Analiza kakovosti plodov je v obeh letih pokazala razlike vzdolž nasada. V letu 2013 je bila masa plodov najmanjša na vrhu nagiba, nekoliko večja na naslednjem preseku ter največja na zadnjem preseku (preglednica 2). Mase plodov v letu 2014 so bile neprimerno večje kot v predhodnem letu, vendar se med preseki niso statistično razlikovale. Plodovi iz vrha nagiba v letu 2013 so imeli boljšo notranjo kakovost, saj so imeli večjo trdoto mesa ter večjo vsebnost topne suhe snovi (preglednica 3). Po drugi strani je nasprotno od leta 2014 zgornji presek imel manjšo škrobno vrednost. Manjše razlike so bile tudi pri barvi, saj so bili plodovi v letu 2013 na zgornjem preseku temnejši in v obeh letih bolj rumeno rdeče obarvani, kar je lahko bila posledica odsotnosti protitočne mreže v tem delu, saj mreža spremeni količino in kakovost svetlobe, ki pride do dreves ter tako zmanjša obarvanost plodov (Amarante in sod., 2011).

Razlike, ki so se pokazale na vrhu nagiba, kjer ni bil nameščen namakalni sistem so bile posledica pomanjkanja vode, predvsem v sušnem letu 2013. V tem letu je bila količina padavin v poletnih mesecih (junij, julij in avgust) močno pod dolgoletnim povprečjem, zato je bila vodna bilanca zato negativna (–220 mm), kar pomeni, da je bila količina izhlapele vode precej večja od količine padavin. Med namakanjem nasada je bila skupna količina padavin 190 mm in skupna potencialna evapotranspiracija 484 mm (preglednica 1). V spodnjem delu je namakanje v povezavi z reliefom lahko vplivalo na večjo razpoložljivost vode, kar je imelo za posledico bujnejšo rast in večjo maso plodov. V letu 2014 je bilo v enakem obdobju 452 mm padavin, medtem ko je bila skupna potencialna evapotranspiracija 401 mm (preglednica 1), kar nakazuje, da so bile manjše izmerjene razlike v kakovosti plodov med posameznimi preseki v tem letu nasproti letu 2013 posledica zadostne količine vode.

Na podlagi analize tal (Zorenč, 2014), ki kaže na dobro založenost tal s hranili, sklepamo, da hranila niso bila omejujoč dejavnik rasti in kakovosti plodov. Ugotovili smo, da je pomanjkanje vode močen dejavnik vpliva na koriščenje hranil v tleh ter s tem na rast dreves in kakovost plodov. Prav tako smo ugotovili velike razlike med rastjo dreves in kakovostjo plodov med posameznima letoma. V sušnem letu 2013 smo optimalno maso plodov izmerili le na spodnjem delu nagiba, medtem ko je pomanjkanje vode na vrhu nagiba vplivalo na boljšo obarvanost in notranjo kakovost plodov.

Za boljše razumevanje bi morali izbrane parametre spremljati še več let. Rezultati nakazujejo na to, da bi v prihodnje morali prilagoditi tehnologijo pridelave vzdolž nagiba, predvsem gnojenje in namakanje ter tudi rez sadnih dreves.

#### 4. ZAHVALA

Raziskava je del programov P4-0013 Hortikultura in P4-0085 Agroekosistemi, ki ju financira Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije (ARRS).

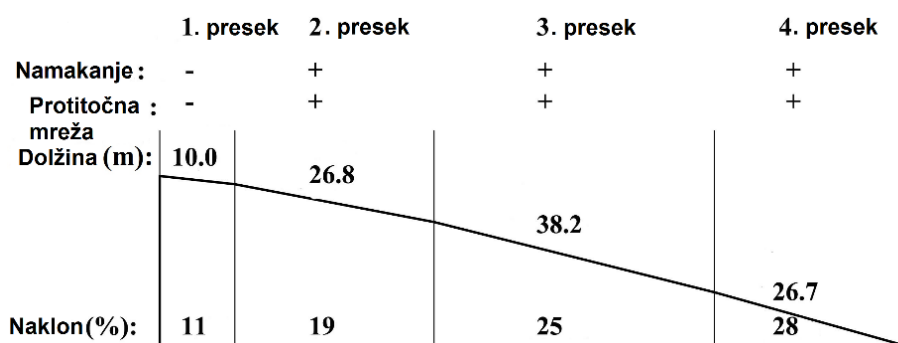
#### 5. VIRI

- Amarante C. V. T., Steffens C. A., Argenta L. C. 2011. Yield and fruit quality of 'Gala' and 'Fuji' apple trees protected by white anti-hail net. *Sci Hort*, 129: 79–85.
- ARSO. Agencija Republike Slovenije za kmetijstvo in okolje. Mesečni bilten ARSO. <http://www.arso.gov.si/o%20agenciji/knji%C5%BEnica/mese%C4%8Dni%20bilten/> (15. 7. 2014)
- Chi B. L., Bing C. S., Walley F., Yates T. 2009. Topographic indices and yield variability in a rolling landscape of western Canada. *Pedosphere*, 19: 362–370.
- Lopez G., Behboudian H. M., Girona J., Marsal J. 2012. Drought in deciduous fruit trees: implications for yield and fruit quality. V: Plant responses to drought stress. Aroca R. (ed.). Berlin, Springer-Verlag: 441–459.
- Nemeskéri E. 2007. Water relations of apple and influence on fruit quality (minireview). *International Journal of Horticultural Science*, 13: 59–63.
- Spomer G. R., Piest F. R. 1982. Soil productivity and erosion of Iowa loess soils. *Transactions of the ASAE*, 25: 1295–1299.
- Štampar F. 2006. Namakanje v sadjarstvu. Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano: 23 str.



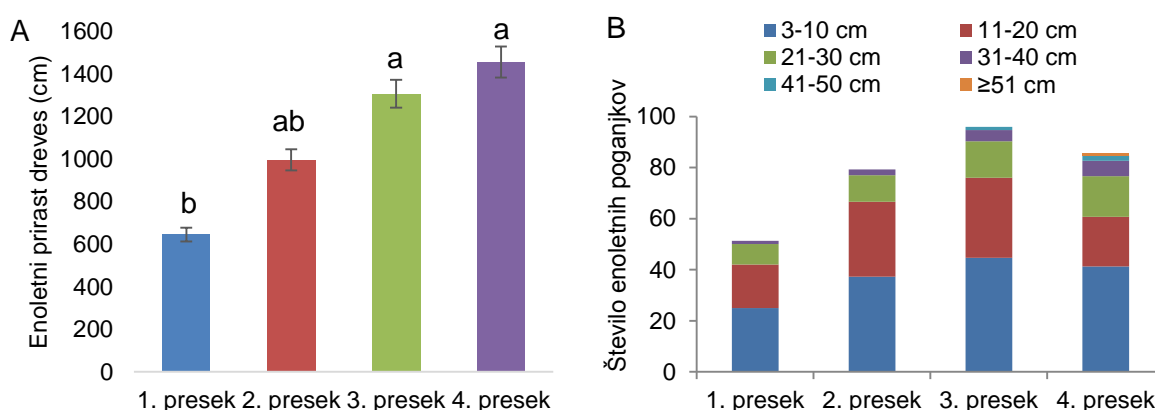
Wanshnong R. K., Thakuria D., Sangma C. B., Ram V., Bora P. K. 2013. Influence of hill slope on biological pools of carbon, nitrogen, and phosphorus in acidic alfisols of citrus orchard. *Catena*, 111: 1–8.

Zorenč Z. 2014. Vpliv reliefa nasada na razporeditev hranil v tleh, rast dreves in kakovost plodov jabolane (*Malus domestica* Borkh.) sorte `Sirius`. Magistrsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta: 42 str.



Slika 1: Dolžina (m), naklon (%) in infrastruktura nasada (namakalni sistem, protitočna mreža) različnih presekov znotraj obravnavane vrste.

Figure 1: Schematic of hill relief, length (m), slope (%) and infrastructure of the orchard (irrigation system, anti-hail net) along transect inside selected tree-row.



Slika 2: Povprečni enoletni skupni prirast (cm) (A) in število enoletnih poganjkov (B) dreves jabolane glede na različna obravnavanja razvrščenih v šest velikostnih razredov (podatki za leto 2014).

Figure 2: Average annual shoot growth (cm) (A) and number of annual shoots (B) of apple trees among sections divided into six size classes (data for 2014).

Preglednica 1: Mesečna povprečna temperatura zraka (°C), količina padavin (mm) in referenčna evapotranspiracija ( $ET_p$ , mm) ter namakanje (mm) v vegetacijskem obdobju za leto 2013 in 2014 (meteorološka postaja Celje - Medlog; ARSO, 2014).

Table 1: Average air temperature (°C), precipitation (mm), reference evapotranspiration ( $ET_p$ ) and irrigation (mm) for vegetation period in 2013 and 2014 (meteorological station Celje - Medlog; ARSO, 2014).

Mesec	Temperatura (°C)			Količina padavin (mm)			$ET_p$ * (mm)		Namakanje (mm)	
	1961–1990	2013	2014	1961–1990	2013	2014	2013	2014	2013	2014
April	9,3	11,6	12,2	87	67	125	30	27	/	/
Maj	14,1	14,5	15,0	97	117	85	106	118	/	/
Junij	17,5	18,7	18,9	137	63	151	158	158	21,0	/
Julij	19,1	21,7	20,1	134	57	126	181	136	85,5	/
Avgust	18,1	20,6	18,7	131	70	148	145	107	62,5	/
September	14,6	14,8	15,3	102	133	236	68	57	/	/
Skupaj	15,5	17,0	16,7	688	507	871	688	603	169	/

Preglednica 2: Povprečna masa ploda (g) in barvna parametra  $L^*$  ter  $h^\circ$  glede na obravnavanje v letu 2013 in 2014 ± standardna napaka.

Table 2: Average fruit weight (g), colorimetric parameters  $L^*$  and  $h^\circ$  among treatments in 2013 and 2014 ± standard errors.

Obravnavanje	Masa (g)		$L^*$		$h^\circ$	
	2013	2014	2013	2014	2013	2014
1. presek	137,9 ± 7,76 c	251,6 ± 9,36	61,1 ± 0,87 b	61,4 ± 0,53	80,6 ± 3,07 b	90,0 ± 3,03 b
2. presek	166,1 ± 5,91 b	257,7 ± 10,8	64,6 ± 0,50 a	61,2 ± 0,45	92,0 ± 2,08 a	96,3 ± 0,85 a
3. presek	183,5 ± 6,86 ab	266,8 ± 9,85	63,3 ± 0,84 a	61,4 ± 0,46	91,5 ± 2,05 a	97,4 ± 0,89 a
4. presek	187,9 ± 7,07 a	263,6 ± 8,54	64,5 ± 0,46 a	60,9 ± 0,41	92,9 ± 2,02 a	97,1 ± 1,25 a

Preglednica 3: Povprečna trdota ploda ( $kg/cm^2$ ), topna suha snov (TSS, °Brix) ter škrobna vrednost (1–5) glede na obravnavanje v letu 2013 in 2014 ± standardna napaka.

Table 3: Average fruit firmness ( $kg/cm^2$ ), soluble solids content (TSS, °Brix) and starch index (1–5) among treatments in 2013 and 2014 ± standard errors.

Obravnavanje	Trdota ( $kg/cm^2$ )		TSS (°Brix)		Škrobna vrednost (1–5)	
	2013	2014	2013	2014	2013	2014
1. presek	8,84 ± 0,11 a	6,20 ± 0,12	16,4 ± 0,12 a	13,7 ± 0,30	1,83 ± 0,14 b	4,00 ± 0,17 a
2. presek	8,05 ± 0,14 b	6,15 ± 0,10	15,1 ± 0,18 b	13,7 ± 0,17	3,10 ± 0,16 a	3,60 ± 0,15 ab
3. presek	7,92 ± 0,13 b	6,28 ± 0,13	14,3 ± 0,16 c	13,8 ± 0,12	3,23 ± 0,23 a	3,30 ± 0,15 b
4. presek	7,96 ± 0,12 b	6,45 ± 0,10	14,3 ± 0,19 c	13,6 ± 0,22	3,30 ± 0,19 a	3,50 ± 0,17 b

## PROSTORSKA VARIABILNOST FIZIKALNIH IN KEMIČNIH LASTNOSTI TAL PO VZPOSTAVITVI NOVEGA NASADA V NAGIBU

Zala ZORENČ<sup>1</sup>, Helena GRČMAN<sup>2</sup>, Robert VEBERIČ<sup>1</sup>, Vesna ZUPANC<sup>3</sup>

### POVZETEK

Ekološki sadovnjak jablan v Braslovčah je bil postavljen 2009 po odstranitvi starega nasada, ki ga je uničila toča. V predpripravi je bilo zemljišče splanirano in podrahljano, nameščena je bila lokalna drenaža. Zemljišče je bilo prvo leto pognojeno s hlevskim gnojem ter zasejano z belo gorjušico za stabilizacijo zemljin in zeleni podor. Pred zasaditvijo nasada v novembru je bil medvrstni prostor zasejan s travno deteljno mešanico. V nasadu smo pri sorti 'Sirius' vzdolž nagiba na štirih presekih z uniformnim padcem terena naredili analizo tal na dveh globinah, in sicer teksturo, volumsko gostoto in poroznost tal, pH vrednost, vsebnost organske snovi, nitratne oblike dušika ter lahko dostopnega fosforja in kalija. Ugotovili smo razlike med določenimi fizikalno kemičnimi lastnostmi tal, vendar težko ocenimo delež vpliva nagiba v primerjavi z agrotehničnimi ukrepi. Tekstura tal je bila z izjemo zgornje plasti na vrhu nagiba homogena. Na splošno je bilo največ hranil na zgornjem preseku in na zgornji globini tal, le vsebnost nitratov je bila največja na spodnji globini zgornjega preseka. Najmanjša založenost s hranili je bila v srednjih dveh presekih ter vmesne vrednosti založenosti so bile na spodnjem delu.

**Ključne besede:** ekološka pridelava jabolk, agromelioracija, lastnosti tal, hranila

### SPATIAL VARIABILITY OF SOIL PHYSICAL-CHEMICAL PROPERTIES AFTER CONSTRUCTION OF A NEW ORCHARD ON A SLOPED LAND

#### ABSTRACT

Ecological fruit orchard in Braslovče was constructed in 2009 after hale destroyed previous plantation. During preparation, land was levelled, deeply tilled with a subsoiler, drainage installed. In the first year manure was applied, white mustard sown for soil stabilization. Before planting the orchard in November, grass clover mixture was sown between tree rows. In a tree row of apple cultivar 'Sirius', soil was sampled at two depths for texture, soil bulk density and porosity, pH, organic matter, nitrate form of nitrogen, phosphorus and potassium along the slope in four sections. Established differences in some of the soil physical-chemical properties along the slope were not a consequence of historical erosion and migration of soil, but may be contributed to difficulties with soil tillage on inclined terrain. Soil texture was

<sup>1</sup> Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Katedra za sadjarstvo, vinogradništvo in vrtnarstvo, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana

<sup>2</sup> Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Katedra za za pedologijo in varstvo okolja, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana

<sup>3</sup> Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Katedra za agrometeorologijo, urejanje kmetijskega prostora ter ekonomiko in razvoj podeželja, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana

relatively uniform over the slope. More nutrients were detected in the upper slope and surface soil layer, only the nitrate concentration was highest in the subsurface of the top slope section.

**Key words:** organic fruit production, agromelioration, soil properties, nutrients

## 1. UVOD

Tla so eden izmed najpomembnejših dejavnikov, ki s svojimi lastnostmi vplivajo na rast in razvoj rastlin ter posledično na količino in kakovost pridelka. Predstavljajo oporo rastlinskim koreninam ter zadržujejo vodo in hranilne snovi. Na lastnosti tal vplivajo predvsem podnebje, matična podlaga, topografija in biotski dejavniki ter čas (Jenny, 1994). Topografija skupaj z agrotehničnimi ukrepi vpliva na proces in intenzivnost erozije ter prostorsko razporejanje talnih delcev, organske snovi in hranil na pobočjih (Zhu in sod., 2014, Umali in sod., 2012). Spremenijo se predvsem lastnosti zgornje plasti tal (Florinsky in sod., 2002) kot tudi njena globina (Moore in sod., 1993). Za fizikalno kemične lastnosti, kot so tekstura, organska snov, vodno zadrževalne lastnosti tal in gostota tal, je znano, da odražajo lastnosti lege (Pachepsky in sod., 2001), prav tako tudi pH, kalcijev karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ), lahko dostopen kalij (K), izmenljivi kalcij (Ca) ter malo manj lahko dostopen fosfor (P), nitratni dušik ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ) in izmenljivi magnezij (Mg) (Brubaker in sod., 1993). Podatki o reliefu se tako pogosto uporabljajo v raziskavah o tleh, vključno z modeliranjem in napovedovanjem lastnosti tal (Florinsky in sod., 2002).

Kakovost tal je med drugim odvisna tudi od načina kmetijske pridelave oziroma načina obdelave površine. Ekološki način kmetijstva temelji na ohranjanju in izboljševanju rodovitnosti tal. Z rednim plitvim vnosom organske snovi v tla in globokim rahljanjem tal se skrbi, da so tla bolj porozna oziroma zračna, izboljša se vodna kapaciteta tal za vodo ter struktura tal. Tla se zastirajo z različnimi organskimi materiali, kar preprečuje evapotranspiracijo vode iz tal, še posebno v poletnem času. Izvaja se zeleno gnojenje, v katerem se kolobari s skupinami rastlin iz družin metuljnic in križnic. Setev metuljnic obogati tla z dušikom iz zraka. Križnice imajo še dodatno biocidno delovanje, s katerim razkužujejo tla ob mulčenju in zaoravanju organske mase (Bolčič, 2012). Integrirana pridelava je nekoliko manj zahtevna kot ekološka. Tla se podobno plitvo obdeluje (kultiviranje, plitvo oranje) in v njih vnaša organsko snov (pleveli, podorine, hlevski gnoj). Prav tako se v medvrstnem prostoru vzdržuje negovana ledina z mulčenjem. Medtem ko je pri ekološkem načinu pridelave zatiranje plevelov dovoljeno le na mehanski način, je v integrirani pridelavi dovoljena tudi uporaba herbicidov. Prav tako so za gnojenje tal dovoljena mineralna gnojila (Tehnološka navodila..., 2014). Glover in sod. (2000) navajajo, da prihaja do bistvenih razlik med lastnostmi tal v sadovnjaku, ki so obdelana na ekološki, integriran ali konvencionalen način. Tla, obdelana na integriran način imajo večjo obstojnost strukturnih agregatov, mikrobnomo biomaso in številčnost deževnikov v primerjavi s konvencionalno obdelanimi tlemi. Ekološki način pridelave prav tako vpliva na boljšo kakovost tal v primerjavi s konvencionalnim, saj imajo tla nižjo volumsko gostoto (večjo zračnost) in na splošno boljše biološke lastnosti. Med integriranim ter ekološkim načinom so razlike v lastnostih tal manjše.

V prispevku obravnavamo razporeditev in količino hranil ter ostalih kemičnih in fizikalnih lastnosti tal na dveh globinah tal vzdolž nagiba ekološkega nasada jabolk. Na podlagi rezultatov bomo skušali svetovati prilagoditev tehnologije pridelave vzdolž nasada.

## 2. MATERIAL IN METODE

Poskus je potekal leta 2013 v ekološkem nasadu jablan v Braslovčah. Nasad se nahaja na spodnjem delu pobočja hriba, ki se dviga nad ozko dolino in obsega 2,63 ha. Vrh nasada leži na nadmorski višini 345 m, spodnji del na 320 m. Polodprta lega je obrnjena proti jugu, nagib terena je med 18 % na zahodni in 24 % na vzhodni polovici sadovnjaka. Smer nagiba terena je 135°, profil terena je konveksen oziroma izbočen. Glede na zmerno strmi nagib ima zemljišče omejeno rabo kmetijske tehnike. Na določenih predelih je osnovna obdelava (oranje) zaradi strmega nagiba nemogoča ali močno omejena. Po podatkih pedološke karte 1:25000 (CPVO, 2014) se imenujejo evtrična rjava tla in psevdoglej, pobočni, evtričen, srednje globok.

Sadovnjak je bil postavljen leta 2009 po odstranitvi starega nasada, ki ga je uničila toča. Zemljišče je bilo splanirano, na 1,2 m globine so bile za nadzor površinskega in podpovršinskega odtoka nameščene drenažne cevi. Po delih s težko mehanizacijo je bilo izvedeno podrahljavanje zemljišča. Spomladi 2009 je bilo zemljišče pognojeno s hlevskim gnojem in zasejano z belo gorjušico za zeleni podor. V poletnem času je sledilo mulčenje podora in ponovno gnojenje s hlevskim gnojem ter oranje in priprava zemljišča na sajenje. V septembru je bil medvrstni prostor zasejan s travno-deteljno mešanico (trstikasta bilnica, trpežna ljuljka, bela detelja) ter v novembru izvedeno stojno sajenje jablan. V spomladanskem času je v nasadu izvedeno strojno in ročno okopavanje pasu v vrsti in gnojenje z organskim gnojilom. Čez leto se medvrstni prostor dvakrat do trikrat mulči. V letu 2013 je bilo izvedeno okopavanje pasu v vrsti in rahlo obsipavanje zemlje nazaj k drevesom v začetku junija.

Vzorčenje porušenih ( $V=100\text{ cm}^3$ ) in neporušenih vzorcev smo opravili na dveh globinah (0–10 cm in 20–30 cm) znotraj posameznega preseka vzdolž nagiba (preglednica 1) v treh ponovitvah. Analizirali smo izbrane lastnosti tal, in sicer: teksturo, volumsko gostoto in poroznost tal, reakcijo (pH) tal, organsko snov, nitratno obliko talnega dušika ( $\text{NO}_3\text{N}$ ) ter vsebnost rastlinam dostopnega fosforja ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) in kalija ( $\text{K}_2\text{O}$ ).

Podatke vseh analiz smo tabelarično uredili in za izbrane parametre pripravili grafični prikaz v programu MS Excel 2007. Preračunane vsebnosti nitratov smo statistično obdelali v programu R Commander, kjer smo naredili analizo z enosmerno analizo variance (ANOVA) ter nato razlike med obravnavanji primerjali z Duncanovim preizkusom mnogoterih primerjav ( $p\leq 0,05$ ).

## 3. REZULTATI IN RAZPRAVA

V poskusu smo preverili razporeditev lastnosti tal vzdolž nagiba terena v sadovnjaku po stabilizaciji zemljin. Morfološke lastnosti tal so pokazale homogeno pedosistematsko enoto pobočnega psevdogleja (CPVO, 2014). Vsebnost peska je bila v razponu med 7 in 12 %, melja med 51 in 57 % ter glinje med 33 in 38 % (preglednica 2). Z izjemo vrhnjega sloja 1. preseka, ki spada v teksturni razred meljaste ilovice, je bila tekstura vseh ostalih presekov vzdolž nagiba in globin meljasto glinasta ilovica. pH tal je bil homogen, nevtralen do rahlo alkalen. Ugotovili smo razlike pri volumski gostoti in poroznosti tal ter pri vsebnosti organske snovi. Gostota je bila v razponu od 1,25 do 1,49  $\text{g/cm}^3$ . Zgornja globina tal je bila močno humozna, vsebnost organske snovi v razponu od 4,2 do 6,2 %, medtem ko je bila spodnja globina tal zmerno humozna (Mihelič in sod., 2010), v razponu od 1 do 2 %. Vsebnost organske snovi se je s preseki navzdol nagiba zmanjševala, prav tako kot z globino vzorčenja. Razlike v vsebnostih organske snovi pripisujemo neenakomernemu raztrosu gnoja. V daljšem

časovnem intervalu bi lahko do razlik vodile tudi razlike v mikroklimatskih razmerah, predvsem pomanjkanje vode, kar lahko vpliva na mineralizacijo.

Na splošno so bila tla s hranili srednje do dobro ali celo prekomerno do ekstremno založena (Mihelič in sod., 2010) (preglednica 3). Vzdlž nagiba smo ugotovili neenakost pri založenosti tal s hranili (dušik, fosfor in kalij). Največ hranil je bilo na vrhu, najmanj v srednjih dveh presekih ter vmesne vrednosti so bile v spodnjem preseku nagiba, z manjšim odstopanjem kalija, ki je ga bilo nekoliko več na sredinskem delu. Vsebnosti hranil so bile na splošno večje na zgornji globini vzorčenja, razen nitratov, ki so bili na vrhu nagiba precej večji na spodnji globini tal (slika 1). Ta rezultat je malo presenetljiv, saj tu ni bilo namakanja oziroma vode, ki bi izpirala element v nižje plasti. Predvidevamo, da je do razlik prišlo zaradi neenakomernega nanosa hranil (Zorenč, 2014). Količina večine hranil je bila največja prav na zgornjem preseku, kjer so zaradi pomanjkanja vode ostala neizkoriščena.

Kljub razlikam v določenih fizikalno kemičnih lastnostih tal vzdlž nagiba nasada in med posameznimi globinami, težko ocenimo delež vpliva nagiba v primerjavi z agrotehničnimi ukrepi. Analizirane talne lastnosti (tekstura, organska snov), kratek čas od postavitve nasada do vzorčenja ter tehnologija pridelave (zatravljenost med vrstami dreves) izključujejo možnost erozijskih procesov. Predvidevamo, da so razlike v vsebnostih hranil in organske snovi med preseki posledica nehomogenega nanosa gnojil.

#### 4. ZAHVALA

Raziskava je del programov P4-0013 Hortikultura in P4-0085 Agroekosistemi, ki ju financira Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije (ARRS).

#### 5. VIRI

- Bolčič J. 2012. Vzdrževanje in ohranjanje rodovitnosti tal v ekološkem kmetijstvu. Umnemu kmetovalcu: obvestila za kmetovalce, tematska številka: 6–7.
- Brubake C. S., Jones J. A., Lewis T. D., Frank K. 1993. Soil properties associated with landscape position. *Soil Science Society of America Journal*, 57: 235–239.
- CPVO. Center za pedologijo in varstvo okolja, Biotehniška fakulteta, Digitalna pedološka karta, 1:25.000 (kartografsko gradivo), izpis iz baze podatkov (junij, 2014)
- Florinsky V. I., Eilers G. R., Manning R. G., Fuller L. G. 2002. Prediction of soil properties by digital terrain modelling. *Environmental Modelling & Software*, 17: 295–311
- Glover D. J., Reganold P. J., Andrews K. P. 2000. Systematic method for rating soil quality of conventional, organic, and integrated apple orchards in Washington State. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 80: 29–45.
- Jenny H. 1994. *Factors of soil formation: a system of quantitative pedology*. New York, Dover Publications, Inc.: 271 str.
- Mihelič R., Čop J., Jakše M., Štampar F., Majer D., Tojnko S., Vršič S. 2010. *Smernice za strokovno utemeljeno gnojenje*. Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano: 182 str.
- Moore D. I., Gessler E. P., Nielsen A. G., Peterson A. G. 1993. Soil attribute prediction using terrain analysis. *Soil Science Society of America Journal*, 57: 443–452.
- Pachepsky A. Y., Timlin J. D., Rawls J. W. 2001. Soil retention as related to topographic variables. *Soil Science Society of America Journal*, 65: 1787–1795.

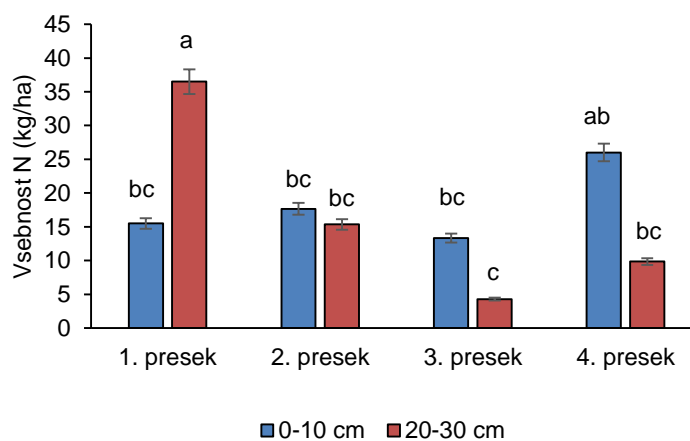
Tehnološka navodila za integrirano pridelavo sadja. 2014. Republika Slovenije, Ministrstvo za kmetijstvo in okolje.

[http://www.mko.gov.si/fileadmin/mko.gov.si/pageuploads/podrocja/Kmetijstvo/Integrirana\\_pridelava/TN\\_sadje\\_2014.pdf](http://www.mko.gov.si/fileadmin/mko.gov.si/pageuploads/podrocja/Kmetijstvo/Integrirana_pridelava/TN_sadje_2014.pdf) (julij, 2014)

Umali B. P., Oliver D. P., Forrester S., Chittleborough D. J., Hutson J. L., Kookana R. S., Ostend B. 2012. The effect of terrain and management on the spatial variability of soil properties in an apple orchard. *Catena*, 93: 38–48.

Zhu H., Wu J., Guo S., Huang D., Zhu Q., Ge T., Lei, T. 2014. Land use and topographic position control soil organic C and N accumulation in eroded hilly watershed of the Loess Plateau. *Catena*, 120: 64–72.

Zorenč Z. 2014. Vpliv reliefa nasada na razporeditev hranil v tleh, rast dreves in kakovost plodov jabolane (*Malus domestica* Borkh.) sorte `Sirius`. Magistrsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta: 42 str.



Slika 1: Preračunana povprečna vsebnost N (kg/ha) glede na obravnavanje v dveh globinah vzorčenja (0–10 cm in 20–30 cm).

Table 1: Calculated average concentration of N (kg/ha) among treatments at two sampling depths (0–10 cm and 20–30 cm).

Preglednica 1: Dolžina (m), naklon (%) in infrastruktura nasada (namakalni sistem, protitočna mreža) različnih presekov znotraj obravnavane vrste.

Table 1: Length (m), slope (%) and infrastructure of the orchard (irrigation system, anti-hail net) along transect inside selected tree-row.

Obravnavanje	Dolžina (m)	Naklon (%)	Namakanje	Protitočna mreža
1. presek	10,0	11	–	–
2. presek	26,8	19	+	+
3. presek	38,2	25	+	+
4. presek	26,7	28	+	+

Preglednica 2: Teksturni razred, pesek (%), melj-grobi (%), melj-fini (%), melj-skupni (%), glina (%) ter povprečna volumska gostota ( $\rho_b$  v  $\text{g/cm}^3$ ) in poroznost ( $f$ ) (%) obravnavanih tal na dveh globinah vzorčenja.

Table 2: Texture classification, sand (%), silt (%), clay (%), average bulk density ( $\rho_b$ ) ( $\text{g/cm}^3$ ) and porosity ( $f$ ) (%) of treatment soils for the four sections along transect at two sampling depths.

	Obravnavanje							
	1. presek		2. presek		3. presek		4. presek	
Globina (cm)	0–10	20–30	0–10	20–30	0–10	20–30	0–10	20–30
Teksturni razred	MI	MGI	MGI	MGI	MGI	MGI	MGI	MGI
Pesek (%)	7,0	8,5	8,2	10,2	7,4	8,4	7,6	11,9
Melj-grobi (%)	15,0	15,4	19,3	17,2	18,7	18,8	18,8	14,6
Melj-fini (%)	41,8	38,6	34,0	39,2	36,7	35,4	35,9	36,6
Melj-skupni (%)	56,8	54,0	53,3	56,4	55,4	54,2	54,7	51,2
Glina (%)	36,2	37,5	38,5	33,4	37,2	37,4	37,7	36,9
$\rho_b$ ( $\text{g/cm}^3$ )	1,39	1,35	1,29	1,49	1,25	1,26	1,34	1,44
$f$ (%)	47,7	49,1	51,4	43,6	52,8	52,4	49,5	45,7

Preglednica 3: pH ( $\text{CaCl}_2$ ), vsebnost organske snovi (Org. snov) in organskega C (%), povprečna vsebnost  $\text{NO}_3$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$  ter  $\text{K}_2\text{O}$  (mg/100 g) obravnavanih tal na dveh globinah vzorčenja.

Table 3: pH ( $\text{CaCl}_2$ ), soil organic matter (SOM) and organic C (%), average  $\text{NO}_3$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$  and  $\text{K}_2\text{O}$  (mg/100 g) of treatment soils for the four sections along transect at two sampling depths.

	Obravnavanje							
	1. presek		2. presek		3. presek		4. presek	
Globina (cm)	0–10	20–30	0–10	20–30	0–10	20–30	0–10	20–30
pH ( $\text{CaCl}_2$ )	7,1	7,3	7,2	7,2	7,1	7,2	7,2	7,3
Org. snov (%) <sup>a</sup>	6,2	2,0	4,5	2,0	4,9	1,0	4,2	1,8
C (%)	3,6	1,2	2,6	1,2	2,8	0,6	2,4	1,0
$\text{NO}_3$ (mg/100 g)	1,65	4,00	2,02	1,68*	1,57	1,0*	3,04*	1,34*
$\text{P}_2\text{O}_5$ (mg/100 g)	94,3	11,5	37,6	13,5	55,2	20,2	77,7	19,5
$\text{K}_2\text{O}$ (mg/100 g)	50,9	28,3	36,4	19,7	34,7	18,7	32,4	21,6

<sup>a</sup>organska snov = % C x 1,724

\*: pri nekaterih vzorcih vrednosti pod mejo detekcije



## **MODERN RASPBERRY AND HIGHBUSH BLUEBERRY PRODUCTION IN SERBIA – ACHIEVEMENTS AND TRENDS**

Jasminka MILIVOJEVIĆ<sup>1</sup>, Mihailo NIKOLIĆ, Dragan RADIVOJEVIĆ

### **ABSTRACT**

This paper presents the state of raspberry and highbush blueberry production over last several years showing the results of production traits of floricanes and primocane fruiting raspberry cultivars as well as highbush blueberry cultivars affected by different growing technologies in the open field and under protected conditions. We noticed that cultural measures and ecological parameters can be important factors affecting vegetative and generative plant characteristics, as well as fruit quality. Especially, the biosynthesis of primary and secondary metabolites in the fruit is affected by cultivar, environment, harvest time and growing technology. These findings may be very helpful for both raspberry and blueberry producers in terms of achieving higher commercial yield of quality fruits beneficial to human health, and consequently better financial effect.

**Key words:** growing technology, yield, fruit quality, primary and secondary metabolites

## **SODOBNA PRIDELAVA MALIN IN AMERIŠKIH BOROVIČNIH V SRBIJI – DOSEŽKI IN TRENDI**

### **POVZETEK**

V prispevku je predstavljena pridelava malin in borovnic v zadnjih nekaj letih. Prikazan je vpliv tehnologije pridelave enkrat in dvakrat rodnih sort malin, kakor tudi ameriških borovnic v zavarovanem prostoru in na prostem. Opazili smo, da lahko agrotehnični ukrepi in ekološki dejavniki pomembno vplivajo na vegetativne in generativne karakteristike rastline, kot tudi na kakovost plodov. Posebej sinteza primarnih in sekundarnih metabolitov v plodovih je v precejšnji meri odvisna od sorte, okolja, časa obiranja in tehnologije pridelave. Te ugotovitve so lahko bistvenega pomena za pridelovalce malin in borovnic, saj omogočajo večje pridelke kakovostnih plodov bogatih z zdravju koristnimi snovmi in posledično boljšim finančnim učinkom.

**Ključne besede:** tehnologija pridelave, pridelek, kakovost plodov, primarni in sekundarni metaboliti

### **1. INTRODUCTION**

Berry fruits are one of the most profitable exporting agricultural products of the Republic of Serbia. Raspberry has a leading position since its export accounts for 280 million US\$ of total

---

<sup>1</sup> University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Department of Fruit Science. Nemanjina 6, 11080 Belgrade, Serbia. E-mail: jasminka@agrif.bg.ac.rs

fruit export in 2015 (Lukić et al., 2016). More than 90% of produced raspberries are frozen and different forms of these are exported to a foreign market, while the fresh raspberries export is almost negligible. Growing technology applied to floricanes fruiting cultivars is in the form of vertical trellis with two wires. Since fruiting branches are long, there is an additional need to support them. By means of this technology, the most dominant cultivar 'Willamette' as well as the second existing one 'Meeker' are giving yields up to 20 t per ha. Over last years, the production volume of primocane fruiting cultivars is getting wider. They are usually grown in the form of a hedgerow system with or without trellis. Canes were simply mowed down early each spring and the crop was only born on the primocanes during the summer and fall. Currently, cultivars 'Polka', 'Polana', 'Autumn Bliss' and 'Heritage' are the most common in commercial plantings (Nikolić and Milivojević, 2015). Their importance in the season extension, easier growing technology and management practices has already been confirmed (Knight, 2004; Gwozdecki, 2004; Nikolić et al., 2008). Besides the advantages mentioned, we find a number of difficulties in raspberry production. The main causes of these difficulties are the following: the lack of high quality planting material; selection of inappropriate terrains for establishing new plantations; lack of field extension service and accordingly an inadequate management; not observing hygiene demands at harvest, as well as the lack of product diversification through several processing stages (Nikolić and Tanović, 2012).

Over recent period, positive trends and a growth of net foreign exchange revenue are also noticed in Serbia in terms of blueberry export (Lukić et al., 2016). The high concentrations of antioxidants and other beneficial compounds in blueberries (Milivojević et al., 2012) indicate that the demand for this crop among health-conscious consumers may continue to grow in the near future. It offers possibilities for further increment of planting area under this fruit species under and development of growing technology both in the open field and under protected/semi protected conditions.

Future directions in raspberry and highbush blueberry production in Serbia face a need for introduction of new cultivars into commercial production. Apart from cultivar choice, there is a need for intensification of the production technology by using soilless system, hail protection net, »rain shelters« and plastic tunnels aiming to prevent unfavourable climatic and soil effects, as well as to reduce the infection by various fungal pathogens. Therefore, this paper presents achievements in raspberry and highbush blueberry production in Serbia through the survey of scientific research results, and additionally new trends appearing in production indicating the necessity of innovation in order to overcome certain problems and to improve the production.

## **2. RASPBERRY PRODUCTION – CONTRIBUTION OF SCIENCE TO GROWING TECHNOLOGY AND FRUIT QUALITY IMPROVEMENT**

For the last ten years Serbia is among the top world producers and exporters of raspberries. The quantity of raspberries harvested in 2015 was 110.899 tons, whereby the total area planted with raspberry is estimated to be about 20.000 ha (unofficial data). Raspberry production is concentrated in the western and southwestern parts of Serbia, mostly in small farms with an average area of 0.25 ha. However, in the last several years owners of private cold storages started their own raspberry production to avoid high product prices imposed by individual raspberry growers. These areas are usually ranged from 10 to 50 ha. Despite many problems based on an adverse effect of agrometeorological factors and poor quality of planting material, most growers have a profitable production with an average yield of about 15 t per ha (Nikolić and Tanović, 2012).

'Willamette' is still a dominant cultivar in Serbia with more than 90% of the total acreage. The reason for the slow replacement of this cultivar with novel and better cultivars is a safe placement on the market (mostly frozen). The west European processing industry likes this cultivar due to its good quality, primarily dark red colour and abundant quantities of soluble solids and total acids contained in the fruit. The acreage of 'Meeker' is slowly increasing because this cultivar is technologically more demanding to grow. 'Tulameen' and 'Glen Ample', mostly used for fresh consumption, are present in the small scale production due to lack of fresh raspberry export from Serbia. Therefore, continuous introduction of raspberry cultivars to meet the expanding needs of growers, processors and consumers worldwide has become one of our primary goals. Milivojević et al. (2012) evaluated six floricanne fruiting raspberry cultivars ('Willamette', 'Meeker', 'Malahat', 'Tulameen', 'Chilliwack' and 'Glen Ample') grown in Belgrade region (Serbia) for their standard parameters of productivity and outer and inner fruit quality (data not shown). The results from this study showed that 'Chilliwack' ranked the highest in terms of yield components, including the highest yields per cane and per meter of hedgerow (1.2 kg and 7.2 kg, respectively). The average fruit size of 'Glen Ample' was significantly higher (4.7 g) than those of the other cultivars tested. 'Willamette' and 'Chilliwack' had the highest content of soluble solids (11.7%) and also very high vitamin C content was found in 'Chilliwack' (52.3 mg 100 g<sup>-1</sup>).

Although most of the produced raspberries worldwide are processed, i.e. frozen and sold within different frozen fractions (rollend, gries, block), there has also been an increasing demand for fresh raspberries out of-season, and so many producers are interested in growing primocane fruiting raspberry cultivars (Milivojević et al., 2011a). At present, these cultivars cover an area of about 500 ha in Serbia, mostly spreading in flat regions of the province of Vojvodina. Since domestic consumption of fresh raspberries is low, primocane fruiting cultivars are mostly treated as processing cultivars. In order to determine their generative and fruit quality characteristics, Milivojević et al. (2011a) evaluated eight primocane fruiting raspberry cultivars ('Autumn Bliss', 'Lyulin', 'Polana', 'Polka', 'Himbo Top', 'Ruby', 'Rossana', and 'Heritage') grown in Belgrade region (Serbia). 'Autumn Bliss' exhibited the worst generative characteristics (Table 1), whereas the highest yields per primocane and per meter of hedgerow were recorded in 'Polka' (336.1 g and 14.8 kg, respectively). Large differences were also found among cultivars in terms of fruit quality characteristics, whereby 'Polka' expressed the highest number of drupelets per fruit (111.4), as well as the largest fruit (4.6 g).

Regarding the nutritional value of primocane fruiting red raspberry cultivars, 'Rossana' and 'Autumn Bliss' displayed higher values of total phenolics and antioxidant capacity in comparison to other cultivars tested (Figure 1). Generally, a significant linear correlation between total phenolics and total antioxidant capacity in the studied cultivars (correlation coefficient  $r = 0.87$ ) was determined. Unfortunately, quality of the fruit is often associated with negative agronomic traits and, in this study a negative correlation between fruit size and most of the nutritional quality parameters was found. In particular, raspberry cultivars with the smallest fruit size ('Rossana' and 'Autumn Bliss') showed the highest nutritional value. Primocane fruiting raspberry cultivars continually set fruit over several months, stretching out the harvest season into the fall and providing a fresh fruit off-season. It is very important to retain both high internal and external fruit quality over the whole harvesting period. Therefore, to determine seasonal stability/variability in physical and chemical fruit traits between summer and autumn harvests appeared to be of great significance. With this aim, the evaluation of five primocane fruiting raspberry cultivars ('Himbo Top', 'Lyulin', 'Rossana',

'Heritage' and 'Golden Bliss') was carried out at the Experimental station "Radmilovac", a collective raspberry orchard of the Faculty of Agriculture, Belgrade University (Milivojević et al., 2011b). Fruit samples of each cultivar were collected separately for summer and autumn harvest in triplicate to investigate physical fruit properties (fruit weight, index of fruit shape and number of drupelets per fruit) and chemical fruit properties (soluble solids content - SSC, titratable acidity – TA; total phenolics - TPH and total antioxidant capacity - TAC). Large differences were found among cultivars tested in terms of physical fruit characteristics in both harvest times (Table 2). 'Himbo Top' exhibited the highest average values of fruit weight and number of drupelets per fruit (2.97 g and 93.4, respectively). Conversely, the smallest fruit size was observed in 'Lyulin' (2.03 g), whereas 'Rossana' expressed the lowest number of drupelets per fruit (68.4). Great variability existed in obtained results affected by the harvest date, i.e. higher values were recorded in fruits of summer harvest in each of cultivars tested. The obtained results of chemical fruit composition in five tested primocane fruiting cultivars indicated that higher levels of SSC, TA, TPH and TAC were found during the autumn harvest. 'Golden Bliss' was characterized by the lowest amounts of SSC in both harvest dates (9.5 % and 11.8 %, respectively), whereas the highest values were recorded during the summer harvest in 'Heritage' (13.2 %), i.e. during the autumn harvest in 'Rossana' (15.5 %). Very high content of TPH were found in 'Rossana' ranging from 3.62 mg GA g<sup>-1</sup> FW (summer harvest) to 4.71 mg GA g<sup>-1</sup> FW (autumn harvest). The second highest TPH content was recorded in 'Himbo Top', but no significant differences were observed between summer and autumn harvest. The TAC results showed similar levels for cultivars tested, probably reflecting similar TPH content. 'Rossana' exhibited the greatest TAC levels ranging from 2.17 mg asc g<sup>-1</sup> FW (summer harvest) to 3.58 mg asc g<sup>-1</sup> FW (autumn harvest). Given the influence of harvest time on expressed TAC, it becomes apparent that antioxidant properties of primocane fruiting raspberry cultivars increase later in the harvesting season. These data also underline the importance of appropriate and well-balanced growing conditions for sustaining the highest fruit quality and nutritional value.

In the recent years, raspberries were investigated toward better knowledge of their biochemical fruit composition and several previous studies have shown that these berries are a good source of natural antioxidants (Dragišić Maksimović et al., 2013; Milivojević et al., 2013; Veberič et al., 2012; Pantelidis et al., 2007). These phytochemicals, responsible for the antioxidant capacity, are capable of quenching free radicals, chelating metal catalysts, activating antioxidant enzymes, and inhibiting oxidases. Considering that phenolic compounds contained in raspberries responsible for the antioxidant capacity vary among cultivars, two primocane fruiting raspberry cultivars 'Autumn Bliss' and 'Polka' were evaluated for their biochemical characteristics (Dragišić Maksimović et al., 2013).

In this study various phenolic compounds were identified and quantified using HPLC. Both cultivars had the same qualitative profile with quantitative variations between them (Figure 2). Phenolic components of raspberry fruits mostly are phenolic acids and flavonoids. Three hydroxycinnamic acids were detected in both cultivars: *p*-coumaric, chlorogenic, and caffeic acid. Among detected flavonoids (epicatechin, epicatechin gallat, catechin, resveratrol, kaempferol, quercetin and rutin), epicatechin was a dominant one and ranged from 35.50 µg·g<sup>-1</sup> of fresh fruit ('Polka') to 42.86 µg·g<sup>-1</sup> of fresh fruit ('Autumn Bliss'). In general, 'Autumn Bliss' contains a higher concentration of all detected phenolic compounds compared to 'Polka'. The contribution of these compounds to antioxidant capacity is important in assessing possible health benefits resulting from consuming these berries.

In the last several years, special attention was paid to investigate effects of some technological measures on growth and productivity of floricanes fruiting raspberry cultivars. One of the primary requirements to maintain the current production level and optimize fruit quality is the careful balancing of the vegetative and generative growth of raspberry plants (Poledica et al., 2012). Previously, the selection of growing systems and adequate pruning to regulate the amount of biomass has been included in vegetative growth control. Namely, the removal of the first series of young raspberry canes (primocanes) until flowering starts on the floricanes has a positive influence on yield, fruit quality, and disease prevention. Primocanes developing later do not have excessive vigour, but great fruiting potential for the following season can be expected. However, managing the vegetative growth by removing the first series of primocanes is a very labour-intensive and expensive management practice in commercial raspberry production. Therefore, application of plant growth retardant Prohexadione-Ca (ProCa) in raspberries has been proven to be a useful tool for the control of excessive vegetative growth. In the study of Poledica et al. (2012), raspberry canes of 'Willamette' were treated with foliar sprays of Regalis®, containing ProCa as an active ingredient. Removal of the first series of young canes was also performed. The experiment consisted of 5 treatments, as follows: untreated control, receiving no treatment at all; ProCa, treatment with 2 ProCa applications; R, the first removal of young canes; R+ProCa, using both young cane removal and 2 ProCa applications; and 2R, a second young cane removal. Lower parts of floricanes and the whole length of young primocanes were sprayed by ProCa twice; the first spraying was performed when the primocane growth reached 30 cm in height, and the second application was done 3 weeks later. The following concentrations of ProCa were applied: 100 ppm (first application) and 200 ppm (second application). The obtained results indicate that the lowest value of cane length was observed in ProCa treatment (211 cm) compared to other treatments as well as the untreated control (Table 3). An increase in node number per meter of cane length was also detected when ProCa was applied alone (31.7) or in combination with removal of young primocanes (27.2).

The positive impact of ProCa and R+ProCa treatments on the number of fruiting laterals and yields per cane observed in the subsequent year (2011) could be explained by better growth conditions created by reduction in hedgerow volume and density. In general, ProCa was effective in reducing the vegetative growth and increasing the yield of the 'Willamette' raspberry. On the other hand, young cane removal applied alone did not affect vegetative growth compared to the control, but instead enhanced the fruit yield. Therefore, ProCa provides more advantages than young cane removal and its application in the concentrations tested in this study could be recommended as appropriate in commercial raspberry production.

As demand for raspberries continues to increase, specialized production systems are being developed including application of rain shelters. This system protected plants from intensive rainfall which can promote the development of fungal diseases (such as grey mould) and cause yield losses (Dale, 2012). Therefore, Stojanov et al. (2011) evaluated whether the use of rain shelters can benefit commercial production of raspberry cultivar 'Meeker'. The obtained results showed that the fruit weight and yield were higher under protected cultivation (4.06 g and 1.04 kg per cane, respectively), whereas no significant differences were observed in soluble solids content and titratable acidity. Shelters also caused lower incidence of *Botrytis cinerea* infection as an important cause of raspberry fruit decay.

This study demonstrated that rain shelters showed as a suitable for the commercial raspberry production, particularly in regions with an over-abundance of rains during the growing season and/or in the case of a high risk of fungal diseases.

### 3. Highbush blueberry production – contribution of science to growing technology and fruit quality improvement

Highbush blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.) are considered commercially important blueberry types and recently have become a popular commercial crop in Serbia covering the total area of about 300 ha. Cultivar 'Duke' has taken over a dominant place in highbush blueberry plantations in Serbia due to its early ripening time, excellent fruit quality and high adaptability to different growing systems. Although the majority of blueberries are soil grown, interest in soilless culture has also increased recently. In both growing systems plants are typically planted in substrate mixture consisted of moistened peat moss (30%) and composted sawdust (70%) replacing of the original soil with the organic material. The pH in the growing media should be maintained at a sufficiently low level within the range of 4.0 to 5.0. Soilless culture system may offer new possibilities, such as: manipulating plant growth to better control shoot length, fruit to shoot ratio, and fruit quality. Plants grown in pots are not location fixed, which enables very high planting densities (5.550 plants per ha), at least initially. Later on, as the plants grow, planting density can be decreased (4.170 plants per ha) by increasing interspacing in that range to reach maximum production per unit area. Our experiences indicate that larger bottomless pots of 50 l volume should be used because the plants grown in them performed quite well for a longer period.

Since growing conditions, especially light intensity and temperature, have a strong impact on the yield and quality of fruits (Uleberg, 2012), some technological innovations were developed to achieve an optimal orchard environment. Besides that, hailstorms are common weather phenomena in central and southern European countries including Serbia causing a serious threat to the economy and agriculture. In the areas where hail damage could be a problem, hail protection nets (HPN) are obligatory to protect the yield. Besides its primary purpose, HPN also modifies environmental conditions significantly affecting the biological characteristics of plants as well as the biosynthesis of some chemical compounds. In European fruit orchards, most of the hail nets used are black, some of them are white, and since 2007 different coloured hail protection nets have also become available (Blanke, 2009). Black HPN are often an ineffective colour, which led to the development of grey hail nets, which combine the longevity of the black with the light transmission of the white hail net (Blanke, 2014). Therefore, Milivojevic et al. (2016) evaluated the influence of environmental conditions modified by the grey hail net on the biological plant properties of 'Duke' highbush blueberry over the period of increasing productivity (Table 6).

In both years of observation, incident light was reduced by 5–20% under HPN, with the greater reduction on clear days and higher light intensities. Air temperature within the canopy under HPN was lower compared to that in open field (OF), whereby daily maximum temperature was 2.4 °C higher in the bushes exposed to the sunlight than in those under HPN. As a consequence of the lower daily maximum temperatures, daily minimum relative humidity under HPN was, on average, 4% higher than in OF. Environmental conditions in both experimental years were considered favourable for the growing of 'Duke' highbush blueberry. 'Duke' has moderate to vigorous bushes with almost 18% higher average height recorded in 2014 since the examined plants were in the period of intensive vegetative development which is characterized by shoot elongation. Although most of the parameters of vegetative and reproductive potential were not affected by HPN, bush volume in 2014 and yield per bush in both years of investigation were significantly increased under HPN. Moreover, the yield in the first season was the highest in the 2<sup>nd</sup> harvest both in OF and under

HPN ranging from 2.4 to 3.9 kg per bush respectively. In the next year, the yield per bush was much higher in 4<sup>th</sup> harvest in both treatments (2.32 kg per bush – HPN; 1.76 kg per bush – OF), 10 times greater than the 1st harvest yield (Figure 3).

Blueberries are commonly grown in protected cultivation throughout the world, mostly in high tunnels but some in greenhouses. The reason for this varies with the environment, and includes: earlier harvesting season, reduced rainfall, protection from the wind and diseases, increased temperature and relative humidity. These are mostly the factors which affect the growth, yield and fruit quality of the plants. Tunnel production of blueberries is a recent phenomenon in Serbia. Preliminary study was conducted in unheated multi-bay plastic tunnels 2.9 m high and 6 m wide per bay with passive ventilation (rolled down side walls). Inside of the tunnels, the two raised beds approximately 1 m wide were covered with an 10 cm deep layer of finely crushed pine bark. Pine bark, with its low acidity and porous nature provides an excellent growth medium for blueberries. Two cultivars 'Duke' and 'Patriot' were planted at the distance of 1 m within the row and 3 m between the rows in 2008 due to the lack of self-compatibility shown by many blueberry cultivars. The main goal of this study was to compare ripening time, yield and fruit quality characteristics of the eight-year-old bushes of two highbush blueberry cultivars grown under high tunnels and in the open field (data not shown). Blueberry production started 10 days earlier than the open field production, whereby 'Duke' ripened 7 days earlier than 'Patriot' in high tunnels. Significantly higher number of fruits per bush and consequently almost 2-fold higher yield per bush in 'Duke', i.e. 25.8% higher yield per bush in 'Patriot' were recorded under high tunnels compared to the open field. Both cultivars also had significantly higher berry weight under high tunnels.

Among the parameters determining outer and inner fruit quality, berry weight, index of fruit shape, and concentration of phytochemicals have been reported as standard indicators of fruit quality. Since the harvest of one blueberry cultivar lasts approximately for a month because of uneven ripening, variation in fruit size and chemical composition can be expected among the various harvest dates. Research of Milivojević et al. (2016) confirmed that most physical and chemical fruit properties of highbush blueberry cultivars 'Duke' and 'Bluecrop' vary across the harvests. Harvest time had a significant effect on the fruit weight, index of fruit shape, number of seeds per fruit, soluble solids (SSC) and total acids (TA) content, as well as total antioxidant capacity (TAC) in both studied years (2013-2014). Total anthocyanins (TACY) content was affected by harvest time only in 2014 (data not shown). Comparative study of these two cultivars revealed that 'Duke' expressed better antioxidant properties including higher TACY and TPH contents, and consequently TAC level in 2013. 'Bluecrop' had significantly higher SSC and TA in both studied years, as well as higher TAC only for 2014. Variation in some properties observed between years of investigation indicates that these characteristics are more strongly conditioned by environmental than genetic factors.

#### 4. CONCLUSION

In raspberry production, Serbia has an enviable place among world producers and not only in terms of production volume, but also of product quality. To keep the position among the world leading producers and exporters of raspberries at the current production level, we should continuously improve growing technology, hygiene at harvest and fruit quality with implementation of Global GAP standard. In addition to this, diversification of products through a wider product spectre of processed fruit (juices, concentrates, pure, dried fruits etc.) is appeared to be of great significance. To meet foreign market demands for blueberries, an

extension of production areas is required together with introduction of new cultivars. Intensification of the production technology by using soilless system in the bottomless pots and application of plastic tunnels in blueberry plantings represent new challenges in blueberry production in Serbia. An economic analysis will be conducted to determine the feasibility of these improved technologies for growers.

## 5. REFERENCES

- Blanke M. M. 2014. Zebra net, titanium net, transparent net and new grey hail net – the new generation of hail nets: large mesh size, stronger fibers and large portion of crystalline translucent fibers improve light transmission and durability. *Acta Hort.*, 1058: 321–326.
- Blanke M. M. 2009. The structure of coloured hail nets affects light transmission, light spectrum, phytochrome and apple fruit colouration. *Acta Hort.*, 817: 177–184.
- Dale A. 2012. Protected cultivation of raspberries. *Acta Hort.*, 946: 349-354.
- Dragišić Maksimović J., Milivojević J., Poledica M., Nikolić M., Maksimović V. 2013. Profiling antioxidant activity of two primocane fruiting red raspberry cultivars (Autumn bliss and Polka). *Journal of Food Composition and Analysis*, 31: 173-179.
- Gwozdecki J. 2004. Raspberry production in Poland. *J Pomol.*, 38: 245-249.
- Knight V. 2004. *Rubus* breeding worldwide and the raspberry breeding programme at Horticultural Research International, East Malling. *J Pomol.*, 38: 23-38.
- Lukić M., Milatović D., Keserović Z., Milošević T., Lepasović A., Korać N., Todić S. 2016. Current situation and perspectives of fruit growing and viticulture in the Republic of Serbia. Plenary lecture of 15<sup>th</sup> Serbian Congress of Fruit and Grapevine Producers with international participation, September 21<sup>st</sup>-23<sup>rd</sup>, 2016. Kragujevac, Republic of Serbia. Book of abstracts: 16-21.
- Milivojevic J., Radivojevic D., Ruml M., Dimitrijevic M., Dragisic Maksimovic J. 2016. Does microclimate under grey colored hail protection net affect biological and nutritional properties of 'Duke' highbush blueberry (*V. corymbosum* L.)? *Fruits*, 71, 3: 161-170.
- Milivojević J., Radivojević D., Nikolić M., Dragišić Maksimović J. 2016. Changes in fruit quality of highbush blueberries (*Vaccinium corymbosum*) during the ripening season. *Acta Hort.*, 1139: 657-664.
- Milivojević J., Rakonjac V., Fotirić Akšić M., Bogdanović Pristov J., Maksimović V. 2013. Classification and fingerprinting of different berries based on biochemical profiling and antioxidant capacity. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 48, 9: 1285-1294.
- Milivojević J., Maksimović V., Dragišić Maksimović J., Radivojević D., Poledica M., Ercişli S. 2012. A comparison of major taste- and health-related compounds of *Vaccinium* berries. *Turkish Journal of Biology*, 36: 738-745.
- Milivojević J., Nikolić M., Radivojević D., Poledica M. 2012. Yield components and fruit quality of floricanne fruiting raspberry cultivars grown in Serbia. *Acta Hort.*, 946: 95-99.
- Milivojević J., Nikolić M., Dragišić Maksimović J., Radivojević D. 2011a. Generative and fruit quality characteristics of primocane fruiting red raspberry cultivars. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 35, 3: 289-296.
- Milivojević J., Nikolić M., Radivojević D., Poledica M. 2011b. Does harvest time influence fruit quality traits in primocane fruiting raspberry cultivars? *Proceedings. 46<sup>th</sup> Croatian & 6<sup>th</sup> International Symposium on Agriculture. Opatija, Croatia: 1036-1039.*
- Nikolić M., Milivojević J. 2015. Small fruits: Growing technology. Faculty of Agriculture, University of Belgrade, Serbia: 613 str.



- Nikolić M., Tanović B. 2012. *Rubus* and *Ribes* industry in Serbia: a production model for developing countries. *Acta Hortic.*, 946: 405-412.
- Nikolić M., Ivanović M., Milenković S., Milivojević J., Milutinović M. 2008. The state and prospects of raspberry production in Serbia. *Acta Hortic.*, 777: 243-250.
- Pantelidis G. E., Vasilakakis M., Manganaris G. A., Diamantidis Gr. 2007. Antioxidant capacity, phenol, anthocyanin and ascorbic acid contents in raspberries, blackberries, red currants, gooseberries and Cornelian cherries. *Food Chem*, 102: 777-783.
- Poledica M., Milivojević J., Radivojević D., Dragišić Maksimović J. 2012. Prohexadione-Ca and young cane removal treatments control growth, productivity, and fruit quality of the Willamette raspberry. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 36: 680-687.
- Stojanov D., Milivojević J., Ivanović M., Radivojević D. 2011. Does application of rain shelters influence production traits in raspberry cv. 'Meeker'? *Proceedings of International Scientific Symposium of Agriculture »AgroSym Jahorina 2011«*. Jahorina, Bosna i Hercegovina: 483-488.
- Uleberg E., Rohloff J., Jaakola L., Trôst K., Junttila O., Häggman H., Martinussen I. 2012. Effects of temperature and photoperiod on yield and chemical composition of northern and southern clones of bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.). *J. Agric. Food Chem.*, 60: 10406–10414.
- Veberič R., Slatnar A., Jakopič J., Štampar F., Mikulič Petkovšek M. 2012. Primary and secondary metabolites in fruits. Invited lecture of 14<sup>th</sup> Serbian Congress of Fruit and Grapevine Producers with international participation, October 9<sup>th</sup>-12<sup>th</sup>, 2012. Vrnjačka Banja, Republic of Serbia. Paper and Abstract Proceedings: 55-62.

Table 1. Generative characteristics of primocane fruiting red raspberry cultivars grown in Belgrade region (Serbia).

Preglednica 1: Generativni parametric sort dvakrat rodnih malin, gojenih v Beograjski regiji (Srbija).

Cultivar	Number of fruiting laterals per primocane	Fruit number per primocane	Yield per primocane (g)	Yield per meter of hedgerow (kg)
Autumn Bliss	15.0 ± 2.31 b	47.1 ± 12.51 b	88.9 ± 16.63 c	2.51 ± 0.65 d
Lyulin	19.0 ± 3.46 ab	62.7 ± 17.74 ab	182.0 ± 47.21 bc	5.5 ± 1.50 cd
Polana	18.9 ± 2.71 ab	57.7 ± 8.40 ab	183.2 ± 30.28 b	4.6 ± 0.55 cd
Polka	17.6 ± 4.12 ab	73.2 ± 4.51 ab	336.1 ± 33.96 a	14.8 ± 2.65 a
Himbo Top	16.3 ± 2.22 ab	61.9 ± 13.52 ab	245.1 ± 52.96 ab	12.1 ± 3.14 ab
Ruby	21.6 ± 1.03 ab	64.2 ± 9.40 ab	205.4 ± 34.31 b	6.23 ± 1.66 cd
Rossana	18.1 ± 0.19 ab	72.8 ± 2.92 ab	196.5 ± 13.39 b	8.67 ± 1.17 bc
Heritage	22.7 ± 1.00 a	85.6 ± 4.69 a	265.1 ± 11.69 ab	13.23 ± 0.13ab

Data are the means of three replications ± standard deviation. Values within column followed by the same letter are not significantly different at  $P \leq 0.05$  (Tukey Honest Significant Difference Test).

Table 2. Physical fruit traits of primocane fruiting raspberry cultivars depending on harvest time (Experimental station "Radmilovac", Faculty of Agriculture, Belgrade).

Preglednica 2: Fizikalne lastnosti dvakrat rodnih sort maline glede na čas obiranja (Eksperimentalna postaja "Radmilovac", Fakulteta za kmetijstvo, Beograd).

Cultivar/Harvesting period		Fruit weight (g)	Index of fruit shape	Number of drupelets per fruit	
Cultivar	Himbo Top	2.97 a	0.95 b	93.4 a	
	Lyulin	2.03 d	0.94 b	80.4 b	
	Rossana	2.22 c	1.00 a	68.4 d	
	Heritage	2.44 b	0.94 b	91.4 a	
	Golden Bliss	2.46 b	1.00 a	74.3 c	
Harvest	Summer harvest	3.15	0.96	91.2	
	Autumn harvest	1.69	0.98	72.0	
Cultivar x Harvest	Himbo Top	SH	3.97 a	0.87 f	99.1 b
		AH	1.98 d	1.04 a	87.8 c
	Lyulin	SH	2.92 bc	0.98 bc	110.4 a
		AH	1.14 e	0.89 ef	50.5 g
	Rossana	SH	2.70 c	1.02 ab	71.2 ef
		AH	1.74 d	0.98 bc	65.7 f
	Heritage	SH	3.10 b	0.92 de	102.1 b
		AH	1.77 d	0.95 cd	80.7 cd
	Golden Bliss	SH	3.08 b	0.98 bc	73.1 e
		AH	1.83 d	1.02 ab	75.4 de
	ANOVA (F test)	Cultivar	37.01*	9.44*	37.4*
		Harvest	794.72*	5.25*	148.43*
Cultivar x Harvest		12.94*	20.97*	47.92*	

Data are the means of three replications. Values within column followed by the same letter are not significantly different at  $P \leq 0.05$  (LSD test). \*, significant at  $P \leq 0.05$ ; SH, summer harvest; AH, autumn harvest.

Table 3. Effects of prohexadione-Ca (ProCa) and young cane removal treatment once (R) or twice (2R) on vegetative characteristics of 'Willamette' raspberry primocanes in 2010.

Preglednica 3: Učinki proheksadiona-Ca (ProCa) in odstranitve mladih rozg enkrat (R) ali dvakrat (2R) na vegetativne lastnosti maline sorte "Willamette" v letu 2010.

Treatment	Length of canes (cm)	Cane diameter (mm)	Number of nodes per meter of cane length	Total number of nodes per cane
Control	266 ± 4 a	6.65 ± 0.02 a	24.5 ± 0.3 c	65.3±4.1
ProCa	211 ± 6 b	5.60 ± 0.03 b	31.7 ± 1.1 a	66.1±5.7
R	249 ±12 a	6.80 ± 0.02 a	25.3 ± 0.4 c	63.0±12.0
ProCa+R	250 ± 5 a	6.80 ± 0.02 a	27.2 ± 0.1 b	68.0±5.3
2R	253 ± 9 a	6.85 ± 0.02 a	25.4 ± 0.2 c	64.2±8.6
<i>P value</i>	*	*	*	ns

Data are the means of 4 replications ± standard error (n=4). Values within column followed by the same letter are not significantly different at  $P \leq 0.05$  (LSD test). \* Significant at  $P \leq 0.05$ ; ns - not significant.

Table 4. Effects of prohexadione-Ca (ProCa) and young cane removal treatment once (R) or twice (2R) on generative characteristics of 'Willamette' raspberry in 2011.

Preglednica 4: Učinki proheksadiona-Ca (ProCa) in odstranitve mladih rozg enkrat (R) ali dvakrat (2R) na generativne značilnosti maline sorte "Willamette" v letu 2011.

Treatment	Number of fruiting laterals per cane	Number of inflorescences per cane	Fruit number per cane	Yield per cane (g)	Yield per meter of hedgerow (kg)
Control	11.3 ± 0.6 b	37.6 ± 2.0	147 ± 18 c	537 ± 78 b	3.48 ± 0.19 b
ProCa	14.3 ± 0.3 a	44.2 ± 3.6	205 ± 14 ab	881 ± 31 a	4.38 ± 0.28 a
R	12.3 ± 0.8 b	41.7 ± 2.9	193 ± 11 ab	800 ± 49 a	4.13 ± 0.16 a
ProCa+R	14.1 ± 0.1 a	45.3 ± 4.3	218 ± 23 a	864 ± 40 a	4.27 ± 0.15 a
2R	12.1 ± 0.7 b	42.0 ± 2.5	173 ± 5 bc	766 ± 15 a	4.01 ± 0.16 ab
<i>P values</i>	*	ns	*	*	*

Data are the means of 4 replications ± standard error. Values within column followed by the same letter are not significantly different at  $P \leq 0.05$  (LSD test). \*Significant at  $P \leq 0.05$ ; ns – not significant.

Table 5. Fruit quality attributes of raspberry cv. 'Meeker' affected by production system.

Preglednica 5: Parametri kakovosti plodov sorte 'Meeker' glede na sistem pridelave.

Production system	Physical fruit properties		Chemical fruit properties		
	Fruit weight (g)	Number of drupelets per fruit	Soluble solids content (%)	Titrate acidity (%)	Vitamin C (mg 100 g <sup>-1</sup> FW)
Under rain shelters	4.06±0.16 a	123.0±1.04 a	1.20±0.03 a	1.20±0.03 a	50.4±1.93a
Open field	3.79±0.14 a	110.7±3.94 b	1.30±0.04 a	1.30±0.04 a	44.2±1.86b
ANOVA (F test)	1.66 <sup>ns</sup>	9.03*	4.03 <sup>ns</sup>	4.03 <sup>ns</sup>	5.46*

Data are the means of four replications ± standard error. Values within column followed by the same letter are not significantly different at  $P \leq 0.05$  (LSD test). ns-non significant; \* significant at  $P \leq 0.05$ ; FW – fresh weight.

Table 6. Influence of hail protection nets (HPN) on biological properties of 'Duke' highbush blueberry in 2013–2014 experimental period (OF: open field). Data are the means of 4 replications ± standard errors (degree of freedom: df = 4).

Preglednica 6: Vpliv protitočne mreže (HPN) na pomološke lastnosti ameriške borovnice sorte "Duke" v obdobju 2013-2014 (OF: na odprtem). Podatki so povprečja za 4 ponovitve ± standardna napaka (stopnje prostosti: df = 4).

Treatment	Bush height (cm)	Bush volume (m <sup>3</sup> )	Number of flowers per bush	Number of fruit per bush	Percentage of fruit set	Yield (kg per bush)
2013						
HPN	120.0 ± 11.5	0.32 ± 0.07	2,968 ± 88	2,748 ± 115	92.5 ± 1.3	5.2 ± 0.3a
OF	117.0 ± 5.5	0.26 ± 0.03	2,752 ± 87	2,585 ± 98	93.9 ± 0.8	4.1 ± 0.2b
<i>F test</i>	0.069 <sup>ns</sup>	0.632 <sup>ns</sup>	3.096 <sup>ns</sup>	1.160 <sup>ns</sup>	0.830 <sup>ns</sup>	8.440*
2014						
HPN	154.0 ± 3.0	0.43 ± 0.02a	3,670 ± 108	3,438 ± 171	93.5 ± 1.9	6.0 ± 0.3a
OF	134.0 ± 8.0	0.35 ± 0.01b	3,370 ± 51	3,150 ± 84	93.4 ± 1.2	4.8 ± 0.1b
<i>F test</i>	5.480 <sup>ns</sup>	10.088*	6.408 <sup>ns</sup>	2.293 <sup>ns</sup>	0.002 <sup>ns</sup>	14.804*

Values within column followed by the same letter are not significantly (ns) different at  $P \leq 0.05$  (LSD test).\*Significant at  $P \leq 0.05$ .

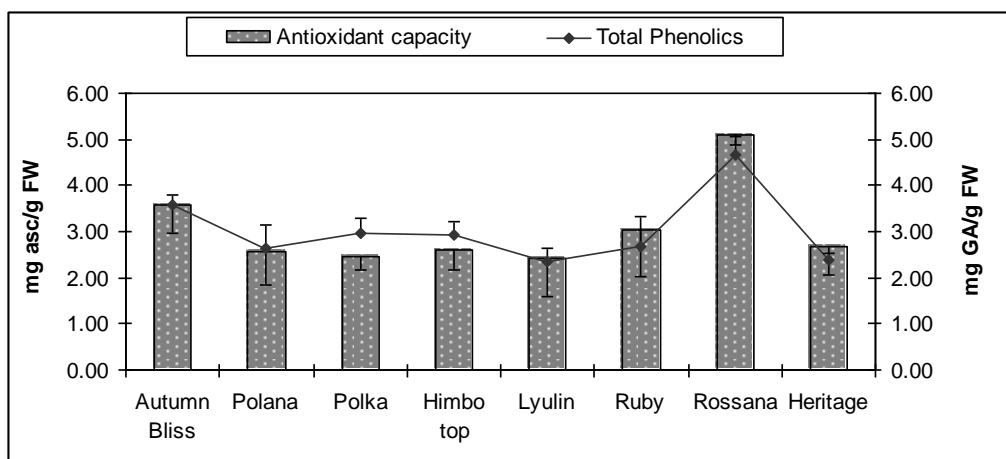


Figure 1. Survey of antioxidant capacity and total phenolic content in fruit of primocane fruiting red raspberry cultivars grown in Belgrade region (Serbia). FW is fresh weight.

Slika 1: Raziskava antioksidativna kapaciteta in skupne vsebnosti fenolov v plodu sort enkrat rodnih rdečih malin, ki rastejo v Beograjski regiji (Srbija). FW - sveže mase.

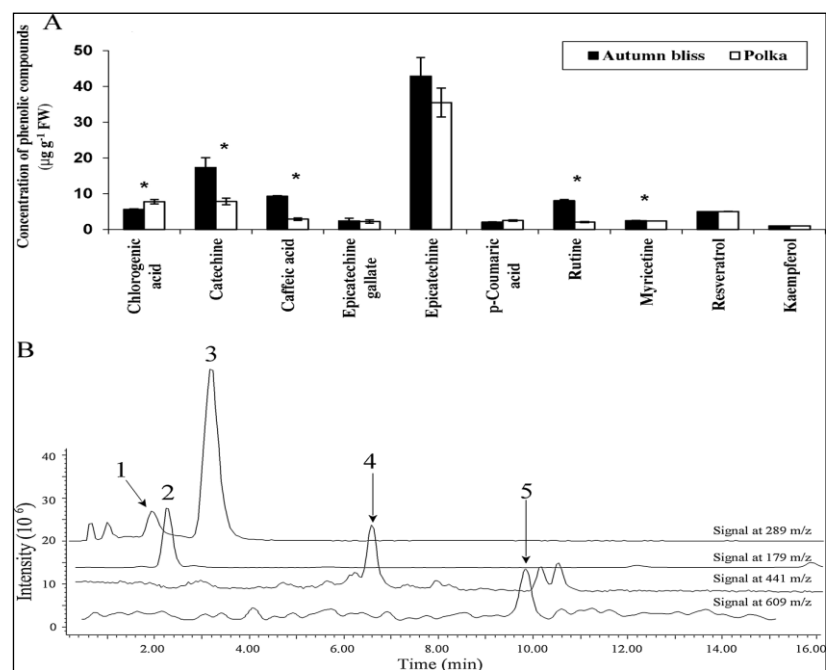


Figure 2. (A) Concentrations of specific phenolic compounds in two raspberry cultivars (Autumn Bliss and Polka). Data are means ( $n = 3$ )  $\pm$  standard error. Significant differences at  $P = 0.05$  are indicated by asterisk. (B) HPLC-MS SIR profile of representative compounds found in raspberry fruit extracts. Chromatograms were recorded for each compound at signal specific for its apparent m/z ratio. Peaks 1 and 3 are catechin and epicatechin at 289 m/z, respectively; peak 2 is caffeic acid at 179 m/z; peak 4 is epigallocatechin at 441 m/z and peak 5 is rutin recorded at 609 m/z.

Slika 2: (A) koncentracije specifičnih fenolnih spojin pri dveh sortah malin (Autumn Bliss in Polka). Podatki so povprečja ( $n = 3$ )  $\pm$  standardna napaka. Značilne razlike pri  $P = 0,05$  so označeni z zvezdico. (B) HPLC-MS SIR profil reprezentativnih spojin najdemo v ekstraktih malin. Kromatogrami so bili zabeleženi za vsako spojino na določen signal za njegovo navidezno razmerje m/z. Vrhova 1 in 3 sta katehin in epikatehin na 289 m/z, v tem zaporedju; vrh 2 je kavna kislina na 179 m/z; vrh 4 je epigalokatehin na 441 m/z in vrh 5 je rutin pri 609 m/z.

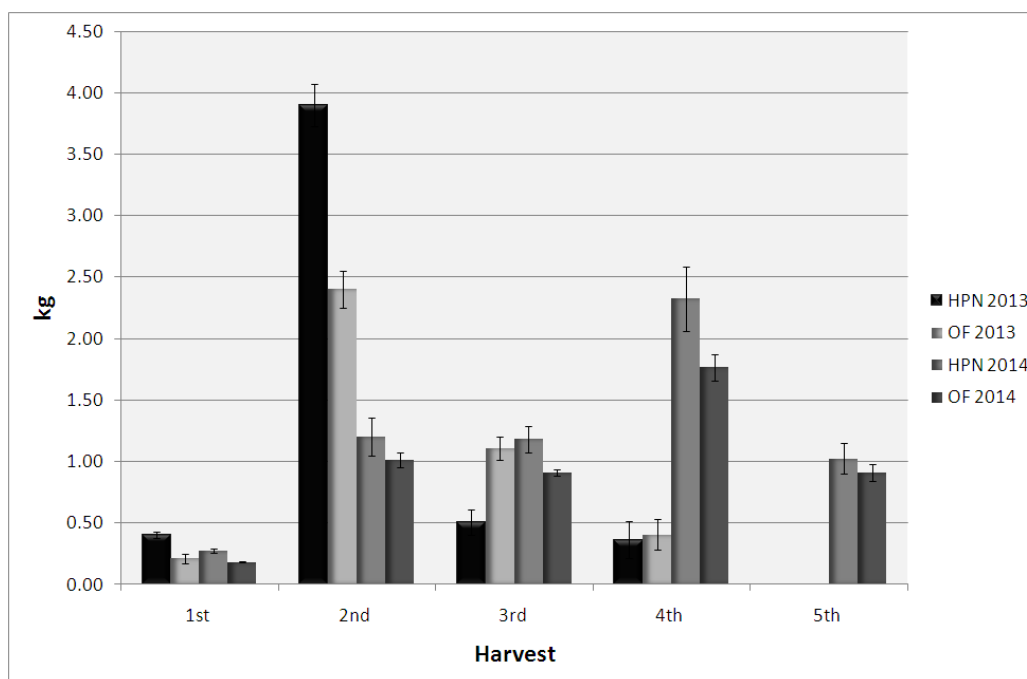


Figure 3. Share of each individual harvest yield in total yield per bush (kg) under hail protection nets (HPN) and in open field (OF) during the first (2013) and the second (2014) experimental seasons. Data are means  $\pm$  standard errors ( $n = 4$ ).

Slika 3: Delež posameznega pridelka v skupnem pridelku na grm (kg) glede na mrežo proti toči (HPN) in na prostem (OF) med prvo (2013) in drugi (2014) rastno dobo. Podatki so povprečja  $\pm$  standardne napake ( $n = 4$ ).



## **POMOLOGICAL AND QUALITATIVE CHARACTERISTICS OF PLUM CULTIVARS DELIVERED FROM *Prunus domestica*, *P. salicina*, *P. cerasifera* AND THEIR HYBRIDS**

Jan WOLF<sup>1</sup>, Ivo ONDRÁŠEK<sup>1</sup>, Tomáš KISS<sup>1</sup>, Tomáš NEČAS<sup>1</sup>

### **ABSTRACT**

Growing European plum trees in the Czech Republic has a rich tradition. At the beginning of the last century the plums were the most important fruit species, but in year 1929 was half the orchards crashed or damaged by strong frost. The next strong frost damaged orchards in the year 1956. Due to frosty winter cultivation of plum trees decreased in Czech Republic. Currently are plums and pears the most perspective fruit species in the Czech Republic. Plum trees are planted on 2 056 ha, but only 1 752 ha are in full production. In the year 2014 was in production orchards harvested 5 750 tons of plums and the total plum harvest of that year was 23 392 tons. For example, in the year 2011 were plums grown on 1 940 ha. Despite the high popularity of European plums are Japanese plum trees practically unknown. Japanese plums are abundantly sold in the supermarket in the last years but there are not commercial plantings. Japanese plum trees bloom early and they are damaged by late frost. In this study some pomological and qualitative characteristic of some plum cultivars were evaluated. In this study was measured vitamin C from 7.39 – 87.14 mg/kg. The weight of fruits were measured from 18.68 to 78.96 g.

**Keyword:** European plum, Japanese plum, pomology, vitamin C

## **POMOLOŠKE IN KAKOVOSTNE ZNAČILNOSTI SORT SLIVE, KI PRIPADAJO *Prunus domestica*, *P. salicina*, *P. cerasifera* IN NJIHOVIM KRIŽANČEM**

### **POVZETEK**

Pridelava slive ima na Češkem bogato tradicijo. Na začetku prejšnjega stoletja je bila najpomembnejša sadna vrsta, vendar je polovico sadovnjakov uničila ali poškodovala huda pozeba v letu 1929. Naslednja huda pozeba je bila leta 1956. Zaradi hudih zim se je pridelava slive zelo zmanjšala. Na Češkem sta sliva in hruška trenutno najbolj perspektivni sadni vrsti. V letu 2011 je bilo 1.940 ha slive, trenutno jih je 2.056 ha, od tega v rodnosti 1.752 ha. Pridelek v rodni nasadih slive je bil v letu 2014 5.750 ton in skupno 23.392 ton. Ne glede na to, da so slive evropskega porekla zelo popularne, so kitajsko-japonske slive praktično nepoznane. Zadnjih nekaj let se kitajsko-japonske slive prodajajo v velikih količinah, nasadov le-teh pa na Češkem ni. Kitajsko-japonske slive cvetijo zgodaj, zato jih pogosto prizadene spomladanska pozeba. V prispevku so predstavljene pomološke in kakovostne lastnosti izbranih sort. Izmerjene so bile vsebnosti vitamina C, od 7,39 do 87,14 mg/kg. Povprečna masa plodov je bila od 18,68 do 78,96 g.

**Ključne besede:** evropske slive, kitajsko-japonske slive, pomologija, vitamin C

<sup>1</sup> Mendel University in Brno, Faculty of Horticulture, Department of Fruit Growing, Lednice, Czech Republic, email: janwolf21@gmail.com

## 1. INTRODUCTION

Plums belong to family *Rosaceae*, subfamily *Amygdaloideae*, tribe *Amygdaleae*, genus *Prunus*. Plums are unusual in being independently domesticated on three different continents: Europe, Asia and North America. The most of plums in commercial production are now classified as European (hexaploid;  $2n = 48$ ) or Japanese (diploid;  $2n = 16$ ) types. Historically *Prunus domestica* L. has been the most important plum species (Okie and Weinberger, 1996). Crane and Lawrence (1956) suggested that it originated in Minor Asia as a hybrid between *Prunus cerasifera* Ehrh. ( $2n = 16$ ) and *Prunus spinosa* L. ( $2n = 32$ ), which chromosomes doubled to produce a fertile hexaploid. Japanese plums (*Prunus salicina* Lindl.) originated in China (in Yangtze River Basin), but were further bred in Japan and the United States. The term “Japanese plum“, now encompasses a wide range of fresh-market plums developed by intercrossing of various diploid species. The main differences between these groups are shape of fruits, shape of leaves, flowering time and adaptation to cold. European plums are more adapted to colder regions than Japanese plums (Okie and Weinberger, 1996).

The world production of plums is about 11.3 million tons per year. Harvested area was about 2.5 million ha in the year 2014. The half of world production belongs to China which is producing about 6.2 million tons of plums on the area of 1.8 million ha. The next states with high production are Serbia (400 000 t), Romania (495 000), Turkey (265 000 t) and Chile (296 000 t). Production of Czech Republic in 2014 was 5 750 tones on 1 752 ha (FAO, 2016).

Plums and plum products are functional food in that they provide health benefits beyond their value as a source of nutrients may help maintain health and prevent chronic diseases (Topp et al., 2012). Stacewicz-Sapuntzakis et al. (2001) provide a comprehensive review of the chemical composition and the potential health effects of plums. Plums contain high levels of fiber, sorbitol, potassium, copper, boron and phenolic substances which have potential biological functions in regard to glucose metabolism, cardiovascular health, bone metabolism, laxative effects and anti-tumor activity (Janick and Paull, 2008). There is a good correlation between total phenolic compounds and antioxidant activity among peaches and plums (Cevallos-Casals et al., 2006; Gil et al., 2002; Vizzotto, 2005 and Vizzotto et al., 2007). Phenolic substances are higher in red-fleshed plums than in yellow-fleshed plums and are more important in determining antioxidant activity than the anthocyanins or carotenoids (Vizzotto et al., 2007). The skin contains 3-9 time higher concentration of phenolics than the flesh, but the flesh provides about 70% of the total because of its greater fraction (Cevallos-Casals et al., 2006).

The physical properties of plums are important for design of equipment for processing, transportation, sorting, separating and also packing. A few studies concerning physical, pomological and nutritional properties of plum have been performed (Ertekin et al., 2006).

## 2. MATERIAL AND METHODS

The plum fruit were collected in the orchard FH. Orchard of Faculty of Horticulture (Mendel University) is located in Lednice (48°47'59"N 16°48'12"E) in South Moravia region at altitude of 170 m a.s.l. Lednice is one the warmest area in the Czech Republic. It has an average annual temperature of 9.1 °C and 422 mm of average annual rainfall.

All of the pomological, physical and nutritional properties of cultivars of plums were determined as follows. The geometric mean diameter ( $D_g$ ) of fruit was calculated by using the



following formula (Mohsenin, 1970):  $Dg = (L*W*T*)^{1/3}$ . According to Mohsenin (1970), the sphericity index ( $S_p$ ) can be expressed as follows:  $S_p = Dg/L * 100$ . The aspect ratio ( $R_a$ ) of fruit was calculated by using the following equation (Omobuwajo et al., 1999):  $R_a = W/L$ .

Ten fruits were randomly selected. The three linear dimensions (width, length and thickness) of fruit and stone were measured. The weight of fruits and stones were measured by digital scale.

Fruit firmness measurements were made with a stationary penetrometer (tr@turo, Italy) using a 8 mm diameter plunger.

Preparation and measurement of vitamin C. For the sample preparation method by Wright and Kader (1997) was used based on the method of Zapata and Dufour (1992) for the determination of ascorbic acid and dehydroascorbic acid by HPLC.

The acidity was measured by titration with 0.1 M NaOH to pH 8.1 and expressed as malic acid (Pekmezci, 1981). Total soluble solid content (TSS) was determined by using a stationary refractometer (Krüss, Germany) at 25 °C and the result expressed in Brix.

All data presented are averages of three replicates. Correlation coefficients were determined between the total antioxidant capacity and phenolic compounds; and between fruit weight and stone weight, by STATISTICA software. Single analysis of variance and two-way ANOVA were used at soluble solid and weight of fruits.

### 3. RESULTS AND DISCUSSION

In this study twenty-two cultivars of plums were evaluated. Ten European, eleven Japanese plums and one interspecific hybrid ('M56'). The other cultivars of Japanese plums were damaged by frost on 29<sup>th</sup> April. Temperature reached -2.1°C at 7:00 AM.

The flowering started on 18. 3. 2016 ('Shiro' and 'Soriso') and finished on 9. 4. 2016 ('Ontario' and 'Tichookeanskij'). The ripening time started on 25. 7. 2016 ('Shiro', 'Sorico' and 'Zurna') and finished on 13. 9. 2016 ('Elena'). Data of flowering and ripening time are showed in Figure 1. Generally, Japanese plums bloom in same time as apricots. European plums bloom 10-15 days after apricots (Ondrášek et al., 2012).

Table 1 and Table 2 show properties of plums. As the biggest fruit was evaluated variety 'Aphrodite' with average weight 78.96 g, width 51.94 mm, length 49.14 mm and thickness 51.32 mm. 'Aphrodite' is a Japanese type of plum. The second biggest variety is 'Fortune' (68.22 g, 50.04 mm, 46.74 mm and 49.04 mm). 'Valor' is a biggest variety of European plum with 62.32 g, 46.64 mm, 54.16 mm, 42.16 mm. The smallest variety was 'Chabrovský', 18.68 g, 30.24 mm, 39.38 mm and 27.92 mm (European plum). The smallest Japanese variety was 'Shiro' 26.74 mm, 35.62. mm, 34.32 mm and 36.62 mm.

Proportion of flesh and size of stone are generally very important properties of stone fruit. One of the major breeding objectives are reduction of the size of fruit stones and freestone fruits (Jones and Wilson, 1987). Proportion of flesh of European plums was from 95.34 % to 97.8 % (average 96.45 %). Japanese plums have proportion of flesh from 94.48 % to 98.34 % (average 96.48 %). It shows that Japanese plums have a relative same proportion of flesh like European plums. The highest proportion of flesh was recorded in varieties 'Gruber' 97.97 %

and the lowest in 'M56' 94.07 %. All European plums in this study are freestone. 'Aphrodite', 'Wan Hong', 'Shiro' and 'Shoriso' are clingstone and the other Japanese varieties in this study are freestones. 'M56', 'Burbank' and 'Kleopatra' are semi freestone.

Sphericity ( $S_p$ ) is an expression of a shape of a solid relative to that of a sphere of the same volume while the aspect ratio ( $R_a$ ) relates the width to the length of the fruit which is an indicative of its tendency toward being oblong in shape (Omobuwajo et al., 1999). These values were  $S_p$  from 0.77 to 0.88 and  $R_a$  from 0.69 to 0.86 for European cultivars (*Prunus domestica* L.) shape of these varieties is oblong. Some Japanese and European cultivars ('Ontario', 'Tichookeanskij' and interspecific hybrid 'M56') have  $S_p$  from 0.94 to 0.99 and  $R_a$  from 0.9 to 0.98, shape of these varieties is circular. And other Japanese plums have  $S_p$  from 1.03 to 1.14 and  $R_a$  from 1.03 to 1.21. Shape of these varieties is obcordate. Knowledge of the sphericity index and aspect ratio is very important for design of equipment for processing, transportation, sorting, separating and also packing (Ertekin et al., 2006).

Titrateable acidity varied from 0.37 to 3.40 %. Ertekin et al., (2006) measured titrateable acidity in range 0.37 - 0.94 %. In other studies, was reported range 1.85 - 2.35 % of wild plums Calisir et al. (2005). These differences are caused by varietal diversity and caused weather conditions. Japanese plums have higher content of titrateable acidity than European about half.

Content of soluble solids was measured from 12.75 to 24.85 %. Paz et al. (2008) measured values of soluble solids from 11.38 to 14.96 %. The minimum acceptable soluble solid content in plums is around 12 % (Crisosto et al., 2004), although it depends on the target market. All of tested varieties have more over 12%. In this study were measured 14.2 % in 'Fortune'. Paz et al. (2008) measured soluble solid in variety 'Fortune' 14.96 %. It is about 0.76 % higher than in this study. These differences of values of contained substances are affected by many factors (weather conditions, rootstocks, feeding etc.) (Blažek and Kneifl, 2005). European plums in this study have average 4.75 % higher content of soluble solids than Japanese plums.

The highest value of vitamin C was measured in 'Valor' (87.14 mg/kg). The next high values of vitamin C were recorded in 'Stanley' (71.6 mg/kg). The lowest value of vitamin C was measured in 'Cacak Best' 7.39 mg/kg. Vitamin C was measured in the range 7.39 – 87.14 mg/kg. Gil et al. (2002) measured in the range 30 – 100 mg/kg but our data based on a broader range of cultivars and more samples. In cultivar 'Santa Rosa' 25 mg/kg of vitamin C measured Gill et al. (2002) and 24.24 mg/kg in our study. Our results show that European plums have more vitamin C than Japanese plums.

Japanese plums usually have oblong or circular shape. Japanese plums have generally higher titrateable acidity, less soluble solids and less vitamin C than European plums. Another advantage of Japanese plum is a high content of phenols and related high antioxidant capacity.

#### 4. ACKNOWLEDGEMENT

This result has been particularly obtained with the support of project "IGA2017/Evaluation of pomological and qualitative traits in plum cultivars *Prunus domestica*, *Prunus salicina* and *Prunus cerasifera* focused on the antioxidant capacity".

## 5. LITERATURE

- Blažek J., Kneifl V. 2005. Pěstujeme slivoně. Praha: Brázda. ISBN 80-209-0336-4. (in Czech)
- Calisir S., Haciseferogullari H., Ozcan M., Arslan D. 2005. Some nutritional and technological properties of wild plum fruits in Turkey. *Journal of Food Engineering*, 66: 233–237.
- Cevallos-Casals B., Byrne D. H., Okie W. R., Cisneros-Zevallos L., 2006. Selecting new peach and plum genotypes rich in phenolic compounds and enhanced functional properties. *Food Chemistry*, 96: 273-280.
- Crane M. B., Lawrence W. J. 1929. Genetical and cytological aspects of incompatibility and sterility in cultivated fruits. *Journal of Pomology and Horticultural Science*, 7: 276-301.
- Crisosto C. H., Garner D., Crisosto G. M., Bowerman E., 2004. Increasing 'Blackamber' plum (*Prunus salicina* Lindell) consumer acceptance. *Postharvest Biology and Technology*, 34: 237–244.
- Ertekin C., Gozlekci S., Kabas O., Sonmez S., Akinci I. 2006. Some physical, pomological and nutritional properties of two plum (*Prunus domestica* L.) cultivars. *Journal of Food Engineering*, 75: 508-514.
- FAO. Food and Agricultural Organization. 2016. <http://www.fao.org/> (26. 12. 2016)
- Gil M., Tomas-Barberan F., Hess-Pierce B., Kader A. A. 2002. Antioxidant capacities, phenolic compounds, carotenoids, and vitamin A contents of nectarine, peach, and plum cultivars from California. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50: 4976-4982.
- Janick J., Paull R. E. 2008. *The Encyclopedia of Fruit & Nuts*. Cambridge, MA: CABI North American Office.
- Mohsenin N. N. 1970. *Physical properties of plant and animal materials*. New York: Gordon and Breach Science Publisher.
- Okie W. R., Weinberger J. H., 1996. Plums. In *Fruit breeding, Volume I, Tree and Tropical Fruits*, J. Janick and J. N. Moore, eds. New York: Wiley: 559-608.
- Omobuwajo O. T., Akande A. E., Sanni A. L., 1999. Selected physical, mechanical and aerodynamic properties African Breadfruit (*Treculia africana*) seeds. *Journal of Food Engineering*, 40: 241-244.
- Ondrášek I., Gogolková K., Krška B., 2012. A Pomological Evaluation of Plum Cultivars in the Czech Republic. *Acta Horticultrae*, 985:105-110.
- Paz P., Sánchez M. T., Pérez-Marín D., Guerrero J. E., Garrido-Varo A. 2008. Nondestructive Determination of Total Soluble Solid Content and Firmness in Plums Using Near-Infrared Reflectance Spectroscopy. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56: 2565-2570.
- Pekmezci M. 1981. *Researches on storage of Kutdiken lemons*. Cukurova University, Agricultural Faculty, Publication number: 158, Adana, Turkey.
- Stacewicz-Sapuntzakis M., Bowen P. E., Hussain E. A., Damayanti-Wood B. I., Farnsworth N. R., 2001. Chemical composition and potential health effects of prunes: a functional food? *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 41, 4: 251–286.
- Topp B. L., Russell D. M., Neumüller M., Dalbó M. A., Liu W. 2012. Plum. In *Fruit breeding, Handbook of Plant Breeding*, M. L. Badenes and D. H. Byrne, eds. New York: Springer, London: 571-622.
- Vizzotto M. 2005. Inhibition of invasive breast cancer cells by selected peach and plum antioxidants. Ph.D dissertation. Texas A&M University, College Station, TX.

Vizzotto M., Cisneros L., Okie W. R., Ramming D. W., Byrne D. H. 2007. Antioxidant activity and the content of phenolics and anthocyanins in peach and plum. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 132: 334-340.

Wright K. P., Kader A. A. 1997. Effects of slicing and controlled- atmosphere storage on the ascorbate content and quality of strawberries and persimmons. *Postharvest Biology and Technology*, 10: 39-48.

Zapata S., Dufour J. F., 1992. Ascorbic, dehydroascorbic and isoascorbic acid simultaneous determinations by reverse phase ion interaction HPLC. *Journal of Food Science*, 57: 506-511.

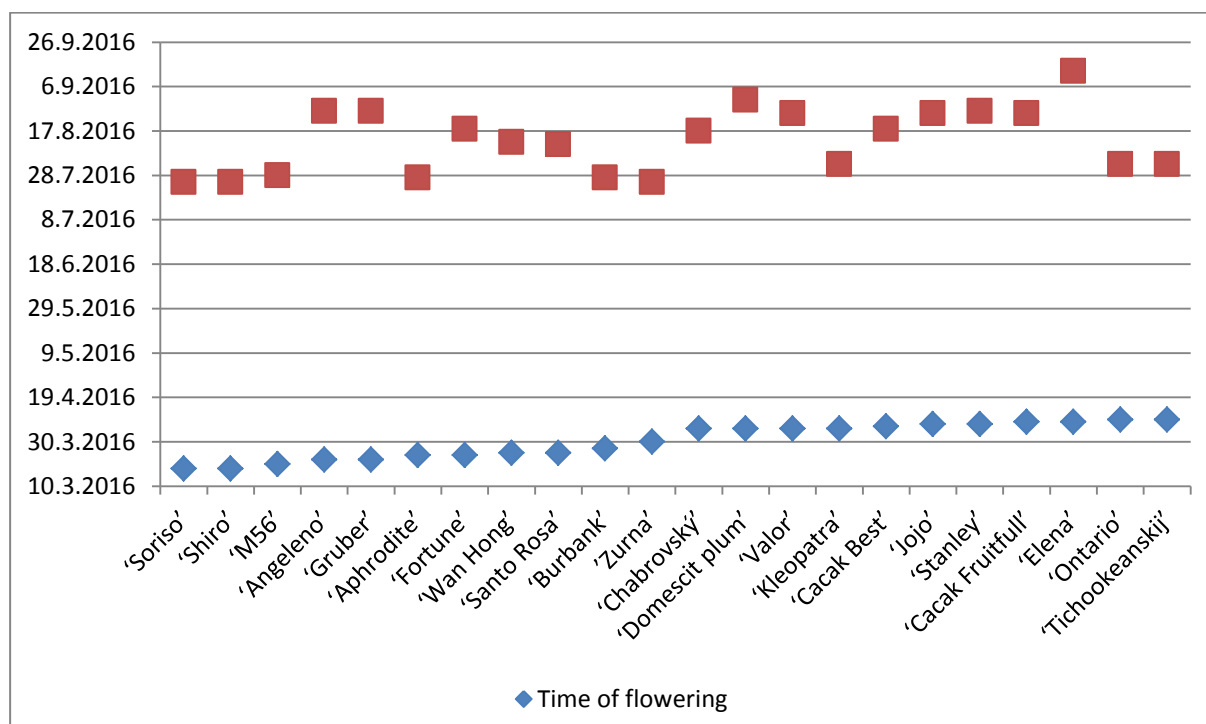


Figure 1: Time of flowering and ripening of European and Japanese plums; Lednice, Czech Republic, 2016.

Slika 1: Čas cvetenja in zorenja evropskih in kitajsko-japonskih sliv; Lednice, Češka, 2016.

Table 1: Physical and pomological properties measuring in this study (part 1).  
 Preglednica 1: Fizikalne in pomološke lastnosti merjene v tej raziskavi (del 1).

Cultivars	Fruit width [mm]	Fruit length [mm]	Fruit thickness [g]	Fruit weight [g]	Stone weight [g]	Proportion of flesh [%]
'Chabrovský'	30.24	39.38	27.92	18.68	0.82	97.29
'Cacak Best'	43.84	53.26	41.48	53.16	2.12	95.16
'Cacak Fruitfull'	40.92	51.54	37.22	44.44	1.20	97.07
'Jojo'	39.06	52.90	38.64	45.24	1.64	95.80
'Domestic plum'	36.16	47.62	33.46	33.70	0.74	97.95
'Stanley'	38.44	55.58	36.48	45.92	2.14	94.43
'Valor'	46.64	54.16	42.16	62.32	1.64	96.48
'Angelano'	48.16	39.72	49.08	57.12	0.98	97.97
'Gruber'	48.62	42.06	48.60	60.38	1.00	97.94
'M56'	36.06	38.70	35.82	29.50	2.14	94.07
'Ontario'	42.92	46.24	43.48	52.86	1.60	96.27
'Tichookeanskij'	37.92	41.10	37.44	33.36	1.44	96.20
'Burbank'	47.16	44.20	47.52	62.20	1.10	97.67
'Soriso'	37.20	36.00	38.60	32.92	1.32	96.45
'Shiro'	35.62	34.32	36.62	26.74	1.40	96.07
'Zurna'	38.80	43.28	40.58	39.84	1.18	96.96
'Kleopatra'	37.74	39.02	37.26	31.86	1.38	96.34
'Wan Hong'	42.06	42.84	41.92	46.48	1.46	96.53
'Aphrodite'	51.94	49.14	51.32	78.96	1.86	96.42
'Santo Rosa'	41.02	36.70	40.36	37.90	0.92	97.76
'Fortune'	50.04	46.74	49.04	68.22	1.14	97.72
'Elena'	31.50	44.84	29.60	34.88	1.40	95.56

Table 2: Physical and pomological properties measuring in this study (part 2).  
 Preglednica 2: Fizikalne in pomološke lastnosti merjene v tej raziskavi (del 2).

Cultivar	Sphericity index [%]	Vitamin C [mg/kg]	Freestone	Titrateable acidity [%]	Soluble solid [%]
'Chabrovský'	0.82	42.06	Yes	0.79	15.55
'Cacak Best'	0.86	7.39	Yes	0.73	16.85
'Cacak Fruitfull'	0.83	29.67	Yes	0.76	22.10
'Jojo'	0.81	11.44	Yes	0.69	21.15
'Domestic plum'	0.81	38.15	Yes	0.53	20.75
'Stanley'	0.77	71.60	Yes	0.53	21.20
'Valor'	0.88	87.14	Yes	1.17	24.85
'Angelano'	1.14	41.98	Yes	1.02	14.85
'Gruber'	1.10	40.71	Yes	0.98	15.05
'M56'	0.95	20.93	Yes/No	1.56	14.25
'Ontario'	0.96	16.75	Yes	0.68	15.00
'Tichookeanskij'	0.94	34.04	Yes	0.89	17.20
'Burbank'	1.05	29.52	Yes/No	0.76	15.30
'Soriso'	1.03	33.25	No	1.39	15.80
'Shiro'	1.03	34.90	No	2.23	13.70
'Zurna'	0.94	14.93	Yes	1.47	13.40
'Kleopatra'	0.97	33.88	Yes/No	3.40	12.75
'Wan Hong'	0.99	34.42	No	0.69	18.45
'Aphrodite'	1.03	36.11	No	1.23	13.90
'Santo Rosa'	1.07	24.24	Yes	1.21	13.30
'Fortune'	1.04	15.83	Yes	0.98	14.20
'Elena'	0.77	32.50	Yes	0.64	18.60

## **STROJNA REZ ŽLAHTNE JABLANE (*Malus domestica* Borkh.) SPOMLADI (RDEČI BALON) IN POLETI (12. LIST)**

Matjaž BEBER<sup>11</sup>

### **POVZETEK**

V Sadjarskem centru Maribor smo v letih 2013 do 2016 opravljali poskus strojne rezi jablan, na sortah 'Dalinbel', 'Cameo', 'Kanzi' in 'Mairac', posajenih leta 2006. Preizkušali smo najprimernejši čas strojne rezi (spomladi in poleti) v primerjavi s standardno rezjo in vpliv rezi na parametre rodnosti in rasti. Opravljene so bile meritve vegetativnih (obseg debla, enoletni prirast, število poganjkov in njihova povprečna dolžina) in generativnih parametrov (število plodov, velikostni in barvni razredi plodov). Rezultati prikazujejo vpliv strojne rezi na rast in rodnost jablan. S strojno rezjo v prvih letih zmanjšamo pridelek. Po štirih letih dosežemo umirjanje rasti v primerjavi s standardno rezjo. S strojno rezjo vplivamo izraziteje na število poganjkov kot na njihovo rast. Strojna rez spomladi bolje vpliva na oblikovanje zelene stene, večji delež debelejših plodov in večjo trdoto mesa plodov ob obiranju. Z letno rezjo smo izraziteje umirili rast, povečali nihanje pridelka in izgubljenega pridelka na začetku rodnosti po štirih letih nismo nadomestili.

**Ključne besede:** enoletni poganjki, rodnost, izmenična rodnost

### **MECHANICAL PRUNING OF APPLE TREES (*Malus domestica* Borkh.) IN SPRING (RED BUD) AND SOMMER TIME (12 LEAF)**

#### **ABSTRACT**

At Fruit Growing Centre Maribor a trial of mechanical pruning of 10 years old apple trees of cvs. 'Dalinbel', 'Cameo', 'Kanzi' and 'Mairac' was performed between 2013 and 2016. We tested the mechanical pruning during spring and summer, and compared it to standard pruning. We have also studied the influence of pruning on the yield and growth of apple trees. Vegetative (trunk circumference, 1-year growth, the number of 1-year shoots and their average length) and generative parameters (number of fruits, size and colour classes of fruit) were measured. The results showed the influence of mechanical pruning on the growth and yield of apple trees. Mechanical pruning causes a reduction in yield in first two years. After four years a slowdown of growth was noticed on trees that were mechanically pruned. Mechanical pruning has more influence on the number of shoots than on their growth. Mechanical pruning in springtime has better effects on forming of greenwall. Furthermore, percentage of large fruit and fruit firmness was higher. Pruning during summer time results in a more evident slowdown of growth, higher biennial bearing and target yield was not reached.

**Key words:** shoots, yield, biennial bearing

---

<sup>11</sup> KGZS, Zavod Maribor, Sadjarski center Maribor, Gačnik 77, 2211 Pesnica pri Mariboru, matjaz.beber@gmail.com

## 1. UVOD

Strojna rez jablan v Evropi, zaradi naraščajočih stroškov delovne sile, postaja vedno pogostejši ukrep, s ciljem zmanjšati stroške rezi jablan. V Franciji je idealen način rezi, kadar dosežejo enoletni poganjki 8 - 12 listov (loretiranje). V območjih severno od Alp so dosegli boljše rezultate strojne rezi z zgodnejšo rezjo (Österreicher in Christanell, 2011). Prvič izvedemo strojno rez pri močnem cvetnem nastavku. Za doseg kakovostnega pridelka in zadovoljivo velikost plodov je potrebna še ročna korekturna zimska rez (Baab, 2013). S pomočjo korekcijske rezi in redčenjem ohranimo enako kakovost plodov, sicer so plodovi manjši (Österreicher in Christanell, 2011). Nadalje strojna rez v poletnem času poveča osvetlitev za 10 % in s tem izboljša krovno barvo plodov (Robinson in sod., 2013). Maffei in sod. (2016) so v svojem 14 letnem raziskovalnem delu dokazali, da z mehansko rezjo zmanjšamo potencial in okuženost dreves z metličavostjo. Številni strokovnjaki (Zoth, Baab, Ellwein) poročajo, da s prehodom na strojno rez v prvem letu zmanjšamo količino pridelka (tudi do 25 %), vendar se z umirjanjem dreves v naslednjih letih primanjkljaj pridelka nadomesti.

Strojna rez je v tehnologiji pridelave jablan že dolgo prisotna, vendar v Sloveniji do sedaj ni bilo dovolj opravljenih raziskav s tega področja, ki bi podala najprimernejši čas rezi, kako izvesti rez brez negativnega vpliva na kakovost in količino pridelka in odgovorila na vprašanje ali res zmanjšamo stroške pridelave.

## 2. MATERIAL IN METODE

Poskus strojne rezi je bil izveden v Sadjarskem centru Maribor v letih 2013 do 2016. V poskus so bile vključene štiri sorte: 'Dalinbel', 'Cameo', 'Kanzi' in 'Mairac', cepljene na podlago M9 in posajene leta 2006. 'Dalinbel' in 'Cameo' sta bujno rastoči sorti, 'Kanzi' in 'Mairac' pa šibko rastoči sorti. V poskusu smo ugotavljali najprimernejši čas strojne rezi v primerjavi s standardno rezjo in vpliv rezi na parametre rodnosti (generativne) in rasti (vegetativne). Merili smo naslednje parametre:

- Vegetativni: obseg debla pred začetkom rasti 20 cm nad cepljenim mestom, enoletni prirast po zaključku rasti in število poganjkov. Iz dobljenih rezultatov smo izračunali povprečno dolžino poganjka;
- Generativni: število plodov in količina pridelka na drevo ob obiranju, sortiranje plodov po velikostnih (na 5 mm natančno) in barvnih (0 - 10 %, 11 - 30 %, 31 - 50 %, + 50 %) razredih.

V poskus smo vključili tri obravnavanja:

- Standardna rez, rez ozkega vretena, ki se izvaja v širšem obsegu v Sloveniji (standard);
- Strojna rez v fenofazi rdečega balona (D<sub>3</sub> - E) + ročna korekcija - izrezovanje vej (spomladi);
- Strojna rez po zaključku primarne rasti (12. do 15. list), + ročna korekcijska rez (poleti).

Pri standardni rezi smo izvajali kemično redčenje plodov. Pri obravnavanjih s strojno rezjo pa je bilo izvedeno mehansko redčenje plodov. Ostali tehnološki postopki (ročno redčenje, varstvo rastlin) so bili enaki pri vseh obravnavanjih. Ob obiranju smo opravili testiranja zrelosti za vsak tip rezi. Na stroju Pimpernelle smo testirali vsebnost topne suhe snovi (<sup>o</sup>Brix - TSS) in trdoto mesa plodov (kg/cm<sup>2</sup> - TMP). Opravili smo še test zrelosti z jodovico (škrobni indeks - ŠI). Dobljene vrednosti smo uporabili za izračun Streifovega indeksa (TSS x



ŠI/TMP). Zbrani podatki so bili statistično obdelani. Uporabili smo analizo variance (ANOVA). Razlike med obravnavanji smo testirali z LSD testom, kjer smo ugotavljali statistično značilne razlike posameznih parametrov pri 5 % tveganju. Opravili smo test korelacije med enoletnim prirastom, številu poganjkov in povprečno dolžino poganjkov. Dodatno smo opravili še meritve časa potrebnega za opravilo ročne rezi. Obarvanost plodov smo predstavili z Wakenmarksovem indeksom, kjer razrede obarvanosti obtežimo z vrednostmi (0 – 10 % x 1 + 11 – 30 % x 2 + 30 – 50 % x 5 + (+50 %) x 6).

### 3. REZULTATI IN RAZPRAVA

Porabljen čas za ročno rez pri posameznih tipih rezi: v prvem letu smo porabili 70 % manj časa za korekcijsko rez, v primerjavi s standardno rezjo. Čas, potreben za korekcijsko rez, je z leti naraščal in je v povprečju po štirih letih bil le še 30 % manjši od standardne rezi (preglednica 1). S tem se potrjujejo trditve Mika in sod. (2016), ki trdijo, da se po treh letih strojne rezi drevesa preveč zgostijo in se kakovost plodov prične zmanjševati. S spomladansko rezjo smo intenzivneje umirili potrebo po korekcijski rezi pri šibko rastočih sortah (50 %) kot pri bujno rastočih sortah (33 %). S poletno rezjo smo potrebe po korekcijski rezi v primerjavi s spomladansko zmanjšali le pri bujno rastočih sortah (41,8 %) (preglednica 1).

#### 3.1 Vegetativni parametri

Skupni prirast: s spomladansko rezjo smo pri večini sort statistično značilno povečali rast v prvem letu (preglednica 2). Z leti so se statistično značilne razlike med različnimi tipi rezi zmanjševale. Statistično značilna slabša rast po štirih letih rezi je bila pri poletni rezi na sorti 'Cameo' (preglednica 2). V poprečju smo pri spomladanski rezi v primerjavi s standardno rezjo v prvih dveh letih pospeševali rast, nato se je rast pričela umirjati in po štirih letih je bila šibkejša od standardne rezi. Pri poletni rezi je bila rast v prvih dveh letih podobna standardni rezi, nato se je začela zmanjševati (slika 1). Po štirih letih smo dobili lepše oblikovano steno pri spomladanski rezi, kar olajša določene ukrepe v nasadu (mehansko redčenje), izboljša izkoristek prostora (manj drifta, plodovi bližje deblu) in potrjuje trditve Ellwein (2014), ki trdi, da s spomladansko rezjo dobimo enakomerno dopolnjenost praznega prostora. Število poganjkov je v tesni korelaciji (slika 2) s skupnim prirastom (0,906, pri 10 % tveganju). Iz tega lahko sklepamo, da z različnimi tipi rezi najbolj vplivamo na tvorbo števila poganjkov. Povprečna dolžina poganjkov ni v korelaciji (slika 3) s skupnim prirastom (0,595, pri 10 % tveganju), zato s strojno rezjo ne vplivamo tako izrazito na dolžino poganjkov.

#### 3.2 Generativni parametri

Pridelek: pri sortah 'Kanzi' in 'Dalinbel' smo s spomladansko rezjo v treh proučevanih letih (2013 – 2015) dosegli večje pridelke, s poletno rezjo pa manjše kot pri standardni rezi (slika 4). Pri sortah 'Cameo' in 'Mairac' so bili pridelki pri obeh tipih rezi manjši (-15,7 do -28,7 %) kot pri standardni rezi. Pri standardni rezi najizrazitejše umirimo nihanje cvetnega nastavka, pri poletni rezi pa najmanj (preglednica 3). Ob primerjanju kumulativnega (štiri leta) cvetnega nastavka pri različnih tipih strojne rezi s standardno rezjo smo pri spomladanski rezi povečali nastavek (13,6 %), pri poletni rezi pa zmanjšali (- 8,4 %) (preglednica 4).

S spomladansko rezjo smo v treh obravnavanih letih dosegli večji delež velikih plodov (slika 5) in negativen vpliv na tvorbo krovne barve. S poletno rezjo nismo povrnili izgubljenega pridelka, smo pa dosegli pozitiven vpliv na tvorbo krovne barve (preglednica 6).

Testiranja zrelosti: parametri zrelosti prikazujejo vpliv spomladanske rezi na trdoto mesa plodov, vendar je ta delno pogojena z letom (preglednica 7). Na ostale parametre zrelosti ni bilo opaznega vpliva strojne rezi.

S strojno rezjo dolgoročno umirjamo rast in povečujemo cvetni nastavek. Strojna rez izvedena spomladi poveča velikost, trdoto mesa plodov in izrazito spodbuja tvorbo poganjkov v prvih dveh letih. Posledica tega po štirih letih je izpopolnjena stena in večja potreba po korekcijski rezi. S poletno rezjo intenzivnejše umirimo rast dreves, žal povzročimo večje nihanje pridelka in temu posledično zmanjšamo hektarske donose. Uporaba strojne rezi je učinkovita s dodatkom korekcije ročne rezi. V kakšni meri moramo korekcijsko rez izvesti, pa je odvisno od sorte, sistema sajenja, stanja in starosti nasada.

#### **4. ZAHVALA**

Za uspeh strojne rezi je potrebna natančna izvedba rezi. V raziskavi smo v centru opravili veliko meritev, brez pomoči zvestih sodelavcev g. Holc R. in g. Hlebič S. rezultatov ne bi bilo moč prikazati. Hvala.

#### **5. VIRI**

Baab G. 2013. Mechanischer Schnitt neue Erfahrungen. Obstbau, 11: 41-44.

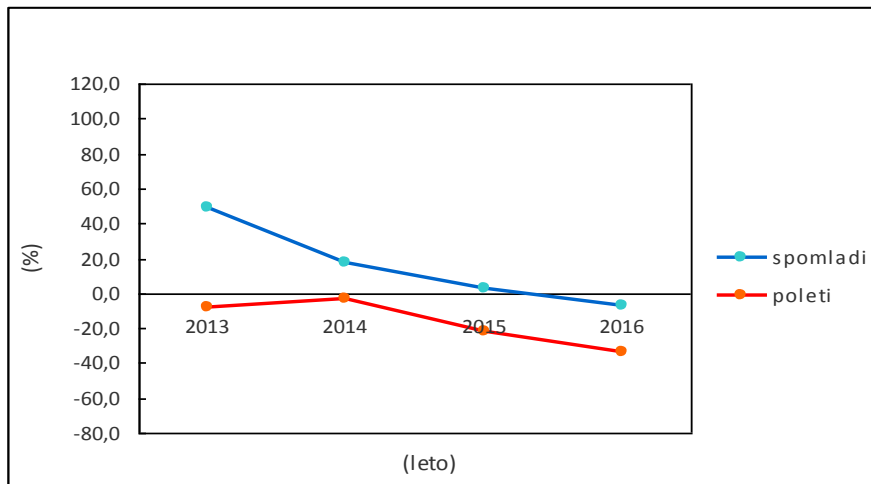
Ellwein U. 2014 M. Schnitt hat nicht nur vorteile. Badische Bauern Zeitung, Pflanzenbau. <http://www.badische-bauern-zeitung.de/maschinenschnitt-hat-nicht-nur-vorteile> (26. 12. 2016)

Maffei H. M., Filip G. M., Grulke N. E., Oblinger B. W., Margolis E. Q., Chadwick K. L. 2016. Pruning high-value Douglas-fir can reduce dwarf mistletoe severity and increase longevity in central Oregon. Forest ecology and management, 379: 11-19.

Mika A., Buler Z., Treder W. 2016. Mechanical pruning of apple trees as an alternative to manual pruning. Acta scientiarum polonorum – hortorum cultus, 1: 113-121.

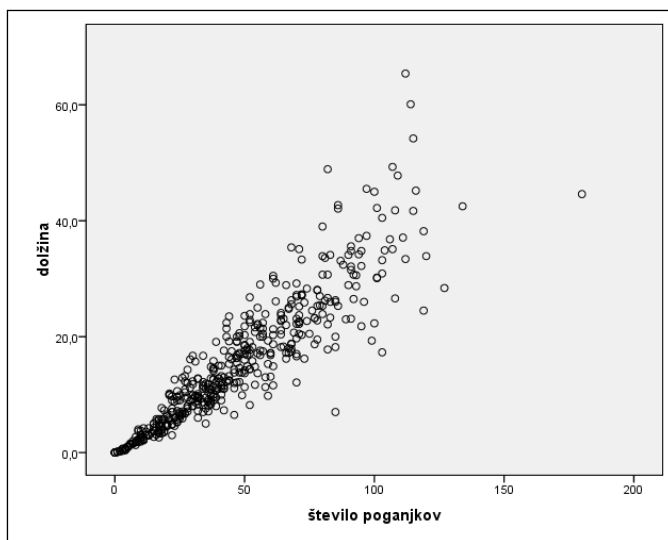
Robinson T. L., Hoying A., Miranda – Sazo M. 2013. The fruiting wall concept using tall spindle trees and mechanical pruning. <http://www.hort.cornell.edu/expo/proceedings/2013/Tree%20Fruit/Tree%20Fruit%20Robinson%20Fruiting%20Wall.pdf> (25. 12. 2016)

Österreicher J., Christanell J. M. 2011. Schnitt in Apfeln. Obstbau-Weinbau, 12: 373-378.



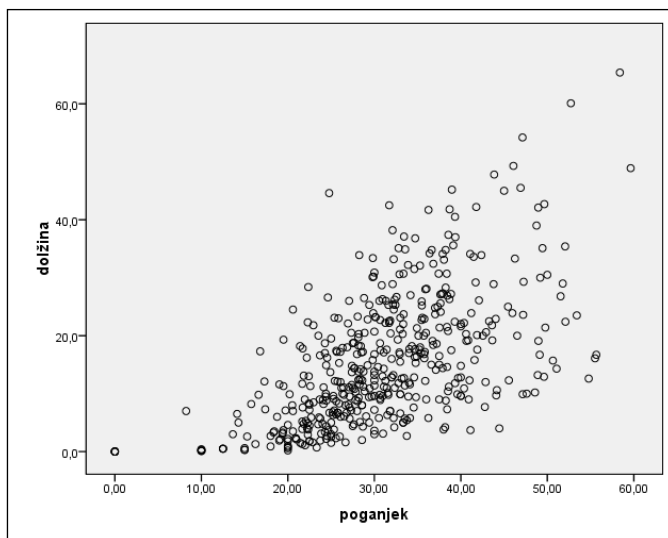
Slika 1: Skupna rast pri spomladanski in poletni rezi (%) glede na standardno rez za leta 2013 do 2016.

Figure 1: Total increase in growth of spring and summer mechanical pruning (%) according to standard pruning for years 2013 to 2016.



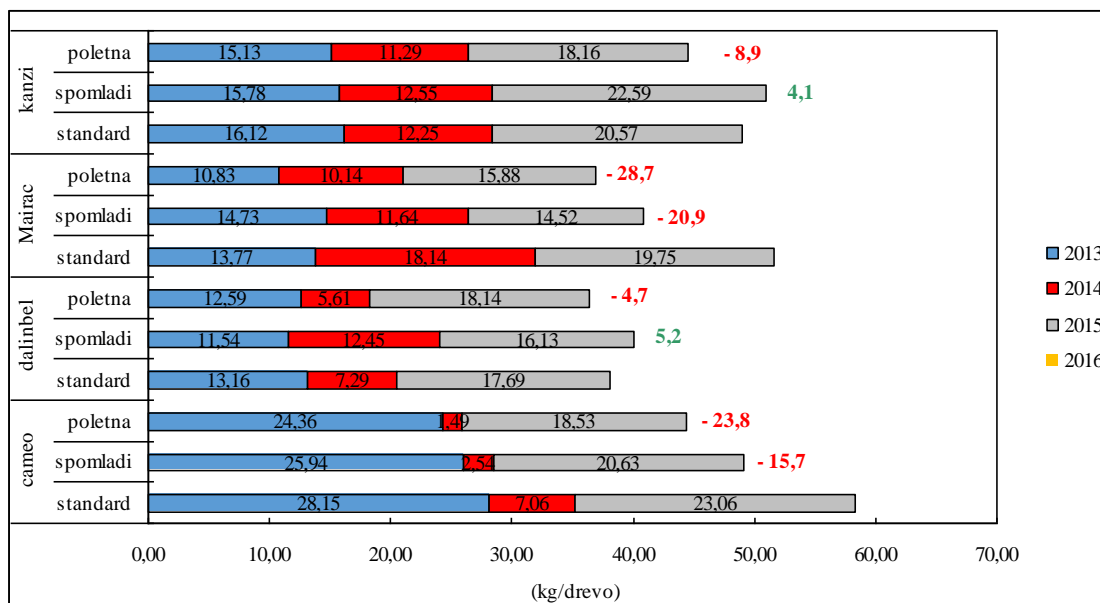
Slika 2: Korelacija med enoletnim skupnim prirastom (m) na drevo in število poganjkov; 2013-2016.

Figure 2: Correlation between one-year total increase (m) per tree and number of shoots; 2013-2016.



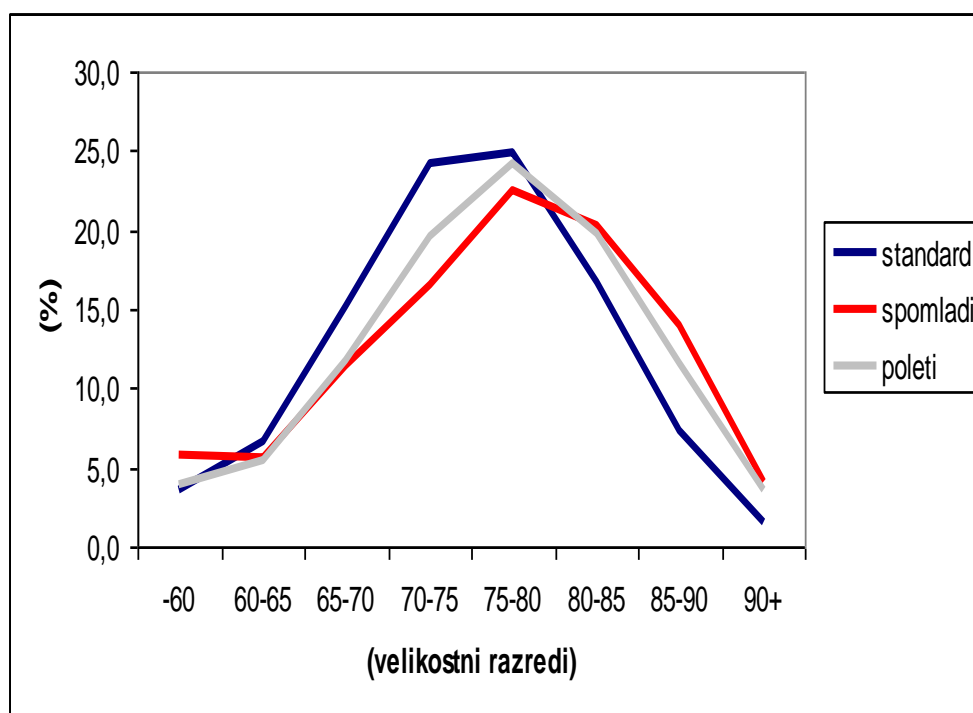
Slika 3: Korelacija med enoletnim skupnim prirastom (m) na drevo in prirastom poganjkov; 2013-2016

Figure 3: Correlation between one-year total increase (m) per tree and average length shoots; 2013-2016



Slika 4: Kumulativni pridelek (kg/drevo) pri obravnavanih sortah (2013-2016).

Figure 4: Cumulative yield (kg/tree) at observed cultivars (2013-2016).



Slika 5: Delež plodov po velikostnih razredih glede na različna obravnavanja, povprečje let in sort

Figure 5: Share of size classes, comparison between different tip of pruning, average for all years and cultivars

Preglednica 1: Zmanjšanje ur dela (%), potrebnih za ročno rez v primerjavi s standardno rezjo, pri obravnavanih sortah; 2013-2016.

Table 1: Reduction of working hours (%) needed for manually pruning in comparison with standard pruning, at observed cultivars; 2013-2016.

Sorta	Obravnavanje	2013	2014	2015	2016	Povprečje
Cameo	spomladi	68,4	22,5	40,0	10,0	35,2
	poleti	65,8	37,7	35,0	14,1	38,1
Dalinbel	spomladi	66,3	11,7	10,9	36,5	31,4
	poleti	68,3	44,6	33,8	35,8	45,6
Mairac	spomladi	77,7	41,5	59,7	51,1	57,5
	poleti	73,4	30,2	51,9	44,1	49,9
Kanzi	spomladi	78,0	34,8	46,7	18,9	44,6
	poleti	79,7	39,9	41,7	37,8	49,8
Povprečje	spomladi	72,6	27,6	39,3	29,1	42,2
	poleti	71,8	38,1	40,6	32,9	45,9

Preglednica 2: Skupni prirast dolžine enoletnih poganjkov na drevo (m) po obravnavanjih pri obravnavanih sortah; 2013-2016.

Table 2: Total increase of 1-year shoots per tree (m) at observed cultivars; 2013-2016.

Sorta	Obravnavanje	2013	2014	2015	2016
Dalinbel	standard	21,94b	14,73b	28,34b	29,62a
	spomladi	29,13c	9,29a	29,96b	32,42a
	poleti	13,04a	10,62ab	21,1a	24,89a
Mairac	standard	8,33a	4,63b	11,84a	17,78a
	spomladi	11,57a	1,17a	10,43a	13,66a
	poleti	8,8a	5,16b	10,23a	12,19a
Cameo	standard	16,85a	7,28a	23,57a	36,29b
	spomladi	26,67b	12a	21,94a	34,43b
	poleti	12,08a	9,15a	18,67a	22,16a
Kanzi	standard	9,14a	1,23a	10,71a	18,19a
	spomladi	15,03b	2,99a	13,11a	16,31a
	poleti	12,46ab	0,89a	7,55a	9,64a

Preglednica 3: Delež dreves po skupinah izmenične rodnosti pri obravnavanih sortah; 2013 – 2016.

Table 3: Share of trees in biennial bearing groups, at observed cultivars; 2013 – 2016.

Sorta	Obravnavanje	Majhna	Srednja	Velika	Zelo velika
Cameo	standard	0	0	+15	-15
	spomladi	0	0	0	0
	poleti	0	0	0	0
Dalinbel	standard	0	0	+30	-30
	spomladi	+15	+5	-20	0
	poleti	0	0	0	0
Mairac	standard	+40	0	-35	-5
	spomladi	+10	-10	+15	-15
	poleti	0	+10	-5	-5
Kanzi	standard	10+	10+	5-	15-
	spomladi	10+	10+	15-	5-
	poleti	25+	20-	5-	0

Preglednica 4: Delež kumulativnega cvetnega nastavka (4 leta) v primerjavi s standardno rezjo.

Table 4: Share of cumulative flower attachment (4 years) in comparison with standard pruning.

Rez	Cameo	Dalinbel	Mairac	Kanzi	Skupaj
Spomladi	-19,2	38,8	-3,6	31,7	13,6
Poleti	-11,1	8,3	-24,5	-4,3	-8,4

Preglednica 5: Obarvanost plodov po Wakenmarks indeks, kumulativa vsa 4 leta.

Table 5: Coloring of Fruits according to Wakenmarks indeks, cumulative for all 4 years.

Rez	Cameo	Dalinbel	Mairac	Kanzi	Skupaj
Standard	1554	1081	1478	1598	5710
Spomladi	1533	1027	1532	1593	5685
Poleti	1603	1114	1445	1660	5822

Preglednica 6: Parametri zrelosti (TMP, TSS in Streifov indeks (SI)) pri obravnavanih sortah; 2013-2015.

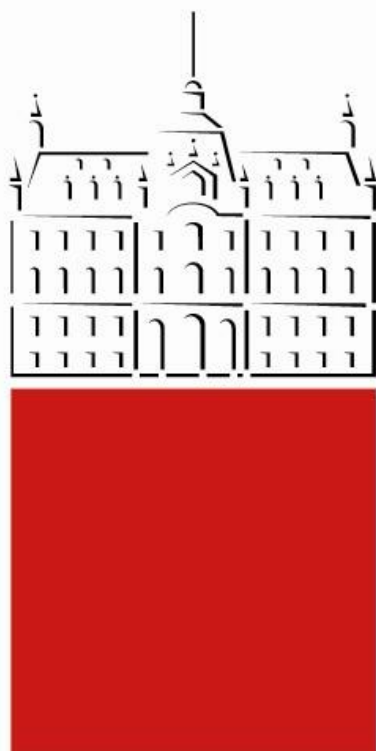
Table 6: Maturity parameter (firmness, soluble solids content and Streif index) at observed cultivars; 2013-2015.

Sorta	Leto	obravnavanje	Dalinbel			Mairac			Cameo			Kanzi		
			TMP	TSS	SI	TMP	TSS	SI	TMP	TSS	SI	TMP	TSS	SI
2013		standard	5,5	13,8	8,1	7,5	13,4	8,1	6,6	12,7	9,4	6,8	14,1	6,8
		spomlad	6,1	14,7	9,2	8,4	15,2	6,9	6,1	13,3	9,9	7,4	13,9	5,5
		poleti	5,7	14,1	8,1	8,8	14,6	8,8	7,1	14,1	8,7	7,2	14,4	6,0
2014		standard	6,8	13,0	7,2	7,6	11,3	4,8	7,7	13,8	6,0	7,2	12,2	6,8
		spomlad	6,9	12,6	7,4	8,3	12,0	6,0	7,6	13,3	5,9	6,7	11,8	7,8
		poleti	7,4	12,5	7,6	7,8	11,8	5,5	7,8	12,9	6,9	6,7	11,7	9,9
2015		standard	6,9	13,2	6,9	8,7	13,4	8,7	7,1	11,3	7,1	7,1	12,0	7,1
		spomlad	7,7	13,3	7,7	8,2	12,6	8,2	6,8	11,3	6,8	6,8	12,0	6,8
		poleti	7,5	12,3	7,5	9,2	13,2	9,2	6,9	11,4	6,9	7,0	12,3	7,0

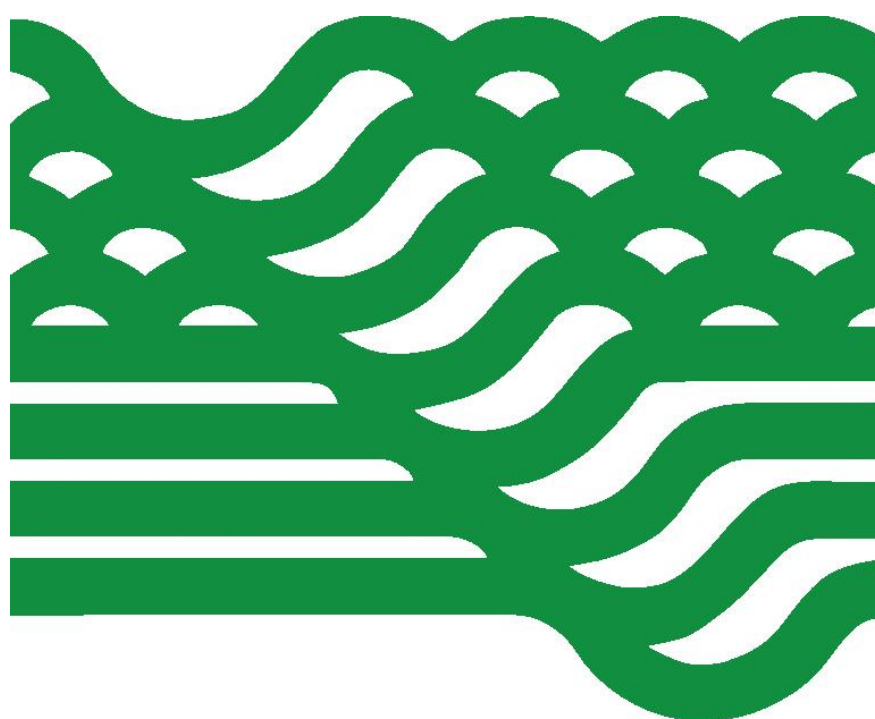


Univerza  
*v Ljubljani*

*Biotehniška*  
fakulteta







**občina krško**



**OBČINA BISTRICA OB SOTLI**

**Bistrica ob Sotli 17**

**3256 BISTRICA OB SOTLI**

Tel.: 03/ 800 15 00; fax: 03/ 800 15 15

E-pošta: [obcina@bistricaobsotli.si](mailto:obcina@bistricaobsotli.si)



JURANA®

PODJETJE ZA AGRARNA PROUČEVANJA d.o.o.  
MARIBOR, Limbuška cesta 64/a  
Tel.: 02/42 15 363, fax: 02/42 15 365  
e-mail: [jurana@siol.net](mailto:jurana@siol.net)  
[www.jurana.com](http://www.jurana.com)

# KEMOMED

PRINAŠAMO REŠITVE



**triglav**



Bayer CropScience





**Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije**

---









Ustvarjamo z naravo