

**UNIVERZA NA PRIMORSKEM
FAKULTETA ZA MATEMATIKO, NARAVOSLOVJE
IN INFORMACIJSKE TEHNOLOGIJE**

GREGOR VOLK

GOJENJE FIG (*Ficus carica* L.) V SLOVENSKI ISTRI

Zaključna naloga študijskega programa Sredozemsko kmetijstvo

Mentor: doc. dr. Dunja BANDELJ

Ključna dokumentacijska informacija

Ime in PRIIMEK: Gregor Volk

Naslov zaključnega dela: Gojenje fig (*Ficus carica* L.) v slovenski Istri

Kraj: Koper

Leto: 2012

Število listov: 24 Število slik: 3 Število tabel: 3

Število prilog: 1 Število strani prilog: 1

Število referenc: 27

Mentor: Dunja Bandelj

UDK:

Ključne besede: *Ficus carica* L., mikrosateliti, alel, genetska variabilnost, sinonim, genotipizacija DNA

Izvleček:

V slovenski Istri za tržno pridelavo gojimo figo na približno 90 ha. Za njeno gojenje se v zadnjem obdobju odloča malo kmetovalcev. Temu botruje nedefiniran sortiment ter pomanjkljivi podatki o genetski strukturi in posledično pomanjkanje smernic za gojenje. Njen velik rival je oljka, kar dodatno pripomore k temu, da figa v slovenskih nasadih ni bolj razširjena.

V nalogi smo z mikrosatelitskimi markerji preverjali sorodnost slovenskih sort s hrvaškimi ter vrednotili genetsko variabilnost fige z genetskimi parametri, pri čemer so se mikrosateliti pokazali kot izredno dobro orodje za identifikacijo sort. Odkrili smo, da se slovenske in hrvaške sorte niso razvrstile glede na geografsko poreklo, najverjetneje zaradi prenašanja genetskega materiala med državami. Pri sortah Črni in Beli Petrovki, ki imata identična genetska profila, vendar se razlikujeta po barvi kože, bi lahko šlo za mutacijo antocianov, kot je bilo v literaturi že odkrito za sorti vinske trte modri in beli pinot. V treh primerih smo opazili pojav sinonima, in sicer pri sortah: Škofjotki, Termenjači in Zuccerini; pri Sivki in Flazani ter pri Vodenjači in Beli Bružetki.

Abstract:

In Slovene Istria fig is grown on approximately 90 hectares. Recently, there has been a drop in number of fig growers, who lack fig growing guidelines and defined assortment because of limited information on genetic structure. Fig's main rival is olive, which may be another reason why fig in Slovene orchards is not more widely dispersed.

In our study we tested genetic affinity of Slovene and Croatian cultivars and evaluated genetic diversity using microsatellite markers, which proved a very reliable tool for genetic identification of cultivars. Slovene and Croatian cultivars didn't group together on the basis of geographical origin, most likely because of uncontrolled transfer of fig germplasm among different countries in the past. Črna and Bela Petrovka showed identical genetic profiles on all 15 loci tested, but differed morphologically in fruit skin colour, which suggests mutation of anthocyanins, similar to those in Pinot noir and Pinot blanc. There were three cases of synonyms observed: first for cultivars Škofjotka, Termenjača and Zuccerina; second for Sivka and Flazana and third for Vodenjača and Bružetka Bela.

KAZALO VSEBINE

1. UVOD	1
2. PREGLED OBJAV	1
2.1 BOTANIČNA KLASIFIKACIJA IN IZVOR FIGE	1
2.2 BIOLOŠKE ZNAČILNOSTI	2
2.3 GOJENJE SKOZI ZGODOVINO	3
2.4 GOJENJE V SLOVENIJI	3
2.4.1 Sortni izbor	4
2.4.1.1 Flazana	4
2.4.1.2 Laščica	4
2.4.1.3 Pinčica	4
2.4.1.4 Miljska figa	5
2.4.1.5 Sivka	5
2.4.1.6 Zelenka	6
2.4.1.7 Zuccerina	7
2.5 POMEN GOJENJA FIG	7
2.6. MOLEKULSKI MARKERJI	7
2.6.1 Vrste markerskih sistemov	8
2.6.1.1 Mikrosateliti	8
3. MATERIALI IN METODE	9
3.1 RASTLINSKI MATERIAL	9
4. REZULTATI	12
4.1 KARAKTERIZACIJA MIKROSATELITSKIH MARKERJEV FIGE	12
5. ZAKLJUČEK	15
6. VIRI	16

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Vse v analizo vključene sorte, razvrščene glede na geografski izvor	11
Preglednica 2: Parametri genetske variabilnosti fige: število alelov (n), opažena (H_o) in pričakovana (H_e) heterozigotnost, verjetnost enakosti genotipov (PI)	13
Preglednica 3: Sortno specifični aleli	13

KAZALO SLIK IN GRAFIKONOV

Slika 1: Miljska figa	5
Slika 2: Divja figa	6
Slika 3: Dendrogram UPGMA na osnovi Jaccardovih koeficientov genetske podobnosti med 7 sortami fig	14

KAZALO PRILOG

Priloga 1: Matrika genetske podobnosti 27 sort fig, osnovana na izračunu Jaccardovih koeficientov mikrosatelitov

1. UVOD

Figa je ena najvidnejših kulturnih rastlin Sredozemlja, ki jo zaradi okusnih sadežev človek goji že kakih 11.000 let (Kislev in sod., 2006). Na obale Jadranskega morja je bila prinešena iz Grčije v obdobju Grške kolonizacije (Bandelj Mavsar in sod. 2009). Zaradi okusnih sadežev, lahkega razmnoževanja in kratkega juvenilnega obdobja je hitro postala pomemben del prehranske diete. Izvrstni sadeži vsebujejo veliko mineralov in vlaknin, polifenolov ter drugih snovi, ki ugodno učinkujejo na zdravje (Hertog, 1997).

V svetovnem merilu sodijo med največje pridelovalke fig Turčija, Egipt, Iran, Maroko in Alžirija (FAOSTAT, 2012). Pri nas večino pridelka pridelamo v sadovnjakih in na družinskih vrtovih v slovenski Istri (Podgornik in sod., 2010). Zaenkrat še nimamo dovolj velikih pridelovalcev, na katerih bi lahko Slovenija gradila svojo prepoznavnost. Potrebno bo veliko truda, da pridobimo nove kmetovalce, ki bodo ob pomoči države pripravljeni začeti z gojenjem te hvaležne rastline, saj trenutno za vzgojo fige ni velikega zanimanja.

Na žalost o figi na slovenskem obstaja le malo literature. Najobširnejše delo doslej, monografija Figa (*Ficus carica* L.) v slovenski Istri, je bila naše glavno orodje domačih avtorjev. Pri urejanju objav smo zaradi tega posegali tudi po tujih virih.

Cilji naloge so sledeči:

- na osnovi mikrosatelitskih markerjev preveriti sorodnost slovenskih in hrvaških kultivarjev
- iz vrednotiti genetsko variabilnost fige v slovenski Istri s pomočjo genetskih parametrov mikrosatelitov
- predstaviti figo kot potencialno vrsto za gojenje v mediteranskem območju Slovenije.

2. PREGLED OBJAV

2.1 BOTANIČNA KLASIFIKACIJA IN IZVOR FIGE

Figo (*Ficus carica* L.) uvrščamo v kraljestvo rastlin (*Plantae*), natančneje k dvokaličnicam (*Dicotyledoneae*) in dalje v red Rosales, v družino Murvovk (*Moraceae*), rod figovcev (*Ficeae*) ter končno k specisu *Ficus*.

Glede na prilagojenost podnebjju, genetske in morfološke lastnosti spada figa v skupino divjih plevelastih fig, ki rastejo širom Sredozemlja. Najdemo jih v sestojih makije, v primarnih habitatih na nizki nadmorski višini, pogosto se nahajajo tudi na kultiviranih območjih: obdelanih terasah, robovih kmetijskih zemljišč in drugje, kjer se življenjski prostor človeka srečuje s prvobitno naravo (Zohary in Hopf, 2000).

Severno in južno od sredozemske regije rastejo še druge vrste rodu *Ficus*, ki sicer nikoli niso bile v pomembnejšem stiku s sredozemsko figo, a so z njo tesno povezane in popolnoma interfertilne. Interfertilnost so potrdili v poskusih s figovo osico (*Blastophaga psenes*), ki naj bi se pri vseh poskusih gibala prosto med sredozemskimi in

nesredozemskimi tipi fig (Zohary in Hopf, 2000). V skupino nesredozemskih fig spadajo visoke fige iz zmerno vlažnih klimatov južne Turčije, hiraničnega območja ob Kaspijskem jezeru in sosednje Kavkazije. Druge grmičaste rastline rodu *Ficus*, ki rastejo zunaj območja s tradicionalnim gojenjem, so še *F. virgata Roxb.* iz Afganistana, *F. johannis Boiss.* (Jordanija in Zagros), *F. palmata Forrsk.*, ki raste v Jemnu, Somaliji in Etiopiji ter *F. pseudosycomorus Decne.*, rastoča v Negevu in Egiptu ter na Sinajskem polotoku.

2.2 BIOLOŠKE ZNAČILNOSTI

Figa ($2n=26$) je ginodiecicna vrsta (Bohanec, 2008). Moška (imenovana tudi kozja ali neprava) figa je hermafrodit (*Ficus carica* var. *caprificus*) in nosi tako moške kot ženske cvetove. Na drevesu ženske, prave fige (*Ficus carica* var. *domestica*), ki daje okusne plodove, pa rastejo samo ženski cvetovi, ki se od cvetov hermafrodita razlikujejo po daljših vratovih pestičev (Bohanec, 2008; Zohary in Hopf, 2000). Kozji plodovi imajo ženske cvetove nameščene v notranjosti soplodja, moške pa bližje ustecem. Figin plod je mesnato socvetje (bot. sikonij) obrnjeno navznoter (Vinson, 1999).

Pri večini vrst rodu *Ficus* sodeluje kot edini opraševalec soplodij figova osica šiškarica (*Blastophaga psenes*). Svoja jajčeca lahko odlaga le v soplodja kozje fige, ker ima za odlaganje v soplodja prave fige z daljšimi vratovi pestiča prekratek ovipozitor. Ko odrasla osica v iskanju soplodja, v katerega bi lahko odložila jajčeca, izleti iz šiške, ponese s seboj tudi pelod. Z njim opraši vsako naslednje soplodje, ki ga obiše. Če je soplodje žensko, vanj jajčec ne more odložiti, odloži jih lahko le v kozje fige. Ko odloži jajčeca, pogine (Zohary in Hopf, 2000). Iz jajčec se kasneje razvijejo larve, ki se prehranjujejo z endospermom in kot odrasli osebki izstopijo skozi usteca na spodnji strani sadeža (Kislev in sod., 2006).

Drevo uspeva v revni, negnojeni prsti in v smislu varstva ne potrebuje veliko pozornosti (Bandelj Mavsar in sod., 2009), ker nima pomembnejših bolezni in škodljivcev (Vrhovnik in Prgomet, 2008).

Edina bolezen, ki ogroža figo je figov mozaik, ki naj bi ga povzročal virus figovega mozaika. Prenaša se s sadilnim materialom, eden od možnih prenašalcev v naravi pa je figova pršica (*Aceria ficus*). Za rastline, okužene z virusom, so značilne velike rumene lise na listih, manjše, deformirano listje, prezgodnje odpadanje listov in odpadanje soplodij (Bohanec, 2008).

Danes so kultivarji večinoma partenokarpni (Kislev in sod., 2006; Zohary in Hopf, 2000). To pomeni, da se plodovi formirajo brez predhodne oprašitve in oploditve. Če dražljaj sproži figova osica s tem, ko poskuša odložiti svoja jajčeca, imenujemo proces izzvana partenokarpija, obstaja pa tudi vegetativna partenokarpija, pri kateri se partenokarpni plodovi razvijejo brez dražljaja (Bohanec, 2008). Partenokarpna drevesa se združujejo vegetativno s kloni in posredovanjem človeka (Kislev in sod., 2006).

Prave fige so lahko eno- ali dvorodne. Slednje imajo v enem letu dve generaciji sadežev, in sicer zgodaj poleti ter pozno poleti ali zgodaj jeseni (Kislev in sod., 2006). Takrat rodijo tudi enorodne sorte.

Kozja figa v enem letu rodi trikrat. Njena soplodja nudijo figovim osicam zavetje in prostor za razmnoževanje (Zohary in Hopf, 2000). Prva soplodja dozori marca in so s pelodom najbolj bogata (Kislev in sod., 2006). Drugi rod dozori zgodaj poleti (junij-julij). Osice, ki se izležejo iz te generacije, so pomembne za opraševanje jesenskih soplodij, ki dozorevajo od avgusta do septembra (Zohary in Hopf, 2000).

2.3 GOJENJE SKOZI ZGODOVINO

Figo najpogosteje povezujemo še z dvema tipično sredozemskima rastlinama, s katerima tvori začetek rastlinske pridelave v sredozemskem bazenu: vinsko trto (*Vitis vinifera* L.) in oljko (*Olea europea* L.) (Zohary in Spiegel-Roy, 1975). Čovek naj bi jo zaradi okusnih svežih ali posušenih soplodij gojil vse od zgodnje bronaste dobe (Zohary in Hopf, 2000). Do odkritja zoglenelih figovih soplodij v zgodnjeneolitski vasi Gilgal 1 v dolini reke Jordan, je bilo splošno sprejeto, da so figo domesticirali na Bližnjem vzhodu pred približno 6500 leti. Stotine najdenih partenokarpnih plodičev v Jordanu pa potrjujejo, da so figo udomaćili pred 11.200-11.400 leti, kakih tisoč let pred domestifikacijo žit in stročnic. Devet skoraj v celoti nepoškodovanih fig kaže na to, da so bile sušene z namenom konzumacije. Ker je bila večina pregledanih cvetov brez zarodkov, se predpostavlja tudi, da so fige že takrat pridelovali vegetativno s kloni zaradi fenomena partenokarpije (Kislev in sod., 2006). V Jadransko regijo naj bi figa prišla v dobi Ilirov in Grške kolonizacije (Bandelj Mavsar in sod., 2009).

2.4 GOJENJE V SLOVENIJI

Slovenska Istra, Goriška Brda in Vipavska dolina so tri območja v Sloveniji, kjer milo podnebje omogoča gojenje fig. Kar devetdeset odstotkov fig Slovenci pridelamo v slovenskem delu Istre (Podgornik in sod., 2010). Večinoma gre za gojenje fig v sadovnjakih, pogosta je tudi praksa gojenja na vrtovih skupaj z drugimi kulturnimi rastlinami. Pridelek se prodaja pretežno svež (Bandelj Mavsar, 2008). V zadnjih dvajsetih letih (1992-2012), odkar FAOSTAT pri nas beleži pridelavo fig, je ta upadla za 127 ton. Zadnji podatek za leto 2010 kaže, da so na 5 ha sadovnjakov slovenski pridelovalci pridelali 23 ton fig, kar je najmanj v tem obdobju (FAOSTAT, 2012). Od leta 1992 je proizvodnja fig naraščala vsega skupaj šest let; v obdobju 1997-2000, leta 2006 in v obdobju 2007-2009, ostalih dvanajst let pa upadala. Najbolj črno obdobje za gojenje fige je bilo med letoma 1992 in 1997, ko je produkcija fig nepretrgano padala iz 152 ton na 36 ton letne proizvodnje.

Vzroki za trenutno stanje na področju gojenja fige pri nas so pomanjkanje smernic za gojenje fig za pridelovalce ter pomanjkljivi podatki o genetski strukturi fige. Figa je zato kljub povečanemu interesu pri pridelovalcih za gojenje trenutno tržno nezanimiva in le s težavo konkurira pridelavi oljk. S primernim vložkom v promocijo različnih sort, bi lahko postala tržna niša. Gostinci bi lahko z jedmi iz fig popestrili ponudbo, v živilski industriji bi lahko figa zaživela kot sestavina peciv, jogurtov, saj vsebuje številne hranilne substance

in vlaknine. Kljub pomembni etno-botanični vlogi pa ima figa pri nas neizkoriščen ekonomski potencial (Podgornik in sod., 2010).

2.4.1 Sortni izbor

2.4.1.1 Flazana

Flazana je enorodna sorta, ki rodi konec avgusta, v začetku septembra in tudi oktobra. Za drevo sta značilna bujna, odprta rast in gosta krošnja. Srednje veliki plodovi so sivo vijolične barve, zvončaste oblike, odporni na pokanje in zakisanje. Aromatično, sočno meso je intenzivno rdeče barve. Plodovi so primerni za sušenje in predelavo. Sorta rodi redno in dobro, vendar pozno vstopi v rodnost. Lahko jo sušimo ali prodajamo svežo, primerna pa je tudi za predelavo (Godec in sod., 2011).

2.4.1.2 Laščica

Je enorodna sorta. Linearno ali simetrično oblikovani listi imajo od enega do pet segmentov. Listi imajo enakomerno ali neenakomerno valovit rob, listna baza je srčaste oblike, zobec se nahaja na glavnem segmentu majhnega lista. Sorta rodi srednje zgodaj in ima dolg čas obiranja. Okroglo soplodje je rumeno zelene barve, na mehki kožici, ki se lahko lupi, so srednje vidne brazde. Črte na koži so zelene, razpoke na njej so zelo majhne. Oblika soplodja: glede na lego največje širine je ovalna, pri peclju koničasta in glede na vertikalno os simetrična. Med seboj po velikosti različna soplodja so na odpiranje ustec neobčutljiva. Peclji so dolgi in tanki in gredo lepo od veje. Usteca so srednje velika, rdeče barve, z rožnato solzico. Maloštevilne lenticle so majhne in bele. Meso je rdeče, grobozrnato, aromatično, sočno s srednje veliko votlinico. Sorta je na zakisanje plodov malo občutljiva. Rast drevesa je srednje bujna, z redko, malo odprto krošnjo (Vrhovnik in sod., 2008; Godec in sod., 2011).

2.4.1.3 Pinčica

Gre za enorodno sorto, ki zori od 25. avgusta naprej. Ima zelo dolg čas obiranja, ki traja 60 dni. Listi imajo po pet segmentov liraste oblike, zobec na glavnem segmentu in dno v večjih oblikah; srčasti, prisekani ali odprto ostrogasti. Površina izrazito deljene listne ploskve je majhna, temno zelene barve, listni rob pa je neenakomerno valovit in nažagan. Na enem poganjku jih najdemo od 4 do 8. Soplodje je zelene barve, s srednje čvrsto kožico, ki nima razpok in je na pokanje, tako kot na odpiranje ustec, neobčutljiva. Na soplodju so vidne brazde, kožica pa se težko lupi. Solzica ni prisotna. Lenticle so velike, bele in jih je srednje veliko (Vrhovnik in sod., 2008; Godec in sod., 2011).



Slika 1: Miljska figa

2.4.1.4 Miljska figa

Enorodno sorto, ki rodi okrog 20. avgusta in ima izredno dolg čas obiranja, prepoznamo po vijolični barvi ploščatih soplodij. Glede na lego največje širine je soplodje ovalno, pri peclju pa okrogle oblike ter simetrično. Med seboj po velikosti različni sadeži imajo tanke in dolge peclje, ki se lahko ločijo od veje, srednje velika temno rdeča usteca, s prozorno solzico. Kožica je srednje čvrsta, se lahko lupi in je srednje občutljiva na pokanje, na površini pa ima vidne brazde. Lenticel je malo, so bele in srednje številne. Temno rdeče meso je zelo aromatično in sočno, z drobnozrnato teksturo. Soplodja so na zakisanje malo občutljiva (Vrhovnik in sod., 2008; Godec in sod., 2011).

2.4.1.5 Sivka

Soplodja te enorodne sorte so podolgovate oblike, izenačena po velikosti. Imajo srednje veliko votlinico. Na zakisanje soplodij je sorta malo občutljiva, na odpiranje ustec pa neobčutljiva. Osnovna barva soplodja je rjavo-zelena, na njej so vidne brazde in podolžne razpoke. Kožica je debela 4 mm. Glede na lego največje širine je soplodje ovalno, pri peclju koničasto in glede na vertikalno os nesimetrično. Usteca so majhna, temno rdeča, brez prisotne solzice. Meso je temno rdeče, grobozrnato, sočno in aromatično. Kožica se lahko ločuje od mesa, je srednje čvrsta in srednje občutljiva na pokanje. Belih majhnih lenticel je veliko.

Rast drevesa je odprta, srednje bujna, s srednje gosto krošnjo. Na enem poganjku naštejemo od devet do dvanajst širokih petkrpatih listov lopataste oblike. Listi so izrazito deljeni s srčasto oblikovanim listnim dnom, zobec se nahaja na glavnem segmentu, rob lista pa je enakomerno valovit.

Ta enorodna sorta vstopa v rodnost okrog 25. avgusta, kar je srednje zgodaj, soplodja pa lahko obiramo kar petdeset dni (Vrhovnik in sod., 2008).

2.4.1.6 Zelenka

Drevo ima gosto, srednje bujno krošnjo zelo odprte rasti. Izrazito deljeni majhni zeleni listi imajo nažagan ali celorob rob. Zobec je prisoten na glavnem segmentu, listno dno je srčaste ali pa odprto ostrogaste oblike. Na enem poganjku najdemo 4 do 8 petkrpatih listov. Sorta je enorodna. Z obiranjem začnemo 25. avgusta, kar pomeni, da dozori srednje zgodaj, obiramo pa lahko 50 dni. Soplodje je okrogle oblike, pri peclju koničasto, vertikalno simetrično in glede na lego največje širine ovalno. Soplodja med seboj niso enaka. Vrat je dolg in debel. Usteca plodu so srednje velika, rožnate barve, sorta pa je na odpiranje ustec neobčutljiva. Peclji so kratki in debeli ter se lahko ločujejo od veje. Soplodja so neobčutljiva na pokanje, njihova koža je srednje čvrsta, zelene barve, z vidnimi brazdami in zelo majhnimi razpokami ter se težko lupi. Lenticele so majhne in bele, redko posejane po sadežu. Sorta je malo občutljiva na zakisanje. Temno rdeče meso je grobozrnato, zelo aromatično in sočno, brez votlinice (Vrhovnik in sod., 2008; Godec in sod., 2011).



Slika 2: Divja figa

2.4.1.7 Zuccerina

Drevo je odprte rasti, srednje bujno z redko krošnjo. V prvem rodu rodi v povprečju 4 plodove na poganjek. Na vsakem poganjku ima od 4 do osem svetlo zelenih, srednje velikih, izrazito deljenih listov s petimi segmenti z nažaganim robom. Sorta je dvorodna.

Prvi rod plodov rodi pozno, okoli 25. junija, obiranje pa traja okrog 15 dni. Soplodje prvega rodu je glede na vertikalno os nesimetrično, podolgovato, glede na največjo širino pa ovalne oblike ter pri peclju koničasto. Soplodja so med seboj po velikost izenačena. Pecelj je kratek in debel, dolg in širok. Plod se od njega težko loči. Vrat ni prisoten. Usteca so velika, rožnate barve z rumeno solzico, plod pa je na odpiranje ustec neobčutljiv.

Brazde na kožici soplodja so srednje vidne, kožica ima zelo majhne razpoke. Zelena kožica z rumenimi črtami je mehka. Plod ima veliko majhnih zelenih lenticel. Meso je rumene barve, sočno, z grobozrnato teksturo, zelo aromatično, malo občutljivo na zakisanje.

Drugi rod ozreli zgodaj, čas obiranja pa traja 30 dni. Od prvega rodu se soplodja razlikujejo po tem, da so okrogla in pri peclju ravna. Po velikosti so neizenačena. Pecelj drugega rodu se od prvega razlikuje po tem, da je za 3 mm krajši, vendar ga ravno tako težko ločimo od veje. Tudi vrat ni prisoten. Usteca so povsem enaka prvemu rodu, enako velja za leticele. Kožica je rumeno zelene barve z vidnimi brazdami na površini in se mesa drži samo pri ustecih. Meso je roza barve, srednjezrnato z veliko votlinico (Vrhovnik in sod., 2008; Godec in sod., 2011).

2.5 POMEN GOJENJA FIG

Človek goji fige že od antičnih časov, ko so bile priboljšek ljudem in živalim (Podgornik in sod., 2010). Zaradi visoke vsebnosti biofenolov, mineralov, vlaknin in vitaminov figo uvrščajo med funkcionalna živila. Sadeži fige imajo v primerjavi z drugim sadjem višjo vsebnost mineralov, bogati so s kalcijem in vlakninami in so pomemben vir aminokislin. Skoraj 30% vseh vlaknin v figi uravnava količino holesterola in sladkorja v krvi (Vinson, 1999). Predstavljajo pomemben kulturni in prehrabeni sezonski sadež Sredozemlja. Sveže in posušene se uporabljajo pri izdelavi marmelad, sladic, žganj in ostalih tipičnih produktov (Bandelj Mavsar in sod., 2009). Na kakovost soplodij pomembno vplivajo fenolne spojine, ki so poleg podatka o vsebnosti holesterola, pogosto predmet zanimanja kupcev, saj doprinašajo k barvi, okusu in hranilni vrednosti (Veberič in sod., 2008). Potrjeno blagodejno učinkujejo na zdravje ter zmanjšujejo verjetnost pojava kardiovaskularnih boleznih in kapi (Hertog in sod., 1997; Vinson, 1999). Povpraševanje po hrani, ki vsebuje veliko antioksidantov ter drugih spojin, ki blagodejno vplivajo na zdravje človeka, je vse večje, zato je figa kot sadna vrsta izredno primerna za vključevanje v istrsko kulinariko in mediteransko prehrano.

2.6 MOLEKULSKI MARKERJI

Prvi markerji, ki se jih je uporabljalo za vrednotenje genetske variabilnosti, so bili morfološki markerji. Z njimi opisujemo fenotip rastline, npr. plod, liste, rodni les, rast drevesa ipd. ter posledično prepoznavamo in med seboj ločujemo sorte, omogočajo nam takojšnji pogled v variabilnost rastlin (Podgornik in sod., 2010). Slabosti markerjev so, da so odvisni od dejavnikov okolja, številčno omejeni, da je vrednotenje z njimi dolgotrajno,

obsežno in subjektivno (Bandelj in sod., 2004). Na drugi strani pa nam dajo vrsto podatkov, ki jih z drugimi metodami ne moremo pridobiti (Vrhovnik in sod., 2008). Morfološki deskriptorji pogosto ne zadostujejo za identifikacijo določenih lastnosti rastlin, posebej še, če so te v juvenilnem stadiju ali če jih identificiramo izven rastne sezone, ko še nimajo sadežev (Achtak in sod., 2009). Z razvojem molekularskih markerjev je proučevanje rastlin prešlo na nivo molekule DNA. Najpomembnejša prednost molekularskih markerjev je, da so popolnoma neodvisni od okolja in razvojnega obdobja rastline, ki jo proučujemo. Marker je vsako določljivo zaporedje DNA, ki ga brez težav prepoznamo in sledimo njegovemu delovanju. Najpogosteje se uporabljajo za molekularsko karakterizacijo genskih virov, v kmetijstvu pa se pogosto uporabljajo za identifikacijo sort in genetske značilnosti sorte strukture v geografskih območjih.

2.6.1 Vrste markerskih sistemov

Poznamo dve vrsti markerskih sistemov; hibridizacijske in PCR markerje. K prvim štejemo markerje RFLP (polimorfizem dolžin restrikcijskih fragmentov, *ang. Restriction Fragment Length Polymorphism*). Z razvojem verižne reakcije s polimerazo (PCR, *ang. Polymerase Chain Reaction*) so znanstveniki razvili markerje RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA), AFLP (Amplified Fragment Length Polymorphism), SSR (Short Tandem Repeat) in mnoge druge. Vsi omenjeni markerji se uporabljajo za proučevanje kmetijskih rastlin, med njimi pa so najbolj priljubljeni markerji SSR ali mikrosateliti. Stroka za mikrosatelite uporablja še imena: spremenljivo število tandemske ponovitve (*ang. Variable Number of Tandem Repeat - VNTR*), enostavna ponovljiva zaporedja (*ang. Simple Sequence Repeat - SSR*), kratke tandemske ponovitve ali (*ang. Short Tandem Repeat - STR*) ter polimorfizem dolžin enostavnih zaporedij (*ang. Simple Sequence Length Polymorphism - SSLP*) (Chambers in MacAvoy, 2000).

2.6.1.1 Mikrosateliti

Mikrosateliti so enostavne tandemske ponovitve DNA z 1-6 bp dolgim osnovnim motivom (Goldstein in Pollock, 1997). Pogosto jih najdemo v evkariontskih genomih (Goldstein in Pollock, 1997; Kelkar in sod., 2010; Varshney in sod., 2004). Zaradi kodominantnosti, visokega lokusno specifičnega polimorfizma, ponovljivosti rezultatov, enakomerne razpršenosti v genomu, visoke informativnosti, jasnega razlikovanja med aleli alelov in selektivne nevtralnosti (Saddoud in sod., 2005) so postali najmočnejši genetski markerji (Goldstein in Pollock, 1997). K temu pripomore tudi dejstvo, da so rezultati, pridobljeni z njimi, primerljivi in izmenljivi z drugimi laboratoriji (Bandelj Mavsar in sod., 2009). Z njimi ugotavljamo genetske profile sort, sorodstvene vezi med posamezniki ali sortami. Služijo tudi za ugotavljanje izvora sorte ali posameznika, za odkrivanje sinonimov in homonimov pri poimenovanju sort.

Mikrosatelite glede na ponavljanje osnovnega motiva delimo na:

- popolne mikrosatelite, ki so sestavljeni iz enega tandemskega ponavljajočega motiva baz, ki ga ne prekinja nobena druga baza, npr: $-(AC)_{14}-$

- popolne in prekinjene mikrosatelite, ki imajo osnovni motiv prekinjen z enim nukleotidom ali več baznimi pari, ki se razlikujejo od osnovnega motiva, npr: -TA-(CA)₄-TA-(CA)₇
- sestavljene mikrosatelite, ki jih sestavljata vsaj dva različna motiva baz, npr: -(CT)₂₂-(CA)₆
- sestavljene in prekinjene mikrosatelite, ki imajo poleg vsaj dveh različnih osnovnih motivov še krajšo insercijo baznih parov, ki se razlikujejo od osnovnih motivov, npr: -(AC)₁₄AG-AA-(AG)₁₂
- kompleksne mikrosatelite, ki so popolni in sestavljeni mikrosateliti, ki nastajajo z insercijami baz, ki predstavljajo kratko ponovitev, npr: (TTTC)₃₋₄-(T)-(CT)₀₋₁-(CYKY)_n-CTCC-(TTCC)₂₋₄
- prekinjene kompleksne mikrosatelite, ki so aleli na nekem lokusu, pri katerih znotraj osnovnih motivov prihaja do prekinitve (Chambers in MacAvoy, 2000).

3. MATERIALI IN METODE

3.1 RASTLINSKI MATERIAL

Listi za izolacijo DNA so bili nabrani junija 2006 na različnih lokacijah v slovenski Istri in v kolekcijskem nasadu v Medulinu.

Laboratorijsko delo je bilo opravljeno na Inštitutu za sredozemsko kmetijstvo in oljkarstvo UP ZRS po protoklu Bandelj in sod., 2007. Metode so vključevale izolacijo DNA fig, namnoževanje mikrosatelitov v verižni reakciji s polimerazo in vrednotenje rezultatov genotipizacije DNA. Statistične analize s programi Identity (Wagner in Sefc, 1999), Microsat (Minch, 1997), Cervus (Marshall in sod., 1998) in NTSYS (Rohlf, 1998) so bile opravljene junija 2012 na Inštitutu za sredozemsko kmetijstvo in oljkarstvo Znanstveno-raziskovalnega središča Univerze na Primorskem. Mikrosatelitski lokusi fige serije FCUP, ki jih je razvila raziskovalna skupina na Univerzi na Primorskem (Bandelj in sod., 2007) in so bili vključeni v molekulsko analizo, so predstavljeni v Preglednici 2.

V analizo smo vključili naslednje mere variabilnosti:

- opaženo heterozigotnost (H_o), ki pomeni delež heterozigotnih posameznikov v populaciji:

$$H_o = \frac{\text{število heterozigotnih posameznikov}}{\text{število posameznikov v populaciji}}$$

- pričakovano heterozigotnost (H_e), ki predstavlja delež v populaciji, ki bi bil v primeru naključnega križanja heterozigoten:

$$H_e = 1 - \left(\sum_{i=1}^n p_i^2 \right)$$

kjer je p_i frekvenca i -tega alela in n število alelov na lokusu.

- verjetnost enakosti genotipov (PI), ki nam pove, kako velika je verjetnost, da imata dva naključna posameznika enak genotip:

$$PI = \sum_{i=1}^n p_i^4 - \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=1}^n (2p_i p_j)$$

kjer sta p_i in p_j frekvenci i -tega in j -tega alela, n pa število alelov na lokus. Manjša kot je vrednost PI, bolj informativen je posamezen lokus. Če so vrednosti visoke, to ponavadi pripišemo nizkemu številu alelov ali visoki frekvenci enega od alelov na preučevanem lokusu.

Domnevno slovenske sorte, katerih sorodnost s hrvaškimi sortami in genetska variabilnost sta nas zanimali, so vključene v Sadni izbor Republike Slovenije (Godec in sod., 2011). Miljska figa na sortno listo A; Sivka, Flazana, Laščica, Zelenka, Pinčica in Zuccerina pa so izbrane sorte liste B. Na listo B so uvrščene lokalne sorte in tržno manj zanimive sorte. Na listo A so uvrščene kakovostne in tržno zanimive sorte, ki so primerne za gojenje v širšem obsegu.

Vse sorte, tako slovenske kot hrvaške, ki so bile vključene v raziskavo, so vključno s poreklom navedene v preglednici 1.

Preglednica 1: Vse v analizo vključene sorte, razvrščene glede na geografski izvor

sorta	geografski izvor
Bela Petrovka	HR
Črna Petrovka	HR
Škofjotka	SLO
Termenjača	HR
Zuccerina	SLO
Rezavica	HR
Belica	SLO
Bružetka Črna	HR
Miljska Figa	SLO
Pinčica	SLO
Zelenka	SLO
Cikulina	SLO
Grška Črna	HR
Laščica	SLO
Sivka	SLO
Flazana	SLO
Črni Matalon	SLO
Rjavi Matalon	SLO
Zeleni Matalon	SLO
Sušioka	HR
Šaraguja	HR
Vodenjača	HR
Bružetka Bela	HR
Črnica	HR
Rovinj	HR
Zimica	HR
Divja figa	SLO

4. REZULTATI

4.1 KARAKTERIZACIJA MIKROSATELITSKIH MARKERJEV FIGE

S petnajstimi pari lokusno specifičnih začelih oligonukleotidov smo pri sedmih sortah fig v verižni reakciji s polimerazo namnožili 61 polimorfnih alelov. Najmanj alelov (2) smo odkrili na lokusih FCUP048-8 in FCUP045-6, največ (7) pa na lokusih FCUP008-2 in FCUP038-6.

Iz preglednice je razvidno, da so se vrednosti opažene heterozigotnosti H_o gibale med 0.334 za lokus FCUP044-6 in vrednostjo 0.889 za lokusa FCUP027-4 in FCUP008-2. Na lokusu FCUP044-6 z najnižjo vrednostjo H_o je bilo homozigotnih kar 18 genotipov. Štirinajst homozigotnih genotipov smo opazili na lokusu FCUP042-6, 13 na lokusih FCUP015-3 in FCUP016-6, za lokus FCUP045-6 je bilo značilnih 12 homozigotov, 11 karakterističnih homozigotov je bilo na lokusih FCUP013-7, FCUP069-6, FCUP070-2 in FCUP062-2. Deset homozigotov smo opazili na lokusu FCUP038-6, 9 na lokusu FCUP068-1, na lokusu FCUP048-8 je bilo zaznanih 8 homozigotov, 5 jih je bilo značilnih za lokus FCUP066-7, samo 3 pa za lokusa FCUP008-2 in FCUP027-4. Pričakovana heterozigotnost (H_e) se je gibala od 0.390 za lokus FCUP042-6 do 0.808 za lokus FCUP008-2. Pri osmih lokusih je bila pričakovana heterozigotnost nižja od opažene, pri sedmih pa višja. Največjo razliko smo opazili na lokusu FCUP044-6 (0.443). Povprečje pričakovane heterozigotnosti (0.613) je bilo podobno povprečju opažene heterozigotnosti (0.625).

Ocena verjetnosti enakih genotipov (PI) nam pokaže informativnost proučevanega lokusa. Nižja kot je ocena, manjša je verjetnost, da imata dve sorti identičen genotip. Genotipi z nizkim PI so dobri za genotipizacijo. Visoko sposobnost razločevanja posameznikov smo izmerili na lokusih FCUP008-2 (0.115221), FCUP044-6 (0.156854) in FCUP038-6 (0.190219). Manjšo sposobnost razločevanja imajo ostali lokusi, med katerimi imajo najvišje vrednosti PI lokusi FCUP042-6 (0.487754), FCUP069-6 (0.498175), FCUP045-6 (0.614178) in FCUP048-8 (0.619814).

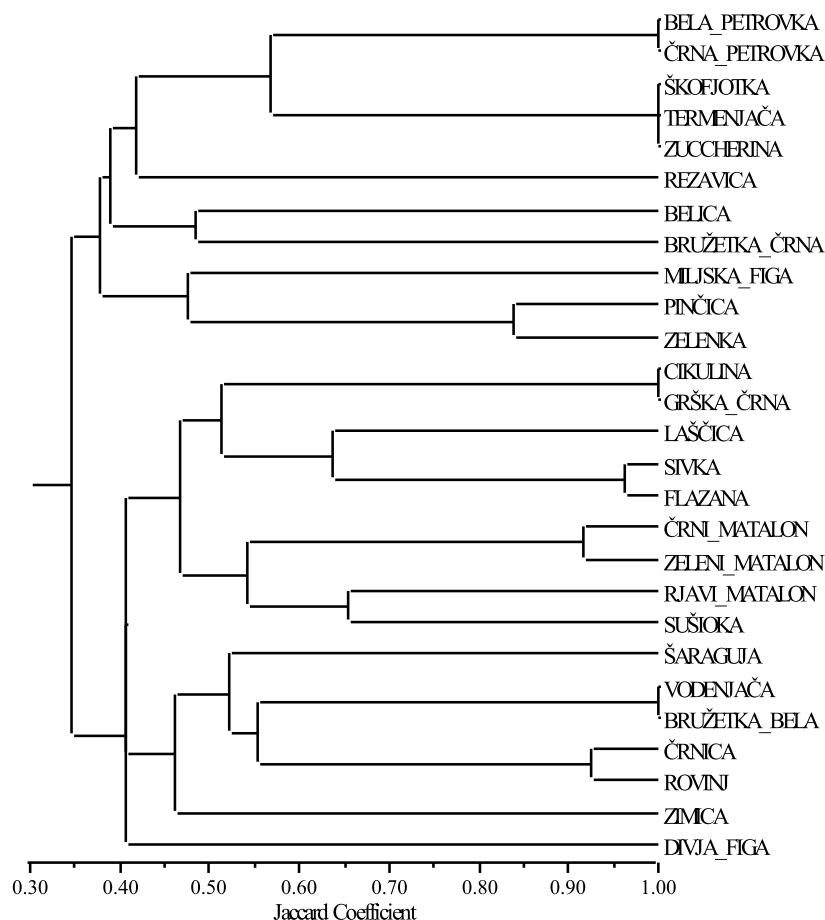
Preglednica 2: Parametri genetske variabilnosti fige: število alelov (n), opažena (Ho) in pričakovana (He) heterozigotnost, verjetnost enakosti genotipov (PI).

Lokus	dolžina alelov (bp)	n	Ho	He	PI
FCUP008-2	142-166	7	0.889	0.808	0.115221
FCUP013-7	178-194	3	0.593	0.658	0.337770
FCUP015-3	167-186	3	0.519	0.450	0.467230
FCOP016-6	144-156	3	0.519	0.592	0.429153
FCUP038-6	154-175	7	0.630	0.691	0.190219
FCUP042-6	164-182	3	0.481	0.390	0.487754
FCUP044-6	190-201	5	0.334	0.777	0.156854
FCUP045-6	117-127	2	0.556	0.475	0.614178
FCUP027-4	184-202	4	0.889	0.681	0.288771
FCUP066-7	144-164	4	0.815	0.618	0.337151
FCUP068-1	158-188	6	0.667	0.711	0.229386
FCUP069-6	175-184	3	0.593	0.522	0.498175
FCUP070-2	165-177	5	0.593	0.701	0.240027
FCUP048-8	197-202	2	0.704	0.489	0.619814
FCUP062-2	102-126	4	0.593	0.642	0.328054
povprečno		4.067	0.625	0.614	0.356
skupaj		61			

Sortno specifični aleli so pomembni, ker omogočajo takojšnjo identifikacijo sorte fige. Med 61 alelov smo odkrili 4 sortno specifične. Za vsako sorto je bil značilen po en alel, in sicer za Rezavico na lokusu FCUP070-2, za Črni Matalon na lokusu FCUP068-1, za Sušioko in Divjo figo pa je bil po en specifičen alel odkrit na lokusu FCUP038-6 (Preglednica 3).

Preglednica 3: Sortno specifični aleli

Lokus	dolžina alelov (bp)	Lokacija / sorta
FCUP038-6	175	Divja figa
FCUP038-6	165	Sušioka
FCUP068-1	158	Črni matalon
FCUP070-2	177	Rezavica



Slika 3: Dendrogram UPGMA na osnovi Jaccardovih koeficientov genetske podobnosti med 7 sortami fig

Za razvrščanje sort v sorodnostne skupine smo uporabili metodo UPGMA (metodo netehtane aritmetične sredine). Iz dendrograma je razvidno, da so se sorte razvrstile v dve večji skupini. Prva se sestoji iz sort: Bela Petrovka, Črna Petrovka, Škofjotka, Termenjača, Zuccerina, Rezavica, Belica, Bružetka Črna, Miljska figa, Pinčica, Zelenka, druga pa iz Cikuline, Grške Črne, Laščice, Sivke, Flazane, Črnega, Zelenega in Rjavega Matalona, Sušioke, Šaraguje, Vodenjače, Bružetke Bele, Črnice, Rovinja, Zimice in Divje fige.

Sorte se niso razvrstile v skupini glede na geografski izvor. Slovenske sorte: Zuccerina, Miljska figa, Pinčica in Zelenka se nahajajo v prvi skupini, Laščica, Sivka, in Flazana pa v drugi skupini. Iz dendrograma je razvidno, da obstaja ozka genetska sorodnost med sortama Sivko in Flazano (Jaccardov koeficient podobnosti znaša 0.962), ki se jima pridružuje z nekoliko večjo raznolikostjo tudi sorta Laščica. Pinčica in Zelenka imata tudi visok koeficient podobnosti (0.840), kar kaže na skupno genetsko ozadje. Genetsko zelo sorodni sorti sta tudi Črni in Zeleni Matalon, ki se sicer razlikujeta v barvi kože in obliki soplodja, vendar visoka vrednost Jaccardovega koeficienta (0.916) kaže na tesno sorodnost teh dveh sort.

Iz dendrograma je tudi razvidno, da se določene sorte na petnajstih mikrosatelitskih lokusih ne ločijo. Identične profile DNA smo odkrili pri Beli Petrovki in Črni Petrovki, pri

Škofjotki, Termenjači in Zuccerini, pri Cikulini in Grški Črni ter pri Vodenjači in Bružetki Beli. V primeru Vodenjače in Bele Bružetke gre za pojav sinonima (poimenovanje iste sorte z različnimi imeni), ker se sorti ne ločita niti na enem od petnajstih testiranih lokusov. Enako ugotovljamo pri sortah Škofjotka, Termenjača in Zuccerina ter pri Cikulini in Grški Črni. Izredno podobnost pri omenjenih sortah so odkrili tudi Vrhovnik in sodelavci (2008) na osnovi morfološkega vrednotenja sort.

V preteklosti je pogosto prihajalo do zmede pri poimenovanju zaradi nenadzorovanega prenosa rastlinskega materiala med pridelovalci in pridelovalnimi regijami, prevajanja sortnih imen med sorodnimi jeziki in introdukcije sort na nova območja (Bandelj Mavsar in sod., 2009). Posebnost smo odkrili pri sortah Črna Petrovka in Bela Petrovka, ki se prav tako ne ločita na nobenem od petnajstih lokusov, morfološko pa se razlikujeta v barvi kože. Domnevamo, da gre za mutacijo antocianov, o kateri v literaturi že poročajo. Yakushiji in sod. (2006) so opisali tak primer mutacije pri barvi kože jagod vinske trte sort modrega in belega pinota. Obe sorti imata identičen genetski profil in se razlikujeta le po barvi jagod. Modri pinot z genom VvmybA1, ki je sestavljen iz nefunkcionalnega (VvmybA1a) in funkcionalnega (VvmybA1c) alela, uravnava sintezo antocianov. Tekom evolucije je sorta izgubila genomsko regijo DNA s funkcionalnim alelom VvmybA1c, kar se je odrazilo v beli barvi kože. Količina produkta gena VvmybA1 pri belem pinotu je za 50% nižja kot pri modrem.

5. ZAKLJUČEK

V nalogi smo ugotovili, da se slovenske in hrvaške sorte ne razvrstijo v sorodnostne skupine glede na geografski izvor, kar je lahko posledica prenašanja genetskega materiala fige med državami in enostavnega vegetativnega materiala fige.

Zanimivi rezultati so bili odkriti pri sortah Črna in Bela Petrovka, ki se morfološko očitno ločita po barvi kože soplodja, genetsko pa sta identični kar na petnajstih lokusih, kar najverjetneje nakazuje na mutacijo. Tesno genetsko sorodnost tudi kažejo sorte: Sivka in Flazana, Pinčica in Zelenka ter Črni in Zeleni Matalon.

Mikrosateliti so se pokazali kot izredno dobro orodje za identifikacijo sort. Odkrili smo tri primere sinonimov: pri Škofjotki, Termenjači in Zuccerini; Pinčici in Zelenki ter Vodenjači in Bružetki Beli, kar je ravno tako posledica prenašanja genetskega materiala in drugačnega poimenovanja v državah in celo v sosednjih vaseh.

6. VIRI

Achtak H., Oukabli A., Ater M., Sontoni S., Kjellberg F., Khadari B., Microsatellite Markers as Reliable Tools for Fig Cultivar Identification, *Journal of the American Society for Horticultural Science* 134(6), (2009), 624-631.

Bandelj D., Jakše J., Javornik B., Assessment of genetic variability of olive varieties by microsatellite and AFLP markers, *Euphytica* 136/1 (2004), 93-102.

Bandelj D., Javornik B., Jakše J., Development of microsatellite markers in the common fig, *Ficus carica* L., *Molecular Ecology Notes* 7/6 (2007), 1311–1314.

Bandelj Mavsar D., Development of identification key for reference fig (*Ficus Carica* L.) varieties from Slovene Istria, *Annales, Series Historia et Sociologia* 18/2 (2008), 259-264.

Bandelj Mavsar D., Podgornik M., Tomažič I., Jakše J., Javornik B., Vrhovnik I., Strikić F., Zanić K., Perica S., Lazović B., Čizmović M., Adakalić M., Popović R., Development of Molecular Tools for Gig Genetic Resources Characterisation and Preservation in the Western Balkan Countries, *Scientific results of the SEE-ERA.NET Pilot Joint Call* (2009), 103-111.

Bohanec B., Karakteristike žlatnjenja fig in biotehniški pristopi razmnoževanja, in: Bandelj Mavsar D., Bučar Miklavčič M., Vrhovnik I. (eds.), *Figa (Ficus carica L.) v Istri, Morfološke, molekulske in nekatere kemijske značilnosti*, *Annales, Koper*, 2008, 76-83.

Chambers G.K., MacAvoy E.S., Microsatellites: consensus and controversy, *Comparative Biochemistry and Physiology part B*, 126 (2000), 455-576.

FAOSTAT: <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>, 6. 8. 2012 ob 14:30.

Godec B., Hudina M., Usenik V., Fajt N., Koron D., Solar A., Vesel V., Ambrožič Turk B., Vrhovnik I., Kodrič I., *Sadni izbor za Slovenijo 2010*, Orbis, Ljubljana 2011.

Goldstein D.B., Pollock D.D., Launching microsatellites: A review of Mutation Processes and Methods of Phylogenetic Inference, *Journal of Heredity* 88 (1997), 335-342.

Hertog M.C., Sweetnam P.M., Fehily A.M., Elwood P.C., Kromhout D., Antioxidant flavonols and ischemic heart disease in a Welsh population of men: the Caerphilly Study, *The American Journal of Clinical Nutrition* 65 (1997), 1489-1494.

Kelkar D.Y., Strubczewski N., Hile E.S., Chiaromonte F., Eckert A.K., Makova D.K., What is a Microsatellite: A Computational and Experimental Definition Based upon Repeat Mutational Behavior at A/T and GT/AC Repeats, *Genome Biology and Evolution* 2 (2010), 620-635.

Kislev E.M., Hartmann A., Bar-Yosef O., Early Domesticated Fig in the Jordan Valley, *Science* 312 (2006), 1372-1374.

Marshall T.C., Slate J., Kruuk L., Pemberton J.M., Statistical confidence for likelihood-based paternity inference in natural populations, *Molecular Ecology* 7 (1998), 639-655.

Minch E., Microsat, Version 1.5b, Stanford University Medical Center, Stanford, 1997 (programska oprema)

Podgornik M., Vuk I., Vrhovnik I., Bandelj Mavsar D., A survey and morphological evaluation of fig (*Ficus carica* L.) genetic resources from Slovenia, *Scientia Horticulturae* 125 (2010), 380-389.

Rohlf F.J., NTSYS: numeral taxonomy and multivariate analysis sistem, version 2.0s, Applied Biostatistics Inc., Setauket, New York, 1998 (programska oprema)

Saddoud O., Salhi-Hannachi A., Chatti K., Mars M., Rhouma A., Marrakchi M., Tunisian fig (*Ficus carica* L.) genetic diversity and cultivar characterisation using microsatellite markers, *Fruits* 60 (2005), 143-153.

Varshney A., Mohapatra T., Sharma R.P., Molecular mapping and marker assisted collection of traits, in: Srivastava P.S., Narula A., Srivastava S. (eds.), *Plant biotechnology and molecular markers*, Anamaya publishers, New Delhi, 2004, 289-330.

Veberič R., Colarič M., Štampar F., Phenolic acids and flavonoids of fig fruit (*Ficus carica* L.) in the northern Mediterranean region, *Food chemistry* 106 (2008), 153-157.

Vinson J. A., The functional food: Properties of fig, *Cereal Foods World* 44 (1999), 82-87.

Vrhovnik I., Podgornik M., Tomažič I., Prgomet Ž., Skrt A., Morfološke lastnosti fig v Istri, in: Bandelj Mavsar D., Bučar Miklavčič M., Vrhovnik I. (eds.), *Figa (*Ficus carica* L.) v Istri, Morfološke, molekulske in nekatere kemijske značilnosti*, Annales, Koper, 2008, 9-75.

Vrhovnik I., Prgomet Ž., Uvod, in: Bandelj Mavsar D., Bučar Miklavčič M., Vrhovnik I. (eds.), *Figa (*Ficus carica* L.) v Istri, Morfološke, molekulske in nekatere kemijske značilnosti*, Annales, Koper, 2008, 7-8.

Wagner H.W., Sefc K.M., IDENTITY 1.0 (programska oprema), Centre for Applied Genetics, University of Agricultural Sciences Vienna, 1999

Yakushiji H., Kobayashi S., Goto-Yamamoto N., Tae Jeong S., Sueta T., Mitani N., Azuma A., A skin color mutation of grapevine, from black-skinned pinot noir to white-skinned pinot blanc, is caused by deletion of the functional VvmybA1 allele, *Bioscience, biotechnology and biochemistry* 70/6 (2006), 1506-1508.

Zohary D., Hopf, M. Domestication of Plants in the Old World, The origin and spread of cultivated plants in West Asia, Europe and the Nile Valley, Third edition, Oxford university press, New York, 2000.

Zohary D., Spiegel-Roy P., Beginnings of Fruit Growing in the Old World, Science 187/4174 (1975), 319-327.

Priloga 1: Matrika genetske podobnosti 27 sort fig, osnovana na izračunu Jaccardovih koeficientov mikrosatelitov

	Bela Petrovka	Belica	Cikulina	Črna Petrovka	Črni Matalon	Divja figa	Laščica	Zeleni Matalon	Miljska figa	Pinčica	Rjavi Matalon	Sivka	Zelenka	Škofjotka	Sušioka	Šaraguja	Vodenjača	Zimica	Terme-njača	Bružetka Bela	Rezavica	Črnica	Rovinj	Bružetka Črna	Zuccerina	Flazana	Grška Črna	
Bela Petrovka	1.0000000																											
Belica	0.3421053	1.0000000																										
Cikulina	0.4000000	0.3684211	1.0000000																									
Črna petrovka	1.0000000	0.3421053	0.4000000	1.0000000																								
Črni Matalon	0.3428571	0.2500000	0.5000000	0.3428571	1.0000000																							
Divja figa	0.3513514	0.3947368	0.4166667	0.3513514	0.3611111	1.0000000																						
Laščica	0.2777778	0.3611111	0.3823529	0.2777778	0.3636364	0.3714286	1.0000000																					
Zeleni matalon	0.3428571	0.2500000	0.5483871	0.3428571	0.9166667	0.3611111	0.3636364	1.0000000																				
Miljska figa	0.2777778	0.4411765	0.2368421	0.2777778	0.2500000	0.2631579	0.3333333	0.2500000	1.0000000																			
Pinčica	0.3428571	0.3513514	0.2972973	0.3428571	0.3142857	0.4411765	0.5000000	0.3142857	0.4516129	1.0000000																		
Rjavi Matalon	0.3823529	0.3157895	0.4545455	0.3823529	0.5862069	0.4411765	0.2857143	0.5862069	0.3636364	0.4375000	1.0000000																	
Sivka	0.3157895	0.3947368	0.5937500	0.3157895	0.5312500	0.4857143	0.6551724	0.5806452	0.3333333	0.4411765	0.4848485	1.0000000																
Zelenka	0.3055556	0.3513514	0.2972973	0.3055556	0.3529412	0.4411765	0.4062500	0.3529412	0.5000000	0.8400000	0.4375000	0.4000000	1.0000000															
Škofjotka	0.5666667	0.3513514	0.3333333	0.5666667	0.2777778	0.4000000	0.3235294	0.2777778	0.3235294	0.4838710	0.3939394	0.3611111	0.4375000	1.0000000														
Sušioka	0.4000000	0.3000000	0.4705882	0.4000000	0.5000000	0.3421053	0.3055556	0.5000000	0.3055556	0.4117647	0.6551724	0.4571429	0.4117647	0.3714286	1.0000000													
Šaraguja	0.2894737	0.3000000	0.4285714	0.2894737	0.3714286	0.4166667	0.3823529	0.3714286	0.2051282	0.3333333	0.3714286	0.3783784	0.3714286	0.2307692	0.3513514	1.0000000												
Vodenjača	0.3513514	0.3589744	0.4166667	0.3513514	0.3611111	0.4857143	0.5000000	0.3611111	0.2631579	0.3243243	0.3243243	0.5294118	0.3611111	0.3243243	0.3783784	0.5454545	1.0000000											
Zimica	0.3243243	0.2682927	0.2820513	0.3243243	0.3333333	0.3076923	0.4242424	0.3714286	0.2702703	0.3333333	0.3333333	0.4166667	0.2972973	0.4545455	0.2820513	0.4285714	0.5000000	1.0000000										
Termenjača	0.5666667	0.3513514	0.3333333	0.5666667	0.2777778	0.4000000	0.3235294	0.2777778	0.3235294	0.4838710	0.3939394	0.3611111	0.4375000	1.0000000	0.3714286	0.2307692	0.3243243	0.4545455	1.0000000									
Bružetka Bela	0.3513514	0.3589744	0.4166667	0.3513514	0.3611111	0.4857143	0.5000000	0.3611111	0.2631579	0.3243243	0.3243243	0.5294118	0.3611111	0.3243243	0.3783784	0.5454545	1.0000000	0.5000000	0.3243243	1.0000000								
Rezavica	0.4117647	0.4166667	0.3243243	0.4117647	0.2702703	0.2820513	0.5333333	0.2702703	0.3939394	0.4242424	0.2702703	0.4285714	0.3428571	0.4242424	0.3611111	0.2894737	0.4705882	0.4000000	0.4242424	0.4705882	1.0000000							
Črnica	0.4000000	0.3333333	0.5151515	0.4000000	0.4117647	0.3783784	0.4242424	0.4545455	0.2051282	0.3714286	0.3333333	0.5454545	0.3333333	0.2972973	0.3157895	0.4705882	0.5454545	0.4285714	0.2972973	0.5454545	0.3611111	1.0000000						
Rovinj	0.3783784	0.3170732	0.4857143	0.3783784	0.3888889	0.3589744	0.4000000	0.4285714	0.1951220	0.3513514	0.3157895	0.5142857	0.3513514	0.2820513	0.3000000	0.5294118	0.5588235	0.4444444	0.2820513	0.5588235	0.3421053	0.9259259	1.0000000					
Bružetka Črna	0.4411765	0.4857143	0.3888889	0.4411765	0.4117647	0.4166667	0.4242424	0.4117647	0.3428571	0.4117647	0.5000000	0.4166667	0.4117647	0.4117647	0.4285714	0.3513514	0.4166667	0.3157895	0.4117647	0.4166667	0.4000000	0.3513514	0.3333333	1.0000000				
Zuccerina	0.5666667	0.3513514	0.3333333	0.5666667	0.2777778	0.4000000	0.3235294	0.2777778	0.3235294	0.4838710	0.3939394	0.3611111	0.4375000	1.0000000	0.3714286	0.2307692	0.3243243	0.4545455	1.0000000	0.3243243	0.4242424	0.2972973	0.2820513	0.4117647	1.0000000			
Flazana	0.3243243	0.3684211	0.5625000	0.3243243	0.5000000	0.4571429	0.6206897	0.5483871	0.3428571	0.4117647	0.5000000	0.9615385	0.3714286	0.3714286	0.4705882	0.3513514	0.5000000	0.4285714	0.3714286	0.5000000	0.4000000	0.5151515	0.4857143	0.4285714	0.3714286	1.0000000		
Grška Črna	0.4000000	0.3684211	1.0000000	0.4000000	0.5000000	0.4166667	0.3823529	0.5483871	0.2368421	0.2972973	0.4545455	0.5937500	0.2972973	0.3333333	0.4705882	0.4285714	0.4166667	0.2820513	0.3333333	0.4166667	0.3243243	0.5151515	0.4857143	0.3888889	0.3333333	0.5625000	1.0000000	