

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Nika PALIR

**DOLOČITEV PARAMETROV ZRELOSTI PLODOV
IZBRANEGA KRIŽANCA JABLANE (*Malus domestica*
Borkh.)**

MAGISTRSKO DELO

Magistrski študij - 2. stopnja

Ljubljana, 2017

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Nika PALIR

**DOLOČITEV PARAMETROV ZRELOSTI PLODOV IZBRANEGA
KRIŽANCA JABLANE (*Malus domestica* Borkh.)**

MAGISTRSKO DELO
Magistrski študij - 2. stopnja

**DETERMINATION OF FRUITS MATURITY PARAMETERS FOR
SELECTED APPLE HYBRID (*Malus domestica* Borkh.)**

M. SC. THESIS
Master Study Programmes

Ljubljana, 2017

Magistrsko delo je zaključek Magistrskega študijskega programa 2. stopnje Hortikultura. Delo je bilo opravljeno na Katedri za sadjarstvo, vinogradništvo in vrtnarstvo.

Študijska komisija Oddelka za agronomijo je za mentorico magistrskega dela imenovala doc. dr. Majo MIKULIČ PETKOVŠEK.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednica: prof. dr. Zlata LUTHAR

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Članica: doc. dr. Maja MIKULIČ PETKOVŠEK

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Članica: prof. dr. Metka HUDINA

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Datum zagovora:

Podpisana izjavljam, da je magistrsko delo rezultat lastnega raziskovalnega dela. Izjavljam, da je elektronski izvod identičen tiskanemu. Na univerzo neodplačno, neizključno, prostorsko in časovno neomejeno prenašam pravici shranitve avtorskega dela v elektronski obliki in reproduciranja ter pravico omogočanja javnega dostopa do avtorskega dela na svetovnem spletu preko Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete.

Nika PALIR

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Du2
DK	UDK 634.11:631.547.66(043.2)
KG	sadjarstvo/jablana/ <i>Malus domestica</i> /zrelostni parametri
AV	PALIR, Nika
SA	MIKULIČ PETKOVŠEK, Maja (mentorica)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Magistrski študijski program 2. Stopnje Hortikulture
LI	2017
IN	DOLOČITEV PARAMETROV ZRELOSTI PLODOV IZBRANEGA KRIŽANCA JABLANE (<i>Malus domestica</i> Borkh.)
TD	Magistrsko delo (Magistrski študij - 2. stopnja)
OP	IX, 37, [1] str., 2 pregl., 20 sl., 38 vir.
IJ	sl
JJ	sl/en
AI	Določitev zrelosti jabolk je za intenzivno pridelavo izredno pomembna. Jabolka morajo biti obrana v tehnološki zrelosti, saj jih bomo le tako lahko skladiščili v ustreznih hladilnicah tudi do več mesecev. Zrelost določamo s pomočjo zrelostnih parametrov. V magistrskem delu smo se ukvarjali z določitvijo zrelostnih parametrov za izbranega križanca. Poskus smo izvedli v dveh zaporednih letih, 2013 in 2014, kjer smo vsako posamezno leto iz naključnih dreves vzorčili 15 naključno izbranih plodov. Tem smo izmerili maso, višino, širino ploda, trdoto mesa, vsebnost topne suhe snovi, škrob, barvo kože na sončni in senčni strani. S pomočjo HPLC metode smo izmerili še vsebnost skupnih sladkorjev in organskih kislin. Ugotovili smo, da so bili plodovi izbranega križanca tehnološko zreli v drugi dekadi oktobra. Poleg zrelosti smo primerjali posamezni leti med sabo in ugotovili, da obstajajo precejšnje razlike. Do razlik je prišlo zaradi velike vremenske raznolikosti med leti 2013 in 2014. Leto 2013 je bilo vroče z več vročinskimi vali, medtem ko je bilo leto 2014 prav tako vroče, vendar z obilnimi padavinami čez celotno rastno dobo.

KEY WORDS DOCUMENTATION

ND Du2

DC UDC 634.11:631.547.66(043.2)

CX fruit growing/apples/*Malus domestica*/maturity parameters

AU PALIR, Nika

AA MIKULIČ PETKOVŠEK, Maja

PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101

PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Agronomy, Master Study Programme in Horticulture

PY 2017

TI DETERMINATION OF FRUITS MATURITY PARAMETERS FOR SELECTED APPLE HYBRID (*Malus domestica* Borkh.)

DT M. Sc. Thesis (Master Study Programmes)

NO IX, 37, [1] p., 2 tab., 20 fig., 38 ref.

LA sl

AL sl/en

AB Determining peak maturity for apples is essential for intensive production. Apples must be harvested before they are fully ripe; this is the only way that apples can be stored in appropriate cold stores for several months. Maturity is determined by the maturity parameters. Parameters for technological maturity were established for selected hybrid. The experiment was performed in 2013 and 2014. Each year we sampled 15 randomly selected fruits from randomly selected trees. We measured fruit weight, height, width, firmness, soluble solids, starch, and evaluated the color on two sides of apple (shiny, shady side). We used the HPLC method to measure the content of sugars and organic acids. We found that the fruits of selected hybrid were in the technological maturity in the second decade of October. We also compared results from 2013 with 2014, and we found significant differences. The differences are result of major climatic diversity between years 2013 and 2014. In 2013 the temperatures were higher than average and throughout the year we experienced more heat waves. Although 2014 was also warmer, we had significantly more rain throughout the growing season.

KAZALO VSEBINE

	Str.
KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA (KDI)	III
KEY WORDS DOCUMENTATION (KWD)	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO PREGLEDNIC	VII
KAZALO SLIK	VIII
1 UVOD	1
1.1 VZROK ZA RAZISKAVO	1
1.2 DELOVNA HIPOTEZA	1
1.3 NAMEN RAZISKAVE	1
2 PREGLED OBJAV	2
2.1 ŽLAHTNA JABLANA	2
2.2 NOVE SORTE JABLAN	2
2.3 RAZVOJ PLODOV PRI JABLANAH	3
2.4 OBIRANJE JABOLK	4
2.5 SKLADIŠČENJE JABOLK	5
3 MATERIAL IN METODE	6
3.1 NASAD	6
3.2 RASTLINSKI MATERIAL	6
3.3 KLIMATSKE RAZMERE	7
3.4 MERITVE PLODOV IN ANALIZE	8
3.4.1 Trdota mesa	9
3.4.2 Streifov indeks	10
3.4.3 Škrobni test	10
3.4.4 Vsebnost topne suhe snovi	12
3.4.5 HPLC	12
3.5 STATISTIČNA ANALIZA	14
4 REZULTATI	15
4.1 MASA PLODA	15
4.2 VIŠINA IN ŠIRINA PLODA	16
4.3 VSEBNOST TOPNE SUHE SNOVI	17
4.4 TRDOTA MESA	18
4.5 OSNOVNA BARVA PLODOV	19
4.5.1 Parameter L* osnovne barve	19

4.5.2	Parameter h° osnovne barve	20
4.6	VSEBNOST ŠKROBA	22
4.7	SKUPNE ORGANSKE KISLINE	23
4.8	SKUPNI SLADKORJI	24
5	RAZPRAVA	25
5.1	MASA PLODA	25
5.2	VIŠINA IN ŠIRINA PLODA	26
5.3	VSEBNOST TOPNE SUHE SNOVI	26
5.4	TRDOTA MESA	27
5.5	OSNOVNA BARVA PLODOV	27
5.6	VSEBNOST ŠKROBA	28
5.7	SKUPNE ORGANSKE KISLINE	29
5.8	SKUPNI SLADKORJI	30
6	SKLEPI	31
7	POVZETEK	33
8	VIRI	34
	ZAHVALA	

KAZALO PREGLEDNIC

	Str.
Preglednica 1: Povprečne mesečne temperature zraka, povprečne maksimalne temperature zraka, povprečne minimalne temperature zraka in količina padavin od marca do novembra 2013 (Mesečni ..., 2013)	7
Preglednica 2: Povprečne mesečne temperature zraka, povprečne maksimalne temperature zraka, povprečne minimalne temperature zraka in količina padavin od marca do novembra 2014 za Hidrometeorološko postajo Bilje (Mesečni ..., 2014)	8

KAZALO SLIK

	Str.
Slika 1: Plodovi križanca 'GJZ' pripravljene za analizo	6
Slika 2: Drevesa jablane križanca 'GJZ'	7
Slika 3: Količina padavin po mesecih leta 2013 in 2014 (Mesečni ..., 2013, 2014)	8
Slika 4: Penetrometer za merjene trdote mesa	10
Slika 5: Škrobna vrednost po pet točkovni lestvici (Werth, 1995)	11
Slika 6: Refraktometer za merjenje vsebnosti topne suhe snovi plodov jablane križanca 'GJZ'	12
Slika 7: Priprava vzorca za postopek ekstrakcije organskih kislin in sladkorjev	13
Slika 8: Pripravljene ekstrakti za analizo primarnih metabolitov (organske kisline in sladkorje) na stresalniku	13
Slika 9: Povprečna masa plodov (g) križanca 'GJZ' za posamezna vzorčenja leta 2013 in 2014. Različne črke označujejo statistično značilne razlike glede na čas vzorčenja ($p \leq 0,05$); Ljubljana, 2013 in 2014	15
Slika 10: Povprečna višina plodov (mm) križanca 'GJZ' za posamezna vzorčenja leta 2013 in 2014. Različne črke označujejo statistično značilne razlike glede na čas vzorčenja ($p \leq 0,05$); Ljubljana, 2013 in 2014	16
Slika 11: Povprečna širina plodov (mm) križanca 'GJZ' za posamezna vzorčenja leta 2013 in 2014. Različne črke označujejo statistično značilne razlike glede na čas vzorčenja ($p \leq 0,05$); Ljubljana, 2013 in 2014	17
Slika 12: Vsebnost topne suhe snovi (%) v plodovih križanca 'GJZ' za posamezna vzorčenja leta 2013 in 2014. Različne črke označujejo statistično značilne razlike glede na čas vzorčenja ($p \leq 0,05$); Ljubljana, 2013 in 2014	17
Slika 13: Povprečna trdota mesa (kg/cm^2) križanca 'GJZ' za posamezna vzorčenja leta 2013 in 2014. Različne črke označujejo statistično značilne razlike glede na čas vzorčenja ($p \leq 0,05$); Ljubljana, 2013 in 2014	18
Slika 14: Parameter L^* osnovne barve za križanca 'GJZ' izmerjen na sončni strani ploda leta 2013 in 2014. Različne črke označujejo statistično značilne razlike glede na čas vzorčenja ($p \leq 0,05$); Ljubljana, 2013 in 2014	19

Slika 15: Parameter L* osnovne barve za križanca 'GJZ' izmerjen na senčni strani ploda leta 2013 in 2014. Različne črke označujejo statistično značilne razlike glede na čas vzorčenja ($p \leq 0,05$); Ljubljana, 2013 in 2014	19
Slika 16: Parameter h° osnovne barve za križanca 'GJZ' izmerjen na sončni strani ploda leta 2013 in 2014. Različne črke označujejo statistično značilne razlike glede na čas vzorčenja ($p \leq 0,05$); Ljubljana, 2013 in 2014	20
Slika 17: Parameter h° osnovne barve za križanca 'GJZ' izmerjen na senčni strani ploda leta 2013 in 2014. Različne črke označujejo statistično značilne razlike glede na čas vzorčenja ($p \leq 0,05$); Ljubljana, 2013 in 2014	21
Slika 18: Vrednost škroba pri križancu 'GJZ' za posamezna vzorčenja leta 2013 in 2014. Različne črke označujejo statistično značilne razlike glede na čas vzorčenja ($p \leq 0,05$); Ljubljana, 2013 in 2014	22
Slika 19: Vsebnost skupnih kislin (g/kg) v plodovih križanca 'GJZ' za posamezna vzorčenja leta 2013 in 2014. Različne črke označujejo statistično značilne razlike glede na čas vzorčenja ($p \leq 0,05$); Ljubljana, 2013 in 2014	23
Slika 20: Vsebnost skupnih sladkorjev (g/kg) v plodovih križanca 'GJZ' za posamezna vzorčenja leta 2013 in 2014. Različne črke označujejo statistično značilne razlike glede na čas vzorčenja ($p \leq 0,05$); Ljubljana, 2013 in 2014	24

1 UVOD

1.1 VZROK ZA RAZISKAVO

Jablana je najpomembnejša in zelo uporabna sadna vrsta, ne samo pri nas ampak tudi drugod po svetu. Je bolj odporna na različne vremenske razmere v primerjavi z ostali sadnimi vrstami, zato jo najdemo skoraj povsod po svetu. Jabolka so nepogrešljiv element prehranske industrije. Jabolčni sok najdemo skoraj v vseh sadnih sokovih, pogosto njegov delež celo prevladuje. Jabolka najdemo tudi v različnih otroških kašicah, sladkarijah, uporablja se za izdelavo kisa, jabolčnega vina, čipsa, ... Z razvojem tehnologije in človeško radovednostjo ter željo po novih stvareh, novih sortah, jabolka ostajajo ena od vodilnih sadnih vrst, saj vsako leto pridobimo nove sorte, ki so atraktivne za ljudi in s tem vplivajo na povpraševanje po jabolkih. Seveda pa obstajajo sorte, ki so na trgu že dlje časa in so kljub temu izjemno popularne. Ena takšnih je 'Zlati delišes'. V Sloveniji imamo dolgoletno tradicijo pridelovanja sadja, kjer prevladujejo jablane. Sadje pridelujemo za prodajo že več kot 100 let. Zaradi zelo razvitega transporta je možnost pridobiti jabolka čez vse leto iz južne poloble, vendar se v Sloveniji večinoma raje poslužujemo domačih jabolk. Prav zato morajo biti jabolka obrana, ko dosežejo ustrezno zrelost, in jih nato lahko skladiščimo dlje časa v posebnih hladilnicah. Po določenem času jih damo na tržišče, lahko je tudi več mesecev po tem, ko so bila obrana. Zaradi tega je pomembno, da so obrana v tehnološki zrelosti, saj plodovi dokončno dozoriijo v hladilnici. Čas tehnološke zrelosti se med sortami razlikuje. Tehnološko zrelost določamo na več različnih načinov. Preverjamo predvsem trdoto mesa, vsebnost topne suhe snovi in vsebnost škroba.

1.2 DELOVNA HIPOTEZA

V magistrskem delu, ki je nadgradnja mojega diplomskega dela, smo želeli preveriti dve delovni hipotezi, in sicer: 1) različni termini vzorčenja v posameznem letu vplivajo na razlike v kakovostnih parametrih jabolk križanca 'Granny Smith' × 'Jonathan' × 'Zlati delišes' (v nadaljevanju križanec 'GJZ') in 2) med dvema preučevanima letoma obstajajo razlike v kakovostnih parametrih jabolk.

1.3 NAMEN RAZISKAVE

Namen raziskave je bil ugotoviti optimalen čas obiranja jabolk križanca 'GJZ'. Preverjali smo več kakovostnih parametrov (maso ploda, vsebnost topne suhe snovi, trdoto mesa, osnovno barvo plodov na sončni in senčni strani, vsebnost škroba, vsebnost organskih kislin in vsebnost sladkorjev). Nato smo preverili, ali obstajajo razlike med letoma 2013 in 2014.

2 PREGLED OBJAV

2.1 ŽLAHTNA JABLANA

Žlahtna jablana (*Malus domestica* Borkh.) spada v družino rožnic (Rosaceae) in naprej v rod *Malus*. V isti rod spada tudi *Malus sylvestris*, po slovensko lesnika ali divja jablana. Kot trdijo nekateri avtorji je lesnika eden od prednikov žlahtne jablane. Vendar pri določitvi prednikov prihaja do različnih mnenj in različni avtorji omenjajo različne prednike, kot so na primer *M. sieversii* (altajska jablana) ali *M. orientalis* (kavkaška jablana), ki naj bi imeli največjo vlogo pri nastanku žlahtne jablane (Viršček Marn in Stopar, 1998). V rodu *Malus* najdemo še druge jablane, ki so prav tako pomembne za sadjarstvo. Sem prištevamo *M. communis* ((L.) Poir) - navadna jablana, *M. pumila* (Miller) - pritlikava jablana, *M. prunifolia* (Willd.) Borkh. - sivolistna jablana, *M. baccata* (L.) Borkh. - sibirski jablana (Šiško, 1983).

Žlahtna jablana je medvrstni križanec (pri nastanku sadne vrste je sodelovalo več vrst). Z mutacijami in spontanimi križanji so se znotraj *Malus domestica* pojavili sejanci, katere so ljudje že med kameno dobo nabirali in kasneje tudi preselili v bližino svojih bivališč. Žlahtno jablano so v Evropo prinesli Rimljani in druga ljudstva. Pred tem pa so ljudje nabirali avtohtono lesniko. Domovina žlahtne jablane je po domnevah Kavkaz ali širše območje Azije. Dandanes lahko tam še vedno najdemo številne oblike divjih jablan (Štampar in sod., 2014).

Velika večina sort jablane je samoneoplodna, za oploditev potrebujejo cvetni prah drugih sort, kar pomeni, da se ne more oploditi s svojim cvetnim prahom. Obstaja tudi nekaj samooplodnih sort jablan, ki se lahko oprašijo s svojim cvetnim prahom in tvorijo plodove (Gvozdenović in sod., 1988). Zato pri sortah, ki so samoneoplodne v sadovnjak posadimo še opraševalne sorte, ki ne smejo biti oddaljene več kot 25 metrov. V primeru, da želimo imeti enosortni nasad, kot opraševalno sorto lahko posadimo mnogocvetno jablano (*Malus floribunda*) (Štampar in sod., 2014).

2.2 NOVE SORTE JABLAN

Do množičnega nastanka novih sort je pripomoglo odkritje postopka cepljenja v 20. stoletju. Pred tem so nove sorte pridobivali z odbiro spontanov, ki so imeli najboljše lastnosti. Danes nove sorte pridobivamo s pomočjo žlahtnjenja, ki je človeštvu omogočilo blagostanje in napredek. Razvoj kmetijskih panog je vplival na drugačen način življenja, kot so ga poznala ljudstva v preteklosti, saj niso bili več prisiljeni k nomadstvu. Po letu 1900 začno znanstveniki ponovno uporabljati zakone genetike in šele takrat se začne sistematični pristop k žlahtnjenju (Bohanec in sod., 2004). Kar pomeni, da je pravilna izbira staršev izredno pomembna oziroma najpomembnejša za uspešno žlahtnjenje. Na voljo moramo imeti veliko gensko banko, kjer lahko izberemo starše z ustreznimi lastnostmi (Viršček Marn in Stopar, 1998), včasih pa je žlahtnjenje temeljilo na

naključnih križanjih in odbiri. Nato pa je pridelovalec namnožil zanj najprimernejše rastline (Bohanec in sod., 2004).

Križanje je postopek, ki je zelo zahteven in lahko traja dolgo časa, včasih je potrebno narediti več tisoč križanj, da dobimo oziroma najdemo rastlino, ki bo imela najboljše lastnosti iz starševskih jablan. Cilj križanja je pridobiti sorte odporne na pogostejše škodljivce in bolezni. Prav tako je cilj pridobiti sorte, ki so odporne na prevelike količine vode v tleh ali na sušo in na prenizke oziroma previsoke temperature (Palir, 2013).

Tržišče se iz dneva v dan povečuje in s tem se povečuje tudi povpraševanje po novih sortah sadja in zelenjave. Jablana je za slovensko tržišče gospodarsko najbolj pomembna vrsta sadja. To dokazuje Sadni izbor, ki izide vsaka štiri leta. Ravno pri jablani se vedno znova pojavi največje število novih sort.

Sadni izbor je seznam sort v Sloveniji. Prvega je napisal že Janez Vajkad Valvasor leta 1689, v 11. knjigi Slava vojvodine Kranjske, kjer našteva sadne sorte na Slovenskem. Vsi naslednji so nadgradnja tega. Vseslovenski sadni izbor z naslovom Sadni izbor za Slovenijo v besedi in sliki je bil prvič izdan leta 1925 in ta je predhodnik današnjega. Vsak nov sadni izbor je dopolnjen s perspektivnimi sortami, ki jih Kmetijski inštitut Slovenije pridobi s preizkušanjem novih sort v naših pedoklimatskih razmerah. Če te nove sorte pokažejo zadovoljive rezultate, jih nato vključijo na seznam. Prav tako pa z vsakim izborom izpade nekaj starih sort, ki postanejo tržno nezanimive, imajo kakšno tehnološko posebnost ali pa so sadike na trgu nedostopne (Godec in sod., 2015).

Sorte so v izboru razdeljene na dva seznama, in sicer seznam A in B. Na seznam A so uvrščene sorte, ki so tržno zanimive, kakovostne in jih na inštitutu priporočajo za širjenje. Na seznam B so uvrščene sorte, ki so kakovostne, vendar so tržno manj zanimive. Tu so tudi sorte, ki imajo izrazit lokalni značaj in sorte, ki se kažejo kot perspektivne in so v tujini že uveljavljene, vendar z njimi še nimamo lastnih izkušenj. Na razvrstitev sort na seznam vpliva še nekaj drugih kriterijev, kot so značaj sorte, zavarovanje sorte, dostopnost sadilnega razmnoževalnega materiala (Godec in sod., 2015).

2.3 RAZVOJ PLODOV PRI JABLANAH

Razvoj plodov je močno odvisen od klimatskih razmer, če so le-te ustrezne, ima na kakovost velik vpliv tudi genska zasnova ter agrotehnični ukrepi. Lahko že ena sama spomladanska pozeba uniči velik del pridelka.

Po oploditvi cvetov pride do razvoja plodičev. Število celic se hitro povečuje. Prva faza razvoja plodičev – delitev celic, traja približno devet tednov pri poznejših sortah, kot so 'Granny Smith', 'Cripps pink' in 'Fuji'. Po devetih tednih se delitev celic ustavi, celice pričnejo rasti in se širiti, ter se začno polniti z vodo. V tem obdobju so izredno pomembne razmere rasti (fotosinteza, temperatura in sprejem svetlobe), saj je od njih odvisna končna

velikost plodov (Tijskens in sod., 2016). Ko plod doseže končno velikost in maso, začne zoreti. V plodovih se začno dogajati velike in korenite spremembe. Vstopijo v čas dozorelosti plodov. Ločimo tri stopnje: fiziološka ali botanična zrelost, tehnološka ali uporabna zrelost (v času te zrelosti obiramo plodove za daljše skladiščenje) in užitna zrelost (Jazbec in sod., 1990).

Pozne sorte za razvoj plodov potrebujejo 160-190 dni, kar je dvakrat več kot zgodnje sorte (približno 90 dni) (Jazbec in sod., 1990).

2.4 OBIRANJE JABOLK

Globalna pridelava je usmerjena predvsem na svežo prodajo, kjer plodovi dosegajo veliko kakovost. To zahteva obiranje pri optimalni zrelosti, da sadež zadrži kakovost med dolgim skladiščenjem ali med transportom (Arseneault in Cline, 2016). Vsak trgovec ima svoje zahteve za kakovost, vendar so komponente, ki to opisujejo le tri, in sicer videz, okus in sočnost plodov. Pomemben dejavnik, ki vpliva na kakovost plodov po skladiščenju je obiralni čas (Blanpied in Silsby, 1992). Da bi lahko obiralni čas bolje predvideli in da bi bilo obiranje pravočasno, moramo prej napovedati približen, oziroma pričakovan pridelek. Načrtovanje je odvisno tudi od namena porabe sadja (shranjevanje, predelava ali sveža poraba). V praksi se uporablja več metod za napovedovanje pridelka. V mesecu juliju na naključno izbranih drevesih iste sorte jablan, preštejemo število plodov in jih pomnožimo s povprečno maso plodov ob zrelosti. Tako dobimo povprečen pridelek in nato na podlagi količine in namena uporabe plodov načrtujemo vse potrebno za obiranje (delovno silo, embalažo, transport, skladiščenje). Obstajajo tudi pomanjkljivosti te metode, saj je zaradi neizenačenosti dreves v sadovnjaku težko izbrati dober in pravilen vzorec za štetje plodov (Gvozdenović, 1989).

Plodovi, ki bodo prezgodaj obrani, bodo imeli manjšo maso, slabši okus mesa, slabšo osnovno in krovno barvo, nezadostno aromo, netipičen okus in slabšo skladiščno sposobnost. Če bodo obrani prepozno, se lahko zgodi, da bodo plodovi začeli že sami odpadati in bo zaradi tega pridelek manjši, postali bodo steklasti, imeli bodo slabšo trdoto, majhno vsebnost skupnih kislin in slabšo skladiščno sposobnost, predvsem bo ta dosti krajša (Kobal in Soršak, 2013).

Zato je potrebno jabolka obrati v t.i. »obiralnem oknu«. Gre za obdobje (po navadi sedem do deset dni), v katerem naj bi plodove obrali. Le v tem času imajo plodovi stopnjo zrelosti, ki zagotavlja dobro kakovost plodov po skladiščenju (Blanpied in Silsby, 1992).

V nasadih, kjer pridelujejo jabolka za trg in daljše skladiščenje, le-ta obirajo v tehnološki ali uporabni zrelosti (Štampar in sod., 2014).

2.5 SKLADIŠČENJE JABOLK

Danes ima skladiščenje velik pomen, saj tako ublažimo sezonska nihanja, jabolka skladiščimo do nadaljnje predelave in jih pripravimo za prodajo. Za vsako vrsto in sorto se določi temperatura in ostali nastavljivi parametri v hladilni komori, kjer je potrebno upoštevati nekaj izredno pomembnih procesov, ki se odvijajo v sadju.

V obranih plodovih, kljub temu, da niso več del drevesa, še vedno potekajo biokemični in fiziološki procesi. Plodovi dihanje, porabljajo kisik (O_2), posledično pa sproščajo ogljikov dioksid (CO_2) in toploto (energijo). Zaradi transpiracije plodovi izgubljajo vodo, ki gre neposredno iz celic. Te ni mogoče nadomestiti, saj se plodovi ne držijo več vej, od katerih so le-to dobili. Da so plodovi pokvarljivi in da jih je možno skladiščiti le določen čas, nas opozarja izguba vode z že prej omenjeno transpiracijo in sproščanjem toplote z dihanjem. Zato je pomembno, da za ustrezno tehnologijo skladiščenja dobro poznamo transpiracijo in procese dihanja (Gvozdenović, 1989).

Sadje lahko v ustreznih hladilnicah skladiščimo tudi do 12 mesecev. Obrano ob primerni zrelosti, mora biti takoj odpeljana v hladilnico, kjer plodove hitro ohladimo in jih postavimo v posebne komore. V skladišču moramo vzpostaviti ustrezne razmere (delež CO_2 , O_2 , primerna temperatura in zadostna vlaga). Skladišča so plinotesna. Po ohladitvi jabolk komore zapremo in začnemo z odvajanjem kisika, ki je prisoten v komori. To dosežemo tako, da preko generatorja dovedemo dušik. Koncentracija plinov, ki je primerna za skladiščenje jabolk je od 1-2 % kisika (O_2) in 0,8-1,2 % (CO_2) (Štampar in sod., 2014).

Poznamo več različnih in učinkovitih hladilnih sistemov. Hladilnica z normalno atmosfero ali NA hladilni sistem, kjer uravnavamo temperaturo in vlago zraka. Bolj učinkovit hladilni sistem je CA ali hladilnica s kontrolirano atmosfero, kjer poleg vlage in temperature uravnavamo tudi sestavo zraka. Velja za enega bolj učinkovitih sistemov hlajenja (Hribar in sod., 2008). V zadnjem času se vse bolj uveljavlja DCS sistem (dynamic control sistem), ki velja za naslednika CA hladilnega sistema. V tem sistemu se koncentracija kisika počasi zmanjšuje glede na stresni signal, ki ga oddajajo plodovi. To pomeni, da DCS sistem uporablja etanol (končni produkt fermentacije), da določi najmanjšo še možno koncentracijo kisika, pod katero se lahko jabolka še skladiščijo (Veltman in sod., 2003). Poznamo tudi ULO skladiščenje (ultra low oxygen), kjer se vrednost kisika vzdržuje na meji bioloških možnosti dihanja plodov (Hribar in sod., 2008).

Če so jabolka obrana v prvi polovici obiralnega okna se ta skladiščijo v hladilnici s CA atmosfero. Tista, ki pa so bila obrana v drugi polovici pa se po navadi skladiščijo kar v navadnem skladišču, kjer se ne uravnava kisika in kjer je temperatura 0 °C ali pa so takoj po obiranju prodana (Blanpied in Silsby, 1992).

3 MATERIAL IN METODE

3.1 NASAD

Poskus je potekal v Hortikulturnem centru Biotehniške fakultete Orehovlje pri Novi Gorici. Gre za sodoben učno-raziskovalni center. Center obsega 17 hektarov zemljišč, leži na 55 metrih nadmorske višine. V centru je nasad več sort jablane, hruške, breskve, kakija, aktinidije in vinske trte. Nekaj zemljišč je namenjeno pridelavi vrtnin. Nasad je že v polni rodnosti, zaščiten s protitočno mrežo, sistem sajenja je enovrstni z žično oporo.

3.2 RASTLINSKI MATERIAL

Jabolka križanca 'Granny Smith' × 'Jonathan' × 'Zlati delišes' smo v raziskavi uporabili kot rastlinski material. Jabolka so bila vzorčena leta 2013 v treh terminih (18. 10., 25. 10. in 30. 10. (v nadaljevanju prvo vzorčenje, drugo vzorčenje, tretje vzorčenje)) in leta 2014 prav tako v treh terminih (13. 10., 17. 10. in 27. 10. (v nadaljevanju prvo vzorčenje, drugo vzorčenje, tretje vzorčenje)). Jabolka so bila naključno obrana iz več dreves v nasadu Hortikulturnega centra Biotehniške fakultete Orehovlje. V vsakem terminu je bilo vzorčenih 15 naključno izbranih plodov iz različnih delov krošnje jablane (zunANJI, notranji del). Jabolka so bila nato pripeljana v Ljubljano na Oddelek za agronomijo Biotehniške fakultete, kjer smo opravili vse potrebne analize za ugotovitev zrelosti plodov. Od vsakega plodu smo rezino jabolka ustrezno zapakirali in zamrznili ter kasneje izvedli analizo vsebnosti sladkorjev in organskih kislin v plodovih.



Slika 1: Plodovi križanca 'GJZ' pripravljeni za analizo



Slika 2: Drevesa jablane križanca 'GJZ'

3.3 KLIMATSKE RAZMERE

V preglednici 1 je prikazana povprečna mesečna, povprečna maksimalna in povprečna minimalna temperatura zraka (°C) ter količina padavin (mm). Meritve temperature so bile opravljene na višini 2 m od tal, podatke smo pridobili iz hidrometeorološke postaje Bilje. Podani so podatki od marca do novembra, in sicer v času, ko začne drevo s svojim razvojem in posledično tudi vpliva na razvoj plodov.

Preglednica 1: Povprečne mesečne temperature zraka, povprečne maksimalne temperature zraka, povprečne minimalne temperature zraka in količina padavin od marca do novembra 2013 (Mesečni ..., 2013)

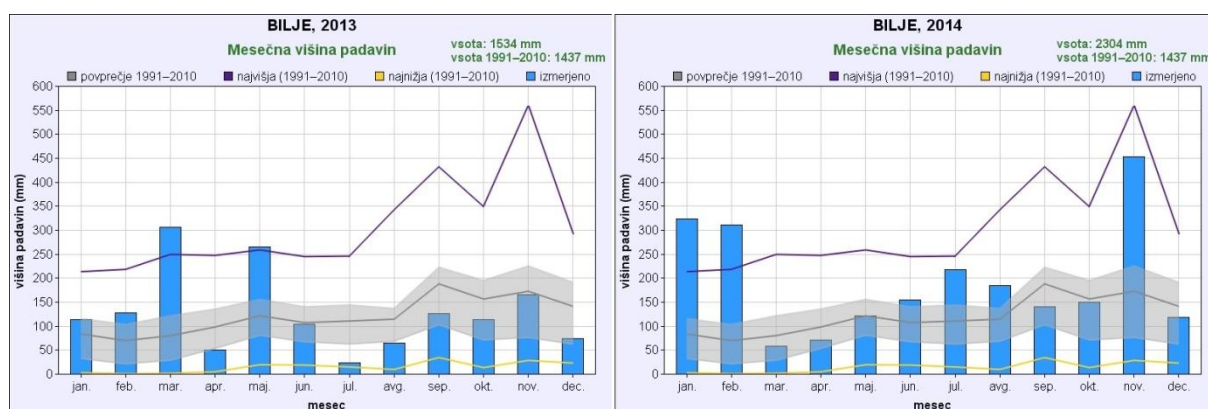
2013	Povp. T (°C)	Povp. max. T (°C)	Povp. min. T (°C)	Količina padavin (mm)
Mar	6,7	11,0	3,0	305,6
Apr	13,2	18,7	8,4	50,4
Maj	15,6	20,7	11,7	265,9
Jun	20,4	26,9	14,2	103,8
Jul	24,8	32,1	18,0	24,1
Avg	23,2	31,1	16,1	64,3
Sep	18,0	24,3	13,3	126,1
Okt	14,4	18,8	10,9	113,3
Nov	9,8	13,9	6,3	165,4

Spomladanski del leta 2013 so zaznamovale temperature zraka, ki so bile pod dolgoletnim povprečjem vse do sredine junija. Zaradi tega je prišlo do zamujanja fenološkega razvoja pri drevju, sadju in poljščinah. Sledil je prehod na ekstremne poletne temperature. V letu 2013 so bili trije vročinski vali in poletna suša, kar je povzročilo precejšnjo škodo v kmetijski pridelavi. V veliki večini krajev so namerili samo od 30 do 70 % običajne količine padavin. Prav tako je bila nadpovprečno topla tudi jesen (Mesečni ..., 2013).

Preglednica 2: Povprečne mesečne temperature zraka, povprečne maksimalne temperature zraka, povprečne minimalne temperature zraka in količina padavin od marca do novembra 2014 za Hidrometeorološko postajo Bilje (Mesečni ..., 2014)

2014	Povp. T (°C)	Povp. max. T (°C)	Povp. min. T (°C)	Količina padavin (mm)
Mar	10,7	17,2	5,0	58,5
Apr	13,7	19,8	8,5	71,8
Maj	15,9	22,3	10,0	121,0
Jun	20,9	27,5	14,5	154,4
Jul	21,2	27,5	16,3	218,0
Avg	20,7	26,8	15,9	185,4
Sep	17,4	23,5	13,1	140,4
Okt	14,8	20,4	10,7	150,0
Nov	11,4	15,8	8,2	452,4

Leto 2014 je bilo nadpovprečno toplo, temperatura je bila po večini Slovenskih krajev v povprečju za 2 °C višja v primerjavi z večletnim povprečjem. Nadpovprečno so bili topli že zimski meseci. Konec januarja je sledila pošiljka snega, nato še žled in obilne padavine, ki so povzročile ogromno škode na drevju. Zaradi zgodnjega razvoja rastlin, so bile le-te izpostavljene spomladanski pozebi. Meseci z največjo količino padavin so bili februar, maj, julij, avgust, september, oktober in november. V primerjavi z letom 2013, ko je bilo 1534,1 mm padavin, je bilo leta 2014 več padavin, 2304,4 mm (slika 3). Pogosta so bila deževna obdobja, ki so lahko trajala tudi do štiri dni zapored, kar je povzročilo, da so bila tla razmočena, neprezračena in zbita. Zaradi tega je prišlo do mnogih težav v kmetijski pridelavi (Mesečni ..., 2013, 2014).



Slika 3: Količina padavin po mesecih leta 2013 in 2014 (Mesečni ..., 2013, 2014)

3.4 MERITVE PLODOV IN ANALIZE

Jabolka, ki jih želimo obrati, moramo najprej analizirati, da bodo ustrezne zrelosti, saj jih bomo le tako lahko skladiščili dlje časa v ustreznih hladilnicah. Poznamo več različnih metod, vendar so za industrijsko in intenzivno pridelavo pomembne samo tiste metode, ki

so objektivne in jih lahko izmerimo. Pri poskusu smo preverjali naslednje parametre: trdoto mesa, vsebnost topne suhe snovi, vsebnost organskih kislin, vsebnost sladkorjev, ki jih merimo s pomočjo HPLC metode, naredili smo tudi škrobni test, ter izmerili osnovno barvo plodov s pomočjo kolorimetra. Metode, ki so še v uporabi in so manj zanesljive, so število dni od polnega cvetenja, barva pečk, število dni od T-stadija do tehnološke zrelosti. Te metode po navadi uporabljajo vrtničarji, ker so manj zapletene in ne potrebujemo nobenih naprav.

3.4.1 Trdota mesa

Ker se trdota mesa v procesu zorenja in debeljenja plodov zmanjšuje, je to pomemben merilnik zrelosti in kakovosti plodov. Trgovina za prodajo zahteva določeno trdoto mesa, zato je potrebno jabolka pravočasno obrati, da bodo dosegala primerne kriterije za prodajo (Kobal in Soršak, 2013). Z meritvami trdote plodov začnemo nekje tri tedne pred predvidenim obiranjem, nato meritve izvajamo na pet do sedem dni. Ko plod doseže primerne vrednosti trdote za posamezno sorto, lahko plodove oberemo vendar morajo biti zadovoljivi tudi drugi rezultati preverjanja zrelosti, saj nikoli ne preverjamo samo enega parametra (Štampar in sod., 2005).

Plodove, ki jih uporabimo za merjenje, moramo vedno vzeti iz različnih dreves in iz različnih mest v krošnji. Trdoto mesa izmerimo na ekvatorialnem predelu na dveh ali štirih mestih. Na mestih, kjer bomo merili trdoto, odstranimo kožico na površini 1 do 1,5 cm², saj kožica izkrivlja test in se ne spreminja z zrelostjo tako kot meso (Gvozdenović, 1989). Naprava, s katero merimo trdoto mesa, se imenuje penetrometer. S pomočjo te naprave izmerimo silo, ki je potrebna, da se bat določene velikosti (11 mm oziroma 1cm²) vdre v meso. Bat ima vgraviran obroček do katerega moramo potisniti bat v meso. Enota, s katero izražamo trdoto je kg/cm². Trdota se v sedmih dneh zmanjša za 0,5 -1,0 kg/cm², v primeru da so povprečne temperature čez noč nekje 12 °C in čez dan 25 °C (Štampar in sod., 2005).

Priporočena vrednost za trdoto mesa, za uspešno in dolgotrajno skladiščenje pri poznih sortah je od 8,0-8,8 kg/cm² (Kodrič in sod., 2013).



Slika 4: Penetrometer za merjene trdote mesa

3.4.2 Streifov indeks

V primeru uporabe posameznih parametrov obstaja večja nevarnost, da pride do napake pri določitvi drevesne zrelosti jabolk. Zato so nemški raziskovalci pod mentorstvom dr. Streifa razvili indeks, s katerim so želeli odpraviti nihanja, ki nastanejo zaradi vremenskih oziroma okoljskih dejavnikov v posameznem letu (Štampar in sod., 2014).

Indeks je sestavljen iz treh zoritvenih parametrov, in sicer trdote (kg/cm^2), vsebnosti topne suhe snovi ($^{\circ}\text{Brix}$) in vsebnosti škroba (škrobni test) (DeLong in sod., 1999).

$$\text{Streifov indeks} = \frac{\text{trdota (kg/cm}^2\text{)}}{\text{refraktometriška vrednost v \%} \times \text{škrobna vrednost}} \dots (1)$$

3.4.3 Škrobni test

Škrobni test je eden od najpreprostejših in najlažjih načinov za ugotavljanje zrelosti. Lahko ga opravimo kar v sadovnjaku. S to metodo zrelost jabolk določimo glede na razpad škroba (Chu in Wilson, 2000). Z dozorevanjem plodov na drevesu se škrob razgradi v različne sladkorje, zrelejši plodovi imajo manjšo vsebnost škroba (Štampar in sod., 2014). Vendar obstajata dve izjemi: v primeru, da je na drevesu prekomeren ovesek, zaradi česar je vsebnost škroba v plodu manjša in analiza pokaže, da so plodovi zrelejši, kot pa so v resnici. Če so vremenske razmere zelo ugodne, pride do velike asimilacije, v plodu se tvori več škroba kot se ga pretvori v sladkor in prav zaradi teh dveh primerov ne smemo

uporabiti samo te analize za določitev začetka obiranja posamezne sorte (Kobal in Soršak, 2013).

Raztopina, s katero izvedemo test je mešanica kalijevega jodida (KI), vode in kristalov joda (I_2). Lahko jo kupimo ali pripravimo sami. Ker je raztopina občutljiva na svetlobo, jo moramo hraniti v steklenicah, ki smo jih prej prekrili z aluminijevo folijo ali jo prelijemo v temne steklenice. Raztopina mora biti sveža, zato vsako sezono naredimo ali kupimo novo. Za optimalne rezultate mora imeti raztopina več kot 10 °C, jabolka morajo biti testirana v najkrajšem možnem času, potem ko so bila obrana. Prav tako morajo plodovi imeti več kot 10 °C (Chu in Wilson, 2000).

Ko si pripravimo raztopino, moramo ustrezno pripraviti tudi vzorce. Če želimo zanesljive rezultate, moramo vzeti vzorce iz vsaj treh različnih dreves v sadovnjaku, in sicer nekje od 10 – 20 vzorcev iz različnih delov dreves. Ko imamo vzorce nabrane, jih prerežemo prečno po sredini, na dve polovici. Rezne ploskve pomočimo v pripravljeno raztopino iz jodovice. Prisotnost škroba se pokaže kot temno modro do črno obarvanje.

Plodove po opravljenem testu lahko ocenimo na več načinov. Lahko jih primerjamo na osnovi posameznih sort, kot so 'Zlati delišes', 'Granny Smith', 'Idared'... Bolj zanesljiv način je primerjava plodov s priznanimi določevalnimi kartami, in sicer osem točkovna Cornellijeva karta ali evropska deset točkovna karta (Doerflinger in sod., 2015) ali pet točkovna lestvica Starkewerte Tabelle nach Laimburg (Werth, 1995).



Slika 5: Škrobna vrednost po pet točkovni lestvici (Werth, 1995)

3.4.4 Vsebnost topne suhe snovi

Kadar govorimo o vsebnosti topne suhe snovi, imamo v mislih predvsem vsebnost sladkorjev, saj ti predstavljajo okrog 85 % topne suhe snovi. Sladkorji nam povedo veliko o zrelosti jabolk, z dozorevanjem njihova vsebnost narašča. Glavni sladkorji, ki jih najdemo v plodovih so glukoza, fruktoza, saharoza in alkoholni sladkor sorbitol (Štampar in sod., 2014).

Meritve vsebnosti topne suhe snovi izvajamo s pomočjo refraktometra, vsebnost izražamo v stopinjah Brix (0-20), in sicer kot celokupne sladkorje. Za test potrebujemo nekaj kapljic jabolčnega soka iz osrednjega dela mesa jabolk. Vzamemo najmanj 10 naključno izbranih plodov, katerim vsakemu posebej izmerimo vsebnost sladkorjev. Po navadi začnemo 10 dni pred prvim načrtovanim obiranjem in nato meritve ponovimo še 2- do-3 krat. Pri vsaki meritvi vzamemo plodove iz istih dreves. Tako dobimo sliko povečevanja vsebnosti sladkorjev (Kobal in Soršak, 2013).



Slika 6: Refraktometer za merjenje vsebnosti topne suhe snovi plodov jablane križanca 'GJZ'

3.4.5 HPLC

HPLC je kratica za High Performance Liquid Chromatography. Gre za tekočinsko kromatografijo visoke ločljivosti. HPLC je precej zahteven modularni sistem, ki je kljub temu najbolj popularna metoda za določanje vsebnosti sladkorjev in organskih kislin. Uporabljamo jo za kvantitativno in kvalitativno določanje in ločevanje (Filip in sod., 2015). Vsebnost organskih kislin in sladkorjev določamo s pomočjo umeritvene krivulje. Tik pred meritvijo pripravimo še standarde, ki morajo biti velike čistoče in v ustreznih koncentracijah.

Za analizo sladkorjev in organskih kislin na sistemu HPLC smo uporabili vzorce, ki smo jih pripravili iz zamrznjenih vzorcev. Stehtali smo 10 gramov mesa iz vsakega ploda in mu dodali 50 mililitrov bidestilirane vode. Vse vzorce smo postavili na stresalnik in jih pustili 1

h ter nato dali v centrifugo za 7 minut (10000 obratov na minuto). Ekstrakt smo nato prefiltrirali skozi celulozni filter, katerega velikost por je $0,2\ \mu\text{m}$. Sledila je analiza s HPLC.



Slika 7: Priprava vzorca za postopek ekstrakcije organskih kislin in sladkorjev

Pri analizi sladkorjev smo uporabili kolono Rezex RMC-monosaccharide Ca^+ (2 %) (300 mm x 7,8 mm) in RI detektor. Za mobilno fazo smo uporabili bidestilirano vodo. Pretok vzorca je bil 0,6 ml/min. Analiza je potekala pri $65\ ^\circ\text{C}$ 30 minut. Merili smo vsebnost glukoze, fruktoze, saharoze in sorbitola v mesu jabolka.

Enak postopek za ekstrakcijo smo ponovili tudi pri organskih kislinah. Pri analizi smo uporabili kolono Rezex ROA-organic acid H^+ (8 %) (300 mm x 7,8 mm), ki je bila v tem primeru ogrevana na $65\ ^\circ\text{C}$. Tokrat je bila mobilna faza 4 mM žveplova kislina z enakim pretokom kot pri analizi sladkorjev. Tudi ta analiza je potekala 30 min. Merili smo vsebnost citronske, jabolčne, šikimske in fumarne kisline.



Slika 8: Pripravljeni ekstrakti za analizo primarnih metabolitov (organske kisline in sladkorje) na stresalniku

3.5 STATISTIČNA ANALIZA

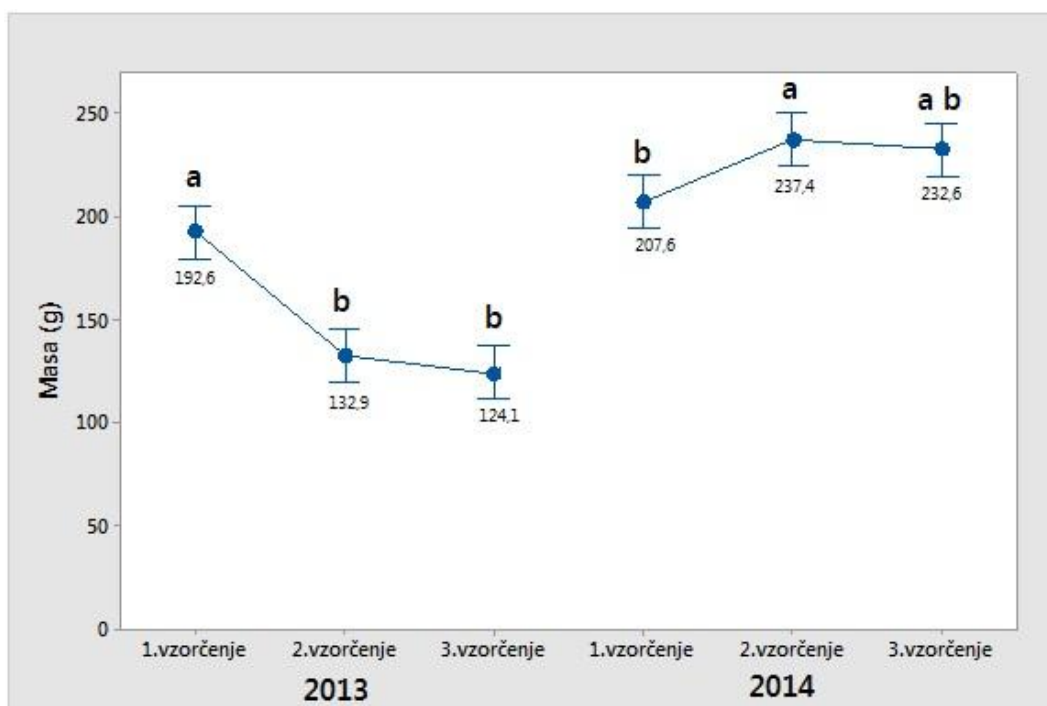
Podatke smo statistično obdelali v programu Minitab. Analiza je bila narejena z enosmerno analizo variance in LSD testom. Upoštevali smo 5 % tveganje. Na slikah različne črke pri vzorčenjih pomenijo, da so med obravnavanji statistično značilne razlike.

4 REZULTATI

Rezultati so predstavljeni v vrstnem redu, v katerem so bile narejene meritve na posameznih plodovih.

4.1 MASA PLODA

Plodove smo po vsakem obiranju odnesli na fakulteto, kjer smo posamezne plodove stehali in izračunali povprečno maso ploda za vsak termin.



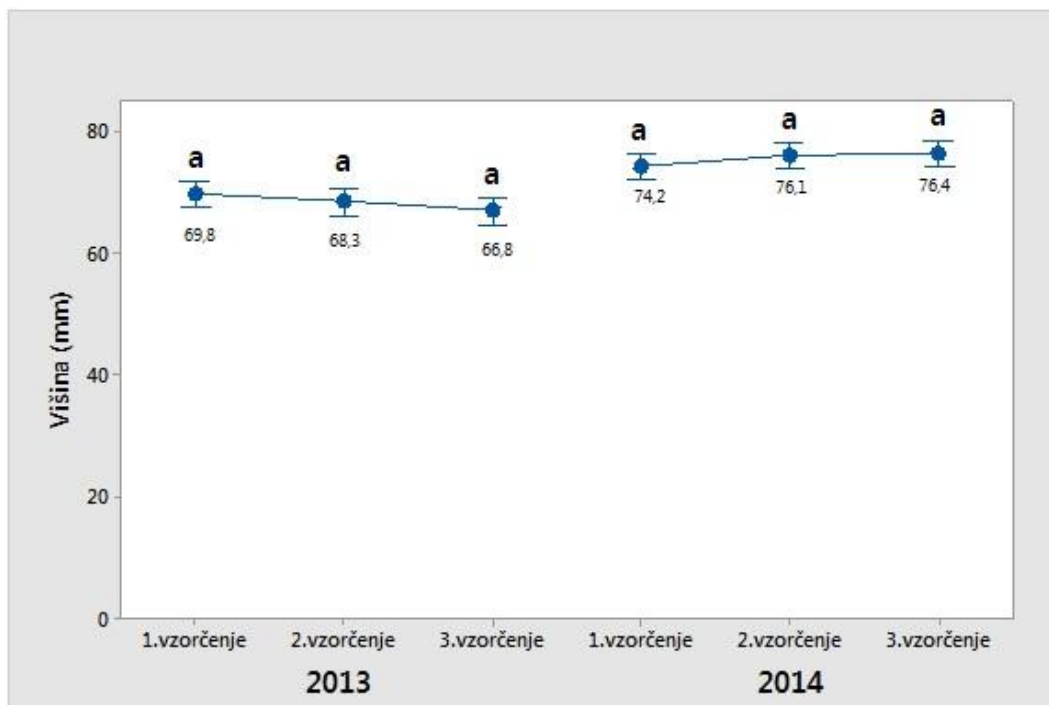
Slika 9: Povprečna masa plodov (g) križanca 'GJZ' za posamezna vzorčenja leta 2013 in 2014. Različne črke označujejo statistično značilne razlike glede na čas vzorčenja ($p \leq 0,05$); Ljubljana, 2013 in 2014

Statistično značilne razlike v masi plodov leta 2013 so bile med prvim in drugim vzorčenjem ter prvim in tretjim vzorčenjem. Statistično značilnih razlik med drugim in tretjim vzorčenjem ni bilo (slika 9).

V letu 2014 so bile statistično značilne razlike v masi plodov med prvim in drugim vzorčenjem. Statistično značilnih razlik med prvim in tretjim vzorčenjem ni bilo, prav tako tudi ne med drugim in tretjim vzorčenjem.

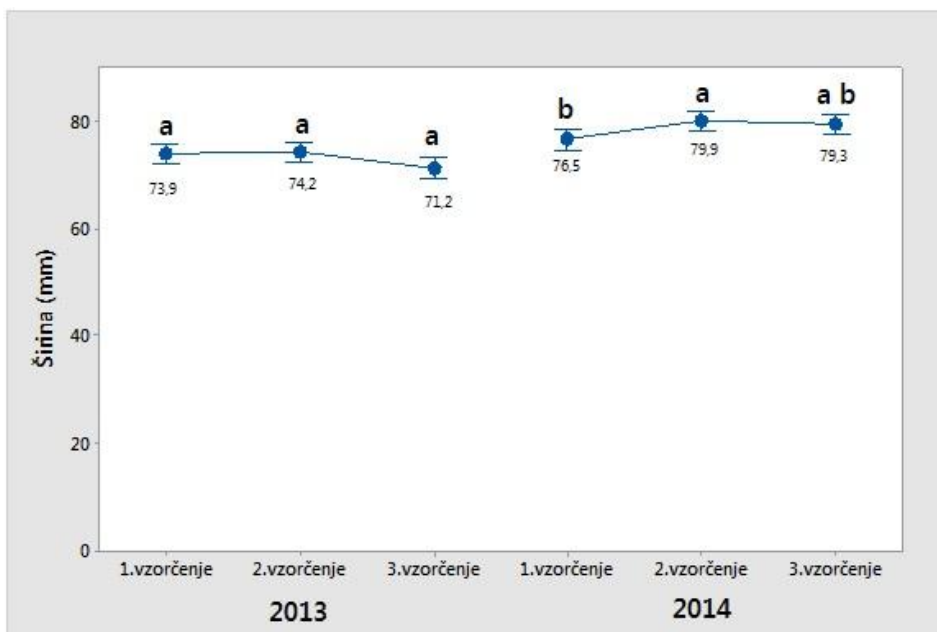
4.2 VIŠINA IN ŠIRINA PLODA

Plodovom smo izmerili tudi višino in širino. Povprečna višina ploda zadnjega obiranja je bila 66,83 mm, medtem ko je bila v letu 2014 povprečna višina ploda zadnjega obiranja 76,38 mm.



Slika 10: Povprečna višina plodov (mm) križanca 'GJZ' za posamezna vzorčenja leta 2013 in 2014. Različne črke označujejo statistično značilne razlike glede na čas vzorčenja ($p \leq 0,05$); Ljubljana, 2013 in 2014

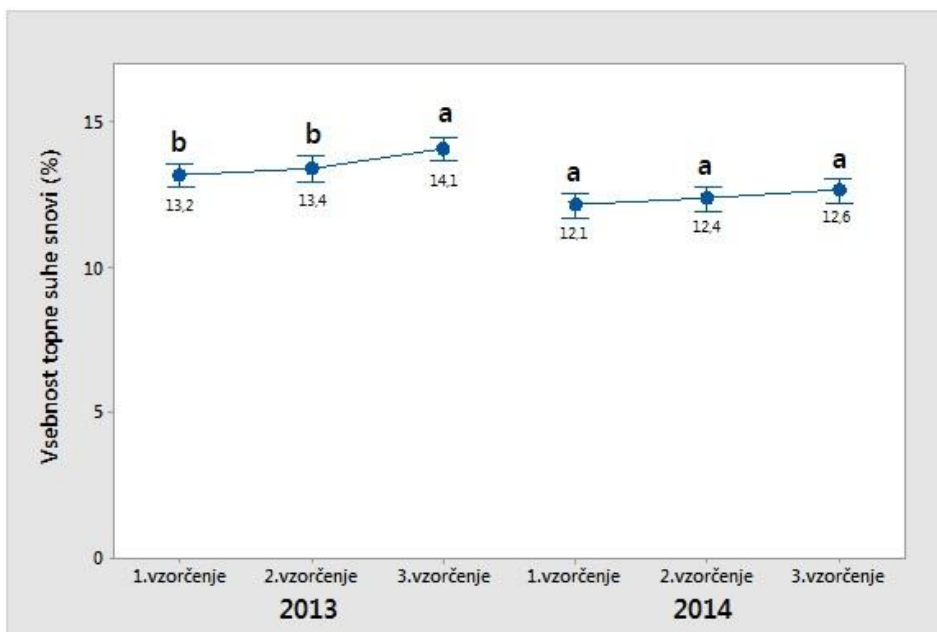
Statistično značilnih razlik v višini plodov med posameznimi vzorčenji leta 2013 in leta 2014 ni bilo (slika 10).



Slika 11: Povprečna širina plodov (mm) križanca 'GJZ' za posamezna vzorčenja leta 2013 in 2014. Različne črke označujejo statistično značilne razlike glede na čas vzorčenja ($p \leq 0,05$); Ljubljana, 2013 in 2014

Statistično značilnih razlik v širini plodov med posameznimi vzorčenji leta 2013 ni bilo, prav tako tudi ne leta 2014 (slika 11).

4.3 VSEBNOST TOPNE SUHE SNOVI



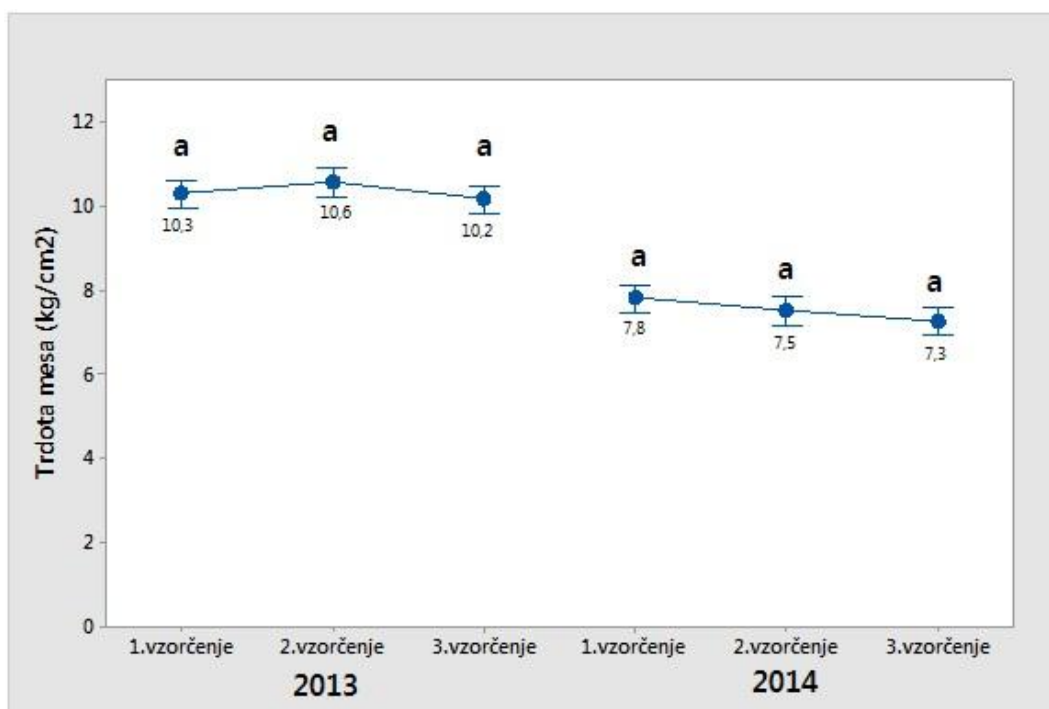
Slika 12: Vsebnost topne suhe snovi (%) v plodovih križanca 'GJZ' za posamezna vzorčenja leta 2013 in 2014. Različne črke označujejo statistično značilne razlike glede na čas vzorčenja ($p \leq 0,05$); Ljubljana, 2013 in 2014

Statistično značilne razlike v vsebnosti topne suhe snovi leta 2013 obstajajo med in prvim in tretjim vzorčenjem. Statistično značilnih razlik ni bilo med prvim in drugim vzorčenjem ter med drugim in tretjim vzorčenjem (slika 12).

Leta 2014 ni bilo statistično značilnih razlik v vsebnosti topne suhe snovi med posameznimi vzorčenji.

4.4 TRDOTA MESA

Trdota mesa je pomemben kazalnik zrelosti pri jabolkah. Je najlažje in najhitreje izmerljiv, saj obstajajo majhni, ročni penetrometri, ki so lahko prenosljivi in so enostavni za uporabo.

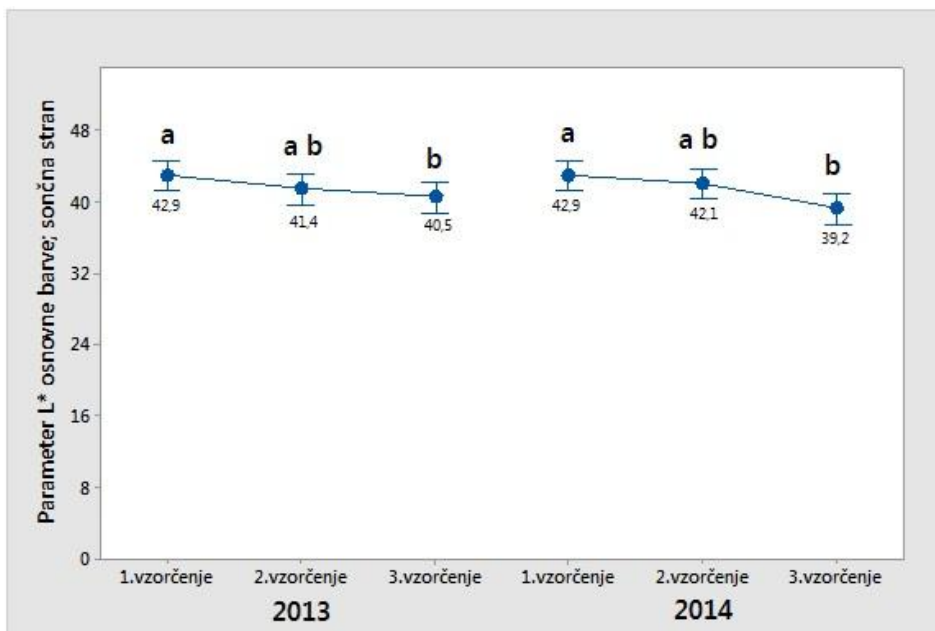


Slika 13: Povprečna trdota mesa (kg/cm^2) križanca 'GJZ' za posamezna vzorčenja leta 2013 in 2014. Različne črke označujejo statistično značilne razlike glede na čas vzorčenja ($p \leq 0,05$); Ljubljana, 2013 in 2014

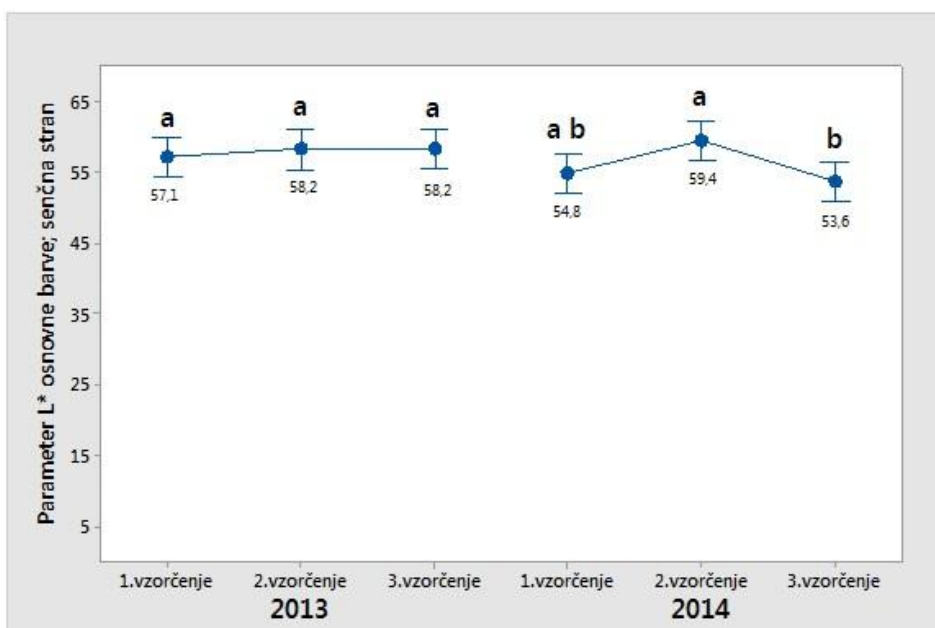
V trdoti mesa med posameznimi vzorčenji leta 2013 ni bilo statistično značilnih razlik. Enako je bilo tudi leta 2014 (slika 13).

4.5 OSNOVNA BARVA PLODOV

4.5.1 Parameter L* osnovne barve



Slika 14: Parameter L* osnovne barve za križanca 'GJZ' izmerjen na sončni strani ploda leta 2013 in 2014. Različne črke označujejo statistično značilne razlike glede na čas vzorčenja ($p \leq 0,05$); Ljubljana, 2013 in 2014

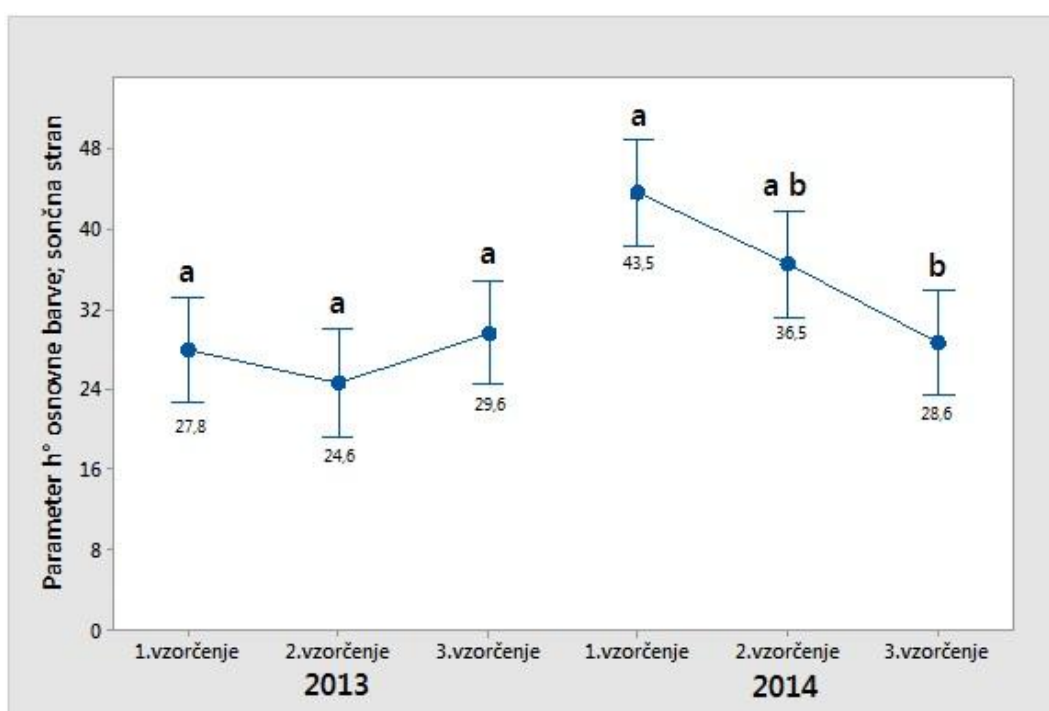


Slika 15: Parameter L* osnovne barve za križanca 'GJZ' izmerjen na senčni strani ploda leta 2013 in 2014. Različne črke označujejo statistično značilne razlike glede na čas vzorčenja ($p \leq 0,05$); Ljubljana, 2013 in 2014

Statistično značilnih razlik leta 2013 za parameter L* osnovne barve, ki je bil izmerjen na sončni strani ploda, med posameznimi vzorčenji ni bilo. Leta 2014 so bile statistično značilne razlike med prvim in tretjim vzorčenjem, medtem ko statistično značilnih razlik ni bilo med prvim in drugim ter drugim in tretjim vzorčenjem (slika 14).

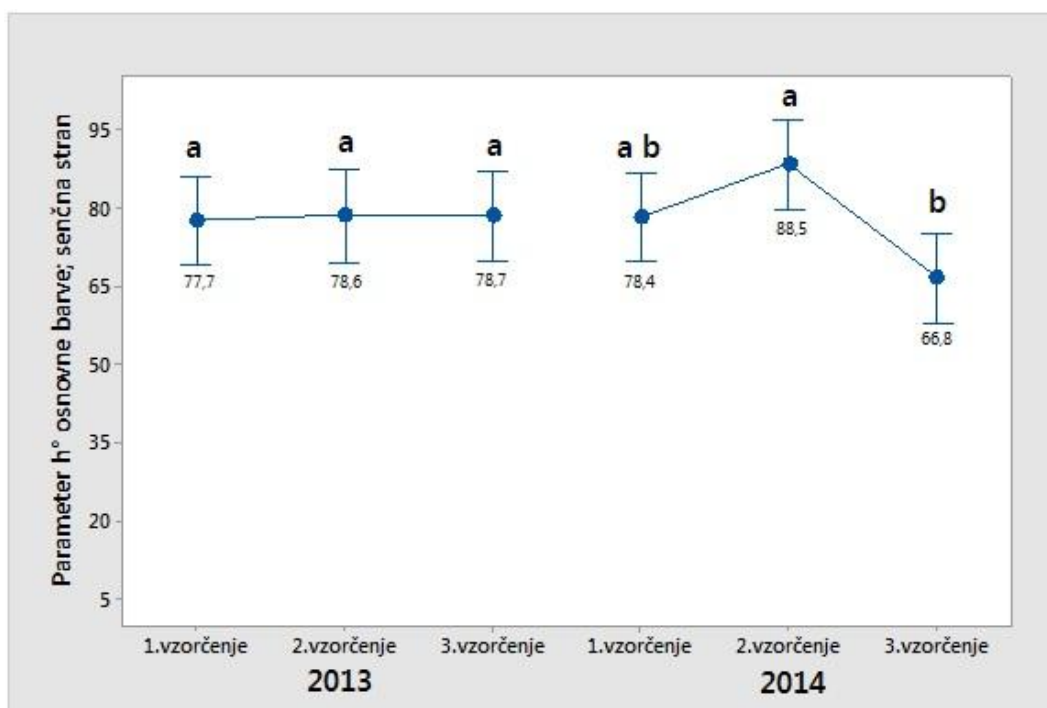
Pri parametru L* osnovne barve, izmerjenem na senčni strani ploda, smo ugotovili, da med posameznimi vzorčenji leta 2013 ni bilo statistično značilnih razlik, medtem ko so bile leta 2014 statistično značilne razlike samo med drugim in tretjim vzorčenjem (slika 15).

4.5.2 Parameter h° osnovne barve



Slika 16: Parameter h° osnovne barve za križanca 'GJZ' izmerjen na sončni strani ploda leta 2013 in 2014. Različne črke označujejo statistično značilne razlike glede na čas vzorčenja ($p \leq 0,05$); Ljubljana, 2013 in 2014

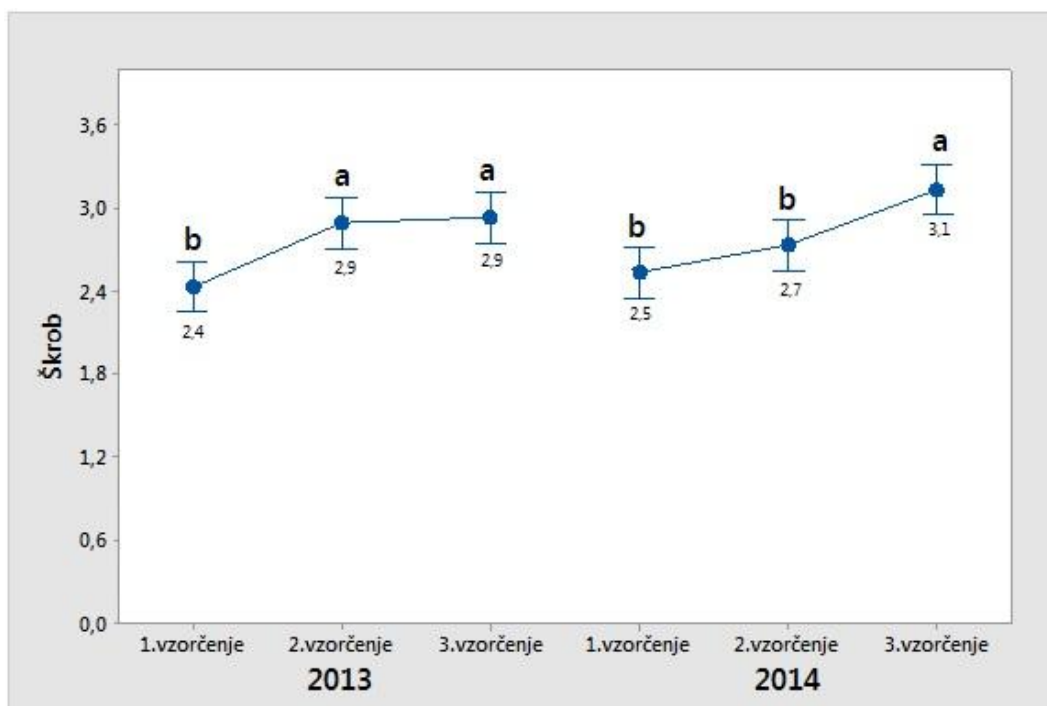
V parametru h°, izmerjenem na sončni strani ploda, ni bilo statistično značilnih razlik med posameznimi vzorčenji leta 2013, medtem ko leta 2014 obstajajo med prvim in tretjim vzorčenjem. Statistično značilnih razlik med ostalimi vzorčenji leta 2014 ni bilo (slika 16).



Slika 17: Parameter h° osnovne barve za križanca 'GJZ' izmerjen na senčni strani ploda leta 2013 in 2014. Različne črke označujejo statistično značilne razlike glede na čas vzorčenja ($p \leq 0,05$); Ljubljana, 2013 in 2014

V parametru h° , izmerjenem na senčni strani ploda, ni bilo statistično značilnih razlik med posameznimi vzorčenji leta 2013. Značilna razlika v parametru h° pa se je pokazala leta 2014 med drugim in tretjim vzorčenjem. Statistično značilnih razlik ni med prvim in drugim ter prvim in tretjim vzorčenjem (slika 17).

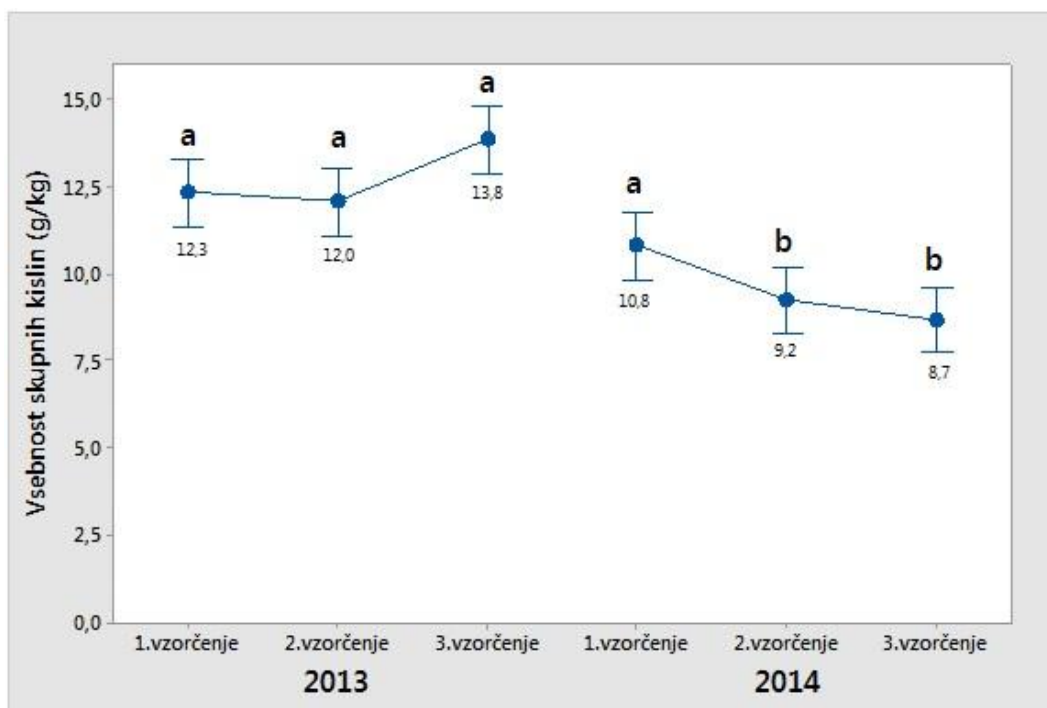
4.6 VSEBNOST ŠKROBA



Slika 18: Vrednost škroba pri križancu 'GJZ' za posamezna vzorčenja leta 2013 in 2014. Različne črke označujejo statistično značilne razlike glede na čas vzorčenja ($p \leq 0,05$); Ljubljana, 2013 in 2014

Statistično značilne razlike v vsebnosti škroba obstajajo med prvim in tretjim vzorčenjem leta 2013 in 2014, med prvim in drugim vzorčenjem leta 2013 ter drugim in tretjim vzorčenjem leta 2014 (slika 18). Statistično značilnih razlik ni med drugim in tretjim vzorčenjem leta 2013 ter med prvim in drugim leta 2014.

4.7 SKUPNE ORGANSKE KISLINE

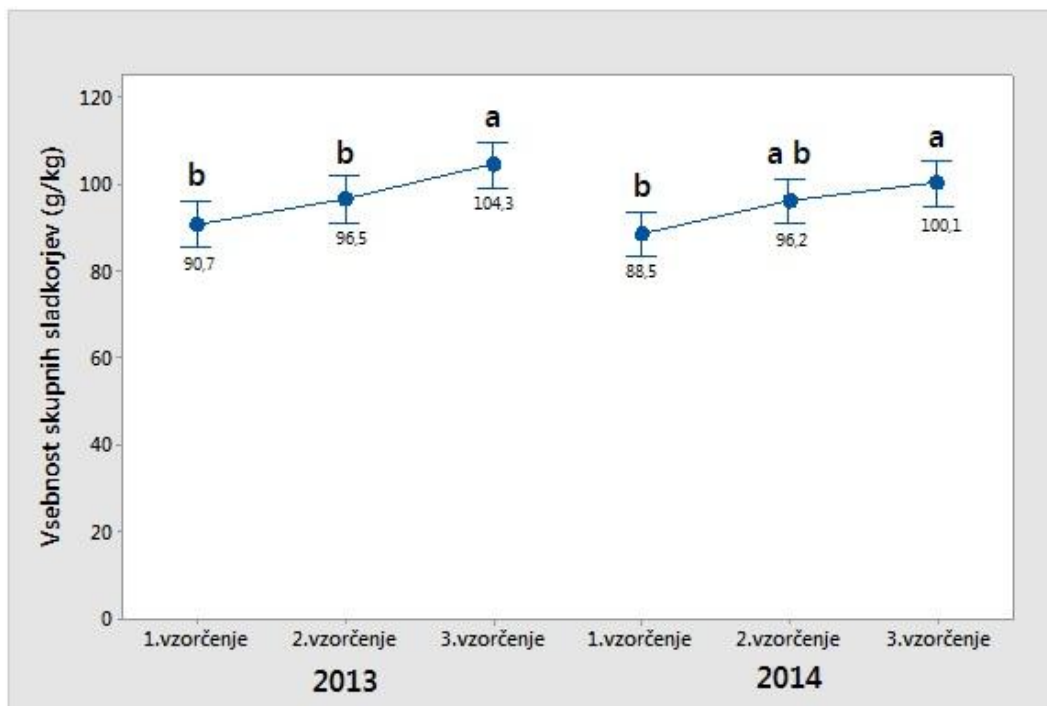


Slika 19: Vsebnost skupnih kislin (g/kg) v plodovih križanca 'GJZ' za posamezna vzorčenja leta 2013 in 2014. Različne črke označujejo statistično značilne razlike glede na čas vzorčenja ($p \leq 0,05$); Ljubljana, 2013 in 2014

Pri vsebnosti skupnih kislin leta 2013 ni bilo statistično značilnih razlik (slika 19).

Letu 2014 obstajajo statistično značilne razlike med prvim in tretjim vzorčenjem, medtem ko med prvim in drugim ter med drugim in tretjim vzorčenjem ni bilo statistično značilnih razlik.

4.8 SKUPNI SLADKORJI



Slika 20: Vsebnost skupnih sladkorjev (g/kg) v plodovih križanca 'GJZ' za posamezna vzorčenja leta 2013 in 2014. Različne črke označujejo statistično značilne razlike glede na čas vzorčenja ($p \leq 0,05$); Ljubljana, 2013 in 2014

V vsebnosti skupnih sladkorjev so bile leta 2013 statistično značilne razlike med prvim in tretjim vzorčenjem, medtem ko jih med prvim in drugim ter med drugim in tretjim vzorčenjem ni bilo (slika 20).

V vsebnosti skupnih sladkorjev so bile leta 2014 statistično značilne razlike med prvim in tretjim vzorčenjem, medtem ko statistično značilnih razlik ni bilo med prvim in drugim ter drugim in tretjim vzorčenjem.

Vsebnosti sladkorjev se med leti le malo razlikujejo.

5 RAZPRAVA

Leta 2013 in 2014 smo opravili poskus oziroma analizo plodov jablane križanca 'GJZ', ki so bili v posameznem letu vzorčeni v treh različnih terminih. Plodove smo obrali v Hortikulturnem centru Biotehniške fakultete Orehovlje. Analizo plodov smo naredili na Biotehniški fakulteti, na Oddelku za agronomijo. V vsakem terminu je bilo vzorčenih 15 plodov. Vsakemu plodu smo izmerili maso, vsebnost topne suhe snovi, trdoto mesa, osnovno barvo kože, vsebnost škroba, skupne organske kisline in skupne sladkorje. Zanimal nas je čas obiranja, pri katerem bodo plodovi v kontrolirani atmosferi zdržali dolgo skladiščenje (8 do 9 mesecev). Rezultate smo nato primerjali z vrednostmi, ki so bili na podlagi dolgoletnih raziskav določeni kot optimalne vrednosti za določitev tehnološke zrelosti, kjer so plodovi primerni za daljše skladiščenje.

Za določitev zrelosti plodov križanca 'GJZ' lahko uporabimo zrelostne parametre, ki so določeni za sorto 'Cripps pink', saj imata, kot navajajo v nekaterih člankih, enake starše. Vrednosti za določitev ustrezne zrelosti za križanec 'GJZ' so:

- vrednost škroba med 2,3 – 2,8 po petstopenjski lestvici;
- vsebnost topne suhe snovi $>12,50$ (13,0 – 14,0) (Cripps in sod., 1993);
- trdota mesa $>8 \text{ kg/cm}^2$ za dolgo skladiščenje in $>7,5 \text{ kg/cm}^2$ za srednje dolgo skladiščenje (Kobal in Soršak, 2013).

Leta 2013 in 2014 smo bili priča resnično ekstremnim klimatskim razmeram. Ti dve leti sta bili klimatsko zelo različni. To se je neposredno odražalo na plodovih, in sicer v masi, širini in višini plodov, trdoti mesa, vsebnosti sladkorjev in organskih kislin, vsebnosti topne suhe snovi ter vsebnosti škroba. Leto 2013 je bilo vroče in suho, s tremi vročinskimi vali in eno poletno sušo, medtem ko je bilo leto 2014 prav tako vroče, vendar bolj deževno, saj je bilo kar 770,3 mm več padavin kot leto poprej.

5.1 MASA PLODA

Masa se spreminja glede na klimatske razmere in agrotehnične ukrepe (foliarno gnojenje, namakanje, rez). Prav tako je odvisna od lege ploda in od števila plodov na drevesu (Walkowiak-Tomczak in sod., 2008; Tijskens in sod., 2016).

Z razvojem ploda se masa ploda povečuje, vendar se je masa ploda leta 2013 zmanjševala. To ni realni pokazatelj razvoja ploda, ker naj bi se masa z vsakim naslednjim obiranjem povečevala. Povprečna masa prvega obiranja je znašala 192,59 g, medtem ko je bila povprečna masa zadnjega obiranja 124,13 g. Statistično značilne razlike obstajajo med prvim in drugim ter prvim in tretjim vzorčenjem. Do takšnih rezultatov je verjetno prišlo zaradi ekstremnih klimatskih razmer, ki so zaznamovale ti dve poskusni leti. Leto 2013 je bilo bolj sušno, še posebej v mesecih, kjer se celice začno polniti z vodo in tako začnejo pridobivajo na masi. Leta 2014 pa so bili ravno ti meseci deževni in posledično se to odraža v večji masi vseh vzorčenj. Poleg vremenskih razmer je lahko kot posledica

manjših plodov leta 2013 tudi postopno jemanje vzorcev, in sicer so po prvem vzorčenju že začeli obirati jabolka iz zunanjšega dela krošnje in so zato za drugo in tretje vzorčenje ostala manjša jabolka. Mogoče je bil tudi ovesek v tem letu prevelik na drevesih in drevo ni imelo dovolj hranil in energije za razvoj vseh plodov na drevesu.

Leta 2014 se je masa povečevala od prvega do drugega vzorčenja, medtem ko je prišlo do zmanjšanja mase ploda med drugim in tretjim vzorčenjem, vendar ta razlika ni statistično značilna. Statistično značilna razlika obstaja med prvim in drugim vzorčenjem. Povprečna masa prvega vzorčenja je bila 207,58 g, drugega 237,36 g in tretjega vzorčenja 232,56 g.

Povprečna masa plodov je letu 2014 (225,8 g) bistveno večja, kot v letu 2013 (149,9 g).

5.2 VIŠINA IN ŠIRINA PLODA

Tako kot masa, sta tudi višina in širina ploda odvisna od klimatskih razmer in agrotehničnih ukrepov v nasadu. Prav tako nanju vpliva tudi število plodov na drevesu (Tijskens in sod., 2016).

Tako kot pri masi leta 2013 se tudi višina s kasnejšim vzorčenjem zmanjšuje. Povprečna višina plodov je bila pri prvem vzorčenju 69,78 mm, drugem 68,33 mm in tretjem 66,83 mm. Med njimi ni statistično značilnih razlik. Pri širini je prišlo do majhne razlike, trend zmanjševanja širine ploda se ni nadaljeval. Širina je najprej rahlo naraščala, nato pa je prišlo pri tretjem vzorčenju do njenega zmanjšanja. Pri prvem vzorčenju je bila povprečna širina 73,93 mm, drugem 74,19 mm in tretjem 71,25 mm. Statistična analiza je pokazala, da med njimi ni statistično značilnih razlik.

Leta 2014 je bila višina z vsakim kasnejšim datumom vzorčenja večja, in sicer pri prvem vzorčenju je bila višina ploda 74,16 mm, drugem 76,05 mm in tretjem 76,38 mm. Statistična analiza ni pokazala statistični razlik. Pri širini pa je podobno kot leta 2013. Najprej se je širina ploda malo povečala v primerjavi s prvim vzorčenjem, nato pa se je širina ploda zopet zmanjšala v primerjavi s tretjim vzorčenjem. Pri prvem vzorčenju je bila povprečna širina plodov 76,49 mm, drugem 79,90 mm in tretjem 79,31 mm. Tako obstajajo statistično značilne razlike samo med prvim in drugim vzorčenjem.

Plodovi so bili leta 2014 večji kot leta 2013.

5.3 VSEBNOST TOPNE SUHE SNOVI

Vsebnost topne suhe snovi je eden glavnih pokazateljev zrelosti jabolk. Gre za količino organskih kislin, sladkorjev in ostalih vodotopnih sestavin v soku jabolk. Znano je, da se njihove vsebnosti z zrelostjo povečujejo (Hudina, 1999). Vsebnost topne suhe snovi je zanesljiv pokazatelj, vendar obstajajo določene omejitve, in sicer je pomembno, iz katerega dela dreves vzamemo plod (vsebnost se spreminja od ploda do ploda, glede na položaj na

drevesu) in tudi od vremenskih razmer. Prav tako pa je potrebno za vsako sorto posebej izdelati parametre, katere je potrebno doseči za ustrezno zrelost (Nunes in sod., 2009).

Vsebnost topne suhe snovi minimalno narašča s kasnejšim datumom obiranja in ob prvem vzorčenju leta 2013 znaša 13,16 % ter ob drugem 13,39 %. Med tema dvema vzorčenjema ni statistično značilnih razlik. Ob tretjem vzorčenju se vsebnost znatno poveča in znaša 14,07 %. Med tretjim in prvim ter tretjim in drugim vzorčenjem tako obstajajo statistično značilne razlike. Prav tako se vsebnost topne suhe snovi minimalno poveča leta 2014. In sicer ob prvem vzorčenju je njena povprečna vrednost 12,12 %, ob drugem vzorčenju 12,35 % in ob tretjem vzorčenju 12,64 %. Razlika v vsebnosti topne suhe snovi leta 2014 med vzorčenji ni statistično značilna. Leta 2013 (13,5 %) je bila vsebnost topne suhe snovi večja kot leta 2014 (12,4 %).

5.4 TRDOTA MESA

Trdota mesa je eden pomembnejših kriterijev za določanje zrelosti in kakovosti jabolk. Dejavniki, ki vplivajo na trdoto mesa so oskrba z minerali, rastni in genski dejavniki, zrelost pri obiranju in tudi način skladiščenja (Hoehn, 2003).

Trdota mesa se z zrelostjo ploda zmanjšuje. Na zmanjševanje trdote mesa vpliva sestava celične stene, količina celuloze, hemiceluloze in pektinov, količina sladkorjev, ki imajo pet ali šest atomov ogljika ter velikost, oblika in turgor v celicah. Znano je, da so večja jabolka ob obiranju mehkejša kot manjša jabolka in prav tako bodo večja jabolka med staranjem izgubila več čvrstosti kot manjša (Pitts in sod., 1997).

V poskusu smo potrdili, da plodovi z zrelostjo postajajo manj čvrsti. Do majhnega odstopanja je prišlo leta 2013 pri drugem vzorčenju ($10,57 \text{ kg/cm}^2$), ko je bila trdota mesa nekoliko večja kot pri prvem ($10,28 \text{ kg/cm}^2$), vendar razlika ni statistično značilna. Pri tretjem oziroma zadnjem vzorčenju je bila trdota najmanjša ($10,17 \text{ kg/cm}^2$). Leta 2014 se trdota od prvega do zadnjega vzorčenja zmanjšuje. Trdota mesa prvega vzorčenja je bila $7,81 \text{ kg/cm}^2$, drugega $7,52 \text{ kg/cm}^2$ in tretjega vzorčenja $7,27 \text{ kg/cm}^2$. Razlike niso bile statistično značilne.

Med preiskovanima letoma obstajajo razlike v trdoti mesa. Plodovi so bili leta 2013 ($10,4 \text{ kg/cm}^2$) bolj trdi kot leta 2014 ($7,5 \text{ kg/cm}^2$) in to kar za $2,9 \text{ kg/cm}^2$. Do teh razlik, je najverjetneje prišlo zaradi večje količine vode v plodovih, ki so posledica obilnejših padavin v rastni dobi leta 2014.

5.5 OSNOVNA BARVA PLODOV

Barvila nastajajo med dozorevanjem ploda, najbolj pa se spreminjajo med polno zrelostjo. V primerjavi z ostalimi elementi je barvil v plodovih malo, vendar odločilno prispevajo k videzu jabolk. Barvila najdemo v plastidih, ki so v celicah kože. V nedozorelih plodovih

je največ kloroplastov, v katerih se nahaja klorofil, ki daje zeleno barvo. Z zorenjem jabolk se ti razkrajajo in se začnejo tvoriti karotenoidi, ki plodove obarvajo rumeno, oranžno in rdeče. V kožici se nahajajo tudi antocianini, ki jih najdemo predvsem v celičnem soku in ti so glavni razlog, da se jabolka obarvajo rdeče. Za njihovo tvorbo je izredno pomembna razlika med nočno in dnevno temperaturo, saj večja kot bo razlika, več se jih bo tvorilo in večji del jabolka se bo obarvalo rdeče. Če so nočne temperature previsoke se akumulacija antocianinov zmanjša in upočasni se proces obarvanja z rdečo barvo. Najdemo jih predvsem na sončni strani jabolk. Na splošno imajo barvila poleg tega, da dajejo plodu lepo barvo, ki je privlačna potrošniku, tudi drugo pomembno vlogo in ščitijo plod pred oksidacijo (Burton, 1982).

Osnovno barvo plodov smo izmerili s pomočjo kolorimetra, kateri določa barvo s pomočjo petih enot oziroma vrednosti, kjer parametre a^* , b^* , C , h° , L^* predstavimo s točko v koordinatnem sistemu. Parameter L^* nam pove svetlost ploda (0-100), parameter a nam pove ali je plod bolj rdeč ali bolj zelen (od $+a$ do $-a$), parameter b^* pa nam pove ali se barva nagiba bolj k rumeni ali modri barvi (od $+b$ do $-b$). Parameter h° predstavlja kot, ki nam pove kakšne osnovne barve je plod.

Večji kot je parameter L^* bolj so plodovi svetli, vendar je potrebno ta parameter še primerjati s parametrom h° . Na sončni strani ploda so bili plodovi najbolj svetli pri prvem vzorčenju (42,93), najbolj temni pa pri tretjem vzorčenju (40,50), vendar med terminoma ni statistično značilne razlike. Medtem ko so na senčni strani ploda največjo svetlost dosegli plodovi obrani pri tretjem vzorčenju (58,20), temnejši so bili pri ostalih dveh vzorčenjih (57,08, 58,15). Parameter h° je relativno majhen na sončni strani (27,83; 24,59; 29,6) v primerjavi s senčno stranjo, kjer je parameter precej večji (77,67; 78,64; 78,7). To pomeni, da je bila senčna stran bistveno bolj zelena kot sončna stran.

Leta 2014 prav tako obstajajo razlike v barvi med posameznimi vzorčenji, saj so bili plodovi na sončni strani svetlejši pri prvem vzorčenju (42,95) kot pri tretjem (39,20) in omenjene razlike so bile statistično značilne. Enako je bilo tudi pri plodovih na senčni strani, ko so bili najsvetlejši plodovi v drugem vzorčenju (59,40), sledi tretje vzorčenje (53,40) in razlike so statistično značilne v primerjavi s prvim vzorčenjem (54,84). Pri parametru h° pa nam rezultati kažejo, da so bili bolj zeleni plodovi na sončni strani pri prvem vzorčenju (43,47), medtem ko so bili manj zeleni pri ostalih dveh vzorčenjih, še najmanj pri tretjem vzorčenju (28,60). Na senčni strani pa so bili plodovi najbolj zeleni pri drugem vzorčenju, ko so dosegli vrednost 88,50, najmanj (66,8) pa pri tretjem vzorčenju, razlika je bila statistično značilna.

5.6 VSEBNOST ŠKROBA

Škrob v plodu predstavlja rezervno snov. Njegova vsebnost se z zrelostjo zmanjšuje, saj se ta pretvarja v sladkorje (Štampar in sod., 2014). To pomeni, da se škrob med zorenjem hidrolizira v enostavne sladkorje in šele nato postanejo jabolka užitna (Burton, 1982).

Hidroliza je intenzivnejša v območjih s toplejšimi podnebnimi razmerami, vendar se v tem primeru začne kasneje in prav tako plodovi kasneje dosežejo določeno vrednost razgradnje škroba. Dozorela jabolka vsebujejo le še 1 – 12 % škroba (Kingston, 1992). Če so sadeži obrani še preden pride do pretvorbe škroba v sladkorje, imajo ti pomanjkljiv in slabši okus po dolgotrajnem skladiščenju (Luton, 1996).

V našem primeru se vrednost škroba s kasnejšim datumom obiranja zmanjšuje tako leta 2013 in 2014, kar pomeni, kasneje ko so bili plodovi obrani, manj škroba so imeli. Vsebnost škroba doseže vrh avgusta oziroma je ta največja mesec dni pred dozorelostjo jabolk. Vsebnost škroba je v povprečju večja v večjih plodovih, tudi za 62 % v primerjavi z manjšimi plodovi (Hudina, 1999).

Leta 2013 je bila pri prvem vzorčenju vsebnost škroba 2,43, pri drugem 2,89 in pri tretjem 2,90. Rezultati drugega in tretjega vzorčenja so pokazali, da so razlike statistično značilne v primerjavi s prvim vzorčenjem, ko so plodovi že dosegli takšno stopnjo zrelosti, da je primerna za dolgotrajno skladiščenje (Werth, 1995).

Leta 2014 vsebnost škroba narašča podobno kot leta 2013. Pri prvem (2,5) in drugem (2,7) vzorčenju so bili plodovi primerni za dolgotrajno skladiščenje, medtem ko so bili pri tretjem vzorčenju (3,1) že prezreli.

Povprečna ocena škroba v letu 2013 je bila 2,7, v letu 2014 je ocena znašala 2,8.

5.7 SKUPNE ORGANSKE KISLINE

Skupne organske kisline so pomemben element sadja, saj dajejo sadju okus in skupaj z aromami vplivajo na organoleptične lastnosti sadja (Borsani in sod., 2009). Sintetizirajo se iz skladiščenih amino kislin in ogljikovih hidratov, z asimilacijo ogljikovega dioksida ob sodelovanju encima fosfoenol piruvat karboksilaze. Organske kisline, ki jih najdemo v sadju oziroma v plodovih jabolk, so jabolčna, citronska, šikimska in fumurna kislina. V manjših vsebnostih pa so zastopane tudi glikolna, glicerinska, mlečna in druge (Hudina, 1999). Okus sadja je odvisen od vsebnosti in tipa organskih kislin. Organske kisline imajo pomembno vlogo tudi pri obarvanosti plodov (vplivajo na stabilizacijo antocianinov), podaljšajo »polično« kakovost svežih plodov in kakovost produktov proizvedenih iz plodov (Ma in sod., 2015). Največji delež organskih kislin v plodovih jabolk predstavlja jabolčna kislina, in sicer 80-90 % od skupnih organskih kislin (Yamaki, 1984).

Na vsebnost skupnih organskih kislin vpliva več dejavnikov, kar so pokazale številne študije. Ti dejavniki so namakanje, mineralno gnojenje, okoljski dejavniki, temperatura in redčenje (Etienne in sod., 2013).

Povprečna vsebnost skupnih organskih kislin se z dozorevanjem plodov zmanjšuje, kar v svoji raziskavi dokazuje tudi Hudina (1999). Edina izjema v našem poskusu je vsebnost

organskih kislin izmerjenih iz vzorcev obranih 25. 10. 2013 (12,04 g/kg), ko je vsebnost nekoliko manjša kot vsebnost izmerjena 30. 10. 2013 (12,31 g/kg). Eden možnih razlogov je, da so bili plodovi vzorčeni 30. 10. 2013 iz notranjih delov krošnje, kjer so plodovi nekoliko bolj osenčeni in s tem tudi manj kakovosti, kot plodovi na zunanjem delu krošnje. Vendar razlika v vsebnosti organskih kislin med drugim in tretjim vzorčenjem ni statistično značilna, kar ne vpliva na trditev, da se vsebnost organskih kislin z dozorevanjem zmanjšuje.

Leta 2014 se je vsebnost skupnih organskih kislin z vsakim nadaljnjim vzorčenjem zmanjšala. Pri prvem vzorčenju je bila vsebnost skupnih organskih kislin 10,79 g/kg, pri drugem 9,23 g/kg in pri tretjem 8,67 g/kg. Razlika med prvim in drugim vzorčenjem je bila statistično značilna, kar pomeni, da se je v obdobju petih dni, kolikor znaša časovna razlika med vzorčenjema, vsebnost skupnih kislin znatno zmanjšala, medtem ko med drugim in tretjim vzorčenjem ni prišlo do tako velikega zmanjšanja.

V letu 2013 so bila jabolka bolj kislja, saj so imela v povprečju kar 3,1 g/kg skupnih kislin več kot leta 2014.

5.8 SKUPNI SLADKORJI

Ogljikovi hidrati so tako kot organske kisline pomembni za okus sadja in skupaj z aromami vplivajo na organoleptične lastnosti plodov. V zrelih plodovih najdemo ogljikove hidrate v obliki sladkorjev. Največji delež sladkorjev pri pečkarih zavzema fruktoze, sledi glukoza in saharoza. Poleg teh daje sladkost plodovom tudi sladkorni alkohol sorbitol (Štampar in sod., 2014). V zrelih plodovih jabolk, hrušk in drugega pečkatega sadja dosega vsebnost skupnih sladkorjev nekje od 5 – 10 % mase svežih plodov. Z dozorevanjem jabolk se začne škrob pretvarjati v sladkorje in vsebnost teh z zorenjem narašča (Hudina, 1999).

Sladkorji predstavljajo večji del topne suhe snovi v plodovih. Na količino posameznih sladkorjev vplivajo predvsem klimatske razmere, torej se razlikuje od sezone do sezone. Velik vpliv na vsebnost sladkorjev v plodu ima tudi položaj ploda na drevesu (Gvozdenović, 1989), prav tako na akumulacijo fruktoze in saharoze vpliva, če plod raste posamezno ali v skupini (od 9 do 20 % pri večjih plodovih) (Berüter, 1989).

V naši raziskavi smo prišli do zaključka, da vsebnosti skupnih sladkorjev z zrelostjo naraščajo. Plodovi prvega vzorčenja so že bili tehnološko zreli tako leta 2013 kot 2014. Vsebnost skupnih sladkorjev pri prvem vzorčenju leta 2013 je bila 90,74 g/kg, pri drugem 96,50 g/kg in 104,25 g/kg sladkorjev pri tretjem vzorčenju. Leta 2014 je bil trend podoben. Pri prvem vzorčenju je bila vsebnost sladkorjev 88,53 g/kg, drugem 96,16 g/kg in pri tretjem vzorčenju 100,07 g/kg.

Vsebnost sladkorjev v našem poskusu in v naših meritvah z vsakim naslednjim vzorčenjem narašča. Jabolka so bila leta 2013 (97,2 g/kg skupnih sladkorjev) bolj sladka, kot leta 2014 (94,9 g/kg skupnih sladkorjev). Izračunana povprečna vrednost obeh dveh let.

6 SKLEPI

S poskusom v Biljah smo želeli določiti optimalen čas obiranja jabolk križanca 'GJZ'. Naredili smo dvoletni poskus (2013, 2014), v vsakem posameznem letu določili optimalen čas obiranja.

Plodove, ki smo jih vzorčili v treh terminih, smo stehali, izmerili višino, širino ploda, trdoto mesa, vsebnost topne suhe snovi, naredili škrobni test, izmerili osnovno barvo kože in pripravili vzorce za HPLC analizo, ki nam je podala podatke o vsebnosti sladkorjev in organskih kislin v plodovih. Razmik med posameznimi obiranjmi je bil različen, in sicer od 5 do 11 dni.

Leti 2013 in 2014 sta bili klimatsko gledano ekstremni leti. Obe sta bili vroči, vendar je bilo leto 2013 suho s tremi vročinskimi vali in eno sušo, medtem ko je bilo leto 2014 ekstremno v količini padavin. Predvsem so bile nadpovprečne količine padavin februarja, maja, julija, avgusta, septembra, oktobra in novembra, ko se plodovi najbolj razvijajo in debelijo.

Leto 2013

Glede na določene parametre, ki jih morajo plodovi dosegati, da so dovolj zreli in jih nato lahko skladiščimo dlje časa, smo prišli do naslednje ugotovitve: plodovi so bili leta 2013 ustrezno zreli že pri prvem vzorčenju, glede na zrelostne kriterije, s katerimi smo primerjali svoje rezultate in to je bilo 18. 10. 2013. Vendar so bili plodovi v ostalih dveh vzorčenjih še vedno v zelo dobrem stanju. Bili so še vedno dovolj čvrsti za dolgotrajno skladiščenje, prav tako so imeli primerno vsebnost topne suhe snovi, samo škrob se je že precej razgradil in zaradi tega so bili plodovi prezreli za dolgotrajno skladiščenje, vendar uporabni za kratkotrajno skladiščenje ali takojšnje prodajo.

Leto 2014

Leta 2014 smo prišli do podobne ugotovitve. S prvim vzorčenjem smo v tem letu začeli že 13. 10. 2014. Zaradi obilice dežja so bili plodovi iz vseh vzorčenj veliko večji kot plodovi leta 2013. Trdota mesa, ki ustreza za dolgotrajno skladiščenje, mora biti večja kot 8 kg/cm², vendar v vseh treh obiranjih plodovi te vrednosti niso dosegli, ravno zaradi velike količine vode v mesu, ki je posledica velike količine padavin v rastni dobi plodov. Plodovi prvega vzorčenja so imeli trdoto mesa 7,81 kg/cm², ki je še pogojno primerna, da lahko plodove skladiščimo dlje časa. Tudi vsebnost topne suhe snovi v prvem in drugem vzorčenju ni dosegla potrebne vrednosti, saj mora ta dosegati 12,50 %. Samo pri tretjem vzorčenju je bila ta vsebnost presežena, vendar bi bilo tretje vzorčenje zaradi ostalih dveh določilnih kriterijev (trdota mesa in vsebnost škroba) neprimerno za dolgotrajno skladiščenje, saj je trdota mesa znašala 7,27 kg/cm². To potrjuje tudi vsebnost škroba, saj ta presega določeno vrednost in so plodovi že prezreli za dolgotrajno skladiščenje. Pri

drugem vzorčenju bi lahko glede na dobljene rezultate plodove skladiščili krajši čas, za kar so imeli plodovi primerno trdoto mesa, vsebnost topne suhe snovi in ustrezno količino škroba. Najprimernejši čas za tehnološko obiranje in kasnejše dolgotrajno skladiščenje je bil leta 2014 prvo obiranje, ko so plodovi dosegli najustreznejše rezultate. Kljub temu, da trdota ni bila v okviru priporočenih vrednostih, ni veliko odstopala in jo lahko upoštevamo za ustrezno. Večja razlika je pri vsebnosti suhe snovi, vendar po našem mnenju na račun velike količine vode v plodu. Kot zadnji in odločilni dejavnik je tu škrob. Plodovi so ga še vedno vsebovali dovolj, da jih lahko skladiščimo dlje časa, saj se lahko razgradi v hladilnici.

7 POVZETEK

Za določitev zrelosti plodov uporabljamo različne načine. Najboljši pokazatelji zrelosti so trdota mesa, vsebnost škroba in vsebnost topne suhe snovi, s katerimi smo tudi v našem poskusu določili optimalen čas obiranja plodov. Najbolj popularne sorte že imajo določene parametre, katere upoštevamo pri določitvi časa obiranja. Za manj poznane sorte pa si pomagamo s sortami najbližjih lastnosti.

V magistrskem delu smo želeli ugotoviti, kako različni termini obiranja, vplivajo na kakovostne parametre križanca 'GJZ' in če med dvema analiziranimi letoma obstajajo razlike v kakovostnih parametrih. Poskus smo izvedli v Hortikulturnem centru Biotehniške fakultete Orehovlje. Jabolka smo obrali leta 2013 in 2014 v treh terminih (18. 10. 2013, 25. 10. 2013 in 30. 10. 2013; 13. 10. 2014, 17. 10. 2014 in 27. 10. 2014), naključno po 15 plodov v vsakem terminu obiranja. Prišli smo do ugotovitve, da različni termini obiranja vplivajo na kakovostne parametre križanca. Leta 2013 so bila jabolka za daljše skladiščenje zrela že v prvem terminu, in sicer 18. oktobra. Kljub temu, da so bila jabolka v drugem terminu vzorčena sedem dni kasneje, so še vedno dosegala parametre, ki so določeni za dolgotrajno skladiščenje. Edina izjema je bila vrednost škroba, ki se je že precej razgradil in zaradi tega so bila jabolka primerna samo za krajše skladiščenje. Jabolka obrana v tretjem terminu so bila primerna za kratkotrajnejše skladiščenje ali za takojšno prodajo.

Leta 2014 se je prav tako prvi termin vzorčenja (13. 10. 2014) približal tehnološkemu času obiranja, vendar samo v vsebnosti škroba, ki je določena za optimalno obiranje. Ostala dva parametra sta izven določenih kriterijev za daljše skladiščenje, dosegata pa pogoje za kratkotrajno skladiščenje. Do tega je verjetno prišlo zaradi obilice padavin. Zaradi tega so bila jabolka bolj nasičena z vodo ter posledično mehkejša. Imela so tudi manjšo vsebnost topne suhe snovi, ki pa je optimalna v tretjem obiranju, ko sta ostala dva parametra krepko izven določenih kriterijev za daljše skladiščenje in na robu za kratkotrajno skladiščenje. Torej so bila jabolka v tretjem terminu bolj primerna za takojšno prodajo. V drugem terminu so plodovi dosegli zadovoljive rezultate za kratkotrajno skladiščenje.

Prav tako smo prišli do ugotovitve, da lahko med dvema preiskovanima letoma pride do razlik v kakovostnih parametrih. Največji vzrok za to so vremenske razmere. Leto 2013 je bilo vroče in suho z več vročinskimi vali in sušo, medtem ko je bilo leto 2014 tudi vroče, vendar z izjemno veliko padavin, saj je bilo 770,3 mm več padavin kot leta 2013.

Na osnovi poskusa smo ugotovili, da je jabolka križanca 'GJZ' za tehnološko zrelost potrebno obrati v drugi triadi oktobra. Če bi želeli določiti dejanski optimalen termin za tehnološko obiranje jabolka za daljše skladiščenje, bi morali poskus ponoviti še v kakšnem letu ali dveh, kjer bi bile vremenske razmere ugodnejše. Same vremenske razmere zelo vplivajo na dozorevanje plodov in njihovo kakovost, že sama količina padavin ima pomemben vpliv na velikost in maso plodov.

8 VIRI

- Arseneault M. H., Cline J. A. 2016. A review of apple preharvest fruit drop and practices for horticultural management. *Scientia Horticulturae*, 211: 40–52
- Berüter J. 1989. Carbohydrate partitioning and changes in water relations of growing apple fruit. *Journal of Plant Physiology*, 135: 583–587
- Blanpied G. D., Silsby K. J. 1992. Predicting harvest date windows for apples. Cornell University Cooperative Extension Bulletin, 221
<https://ecommons.cornell.edu/bitstream/handle/1813/3299/Predicting%20Harvest%20Date%20Window%20for%20Apples.pdf?sequence=2> (10. 10. 2016)
- Bohanec B. 2004. Osnove rastlinske biotehnologije, V: Gensko spremenjena hrana (ur). Bohanec B., Javornik B., Strel B. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta:1-28
- Borsani J., Budde C. O., Porrini L., Lauxmann M. A., Lombardo V. A., Murray R. 2009. Carbon metabolism of peach fruit after harvest: Changes in enzymes involved in organic acid and sugar level modifications. *Journal of Experimental Botany*, 60, 6: 1823–1837
- Burton W. G. 1982. Postharvest physiology of food crops. London, Longman Group Ltd.: 339 str.
- Chu G., Wilson K. 2000. Evaluating maturity of Empire, Idared and Sparta apples. Ontario.
<http://www.omafra.gov.on.ca/english/crops/facts/00-027.htm> (16. 3. 2016)
- Cripps J. E. L., Richards L. A., Mairata A. M. 1993. 'Pink Lady' apple. *HortScience*, 28: 1057
- DeLong J. M., Prange R. K., Harrison P. A., Schofield R. A., DeEll J. R. 1999. Using the Streif index as a final harvest window for controlled-atmosphere storage of apples. *Hortscience*, 34, 7: 1251–1255
- Doerflinger F.C., Miller W. B., Nock J.F., Watkins C. B. 2015. Relationships between starch pattern indices and starch concentrations in four apple cultivars. *Postharvest Biology and Technology*, 110: 86–95
- Etienne A., Génard M., Lobit P., Mbéguié-A-Mbéguié D., Bugaud C. 2013. What controls fleshy fruit acidity? A review of malate and citrate accumulation in fruit cells. *Journal of Experimental Botany*, 64, 6: 1451–1469

- Filip M., Vlassa M., Coman V., Halmagyi A. 2015. Simultaneous determination of glucose, fructose, sucrose and sorbitol in the leaf and fruit peel of different apple cultivars by the HPLC–RI optimized method. *Food Chemistry*, 199: 653–659
- Godec B., Hudina M., Usenik V., Koron D., Solar A., Vesel V., Stopar M. 2015. Sadni izbor za Slovenijo 2014. Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenije: 73 str.
- Gutman Kobal Z., Soršak A. 2013. Uravnavanje pridelka in izboljšanje kakovosti jabolk. V: Tehnološka navodila za pridelovanje jabolk. Ljubljana, Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije: 45-58
- Gvozdenović D. 1989. Od obiranja do prodaje. Ljubljana, Kmečki glas: 291 str.
- Gvozdenović D., Dulić K., Lomberger F. 1988. Gosti sadni nasadi. Ljubljana, Kmečki glas: 255 str.
- Hribar J., Vidrih R., Zlatič E. 2008. Stanje in trendi pri skladiščenju jabolk. V: Zbornik referatov 2. Slovenskega sadjarskega kongresa z mednarodno udeležbo, Krško, 31. januar – 2. februar 2008. Hudina M. (ur). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 421-427
- Hoehn E., Gasser F., Guggenbuhl B., Kunsch U. 2003. Efficacy of instrumental measurements for determination of minimum requirements of firmness, soluble solids, and acidity of several apple varieties in comparison to consumer expectations. *Postharvest Biology and Technology*, 27, 1: 27-37
- 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, Oddelek za agronomijo: 151 str.
- Jazbec M., Vrabl S., Juvanc J., Honzak D. 1990. V sadnem vrtu. Ljubljana, Kmečki glas: 384 str.
- Kingston C. M. 1992. Maturity indices for apple and pear. *Horticultural Reviews*, 13: 407-432
- Kodrič I., Torič M., Caf A., Brence A., Mavsar M., Gutman Kobal Z., Soršak A., Matko B., Mešl M., Miklavc J. 2013. Tehnološka navodila za pridelovanje jabolk. Ljubljana, Kmetijsko gospodarska zbornica Slovenije: 90 str.

- Luton M. T. 1996. Ten years of optimum harvest date data for the variety Cox's orange pippin. V: COST 94: The postharvest treatment of fruit and vegetables. Workshop on determination and prediction of optimum harvest date of apples and pears. Proceedings of a meeting of the working group optimum harvest date, June 9. -10. 1994. Lofthus, Norway. Luxembourg, Office for Official Publications of the European Communities: 39-48
- Ma B., Chen J., Zheng H., Fang T., Ogutu C., Li S., Han Y., Wu B. 2015. Comparative assessment of sugar and malic acid composition in cultivated and wild apples. Food Chemistry, 172: 86-91
- Mesečni bilten ARSO - Letnik 2013. ARSO.
<http://www.arso.gov.si/o%20agenciji/knji%C5%BEica/mese%C4%8Dni%20bilten/bilten2013.htm> (10. 10. 2016)
- Mesečni bilten ARSO - Letnik 2014. ARSO.
<http://www.arso.gov.si/o%20agenciji/knji%C5%BEica/mese%C4%8Dni%20bilten/bilten2014.htm> (10. 10. 2016)
- Nunes C., Ratob A. E., Barrosa A. S., Saraiva J.A., Coimbra M. A. 2009. Search for suitable maturation parameters to define the harvest maturity of plums (*Prunus domestica* L.): A case study of candied plums. Food Chemistry, 112: 570 - 574
- Palir N. 2013. Določanje optimalne zrelosti jabolk sorte 'Cripps Pink'. Diplomsko delo. Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 18 str.
- Pitts M., Drake S., Cavalieri R. 1997. Apple size and length of storage affects firmness. Wenatchee, Washington State University, Department of Biological Systems Engineering (March 1997).
<http://postharvest.tfrec.wsu.edu/pages/PC97D> (10. 11. 2016)
- Šiško M. 1983. Sadjarstvo za kmetijske šole. Ljubljana, Državna založba Slovenije: 343 str.
- Štampar F., Lešnik M., Veberič R., Solar A., Koron D., Usenik V., Hudina M., Oster G. 2005. Sadjarstvo. Ljubljana, Kmečki glas: 405 str.
- Štampar F., Lešnik M., Veberič R., Solar A., Koron D., Usenik V., Hudina M., Oster G. 2014. Sadjarstvo. 2. izd. Ljubljana, Kmečki glas: 416 str.

- Tijskens L. M. M., Unuk T., Okelloc R. C. O., Wubsa A. M., Šuštar V., Šumak D., Schouten R. E. 2016. From fruitlet to harvest: Modelling and predicting size and its distributions for tomato, apple and pepper fruit. *Scientia Horticulturae*, 204: 54–64
- Veltman R. H., Verschoor J. A., Ruijsch van Dugteren J. H. 2003. Dynamic control system (DCS) for apples (*Malus domestica* Borkh. cv 'Elstar'): optimal quality through storage based on product response. *Postharvest Biology and Technology*, 27: 79-86
- Viršček Marn M., Stopar M. 1998. Sorte jabolk. Ljubljana, Kmečki glas: 211 str.
- Yamaki S. 1984. Isolation of vacuoles from immature apple fruit flesh and compartmentation of sugars organic acids, phenolic compounds and amino acids. *Plant Cell Physiology*, 25: 151–166
- Werth K. 1995. Farbe & Qualität der Südtiroler Apfersorten. Bozen, Verband der Südtiroler Obstgenossenschaften: 88 str.
- Walkowiak-Tomczak D., Reguła J., Łysiak G. 2008. Physico-chemical properties and antioxidant activity of selected plum cultivars fruit. *Acta Scientiarum Polonorum, Technologia Alimentaria*, 7, 4: 15-22

ZAHVALA

Iskrena zahvala mentorici doc. dr. Maji MIKULIČ PETKOVŠEK za pomoč, nasvete in podporo pri pisanju magistrskega dela.

Zahvala recenzentki prof. dr. Metki HUDINA za pregled in popravke magistrskega dela.

Zahvaljujem se prav tako Hortikulturnem centru Biotehniške fakultete Orehovlje, ki so dovolili izvedbo poskusa.

Zahvala tudi moji družini in mojemu fantu za pomoč in podporo med študijem.