

Promjene fizikalnih i kemijskih svojstava plodova šljiva tijekom zrenja

Dugalić, Krunoslav

Doctoral thesis / Disertacija

2015

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Agriculture / Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:204:035428>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-14**



Repository / Repozitorij:

[Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb](#)





Sveučilište u Zagrebu

AGRONOMSKI FAKULTET

Krunoslav Dugalić, dipl. ing.

**Promjene fizikalnih i kemijskih svojstava
plodova šljiva tijekom zrenja**

DOKTORSKI RAD

Zagreb, 2015.



University of Zagreb
FACULTY OF AGRICULTURE

Krunoslav Dugalić, dipl. ing.

**Changes of physical and chemical
characteristics of plum fruits during
ripening**

DOCTORAL THESIS

Zagreb, 2015.



Sveučilište u Zagrebu
AGRONOMSKI FAKULTET

Krunoslav Dugalić, dipl. ing.

**Promjene fizikalnih i kemijskih svojstava
plodova šljiva tijekom zrenja**

DOKTORSKI RAD

Mentor: prof. dr. sc. Zlatko Čmelik

Zagreb, 2015.



University of Zagreb
FACULTY OF AGRICULTURE

Krunoslav Dugalić, dipl. ing.

**Changes of physical and chemical
characteristics of plum fruits during
ripening**

DOCTORAL THESIS

Supervisor: prof. dr. sc. Zlatko Čmelik

Zagreb, 2015.

INFORMACIJE O MENTORU

Mentor: prof. dr. sc. Zlatko Čmelik, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet

Prof. dr. sc. Zlatko Čmelik redoviti je profesor na Zavodu za voćarstvo Agronomskoga fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Diplomirao je (1975) i magistrirao (1988) na Poljoprivrednome fakultetu Univerziteta u Sarajevu, Bosna i Hercegovina, a doktorirao (1994) na Agronomskome fakultetu Sveučilišta u Zagrebu na temi “Dinamika i distribucija dušika, fosfora, kalija, kalcija i magnezija u izbojima šljive ‘Bistrice’ (*Prunus domestica* L.)”.

Nositelj je modula “Fiziologija voćaka” na doktorskome studiju. Koordinator je modula “Rasadničarstvo i kontinentalno voćarstvo” na diplomskome studiju te “Voćarstvo 2 i organsko-biološki uzgoj voća” na preddiplomskome studiju.

Mentorirao je 8 magistarskih radova i 6 doktorskih tema.

Njegovi su znanstveni interesi voćarstvo, fiziologija voćaka, mineralna prehrana, rast i razvitak voćaka te suvremena tehnologija uzgoja voćaka, rasadničarstvo i organski uzgoj voćaka.

Bio je suradnik i voditelj istraživačkih projekata te je trenutno voditelj znanstvenoistraživačkoga projekta “Evaluacija uzgajanih trešanja i višnje ‘Maraske’ u mediteranskom dijelu Hrvatske”. Publicirao je 15 znanstvenih radova u časopisima iz skupine CC/SCI-E i 92 znanstvena rada u časopisima iz skupine Agricola, BIOSIS, CAB zbornicima radova, sažetcima za hranu, znanost i tehnologiju.

Urednik je časopisa “Pomologia Croatica”. Član je međunarodne organizacije: Euphrin, ISHS.

Ovu disertaciju ocijenilo je tročlano povjerenstvo:

1. prof. dr. sc. Tomislav Jemrić,
Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet
2. dr. sc. Zorica Jurković,
znanstvena savjetnica, Poljoprivredni institut Osijek
3. izv. prof. dr. sc. Martina Skendrović Babojelić,
Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet.

Disertacija je obranjena na Agronomskome fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, 20.11.2015. pred tročlanim povjerenstvom:

1. prof. dr. sc. Tomislav Jemrić, _____
Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet
2. dr. sc. Zorica Jurković, _____
znanstvena savjetnica, Poljoprivredni institut Osijek
3. izv. prof. dr. sc. Martina Skendrović Babojelić, _____
Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet.

Zahvale

Prof. dr. sc. Zlatku Čmeliku zahvaljujem na odabiru teme te velikoj podršci i savjetima tijekom istraživanja i pisanja ovoga rada. Iskustvo i znanje značajno je utjecalo na moj znanstveno-istraživački rad te bez njegove podrške i poticaja izrada ovoga rada ne bi bila moguća.

Prof. dr. sc. Tomislavu Jemriću i prof. dr. sc. Martini Skendrović Babojelić zahvaljujem na korisnim raspravama i savjetima koji su utjecali na cjelokupan koncept rada.

Dr. sc. Zorici Jurković i dr. sc. Rezici Sudar zahvaljujem na velikoj pomoći u laboratorijskim analizama i pisanju rada bez čije pomoći i savjeta ovaj rad bio bi teško napisan.

Zahvalnost dugujem ravnatelju Poljoprivrednog instituta Osijek, dr. sc. Zvonimiru Zdunić na dugogodišnjem poticanju tijekom doktorskog studija i izradi ove disertacije.

Ovom prigodom želim zahvaliti svima onima koji su na bilo koji način doprinijeli stvaranju ovoga rada, posebice kolegama s Poljoprivrednog instituta Osijek: dr. sc. Vesni Tomaš, Dominiku Vuković, mag. ing. agr., Ines Mihaljević, dipl. ing., dr. sc. Mariji Viljevac, Vlatki Jurković, dipl. ing., dr. sc. Ivici Liović, dr. sc. Tihomiru Čupić, Kristini Zdunić, dipl. oec., Ani Komar, mag. iur. i Ankici Pranjić.

I na kraju, najveću zahvalnost upućujem roditeljima, a ovu disertaciju posvećujem mome ocu Stjepanu Dugalić, dipl. ing.

Krunoslav Dugalić

SAŽETAK

U Republici Hrvatskoj šljiva zauzima treće mjesto po površinama i proizvodnji plodova. Sorte šljiva zastupljene u hrvatskim voćnjacima često su tržišno neatraktivne ili su osjetljive na virus šarke te je njihova proizvodnja nekonkurentna. Oplemenjivački program šljive u Njemačkoj stvorio je nekoliko novih sorata šljiva ('Topstar', 'Toptaste', 'Haganta', 'Jojo', 'Tophit') koje su tolerantne na virus šarke, a odlikuju se boljim pomološkim, fizikalnim i kemijskim svojstvima. Agroekološki uvjeti značajno utječu na kakvoću plodova te je potrebno poznavati adaptibilnost novih njemačkih sorata na agroekološke uvjete istočne Hrvatske, gdje je veliki bazen uzgoja šljiva i gdje se šljiva tradicionalno uzgaja stoljećima. Pomološka, fizikalna i kemijska svojstva mogu značajno varirati u pojedinim područjima uzgoja, a s time je povezano i određivanje roka berbe za pojedine sorte. Neprikladan rok berbe razlog je propadanja velikoga postotka plodova u voćnjacima jer ne postoje univerzalni parametri za određivanje roka berbe.

Cilj ove disertacije bio je prikazati gospodarsku evaluaciju novih sorata šljiva ('Topstar', 'Toptaste', 'Haganta', 'Jojo', 'Tophit') u agroekološkim uvjetima istočne Hrvatske te utvrditi dinamiku promjena fizikalnih i kemijskih svojstava plodova tijekom zrenja i odrediti optimalni rok berbe u odnosu na klimatske čimbenike.

Istraživanje je provedeno u pokusnome nasadu šljiva na pokušalištu Poljoprivrednoga instituta Osijek, objekt Tovljač – istočno od Osijeka. Pokusni nasad posaden je 2005. godine. U disertaciji je istraživano 6 sorata šljiva: 'Toptaste', 'Haganta', 'Jojo', 'Topstar', 'Tophit' i 'Čačanska ljepotica' cijepljenih na podlozi WaxWa. Razmak sadnje je $4 \times 2,5$ m. Uzgojni je oblik popravljena vretenasta piramida. Sorte su posađene u tri reda, gdje je svaki red predstavljao repeticiju. U svakom redu posađena su 4 stabla svake sorte koje predstavljaju blok. Blokovi su randomizirani. U pokusnome nasadu nije uveden sustav za navodnjavanje te su primijenjene standardne tehnološke mjere gnojidbe, njege i zaštite. Berba plodova bila je u 4 roka berbe počevši od trenutka promjene pokrovne boje ploda nastavljajući se u tri iduće berbe svakih 5 – 7 dana. Istraživanje je trajalo dvije godine. Mjerenja su obuhvatila praćenje klimatskih prilika, praćenje fenofaze cvatnje i dinamiku rasta ploda, rodnost i pomološke značajke sorata te promjene fizikalnih i kemijskih svojstava plodova tijekom faze zrenja. Razlike između sorata, rokova berbe i klimatskih čimbenika s obzirom na fizikalna i kemijska svojstva statistički su obrađene analizom varijance.

Istraživanjem šećera u plodu šljive utvrđeno je da klimatske prilike značajno utječu na kakvoću ploda šljive. Tijekom zrenja, koje prati povećanje sume toplinskih jedinica (GDD

vrijednosti), povećava se sadržaj: topljive i ukupne suhe tvari, saharoze, glukoze i ukupnih šećera, razvoj boje i antocijana. Pod utjecajem klimatskih prilika godine ustanovljene su razlike u svih sorata u sadržaju i stanju spomenutih svojstava ploda. U obje godine istraživanja istraživane su sorte postigle punu zrelost uz slične GDD vrijednosti.

Tvrdoća ploda postupno se smanjivala tijekom zrenja u svih istraživanih sorata, a u vrijeme potpune zrelosti izmjerena je najmanja tvrdoća. U vrijeme potpune zriobe plodovi svih sorata u obje godine imaju gotovo istu tvrdoću. Boja kože ploda postupno se sve više razvijala tijekom zrenja. Za vrijeme zrenja količina antocijana nije se pravilno povećavala, nego je oscilirala od roka do roka berbe, od sorte do sorte, pa nisu utvrđene određene pravilnosti. Pod utjecajem klimatskih prilika godine utvrđene su razlike u sadržaju polifenola i antioksidacijske aktivnosti. Više polifenola i veću antioksidacijsku aktivnost sadržavali su plodovi u toplijoj i sušnijoj 2012. nego u 2013. godini. Ustanovljena su velika variranja između pojedinih rokova berbe. Tijekom zrenja vrijednost DA indeksa mijenjala se dosta promjenjivo i nije pokazala stabilnu pravilnost, pa između pojedinih rokova berbe nema opravdanih razlika.

Za utvrđivanje optimalnoga roka berbe mogu se rabiti nedestruktivni kriteriji: boja i GDD, a od destruktivnih: tvrdoća ploda, topljiva suha tvar i ukupni šećeri.

Sorte 'Toptaste', 'Tophit' i 'Haganta' postižu visoku kakvoću plodova u agroekološkim uvjetima istočne Hrvatske.

Ključne riječi: šljiva, sorta, fizikalna svojstva, kemijska svojstva, klima, zrenje, rok berbe.

SUMMARY

In Croatia, plums occupy the third place with respect to the total fruit plantation area and the volume of fruit production. The plum cultivars represented in Croatian orchards are often commercially unattractive or sensitive to the PPV and their production is not competitive. A plum breeding program in Germany has brought to development of several new cultivars of plums ('Topstar', 'Toptaste', 'Haganta', 'Jojo', 'Tophit') that are tolerant to the plum pox virus and are characterized by more favourable pomological, physical and chemical properties. Environmental conditions significantly affect the quality of the fruit and it is necessary to study the adaptability of the new German cultivars to the eastern Croatian agro-ecological conditions where a large pool of plums has been traditionally cultivated for centuries. The pomological, physical and chemical properties of plums can vary significantly in different cultivation areas as can the subsequent determination of the harvesting period for certain cultivars. Inadequate harvest-time can cause deterioration (decay) of a high percentage of fruits in orchards. Unfortunately, there are no universal parameters which would govern determination of the harvest-time.

The aim of this dissertation is to perform economic evaluation of new cultivars of plums ('Topstar', 'Toptaste', 'Haganta', 'Jojo', 'Tophit') in the eastern Croatian environmental conditions and to investigate the dynamics of change of the physical and chemical properties of the fruit during ripening and harvesting in relation to climatic factors.

The research was conducted in the experimental plum orchard of the Agricultural Institute Osijek, at location 'Tovljač', situated east of Osijek. The experimental orchard was planted in 2005. The dissertation deals with six plum cultivars: 'Topstar', 'Toptaste', 'Haganta', 'Jojo', 'Tophit' and 'Čačanska ljepotica', grafted on a WaxWa rootstock. The planting density was 4×2.5 m. The growing form was a repaired spindle shape pyramid. The cultivars were planted in three rows, each row representing a replication. Each row included 4 trees of each cultivar, which then constituted a block. The blocks were randomized. There was no irrigation system in the experimental orchard and what was implemented are the standard technological measures of fertilization, care and protection. The harvest was divided in 4 harvesting periods and commenced after the fruit had changed its covering colouring. The other three harvesting sequences were organized every 5-7 days. The research was done within two years. The measurements included monitoring of the climate conditions, flowering stages, fruit growth dynamics, yield and the pomological characteristics of the changes on the cultivars regarding the physical and chemical properties of the fruit during the ripening phase. The differences

between the cultivars and those in the harvest-time and climatic factors in regard to the physical and chemical properties of the fruit were statistically analysed using analysis of variance.

The analysis of the sugar content in the plums has revealed that climate conditions have significant impact on the quality of fruit. During the ripening, which was accompanied with an increase in the heat sum (GDD), it came to a rise in the content of soluble and total solids, sucrose, glucose, total sugars, colour development and anthocyanins. Under the influence of climate conditions throughout the year, the established differences referred in all cultivars to both the content and the state of the aforementioned properties of the fruit. In both years of testing, the researched cultivars reached full maturity with more or less the same GDD values. With respect to all studied cultivars, the hardness of the fruit was gradually reduced during the ripening and at the time of full maturity, the minimum hardness was achieved. At the time of full ripening, the fruits of all the cultivars were characterized by almost the same hardness in both years. During the ripening, the colour of the fruit skin became progressively more developed whereas the quantity of anthocyanin was not regularly increased but it fluctuated with no particular regularity depending on a period of time and a cultivar. Under the influence of climate conditions throughout the year, there were some differences in the content of polyphenols and in the antioxidant activity. Comparing the two years, the fruit was featured by more polyphenols and a more intensive antioxidant activity in the warmer and drier 2012. Large variations were detected between certain harvest times. During the maturation, the value of the DA index was changing quite variably and did not show stable regularity while between certain harvest times, there were no significant differences.

To determine suitable harvest-time, the following non-destructive and destructive criteria can be used: colour and GDD (non-destructive criteria), and fruit firmness, soluble solid substance and total sugars (destructive criteria).

Cultivars 'Toptaste', 'Tophit' and 'Haganta' can provide high fruit quality in the agro-ecological conditions of eastern Croatia.

Keywords: plum, cultivar, physical properties, chemical properties, climate, ripening, harvest-time

Sadržaj

1.	UVOD	1
2.	HIPOTEZE I CILJEVI ISTRAŽIVANJA	3
3.	PREGLED LITERATURE	4
3.1.	Rasprostranjenost i podrijetlo vrste	4
3.2.	Agroekološki uvjeti uzgoja šljiva	6
3.3.	Odnos šljive prema ekološkim uvjetima	6
3.4.	Rast i razvoj ploda	7
3.5.	Kemijski sastav ploda šljive	11
3.6.	Šećeri	11
3.7.	Kiseline	12
3.8.	Topljiva suha tvar	13
3.9.	Bioaktivni spojevi	13
3.10.	Fizikalna svojstva ploda šljive	16
3.10.1.	Masa ploda	16
3.10.2.	Tvrdoća ploda	16
3.10.3.	Boja ploda	16
3.10.4.	DA indeks – diferencija apsorpcije	19
3.10.5.	Određivanje roka berbe	20
4.	MATERIJAL I METODE ISTRAŽIVANJA	21
4.1.	Sorte u istraživanju	21
4.2.	Laboratorijske analize	24
4.3.	Praćenje klimatskih podataka	24
4.4.	Praćenje fenofaze cvatnje	24
4.5.	Praćenje dinamike rasta ploda	24
4.6.	Utvrđivanje rodnosti i pomoloških značajki plodova šljiva	24
4.7.	Utvrđivanje fizikalnih svojstava ploda	25
4.8.	Utvrđivanje kemijskih svojstava ploda	26
4.9.	Statističke analize	27
5.	REZULTATI	28
5.1.	Klimatske prilike za vrijeme istraživanja	28
5.1.1.	Vrijednosti sume toplinskih jedinica (GDD)	33
5.2.	Istraživanje svojstava tla	34

5.3.	Fenologija cvatnje.....	37
5.4.	Rast ploda	40
5.5.	Rodnost i bujnost sorata	44
5.6.	Istraživanje utjecaja klimatskih prilika na promjene tijekom zrenja i prikladan termin berbe	45
5.6.1.	Promjena mase ploda	45
5.6.2.	Praćenje promjene tvrdoće ploda po rokovima berbe	48
5.6.3.	Promjena koncentracije ukupnih kiselina u plodu tijekom zrenja	50
5.6.4.	Promjena koncentracije topljive i ukupne suhe tvari	52
5.6.5.1.	Dinamika nakupljanja saharoze	56
5.6.5.2.	Dinamika nakupljanja glukoze.....	58
5.6.5.3.	Dinamika nakupljanja fruktoze	60
5.6.5.4.	Promjene koncentracije sorbitola	62
5.6.5.5.	Dinamika nakupljanja ukupnih šećera	64
5.6.6.	Promjene boje kože ploda	66
5.6.8.	Dinamika količine ukupnih polifenola.....	70
5.6.9.	Dinamika nakupljanja količine antioksidanata	72
5.6.10.	Vrijednosti DA indeksa.....	74
5.6.11.	Korelacija istraživanih svojstava u 2012. i 2013. godini	76
5.6.12.	Principal component analize istraživanih sorata	79
6.	RASPRAVA.....	81
6.	ZAKLJUČCI.....	89
7.	POPIS LITERATURE	91
8.	PRILOZI.....	104
9.	ŽIVOTOPIS	125

1. UVOD

Šljiva pripada skupini najraznovrsnijih i najraširenijih voćnih vrsta jer se dobro prilagođava na različite uvjete tla i klime. Plodovi šljive najviše se upotrebljavaju kao svježe voće, a dijelom se prerađuju.

U Republici Hrvatskoj šljiva zauzima treće mjesto po površinama i proizvodnji plodova (DSZ, Statistički ljetopis, 2012). Najzastupljenija je sorta '*Bistrica*', koja je ekstremno osjetljiva na virus šarke, te je ona u novim nasadima sve manje zastupljena. Stoga se u proizvodnju uvode nove sorte različitih pomoloških, fizikalnih i kemijskih svojstava plodova i različitih rokova zrenja plodova.

Oplemenjivački program šljive u Njemačkoj stvorio je nekoliko novih sorata šljiva (*'Topstar'*, *'Toptaste'*, *'Haganta'*, *'Jojo'*, *'Tophit'*) koje su tolerantne na virus šarke, a odlikuju se boljim pomološkim, fizikalnim i kemijskim svojstvima. Agroekološki uvjeti značajno utječu na kakvoću plodova te je potrebno proučiti adaptibilnost novih njemačkih sorata na agroekološke uvjete istočne Hrvatske, gdje je veliki bazen uzgoja šljiva i gdje se šljiva tradicionalno uzgaja stoljećima. Pomološka, fizikalna i kemijska svojstva mogu značajno varirati u pojedinim područjima uzgoja, a s time je povezano i određivanje roka berbe za pojedine sorte. Parametri unutarnje i vanjske kakvoće ploda šljive izravno su povezani s procesima koji se odvijaju tijekom zrenja. Unutarnja kakvoća određuje se prema kriterijima koji su ujedno i kriteriji zrelosti: tvrdoća mesa ploda, sadržaj topljive suhe tvari i organskih kiselina te okus. Neprikladan rok berbe razlog je propadanja velikoga postotka plodova u voćnjacima jer ne postoje univerzalni parametri za određivanje optimalnoga roka berbe. Određivanje optimalnoga roka berbe nije lako jer za šljive, za razliku od jezgričavih voćaka, nisu razvijeni indeksi zrelosti. Tijekom zrenja najvažnije promjene uključuju sadržaj topljive suhe tvari (TST) i tvrdoću ploda, dva najpouzdanija pokazatelja stupnja dozrelosti ploda.

Cilj je ovog istraživanja prikazati gospodarsku evaluaciju novih sorata šljiva u agroekološkim uvjetima istočne Hrvatske, utvrditi dinamiku promjena fizikalnih i kemijskih svojstava plodova tijekom zrenja i odrediti optimalan rok berbe u odnosu na klimatske čimbenike.

Istraživanje će pridonijeti spoznajama o procesima koji se odvijaju u plodovima šljive tijekom zrenja te o sortnim specifičnostima u interakciji s ekološkim uvjetima. Naglasak je istraživanja na proučavanju jačine utjecaja ekoloških čimbenika na fizikalna i kemijska svojstva plodova šljiva te dinamiku njihovih promjena tijekom zrenja. Istraživanjem se utvrdila mogućnost određivanja roka berbe nedestruktivnim metodama *in situ* te pogodnost novih sorata '*Topstar*', '*Toptaste*', '*Haganta*', '*Jojo*' i '*Tophit*' za uzgoj u uvjetima semiaridne

klime istočne Hrvatske, što će omogućiti introdukciju boljih sorata koje su tržišno atraktivne u uzgoj na području RH.

2. HIPOTEZE I CILJEVI ISTRAŽIVANJA

Cilj istraživanja bio je:

1. proučiti fizikalne promjene svojstava plodova šljiva tijekom zrenja
2. utvrditi kemijske promjene svojstava plodova šljiva tijekom zrenja (*ukupna topljiva suha tvar; sadržaj ukupnih polifenola i antocijana; sadržaj šećera sorbitol, saharoza, fruktoza, glukoza; ukupni šećeri; ukupne kiseline*)
3. utvrditi utjecaj temperature zraka na fizikalna i kemijska svojstva ploda šljiva
4. utvrditi odnos između fizikalnih i kemijskih svojstava ploda i temperature zraka te na temelju toga odrediti optimalan rok berbe za sorte šljiva 'Topstar', 'Toptaste', 'Haganta', 'Jojo', 'Tophit' i 'Čačanska ljepotica'.

Hipoteze istraživanja:

1. Odnos između fizikalnih i kemijskih svojstava ploda bolji je pokazatelj zrelosti ploda negoli razgradnja klorofila i boja kože ploda.
2. Temperatura zraka značajnije utječe na kemijski sastav ploda negoli sorta.

3. PREGLED LITERATURE

3.1. Rasprostranjenost i podrijetlo vrste

Velik je broj vrsta šljiva (Anzin i sur., 1956., Childers, 1969., Zielinski, 1977., Cobianchi i sur., 1988., Bellini, 1991., Ertekin i sur., 2006.), koje su rasprostranjene u različitim ekološkim uvjetima ovisno o specifičnim zahtjevima prema klimatskim prilikama. Od velikoga broja vrsta roda *Prunus* u uzgoju su proširenije sorte koje potječu od vrsta *Prunus domestica* L., *Prunus insititia* L. i *Prunus salicina* Lind. Općenito uzevši, veće gospodarsko značenje imaju sorte koje pripadaju vrsti *Prunus domestica* L., odnosno europskoj šljivi. Njezin je uzgoj proširen u Europi, Aziji i Sjevernoj Americi. Sve sorte šljive koje pripadaju toj vrsti ne odnose se jednako prema ekološkim uvjetima, a posebno prema temperaturnome režimu. Ovisno o sorti, zahtjevi sorte kolebaju se u širokim granicama (Anzin i sur., 1956., Martinez-Zaparta, 1964., Tabaunecca i Herrero, 1965., Childers, 1969., Štampar i Iveković, 1971., Kovatz, 1976., Bubić 1977., Cobianchi i sur., 1988., Crisosto i sur., 1997., Manganaris i sur., 2008., Silvestroni, 2012. i drugi). Skupina sorata koje pripadaju vrsti *Prunus domestica* L. lakše podnose manjak topline, ali u vrijeme zrenja ploda traže dulje trajanje vegetacije i posebne uvjete. Toplinski uvjeti u vrijeme zrenja ploda uvelike utječu na kakvoću ploda. Pri nedostatku topline za vrijeme zrenja plodovi skupe manje šećera, a imaju povećanu kiselost. Uz suvišak topline u plodovima se povećava količina šećera, a kožica ploda postaje tamna i na izgled ružna. Odnos pojedinih sorata šljiva prema ekološkim uvjetima slabo je proučen. Znamo da kakvoća plodova uvelike ovisi o klimatskim i edafskim prilikama proizvodnoga područja. Već je Anzin (1956), na osnovi opsežnih istraživanja kakvoće plodova pojedinih sorata u širokim prostranstvima Rusije, naglašavao da količina šećera i kiselina osjetno varira u jednih te istih sorata ovisno o klimatskim prilikama i edafskim uvjetima.

Premda je uzgoj šljive u Hrvatskoj odavno proširen, ipak se nije mnogo proučavalo biološke i gospodarske vrijednosti sorata šljiva. Štampar (1965) ističe kako je prvi pokusni nasad s velikim brojem sorata podignut 1955. godine zalaganjem prof. N. Šermana na Fakultetskome pokusnom i nastavnom dobru Jazbina. U tom voćnjaku bile su zastupljene sorte: 'Bistrica', 'Kordićeva Dinka', 'Komoričanka', 'Motičanka', 'Ana Späth', 'Slatka', 'Kraljica Viktorija', 'Grof Altan', 'Kajsiolika', 'Car', 'Jeferson', 'Kirke', 'Lijepa iz Löwena', 'Riverova rana', 'Zimerova rana', 'Malvazinka', 'Metzka Mirabela', 'Nansiška Mirabela', 'Mali zeleni ringlo', 'Veliki zeleni ringlo', 'Talijanka', 'Aženka' i druge. Nešto kasnije u sortiment su uvedene sorte 'Stanley', 'Kalifornijska plava', 'Ruth Gerstetter', 'President', 'Grossa di Felizio' i 'Big Eigh' te novije sorte selekcije Instituta za voćarstvo u Čačku:

'Čačanska rana', 'Čačanska najbolja', 'Čačanska rodna', 'Čačanska ljepotica', 'Valjevka', 'Čačanski šećer', 'Valerija', a potom još sorte 'Hanita', 'Elena', 'Herman', 'Katinka', 'Sugar top' i druge (Čmelik i sur., 1995). U pokusnome voćnjaku na Fakultetskome pokusnom i nastavnom dobru Jazbina provedena su sustavna istraživanja rasta, rodnosti i kemijskoga sastava dvadeset i jedne (21) stolne sorte šljive (Štampar, 1965., Štampar i Iveković, 1971.) te utjecaj podloga na vegetativni i generativni rast sorte 'Bistrice' (Paulić, 1983). Osim toga, istraživana je odnos između šećera i refraktometrijske vrijednosti u plodovima šljive (Štampar, 1952). U novije vrijeme selekcijskim je radom dobiven velik broj novih vrijednih stolnih sorata, što potvrđuju: Valmori (1991), Ogašinović i sur., (1995), Jacob (1993., 1998., 2002.), Sansavini i sur., (1996.a, 1996.b, 1996.c), Hartman (1998., 1999.), Čmelik i sur., (1995). Seleksijski rad bio je usmjeren na dobivanje novih sorata boljih bioloških i gospodarskih svojstava, uključujući i otpornost na bolesti i štetnike, a posebno na virusnu bolest šarku, te produženje vremena berbe (Okie, Weinberger, 1996). Nove stolne sorte šljiva moraju imati masu veću od 30 g, jajasti do jajasto-izduženi oblik, tamno plavu boju s izraženom pepeljastom prevlakom, žuto i tvrdo meso, dobru aromu, potpuno odvajanje koštice od mezokarpa i dobro podnositi rukovanje i transport (Šoškić, 1994). Među novim sortama ističu se sorte selekcionirane u Njemačkoj (Hartmann, Petruschke, 2002). O njemačkim sortama tolerantnima na šarku prve smo podatke crpili iz literature (Jacob, 1998., 2002., 2007.; Hartmann, 1998., 1999., 2002., 2006.). U tim radovima navedene su i ostale važne značajke novih sorata. Vrijedne informacije o sustavu uzgoja novih sorata u gustome sklopu podastri su Sansavini i sur., (1996). Nedostajala su vlastita iskustva, odnosno poznavanje ponašanja novih sorata u našim ekološkim uvjetima. Nove sorte ('Topfirst', 'Topfive', 'Topgigant', 'Topstar', 'Jojo', 'Top 2000', 'Haganta', 'Tophit' i druge) prvi su put uvedene u uzgoj krajem 90-ih godina prošloga stoljeća na Fakultetskome pokusnom i nastavnom dobru Jazbina, gdje je postavljen sortni pokus. Rezultate istraživanja rasta, rodnosti i kakvoće plodova, utjecaja podloge i gustoće sklopa novih sorata podastiru nam Čmelik i sur., (1995., 2002., 2007.a, 2007.b). Na osnovi trogodišnjih istraživanja vegetativne razvijenosti i generativnih svojstava novih sorata: 'Topfirst', 'Topfive', 'Topgigant', 'Topstar', 'Jojo', 'Top 2000', 'Tophit' i 'Haganta' na podlozi WaxWa autori kao vrjednije izdvajaju 'Topfirst', 'Topfive' i 'Jojo' (Čmelik i sur., 2007). Radovi Čmelika i suradnika vrijedan su prilog boljemu poznavanju mogućnosti širenja u uzgoju novih boljih stolnih sorata šljive.

3.2. Agroekološki uvjeti uzgoja šljiva

Prema Bubiću (1977) glavna su proizvodna područja za uzgoj šljive 'Bistrice' ona u kojima se srednje temperature za lipanj, srpanj i kolovoz kreću unutar granica od 18 do 20 °C. U tim područjima 'Bistrice' dobro dozrijeva i daje plodove najbolje kakvoće s dosta šećera, a na kožici imaju razvijen mašak ("maglicu", pepeljak, voštanu prevlaku). U šljivarskim područjima sa srednjom temperaturom za ta tri mjeseca u razmaku od 17 do 18 °C šljive se lijepo razvijaju, imaju dovoljno šećera, ali kasnije dozrijevaju i nemaju dovoljno razvijen lijep mašak na kožici ploda. U područjima sa srednjom temperaturom za ta tri mjeseca nižom od 17 °C plodovi postaju sve kiseliji, bez dovoljno šećera, a nemaju razvijen mašak na kožici. Ondje gdje tijekom spomenuta tri mjeseca srednja temperatura prelazi 20 °C, a tlo se ne natapa, ne može se postići dobra kakvoća plodova 'Bistrice' jer plodovi prisilno dozrijevaju, postaju mekši i ne razvijaju mašak na kožici ploda. Bulatović (1969) vrjednuje proizvodna područja za šljivu prema hidrotermijskoj vrijednosti. Takva ocjena za prikladnost proizvodnoga prostora za šljivu u Hrvatskoj nije prihvatljiva jer iste hidrotermijske vrijednosti imaju položaji gdje šljiva izvrsno uspijeva i posve neprikladni položaji (Miljković, 1984). Odnos šljive prema ekološkim uvjetima, a posebno prema klimatskim prilikama u Hrvatskoj proučavao je Miljković (1974., 1984.). On ističe kako se pouzdanije može ocijeniti područje za intenzivni uzgoj šljive na osnovi hidrotermičkoga koeficijenta po Seljaninovu u modifikaciji po Popovu. Šljiva se uzgaja u Hrvatskoj i daje najbolju kakvoću u područjima gdje se vrijednosti hidrotermičkoga koeficijenta kreću od 1,10 do 1,35 s prosjekom od 1,20 do 1,25, a to su glavna središta uzgoja šljive: Požega (1,20), Petrinja (1,23), Garešnica (1,19), Gračac u Lici (1,29), Topusko (1,33), Daruvar (1,33), Virovitica (1,24), Slavonski Brod (1,29) i Zagreb (1,29).

3.3. Odnos šljive prema ekološkim uvjetima

Za ocjenu biološke i gospodarske vrijednosti novih sorata šljiva u odnosu na ekološke uvjete proizvodnoga prostora potrebno je poznavanje niza svojstava, odnosno relacije između ekoloških uvjeta i životnoga i godišnjega ciklusa pojedine sorte. Važnija su svojstva: fenologija cvatnje, rast ploda, vrijeme zrenja, promjene tijekom zrenja, ocjena optimalnoga roka berbe, kakvoća ploda (veličina, tvrdoća, boja, kemijski sastav, okus, aroma, hlapljive tvari, antioksidacijski potencijal itd.). U novijoj znanstvenoj i stručnoj literaturi nalaze se informacije o reagiranju pojedinih novih sorata na ekološke uvjete (Cobianchi i sur., 1988., Crisosto i sur., 1997., Vangdal i sur., 2005., Manganaris i sur., 2008., Silvestroni, 2012.). Autori ističu da pojedine sorte pokazuju specifične zahtjeve prema klimatskim

prilikama te da, ovisno o klimatskim prilikama proizvodnoga područja i klimatskim prilikama pojedinih godina, varira početak i trajanje pojedinih fenofaza vegetativnih i generativnih organa te kakvoća plodova.

Anzin i sur., (1956) ističu da klimatske prilike utječu na promjenu tvrdoće ploda. Uz visoke temperature može doći do otvrdnuća ploda, pa se ne mekša adekvatno tijekom zrenja. Crisosto i sur., (2002) ističu kako temperature više od 25 °C negativno utječu na kakvoću ploda tijekom faze zrenja reducirajući arome i promovirajući nepravilno zrenje.

Prema Anzinu (1956) šljive su najosjetljivije na sušu u vrijeme formiranja endokarpa, odnosno od 20 do 30 dana nakon cvatnje. U nedostatku vlage u to vrijeme zapaža se jače opadanje plodova, a to je vrijeme kada postignu veličinu lješnjaka. Uz dulje trajanje suše za vrijeme intenzivnoga rasta ploda plodovi ostaju sitniji i smežuraju se uz peteljku, a ujedno postaju tamno mrke boje. Osim toga, velik broj plodova ne omekšava i ne mijenja okus, a postupno mogu i opasti.

Poznato je da na početak i trajanje cvatnje pojedine sorte, osim njezine nasljedne osnove, ponajviše utječu klimatske prilike, a posebno temperatura. Skupina sorata europske šljive koje potječu od vrste *Prunus domestica* L., prema istraživanjima (Belini, 1991., Silvestroni, 2012.) zahtijeva sumu inaktivnih temperatura za slom razdoblja dormantnosti od 600 do 800 sati. Pošto prođe razdoblje dormantnosti, potrebna je suma od 197 sati aktivnih temperatura za početak pupanja, a za početak cvatnje 321 sat (prema Pagenpolu, cit. Miljković, 1991). Tabueneca i Hereero (1966) ističu kako je za početak cvatnje potrebna suma aktivnih temperatura od 321 sata. U sjeverozapadnoj Hrvatskoj prema Štampar (1966) šljive počinju cvatnju uz srednju dnevnu temperaturu od 8 do 12, odnosno 16 °C. Pri stabilnim temperaturama cvatnja šljiva traje oko 10 dana. Uz vrlo povoljne temperature od 20 do 25 °C cvatnja traje od 5 do 6 dana. U ekološkim uvjetima Slavonije uz vrlo povoljne temperature česta je pojava takozvane eksplozivne cvatnje koja traje od 5 do 6 dana, pa su u tim uvjetima između pojedinih sorata vrlo male razlike u početku i trajanju cvatnje.

3.4. Rast i razvoj ploda

Nakon cvatnje i oplodnje slijedi rast ploda. U znanstvenoj literaturi nalazimo malo informacija o dinamici rasta ploda europskih sorata šljive (*Prunus domestica* L.). Rast ploda šljive kompleksan je problem koji je povezan s rastom pojedinih dijelova ploda. Optimum kakvoće ploda ovisi o više čimbenika, uključujući rast ploda. O rastu ploda ovise fizikalna i kemijska svojstva ploda: veličina, tvrdoća, šećeri, organske kiseline, aroma, hlapljive tvari i boja. Tijekom rasta ploda u plodu se zbivaju brojne strukturne i fiziološke, odnosno

biokemijske promjene kao posljedica metabolizma. Dolazi do transformacija tkiva i brojnih biokemijskih procesa koji su u početku anabolički, a poslije katabolički. Različite biokemijske procese možemo razdvojiti na procese primarnoga i sekundarnoga metabolizma ugljikohidrata. Među kompleksnim fiziološkim procesima, koji reguliraju akumulaciju šećera, u organima se pojavljuje mehanizam punjenja i pražnjenja floema i postfloemskoga transporta. Općenito, prelazak šećera floemskim sustavom u stanice može slijediti na različite načine, koji mogu varirati tijekom rasta ploda, pa je prema tome plod kompleksan organ tkiva. Brojne promjene koje se zbivaju tijekom rasta i kemijskoga sastava ploda općenito su vidljive na temelju: veličine, oblika, boje, razvitka voštane prevlake (maška, pepeljka) na kožici i tvrdoći ploda. Kako svi životni procesi ne teku jednolično, tako ni intenzitet rasta nije jednoličan, nego ima karakterističnu biološku krivulju. Rast ploda počinje nakon oplodnje, a slijedi dvostruku sigmoidnu krivulju. U rastu ploda razlikujemo tri faze rasta, i to: fazu diobe stanica, fazu izduživanja stanica i formiranja staničnih membrana i fazu bubrenja stanica. Prva faza odvija se pod utjecajem sjemena, odnosno hormona auksina, giberelina i citokinina. Prema Janicku (1972) na rast ponajprije utječe auksin, a potom giberelin, dok u diobi stanica posebno posreduje citokinin. Sposobnost giberelina da utječe na rast ploda nalazi praktičnu primjenu na primjer u proizvodnji stolnoga grožđa. Citokinini imaju ključnu ulogu u diobi stanica potkraj rasta prve faze. U prvoj fazi rasta formiraju se epikarp, mezokarp i endokarp, brzo se uvećava jajna stanica, nucelarno tkivo i integumenti, dok endosperm raste polako. Prva faza rasta odvija se tijekom prvih četiriju tjedana nakon oplodnje (Boullard, 1970., cit. Valli i Schiavi, 1990., Bellini, 1991.), odnosno od 28 do 30 dana nakon cvatnje (Majstorović i Pantić, 1972., Gavrilović, 1973.), točnije do početka odrvenjivanja endokarpa, pa tu prvu fazu možemo označiti kao "zeljastu" fazu. Prema Belliniju (1991) rast prve faze traje jednako u svih sorata, a razlike postoje u trajanju druge i treće faze ovisno o tome je li riječ o sortama koje ranije ili kasnijeg zriju. Isti autor utvrdio je da se dioba stanica kutikule odvija 6 tjedana nakon cvatnje. Trajanje rasta prve faze u postotku ukupnoga rasta ovisi o tome je li riječ o sortama ranijega ili kasnijega zrenja. Rast nije jednak u svim dijelovima ploda. Rast endokarpa, mezokarpa i sjemena nije proporcionalan. Može se reći da je to posljedica fiziološko-kemijskih promjena u plodu uvjetovanih antagonističkim odnosom između hraniva i vode, odnosom asimilata između sjemenke, endokarpa i mezokarpa, ali i kontrolom rasta. Ciklički rast može se objasniti jedino na osnovi postojanja kompeticije na hranivima pojedinih dijelova ploda jer se zadržava i uz izmijenjene vanjske čimbenike (prorjeđivanje plodova, prstenovanje, povijanje, gnojidba dušičnim gnojivima, natapanje, prskanje s 2,4,5-TP). Na rast perikarpa utječu hormoni koji se sintetiziraju u sjemenci. Rast

embrija počinje nakon usporenoga rasta ploda. Embrij raste na štetu nazočnoga endokarpa. Prema Joni (1992) rast sjemena traje 8 tjedana nakon cvatnje, kada slijedi brzi proces otvrdnuća endokarpa, koji nastaje iz unutarnje stijenke plodničkoga lista. Prema Belliniju (1991) endokarp čine tri sloja stanica: unutarnji, koji je sastavljen od dugih i uskih stanica, srednji, sa širim i dužim stanicama od prethodnoga, i vanjski, sastavljen od okruglastih stanica. U vrijeme dozrelosti ploda sve su stanice endokarpa zbijene i tvrde (Paunović i Ogašinović, 1972., Majstorović i Pantelčić, 1972., Gavrilović, 1972., Bellini, 1991., Jona, 1992.). Prema Paunoviću i Ogašinoviću (1972) u plodu šljive najintenzivniji rast endokarpa traje do 15. lipnja. Nakon tog razdoblja porast koštice manji je, a traje sve do dozrelosti ploda. Nakon 15. lipnja do zrelosti povećava se dimenzija endokarpa 8,4 % u sorte 'Bistrica', 5 % u sorte 'Stanley', a u sorte 'Kalifornijska plava' samo 0,5 %. U drugoj fazi, to jest fazi izduživanja stanica i formiranja stanične membrane, rast je usporen. U toj fazi dolazi do odrvenjivanja, odnosno lignifikacije endokarpa, što traje oko 30 dana. U toj fazi embrij formira radikulu (korijenak) i kotiledone (supke). Taj usporen rast odnosi se na volumen i masu. U toj fazi dolazi do brzoga rasta i razvitka jedino embrija. Tijekom te faze endokarp poprimi karakterističan oblik. Već je Tukey (1936) utvrdio da zbog nesinkroniziranoga razvoja embrija i perikarpa u ranodozrijevajućih sorata, za razliku od kasnodozrijevajućih sorata, sjeme ranih sorata roda *Prunus*, a posebno breskve, nije klijavo. Treću fazu rasta odlikuje brzo povećanje ploda, i mase i volumena, odnosno brz rast egzokarpa i mezokarpa, a traje od 4 do 6 tjedana, odnosno od 4 do 6 tjedana prije berbe, ovisno o vremenu zrenja sorte. U trećoj fazi sjeme se potpuno razvije, postupno gubi vodu, a nakuplja hranjive tvari. Za vrijeme rasta ploda smanjuju se hormoni auksini i giberelini, odnosno promotori, a nakon klimakterijskoga minimuma počinju aktivnost hormoni inhibitori – dormeni, poglavito etilen i apscizinska kiselina. Mlađi plodovi imaju jednostavnu strukturu koja je sastavljena od homogenoga parenhima. Tijekom rasta, a pogotovo za vrijeme zrenja, pojedini dijelovi ploda mijenjaju strukturu, pa svako područje ima karakteristične stanice prema obliku, veličini i sadržaju. Skupina stanica predstavlja u isto vrijeme karakter tkiva. U rastu ploda nastaju različita tkiva, od homogenoga parenhima do histogeneze.

Zrenje se podudara sa zadnjom fazom rasta ploda i može biti ocijenjeno kao zajedništvo metaboličkih i strukturalnih promjena. Zrenje ploda može se definirati kao niz promjena boje, okusa i teksture koje dovode do stanja u kojemu je plod prikladan za jelo. Šljiva je klimakterijski plod koji tijekom rasta i dozrijevanja prati respiratorna aktivnost, osnovna manifestacija života ploda. Disanje je najaktivnije nakon oplodnje zametnutih malih plodova, a potom se postupno smanjuje do gotove stabilizacije. Minimum je disanja pred klimakterij,

kada se ponovno povećava i postiže maksimum u klimakteriju, nakon čega opada do propadanja, odnosno senescencije ploda. Po Kiddu i Westu izraz klimakterij odnosi se na promjene u disanju, a povećano je disanje sekundarni proces, koje ovisi o biosintezi, odnosno razini etilena (Giovannoni, 2004). Brzina disanja izvrstan je indikator metaboličkih aktivnosti. Tijekom tog razdoblja događaju se brojne promjene u permeabilnosti stanica. Prema tome, naziv klimakterij trebalo bi upotrebljavati za cijelu kritičnu fazu života ploda. Klimakterij bismo mogli definirati kao razdoblje u ontogenezi zrelih plodova u kojima autokatalitička produkcija etilena inicira seriju biokemijskih promjena i označava prijelaz iz faze rasta u fazu zrenja. Klimakterijsko disanje je praćeno brojnim fiziološkim transformacijama koje završavaju senescencom. Zanimanje za biokemijske promjene u vrijeme zrenja šljive nije samo teorijske naravi nego pridonosi proizvodnoj praksi, posebno utvrđivanju optimalnoga roka berbe, kakvoće ploda i čuvanja plodova nakon berbe, a dakako i uspješnoj preradi. Kod zrenja je riječ o fiziološki kompleksnome sindromu s karakterističnim fizikalnim i kemijskim procesima, koji smanjuju tvrdoću, povećavaju topljivu suhu tvar, količinu šećera, organske kiseline, razvijaju boju i aromatske tvari, mijenjaju antioksidacijsku aktivnost i povećavaju prikladnost ploda za potrošnju (Vasanth-Rupasingha i sur., 2006., Usenik i sur., 2007., 2008., 2009., Diaz-Mula i sur., 2008., Kristl i sur., 2011., Rogez, H., 2011., i drugi). Proces zrenja, u širokim granicama biokemijskih i strukturalnih promjena, ima veliku ulogu u uspostavljanju opće kakvoće modifikacijom strukture mesa što je uvjetuje depolimerizacija važnijih sastojaka u stanicama i smanjenje turgora stanica. Prema Janicku (1972) zrenje ploda kontrolira DNK. Prilikom zrenja ploda povećava se RNK. Zrenje je genetski uvjetovano, odnosno programirano (Perez i sur., 2010), a karakterizira ga serija fizioloških i biokemijskih promjena. Te se promjene odnose na povećanje respiracije popraćene povećanjem etilena, degradaciju klorofila, povećanje aktivnosti enzima, degradaciju dijelova stanice, promjene hranjive i organoleptičke vrijednosti, biosinteze okusa, biosinteze arome i biosinteze bioaktivnih tvari. Promjene su praćene nakupljanjem topljive suhe tvari, monosaharida, disaharida, neosinteze, biosinteze hlapljivih tvari i degradacije organskih kiselina. Posebno su izražene promjene povezane s degradacijom klorofila, to jest promjene boje uvjetovane akumulacijom karotena i flavonoida. Tijekom faze zrenja kod šljive dolazi do mekšanja ploda, što određuje sastav i topljivost (sočnost). Gubitak turgora stanica prati nakupljanje ugljikohidrata i organskih kiselina, koje imaju važnu ulogu u metabolizmu stanice, što se odnosi prije svega na upravljanje energije u apoplastu, a generirano je smanjenjem vode u plodu. U tom slučaju karakteristike strukture i sastava kutikule imaju temeljnu ulogu u reguliranju vode transpiracijom i indiciraju brzinu procesa mekšanja. Kalcij

je u pozitivnoj korelaciji s kompaktnošću. Promjene u kompoziciji i strukturi stanica posljedica su uglavnom degradacije komponenata polisaharida, koji čine 95 % osnovnih sastojaka, a sastavljeni su od 30 % celuloze, 30 % hemiceluloze, 35 % pektina. Sadržaj polisaharida povećava se tijekom zrenja (Mratinić i sur., 2015.) Tako se prema istraživanjima Nunes (2009) količina polisaharida tijekom zrenja plodova sorte 'Raine Claudia Verde' ('Zeleni ringlo') povećala s 534 na 906 mg/100 g. Pektini indiciraju mekšanje plodova, a zbog hidrolize protopektina u topljivi pektin, odnosno usmjerene polimerizacije, i njihovu topljivosti. Odgovorni enzimi za te modifikacije jesu hidrolaze, od kojih endo- β -(1,4)-glukanaza (EG) (EC 3.2.1.6.), ksiloglukan endotransglikozilaza (EC 2.4.1.207.), pektinesteraza (PE) (EC 3.1.1.11.), pektin liaze (PL) (EC 4.2.2.10), poligalakturonaze (PG u egzo i endo obliku) (EC 3.2.1.15.) i β -galaktozidazu (β -GAL) (EC 3.2.1.23.). Spomenimo još da stupanj zrelosti ploda uključuje i količinu vode u plodu. Tvrdoća ploda mjerena penetrometrom odražava promjene strukture ploda koje se događaju tijekom zrenja, a posebno promjene netopljivoga protopektina u topljivi pektin i sadržaj polisaharida. Tvrdoća ploda ne smanjuje se u svih sorata podjednako.

3.5. Kemijski sastav ploda šljive

Abdi i sur., (1997) ističu veliki broj fizioloških, biokemijskih i strukturnih promjena ploda tijekom faze zrenja koje se mogu mjeriti različitim fizikalno-kemijskim parametrima. Isti autori definiraju parametre zrelosti na temelju boju kože i mesa ploda, tvrdoće ploda, topljive suhe tvari, ukupne kiseline i hlapljive tvari. Veća ili manja variranja kemijskoga sastava plodova mogu se smatrati sortnim obilježjem (Abdi i sur., 1997., Bhutani i Joshi, 1995.). Promjene pod utjecajem klimatskih prilika nastaju tijekom rasta i dozrijevanja ploda. Crisosto i sur., (2002) utvrdili su minimalne standarde kakvoće ploda šljive koji su određeni parametrima topljive suhe tvari, sadržaja kiselina, odnosom između topljive suhe tvari i sadržaja kiselina i sadržajem polifenola.

3.6. Šećeri

Plodovi šljive sadržavaju dominantno sljedeće šećere: glukozu, fruktozu, saharozu i šećerni šesterovalentni alkohol sorbitol, a njihov sadržaj varira ovisno o sorti i ekološkim uvjetima proizvodnoga prostora (Wilferd i sur., 1997., Usenik i sur., 2008.). Sorbitol i saharoza dva su vrlo važna šećera tijekom fotosinteze u premještanju ugljika, gdje mogu imati različite funkcije ovisno o organima. Sorbitol je šesterovalentni alkohol (heksit) kao krajnji produkt fotosinteze. Saharozu je disaharid koji se pod utjecajem kiselina hidrolizira u glukozu i

fruktozu. Uloga i interakcija sorbitola u metabolizmu bila je proučavana u starijem lišću breskve za vrijeme vodnoga stresa (La Bianco i sur., 2000). Autori su zaključili da gubitak D-sorbitol dehydrogenase (EC 1.1.99.21) utječe na uspostavu osmotskoga tlaka preko akumulacije sorbitola. Sadržaj sorbitola, posebno u plodovima voćaka iz porodice *Rosaceae*, jedan je od izbora sorte za sušenje plodova. Sorbitol u manjim količinama (70 g/dan) ima laksativni učinak. Lagano se ne karamelizira i nije reaktant molekule u reakciji Maillard, koji smanjuje ekscesivno posmeđenje šljiva (Cinquanta Di Mateo i Esti, 2002). Glukoza i fruktoza utječu na okus ploda. Mnogi čimbenici kao što su sortno obilježje, mjesto uzgoja, klima, pomotehnički i agrotehnički zahvati utječu na kakvoću ploda (Crisosto i sur., 1995., Vandgal i sur., 2005., Guerra i Casquero, 2009.). Štampar i Iveković (1971) ustanovile su da količina šećera u plodovima, osim genetskoga čimbenika, odnosno sortnoga obilježja, još ovisi o nizu čimbenika, kao što je količina priroda. Povećanjem priroda smanjuje se količina šećera i masa ploda i obratno, uz mali prirod po stablu plodovi su veći i sadržavaju više šećera. Odstupanja od takvog odnosa uvjetovana su povoljnim, odnosno nepovoljnim prilikama godine, a osobito količinom i rasporedom oborina. Osim toga, autorice su ustanovile da najmanje varira aktualni aciditet jer se on tijekom zriobe vrlo malo mijenja. Utvrdile su znatno veću varijabilnost titrljivih kiselina pod utjecajem klimatskih prilika godine. Refraktometrijska vrijednost i ukupni šećeri podjednako variraju neovisno o klimatskim prilikama. Na temelju istraživanja Štampar (1952) je ustanovila da u šljive postoji potpuno pozitivna korelacija ($r = 0,956$) između refraktometrijske vrijednosti i šećera. Ako se refraktometrijska vrijednost povećava za 1 stupanj, šećer se povećava za 0,6321. No, kako topljiva suha tvar varira ovisno o genetskoj osnovi sorte, klimatskim prilikama, agrotehnici, pomotehnici i visini priroda, a posebno se mijenja tijekom zrenja, ne može se pouzdano rabiti za utvrđivanje roka berbe.

3.7. Kiseline

Da se aktualni aciditet tijekom zrenja vrlo malo mijenja, ustanovili su također Nunes i sur., (2009). Metabolizam organskih kiselina drugi je temeljni proces tijekom rasta i razvoja ploda, a znatno se odražava na kvalitetne karakteristike za vrijeme zrenja ploda. Organske se kiseline ponajviše razvijaju tijekom prve faze rasta ploda (Dondi, 2012). Biosinteza se odnosi, uglavnom, na jabučnu i limunsku kiselinu. Osim degradacije organskih kiselina tijekom zrenja njihova je akumulacija najveća u zadnjoj fazi rasta ploda, a prije početka zrenja. Jabučna, limunska i vinska kiselina smanjuju se procesom zrenja preko neutralizacije, preko kalcija i kalija, koji ulaze u proces disanja. Organske kiseline (jabučnu, fumarnu i šikiminsku)

tijekom faze zrenja (od početka promjene boje kožice ploda) istraživali su Usenik i sur., (2008) na plodovima sorata: 'Jojo', 'Čačanska najbolja', 'Čačanska rodna' i 'Valor'. Ustanovili su da se količina jabučne i fumarne kiseline postupno smanjuje i da najnižu koncentraciju postižu u vrijeme potpune zrelosti. Od pojave boje kožice ploda pa do zrelosti ploda smanjivala se količina jabučne kiseline u g/kg svježe mase u sorte 'Jojo' od 21,8 do 9,0, u sorte 'Čačanska najbolja' od 8,4 do 6,8, a u sorte 'Čačanska rodna' od 16,2 do 8,1. Može se uočiti da smanjenje jabučne kiseline nije ujednačeno u istraživanih sorata. Smanjenje fumarne kiseline (izraženo u g/kg svježe tvari) bilo je u sorte 'Jojo' od 36,8 do 29,7, u sorte 'Čačanska najbolja' od 7,8 do 6,1, a u 'Čačanske rodne' gotovo se nije mijenjalo i kretalo se od 12,7 do 12,9. Nasuprot tome, postupno se povećava topljiva suha tvar i količina šećera (Usenik i sur., 2008., Nunes i sur., 2009., Kristl i sur., 2011., i drugi).

3.8. Topljiva suha tvar

Prema istraživanjima Usenik i sur., (2008) topljiva suha tvar, od pojave boje kožice do zrelosti plodova, u sorte 'Jojo' povećala se sa 9,1 na 14,2, u 'Čačanske rodne' od 8,2 do 13,4, a u 'Čačanske najbolje' od 11,4 do 15,2. Prema istraživanjima Čmelika i sur., (2007) sadržaj topljive suhe tvari u plodovima novih sorata šljiva, uzgojenih na podlozi WaxWa tijekom dvije godine, kretao se za sorte u sljedećim granicama: 'Topfirst' od 13,1 do 14,7, 'Topfive' od 17,2 do 18,3, 'Topgigant' od 14,5 do 15,4, 'Topstar' od 17,6 do 17,2, 'Jojo' od 16,3 do 16,8, 'Top 2000' od 17,0 do 18,0, 'Haganta' od 18,5 do 18,9, i 'Tophit' od 16,0 do 16,8. Halapija i sur., (2009) utvrdili su 2008. godine u fazi zrelosti ploda topljivu suhu tvar u sorata: 'Toptaste' 23,68 % Brix-a, 'Haganta' 21,12 % Brix-a, 'Jojo' 15,57 % Brix-a, 'Čačanska ljepotica' 13,09 % Brix-a. Blažek i Pišteková (2009) utvrdili su značajnu razliku među sortama u fazi zrelosti te je za svaku sortu potrebno posebno odrediti parametre topljive suhe tvari za određivanje roka berbe. Kader (1999) predlaže 12 % topljive suhe tvari za minimalnu količinu kao prihvatljivu u kakvoći ploda.

3.9. Bioaktivni spojevi

Šljiva je cijenjeno voće efektivne antioksidacijske aktivnosti podrijetlom od bioaktivnih spojeva kao što su karotenoidi, vitamini A, C i E, antocijanini i drugi fenolni spojevi (Stacewicz i sur., 2001), koji mogu prevenirati pojavu degenerativnih procesa (Ames i sur., 1993., Vison i sur., 2001.). Epidemiološka istraživanja o utjecaju flavonoida i fenolnih kiselina pokazala su da antioksidansi imaju važnu ulogu u prevenciji i liječenju koronarnih bolesti (Cao i sur., 1997., Vinson i sur., 2001.). Da plodovi šljive sadržavaju vrlo važne

fitonutrijente kao što su flavonoidi i fenolne kiseline, obavještavaju nas Thomas-Barberan i sur., (2001). Na važnost antioksidanasa u održanju zdravlja upozorava velik broj znanstvenika. Cavallas i sur., (2009) ističu visoku antioksidacijsku aktivnost plodova četiriju sorata šljive. Rop i sur., (2009) ističu vrlo visok antioksidacijski potencijal plodova autohtonih sorata šljive s planine Karpati. Kim i sur., (2003) utvrdili su da se ukupni antioksidacijski kapacitet izražen kao vitamin C u plodovima sorata šljiva kretao od 266 do 559 mg/100 g svježe mase. U proučavanju Kim i sur., (2003) ukupni antioksidacijski kapacitet u plodovima šljiva kretao se između 144,4 do 889,6 mg ekvivalenta askorbinske kiseline na 100 grama svježe mase. Isti su autori ustanovili visoke vrijednosti antioksidacijskoga kapaciteta (375 mg/100 g izraženo kao ekvivalent galne kiseline – GAE). Istraživanjima je ustanovljeno da zamjetno varira količina ukupnih fenola i antioksidacijska aktivnost za vrijeme zrenja plodova te da je pod jakim utjecajem genetske varijabilnosti (Gil i sur., 2002., Visanghe-Rupasinghe i sur., 2006., Vizzanto i sur., 2007.). Prema istraživanjima Chan i sur., (2003) rutin (kvercetin-3-rutinozid) je bio ustanovljen kao glavni flavonoid u plodu šljive. U različitim sorata šljive, a posebno žutih, antocijani kao što je cijanid-3-rutinozid, cijanid-3-glukozid i penodin utvrđeni su kao dominantni (Chum i sur., 2003., Kim i sur., 2003., Thomas-Barbera i sur., 2001.). Jia i sur., (1998) smatraju da postoji sinergizam između različitih antioksidanasa. Stoga mjerenje ukupne antioksidacijske aktivnosti samo na jedan spoj nije dovoljno bez poznavanja njezina utjecaja na sinergizam među antioksidansima. U literaturi je mnogo informacija o antioksidacijskoj aktivnosti plodova sorata šljiva, ali je malo podataka o antioksidacijskoj aktivnosti tijekom zrenja. Osim toga, važno je utvrditi ukupnu antioksidacijsku aktivnost, i to vrjednovanjem ekstraktivnih i neekstraktivnih fenola. Kristl i sur., (2011) istraživali su antioksidacijsku aktivnost i utvrdili da su najveće vrijednosti antioksidacijske aktivnosti uključene s taninima i neekstraktivnim proantocijanima (NEPA), a manje uz promjene ukupnih kiselina tijekom zadnjega tjedna zrenja. Tijekom zrenja mijenja se antioksidacijska vrijednost povezana s ukupnim kiselinama ploda. Dok je na početku zrenja bila 18 %, pred sam završetak zrenja bila je 38 %. Autori su utvrdili da se antioksidacijska aktivnost povećavala slično u sljedećih sorata: 'Valor', 'Stanley', 'Hanita' i 'Tophit'. Posljednjih godina istraživanjem antioksidacijske aktivnosti i ukupnoga sadržaja fenola u plodovima pojedinih sorata šljive došlo se do vrijednih informacija koje sugeriraju da se u uzgoju i selekcijskome radu preferiraju sorte bogate antioksidansima, koji su važni za održanje ljudskoga zdravlja. Plodovi šljive vrlo su važni u prehrani ljudi jer su bogati vlaknima i antioksidansima (Stacewicz-Sapuntzakis, 2001., Kim i sur., 2003.). Neoklorogenična i klorogenična kiselina dva su dominantna fenolna

sastojka (Danovan i sur., 1998). Pojedini fenoli pokazuju karakteristični antioksidativni kapacitet (Heo i sur., 2007). Poboljšanim antropometrijskim mjerenjima utvrđeno je da se konzumiranjem plodova koji sadržavaju antioksidanse smanjuje rizik od hipertenzije (Beals i sur., 2005). Velik broj znanstvenika istraživao je sadržaj antioksidanasa, odnosno antioksidacijski potencijal plodova pojedinih sorata šljiva (Cao i sur., 1997., Vinson i sur., 2001., Gil i sur., 2002., Kim i sur., 2003., Lombardi-Bocchia i sur., 2004., Bolivar i sur., 2006., Vasantha-Rupasinghe i sur., 2006., Rop i sur., 2009., Kristl i sur., 2011., i drugi). Kim i sur., (2003) istraživali su polifenole u plodovima 6 sorata šljiva ('Stanley', 'French Damson', 'Beltsville Elite', 'Čačanska najbolja', 'Jug', 'Elit' i 'Long John') u usporedbi s plodovima jabuke sorte 'Gala'. Ustanovili su da se u plodovima šljive količina polifenola kretala u granicama od 174 do 375 mg/100 g svježe mase, izraženo kao ekvivalent galske kiseline (GAE). Koncentracija ukupnih flavonoida kretala se između 118 i 237 mg ekvivalenta (CE) katehina/100 grama svježe mase, dok je koncentracija ukupnih fenola i flavonoida u plodu jabuke sorte 'Gala' bila 118 mg GAE i 62 mg CE na 100 grama svježe mase. Ukupni antioksidacijski kapacitet bio je različit. Najveći antioksidacijski kapacitet imali su plodovi sorata 'Franch Damson' (375 mg GAE) i 'Čačanske najbolje' (319 mg GAE), a najmanji sorte 'Stanley' (174 mg GAE). Rop i sur., (2009) istraživali su antioksidacijsku aktivnost autohtonih sorata šljiva na obroncima Karpata i ustanovili da te sorte imaju vrlo visok antioksidacijski potencijal. Autori smatraju da se u oplemenjivanju sorata šljive mogu rabiti postojeće sorte s visokim antioksidacijskim potencijalom. Takvo stajalište zastupaju Boliar i sur., (2006). Tijekom zrenja ploda u njemu se postupno povećava antioksidacijska aktivnost (Krist i sur., 2011). Variranje ukupnih fenola i antioksidacijske aktivnosti za vrijeme zrenja pod utjecajem je genetske varijabilnosti, što implicira razlike u biosintezi sekundarnih fenolnih metabolita (Gil i sur., 2002., Vashanta-Rupasinghe i sur., 2006., Vizzotto i sur., 2007.). Poznato je da šljiva sadržava različite fenolne spojeve. Rutin (kvercetin-3-rutinozid) je glavni flavonoid u plodovima šljive. Šljiva je cijenjeno voće efektive antioksidacijske aktivnosti podrijetlom od bioaktivnih spojeva kao što su karotenoidi, vitamini A, C i E, antocijanini i drugi fenolni spojevi (Stacewicz i sur., 2001), koji mogu prevenirati pojavu degenerativnih procesa (Ames i sur., 1993., Vison i sur., 2001.). Epidemiološka istraživanja o utjecaju flavonoida i fenolnih kiselina pokazala su da antioksidansi imaju važnu ulogu u prevenciji i liječenju koronarnih bolesti (Cao i sur., 1997., Vinson i sur., 2001.). Posljednjih godina istraživanjem antioksidacijske aktivnosti i ukupnoga sadržaja fenola u plodovima pojedinih sorata šljiva došlo se do vrijednih informacija koje sugeriraju da se u uzgoju i selekcijskome radu preferiraju sorte bogate

antioksidansima, koji imaju veliku važnost za održanje ljudskoga zdravlja, odnosno u zdravoj prehrani. Plodovi šljive sadržavaju važne fitonutrijente kao što su flavonoidi i fenolne kiseline (Thomas-Barberan i sur., 2001) s jakim antioksidacijskim kapacitetom (Cao i sur., 1997., Vinson i sur., 2001.).

3.10. Fizikalna svojstva ploda šljive

3.10.1. Masa ploda

Blažek i Pištekova (2009) utvrdili su značajne razlike u masi ploda između sorata 'Jojo', 'Tophit', 'Topstar' i 'Toptaste'. Prosječna masa sorte 'Toptaste' bila je 36,1 g, 'Jojo' 42,8 g, 'Topstar' 45,4 g i 'Tophit' 53,0 g. Razlike u masi ploda među sortama utvrdili su i Halapija i sur., (2009), Čmelik i sur., (2007). Prosječna masa ploda različita je među istraživačima, ali su odnosi među sortama bili zadržani.

3.10.2. Tvrdoća ploda

Usenik i sur., (2008) utvrdili su da se, pošto se razvije boja na kožici, postupno smanjuje tvrdoća ploda, i to u sorte 'Jojo' od 59,0 N do 22,2 N, 'Čačanske rodne' od 44,3 N do 30,4 N, a u 'Čačanske najbolje' od 34,7 N do 21,3 N. Osjetno smanjenje tvrdoće ploda za vrijeme zrenja ustanovili su također Ertekin i sur., (2006), Infante i sur., (2011) i drugi. Zanimljivo je da se mekšanje ploda ne odvija podjednako brzo i da se pojedine sorte ponašaju specifično. Blažek i Pištekova (2009) utvrdili su da ne postoji značajna razlika u tvrdoći ploda u fazi zrelosti između sorata, dok su Halapija i sur., (2009) utvrdili razlike u tvrdoći ploda među sortama 'Čačanska ljepotica', 'Toptaste', 'Haganta' i 'Jojo' u fazi zrelosti ploda. Crisosto i sur., (2002) utvrdili su poželjnu tvrdoću ploda šljive za jelo od 0,9 do 1,36 kg/cm² i tvrdoću ploda odredili kao element utvrđivanja roka berbe i zrelosti ploda. Isti autori ističu tvrdoću ploda kao element određivanja maksimalne zrelosti ploda za berbu koja ne ugrožava daljnje procese skladištenja, transporta i prodaje plodova.

3.10.3. Boja ploda

Childers (1969) ističe da za vrijeme zrenja većina sorata prolazi kroz značajne promjene boje, otprilike 10 dana ili nekoliko tjedana prije potpune zrelosti. Premda su te promjene postupne, one se mogu podijeliti u različite faze. Kod japanskih sorata najranija je faza kada zelena peteljka promijeni zelenu boju u svijetlo žućkastozelenu. Ta je faza nazvana prijelomnom. U većine sorata promjena od žućkastozelenkaste prema odlučno žutoj boji indikativna je jer nakon toga šljive postupno preuzimaju karakterističnu žutu ili crvenu boju.

U sorata kojima plodovi imaju plavu ili ljubičastu boju promjena ide od zelene do zelenkastoplave ili crvenkastopurpurne boje, nakon koje slijedi tamno plava ili purpurna (Abdi i sur., 1997). Promjene boje posebno su primjetne i stoga su smatrane jednim od glavnih indikatora zrelosti. Kako se boja razvija, uobičajeno je normalno mekšanje mesa ploda. Tijekom zrenja važna je promjena boje, a uvjetovana je degradacijom klorofila i sintezom novih pigmenata, koji pripadaju dvjema velikim biokemijskim skupinama, skupini karotena i antocijana. Plastidni su pigmenti klorofil i karotenoidi, a povezani su s protoplazmom stanice. Karotenoidi su odgovorni za žutonarančastu boju, koju označavamo osnovnom (temeljnom). Likopen je glavni karotenoid u mezokarpu breskve, marelice i šljive (De Franceschi, 2012). U koštičavih voćaka likopen se ne akumulira aktivnošću ciklaze, nego se manje ili više brzo transformira u α -karotene i prije svega u β -karotene. Indukcijom molekula kisika u cikličkoj strukturi β -karoten određuje sintezu ksantofila (neoksantofil, violaksantofil, kriptoksantofil), pigmente koji su najodgovorniji za žutu obojenost breskvi, marelica i šljiva. Akumulacija različitih karotenoida (likopeni, β -karoten, ksantofil) u zrelo mekom plodu genetski je kontrolirana u pojedinim vrstama, pri čemu u klimakteričnih plodova važnu ulogu ima etilen. Antocijanini dolaze uglavnom u staničnome soku kože ploda. Antocijanin cijanidin-3-galaktozoid (idein) najvažniji je pigment crvene, crvenoljubičaste i plave boje kao dopunske boje kože ploda. Nalaze se primarno u vakuolama stanica epiderme (prvi sloj) i subepiderme (drugi sloj), a manje u dubljim slojevima. Uz idein pojavljuju se antocijani cijanidin-3-arabinozid i cijanidin-7-arabinozid, koji dolaze do izražaja za vrijeme zrenja. Biosinteza antocijana odgovorna je za boju ploda, koja se proteže od blijedo crvene do plavoljubičaste. Sve te promjene regulirane su genetskom osnovom i specifičnim tkivom (Bonghi, 2012) te su pod jakim utjecajem ambijentalnih čimbenika. Antocijani su fenolni spojevi topljivi u vodi, akumuliraju se u vakuolama, a pripadaju kategoriji flavonoida. Sintetizirani su aktivnošću strukturalnih gena i regulacijom od strane aminokiseline fenilalanina i akcijom fenilalanin amonij liaze (PAL) (EC 4.3.1.24.). To je prvi enzim koji djeluje u sintezi tih spojeva. Boja ovisi o sintezi antocijana, a vrlo je varijabilna i prelazi od svijetlo crvene do plavoljubičaste u sorata europske šljive (*Prunus domestica* L.). Treba istaknuti da je pod utjecajem genetske osnove, vrste i sorte različita kompozicija pigmenata, od kojih je antocijan najviše zastupljen u plodovima različitih vrsta voćaka. De Franceschi (2012) ističe da genetski čimbenici intenziteta obojenosti mogu biti ponajviše kontrolirani ambijentalnim prilikama. Plodovi nekih sorata počinju mijenjati boju kože prije nego što dozriju, a to je pod utjecajem okolišnih čimbenika. Već su Anzin (1956) i Bubić (1977) utvrdili da na promjenu boje uvelike utječu povišene temperature tijekom zrenja ploda. Anzin (1956) ističe

da u sušnim prilikama uz više temperature plodovi imaju tamno mrku boju, a Bubić (1977) naglašava da plodovi 'Bistrice' imaju ljubičastu boju kože na kojoj se razvija mašak (pepeljak). Razlike u temperaturi između dana i noći u fazi zrenja povezane su s velikim intenzitetom osvjetljenja, odnosno svjetla, koje pridonosi obojenosti ploda. Na promjenu boje i ranije dozrijevanje te kakvoću ploda mogu utjecati pomotehnički i agrotehnički zahvati. U literaturi se posebno ističe utjecaj regulatora rasta, od kojih posebice 2,4,5-triklorfenoksiacetata (*trichlorphenoxyacetat* – TP). O utjecaju 2,4,5-TP na rast i dozrijevanje plodova šljive među prvima pišu Zielniski i sur., (1951) te Herris i sur., (1955). U istraživanjima Fideghelli i sur., (1969) tretiranje plodova s pomoću 2,4,5-TP ubrzalo je dozrijevanje plodova u dvjema sortama japanske šljive. Pod utjecajem 2,4,5-TP plodovi šljive ranije mijenjaju boju. Da boja kože ploda može biti jedan od važnijih znakova zrenja i utvrđivanja roka berbe, ali da se pritom mora poznavati specifično ponašanje sorte, posebno onih koje vrlo rano mijenjaju boju, ističu na osnovi istraživanja Usenik i sur., (2008). Isto mišljenje zastupa i Walkowski-Tomazak (2011). Nasuprot tome, Unuk (2011) i Unuk i sur., (2011) na osnovi istraživanja zaključuju da boja ne može biti pouzdan indikator vremena berbe šljiva jer pojedine sorte manje ili više ranije razviju boju na kožici ploda. Poznato je da neke sorte razviju boju vrlo rano, kada plod još nije postigao veličinu, okus i aromu. U istraživanjima Usenik i sur., (2009) kakvoća ploda sorata 'Jojo', 'Čačanska ljepotica' i 'Valar' mijenja se tijekom zadnjih 25 – 30 dana nakon pojave boje kože. Istraživanjima Unuka i sur., (2011) utvrđeno je da se značajna promjena boje u sorte 'Valor' dogodila oko 17 dana prije optimalnoga roka zrelosti. U tom se razdoblju smanjila vrijednost parametra L* od 53,35 na 36,78, što znači da su plodovi postali tamniji. U tom se razdoblju promijenila vrijednost parametra a* od 11,83 do 8,94, što je potkrijepljeno nakupljanjem crvenoga pigmenta. Tijekom tog razdoblja smanjena je vrijednost parametra b* od 14,91 do 4,94, što potvrđuje intenziviranje plave boje. Nakon toga nisu zabilježene veće promjene boje, a plodovi su do zrelosti postali za nijansu tamniji. Isti autori ustanovili su da kožica ploda sorte 'Stanley' postiže značajnu promjenu boje 22 dana prije optimalne zrelosti te da se vrijednosti parametara tijekom zrenja mijenjaju, kako je to već istaknuto. Na temelju provedenih istraživanja autori zaključuju da promjena boje kože ploda nije pouzdan kriterij za utvrđivanje zrelosti, odnosno utvrđivanje optimalnoga roka berbe. Infante i sur., (2011) utvrdili su hue vrijednost (H°) dobrim parametrom utvrđivanja zrelosti ploda tamno plavo obojenih sorata, ali samo do faze komercijalne zrelosti za berbu (*tree-ripe*). Taj parametar pokazao se neadekvatnim za sortiranje plodova i kontrolu zrelosti pri klasiranju i skladištenju.

Isti istraživači utvrdili su povezanost promjene boje ploda s mekšanjem plodova tijekom faze zrenja. Vrijednost C nisu utvrdili kao dobar parametar za određivanje zrelosti ploda.

3.10.4. DA indeks – diferencija apsorpcije

U nizu kriterija za utvrđivanje roka berbe spominje se i DA indeks (DA). DA indeks (diferencija apsorpcije) nedestruktivni je kriterij zrelosti ploda, a pokazuje količinu klorofila u plodu ovisno o stupnju zrelosti, odnosno promjene boja kože ploda. DA indeks mjeri se DA metrom, koji je prenosiv, pa se njime može odrediti stanje zrelosti u voćnjaku i laboratoriju. Vrlo je učinkovit jer omogućuje praktičnu primjenu jednostavnih kvalitetnih izmjera i njihovo trenutačno korištenje ili njihovu pohranu za iduća mjerenja. Vrijednost DA indeksa smanjuje se tijekom zrenja plodova dok ne postignu vrlo nisku razinu, kada je plod zreo (Crisosto, 1994). Smanjenje vrijednosti upućuje na napredovanje procesa zrenja ploda, što je praćeno povećanom emisijom etilena. DA indeks pokazuje količinu klorofila u pretklimakteriju, na početku klimakterija i u punome klimakteriju. DA indeks pokazuje razliku u apsorpciji između dviju valnih duljina od 670 do 720 nm u blizini apsorpcijskoga pika klorofila. Perez-Marín i sur., (2010) predložili su primjenu NIR spektroskopije (spektroskopija bliska infracrvenome spektru) kao jednoga od nedestruktivnih kriterija za kvalitativno utvrđivanje karakterizacije kakvoće ploda. Novija istraživanja povezana su s utvrđivanjem topljive suhe tvari, tvrdoće ploda i drugih fizioloških stanja primjenom NIR tehnologije (Buereau i sur., 2008., Galic i Wals, 2006., Peris i sur., 1998.). Ziosi i sur., (2008) utvrdili su da se vrijednosti mjerenja diferencije apsorpcije dviju valnih duljina između 680 i 720 nm mogu koristiti u velikoga broja voćnih vrsta za određivanje unutarnjih svojstava ploda. Infante i sur., (2010) utvrdili su da vrijednosti DA indeksa manjega od 1,59 ne pokazuje razliku u vrijednostima tvrdoće ploda. Isti istraživači ističu da je pri vrijednosti DA indeksa 1,20 – 1,29 vrijednost sile raspucavanja ploda 1,25 N, a koncentracija topljive suhe tvari 23,3 %. Predlažu razvrstavanje zrelosti plodova prema DA indeksu u tri skupine: skupina vrijednosti DA indeksa 1,70 – 1,79 znači zrelost plodova pogodnu za tržište svježih plodova, dok skupina vrijednosti DA indeksa 1,20 – 1,29 znači zrelost plodova pogodnu za preradu. De Jong i sur., ističu da vrijednosti 1,20 – 1,29 znače stupanj zrelosti koji osigurava visoku kakvoću suhoga voća. Infante i sur., (2011) utvrdili su različite vrijednosti DA indeksa za različite sorte te je za svaki genotip potrebno posebno određivati vrijednosti apsorpcije u korelaciji vanjskih s unutarnjim svojstvima ploda. Isti istraživači utvrdili su visok stupanj korelacije DA indeksa s topljivom suhom tvari, tvrdoćom ploda, silom raspucavanja i vrijednostima boje ploda hue (H°) i kroma (C°). Infante i sur., (2011) ističu da je pri korištenju DA indeksom za

utvrđivanje zrelosti ploda za pojedine sorte potrebno utvrditi agroekološke uvjete i parametre zrelosti i vrijednosti DA indeksa posebno.

3.10.5. Određivanje roka berbe

Prema Blažek i Pištekovoj (2009) tradicionalno utvrđivanje roka berbe oslanjanja se na nedestruktivne kriterije organoleptičkih svojstava (veličina, oblik, boja, okus...), a za destruktivne na analitičke postupke (topljiva suha tvar, tvrdoća mesa, količina šećera i titracijska kiselost). Isti istraživači ističu da postoji velika varijabilnost između pojedinačnih mjerenja te je teško utvrditi različitost među sortama. Iz iznesenih informacija proizlazi da još uvijek nije utvrđen pouzdan kriterij za točno utvrđivanje optimalnoga roka berbe, pa je potrebno nastaviti istraživanja radi utvrđivanja najsigurnijega nedestruktivnog i destruktivnog kriterija za brzo i sigurno snalaženje. U Kaliforniji, gdje se šljiva uzgaja na oko 100.000 ha, prakticira se, prema Childersu (1969), kombinacija kriterija, i to: nedestruktivni kriteriji – promjena boje i destruktivni kriterij – tvrdoća ploda. O potrebi utvrđivanja optimalnoga roka berbe šljiva, odnosno izbora najprikladnijega, po mogućnosti nedestruktivnoga kriterija, ali i destruktivnoga, slažu se gotovo svi istraživači. Složenost je tog problema u tome što postoje specifičnosti u ponašanju pojedinih sorata za vrijeme zrenja pod utjecajem njihove genetske osnove i eksternih čimbenika, od kojih prevladavaju moguće promjene klimatskih prilika, sustava uzgoja, položaja ploda na stablu i dr. (Abdi i sur., 1997). Kader (1999) ističe važnost tvrdoće ploda i života ploda na polici sa stajališta veletrgovaca, dok su tvrdoća i svježina ploda važnost s pozicije kupaca. Isti autor utvrdio je rok berbe najznačajnijim čimbenikom koji određuje kakvoću ploda i skladišnu sposobnost. Uz tvrdoću ploda taj je autor ustvrdio kako su boja kože ploda i tvrdoća ploda elementi za određivanje roka berbe i zrelosti ploda. U Kaliforniji su postavljeni minimalni standardi za berbu, a povezani su s bojom ploda i tvrdoćom ploda (Kader, 1999). Bhutani i Joshi (1995) predložili su topljivu suhu tvar i ukupne kiseline za određivanje stupnja zrelosti ploda šljive s obzirom na to da zrelost i topljiva suha tvar rastu, a kiseline opadaju. Abdi i sur., (1997) utvrđuju nedostatke takvog pristupa jer isti parametri znatno variraju pod utjecajem klimatskih prilika, položaja ploda na stablu i sustava uzgoja. Isti autori ističu sortne specifičnosti u parametrima zrelosti te predlažu uvažavanje sorte i klimatskih prilika u razvijanju parametara zrelosti. Isti autori ističu tvrdoću ploda kao nepouzdan parametar određivanja roka berbe jer je tvrdoća ploda određena povećanjem stanica tijekom faze rasta i razvoja ploda. Waldron i sur., (1997) utvrdili su promjene u teksturi ploda čija je posljedica mekšanje ploda zbog enzimski upravljanih reakcija promjene polisaharida staničnih stijenki. Isti autori predlažu metodu

alkoholno netopljivih ostataka (AIR) kao pogodnu za određivanje zrelosti ploda uz ostale tradicionalne metode.

4. MATERIJAL I METODE ISTRAŽIVANJA

Istraživanje je provedeno u pokusnome nasadu šljiva na pokušalištu Poljoprivrednoga instituta Osijek, objekt Tovljač – istočno od Osijeka. Pokušalište se nalazi na 90 m n/v, geografske širine 45° 31' 48" i geografske dužine 18° 45' 41". Područje karakterizira semiaridna klima. Tip tla je eutrični kambisol.

Pokusni nasad posađen je 2005. godine. U pokus je uvedeno 9 sorata šljiva: 'Toptaste', 'Topfirst', 'Haganta', 'Jojo', 'Topstar', 'Tophit', 'Top 2000', 'Topfive' i 'Čačanska ljepotica', cijepljenih na podlozi WaxWa. Sklop je sadnje 4 × 2,5 m. Uzgojni je oblik popravljena vretenasta piramida. Sorte su posađene u tri reda, gdje svaki red predstavlja repeticiju. U svakom redu posađena su 4 stabla svake sorte koje predstavljaju blok. Blokovi su randomizirani te pokus predstavlja slučajni blok raspored s tri repeticije. U pokusnome nasadu nije uveden sustav za navodnjavanje i provode se standardne tehnološke mjere gnojidbe, njege i zaštite. U voćnjaku je postavljena agrometeorološka stanica.

Nakon preliminarnih istraživanja istraživanja su nastavljena na sortama 'Čačanska ljepotica', 'Topstar', 'Toptaste', 'Haganta', 'Jojo' i 'Tophit'.

4.1. Sorte u istraživanju

ČAČANSKA LJEPOTICA

Podrijetlo: Srbija

Dozrijevanje: treća dekada srpnja

Opis sorte: Stablo je srednje bujno, redovite i odlične rodnosti. Plod je srednje krupan (30 – 40 g), ovalna oblika, tamno plave boje s maškom (slika 1). Meso ploda je zelenkastožute boje, aromatično i vrlo ugodnoga slatko-kiselkastog okusa. Koštica ploda lako se odvaja od mesa. Izrazito je atraktivna za stolnu potrošnju i sušenje.



Slika 1 Čačanska ljepotica

TOPTASTE

Podrijetlo: Njemačka

Dozrijevanje: sredinom kolovoza

Opis sorte: Stablo je slabe do srednje bujnosti, rano dolazi u rod te daje visoke prinose. Plod je velik, plavoljubičaste boje, duguljasta oblika (slika 2). Meso ploda žute je boje, vrlo dobra okusa i arome, sočno. Ističe se velikim sadržajem topljive suhe tvari. Dobro podnosi skladištenje. Plodovi su pogodni za konzumaciju u svježem stanju te za preradu. Sorta je otporna na šarku.



Slika 2 Toptaste

TOPHIT

Podrijetlo: Njemačka

Dozrijevanje: početak rujna

Opis sorte: Stablo je srednje bujnosti, visoke rodnosti. Plod je vrlo velik, duguljasta oblika, čelično plave boje (slika 3). Meso ploda svijetlo je žute boje, sočno, čvrsto, aromatično, blago kiselkasto, vrlo dobra okusa. Sorta je tolerantna na šarku.



Slika 3 Tophit

JOJO

Podrijetlo: Njemačka

Dozrijevanje: krajem kolovoza

Opis sorte: Stablo je srednje bujno, redovite i obilne rodnosti. Plod je srednje krupan, ovalna oblika, zaobljenoga vrha, tamno plave boje (slika 4). Meso ploda žute je boje, čvrsto, blago kiselo, dobrog okusa i arome. Pogodan je za stolnu potrošnju te preradu. Sorta je otporna na šarku. Samooplodna.



Slika 4 Jojo

HAGANTA

Podrijetlo: Njemačka

Dozrijevanje: krajem kolovoza

Opis sorte: Stablo je bujno, rano dolazi u rod, donosi visoke i redovite prinose. Plod je velik, duguljasto-ovalnoga oblika, tamno plave boje, lijepoga maška (slika 5). Meso ploda zlatnožute je boje, čvrsto, sočno, dobrog okusa, lako se odvaja od koštice. Odličan je za uporabu u svježem stanju. Osjetljiva na virus šarke.



Slika 5 Haganta

TOPSTAR

Podrijetlo: Njemačka

Dozrijevanje: krajem srpnja

Opis sorte: Stablo je srednje bujnosti, visoke rodnosti, rano dolazi u rod. Plod je velik, duguljast, plave do plavo-crvenkaste boje s blago izraženim maškom (slika 6). Meso je zelenožute boje, čvrsto, sočnoga, kiselkastoga okusa. Dobro podnosi



Slika 6 Topstar

skladištenje. Sorta je otporna na šarku.

4.2. Laboratorijske analize

Za analizu plodova brani su plodovi s visine 1,5 – 2 m, i to paralelno s ruba i unutrašnjosti krošnje. Za analizu je uziman prosječan uzorak sa svih četiriju stabala u bloku. Prosječan uzorak čini 2 – 3 kg plodova, odnosno 40 – 50 plodova. Brani su neoštećeni i zdravi plodovi u jutarnjim satima i odmah analizirani u laboratoriju. Berba plodova obavljena je u 4 roka berbe počevši od trenutka promjene pokrovne boje ploda nastavljaću se u tri iduće berbe svakih 3 – 7 dana. Istraživanje je trajalo dvije godine (2012. i 2013.).

4.3. Praćenje klimatskih podataka

Praćene su temperature i oborine od 1. siječnja do kraja posljednje berbe i izračunane su GDD vrijednosti (sume toplinskih jedinica) s pomoću formule $GDD = (T_{max} - T_{min}/2) \cdot T$ bazni. T bazni jest 10 °C. Podatci su uzimani s meteorološke postaje Klisa, nedaleko od pokušališta i pokusnoga nasada.

4.4. Praćenje fenofaze cvatnje

Na odabranim sortama pratio se početak cvatnje (10 % otvorenih cvjetova), puna cvatnja (100 % otvorenih cvjetova) i kraj cvatnje (početak opadanja latica).

4.5. Praćenje dinamike rasta ploda

Dinamika porasta ploda mjerena je svakih 7 – 10 dana za svaku sortu od cvatnje do posljednjega roka berbe pomičnim mjerilom.

4.6. Utvrđivanje rodnosti i pomoloških značajki plodova šljiva

Rodnost po stablu, bloku i repeticiji mjerena je vaganjem poljskom vagom, a masa plodova mjerena je vaganjem laboratorijskom vagom u laboratoriju. Masa ploda mjerila se u svakom uzorku u svakom roku berbe za svaku sortu u svakoj repeticiji te je utvrđena dinamika promjene mase ploda u fazi zrenja. Pomološka mjerenja obuhvatila su visinu, širinu i debljinu ploda, mjerenja poprečnoga presjeka debla na visini 30 cm iznad površine tla te visinu i širinu krošnje.

Visina i širina krošnje mjerena je letvama koje su imale crno-bijele oznake na svakih pola metra prije početka vegetacije. Iz dobivenih podataka izračunan je i volumen krošnje svih promatranih stabala po formuli za obujam stošca:

$$V = \frac{1}{3} r^2 \pi h$$

gdje je r polumjer krošnje, a h visina krošnje. Od ukupne visine krošnje oduzeli smo 80 cm koji čini visinu debla.

TCSA (*trunk cross section area*) je površina poprječnoga presjeka debla na visini 30 cm visine od tla. Mjere se dvije vrijednosti. Promjer debla smjera sjever-jug i istok-zapad. Zatim se izračunava njihov prosjek i izražava u cm^2 .

Formula za izračunavanje: $\text{TCSA} = \pi \left(\frac{\text{PROSJEČNI PROMJER}}{2} \right)^2$

YE (kg/cm^2) - (*yield efficiency*) je odnos između rodnosti stabla i površine poprječnoga presjeka stabla TCSA. Izražava se kao kilogram ili broj plodova na cm^2 promjera debla.

$\text{YE} (\text{kg}/\text{cm}^2) = \text{urod}/\text{TCSA}$

YE (kg/m^3) - (*yield efficiency*) je odnos između rodnosti stabla i volumena krošnje i izražava se u kilogramima po m^3 .

$\text{YE} (\text{kg}/\text{cm}^3) = \text{urod}/\text{volumen krošnje}$.

4.7. Utvrđivanje fizikalnih svojstava ploda

Tvrdoća ploda mjerena je stolnim digitalnim penetrometrom promjerom glave 8 mm i izražena je u kg/cm^2 .

Boja kožice ploda mjerena je kolorimetrijski primjenom CHROMA METER CR-400, KONICA MINOLTA CIE $L^*a^*b^*$ sustav, gdje vrijednost L^* predstavlja svjetlinu, vrijednost a^* odnos između crvene i zelene boje, a b^* odnos između žute i plave boje (Hutchings, 1994.). *Hue angle* ($^\circ$) izračunan je s pomoću formule ($H = \arctg(b^*/a^*)$), čije se vrijednosti definiraju kao: crvena-ružičasta 0° , žuta 90° , plavkastozelena 180° i plava 270° . Čistoća zasićenosti boje Chroma izračunana je s pomoću formule $C = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$ i CIRG indeksa.

CIRG indeks izračunat je pomoću formule $\text{CIRG indeks} = (180 - H)/(L^* + C)$ i predstavlja odnos H, L i C vrijednosti i korišten je za utvrđivanje razlika u boji ploda.

Razgradnja klorofila u kožici ploda mjerena je nedestruktivnom metodom s pomoću DA metra proizvođača T. R.Turoni srl, Italija, koji mjeri diferenciju apsorpcije klorofila pri valnim duljinama 670 i 720 nm, koja se iskazuje DA indeksom.

4.8. Utvrđivanje kemijskih svojstava ploda

- Količina topljive suhe tvari (% Brix-a) određivana je refraktometrijski digitalnim refraktometrom prema AOAC (1995). Official methods of analysis (16th ed.). Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists.
- Ukupne kiseline određivane su titracijski s NaOH prema AOAC (1995). Official methods of analysis (16th ed.). Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists.
- Ekstrakcija polifenola iz šljiva utvrđivana je prema Escarpa i Gonzales, (2000).
- Sadržaj ukupnih polifenola utvrđivan je Folin-Ciocalteu reagensom prema Current Protocols in Food Analytical Chemistry Online 2003 John Wiley & Sons, poglavlje I.1. Alternativni mikroprotokol za Folin-Ciocalteu kolorimetriju.
- Koncentracija monomernih antocijana određena je pH-diferencijalnom metodom prema glavnome protokolu iz knjige Current Protocols in Food Analytical Chemistry Online 2003 John Wiley & Sons – F.1.2 Ronald E. Wrolstad, Oregon State University).
- Spektrofotometrijsko određivanje antioksidacijskoga kapaciteta učinjeno je DPPH metodom prema Brand-Williams i sur., (1995).
- Šećeri sorbitol, saharoza, glukoza, fruktoza i ukupni šećeri utvrđeni su tekućinskom kromatografijom Perkin-Elmer High Performance Liquid Chromatography serije 200 i izraženi su u postotku na svježju tvar prema Usenik i sur., (2008).

Postupak:

Voda se određuje sušenjem na 105 °C do konstantne mase.

Ekstrakcija šećera

Šećeri su ekstrahirani prema prilagođenoj metodi Usenik i sur., (2008). Šećeri iz usitnjenoga i homogeniziranoga uzorka ekstrahiraju se ultračistom vodom 15 min na vodenoj kupelji temperature 60 °C uz povremeno miješanje. Suspenzija se prenese u odmjernu tikvicu od 100 ml, doda se 0,2 mL otopine Carrez I i 0,2 mL otopine Carrez II te 1 mL 1%-tne otopine

galaktoze, tikvica dopuni do oznake, dobro promućka i filtrira. Dio ekstrakta profiltrira se kroz 0.45 µm najlon-filter za šprice neposredno prije HPLC određivanja.

HPLC određivanje šećera

Šećeri su određivani na PE tekućinsko-kromatografskome sustavu visoke djelotvornosti (HPLC), serije 200, koji se sastoji od izokratne pumpe, degasera, pećnice, refraktiv indeks detektora i Totah Chrom navigatora (softver). Odvajanje je učinjeno na MetaCharb Ca Plus koloni (300 × 7,8) termostatiranoj na 90 °C. 20 µL alikvota se injektira u kolonu i eluira ultračistom vodom brzinom protoka od 0,5 ml/min. Vrijeme potrebno za potpuni kromatografski ciklus je 20 min. Standardna otopina sastoji se od saharoze, glukoze, galaktoze (interni standard), fruktoze i sorbitola. Šećeri iz vodenoga ekstrakta identificirani su prema njihovim vremenima zadržavanja i kvantificirani s pomoću površine pika metodom internoga standarda. Ukupni šećeri izraženi su kao zbroj saharoze, glukoze, fruktoze i sorbitola. Udio šećera izražen je u % na svježu tvar.

4.9. Statističke analize

Razlike između sorata, rokova berbe i klimatskih čimbenika prema fizikalnim i kemijskim svojstvima statistički su obrađene analizom varijance (ANOVA) uz primjenu programa "Statistica".

Korelacije između sorti, rokova berbe, klimatskih faktora, fizikalnih i kemijskih svojstava određivani su pomoću Pearsonovog r koeficijenta korelacije.

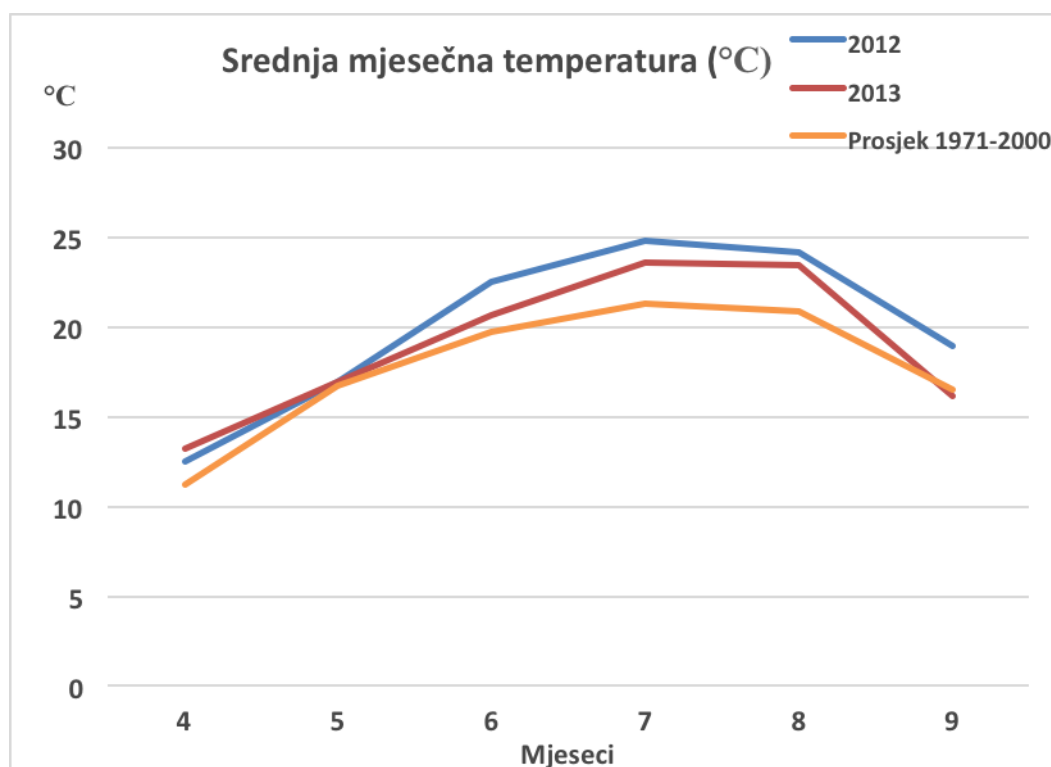
5. REZULTATI

5.1. Klimatske prilike za vrijeme istraživanja

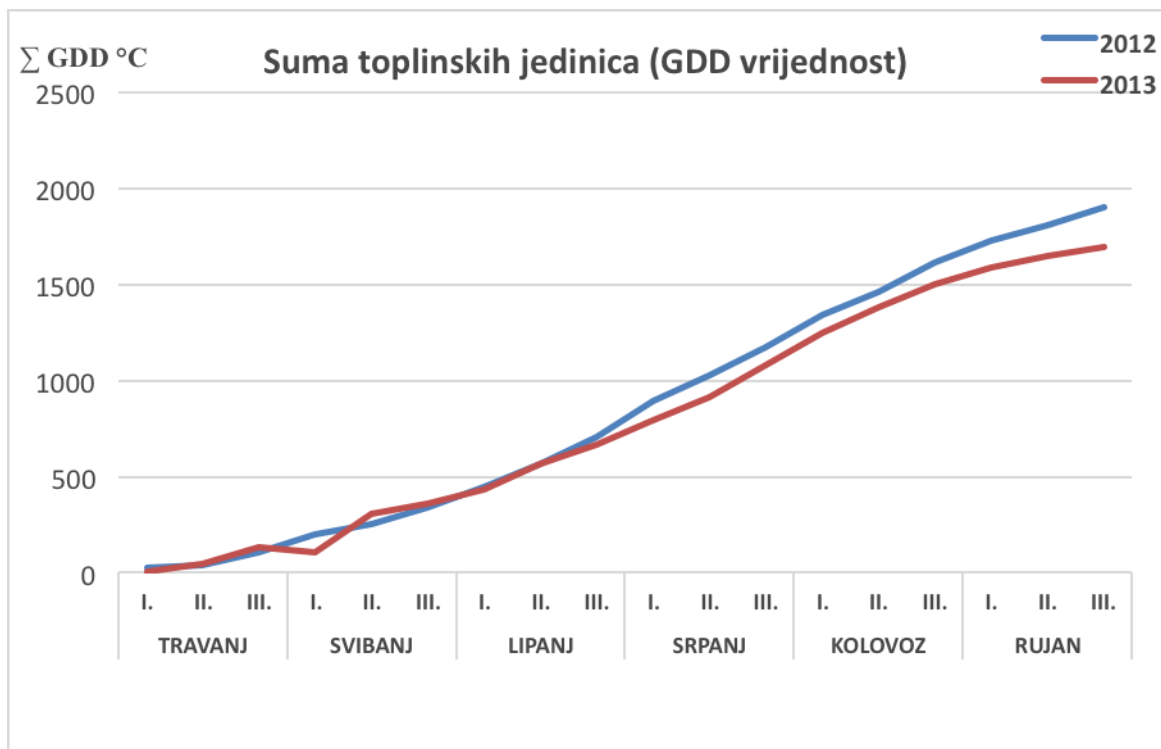
Pregled klimatskih prilika tijekom istraživanja od 2008. do 2013. godine dan je u tablici 1 i grafikonima 1, 2, 3 i 4.

Tablica 1 Temperature i oborine za razdoblje vegetacije od 2008. do 2013. godine u Osijeku

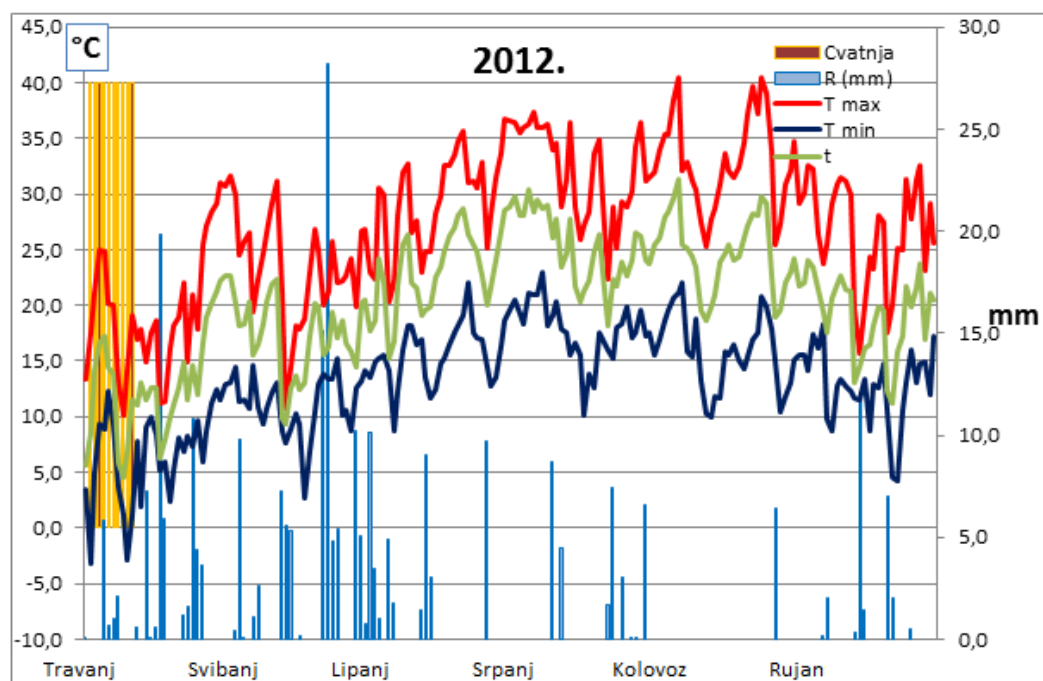
Godina	Temperatura (°C)						Oborine (mm)					
	2008.	2009.	2010.	2011.	2012.	2013.	2008.	2009.	2010.	2011.	2012.	2013.
Travanj	12,6	14,6	12,4	13,2	12,5	12,6	51,6	15,7	71,1	20,4	47,3	46,0
Svibanj	19,3	19,0	16,5	16,7	16,9	16,9	114,5	45,5	120,8	81,2	93,5	131,5
Lipanj	22,0	23,6	23,2	22,2	24,8	20,6	88,9	73,9	234,0	49,9	67,9	44,4
Srpanj	22,8	23,6	23,2	22,2	24,8	23,7	70,1	31	31,5	73,8	47,8	44,7
Kolovoz	23,1	23,5	21,7	23,1	24,1	23,3	27,8	61,9	110,8	4,6	4,00	68,2
Rujan	15,9	19,6	15,6	20,3	18,9	16,1	85,4	2,8	108,4	15,9	32,3	110,7



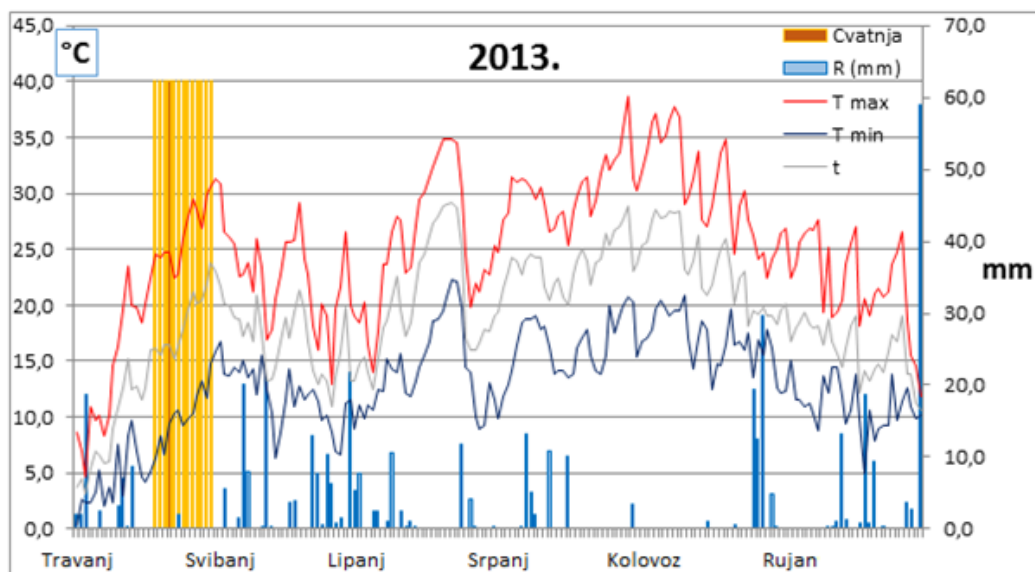
Grafikon 1 Kretanje srednjih mjesečnih temperatura u razdoblju vegetacije u 2012. i 2013. godini u odnosu na tridesetogodišnji prosjek za Osijek (Izvor: DHMZ, mjerna stanica Klisa)



Grafikon 2 Nakupljanje sume toplinskih jedinica (GDD vrijednosti) u razdoblju vegetacije po dekadama u 2012. i 2013. godini za Osijek



Grafikon 3 Kretanje temperatura i oborina u razdoblju vegetacije u 2012. godini za Osijek
(Izvor: DHMZ, mjerna stanica Klisa)



Grafikon 4 Kretanje temperatura i oborina u razdoblju vegetacije u 2013. godini za Osijek

(Izvor: DHMZ, mjerna stanica Klisa)

S obzirom na podatke o klimatskim prilikama, godine u kojima je provedeno istraživanje značajno se razlikuju. U 2013. godini bilo je značajno više oborina tijekom vegetacijskoga razdoblja, a posebno tijekom druge polovice mjeseca kolovoza, kada je i bila berba najvećega broja sorata. Isto tako, srednje mjesečne temperature tijekom vegetacije bile su niže u 2013. godini negoli u 2012. godini. U 2012. godini srednje mjesečne temperature zraka tijekom srpnja i kolovoza bile su značajno više negoli u 2013. godini i približavale su se gornjoj granici srednjih mjesečnih temperatura pogodnih za uzgoj šljive. Treba istaknuti da je u 2012. godini tijekom kolovoza palo svega 4 l kiše po m² što je bilo posebno nepovoljno za pravilan rast i razvoj u zadnjim fazama razvoja ploda. Prema Riegeru i Duemmelu (1992) stres od suše ozbiljno ugrožava uzgoj voćnih vrsta *Prunus* u aridnim podnebljima te u područjima s plitkim tlima. U voćnih vrsta poput breskve stres od suše negativno utječe na prinos i kvalitetu, posebno 4 – 6 tjedana prije berbe, kada se povećava težina i promjer ploda. Analizirajući kretanje srednjih mjesečnih temperatura zraka u 2012. i 2013. godini u odnosu na višegodišnji prosjek od 1971. do 2000., iz grafikona 1 vidljivo je da su obje godine značajno toplije u odnosu na višegodišnji prosjek. To odstupanje posebno je vidljivo tijekom lipnja, srpnja i kolovoza, kada je i najznačajnija faza rasta ploda i faza zrenja.

Nakupljanje sume toplinskih vrijednosti u razdoblju vegetacije u dekadama u 2012. i 2013. godini prikazano je u grafikonu 2. Uočava se da je nakupljanje toplinskih suma veće u 2012. godini negoli u 2013. godini te možemo ustvrditi kako je 2012. godina bila toplija i sušnija od 2013. godine. U grafikonima 3 i 4 prikazana su kretanja temperatura i oborina u razdoblju vegetacije u 2012. i 2013. godini. U grafikonima se uočava značajno veći broj dana s

maksimalnim temperaturama zraka višima od 35 °C. Te temperature vrlo nepovoljno djeluju na fiziološke procese. Srednja mjesečna temperatura u lipnju u 2012. godini bila je za gotovo 4 °C viša negoli u 2013., u srpnju za gotovo 1 °C, a u kolovozu za 0,8 °C. Posebno je velika razlika tijekom lipnja, što je utjecalo na rast i razvoj ploda. U 2013. godini uočava se pravilniji raspored oborina.

Pregled klimatskih prilika prikazuje: maksimalne temperature zraka po rokovima berbe (tablica 2), minimalne temperature zraka po rokovima berbe (tablica 3), srednje dnevne temperature zraka po rokovima berbe (tablica 4), raspored oborina po rokovima berbe (tablica 5), GDD vrijednosti (tablica 6), dnevni prosjek GDD vrijednosti po rokovima berbe (tablica 7).

Tablica 2 Maksimalne temperature zraka po rokovima berbe u 2012. i 2013. godini

Temperatura – max (°C)										
Sorta	2013.					2012.				
	Rok berbe					Rok berbe				
	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
Č. ljepotica		28,7	29,4	34	34,2		30,2	29,8	28,4	33,3
Topstar		34	34,2	33,5	30,3		29,8	28,4	33,3	33,8
Toptaste		29,4	34	34,2	33,5		33,3	33,8	36,6	31,5
Haganta		34,2	33,5	30,3	26,6		31,5	27,3	32,2	33,9
Jojo		34,2	33,5	30,3	26,6		27,3	32,2	33,9	39,1
Tophit		33,5	30,3	26,6	26,4		33,9	39,1	31,4	32,5

Tablica 3 Minimalne temperature zraka po rokovima berbe u 2012. i 2013. godini

Temperatura – min (°C)										
Sorta	2013.					2012.				
	Rok berbe					Rok berbe				
	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
Č. ljepotica		16,6	15,3	18,4	18,1		16	15,6	18,3	18
Topstar		18,4	18,1	18,2	16,3		15,6	18,3	18	17,1
Toptaste		15,3	18,4	18,1	18,2		18	17,1	20,8	16,7
Haganta		18,1	18,2	16,3	16,1		16,7	11,3	14,3	15,3
Jojo		18,1	18,2	16,3	16,1		11,3	14,3	15,3	18,5
Tophit		18,2	16,3	16,1	13,9		15,3	18,5	15,8	13,4

Tablica 4 Srednje dnevne temperature zraka po rokovima berbe u 2012. i 2013. godini

Temperatura – srednja (°C)										
	2013.					2012.				
	Rok berbe					Rok berbe				
Sorta	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
Č. ljepotica		22,5	23,2	26,1	26,7		23,6	23	23,1	25,2
Topstar		26,1	26,7	25,9	23,2		23	23,1	25,2	26,5
Toptaste		23,2	26,1	26,7	25,9		23,1	25,2	26,5	28,7
Haganta		26,7	25,9	23,2	20,3		24,3	19,8	24,7	25,4
Jojo		26,7	25,9	23,2	20,3		19,8	24,7	25,4	28,7
Tophit		25,9	23,2	20,3	18,7		25,4	28,7	22,6	23,1

Tablica 5 Raspored oborina po rokovima berbe u 2012. i 2013. godini

Oborine (mm)										
	2013.					2012.				
	Rok berbe					Rok berbe				
Sorta	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
Č. ljepotica		18	10	3,5	0		4,5	9,1	3,1	6,7
Topstar		3,5	0	0	1		9,1	3,1	6,7	0
Toptaste		10	3,5	0	0		6,7	0	0	0
Haganta		0	0	1	62,1		0	0	0	0
Jojo		0	0	1	62,1		0	0	0	0
Tophit		0	1	62,1	5,1		0	0	6,4	0

Analizirajući maksimalne temperature zraka po rokovima berbe prikazane u tablici 2, uočava se kako su u 2012. godini maksimalne temperature bile često više od 30 °C, a u trećemu roku berbe za sortu 'Toptaste' temperatura je premašivala 36 °C. Jedino su u sorte 'Čačanska ljepotica' temperature po rokovima berbe najčešće bile niže od 30 °C, osim u 2013. godini u trećem i četvrtom roku berbe. Maksimalne temperature po rokovima berbe uglavnom su bile više u 2012. godini, osim za sorte 'Čačanska ljepotica' i 'Topstar' u drugome i trećemu roku berbe. Srednje dnevne temperature zraka razlikovale su u 2012. i 2013. Valja istaknuti da su u sorte 'Topstar' srednje dnevne temperature zraka u prvome roku berbe prelazile 26 °C. Istu pojavu bilježili smo u 2013. godini u trećemu roku berbe 'Čačanske ljepotice' i 'Toptaste' te u prvome roku berbe sorte 'Haganta' i 'Jojo'. U 2012. godini srednje dnevne temperature zraka po rokovima berbe više od 26 °C zabilježili smo u četvrtome roku berbe u sorata

'Topstar', 'Toptaste' i 'Jojo', kod 'Toptaste' u trećemu roku berbe, a kod 'Tophita' u drugome roku berbe. Posebno valja istaknuti temperature više od 28 °C u četvrtome roku berbe 2012. godine u sorata 'Toptaste' i 'Jojo'. U istim rokovima berbe maksimalna temperatura u sorte 'Jojo' bila je viša od 39 °C. Te su temperature vrlo nepovoljne za postizanje visoke kakvoće plodova. Na temelju analize rasporeda oborina iz tablice 5 može se uočiti kako su količine oborina najčešće bile manje od 5 mm te ih kao takve uzimamo kao vrijednost nula. Iz analize klimatskih podataka možemo zaključiti da su klimatske prilike u 2012. i 2013. godini, unatoč velikim razlikama, praćene visokim ljetnim temperaturama uz izostanak oborina.

5.1.1. Vrijednosti sume toplinskih jedinica (GDD)

Rezultati istraživanja sume toplinskih jedinica tijekom zrenja po rokovima berbe prikazani su u tablici 6. U tablici vidimo da su sve sorte postigle punu zrelost u obje godine istraživanja uz manje-više podjednaku sumu topline, odnosno GDD vrijednost. Tako puna zrelost sorte 'Čačanska ljepotica' nastupi uz GDD 1181, odnosno 1212, što je razlika od 31, a to bi odgovaralo razlici od 2 dana. Sorta 'Topstar' postiže punu zrelost uz GDD vrijednosti 1394, odnosno 1256, a sorta 'Toptaste' uz 1296, odnosno 1375, dok je u sorte 'Haganta' uz 1542, odnosno 1513, a u sorte 'Tophit' puna je zrelost uz 1542, odnosno 1664, i sorte 'Jojo' 1478, odnosno 1565. Vrijeme berbe može se prilično dobro procijeniti na osnovi analize GDD-a. Kad se kalkulira s dnevnom sumom od 16 GDD, tada je razlika za sortu 'Čačanska ljepotica' i 'Hagantu' oko 2 dana, za sorte 'Jojo' i 'Toptaste' 4 – 5 dana, a za sorte 'Topstar' i 'Tophit' tjedan dana.

Tablica 6 Pregled GDD vrijednosti po rokovima berbe i u vrijeme potpune zrelosti u 2012. i 2013. godini

GDD vrijednosti										
	2013.					2012.				
	Rok berbe (7 dana razmak između berbi)					Rok berbe (3, 4 dana razmak između berbi)				
Sorta	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
Č. ljepotica	772,30	861,95	961,10	1074,95	1181,95	949	1036,2	1098,95	1150,6	1212,4
Topstar	961,10	1074,95	1181,95	1296,90	1394,95	1036,2	1098,95	1150,6	1212,4	1256,2
Toptaste	861,95	961,10	1074,95	1181,95	1296,90	1098,95	1212,4	1256,2	1331	1375,75
Haganta	1181,95	1296,90	1394,95	1478,80	1542,50	1331	1375,75	1417,3	1457,55	1513,5
Jojo	1074,95	1181,95	1296,90	1394,95	1478,80	1375,75	1408,5	1457,55	1513,5	1565,55
Tophit	1181,95	1296,90	1394,95	1478,80	1542,50	1457,55	1513,5	1565,55	1631,7	1664,55

Tablica 7 Dnevni prosjek GDD vrijednosti po rokovima berbe u 2012. i 2013. godini

GDD – dnevni prosjek										
	2013.					2012.				
	Rok berbe					Rok berbe				
Sorta	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
Č. ljepotica		12,8	14,2	16,3	15,3		12,5	12,6	12,9	15,5
Topstar		16,3	15,3	16,4	14,0		12,6	12,9	15,5	11,0
Toptaste		14,2	16,3	15,3	16,4		28,4	11,0	18,7	14,9
Haganta		16,4	14,0	12,0	9,1		14,9	10,4	13,4	14,0
Jojo		15,3	16,4	14,0	12,0		10,9	12,3	14,0	17,4
Tophit		16,4	14,0	12,0	9,1		14,0	17,4	16,5	11,0

5.2. Istraživanje svojstava tla

U pokusnome voćnjaku obavljena su pedološka istraživanja: teksturnoga sastava u Na pirofosfatu (tablica 8), raspodjele veličine čestica u mineralnome dijelu tla u destiliranoj vodi (tablica 9), stabilnosti makrostrukturnih i mikrostrukturnih agregata tla (tablica 10), fizikalnih svojstava (tablica 11), retencije vode u tlu (tablica 12) i kemijskih svojstava tla (tablica 13).

Tablica 8 Veličina čestica u mineralnome dijelu tla (mehanički sustav tla) u pokusnom voćnjaku

Oznaka profila	Dubina (cm)	Postotni sadržaj čestica/promjer (mm)					
		Pijesak		Prah		Glina	Teksturna oznaka
		2,000 - 0,2	0,200 - 0,063	0,063 - 0,02	0,020 - 0,002	< 0,002	
P2	0 – 36	8,4	5,01	32,75	46,2	14,26	PrI
	36 – 59	1,02	2,69	36,97	50,14	17,72	PrI
	59 – 91	1,08	2,98	20,56	60,05	28,25	PrI
	> 91	5,23	3,29	25,18	50,58	24,5	PrI

Tablica 9 Veličina čestica u mineralnome djelu tla (mehanički sastav tla) u vodi u pokusnom voćnjaku

Oznaka profila	Dubina (cm)	Postotni sadržaj čestica/promjer (mm)					
		Pijesak		Prah		Glina	Teksturna oznaka*
		2,000 - 0,2	0,200 - 0,063	0,063 - 0,02	0,20 - 0,002	< 0,002	
P2	0 – 36	8,4	5,01	32,75	46,2	7,64	PrI
	36 – 59	1,02	2,69	36,97	50,14	9,18	PrI
	59 – 91	1,08	2,98	20,56	60,05	15,34	PrI
	> 91	5,23	3,29	25,18	50,58	15,72	PrI

Tablica 10 Stabilnost makrostrukturnih i mikrostrukturnih agregata tla u pokusnom voćnjaku

Oznaka	Dubina (cm)	Stabilnost makrostrukturnih agregata			Stabilnost mikrostrukturnih agregata	
		Intenzitet raspadanja	Vrijeme raspadanja	Ocjena stabilnosti	Ss (%)	Ocjena stabilnosti
P2	0 -36	potpuno	30 min	nestabilni	46	malo stabilni
	36 -59	potpuno	3 min	potpuno nestabilni	48	malo stabilni

Tablica 11 Fizikalna svojstva tla u pokusnom voćnjaku

Oznaka	Dubina (cm)	P % vol	Ocjena tla P	Kv vol %	Ocjena Kv	Kz %	Ocjena Kz	pv g/cm	pč g/cm
P2	0 - 36	45	porozna	39	srednji	6	umjeren	1,49	2,69
P2	36 - 59	45	porozna	41	srednji	4	slab	1,48	2,7

Tablica 12 Retencije tla za vodu u pokusnom voćnjaku

Oznaka	Retencija tla za vodu (% mas)		
	Kv (0,33 bara)	Lkt (6,25 bara)	Tv (15 bara)
P2	30	11	9
P2	32	12	10
prosječni uzorci	34	14	12
prosječni uzorci	35	14	12
prosječni uzorci	37	19	18
prosječni uzorci	38	17	16

Tablica 13 Kemijska svojstva tla u pokusnom voćnjaku

R. b. r.	Dubina profila	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.*	9.*					
		pH	pH	Humus (%)	P₂O₅ (mg/100g)	N (%)	K₂O (mg/100g)	CaCO₃ (%)	EC (mS/m)	Mg²⁺ (mg/100g)	Ca²⁺ (mg/100g)	Na⁺ (mg/100g)	K⁺ (mg/100g)	Hy (mmol/100g)	KIK (mmol/100g)
1.	0 – 50 cm profil	6,4	7,4	1,41	21,3	0,11	17,6	<0,4	4,86	36,93	315,73	3,27	14,93	0,96	20,28
2.	50 – 79 cm profil	7,9	8,7	1,17	3,3	0,07	7,8	28,8	11,15	23,21	459,10	1,72	8,16	0,00	25,10
3.	79 – 110 cm profil	8,1	8,7	-	-	-	-	36,1	10,05	-	-	-	-	-	-
4.	> 110 cm Profil	8,2	9,0	-	-	-	-	36,1	9,67	-	-	-	-	-	-

NAPOMENA: neakreditirane metode označene zvjezdicom ()*

Može se uočiti iz tablica da je tlo u disperziji s destiliranom vodom (internacionalna B metoda), a također i u disperziji Na-pirofosfata praškasta ilovača. Ocjenom stabilnosti mikrostrukturnih agregata po Vageleru strukturni su agregati malo stabilni. Tlo je umjereno porozno, srednjega apsolutnog kapaciteta tla za vodu i srednje do umjereno slaboga kapaciteta za zrak. Na temelju podataka predočenih u tablici 13 uočava se da je reakcija tla do dubine od 30 cm neutralna, a na većoj dubini neutralna do slabo alkalna. Tlo je do dubine od 30 cm umjereno, a na većoj dubini slabo humozno. AL topljivim fosforom i kalijem tlo je dobro opskrbljeno. Dušikom je tlo dobro opskrbljeno u čitavome profilu. Tlo je slabo karbonatno. Sadržaj kalcijeskoga karbonata varira, što pokazuje da je riječ o antropogeniziranome tlu. Na osnovi spomenutih i ostalih svojstava tla može se zaključiti da je tlo vrlo povoljno za uzgoj šljive.

5.3. Fenologija cvatnje

Poznato je da na početak i trajanje cvatnje ponajviše utječu klimatske prilike, odnosno temperature ili suma aktivnih temperatura nakon završetka nužnoga zimskog mirovanja, odnosno razdoblje dormantnosti. U ekološkim uvjetima istočnoga dijela Slavonije po pravilu

postoje vrlo povoljni uvjeti za odvijanje cvatnje i oplodnje. Zbog vrlo povoljnih temperatura u proljeće nastupa takozvana eksplozivna cvatnja, koja od početka do završetka kratko traje. To je vidljivo i iz rezultata naših istraživanja, koji su predloženi u tablici 14 po godinama i sumarno za 4 godine u grafikonu 5.

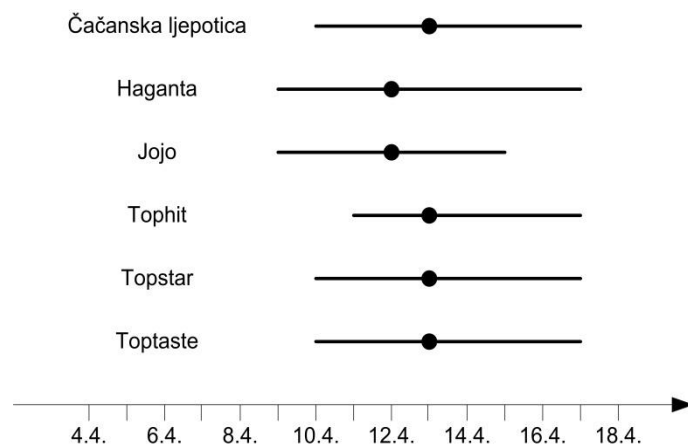
Tablica 14 Fenologija cvatnje istraživanih sorti šljive u periodu 2010.-2013.

Sorta	Početak cvatnje	Puna cvatnja	Završetak cvatnje	Početak cvatnje	Puna cvatnja	Završetak cvatnje
	2010. godina			2011. godina		
Č. ljepotica	9. 4.	12. 4.	14. 4	6. 4.	9. 4.	11. 4.
Topstar	12. 4.	15. 4.	16. 4.,	6. 4.	9. 4.	12. 4.
Toptaste	10. 4.	13. 4.	16. 4.	5. 4.	9. 4.	11. 4.
Tophit	12. 4.	15. 4.	18. 4 .	7. 4.	10. 4.	12. 4.
Haganta	10. 4.	15. 4.	17. 4.	4. 4.	7. 4.	9. 4.
Jojo	10. 4.	13. 4.	15. 4.	4.4.	7.4.	9.4.
	2012. godina			2013. godina		
Č. ljepotica	2. 4.	4. 4.	9. 4.	19. 4.	21. 4.	25. 4.
Topstar	3. 4.	5. 4.	11. 4.	20. 4.	22. 4.	28. 4.
Toptaste	4. 4.	6. 4.	12. 4.	20. 4.	22. 4.	27. 4.
Tophit	4. 4.	5. 4.	11. 4.	20. 4.	22. 4.	28. 4.
Haganta	2. 4.	5. 4.	11. 4.	20. 4.	22. 4.	29. 4.
Jojo	3. 4.	6. 4.	10. 4.	19. 4.	21. 4.	24. 4.

Rezultati istraživanja trajanja cvatnje u pojedinim godinama za istraživane sorte predloženi su u tablici 15.

Tablica 15 Trajanje cvatnje istraživanih sorti šljive u danima u periodu 2010.-2013.

Sorta	2010.	2011.	2012.	2013.
Čačanska ljepotica	5	5	7	6
Topstar	4	6	8	8
Toptaste	6	6	8	7
Tophit	6	5	7	8
Haganta	7	5	9	9
Jojo	5	5	7	5



Grafikon 5 Fenogram cvatnje istraživanih sorti šljive u periodu 2010.-2013.

U tablici 14 i grafikonu 5 uočava se da se cvatnja u sve četiri godine odvijala u travnju te da se sve sorte međusobno u cvatnji podudaraju, pa postoje dobri uvjeti za interpolaciju. Cvatnja je najranije počela u 2012. godini, i to od 2. do 4. travnja, kada su se maksimalne temperature kretale od 15 do 25, odnosno u prosjeku 20 °C. U tom razdoblju srednje dnevne temperature kretale su se između 6 i 17 °C. Općenito se može reći da se cvatnja istraživanih sorata odvija u prvoj polovici travnja. Najkasnija je cvatnja bila u 2013. godini, i to od 19. do 20. travnja, kada su srednje dnevne temperature u prvoj dekadi bile niže od 10 °C, a minimalne od 0,3 do 5 °C. U 2011. cvatnja je počela 5, a završila 4 dana ranije negoli u 2010. godini. Općenito se može reći da sorta 'Čačanska ljepotica' počinje i završava cvatnju nešto ranije od drugih sorata, a sorta 'Haganta' nešto kasnije. U sve četiri godine cvatnja je relativno kratko trajala (tablica 15). Najkraća je cvatnja bila u 2012. godini (5 – 6 dana), a najdulja u 2013. godini (5 – 9 dana). U sve četiri godine najkraće je trajala cvatnja u sorte 'Jojo' (5,5 dana), a najduže u sorte 'Haganta' (9 dana).

Rezultati istraživanja potrebne sume toplinskih jedinica (GDD vrijednosti) za fenofazu pune cvatnje predloženi su u tablici 16.

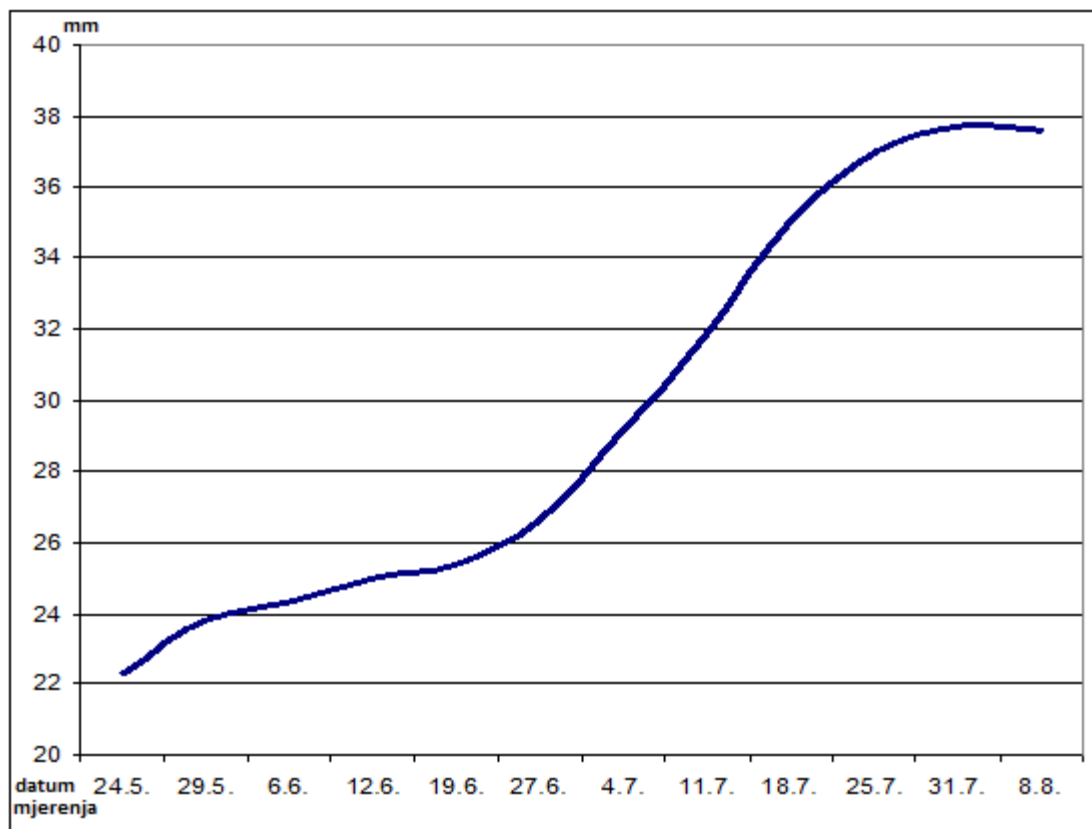
Tablica 16 Potrebne GDD vrijednosti za početak fenofaze pune cvatnje sorata šljive

Sorta	Godina		Prosjek
	2012.	2013.	
Čačanska ljepotica	52,7	53,4	53,0
Topstar	59,9	61,5	60,7
Toptaste	66,7	61,5	64,1
Tophit	59,9	61,5	57,7
Haganta	59,9	61,5	57,7
Jojo	66,7	53,4	60,0

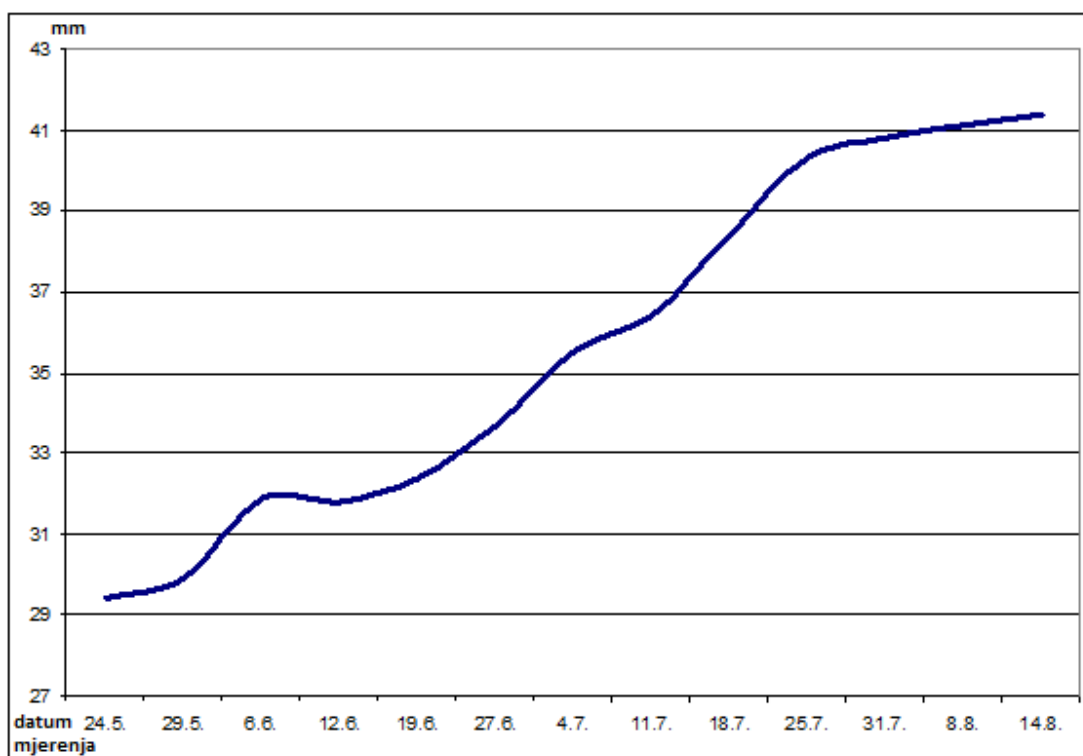
U tablici vidimo da se GDD vrijednosti za punu cvatnju kreću od 52,7 do 66,7, odnosno za prosjek dviju godina od 53,0 do 60,7. Razlike su među sortama male, a može se reći da su rezultat povoljnih temperatura u vrijeme cvatnje te manjih variranja temperaturnih vrijednosti tijekom cvatnje u obje godine.

5.4. Rast ploda

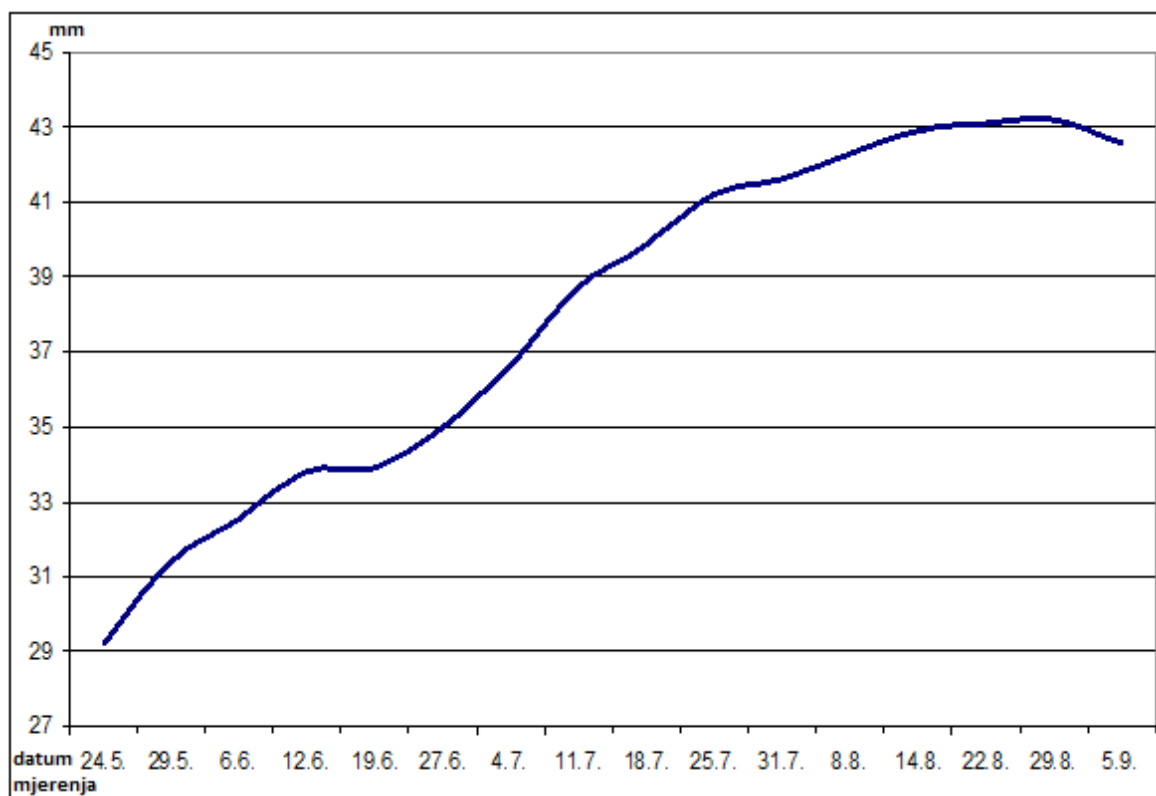
Rezultati istraživanja dinamike povećanja visine ploda predloženi su u grafikonima 6, 7, 8, 9, 10 i 11.



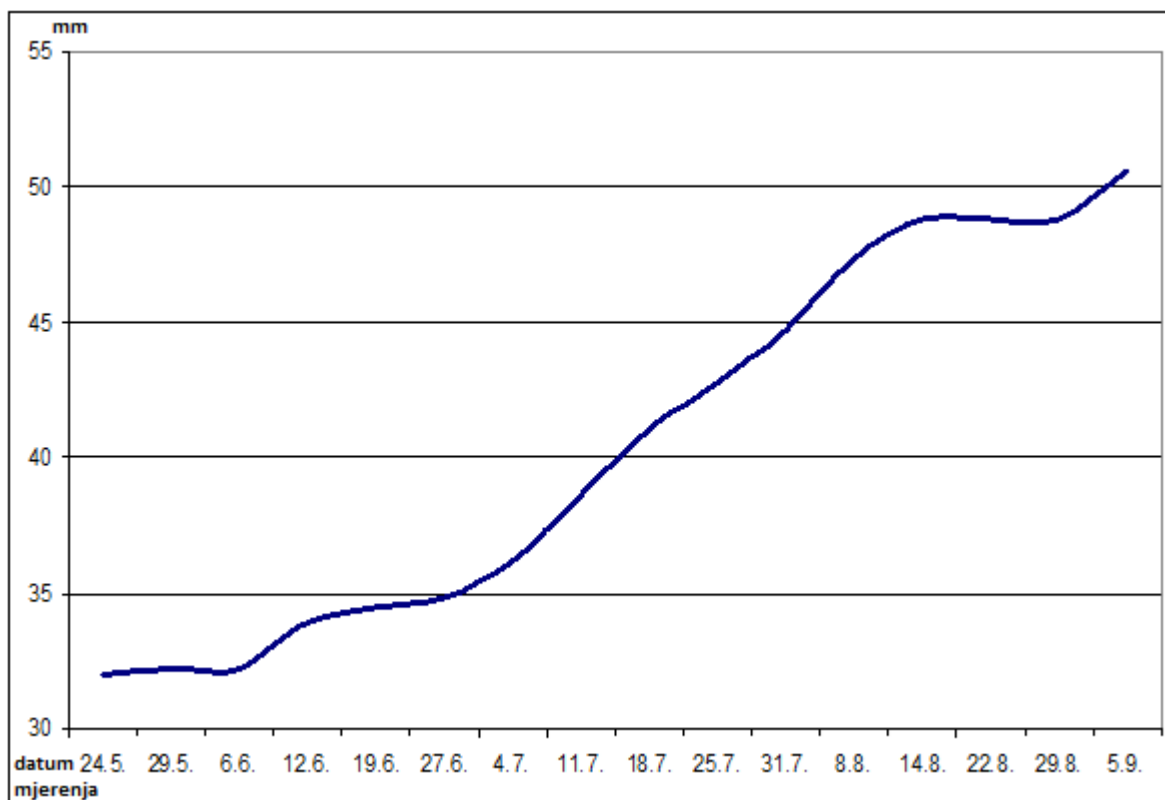
Grafikon 6 Krivulja rasta visine ploda sorte 'Čačanska ljepotica' u milimetrima (mm)



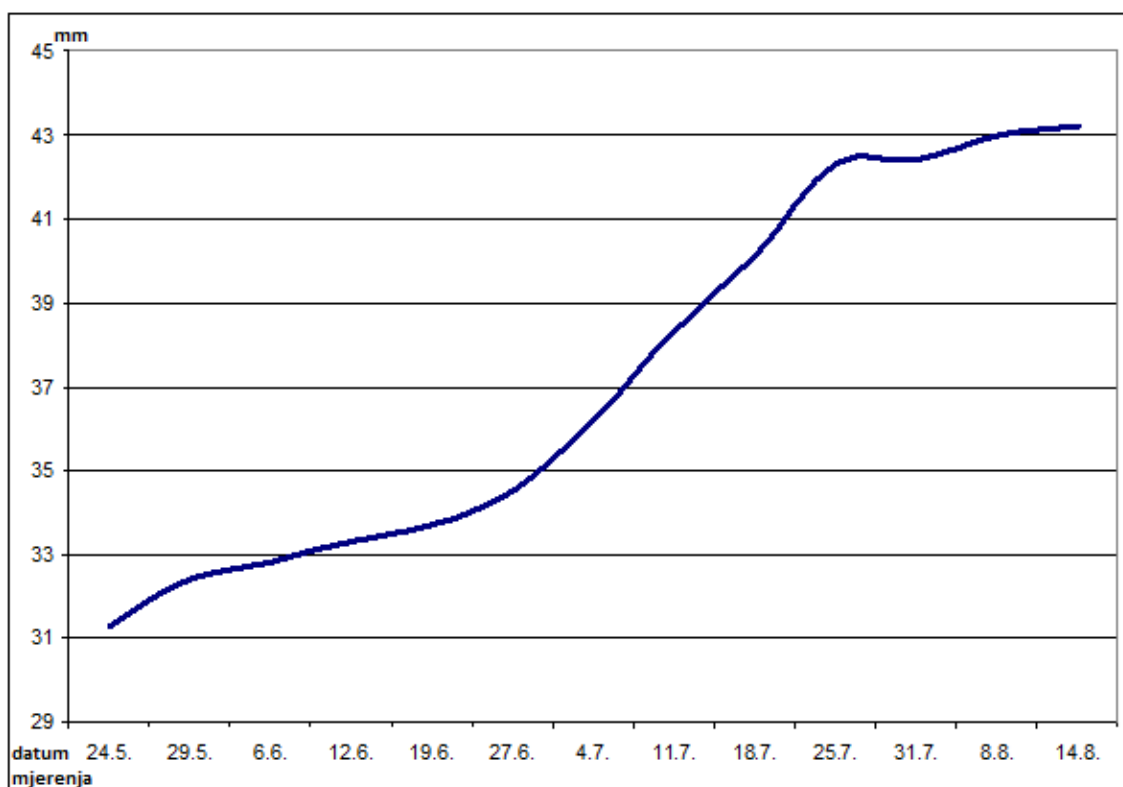
Grafikon 7 Krivulja rasta visine ploda sorte 'Topstar' u milimetrima (mm)



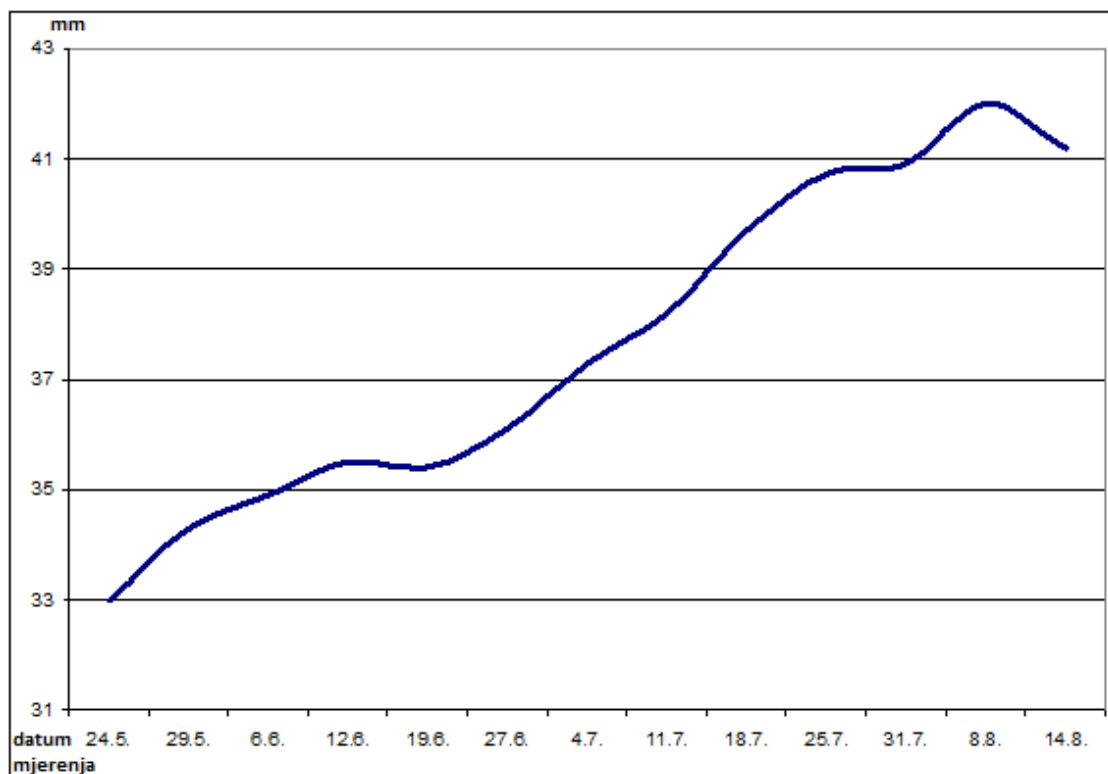
Grafikon 8 Krivulja rasta visine ploda sorte 'Haganta' u milimetrima (mm)



Grafikon 9 Krivulja rasta visine ploda sorte 'Tophit' u milimetrima (mm)



Grafikon 10 Krivulja rasta visine ploda sorte 'Toptaste' u milimetrima (mm)



Grafikon 11 Krivulja rasta visine ploda sorte 'Jojo' u milimetrima (mm)

Rast ploda u svih istraživanih sorata, kako se moglo i očekivati, slijedi dvostruku sigmoidnu krivulju na kojoj se mogu uočiti tri bitne faze. Prva faza sporoga rasta, u kojoj se odvija dioba stanica, trajala je u svih sorata podjednako, oko 30 dana, to jest od pune cvatnje 22. travnja do početka mjerenja 24. svibnja. Taj je rast spor i iznosi, ovisno o sorti, oko 20 mm – 30 mm visine ploda. Drugu fazu rasta ploda, to jest fazu u kojoj dolazi do izduživanja stanica i formiranja staničnih membrana, odlikuje povećanje rasta, a traje također oko 30 dana, odnosno do 19. lipnja za sve sorte. Treća faza rasta ploda, to jest faza bubrenja stanica, traje različito za pojedine sorte, odnosno do trenutka zrelosti za berbu. U toj fazi plod brže raste, odnosno povećava volumen. Taj se rast završava krajem srpnja u sorte 'Čačanska ljepotica', a tjedan dana kasnije (8. kolovoza) u sorte 'Jojo'. Rast ploda završava polovicom kolovoza u sorata 'Topstar' i 'Toptaste', a u sorte 'Haganta' krajem kolovoza. Rast ploda sorte 'Tophit' najduže traje i završava 5. rujna. Zanimljivo je da su prva i druga faza rasta, kako to spominju i drugi autori, podjednako trajale za sve istraživane sorte u ekološkim uvjetima istočne Slavonije. Zrenje se dobrim dijelom podudara sa završetkom zadnje faze rasta ploda, pa se može definirati kao zajedništvo metaboličkih i strukturalnih promjena.

5.5. Rodnost i bujnost sorata

Tablica 17 Rodnost, TCSA, YE i volumen krošnje istraživanih sorti u 2012. godini

2012.	TCSA	Rodnost	Rodnost po	YE	Volumen	YE
Sorta	(cm ²)	po stablu	ha (kg)	(kg/cm ²)	krošnje (m ³)	(kg/m ³)
		(kg)				
Toptaste	71,52 a	28,7 b	27003 b	0,40 b	7,80 b	3,68 b
Topstar	53,44 b	17,2 c	16158 c	0,32 b	4,91 d	3,50 b
Jojo	55,34 b	20,8 cb	19505 cb	0,37 b	6,07 c	3,42 b
Tophit	60,43 b	67,1 a	63087 a	1,16 a	8,25 a	8,14 a
Haganta	51,08 b	21,5 cb	20207 cb	0,42 b	4,54 e	4,73 b
Č. ljepotica	51,77 b	19,5 cb	18354 cb	0,38 b	4,09 f	4,77 b

TCSA vrijednost pokazatelj je vegetativnoga rasta te upućuje na razlike u bujnosti između promatranih kultivara. Godine 2012. najveća TCSA vrijednost utvrđena je u sorte 'Toptaste', 71,52 cm², dok je najmanja bila u sorte 'Haganta', 51,08 cm². Rodnost po stablu kretala se od 67,1 kg u sorte 'Tophit' do 17,2 kg u sorte 'Topstar'. Najveću rodnost po hektaru imala je sorta 'Tophit', 63 tona/ha, dok je najmanju imala sorta 'Topstar', 16 tona/ha. Učinkovitost uroda (*yield efficiency*) bila je najveća u sorte 'Tophit', 1,16 kg/cm², a najmanja u sorte 'Topstar', 0,32 kg/cm². U 2012. godini sve su sorte popunile svoj rodni volumen, koji je i u idućoj godini ostao nepromijenjen, a kretao se od 4,09 m³ u sorte 'Čačanska ljepotica' do 8,25 m³ u sorte 'Tophit'. Učinkovitost uroda po volumenu krošnje najveća je bila u sorte 'Tophit', 8,14 kg/m³, a najmanja u sorte 'Čačanska ljepotica', 4,77 kg/m³. Uspoređujući TCSA vrijednost, odnosno bujnost sorte i volumen krošnje, može se zaključiti kako su sorte s većom TCSA vrijednosti imale i veći volumen krošnje, a to su sorte 'Tophit' i 'Toptaste'.

Tablica 18 Rodnost, TCSA, YE i volumen krošnje istraživanih sorata u 2013. godini

2013.	TCSA	Rodnost po	Rodnost po	YE	Volumen	YE
Sorta	(cm ²)	stablu	ha (kg)	(kg/cm ²)	krošnje (m ³)	(kg/m ³)
		(kg)				
Toptaste	80,97 ba	56,7 b	53267 b	0,79 b	7,80 b	7,27 c
Topstar	69,07 b	8,9 d	8374 d	0,21 d	4,91 d	1,81 d
Jojo	83,64 ba	46,3 c	43491 c	0,55 c	6,07 c	7,62 c
Tophit	94,02 a	124,8 a	117304 a	1,38 a	8,25 a	15,13 a
Haganta	72,49 b	44,4 c	41697 c	0,63 cb	4,54 e	9,77 b
Č. ljepotica	73,99 b	40,0 c	37616 c	0,56 c	4,09 f	9,78 b

U 2013. godini prema TCSA vrijednosti dominirale su sorte 'Tophit', 'Jojo' i 'Toptaste'. Najveća TCSA vrijednost utvrđena je u sorte 'Tophit', i bila je 94,02, a najmanja u sorte 'Topstar', 69,07 cm². Utvrđena je visoka rodnost u svih sorata u istraživanju osim u sorte 'Topstar'. Tako je najveću rodnost po stablu imala sorta 'Tophit', 125 kg, odnosno 117 tona/ha. Najmanja rodnost utvrđena je u sorte 'Topstar', 9 kg po stablu, odnosno 8 tona/ha. Najveću učinkovitost uroda (*yield efficiency*) ostvarila je sorta 'Tophit', a iznosila je 1,38 kg po cm², dok je u sorte 'Topstar' utvrđena najmanja učinkovitost uroda, 0,21 kg po cm². Volumen krošnje najmanji je bio u sorte 'Čačanska ljepotica' i iznosio je 4,09 m³, dok je najveći bio u sorte 'Tophit', 8,25 m³. Volumen krošnje nije varirao između godina zato što je 2012. godine postignut puni rodni volumen po svakoj sorti. Učinkovitost uroda u odnosu na volumen krošnje najveća je bila u sorte 'Tophit', 15,13 kg/m³, a najmanja u sorte 'Topstar', 1,81 kg/m³.

5.6. Istraživanje utjecaja klimatskih prilika na promjene tijekom zrenja i prikladan termin berbe

5.6.1. Promjena mase ploda

Rezultati istraživanja prosječne mase ploda istraživanih sorata tijekom četiriju rokova berbe predočeni su u tablici 19, a promjene mase ploda tijekom zrenja, odnosno od prvoga do četvrtoga roka berbe, u tablici 20.

Tablica 19 Prosječna masa ploda u gramima istraživanih sorata tijekom četiriju rokova berbe

Sorta	Godina	
	2012.	2013.
Čačanska ljepotica	45,71 cd	42,92 b
Topstar	41,70 cd	33,73 c
Toptaste	42,24 d	35,35 c
Haganta	51,11 c	39,88 b
Jojo	57,18 b	26,95 d
Tophit	61,48 a	50,18 a

U tablici 19, u kojoj je prikazana prosječna masa ploda istraživanih sorata, mogu se uočiti značajne razlike u masi ploda između sorata. 'Tophit' i 'Jojo' sorte su izrazito krupnoga ploda, dok ne postoji značajna razlika između sorata 'Topstar', 'Toptaste' i 'Čačanske ljepotice'.

Tablica 20 Prosječna masa ploda po rokovima berbe u 2012. i 2013. godini

2012.				2013.		
SORTA	DATUM BERBE	ROK BERBE	PROSJEČNA MASA PLODA (g)	DATUM BERBE	ROK BERBE	PROSJEČNA MASA PLODA (g)
Č. ljepotica	18. 7. 2012.	1	43,68 a	15. 7. 2013.	1	40,67 a
	23. 7. 2012.	2	44,24 a	23. 7. 2013.	2	41,04 a
	27. 7. 2012.	3	47,11 a	30. 7. 2013.	3	42,17 a
	31. 7. 2012.	4	45,72 a	6. 8. 2013.	4	42,93 a
Jojo	13. 8. 2012.	1	45,62 a	6. 8. 2013.	1	28,46 a
	17. 8. 2012.	2	43,58 a	13. 8. 2013.	2	26,05 a
	21. 8. 2012.	3	47,55 a	20. 8. 2013.	3	23,77 a
	24. 8. 2012.	4	47,18 a	27. 8. 2013.	4	26,95 a
Topstar	23. 7. 2012.	1	44,83 a	30. 7. 2013.	1	33,61 ab
	27. 7. 2012.	2	44,83 a	6. 8. 2013.	2	34,98 ab
	31. 7. 2012.	3	43,62 a	13. 8. 2013.	3	35,94 ab
	3. 8. 2012.	4	41,71 a	20. 8. 2013.	4	30,39 b
Toptaste	31. 7. 2012.	1	43,06 a	23. 7. 2013.	1	32,49 a
	3. 8. 2012.	2	42,92 a	30. 7. 2013.	2	34,10 a
	07. 8. 2012.	3	42,15 a	6. 8. 2013.	3	32,89 a
	10. 8. 2012.	4	40,27 a	13. 8. 2013.	4	35,35 a
Haganta	10. 8. 2012.	1	57,15 a	6. 8. 2013.	1	38,59 b
	14. 8. 2012.	2	54,95 a	13. 8. 2013.	2	35,43 ab
	17. 8. 2012.	3	57,57 a	20. 8. 2013.	3	41,24 a
	21. 8. 2012.	4	51,11 a	27. 8. 2013.	4	39,89 a
Tophit	21. 8. 2012.	1	60,21a	13. 8. 2013.	1	46,55ab
	24. 8. 2012.	2	60,01a	20. 8. 2013.	2	39,55b
	28. 8. 2012.	3	58,48a	27. 8. 2013.	3	52,13a
	31. 8. 2012.	4	61,48a	3. 9. 2013.	4	50,18ab

Sve istraživane sorte postigle su dobru prosječnu masu ploda. U tablici 20 uočavamo da su, ovisno o klimatskim prilikama godine, utvrđene razlike u prosječnoj masi plodova između istraživanih sorata. U obje godine signifikantno veću prosječnu masu ploda postigla je sorta 'Tophit' od ostalih pet sorata. Sorta 'Haganta' ima u obje godine signifikantno veću prosječnu masu ploda od sorata 'Toptaste', 'Jojo', i 'Topstar', a u 2012. i od sorte 'Čačanska ljepotica'. U obje godine nisu utvrđene signifikantne razlike u prosječnoj masi ploda između sorata 'Topstar' i 'Toptaste'. Podjednaku prosječnu masu ploda u obje godine imala je sorta 'Čačanska ljepotica'. Ostale su sorte postigle veću prosječnu masu ploda u 2012. godini negoli u 2013. godini. Znatno nižu prosječnu masu ploda u 2013. godini imala je sorta 'Jojo' zbog izrazitoga zastoja snage vegetativnoga rasta uzrokovanoga bolešću stabala u toj godini. U tablici 19 uočavamo da se masa ploda u obje godine neznatno mijenjala od roka do roka berbe, odnosno između rokova berbe. U obje godine te su razlike male i nisu signifikantne. Samo u sorte 'Haganta' ustanovljena je mala, a statistički opravdana razlika u prosječnoj masi ploda između prvoga roka i zadnjih dvaju rokova berbe. Stoga se na osnovi praćenja promjene mase ploda u zadnjoj fazi rasta, odnosno zrenja ne može pouzdano utvrditi optimalan rok berbe.

5.6.2. Praćenje promjene tvrdoće ploda po rokovima berbe

Rezultati istraživanja promjene tvrdoće ploda tijekom zrenja u 2012. i 2013. godini za istraživane sorte predloženi su u tablici 21.

Tablica 21 Praćenje tvrdoće ploda po rokovima berbe u 2012. i 2013. godini

2012.				2013.		
SORTA	DATUM BERBE	ROK BERBE	TVRDOĆA PLODA (kg/cm ²)	DATUM BERBE	ROK BERBE	TVRDOĆA PLODA (kg/cm ²)
Č. ljepotica	18. 7. 2012.	1	2,54 a	15. 7. 2013.	1	2,20 a
	23. 7. 2012.	2	2,02 b	23. 7. 2013.	2	1,59 ab
	27. 7. 2012.	3	1,42 c	30. 7. 2013.	3	1,34 ab
	31. 7. 2012.	4	1,29c	6. 8. 2013.	4	1,03 b
Jojo	13. 8. 2012.	1	2,08 a	6. 8. 2013.	1	1,55 ab
	17. 8. 2012.	2	1,63 b	13. 8. 2013.	2	1,64 ab
	21. 8. 2012.	3	1,60 b	20. 8. 2013.	3	1,26 c
	24. 8. 2012.	4	1,41 b	27. 8. 2013.	4	1,45 b
Topstar	23. 7. 2012.	1	2,13 a	30. 7. 2013.	1	1,34 a
	27. 7. 2012.	2	1,34 b	6. 8. 2013.	2	0,59 b
	31. 7. 2012.	3	1,16 b	13. 8. 2013.	3	0,38 b
	03. 8. 2012.	4	1,00 b	20. 8. 2013.	4	0,38 b
Toptaste	31. 7. 2012.	1	2,00 a	23. 7. 2013.	1	2,95 a
	3. 8. 2012.	2	2,36 a	30. 7. 2013.	2	2,22 b
	7. 8. 2012.	3	2,25 a	6. 8. 2013.	3	1,29 c
	10. 8. 2012.	4	1,29 a	13. 8. 2013.	4	1,02 c
Haganta	10. 8. 2012.	1	1,18 a	6. 8. 2013.	1	1,59 a
	14. 8. 2012.	2	1,18 b	13. 8. 2013.	2	1,24 b
	17. 8. 2012.	3	1,13 b	20. 8. 2013.	3	1,44 a
	21. 8. 2012.	4	1,07 b	27. 8. 2013.	4	0,93 c
Tophit	21. 8. 2012.	1	1,26 b	13. 8. 2013.	1	1,86 a
	24. 8. 2012.	2	1,76 a	20. 8. 2013.	2	1,57 b
	28. 8. 2012.	3	1,42 b	27. 8. 2013.	3	1,47 bc
	31. 8. 2012.	4	1,31 b	3. 9. 2013.	4	1,38 c

U tablici uočavamo da se tvrdoća ploda svih sorata osjetno smanjuje od prvoga do četvrtoga roka berbe te da se povećanjem GDD-a smanjuje tvrdoća ploda. No to smanjenje nije bilo istoga intenziteta u svih sorata. Razlike u smanjenju tvrdoće ploda između roka berbe statistički su opravdane. Tvrdoća ploda u prvome terminu berbe bila je veća u 2012. godini u sorata 'Čačanska ljepotica', 'Topstar', 'Haganta' i 'Jojo' negoli u 2013. godini. Nasuprot tome, u sorata 'Toptaste' i 'Tophit' tvrdoća ploda u prvome terminu berbe bila je veća u 2013. negoli u 2012. godini. Iz tablice 21 uočava se da je tvrdoća ploda u četvrtome roku berbe bila gotovo podjednaka u obje godine u sorata 'Čačanska ljepotica' (1,2, odnosno 1,0), 'Hagante' (1,0, odnosno 0,9) i 'Toptaste' (1,0, odnosno 1,0), dok je podjednaka tvrdoća ploda u sorata 'Jojo' (1,4, odnosno 1,4) i 'Tophit' (1,3, odnosno 1,4). U sorte 'Topstar' ustanovljeno je veliko kolebanje tvrdoće ploda pod utjecajem godine, odnosno klimatskih prilika. U četvrtome roku berbe tvrdoća ploda istraživanih sorata kretala se od oko 1,0 do 1,4. Iznimka je sorta 'Topstar' u 2013. godini, kojoj je u četvrtome roku berbe tvrdoća iznosila 0,40. Tako su u 2012. godini plodovi sorte 'Topstar' u četvrtome roku berbe imali istu tvrdoću (1,0) kao i plodovi sorata 'Čačanska ljepotica', 'Haganta', 'Toptaste' i 'Jojo', a u 2013. godini čvrstoća ploda bila je manja u sva 4 roka berbe od ostalih sorata. Može se uočiti kako nisu utvrđene razlike za tvrdoću ploda pod utjecajem klimatskih prilika između 2012. i 2013. godine, osim za sortu 'Topstar'. Moglo bi se reći da se na osnovi tvrdoće ploda može dosta dobro utvrditi rok berbe, i to za sorte 'Čačanska ljepotica', 'Haganta' i 'Toptaste' uz vrijednost oko 1,0 (0,9 do 1,2), pa i sortu 'Topstar' na osnovi analize u 2012. godini, a za sorte 'Jojo' i 'Tophit' uz vrijednosti tvrdoće od 1,3 do 1,4.

5.6.3. Promjena koncentracije ukupnih kiselina u plodu tijekom zrenja

Rezultati istraživanja koncentracije ukupnih kiselina po terminima berbe predloženi su u tablici 22.

Tablica 22 Promjena koncentracije ukupnih kiselina u plodovima u 2012. i 2013.

2012				2013		
SORTA	DATUM BERBE	ROK BERBE	UKUPNE KISELINE (g(limunske)/100g)	DATUM BERBE	ROK BERBE	UKUPNE KISELINE (g(limunske)/100g)
Č. ljepotica	18.07.2012.	1	0,98 a	15.07.2013.	1	1,09 a
	23.07.2012.	2	0,94 ab	23.07.2013.	2	1,08 a
	27.07.2012.	3	0,91 b	30.07.2013.	3	0,85 b
	31.07.2012.	4	0,91 b	06.08.2013.	4	0,77 c
Jojo	13.08.2012.	1	0,80 a	06.08.2013.	1	1,08 a
	17.08.2012.	2	0,72 c	13.08.2013.	2	0,97 a
	21.08.2012.	3	0,75 b	20.08.2013.	3	0,84 a
	24.08.2012.	4	0,55 d	27.08.2013.	4	0,70 b
Topstar	23.07.2012.	1	0,99 b	30.07.2013.	1	0,95 a
	27.07.2012.	2	1,03 a	06.08.2013.	2	0,87 b
	31.07.2012.	3	0,95 c	13.08.2013.	3	0,83 c
	03.08.2012.	4	0,97 b	20.08.2013.	4	0,81 d
Toptaste	31.07.2012.	1	1,00 a	23.07.2013.	1	0,91 a
	03.08.2012.	2	0,87 b	30.07.2013.	2	0,75 c
	07.08.2012.	3	0,81 bc	06.08.2013.	3	0,77 b
	10.08.2012.	4	0,73 c	13.08.2013.	4	0,59 d
Haganta	10.08.2012.	1	0,99 a	06.08.2013.	1	0,90 b
	14.08.2012.	2	0,88 b	13.08.2013.	2	0,85 d
	17.08.2012.	3	0,86 b	20.08.2013.	3	0,86 c
	21.08.2012.	4	0,86 b	27.08.2013.	4	0,91 a
Tophit	21.08.2012.	1	0,94 a	13.08.2013.	1	0,73 a
	24.08.2012.	2	0,73 b	20.08.2013.	2	0,71 a
	28.08.2012.	3	0,62 d	27.08.2013.	3	0,66 b
	31.08.2012.	4	0,67 c	03.09.2013.	4	0,71 a

U tablici 22 može se uočiti da se koncentracija ukupnih kiselina od prvoga do četvrtoga termina berbe postupno smanjuje povećanjem toplotne sume. Pod utjecajem godine, odnosno klimatskih prilika nisu utvrđene veće razlike u koncentraciji ukupnih kiselina. Manje ukupnih kiselina sadržavali su u obje godine plodovi sorata 'Jojo', 'Toptaste' i 'Tophit', a više, odnosno gotovo podjednako, plodovi sorata 'Čačanska ljepotica', 'Haganta' i 'Topstar'. U tablici 22 predloženi su podaci o koncentraciji ukupnih kiselina i GDD vrijednosti u četvrtome roku berbe za 2012. i 2013. godinu. Može se uočiti da je prikladan rok berbe za sortu 'Čačanska ljepotica' bio uz koncentraciju ukupnih kiselina od 0,90 do 0,91 i toplinsku sumu 1212, odnosno 1181. U obje godine gotovo podjednaku koncentraciju ukupnih kiselina i GDD vrijednosti u četvrtome terminu berbe imaju sorte 'Čačanska ljepotica' (0,90 – 0,91 % uz 1212 – 1181), 'Haganta' (0,86 – 0,91 % uz 1513 – 1478).

U sorata 'Čačanska ljepotica', 'Jojo' i 'Tophit' u prvome roku berbe u 2013. godini nisu izmjerene kiseline jer su plodovi bili izrazito nezreli te nije učinjena analiza.

5.6.4. Promjena koncentracije topljive i ukupne suhe tvari

Rezultati istraživanja promjene koncentracije topljive suhe tvari za 2012. i 2013. godinu prikazani su u tablici 23.

Tablica 23 Promjena topljive suhe tvari u plodovima istraživanih sorata u 2012. i 2013.

2012.				2013.		
SORTA	DATUM BERBE	ROK BERBE	TOPLJIVA SUHA TVAR (% Brix-a)	DATUM BERBE	ROK BERBE	TOPLJIVA SUHA TVAR (% Brix-a)
Č. ljepotica	18. 7. 2012.	1	14,40 c	15. 7. 2013.	1	13,70 b
	23. 7. 2012.	2	15,77 b	23. 7. 2013.	2	13,37 b
	27. 7. 2012.	3	16,37 b	30. 7. 2013.	3	15,17 ab
	31. 7. 2012.	4	18,30 a	6. 8. 2013.	4	16,77 a
Jojo	13. 8. 2012.	1	21,03 a	6. 8. 2013.	1	10,83 a
	17. 8. 2012.	2	21,63 a	13. 8. 2013.	2	11,43 a
	21. 8. 2012.	3	21,55 a	20. 8. 2013.	3	11,13 a
	24. 8. 2012.	4	21,10 a	27. 8. 2013.	4	10,98 a
Topstar	23. 7. 2012.	1	15,97 b	30. 7. 2013.	1	12,97 b
	27. 7. 2012.	2	15,83 b	6. 8. 2013.	2	13,97 b
	31. 7. 2012.	3	18,00 a	13. 8. 2013.	3	13,93 b
	3. 8. 2012.	4	18,50 a	20. 8. 2013.	4	15,90 a
Toptaste	31. 7. 2012.	1	21,45 b	23. 7. 2013.	1	12,67 c
	3. 8. 2012.	2	23,29 a	30. 7. 2013.	2	13,17 bc
	7. 8. 2012.	3	22,14 ab	6. 8. 2013.	3	14,40 ab
	10. 8. 2012.	4	21,97 b	13. 8. 2013.	4	15,63 a
Haganta	10. 8. 2012.	1	17,87 b	6. 8. 2013.	1	14,37 b
	14. 8. 2012.	2	18,50 b	13. 8. 2013.	2	14,73 b
	17. 8. 2012.	3	19,80 a	20. 8. 2013.	3	16,63 a
	21. 8. 2012.	4	18,57 b	27. 8. 2013.	4	17,33 a
Tophit	21. 8. 2012.	1	20,37 a	13. 8. 2013.	1	12,13 ab
	24. 8. 2012.	2	19,30 a	20. 8. 2013.	2	10,77 b
	28. 8. 2012.	3	21,20 a	27. 8. 2013.	3	12,90 a
	31. 8. 2012.	4	21,30 a	3. 9. 2013.	4	12,73 a

Tablica 24 Promjena ukupne suhe tvari u plodovima istraživanih sorata u 2012. i 2013.

2012				2013		
SORTA	DATUM BERBE	ROK BERBE	UKUPNA SUHA TVAR (% Brix-a)	DATUM BERBE	ROK BERBE	UKUPNA SUHA TVAR (% Brix-a)
Č. ljepotica	18. 7. 2012.	1	15,33 c	15. 7. 2013.	1	12,81 b
	23. 7. 2012.	2	16,98 b	23. 7. 2013.	2	13,98 a
	27. 7. 2012.	3	17,33 b	30. 7. 2013.	3	13,87 a
	31. 7. 2012.	4	19,43 a	06. 8. 2013.	4	14,59 a
Jojo	13. 8. 2012.	1	21,54 a	06. 8. 2013.	1	13,03 a
	17. 8. 2012.	2	21,75 a	13. 8. 2013.	2	11,94 a
	21. 8. 2012.	3	23,63 a	20. 8. 2013.	3	12,57 a
	24. 8. 2012.	4	21,59 a	27. 8. 2013.	4	12,54 a
Topstar	23. 7. 2012.	1	16,86 b	30. 7. 2013.	1	12,96 d
	27. 7. 2012.	2	16,24 b	06. 8. 2013.	2	14,47 c
	31. 7. 2012.	3	18,45 a	13. 8. 2013.	3	15,59 b
	03. 8. 2012.	4	19,14 a	20. 8. 2013.	4	16,89 a
Toptaste	31. 7. 2012.	1	21,88 c	23. 7. 2013.	1	12,97 c
	03. 8. 2012.	2	24,05 bc	30. 7. 2013.	2	13,40 c
	07. 8. 2012.	3	25,25 ab	06. 8. 2013.	3	14,57 b
	10. 8. 2012.	4	28,09 a	13. 8. 2013.	4	16,74 a
Haganta	10. 8. 2012.	1	18,99 b	06. 8. 2013.	1	14,94 b
	14. 8. 2012.	2	20,28 ab	13. 8. 2013.	2	15,51 b
	17. 8. 2012.	3	20,19 ab	20. 8. 2013.	3	16,80 a
	21. 8. 2012.	4	20,86 a	27. 8. 2013.	4	17,64 a
Tophit	21. 8. 2012.	1	19,57 a	13. 8. 2013.	1	12,35 b
	24. 8. 2012.	2	19,92 a	20. 8. 2013.	2	12,64 b
	28. 8. 2012.	3	20,85 a	27. 8. 2013.	3	13,68 a
	31. 8. 2012.	4	20,95 a	03. 9. 2013.	4	14,35 a

Na temelju podataka iz tablice 23 može se uočiti da su sve istraživane sorte postigle veću topljivu suhu tvar u 2012. godini negoli u 2013. godini. Najveća razlika utvrđena je u četvrtome roku berbe za sorte 'Toptaste' (6,34 % Brix-a), 'Tophit' (8,54 % Brix-a) i 'Jojo' (10,12 % Brix-a). Manje razlike utvrđene su za sorte 'Čačanska ljepotica' (1,53 % Brix-a) i 'Haganta' (1,24 % Brix-a), dok je u sorte 'Topstar' podjednaka topljiva suha tvar u obje godine. U obje godine od početka, to jest od prvoga do četvrtoga roka berbe, povećavala se topljiva suha tvar u svih sorata. Pod utjecajem klimatskih prilika godine očitovale su se značajne razlike u povećanju topljive suhe tvari između roka berbe u većoj ili manjoj mjeri, ovisno o sorti. U sorte 'Jojo' nisu utvrđene signifikantne razlike u povećanju topljive suhe tvari između pojedinih rokova berbe u 2012. i 2013. godini. U 2012. godini nisu utvrđene signifikantne razlike u povećanju topljive suhe tvari ni u sorata 'Tophit', 'Haganta' i 'Toptaste'. U obje godine utvrđene su signifikantne razlike u povećanju topljive suhe tvari između rokova berbe samo u sorata 'Čačanska ljepotica' i 'Topstar'. U 2013. godini utvrđene su signifikantne razlike u povećanju koncentracije topljive suhe tvari između rokova berbe, a te su razlike najveće između prvoga i četvrtoga roka. Veće povećanje između prvoga i četvrtoga roka berbe ustanovljeno je u sorata 'Čačanska ljepotica' (3,07 % Brix-a), 'Topstar' (2,93 % Brix-a), 'Toptaste' (2,96 % Brix-a) i 'Haganta' (2,96 % Brix-a) negoli u sorte 'Tophit' (1,96 % Brix-a). Kako vidimo, razlike u povećanju topljive suhe tvari indiciraju prikladan rok berbe, ali nisu dovoljno pouzdan kriterij jer pod utjecajem klime postoje razlike ne samo između sorata nego i unutar sorte.

U obje godine u svih sorata s povećanjem GDD vrijednosti povećava se i topljiva suha tvar. Zanimljivo je da je uz gotovo iste GDD vrijednosti u 2012. i 2013. godini u plodovima istraživanih sorata prisutna različita koncentracija topljive suhe tvari. Tako sorta 'Čačanska ljepotica' s GDD vrijednostima od 1212,4 ima 18,30 % Brix-a topljive suhe tvari, a uz 1182,9 ima 16,77 % Brix-a topljive suhe tvari. Još je veća razlika u sorte 'Jojo', koja uz gotovo istu GDD vrijednost ima vrlo veliku razliku u koncentraciji topljive suhe tvari. Sorta 'Haganta' uz približno istu GDD vrijednost ima približno istu koncentraciju topljive suhe tvari. Rezultati istraživanja promjena koncentracije ukupne suhe tvari predloženi su u tablici 24. Vidimo da postoji, kako se moglo i očekivati, ista pravilnost u promjeni koncentracije ukupne suhe tvari kao i kod topljive suhe tvari. Veću ukupnu suhu tvar imali su plodovi svih sorata u 2012. negoli u 2013. godini.

5.6.5. Dinamika nakupljanja šećera

5.6.5.1. Dinamika nakupljanja saharoze

Rezultati istraživanja promjena u koncentraciji saharoze po rokovima berbe, odnosno od prvoga do četvrtoga roka, prikazani su u tablici 25.

Plodovi svih sorata sadržavali su u 2012. godini veću koncentraciju saharoze negoli u 2013. godini. U obje godine razlike u koncentraciji saharoze između rokova berbe signifikantne su samo za sortu 'Toptaste'. U sorata 'Čačanska ljepotica' i 'Jojo' te su razlike signifikantne između prvih dvaju rokova i zadnjih dvaju roka berbe u 2012. godini, a nisu signifikantne u 2013. godini. U sorte 'Topstar' utvrđena je u 2012. godini signifikantna razlika između prvoga roka i ostalih triju rokova berbe, a u 2013. između prvih dvaju rokova i zadnjih dvaju rokova. Za sorte 'Haganta' i 'Tophit' nisu utvrđene statistički opravdane razlike u količini saharoze između rokova berbe u 2012. godini, dok su u 2013. godini kod 'Tophita' između prvih dvaju rokova i zadnjih dvaju rokova i 'Hagante' između prvoga i četvrtoga te u odnosu na drugi i treći rok razlike signifikantne. Koncentracija saharoze u plodovima zamjetno je varirala ovisno o klimatskim prilikama godine i specifičnome neujednačenom ponašanju sorte. Prema tome, praćenjem promjena u koncentraciji saharoze u plodu ne može se pouzdano utvrditi prikladan rok berbe.

Tablica 25 Koncentracija saharoze po rokovima berbe u 2012. i 2013. godini

2012.				2013.		
SORTA	DATUM BERBE	ROK BERBE	NAKUPLJANJE SAHAROZE (% na svježu tvar)	DATUM BERBE	ROK BERBE	NAKUPLJANJE SAHAROZE (% na svježu tvar)
Č. ljepotica	18. 7. 2012.	1	1,80 c	15. 7. 2013.	1	2,25 b
	23. 7. 2012.	2	2,17 c	23. 7. 2013.	2	2,37 ab
	27. 7. 2012.	3	2,75 b	30. 7. 2013.	3	2,41 a
	31. 7. 2012.	4	3,41 a	6. 8. 2013.	4	2,35 ab
Jojo	13. 8. 2012.	1	2,91 b	6. 8. 2013.	1	2,32 a
	17. 8. 2012.	2	3,11 ab	13. 8. 2013.	2	1,78 a
	21. 8. 2012.	3	3,48 a	20. 8. 2013.	3	1,71 a
	24. 8. 2012.	4	3,04 b	27. 8. 2013.	4	1,71 a
Topstar	23. 7. 2012.	1	2,77 b	30. 7. 2013.	1	3,14 b
	27. 7. 2012.	2	3,86 a	6. 8. 2013.	2	3,23 b
	31. 7. 2012.	3	3,96 a	13. 8. 2013.	3	3,48 a
	3. 8. 2012.	4	4,17 a	20. 8. 2013.	4	3,61 a
Toptaste	31. 7. 2012.	1	2,68 c	23. 7. 2013.	1	1,29 c
	3. 8. 2012.	2	3,56 bc	30. 7. 2013.	2	1,52 c
	7. 8. 2012.	3	4,37 b	6. 8. 2013.	3	2,19 b
	10. 8. 2012.	4	5,35 a	13. 8. 2013.	4	3,05 a
Haganta	10. 8. 2012.	1	2,96 a	6. 8. 2013.	1	1,89 c
	14. 8. 2012.	2	2,96 a	13. 8. 2013.	2	2,06 b
	17. 8. 2012.	3	2,81 a	20. 8. 2013.	3	2,01 b
	21. 8. 2012.	4	3,20 a	27. 8. 2013.	4	2,46 a
Tophit	21. 8. 2012.	1	3,70 a	13. 8. 2013.	1	1,90 b
	24. 8. 2012.	2	3,64 a	20. 8. 2013.	2	1,86 b
	28. 8. 2012.	3	3,24 a	27. 8. 2013.	3	2,54 a
	31. 8. 2012.	4	3,30 a	3. 9. 2013.	4	2,54 a

5.6.5.2. Dinamika nakupljanja glukoze

Rezultati istraživanja promjene koncentracije glukoze u plodovima sorata šljiva prikazani su u tablici 26.

Može se uočiti da je koncentracija glukoze bila veća u 2012. nego u 2013. godini u sorata 'Čačanska ljepotica', 'Jojo', 'Toptaste' i 'Tophit'. Od prvoga do četvrtoga roka berbe utvrđeno je povećanje koncentracije glukoze u obje godine za sorte 'Čačanska ljepotica', 'Jojo', 'Haganta' i 'Tophit'. Smanjenje koncentracije glukoze utvrđeno je za sortu 'Topstar'. Nisu utvrđene statistički opravdane razlike u koncentraciji glukoze između rokova berbe u 2012. godini za sorte 'Topstar' i 'Toptaste' i 'Jojo' u obje godine. Statistički opravdane razlike za koncentraciju glukoze između rokova berbe u obje godine utvrđene su za sortu 'Haganta'. Općenito, poprilično su velika variranja u koncentraciji glukoze. Manje razlike između rokova berbe, čak kada su signifikantne, ne mogu biti pouzdan kriterij za utvrđivanje prikladnoga roka berbe.

Tablica 26 Dinamika nakupljanja glukoze

2012.				2013.		
SORTA	DATUM BERBE	ROK BERBE	NAKUPLJANJE GLUKOZE (% na svježu tvar)	DATUM BERBE	ROK BERBE	NAKUPLJANJE GLUKOZE (% na svježu tvar)
Č. ljepotica	18. 7. 2012.	1	3,45 b	15. 7. 2013.	1	2,69 c
	23. 7. 2012.	2	3,97 a	23. 7. 2013.	2	2,78 bc
	27. 7. 2012.	3	3,94 a	30. 7. 2013.	3	2,88 b
	31. 7. 2012.	4	3,94 a	6. 8. 2013.	4	3,59 a
Jojo	13. 8. 2012.	1	4,18 b	6. 8. 2013.	1	2,97 a
	17. 8. 2012.	2	4,46 ab	13. 8. 2013.	2	3,14 a
	21. 8. 2012.	3	4,88 a	20. 8. 2013.	3	3,53 a
	24. 8. 2012.	4	4,58 ab	27. 8. 2013.	4	3,06 a
Topstar	23. 7. 2012.	1	2,95 a	30. 7. 2013.	1	2,32 b
	27. 7. 2012.	2	2,29 a	6. 8. 2013.	2	2,43 b
	31. 7. 2012.	3	2,70 a	13. 8. 2013.	3	2,56 b
	3. 8. 2012.	4	2,72 a	20. 8. 2013.	4	2,82 a
Toptaste	31. 7. 2012.	1	4,35 a	23. 7. 2013.	1	2,98 b
	3. 8. 2012.	2	4,29 a	30. 7. 2013.	2	3,19 ab
	7. 8. 2012.	3	4,07 a	6. 8. 2013.	3	3,20 ab
	10. 8. 2012.	4	4,15 a	13. 8. 2013.	4	3,32 a
Haganta	10. 8. 2012.	1	3,59 bc	6. 8. 2013.	1	3,32 d
	14. 8. 2012.	2	3,20 c	13. 8. 2013.	2	3,56 c
	17. 8. 2012.	3	3,84 ab	20. 8. 2013.	3	3,82 b
	21. 8. 2012.	4	4,02 a	27. 8. 2013.	4	4,06 a
Tophit	21. 8. 2012.	1	2,99 b	13. 8. 2013.	1	2,22 c
	24. 8. 2012.	2	3,07 ab	20. 8. 2013.	2	2,51 b
	28. 8. 2012.	3	3,24 ab	27. 8. 2013.	3	2,48 b
	31. 8. 2012.	4	3,33 a	3. 9. 2013.	4	2,78 a

5.6.5.3. Dinamika nakupljanja fruktoze

Rezultati istraživanja promjene u koncentraciji fruktoze prikazani su u tablici 27.

Vidimo da je koncentracija fruktoze u plodovima bila malo veća u 2012. nego u 2013. godini. U 2012. godini nisu za sve sorte utvrđene signifikantne razlike u koncentraciji fruktoze između pojedinoga roka berbe. U 2013. godini utvrđene su signifikantne razlike između svih četiriju rokova berbe u sorte 'Tophit', a u sorte 'Haganta' između drugoga i trećega i trećega i četvrtoga roka berbe. No i te su razlike relativno male. Na osnovi dobivenih podataka ne može se predviđati prikladno vrijeme za berbu.

Tablica 27 Dinamika nakupljanja fruktoze

2012.				2013.		
SORTA	DATUM BERBE	ROK BERBE	NAKUPLJANJE FRUKTOZE (% na svježu tvar)	DATUM BERBE	ROK BERBE	NAKUPLJANJE FRUKTOZE (% na svježu tvar)
Č. ljepotica	18. 7. 2012.	1	2,14 b	15. 7. 2013.	1	1,57 b
	23. 7. 2012.	2	2,54 a	23. 7. 2013.	2	1,61 b
	27. 7. 2012.	3	2,55 a	30. 7. 2013.	3	1,85 ab
	31. 7. 2012.	4	2,59 a	6. 8. 2013.	4	2,13 a
Jojo	13. 8. 2012.	1	2,53 b	6. 8. 2013.	1	1,45 ab
	17. 8. 2012.	2	2,85 ab	13. 8. 2013.	2	1,33 b
	21. 8. 2012.	3	3,12 a	20. 8. 2013.	3	1,59 a
	24. 8. 2012.	4	3,13 a	27. 8. 2013.	4	1,61 a
Topstar	23. 7. 2012.	1	1,96 a	30. 7. 2013.	1	1,31 b
	27. 7. 2012.	2	1,68 a	6. 8. 2013.	2	1,44 b
	31. 7. 2012.	3	1,86 a	13. 8. 2013.	3	1,67 a
	3. 8. 2012.	4	1,93 a	20. 8. 2013.	4	1,79 a
Toptaste	31. 7. 2012.	1	3,17 a	23. 7. 2013.	1	1,97 b
	3. 8. 2012.	2	3,03 ab	30. 7. 2013.	2	2,10 ab
	7. 8. 2012.	3	2,78 b	6. 8. 2013.	3	2,08 ab
	10. 8. 2012.	4	2,83 ab	13. 8. 2013.	4	2,27 a
Haganta	10. 8. 2012.	1	1,67 b	6. 8. 2013.	1	1,44 c
	14. 8. 2012.	2	1,66 b	13. 8. 2013.	2	1,64 c
	17. 8. 2012.	3	2,19 a	20. 8. 2013.	3	1,95 b
	21. 8. 2012.	4	2,08 ab	27. 8. 2013.	4	2,24 a
Tophit	21. 8. 2012.	1	1,96 b	13. 8. 2013.	1	1,38 d
	24. 8. 2012.	2	2,09 ab	20. 8. 2013.	2	1,37 b
	28. 8. 2012.	3	2,23 a	27. 8. 2013.	3	1,58 c
	31. 8. 2012.	4	2,27 a	3. 9. 2013.	4	1,89 a

5.6.5.4. Promjene koncentracije sorbitola

Rezultati istraživanja koncentracije sorbitola po rokovima berbe prikazani su u tablici 28.

Uočavamo da je koncentracija sorbitola u plodovima svih istraživanih sorata bila znatno veća u 2012. nego u 2013. godini. U obje godine nisu utvrđene signifikantne razlike u koncentraciji sorbitola između rokova berbe za sortu 'Jojo'. Opravdana razlika nije utvrđena ni za sortu 'Haganta' u 2012. godini i sortu 'Čačanska ljepotica' i u 2013. godini. U sorte 'Tophit' razlika je mala, a signifikantna u obje godine samo između prvoga i četvrtoga roka berbe. Samo u sorte 'Čačanska ljepotica' u 2012. i sorte 'Haganta' u 2013. godini utvrđene su signifikantne razlike u koncentraciji sorbitola između rokova berbe.

Tablica 28 Promjena koncentracije sorbitola u 2012. i 2013. godini

2012.				2013.		
SORTA	DATUM BERBE	ROK BERBE	KONCENTRACIJA SORBITOLA (% na svježu tvar)	DATUM BERBE	ROK BERBE	KONCENTRACIJA SORBITOLA (% na svježu tvar)
Č. ljepotica	18. 7. 2012.	1	1,83 c	15. 7. 2013.	1	1,07 a
	23. 7. 2012.	2	2,25 b	23. 7. 2013.	2	1,29 a
	27. 7. 2012.	3	2,31 b	30. 7. 2013.	3	1,32 a
	31. 7. 2012.	4	2,59 a	6. 8. 2013.	4	1,49 a
Jojo	13. 8. 2012.	1	4,26 a	6. 8. 2013.	1	1,13 a
	17. 8. 2012.	2	4,23 a	13. 8. 2013.	2	0,92 a
	21. 8. 2012.	3	4,81 a	20. 8. 2013.	3	0,95 a
	24. 8. 2012.	4	4,71 a	27. 8. 2013.	4	1,10 a
Topstar	23. 7. 2012.	1	2,30 b	30. 7. 2013.	1	1,14 b
	27. 7. 2012.	2	2,23 b	6. 8. 2013.	2	1,31 ab
	31. 7. 2012.	3	2,38 b	13. 8. 2013.	3	1,51 a
	3. 8. 2012.	4	2,94 a	20. 8. 2013.	4	1,46 a
Toptaste	31. 7. 2012.	1	3,46 b	23. 7. 2013.	1	0,84 c
	3. 8. 2012.	2	3,76 b	30. 7. 2013.	2	1,06 bc
	7. 8. 2012.	3	4,39 b	6. 8. 2013.	3	1,30 b
	10. 8. 2012.	4	5,41 a	13. 8. 2013.	4	1,86 a
Haganta	10. 8. 2012.	1	3,08 a	6. 8. 2013.	1	1,41 c
	14. 8. 2012.	2	3,46 a	13. 8. 2013.	2	1,59 bc
	17. 8. 2012.	3	3,54 a	20. 8. 2013.	3	1,73 b
	21. 8. 2012.	4	3,54 a	27. 8. 2013.	4	2,10 a
Tophit	21. 8. 2012.	1	4,21 b	13. 8. 2013.	1	1,31 ab
	24. 8. 2012.	2	4,42 ab	20. 8. 2013.	2	1,12 b
	28. 8. 2012.	3	4,67 ab	27. 8. 2013.	3	1,33 a
	31. 8. 2012.	4	4,89 a	3. 9. 2013.	4	1,36 a

5.6.5.5. Dinamika nakupljanja ukupnih šećera

Rezultati istraživanja količine ukupnih šećera u pojedinim rokovima berbe predočeni su u tablici 29.

Vidimo da su sve sorte u 2012. godini imale znatno više ukupnih šećera negoli u 2013. godini. U 2012. godini nisu ustanovljene signifikantne razlike u koncentraciji ukupnih šećera između pojedinoga roka berbe u sorata 'Jojo', 'Haganta' i 'Tophit', a u 2013. godini samo u sorte 'Jojo'. U obje godine ustanovljene su signifikantne razlike između rokova berbe u sorata 'Čačanska ljepotica' i 'Topstar'. U 2013. godini utvrđene su signifikantne razlike u koncentraciji ukupnih šećera između rokova berbe u svih sorata, osim u sorte 'Jojo'. U sorata 'Tophit', 'Haganta' i 'Toptaste' ustanovljene su signifikantne razlike u koncentraciji ukupnih šećera između svih četiriju rokova berbe, što pokazuje da se ukupna količina šećera postupno povećavala. Prema tome, praćenjem ukupne količine šećera u zadnjoj fazi rasta ploda, na osnovi podataka dobivenih za 2013. godinu, moglo bi se odrediti vrijeme prikladno za berbu. No kako pod utjecajem godine, odnosno klimatskih prilika, postoji veliko kolebanje u koncentraciji ukupnih šećera, ti dobiveni podatci, u široj praksi, mogu biti prije orijentacijski negoli pouzdani za točno određivanje roka berbe.

Tablica 29 Sadržaj ukupnih šećera po rokovima berbe u 2012. i 2013. godini

2012.			2013.			
SORTA	DATUM BERBE	ROK BERBE	SADRŽAJ UKUPNIH ŠEĆERA (% na svježu tvar)	DATUM BERBE	ROK BERBE	SADRŽAJ UKUPNIH ŠEĆERA (% na svježu tvar)
Č. ljepotica	18. 7. 2012.	1	9,23 d	15. 7. 2013.	1	7,57 c
	23. 7. 2012.	2	10,92 c	23. 7. 2013.	2	8,05 bc
	27. 7. 2012.	3	11,55 b	30. 7. 2013.	3	8,46 b
	31. 7. 2012.	4	12,53 a	6. 8. 2013.	4	9,57 a
Jojo	13. 8. 2012.	1	13,87 b	6. 8. 2013.	1	8,02 a
	17. 8. 2012.	2	14,65 ab	13. 8. 2013.	2	7,17 a
	21. 8. 2012.	3	16,28 a	20. 8. 2013.	3	7,77 a
	24. 8. 2012.	4	15,45 ab	27. 8. 2013.	4	7,49 a
Topstar	23. 7. 2012.	1	9,98 c	30. 7. 2013.	1	7,91 d
	27. 7. 2012.	2	10,06 c	6. 8. 2013.	2	8,41 c
	31. 7. 2012.	3	10,90 b	13. 8. 2013.	3	9,22 b
	3. 8. 2012.	4	11,76 a	20. 8. 2013.	4	9,68 a
Toptaste	31. 7. 2012.	1	13,67 b	23. 7. 2013.	1	7,08 d
	3. 8. 2012.	2	14,63 b	30. 7. 2013.	2	7,86 c
	7. 8. 2012.	3	15,61 ab	6. 8. 2013.	3	8,77 b
	10. 8. 2012.	4	17,73 a	13. 8. 2013.	4	10,50 a
Haganta	10. 8. 2012.	1	11,30 a	6. 8. 2013.	1	8,06 d
	14. 8. 2012.	2	11,24 a	13. 8. 2013.	2	8,84 c
	17. 8. 2012.	3	12,38 a	20. 8. 2013.	3	9,50 b
	21. 8. 2012.	4	12,84 a	27. 8. 2013.	4	10,85 a
Tophit	21. 8. 2012.	1	12,85 a	13. 8. 2013.	1	6,81 d
	24. 8. 2012.	2	13,22 a	20. 8. 2013.	2	7,22 c
	28. 8. 2012.	3	13,39 a	27. 8. 2013.	3	7,92 b
	31. 8. 2012.	4	13,81 a	3. 9. 2013.	4	8,57 a

5.6.6. Promjene boje kožice ploda

Rezultati istraživanja promjene boje kožice ploda predočeni su za 2012. i 2013. godinu u tablici 30.

U tablici vidimo da se od prvoga do četvrtoga roka berbe povećavala boja kožice ploda u svih sorata, osim u sorte 'Jojo'. Razlike u boji kožice između rokova berbe unutar sorata statistički su opravdane, što pokazuje da se boja postupno mijenja od prvoga do četvrtoga roka berbe. Nadalje, treba reći da je boja kožice ploda u svake sorte u četvrtoj berbi u obje godine bila gotovo podjednaka. To pokazuje da je boja ploda relativno dobar indikator utvrđivanja prikladnoga roka berbe. Mogli bismo reći da je prikladan rok berbe za sortu 'Čačanska ljepotica' s bojom ploda 5,77, odnosno 6,32, za 'Topstar' s bojom 5,95, odnosno 5,98, za 'Hagantu' s bojom 5,15, odnosno 5,21, 'Tophit' 4,62, odnosno 4,76. U 2012. godini sorta 'Tophit' u četvrtome je roku berbe imala boju 5,92, dakle gotovo isto kao i 'Topstar'. Razlika je utvrđena u 2013. godini, kada je uz malo manju GDD vrijednost u usporedbi s 2012. godinom imala boju 5,77. Samo je sorta 'Jojo' u obje godine imala nižu vrijednost za boju u četvrtome roku berbe negoli u prvim trima rokovima berbe, što pokazuje sortnu specifičnost. Kada promatramo intenzitet promjene boje, tada vidimo da se u obje godine mijenjao od roka do roka berbe gotovo istim intenzitetom, što pokazuje da se praćenjem stupnja promjene boje može kontrolirati stupanj zrelosti za berbu. Uočavamo da je intenzitet boje jedan od mogućih kriterija za utvrđivanje roka berbe. Povećanjem GDD vrijednosti povećava se i boja, kao što je već istaknuto, u svih sorata, osim u sorte 'Jojo'. U četvrtome roku berbe GDD vrijednosti kretale su se u obje godine za sortu 'Čačanska ljepotica' od 1182 do 1212, za sortu 'Tophit' od 1542 do 1664, za sortu 'Haganta' od 1478 do 1513, za sortu 'Toptaste' od 1296 do 1375, a za sortu 'Jojo' od 1531 do 1565, dok je razlika za sortu 'Topstar' uz istu boju ploda bila između godina, tako da je u 2012. godini GDD vrijednost bila 1256, a u 2013. godini 1394. Ta je razlika pod utjecajem godine za tu sortu veća negoli u ostalih sorata. Na osnovi GDD vrijednosti može se, dakle, poprilično dobro orijentacijski odrediti rok berbe.

Tablica 30 Promjena boje kožice po rokovima berbe u 2012. i 2013. godini.

2012.				2013.		
SORTA	DATUM BERBE	ROK BERBE	BOJA KOŽICE PLODA (CIRG indeks)	DATUM BERBE	ROK BERBE	BOJA KOŽICE PLODA (CIRG indeks)
Č. jepotica	18. 7. 2012.	1	4,470 d	15. 7. 2013.	1	4,527 b
	23. 7. 2012.	2	4,973 c	23. 7. 2013.	2	4,778 b
	27. 7. 2012.	3	5,715 b	30. 7. 2013.	3	6,057 a
	31. 7. 2012.	4	6,316 a	6. 8. 2013.	4	5,769 a
Jojo	13. 8. 2012.	1	6,029 a	6. 8. 2013.	1	4,027 bc
	17. 8. 2012.	2	6,129 a	13. 8. 2013.	2	3,967 c
	21. 8. 2012.	3	5,736 b	20. 8. 2013.	3	4,206 a
	24. 8. 2012.	4	5,925 ab	27. 8. 2013.	4	4,086 b
Topstar	23. 7. 2012.	1	4,350 c	30. 7. 2013.	1	3,626 c
	27. 7. 2012.	2	5,150 b	6. 8. 2013.	2	4,854 b
	31. 7. 2012.	3	5,797 ab	13. 8. 2013.	3	5,368 ab
	3. 8. 2012.	4	5,980 a	20. 8. 2013.	4	5,945 a
Toptaste	31. 7. 2012.	1	5,085 b	23. 7. 2013.	1	2,730 c
	3. 8. 2012.	2	5,258 b	30. 7. 2013.	2	2,812 c
	7. 8. 2012.	3	5,894 a	6. 8. 2013.	3	3,581 b
	10. 8. 2012.	4	5,925 a	13. 8. 2013.	4	4,305 a
Haganta	10. 8. 2012.	1	3,842 b	6. 8. 2013.	1	2,821 d
	14. 8. 2012.	2	4,626 ab	13. 8. 2013.	2	3,379 c
	17. 8. 2012.	3	5,183 a	20. 8. 2013.	3	4,232 b
	21. 8. 2012.	4	5,211 a	27. 8. 2013.	4	5,151 a
Tophit	21. 8. 2012.	1	4,304 a	13. 8. 2013.	1	3,939 b
	24. 8. 2012.	2	2,976 b	20. 8. 2013.	2	2,957 c
	28. 8. 2012.	3	4,480 a	27. 8. 2013.	3	4,102 b
	31. 8. 2012.	4	4,618 a	3. 9. 2013.	4	4,758 a

5.6.7. Dinamika nakupljanja količine antocijana

Rezultati istraživanja koncentracije antocijana u plodovima sorata šljive prikazani su u tablici 31.

U tablici uočavamo da je koncentracija antocijana bila veća u 2012. godini u svih sorata, osim u sorte 'Čačanska ljepotica'. Koncentracija antocijana postupno se povećavala u obje godine od prvoga do četvrtoga roka berbe u sorata 'Topstar', 'Toptaste', 'Haganta', a samo u 2013. godini u sorata 'Čačanska ljepotica' i 'Tophit'. Variranje koncentracije između rokova berbe bilo je unutar uskih granica, odnosno gotovo nepromijenjeno tijekom 2012. godine u sorata 'Čačanska ljepotica' i 'Tophit', a u 2013. godini u sorte 'Jojo'. Razlike u koncentraciji antocijana između rokova berbe male su i nisu signifikantne u 2012. godini u sorata 'Jojo', 'Topstar', 'Haganta' i 'Tophit', dok je ustanovljena signifikantna razlika samo u sorte 'Toptaste' između prvoga roka i ostalih triju rokova berbe te sorte 'Čačanska ljepotica' između zadnjega roka i ostalih triju rokova berbe. U 2013. godini utvrđena je signifikantna razlika između svih četiriju rokova berbe u sorata 'Haganta' i 'Topstar', a samo između četvrtoga roka i prvih triju rokova berbe. Dakle, praćenje promjene koncentracije antocijana u plodovima, zbog malih i neuvjerljivih razlika, ne može poslužiti kao kriterij za utvrđivanje prikladnoga roka berbe.

Tablica 31 Promjena sadržaja antocijana po rokovima berbe u 2012. i 2013. godini

2012.				2013.		
SORTA	DATUM BERBE	ROK BERBE	ANTOCIJANI (mg (cijanidin-3-glukozid)/gST)	DATUM BERBE	ROK BERBE	ANTOCIJANI (mg (cijanidin-3-glukozid)/gST)
Č. ljepotica	18. 7. 2012.	1	0,25 b	15. 7. 2013.	1	0,11 a
	23. 7. 2012.	2	0,41 b	23. 7. 2013.	2	0,09 a
	27. 7. 2012.	3	0,42 b	30. 7. 2013.	3	0,11 a
	31. 7. 2012.	4	0,93 a	6. 8. 2013.	4	0,11 a
Jojo	13. 8. 2012.	1	0,81 a	6. 8. 2013.	1	0,05 a
	17. 8. 2012.	2	0,50 a	13. 8. 2013.	2	0,03 a
	21. 8. 2012.	3	0,59 a	20. 8. 2013.	3	0,05 a
	24. 8. 2012.	4	0,59 a	27. 8. 2013.	4	0,04 a
Topstar	23. 7. 2012.	1	0,39 b	30. 7. 2013.	1	0,05 c
	27. 7. 2012.	2	0,47 b	6. 8. 2013.	2	0,10 b
	31. 7. 2012.	3	1,41 a	13. 8. 2013.	3	0,11 ab
	3. 8. 2012.	4	0,69 b	20. 8. 2013.	4	0,15 a
Toptaste	31. 7. 2012.	1	0,30 b	23. 7. 2013.	1	0,02 b
	3. 8. 2012.	2	0,51 a	30. 7. 2013.	2	0,02 b
	7. 8. 2012.	3	0,47 a	6. 8. 2013.	3	0,04 a
	10. 8. 2012.	4	0,50 a	13. 8. 2013.	4	0,05 a
Haganta	10. 8. 2012.	1	0,36 a	6. 8. 2013.	1	0,01 c
	14. 8. 2012.	2	0,40 a	13. 8. 2013.	2	0,03 c
	17. 8. 2012.	3	0,49 a	20. 8. 2013.	3	0,05 b
	21. 8. 2012.	4	0,57 a	27. 8. 2013.	4	0,07 a
Tophit	21. 8. 2012.	1	0,32 a	13. 8. 2013.	1	0,01 b
	24. 8. 2012.	2	0,25 a	20. 8. 2013.	2	0,02 b
	28. 8. 2012.	3	0,32 a	27. 8. 2013.	3	0,03 b
	31. 8. 2012.	4	0,32 a	3. 9. 2013.	4	0,05 a

5.6.8. Dinamika količine ukupnih polifenola

Rezultati istraživanja promjene količine polifenola u plodovima sorata od prvoga do četvrtoga roka berbe u 2012. i 2013. godini predloženi su u tablici 32.

U tablici uočavamo da je u 2013. godini ustanovljena manja količina polifenola negoli u 2012. godini i da se u obje godine količina polifenola od prvoga do četvrtoga roka berbe postupno smanjivala u sorata 'Čačanska ljepotica', 'Jojo', 'Haganta' i 'Tophit', a u sorte 'Topstar' samo u 2012. godini. Nasuprot tome, povećavala se količina polifenola u obje godine u sorte 'Toptaste'. Razlike u smanjenju koncentracije polifenola između rokova berbe male su i nisu statistički opravdane ni za jednu sortu u 2013. godini. U 2012. godini također nisu utvrđene signifikantne razlike između rokova berbe za sorte 'Čačanska ljepotica', 'Topstar', 'Haganta' i 'Tophit', a opravdane su samo između prvoga u odnosu na treći i četvrti rok berbe u sorte 'Jojo' i između prvoga i ostalih triju rokova berbe u sorte 'Toptaste'. Rezultati istraživanja pokazuju da su promjene koncentracije polifenola između rokova berbe relativno male i statistički neopravdane, pa ne mogu poslužiti kao kriterij za utvrđivanje prikladnoga roka berbe.

Tablica 32 Promjena količine polifenola po rokovima berbe u 2012. i 2013. godini

2012.				2013.		
SORTA	DATUM BERBE	ROK BERBE	POLIFENOLI (mg (taninske kiseline)/gST)	DATUM BERBE	ROK BERBE	POLIFENOLI (mg (taninske kiseline)/gST)
Č. ljepotica	18. 7. 2012.	1	1,43 a	15. 7. 2013.	1	0,72 a
	23. 7. 2012.	2	1,42 a	23. 7. 2013.	2	0,59 a
	27. 7. 2012.	3	1,27 a	30. 7. 2013.	3	0,71 a
	31. 7. 2012.	4	1,40 a	6. 8. 2013.	4	0,71 a
Jojo	13. 8. 2012.	1	2,59 a	6. 8. 2013.	1	0,97 a
	17. 8. 2012.	2	2,30 ab	13. 8. 2013.	2	0,76 a
	21. 8. 2012.	3	2,00 bc	20. 8. 2013.	3	0,74 a
	24. 8. 2012.	4	1,80 c	27. 8. 2013.	4	0,82 a
Topstar	23. 7. 2012.	1	2,46 a	30. 7. 2013.	1	1,23 a
	27. 7. 2012.	2	1,71 a	6. 8. 2013.	2	1,33 a
	31. 7. 2012.	3	2,52 a	13. 8. 2013.	3	1,32 a
	3. 8. 2012.	4	1,88 a	20. 8. 2013.	4	1,34 a
Toptaste	31. 7. 2012.	1	2,14 b	23. 7. 2013.	1	1,06 a
	3. 8. 2012.	2	2,82 a	30. 7. 2013.	2	0,94 a
	7. 8. 2012.	3	2,88 a	6. 8. 2013.	3	1,15 a
	10. 8. 2012.	4	3,22 a	13. 8. 2013.	4	1,17 a
Haganta	10. 8. 2012.	1	4,42 a	6. 8. 2013.	1	2,02 a
	14. 8. 2012.	2	3,99 a	13. 8. 2013.	2	2,11 a
	17. 8. 2012.	3	4,25 a	20. 8. 2013.	3	2,06 a
	21. 8. 2012.	4	3,75 a	27. 8. 2013.	4	1,64 b
Tophit	21. 8. 2012.	1	2,32 a	13. 8. 2013.	1	1,23 ab
	24. 8. 2012.	2	2,25 a	20. 8. 2013.	2	1,33 a
	28. 8. 2012.	3	2,03 a	27. 8. 2013.	3	1,25 ab
	31. 8. 2012.	4	1,85 a	3. 9. 2013.	4	1,18 b

5.6.9. Dinamika nakupljanja količine antioksidanata

Rezultati istraživanja koncentracije antioksidanasa predloženi su u tablici 33.

Uočavamo da je koncentracija antioksidanasa bila znatno veća u 2012. godini nego u 2013. godini. Razlike u koncentraciji između rokova berbe nisu velike i nisu značajne u obje godine za sorte 'Čačanska ljepotica' i 'Topstar', a u 2012. godini ni za sorte 'Jojo' i 'Tophit', kao i u 2013. godini za sortu 'Toptaste'. U 2012. godini utvrđene su značajne razlike između rokova berbe za sortu 'Toptaste' i između četvrtoga roka berbe i ostalih triju rokova za sortu 'Haganta'. Istraživanjima u 2013. godini utvrđene su značajne razlike samo u sorte 'Jojo' između prvoga roka berbe i ostalih rokova, a u sortama 'Haganta' i 'Tophit' između prvih dvaju rokova i zadnjih dvaju rokova berbe. Dakle, nisu ustanovljene neke pravilnosti u koncentraciji antioksidanata između rokova berbe općenito ni po godinama, stoga nam praćenje promjene koncentracije antioksidanata ne može poslužiti za procjenu optimalnoga roka berbe.

Tablica 33 Promjena koncentracije antioksidanasa po rokovima berbe u 2012. i 2013. godini

2012				2013		
SORTA	DATUM BERBE	ROK BERBE	KONCENTRACIJA ANTIOKSIDANSA (mg (galne kiseline)/gST)	DATUM BERBE	ROK BERBE	KONCENTRACIJA ANTIOKSIDANSA (mg (galne kiseline)/gST)
Č. ljepotica	18. 7. 2012.	1	2,42 b	15. 7. 2013.	1	0,23 a
	23. 7. 2012.	2	1,99 b	23. 7. 2013.	2	0,23 a
	27. 7. 2012.	3	3,63 a	30. 7. 2013.	3	0,22 a
	31. 7. 2012.	4	2,62 b	6. 8. 2013.	4	0,22 a
Jojo	13. 8. 2012.	1	4,23 a	6. 8. 2013.	1	0,27 a
	17. 8. 2012.	2	3,68 a	13. 8. 2013.	2	0,16 b
	21. 8. 2012.	3	3,56 a	20. 8. 2013.	3	0,16 b
	24. 8. 2012.	4	4,34 a	27. 8. 2013.	4	0,19 b
Topstar	23. 7. 2012.	1	4,24 a	30. 7. 2013.	1	0,33 a
	27. 7. 2012.	2	3,28 b	6. 8. 2013.	2	0,34 a
	31. 7. 2012.	3	5,09 a	13. 8. 2013.	3	0,30 a
	3. 8. 2012.	4	3,25 b	20. 8. 2013.	4	0,33 a
Toptaste	31. 7. 2012.	1	4,08 c	23. 7. 2013.	1	0,28 a
	3. 8. 2012.	2	4,80 bc	30. 7. 2013.	2	0,26 a
	7. 8. 2012.	3	5,17 ab	6. 8. 2013.	3	0,29 a
	10. 8. 2012.	4	5,79 a	13. 8. 2013.	4	0,26 a
Haganta	10. 8. 2012.	1	5,37 b	6. 8. 2013.	1	0,39 a
	14. 8. 2012.	2	5,31 b	13. 8. 2013.	2	0,39 a
	17. 8. 2012.	3	5,09 b	20. 8. 2013.	3	0,36 b
	21. 8. 2012.	4	6,04 a	27. 8. 2013.	4	0,34 b
Tophit	21. 8. 2012.	1	4,57 a	13. 8. 2013.	1	0,27 b
	24. 8. 2012.	2	4,83 a	20. 8. 2013.	2	0,28 b
	28. 8. 2012.	3	5,36 a	27. 8. 2013.	3	0,35 a
	31. 8. 2012.	4	5,07 a	3. 9. 2013.	4	0,35 a

5.6.10. Vrijednosti DA indeksa

Rezultati istraživanja DA indeksa predočeni su u tablici 34.

Uočavamo da su vrijednosti DA indeksa u obje godine bili po rokovima berbe u približno istim granicama. Signifikantno niže vrijednosti DA indeksa između prvoga i četvrtoga roka berbe ustanovljene su u 2012. i 2013. godini za sorte 'Čačanska ljepotica' i 'Topstar', a samo u 2013. godini za sortu 'Toptaste', dok su male i neopravdane razlike za sorte 'Haganta' i 'Tophit'. Veća variranja uočena su za sortu 'Haganta' kod koje je DA indeks veći u trećemu i četvrtome roku berbe negoli u prvome i drugome. Dobiveni rezultati pokazuju da za šljive nije pouzdano procjenjivati rok berbe na osnovi praćenja promjene DA indeksa.

Tablica 34 DA indeks po rokovima berbe u 2012. i 2013. godini.

2012.				2013.		
SORTA	DATUM BERBE	ROK BERBE	DA indeks	DATUM BERBE	ROK BERBE	DA indeks
Č. ljepotica	18. 7. 2012.	1	1,37 a	15. 7. 2013.	1	1,39 a
	23. 7. 2012.	2	1,36 b	23. 7. 2013.	2	1,33 a
	27. 7. 2012.	3	1,34 b	30. 7. 2013.	3	1,34 a
	31. 7. 2012.	4	1,27 c	6. 8. 2013.	4	1,25 a
Jojo	13. 8. 2012.	1	1,34 b	6. 8. 2013.	1	1,26 a
	17. 8. 2012.	2	1,38 a	13. 8. 2013.	2	1,28 a
	21. 8. 2012.	3	1,35 ab	20. 8. 2013.	3	1,29 a
	24. 8. 2012.	4	1,33 b	27. 8. 2013.	4	1,29 a
Topstar	23. 7. 2012.	1	1,17 a	30. 7. 2013.	1	1,07 a
	27. 7. 2012.	2	1,12 ab	6. 8. 2013.	2	0,99 b
	31. 7. 2012.	3	1,09 bc	13. 8. 2013.	3	0,95 b
	3. 8. 2012.	4	1,07 c	20. 8. 2013.	4	0,97 b
Toptaste	31. 7. 2012.	1	1,25 a	23. 7. 2013.	1	1,31 a
	3. 8. 2012.	2	1,22 a	30. 7. 2013.	2	1,24 b
	7. 8. 2012.	3	1,27 a	6. 8. 2013.	3	1,19 b
	10. 8. 2012.	4	1,24 a	13. 8. 2013.	4	1,10 c
Haganta	10. 8. 2012.	1	1,37 b	6. 8. 2013.	1	1,35 ab
	14. 8. 2012.	2	1,33 c	13. 8. 2013.	2	1,36 a
	17. 8. 2012.	3	1,41 ab	20. 8. 2013.	3	1,32 c
	21. 8. 2012.	4	1,42 a	27. 8. 2013.	4	1,24 bc
Tophit	21. 8. 2012.	1	1,10 ab	13. 8. 2013.	1	1,10 ab
	24. 8. 2012.	2	1,06 c	20. 8. 2013.	2	1,06 c
	28. 8. 2012.	3	1,12 a	27. 8. 2013.	3	1,12 a
	31. 8. 2012.	4	1,07 bc	3. 9. 2013.	4	1,07 bc

5.6.11. Korelacija istraživanih svojstava u 2012. i 2013. godini

Tablica 35 Korelacijski koeficijent između istraživanih svojstava i oborina, sume toplinskih jedinica, topljive suhe tvari, tvrdoće ploda i boje ploda u 2012. i 2013. godini (*-signifikantnost $P \leq 0,01$)

	TOPLJIVA SUHA TVAR (% Brix-a)	TVRDOĆA PLODA (kg/cm ²)	BOJA KOŽICE PLODA (CIRG index)	PROSJEČNA MASA PLODA (g)	UKUPNA SUHA TVAR (% Brix-a)	KONCENTRACIJA SAHAROZE (% na svježu tvar)	KONCENTRACIJA GLUKOZE (% na svježu tvar)
Oborine 2012	-0.48581*	0.21094	-0.05385	-0.25126	-0.48257*	-0.34649*	-0.20829
Oborine 2013	0.00102	0.03552	0.07296	0.16931	0.04048	-0.07951	0.10134
GDD vrijednosti 2012	0.60763*	-0.37508*	-0.15544	0.61748*	0.45499*	0.22165	0.17005
GDD vrijednosti 2013	0.06170	-0.44163*	0.08343	0.10049	0.34813*	0.06935	0.28564
Topljiva suha tvar 2012		-0.02816	0.24726	0.08885	0.83451*	0.41722*	0.46766*
Topljiva suha tvar 2013		-0.38714*	0.46381*	0.28483	0.78663*	0.35555*	0.45249*
Tvrdoća ploda 2012			-0.20944	-0.30983*	-0.00760	-0.35211*	0.28270
Tvrdoća ploda 2013			-0.62580*	0.03311	-0.53375*	-0.72778*	-0.04872
Boja kožice ploda 2012				-0.50480*	0.30071	0.29590	0.37176*
Boja kožice ploda 2013				0.17502	0.38389*	0.59733*	0.02973

	KONCENTRACIJA FRUKTOZE (% na svježu tvar)	KONCENTRACIJA SORBITOLA (% na svježu tvar)	SADRŽAJ UKUPNIH ŠEĆERA (% na svježu tvar)	ANTOCIJANI (mg(cijanidin-3-glukozid)/gST)	KONCENTRACIJA POLIFENOLA (mg(taninske kiseline)/gST)	KONCENTRACIJA ANTIOKSIDANATA (mg(galne kiseline)/gST)	DA indeks
Oborine 2012	-0.05401	-0.56565*	-0.47362*	0.11625	-0.42006*	-0.41973*	-0.15695
Oborine 2013	0.08819	0.13634	0.06628	-0.07268	-0.03125	0.01233	0.17751
GDD vrijednosti 2012	0.07563	0.78882*	0.53101*	-0.13378	0.28133	0.55818*	-0.07337
GDD vrijednosti 2013	0.09849	0.38111*	0.31360*	-0.23526	0.47984*	0.30014	-0.22905
Topljiva suha tvar 2012	0.54004*	0.79587*	0.80357*	0.01440	0.19647	0.42042*	-0.00584
Topljiva suha tvar 2013	0.54795*	0.64402*	0.75557*	0.42420*	0.36250*	0.40201*	0.03696
Tvrdoća ploda 2012	0.31203*	-0.13048	-0.02621	-0.25874	-0.08255	-0.20575	0.17512
Tvrdoća ploda 2013	-0.02630	-0.50144*	-0.60192*	-0.50104*	-0.21629	-0.22867	0.50228*
Boja kožice ploda 2012	0.41224*	0.02984	0.33002*	0.54300*	-0.19057	-0.17919	0.25599
Boja kožice ploda 2013	0.15136	0.35500*	0.50674*	0.80800*	-0.24181	-0.11729	-0.20061

* $P < 0.01$

Analizirajući korelacijske koeficijente istraživanih svojstava u odnosu na oborine primjećuje se da ne postoji signifikantna ponovljivost u 2012. i 2013. godini. U 2012. godini ustanovljena je signifikantnost u odnosu na topljivu suhu tvar, ukupnu suhu tvar, saharozu, sorbitol, sadržaj ukupnih šećera, sadržaj polifenola i koncentraciju antioksidanata. Korelacijski koeficijent u 2012. godini bio je najveći u odnosu na oborine kod koncentracije sorbitola i iznosio je -0.56. Najniži korelacijski koeficijent koji je pokazao signifikantnost u odnosu na oborine u 2012. godini bio je u odnosu na koncentraciju saharoze i iznosio je -0.34. Treba istaknuti da je korelacijski koeficijent koji je pokazao signifikantnost u odnosu na oborine u 2012. godini uvijek bio negativan. Ova pravilnost nije ustanovljena u odnosu na oborine u 2013. godine, kada nije ustanovljena signifikantnost korelacijskog koeficijenta između istraživanih svojstava i oborina. U obje godine visina korelacijskog koeficijenta bila je ispod 0.50, osim za koncentraciju sorbitola 2012. godine.

Korelacijski koeficijent istraživanih svojstava u odnosu na sumu toplinskih jedinica pokazao je jaču signifikantnost. Kako su sume toplinskih jedinica refleksija dnevnih temperatura možemo reći da korelacijski koeficijent između sume toplinskih jedinica (GDD vrijednosti) i istraživanih svojstava predstavljaju odnos temperature i istraživanih svojstava. U tablici 35 vidljivo je da postoji pravilnost kroz obje istraživane godine između GDD vrijednosti, ukupne suhe tvari, koncentracije sorbitola i sadržaja ukupnih šećera. U 2012. godini vidljiva je signifikantnost i visok korelacijski koeficijent ($r=0.60$) između GDD vrijednosti i topljive suhe tvari što nije ustanovljeno u 2013. godini. U tablici je vidljivo da koncentracija saharoze, koncentracija glukoze i koncentracija fruktoze nisu pokazala signifikantnost niti u jednoj istraživanoj godini i korelacijski koeficijent je bio nizak.

Sadržaj antocijana pokazao je negativni korelacijski koeficijent u obje godine, ali nije bio signifikantan i bio je vrlo nizak.

Sadržaj polifenola u odnosu na GDD vrijednosti pokaza je signifikantnost u 2013. godini i iznosio je 0.47, dok u 2012. godini nije ustanovljena signifikantnost i korelacijski koeficijent iznosi je svega 0.28. Koncentracija antioksidanata u odnosu na GDD vrijednosti bila je signifikantna u 2012. godini i iznosila je 0.55, dok je u 2013. godini korelacijski koeficijent iznosio 0.30 bez signifikantnosti. Sadržaj polifenola i koncentracija antioksidanata imala je pozitivnu korelaciju u odnosu na GDD vrijednosti za razliku od sadržaja antocijana koji su pokazali negativnu vrijednost korelacijskog koeficijenta u odnosu na GDD vrijednosti.

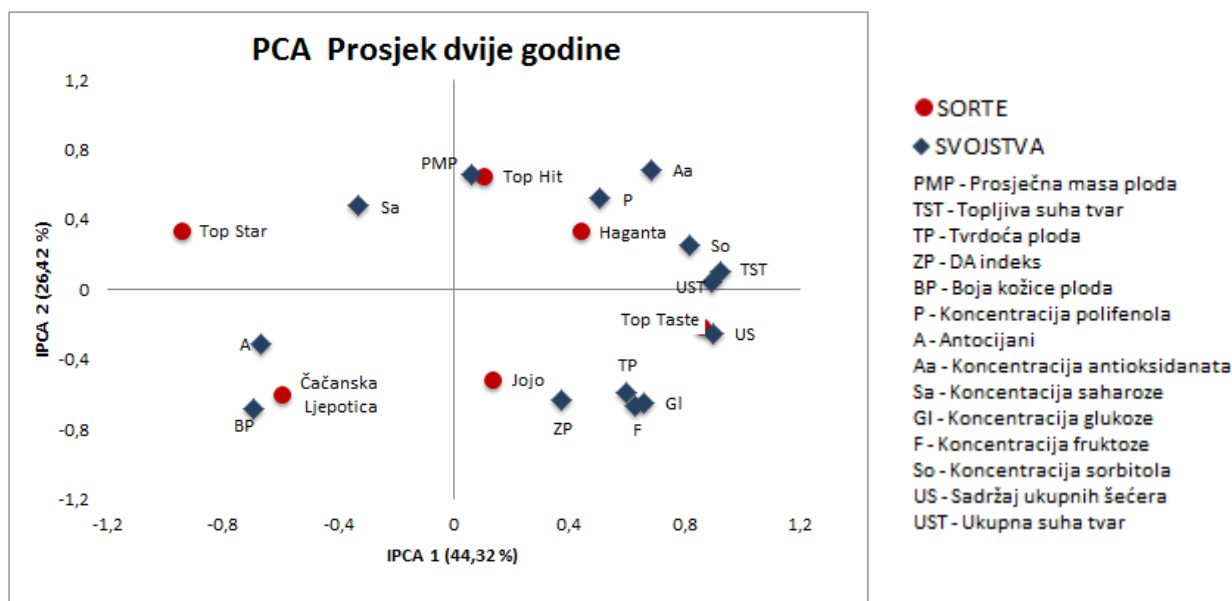
Analizirajući topljivu suhu tvar, tvrdoću ploda i boju kože ploda, kao elemente zrelosti ploda, u odnosu na istraživana svojstva vidljiva je signifikantna korelacija i ponovljivost u obje godine između topljive suhe tvari, ukupne suhe tvari, šećera i koncentracije

antioksidanata. Tvrdća ploda i boja kožice ploda nisu pokazivale istu ponovljivost i signifikantnost. Najveći korelacijski koeficijent pokazao se kod topljive suhe tvari u odnosu na sadržaj ukupnih šećera i koncentraciju sorbitola. Korelacijski koeficijent između topljive suhe tvari i koncentracije sorbitola u 2012. godini iznosio je 0.79, a u odnosu na sadržaj ukupnih šećera 0.80. Treba istaknuti da je visina korelacijskog koeficijenta između topljive suhe tvari i ostalih šećera u obje istraživane godine bio podjednak, kao i na ukupnu suhu tvar. Topljiva suha tvar pokazala je signifikantnost korelacijskog koeficijenta u odnosu na koncentraciju antioksidanata u obje istraživane godine i vrijednosti su bile podjednake. Tvrdća ploda nije pokazala pravilnost u istraživanim godinama u odnosu na istraživana svojstva u 2012. godini, ustanovljena je signifikantnost u odnosu na prosječnu masu ploda i koncentraciju saharoze u 2013. godini. Utvrđena je signifikantnost i visok korelacijski koeficijent između tvrdoće i boje kožice ploda ($r=-0.62$), ukupne suhe tvar ($r=-0.53$), koncentracije saharoze ($r=-0.72$), koncentracije sorbitola ($r=-0.50$), sadržaja ukupnih šećera ($r=-0.60$) i koncentracija antocijana ($r=-0.50$). Analizirajući boju kožice ploda utvrđena je signifikantnost u 2012. godini u odnosu na prosječnu masu ploda, koncentraciju glukoze, koncentraciju fruktoze, sadržaj ukupnih šećera i koncentraciju antocijana. U 2013. godini korelacijski koeficijent boje kožice ploda pokazao je signifikantnost u odnosu na ukupnu suhu tvar ($r=0.38$), koncentraciju saharoze ($r=-0.59$), koncentraciju sorbitola ($r=0.35$), sadržaj ukupnih šećera ($r=0.50$) i koncentraciju antocijana ($r=0.80$). Iz rezultata je vidljivo da boja kožice ploda snažno korelira s koncentracijom antocijana što je ustanovljeno u obje istraživane godine. Signifikantnost boje kožice ploda u obje istraživane godine još je jedino ustanovljena u odnosu na sadržaj ukupnih šećera, iako visina korelacijskog koeficijenta nije bila visoka. Analizirajući korelacijske koeficijente vidljivo je da DA indeks nije pokazao signifikantnost u istraživanim godinama u odnosu na oborine, GDD vrijednosti, topljivu suhu tvar, tvrdoću ploda i boju kožice ploda, osim u 2013. godini u odnosu na tvrdoću ploda. Korelacijski koeficijent DA indeks osim neutvrđene signifikantnosti mijenjao je i predznak između istraživanih godina.

5.6.12. Principal component analize istraživanih sorata

Tablica 36 Rezultati principal component analize istraživanih svojstava i sorata kroz dvije godine (Eigenvalue=1)

	PCA1	PCA2	PCA3	PCA4
Svojstvene Vrijednosti	6,20	3,70	2,08	1,55
%	44,32	26,42	14,89	11,07
Total %	44,32	70,74	85,63	96,7
Svojstveni Vektori				
	PCA1	PCA2	PCA3	PCA4
PROSJEČNA MASA PLODA (g)	0,060	0,655	0,730	0,131
TOPLJIVA SUHA TVAR (% Brix-a)	0,924	0,103	-0,270	-0,055
TVRDOĆA PLODA (kg/cm ²)	0,601	-0,588	0,163	0,481
DA indeks	0,376	-0,634	0,386	-0,552
BOJA KOŽICE PLODA (CIRG indeks)	-0,693	-0,681	-0,196	-0,132
KONCENTRACIJA POLIFENOLA (mg(taninske kiseline)/gST)	0,508	0,522	-0,096	-0,667
ANTOCIJANI (mg(cijanidin-3-glukozid)/gST)	-0,670	-0,307	-0,575	-0,338
KONCENTRACIJA ANTIOKSIDANATA (mg(galne kiseline)/gST)	0,685	0,686	-0,151	-0,191
KONCENTRACIJA SAHAROZE (% na svježju tvar)	-0,329	0,478	-0,762	0,254
KONCENTRACIJA GLUKOZE (% na svježju tvar)	0,660	-0,645	0,108	-0,361
KONCENTRACIJA FRUKTOZE (% na svježju tvar)	0,628	-0,665	-0,154	0,348
KONCENTRACIJA SORBITOLA (% na svježju tvar)	0,817	0,257	0,041	0,200
SADRŽAJ UKUPNIH ŠEĆERA (% na svježju tvar)	0,886	-0,231	-0,322	0,137
UKUPNA SUHA TVAR (% Brix-a)	0,894	0,044	-0,426	-0,077



Grafikon 12 Principal component analize istraživanih sorti kroz dvije godine

Iz principal component analize (PCA) vidljivo je da 44,32 % variranja pripada prvom i drugom kvadrantu, dok 26,42 % pripada drugom kvadrantu što predstavlja 70,74 % ukupne varijabilnosti. U tablici 36 je vidljivo da na varijabilnost značajno utječe topljiva suha tvar, boja ploda, sorbitol, ukupni šećeri i ukupna suha tvar.

Na varijabilnost u PCA2 značajno su utjecali prosječna masa ploda, DA indeks, boja ploda, antioksidacijska aktivnost, glukoza i fruktoza.

U PCA3 koja predstavlja 14,89 % varijabilnosti i ukupno 85,63 % varijabilnosti značajno su utjecali prosječna masa ploda i saharoza.

Eigenvalue iznosio je 1.

Analizirajući sorte iz grafikona 12 vidljivo je da se oko sorte Tophit grupiraju svojstva prosječne mase ploda. Oko sorte Haganta grupirala su se svojstva koncentracije polifenola i antioksidacijske aktivnosti. Sorbitol, topljiva suha tvar, ukupni šećeri i ukupna suha tvar grupirale su se oko sorte Toptaste. Koncentracija antocijana i boja ploda grupirala se oko sorte Čačanska ljepotica. Saharoza je u negativnom odnosu na glukozu, fruktozu i sorbitol. Boja ploda i koncentracija antocijana negativna je u odnosu na topljivu suhu tvar, ukupnu suhu tvar, sorbitol, koncentraciju polifenola i antioksidacijsku aktivnost.

6. RASPRAVA

Rezultati provedenih istraživanja dinamike rasta ploda glede trajanja pojedine faze u rastu podudaraju se s istraživanjima Boularda (cit. Valli i Schiavi, 1970), Majstorovića i Pantića (1972), Gavrilovića (1973), Paunovića i Ogašinovića (1972), Bellinija (1991) i Jone (1992).

U prilogu 2 i 3 dan je zbrojni pregled utjecaja klimatskih prilika godine, odnosno istraživanja u sušnjoj i toplijoj 2012. u odnosu na 2013. godinu, za istraživana svojstva uspoređena među sortama. Dobiveni rezultati pokazuju kako su se istraživane sorte ponašale različito u 2012. i 2013. godini glede prosječne mase ploda, topljive i ukupne suhe tvari, tvrdoće ploda, sadržaja ukupnih kiselina, sadržaja saharoze, glukoze, fruktoze, sorbitola i ukupnih šećera te u promjeni boje kožice, nakupljanja antocijana, polifenola i antioksidacijske aktivnosti (Anzin, 1956., Cobianchi i sur., 1988., Crisosto i sur., 1997., Vangdal i sur., 2005., Manganaris i sur., 2008., Silvestroni, 2012.).

Kada je riječ o klimatskim elementima, najizrazitija je određena pravilnost između promjena i sume toplinskih jedinica (GDD vrijednosti) po rokovima berbe i po danima unutar pojedinoga roka. Valja istaknuti kako postoje male razlike između sume toplinskih jedinica u vrijeme potpune zriobe istraživanih sorata u obje godine. Tako je, na primjer, razlika između sume toplinskih jedinica u vrijeme potpune zrelosti u 2012. i 2013. godini za sortu 'Čačanska ljepotica' 30, za sortu 'Haganta' 29, dok je razlika malo veća i podjednaka za sorte 'Toptaste' (79) i 'Jojo' (87). Veće su razlike ustanovljene za sorte 'Tophit' (122) i 'Topstar' (138). Kada se zna da je prosječna dnevna suma toplinskih jedinica oko 15, tada je razlika u terminu berbe u odnosu na GDD vrijednost između dviju godina samo 2 dana za sorte 'Čačanska ljepotica' i 'Haganta', od četiri do pet dana za sorte 'Toptaste' i 'Jojo'. Ako se osvrnemo na važnija svojstva u sorata 'Tophit' i 'Toptaste' kao što su tvrdoća ploda, razvijenost boje, topljiva suha tvar i činjenicu da za ta svojstva nisu utvrđene signifikantne razlike između trećega i četvrtoga roka berbe, tada se može reći da su one tjedan dana ranije postigle potpunu zrelost. Tada ni za te sorte razlika nije veća od one koja je ustanovljena za 'Čačansku ljepoticu' i 'Hagantu'. To upućuje da suma toplinskih jedinica, odnosno GDD vrijednosti mogu prilično dobro indicirati vrijeme berbe. U 2012. godini interval između rokova berbe bio je od 3 do 4 dana. Na temelju praćenja promjena u tim uvjetima može se zaključiti kako su promjene između rokova berbe male i vrlo spore, stoga su samo za neka svojstva utvrđene signifikantne razlike između rokova berbe. U 2013. godini interval između rokova berbe bio je 7 dana. U takvim uvjetima utvrđene su značajne razlike između rokova za topljivu suhu tvar u sorata 'Čačanska

ljepotica', 'Toptaste', 'Haganta' i 'Tophit'. Kada je riječ o boji kožice ploda između rokova berbe, utvrđena je signifikantna razlika u sorata 'Topstar', 'Toptaste', 'Haganta' i 'Tophit'. Nadalje je utvrđena značajna razlika za tvrdoću ploda u sorata 'Čačanska ljepotica', 'Toptaste', 'Haganta' i 'Tophit'. Isto tako, utvrđena je signifikantna razlika između rokova berbe u sadržaju ukupnih šećera u svih istraživanih sorata, osim u sorte 'Jojo', koja se u toj godini, zbog bolesti, ponašala atipično. Ista opravdanost razlika između rokova berbe utvrđena je za sadržaj glukoze u tih sorata.

Klimatske prilike uvelike utječu na rast, razvoj i kakvoću plodova sorata šljive, što su pokazala i provedena istraživanja. To su potvrdila i istraživanja drugih istraživača (Cobainchi i sur., 1988., Cristosto i sur., 1997., Vangadal i sur., 2005., Manganaris i sur., 2008., Silvestroni, 2012.). Razlike u kemijskom sastavu plodova pod jakim su utjecajem genetskih svojstava sorte i klimatskih prilika. Istraživanjima su utvrđene određene pravilnosti pod utjecajem temperatura, ali i oborina. Klimatske su prilike na različit način utjecale na pojedine sorte u nekoliko svojstava. Kada je riječ o utjecaju genetskih svojstava s obzirom na sadržaj saharoze, rezultati su usporedivi s onima drugih autora (Usenik i sur., 2007. i 2008., Bohacenko i sur., 2010., Sudar i sur., 2011.). Drugi autori napominju da mnogi čimbenici utječu na sadržaj saharoze u breskvi. Jedan je od njih datum berbe, koji je pokazao značajnu negativnu korelaciju sa sadržajem saharoze, što upućuje na to da različito vrijeme berbe između godina može utjecati na saharozu i ukupne količine šećera među genotipima, kako je to dokazao i Abibi i sur., (2011). Prema Genardu i suradnicima (2003) razlike u koncentraciji između glukoze i fruktoze pozitivno su povezane s metaboličkom transformacijom sorbitola i mnogo manje s hidrolizom saharoze u ranim fazama razvoja ploda. Sadržaj sorbitola značajno varira među godinama, što pokazuje da je njegova sinteza pod jakim utjecajem klimatskih prilika, kako to na primjeru breskve objašnjavaju Escobar-Gutierrez i Gaudillier (1994). Isti autori ustanovili su da u breskve smanjenje saharoze i škroba prati brzo povećanje sorbitola, glukoze i fruktoze. Autori smatraju da su promjene koncentracije ugljikohidrata zbog suše povezane s aktivnosti enzima s metabolizmom ugljikohidrata. Sorbitol kao glavni sastojak ugljikohidrata ima važnu ulogu u osmotskoj prilagodbi tijekom vodnoga deficita, kako to na osnovi istraživanja ističu Li i Li (2005). To se podudara s našim istraživanjima jer je najveća koncentracija sorbitola u plodovima sorte 'Hagante' u sušnoj 2011. godini (grafikon 1E). Naša istraživanja pokazuju da postoje značajne razlike u sadržaju sorbitola između kultivara, što se podudara i s istraživanjima Dugalić i sur., (2014), Usenik i sur., (2007). Poznato je da koncentracija šećera varira tijekom rasta i razvoja ploda ovisno o opskrbi floema šećerom u metabolizmu ploda i

razrjeđivanju, uzrokovanoga povećanim volumenom ploda, kako ističu Lo Blanco i sur., (2000). Analizom podataka Duncan *post hoc* testa (Dugalić i sur., 2014) pokazalo se da postoji značajna razlika između sorti. Slične rezultate istraživanja za sadržaj ukupnih šećera naveli su: Usenik i sur., (2007., 2008.), Bohacenko i sur., (2010), Sudar i sur., (2011) i Milošević i Milošević (2012) s određenim razlikama u odnosu na istraživane sorte. Ustanovljeno je da su sorbitol i suhe tvari u negativnoj korelaciji s oborinama (Dugalić i sur., 2014). To je u skladu s rezultatima istraživanja sorbitola u sokovima kruške proizvedenih iz navodnjavanih i nenavodnjavanih stabala (Dietrich i sur., 2007). U soku proizvedenome iz plodova ubranih sa navodnjavanih stabala porastao je sadržaj sorbitola. Korelacija između oborina i drugih šećera nije pronađena, dok je koncentracija ukupnih šećera i suhe tvari u pozitivnoj korelaciji s temperaturama (Dugalić i sur., 2014). Isto je tako sadržaj saharoze u pozitivnoj korelaciji s drugim šećerima, ali u negativnoj s glukozom. Glukoza, fruktoza i sorbitol visoko i pozitivno koleriraju među sobom, što su također ustanovili i Cantin i sur., (2009) u plodovima breskve i nektarine.

Istraživanjem promjena tijekom procesa zrenja utvrđeno je da se prosječna masa ploda malo povećavala i da razlike od prvoga do četvrtoga roka berbe nisu značajne, što se može razumjeti jer je u tom vremenu gotovo završen rast ploda, što je u skladu s istraživanjem rasta ploda (Paunović i Ogašinović, 1972., Majstorović i Pantelčić, 1972., Gavrilović, 1972., Bellini, 1991., Jona, 1992.). Utvrđene su razlike pod utjecajem klime na prosječnu masu između sušne 2012. i vlažnije 2013. godine. Osim sorte 'Tophit', sve su sorte postigle veću prosječnu masu plodova u 2012. godini negoli u 2013. godini. Da se između godina očituju razlike u prosječnoj masi plodova, utvrdili su također Čmelik i sur., (2007) i Halapija i sur., (2009). Masa ploda pod snažnim je utjecajem brojnih čimbenika, posebice rodnosti. Te su razlike među istraživačima i godinama očekivane.

Tijekom zrenja smanjuje se tvrdoća ploda. Utvrđene su male razlike u tvrdoći ploda pod utjecajem klimatskih prilika godine, a zadržan je isti odnos među sortama, odnosno njihov redoslijed u odnosu na tvrdoću ploda. Dakle, između vrijednosti tvrdoće ploda u vrijeme potpune zrelosti istraživanih sorata u obje godine postoji razlika, što je u skladu s istraživanjima Halapije i sur., (2009). Između rokova berbe ustanovljene su značajne razlike, što omogućava pouzdanije zaključivanje o optimalnome roku berbe. Stoga taj destruktivni kriterij poprilično vjerno indicira kada treba obaviti berbu. Tvrdoća ploda postupno se smanjuje tijekom zrenja u svih istraživanih sorata, a u vrijeme potpune zrelosti plodovi postižu najmanju tvrdoću, što je u skladu s istraživanjima Usenik i sur., (2008), Ertekin i sur., (2006), Infante i sur., (2011). Iako se u tablici 21 jasno može uočiti smanjenje tvrdoće

ploda po rokovima berbe, on nije statistički opravdan u svim slučajevima. To je rezultat velike varijabilnosti u uzorku, što potvrđuju i istraživanja Abdi i sur., (1997). Zrelost ploda, a samim tim i tvrdoća, u vezi je s položajem ploda na stablu i sortnim obilježjem jer se pojedine sorte odlikuju neujednačenom zriobom plodova. U vrijeme potpune zriobe plodovi svih sorata u obje godine imaju gotovo istu tvrdoću, što navode i Blažek i Pišteková (2009). Tako je u 2012. i 2013. godini tvrdoća plodova u vrijeme potpune zrelosti u sorte 'Čačanska ljepotica' bila 1,2, odnosno 1,0; u sorte 'Topstar' 1,0, odnosno 0,9; u sorte 'Toptaste' 1,0, odnosno 1,0; u sorte 'Jojo' 1,4, odnosno 1,4; u sorte 'Haganta' 1,0, odnosno 0,9; te u sorte 'Tophit' 1,3, odnosno 1,4. Te vrijednosti tvrdoće ploda u fazi zrelosti u skladu su s istraživanjima Crisosto i sur., (2002).

Sadržaj ukupnih kiselina postupno se smanjivao od prvoga do četvrtoga roka berbe. Možemo zaključiti da najnižu koncentraciju kiselina plodovi sadržavaju u vrijeme potpune zrelosti. To je u skladu i s istraživanjima Dondi (2012) i Usenik i sur., (2008), koji su utvrdili da je najmanja koncentracija organskih kiselina u vrijeme potpune zrelosti ploda. Pod utjecajem klimatskih prilika u 2012. i 2013. godini ustanovljene su razlike. Sadržaj ukupnih kiselina bio je veći u 2012. godini u svih istraživanih sorata, što je u skladu s istraživanjima Abdi i sur., (1997). Male promjene u sadržaju ukupnih kiselina tijekom faze zrenja u skladu su s istraživanjima Nunes i sur., (2009).

Tijekom zrenja, na osnovi praćenja promjena, utvrdili smo da se postupno povećava koncentracija topljive i ukupne suhe tvari i ukupnih šećera, što se podudara s istraživanjima Usenik i sur., (2008), Nunes i sur., (2009), Kristl i sur., (2011) i drugih. U sušnjoj 2012. godini sve su sorte postigle veću topljivu i ukupnu suhu tvar i ukupne šećere. Ustanovljene su razlike među sortama. Sadržaj saharoze, glukoze, fruktoze, sorbitola te ukupnih šećera veći je u 2012. nego u 2013. godini, dakle pod utjecajem je klimatskih prilika. Utjecaj klime na razliku među sortama izražen je, što pokazuje da genotip odražava znatan utjecaj. Sorte 'Čačanska ljepotica', 'Haganta' i 'Toptaste' pokazale su najveću adaptibilnost na klimatske čimbenike, dok sorta 'Tophit' i 'Jojo' pokazuju jaku reakciju na klimatske uvjete. Pad topljive suhe tvari u 2013. godini bio je 8,57 % brixu za sortu 'Tophit', a 9,97 % brixu za sortu 'Jojo'. Isti odnosi zadržani su i za ukupnu suhu tvar, osim za sortu 'Toptaste', u koje se ukupna suha tvar smanjila u 2013. godini za više od 13 %, što je najviše od svih istraživanih sorata. Klimatski uvjeti jače utječu na sadržaj topljive suhe tvari u sorte 'Toptaste' i ukupne suhe tvari u odnosu na druge istraživane sorte.

Istraživanjem šećera u plodu šljive utvrđeno je da klimatski uvjeti mogu značajno utjecati na kakvoću ploda šljive. Utvrđene su značajne razlike između saharoze, glukoze, fruktoze i

sorbitola ovisno o godini i kultivaru. Isto su utvrdili Dugalić i sur., (2014). Sadržaj saharoze bio je najveći u gotovo svim godinama. Glukoza je dominantni šećer u sorata 'Jojo' i 'Top 2000'. Sadržaj fruktoze i sorbitola bio je manji od saharoze i glukoze. Prosječni sadržaj šećera u razdoblju 2008. – 2012. prema istraživanjima Dugalić i sur., (2014) uspoređivan je u odnosu na klimatske uvjete. Sadržaj šećera imao je značajnu pozitivnu korelaciju s oborinama. S druge strane, sorbitol i suha tvar u negativnoj su korelaciji s oborinama. To pokazuje da su klimatski uvjeti i sušni stres prouzročili nakupljanja sorbitola u plodu. Uočena je značajna pozitivna korelacija između temperature i sorbitola, ukupnih šećera i suhe tvari. PCA analiza pokazala je da su sorte šljive podijeljene prema promjenjivosti šećera u plodu prouzročene klimatskim uvjetima. Dobiveni rezultati pokazali su važnost odgovarajućeg testiranja prije preporuke za sadnju.

Ujedno je ustanovljen postupni razvitak boje kožeice ploda u svih sorata u obje godine. Boja ploda bila je bolje razvijena u 2012. negoli u 2013. godini. Promjene u boji bile su evidentne i signifikantne između pojedinih rokova berbe. Više autora (Usenik, 2008., Walkowiak-Tomik i sur., 2008., Childers, 1969.) ustanovili su da promjena boje ploda može biti jedan od važnijih znakova zrenja i utvrđivanja optimalnoga roka berbe, ali pritom valja poznavati specifično ponašanje sorata, posebno onih koje vrlo rano mijenjaju boju. Rezultati tih istraživanja promjene boje za vrijeme zrenja u skladu su s takvim mišljenjem. Naime, tim istraživanjem utvrđeno je da je boja ploda podjednaka u obje godine u sorata 'Čačanska ljepotica', 'Topstar' i 'Tophit', dok je u sorata 'Jojo', 'Toptaste' i 'Haganta' malo izraženija u 2013. negoli u 2012. godini. Tim istraživanjem utvrdili smo signifikantne razlike u promjeni boje kožeice ploda između pojedinih rokova berbe, što pokazuje da se praćenjem promjena može pouzdanije zaključivati o vremenu zrelosti pojedinih sorata, što je skladu s istraživanjima Kadera i sur., (1999). Nasuprot tome, Unuk (2011) tvrdi da boja ploda ne može biti pouzdan indikator vremena berbe šljive jer pojedine sorte manje ili više ranije razvijaju boju kožeice ploda.

Sadržaj polifenola u svih sorata veći je u 2012. negoli u 2013. godini, što pokazuje da su klimatske prilike utjecale na nakupljanje polifenola. Najviše polifenola u obje godine imaju plodovi 'Hagante', a najmanje plodovi 'Čačanske ljepotice'. Sadržaj antocijana također je pod utjecajem klimatskih prilika pa je tako utvrđeno da sve sorte sadržavaju više antocijana u 2012. nego u 2013. godini. Najviše antocijana sadržavaju plodovi 'Topstara', a najmanje 'Tophita'. Antioksidanti su također zastupljeniji u 2012. negoli u 2013. godini. Najviše antioksidanata imaju plodovi sorte 'Haganta' u obje godine, a podjednako imaju sorte 'Tophit' i 'Toptaste'. Najmanje antioksidanata sadržavaju plodovi 'Čačanske ljepotice'.

Koncentracija polifenola, antocijana i antioksidanata tijekom procesa zrenja dosta oscilira unutar manjih granica, pa između rokova berbe nisu utvrđene signifikantne razlike. Variranje ukupnih fenola, antocijana i antioksidacijske aktivnosti za vrijeme zrenja pod utjecajem je genetske varijabilnosti. Prema Gilu i sur., (2002), Vashanta-Rupasinghe i sur., (2006) i Vizzoto i sur., (2007) genetski varijabilitet implicira razlike u sintezi sekundarnih fenolnih spojeva.

Analizirajući diferenciju apsorpcije tijekom faze zrenja, primjećuju se male promjene: vrijednost DA indeksa malo se smanjuje tijekom faze zrenja ili se gotovo ne mijenja. Taj nedestruktivni kriterij za utvrđivanje roka berbe nije se pokazao primjenjivim. Rezultati su u skladu s istraživanjima Crisosto i sur., (1994), Infante i sur., (2010), Dejong i sur., (2002). Kada plodovi dođu u fazu zrenja, tijekom koje vrijednosti DA indeksa padaju ispod 1,5 diferencija apsorpcije, ne razlikuje se promjene u stupnju zrelosti plodova. Sve sorte u svim rokovima berbe imale su vrijednost između 1,066 do 1,41. Iz istraživanja je vidljivo da postoje razlike u vrijednostima DA indeksa između sorata, što je skladu s istraživanjima Infante i sur., (2010). Sorte 'Tophit' i 'Topstar' imale su najniže vrijednosti DA indeksa u optimalnoj fazi zrenja, koji se kretao 1,066 za sortu 'Topstar' i 1,072 za sortu 'Tophit' kroz obje godine. U sorte 'Haganta' utvrđene su najviše vrijednosti (1,4 u 2012. i 1,32 u 2013. godini). Međutim, nije utvrđena razlika između godina pri optimalnim rokovima berbe te se zaključuje da klimatske prilike ne utječu bitno na vrijednost DA indeksa u optimalnome roku berbe, što je u suprotnosti s istraživanjima Infante i sur., (2010). Istraživanja nisu potvrdila sljedivost DA indeksa po sortama u odnosu na tvrdoću ploda, što potvrđuje nepouzdanost tog kriterija za određivanje roka berbe jer je tvrdoća ploda bitan kriterij u određivanju zrelosti ploda prema istraživanjima Usenik i sur., (2008), Ertekin i sur., (2006), Infante i sur., (2011). Ista nepravilnost utvrđena je za ukupnu suhu tvar, topljivu suhu tvar i boju ploda, što je u suprotnosti s istraživanjima Infante i sur., (2011) te se vrijednosti DA indeksa ne mogu upotrijebiti za utvrđivanje kakvoće ploda i roka berbe u voćnjaku. Treba istaknuti da je prilikom mjerenja diferencije apsorpcije DA metrom utvrđena velika varijabilnost u vrijednostima između plodova. Raspoređivanjem plodova po skupinama u dekadskome sustavu utvrđen je širok raspon u skupinama. To je u skladu s istraživanjima Abdi i sur., (1997) koji ističu da zrelost ploda uvelike ovisi o položaju na stablu, sustavu uzgoja i genetici. Istraživanje je utvrdilo potrebu razdvajanja plodova po vrijednosti DA indeksa i potom određivanje kakvoće ploda kao mogućnosti povezivanja vrijednosti diferencije apsorpcije sa stupnjem zrelosti i unutrašnjom kakvoćom plodova. S obzirom na to da je u svakom roku berbe bila široka distribucija plodova unutar dekadskih skupina vrijednosti DA indeksa,

potvrđuje se mišljenje kako DA indeks nije prikladan kriterij za određivanje roka berbe i praćenja fizikalnih i kemijskih promjena plodova tijekom faze zrenja.

Na osnovi iznesenoga, praćenjem promjena topljive suhe tvari, ukupnih šećera, glukoze, tvrdoće ploda i boje kože ploda tijekom procesa zrenja može se utvrditi optimalan rok berbe šljiva. Dakle, od nedestruktivnih kriterija može se izdvojiti boja kože ploda i suma toplinskih jedinica (GDD vrijednosti), a od destruktivnih tvrdoća ploda, topljiva suha tvar, ukupna suha tvar i ukupni šećeri. Činjenica je da se ta svojstva mijenjaju pod utjecajem klimatskih prilika godine, ali se praćenjem promjena može utvrditi dinamika njihova nakupljanja do potpune zrelosti, to jest faze kada između rokova nema opravdanih razlika u njihovom sadržaju, odnosno stanju.

Istraživanjem korelacija istraživanih svojstava koji su prikazani koeficijentom korelacije utvrđeno je da istraživana svojstva značajno ovise o klimatskim čimbenicima. To je u skladu s istraživanjima Anzin i sur. (1956), Crisosto i sur. (2002). Ustanovljeno je da od klimatskih čimbenika, temperature značajnije utječu na istraživana svojstva u odnosu na oborine što je također u skladu s istraživanjima Dugalić i sur. (2014). Koeficijent korelacije višji je za GDD vrijednosti u odnosu na oborine u istraživanim godinama. Istraživanja su utvrdila da temperature značajno utječu na ukupnu suhu tvar, sadržaj ukupnih šećera i koncentraciju sorbitola. Posebno treba istaknuti da koncentracija sorbitola pozitivno korelira s GDD vrijednostima, te je u 2012. godini koja je bila značajnije toplija u odnosu na 2013. godinu i koncentracija sorbitola bila veća. Za razliku od temperatura, oborine nisu pokazivale sljedivost u istraživanim godinama, te je koeficijent korelacije varirao u 2012. i 2013. godini, kako u kvantiteti, tako i u predznaku. Ova istraživanja potvrđuju i istraživanja Wilfred i sur. (1997), Usenik i sur. (2008). Osim na šećeru, snažan utjecaj temperatura utvrđen je i na tvrdoći ploda. S obzirom na snažan utjecaj temperatura na tvrdoću ploda i šećere, ista svojstva nisu najpogodnija kao elementi utvrđivanja optimalnog roka berbe jer su pod snažnim utjecajem vanjskih čimbenika koje nije moguće kontrolirati kroz godine i agroekološka područja. Za ostala svojstva nisu utvrđene snažne korelacije s temperaturama kroz obje godine provedenih istraživanja. Ovakvi rezultati u skladu su s istraživanjima Abdi i sur. (1997). Topljiva suha tvar očekivano je visoko korelirala sa šećerima. Topljiva suha tvar signifikantno je korelirala s koncentracijom antioksidanata u obje istraživane godine čiji je rezultat bio približno jednak. U 2013. godini ustanovljena je snažna signifikantna korelacija s koncentracijom antocijana i polifenola što se nije dogodilo u toplijoj 2012. godini. Boja kože ploda snažno je korelira s koncentracijom antocijana u obje istraživane godine za razliku od koncentracije polifenola i ukupnih antioksidanata gdje nije ustanovljena

signifikantnost niti za jednu istraživanu godinu. Boja ploda utjecala je osim na koncentraciju antocijana i na sadržaj ukupnih šećera. Za ostala svojstva nije ustanovljena ponovljivost u istraživanim godinama. Ovo je u skladu s istraživanjima DeFranchi (2012).

Rezultati istraživanja prikazani u principal component analizi (PCA) kroz dvije godine istaknuli su značaj genetske osnove u odnosu na pojedina svojstva. To je u skladu s istraživanjima Jacobe (1998., 2002., 2007.), Hartmann (1998., 1999., 2002., 2006.). Variranja kemijskog sastava plodova smatraju se sortnim obilježjem što je u skladu s istraživanjima Abdi i sur. (1997), Bhutani i Joshi (1995). Sortu 'Tophit' obilježava prosječna masa ploda. Šećeri se vežu za sortu 'Toptaste'. Polifenoli i antioksidacijska aktivnosti uz sortu 'Haganta', a antocijani i boja ploda uz sortu 'Čačanska ljepotica'. Principal component analiza jasno je pokazala variranja između sorata. Od svojstava koja utječu na variranja među sortama ističu se boja ploda, topljiva suha tvar, prosječna masa ploda, antioksidacijska aktivnosti i sadržaj šećera.

6. ZAKLJUČCI

Tvrdoća ploda postupno se smanjuje tijekom zrenja u svih istraživanih sorata, a u vrijeme potpune zrelosti plodovi postižu najmanju tvrdoću. U vrijeme potpune zriobe plodovi svih sorata u obje godine imaju gotovo istu tvrdoću. Tako je u 2012. i 2013. godini tvrdoća u vrijeme potpune zrelosti plodova bila u sorte 'Čačanska ljepotica' 1,2, odnosno 1,0; u sorte 'Topstar' 1,0, odnosno 0,9; u sorte 'Toptaste' 1,0, odnosno 1,0; u sorte 'Jojo' 1,4, odnosno 1,4; u sorte 'Haganta' 1,0, odnosno 0,9; te u sorte 'Tophit' 1,3, odnosno 1,4. Tvrdoća ploda pouzdani je kriterij određivanja roka berbe.

Boja kožice ploda postupno se sve više razvijala tijekom zrenja. Bolju razvijenost boje imali su plodovi svih sorata u vrijeme potpune zrelosti u toplijoj i sušnijoj 2012. godini negoli u 2013. godini. Između rokova berbe utvrđene su signifikantne razlike u razvijenosti boje. Najbolje razvijenu boju imali su plodovi svih istraživanih sorata u vrijeme potpune zrelosti plodova.

Istraživanjem promjena tijekom procesa zrenja utvrđeno je da se prosječna masa ploda malo povećavala i da razlike od prvoga do četvrtoga roka berbe nisu značajne.

Za vrijeme zrenja, koje prati povećanje sume toplinskih jedinica (GDD), povećava se sadržaj topljive i ukupne suhe tvari, saharoze, glukoze i ukupnih šećera, razvoj boje i antocijana. Pod utjecajem klimatskih prilika godine ustanovljene su razlike u svih sorata u sadržaju i stanju spomenutih svojstava ploda. Više topljive i ukupne suhe tvari, glukoze, saharoze i ukupnih šećera te bolja razvijenost boje i sadržaja antocijana bilo je u toplijoj i sušnijoj 2012. negoli u 2013. godini. Za pojedina od spomenutih svojstava utvrđene su razlike pod utjecajem genotipa.

Za vrijeme zrenja postupno se smanjuje sadržaj ukupnih kiselina, a u obje godine u svih istraživanih sorata plodovi imaju najmanju koncentraciju ukupnih kiselina u vrijeme potpune zrelosti.

Više antocijana razvilo se u toplijoj i sušnijoj 2012. godini negoli u 2013. godini. Za vrijeme zrenja količina antocijana nije se pravilno povećavala, nego je oscilirala od roka do roka berbe od sorte do sorte, pa nisu utvrđene određene pravilnosti.

Pod utjecajem klimatskih prilika godine utvrđene su razlike u sadržaju polifenola i antioksidacijske aktivnosti. Više polifenola sadržavaju i veću antioksidacijsku aktivnost imaju plodovi u toplijoj i sušnijoj 2012. negoli 2013.godini. Ustanovljena su velika kolebanja između pojedinih rokova berbe. U obje godine najveću antioksidacijsku aktivnost imaju plodovi sorata 'Haganta' i 'Tophit', a najmanju sorta 'Čačanska ljepotica'. Plodovi sorte 'Haganta' imaju najviše polifenola, a plodovi sorte 'Čačanska ljepotica' najmanje.

U obje godine istraživanja istraživane su sorte postigle punu zrelost uz manje-više iste GDD vrijednosti. U 2012. i 2013. postigla je sorta 'Čačanska ljepotica' punu zrelost uz GDD 1181, odnosno 1212; sorta 'Haganta' uz 1542, odnosno 1513; sorta 'Topstar' uz 1394, odnosno 1256; sorta 'Jojo' uz 1478, odnosno 1565, a sorta 'Tophit' uz 1542, odnosno 1664.

Od svih klimatskih promjena najizrazitija je pravilnost između promjena fizikalnih i kemijskih svojstava ploda i GDD vrijednosti po rokovima berbe.

Praćenjem promjena topljive suhe tvari, ukupnih šećera, glukoze, tvrdoće ploda i boje kože ploda tijekom procesa zrenja može se utvrditi optimalan rok berbe.

Za utvrđivanje optimalnoga roka berbe mogu se rabiti od nedestruktivnih kriterija boja i GDD, a od destruktivnih tvrdoća ploda, topljiva suha tvar i ukupni šećeri.

Za vrijeme zrenja smanjuje se DA indeks, a odvija se dosta promjenjivo i ne pokazuje stabilnu pravilnost, pa između pojedinih rokova berbe ne nalazimo opravdanih razlika. Stoga se na DA indeks ne možemo pouzdano osloniti kada ocijenjujemo vrijeme berbe i kakvoću ploda.

Razlike u kemijskome sastavu ploda izraženije su između godina pod utjecajem klimatskih uvjeta negoli između sorata.

7. POPIS LITERATURE

1. Abdi, N., Holford, P., McGlasson, W. B., Mizrahi, Y. (1997): Ripening behavior and responses to propylene in four cultivars of Japanese type plums, *Postharvest Biology and Technology*, 12 (1): 21-34.
2. Abdi, N., Holford, P., McGlasson, W. B. (1997): Effects of harvest maturity on the storage life of Japanese-type plum, *Aust. J. Exp. Agric.* 37, 391-397
3. Anzin, B. N., Enikeev, H. K., Rožkov, M. I. (1956): *Sliva*, Moskva
4. Ashantha-Rupasinghe, H. P., Jayasankar, S., Lay, W. (2006): Variation in total phenolics and antioxidant capacity among European plum genotypes. *Scientia Horticulture* 108: 243-246.
5. Basso, M., Faccili, F. (1978): *Le principali prugne coltivate in Italia, valutazione agronomica e tecnologica*, Bologna.
6. Beals, K. A., Fulgoni, R. D., Fulgoni, V. I. (2005): Consumption of Peaches, Plums and Nectarines is Associated with Better Nutrient Intakes, Improved Anthropometric Measurements, and Reduced Risk of Hypertension in NHANES 1999-2002, *Journal of American Dietetic Association*, August 2005, Volume 105, Issue 8, Supplement, Page 61.
7. Bellini, E. (1991): *Susino*, *Frutticoltura speciale*, (Ed) Reda, Roma, pp. 288-332.
8. Bellini, E., Nencetti, V. (1994): Miglioramento genetico e varietale del susino *Riv. Frutticoltura* 5: 23 - 39.
9. Bellini, E., Nencetti, V., Gianelli, G. (1994): Volume of some phenotypic characters in combinations of controlled crosses of Cino-Japanese plum. *XXXVIII Ann. Conv. Soc. Ital. Genet. Agr.* 243-244 (Abstract).
10. Bhutani, V. P., Joshi, V. K. (1995): Plum. In S. S. Kadam & D. K. Salunkhe (Eds.), *Handbook of fruit science and technology* (pp. 203-242), New York: Marcel Dekker Inc.
11. Blažek, J., Pištěkova, I. (2009): Preliminary evaluation results of new plum cultivars in a dense planting. *Hort. Sci. (Prague)*, 36: 45-54.
12. Boháčenko, I., Pinkrova, J., Komárková, J., Paprštejn, F. (2010): Selected processing characteristics of new plum cultivars grown in the Czech Republic. *Hort. Sci. (Prague)*, 37(2): 39-45.

13. Boliar, A., Cevallos-Casals, D., Byrne, W. R., Okie, L. Cinseros-Zevallos (2006): Selecting new peach and plum genotypes rich in phenolic compounds and enhanced functional properties. *Food Chemistry* 96: 273-280.
14. Bulatović, S., Muratović, A. (1970): Utjecaj fitohormonalnih materija na promjene anatomske građe kutikule i sadržaj voštanih prevlaka lista i ploda šljive Požegače. Simpozij iz voćarstva, Beograd
15. Bubić, Š. (1977): Specijalno voćarstvo, Svjetlost, Sarajevo
16. Bureau, S., Ruiz, D., Reich, M., Gouble, B., Bertrand, D., Audergon, J. M., Renard, C. M. G.C. (2008): Rapid and non-destructive analysis of apricot fruit quality using FT-near-infrared spectroscopy, *Food Chemistry* 113: 1123-1328.
17. Callsir, S., Haciseferogullari, H., Ozcan, M., Arslan, D. (2005): Some nutritional and technological properties of wild plum fruits in Turkey, *Journal of Food Engineering* 66: 233-237.
18. Cao, G. D., Sofic, E., Prior, L. R. (1997): Antioxidant and prooxidant behavior of flavonoid structure-activity relationships, *FreeRadical Biol. Med.* 22: 749-760.
19. Cantín, C. M., Gogorcena, Y. and Moreno, M. A. (2009): Analysis of genotypic variation of sugar profile in different peach and nectarine [*Prunus persica* L. Bastch] breeding progenies, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 89 (11):1909-1917.
20. Cevallos-Casals, B. A., Byrne, D. H., Okie, W. R. (2002): Total phenolic and anthocyanin content in red-fleshed peaches and plums. *Proceedings of the 5th International Peach Symposium. Acta Hortic*, 5923: 589-592.
21. Cevallos-Casal, B. A., Bryne, D., Okie, W. R., Cinseros-Zevalos, L. (2006): Selecting new peach and plum genotypes rich in phenolic compounds and enhanced functional properties, *Food Chemistry* 96:273-280.
22. Childers, N. (1969): *Modern Fruit Science*, Rutgers University, New Brunswick, New York.
23. Chun, O. K., Kim, D. O., Moon, H.Y., Kang, H. G., Lee, C. Y. (2003): Contribution of individual polyphenolics to total antioxidant capacity of plums. *J. Agric, Food Chem.* 51: 7240-7245.
24. Chun, O. K., Kim, D. O. (2004): Consideration on equivalent chemicals in total phenolic assay of chlorogenic acid-rich plums, *Food Res. Int.* 37: 337-342.

25. Cinquanta, L., Di Matteo, M., Esti, M. (2002): Physical pre-treatment of plums (*Prunus domestica*). Part 2. Effect on the quality characteristics of different prune cultivars, *Food Chemistry*, 79 (2):233-238.
26. Coates, J., Ramina, M. (2006): NIR and Economical Handheld Analyzer, *The Process Engineer* pp. 9-15.
27. Cobianchi, D., Bergamini, A. C., Fortesi, A. (1988): *Il susino*. Edagricole, Bologna.
28. Crisosto, C. H., Mitchell, F. G., Johnson, S. (1995): Factors in fresh market stone fruit quality, *Postharvest News Inf.*, 6 (2): 17N-21N.
29. Crisosto, C. H., Johnson, R. S., DeJong, T., Day, K. R. (1997): Orchard factors affecting postharvest stone fruit quality, *Hort Science*, 32:820–3.
30. Cristosto, C. H., Kader, A. A. (2000): Plum and Fresh Prune Postharvest quality Maintenance Guidelines, Department of Plant Sciences, University of California, Davis, CA 95616.
31. Crisosto, C. H., Mitchell, F. G. (2003): Postharvest handling system stone fruits. In: Kader, A. (Ed.), *Postharvest Technology of Horticultural Crops*, University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, Oakland California USA pp. 345-350.
32. Crisosto, C. H., Parker, D. (2003): Handling preconditioned trees fruit at total stores, *Central Valey Postharvest Newsletter* 12: 5-6.
33. Crisisto, C. H. (2004): Handling preconditioned tree fruit at the retail distribution centers, *Central Valey Postharvest Newseletter* 13: 1-3.
34. Crisosto, C., Mitchell, F. (2002): Postharvest handling systems: Stone fruits. Peach, nectarine and plum. In: Kader, A. (ed.), *Postharvest Technology of Horticultural Crops*, University of California Agriculture and Natural Resource, California, USA. p. 345-350.
35. Čmelik, Z., Gaćeša, B., Duralija, B. (1995): Nove sorte, podloge i sustavi uzgoja šljive, *Pomologia Croatica*, 3-4: 17- 38.
36. Čmelik, Z., Duralija, B., Brenčić, Đ., Družić, J. (2002): Influence of rootstock and planting density on performance of plum trees, *Acta Horticulturae*, 577: 307-310.
37. Čmelik, Z., Družić, J., Dugalić, K. (2007a): Početna iskustva s nekim novim sortama šljive uzgojenim na podlozi WaxWa, *Pomologi Croatica*, 13: 189- 197.
38. Čmelik, Z., Družić Orlić, J., Duralija, B., Tojnko, S., Strikić, F. (2007b): Growth and yield of plum trees “Felsina”, “Top” and “Elena” grafted on GF 665/2, *Acta Hort.* 734: 337-340.

39. Danovan, J. L., Meyer, A. S., Waterhouse, A. L. (1998): Phenolic composition and antioxidant activity of prunes and prune juice (*Prunus domestica L.*), *J. of Agricultural and Food Chem.* 46: 1247-1252.
40. De Franceschi, P. (2012): *Maturazione, Arboricoltura generale*, Bologna, p. 167- 80.
41. Dejong, T. M., Doyle, J. F., Debusse, C. J. (2002): Development of a Prune Breeding Program in California, *Acta Horticulturae* 577: 151-153.
42. Diaz-Mula, H. M., Zapata, P. J., Guillen, F., Castillo, S., Martinez-Romero, D., Valero, D., Settano, M. (2008): Changes in physiochemical and nutritive parameters and bioactive compounds during development and on-tree ripening of eight plum cultivars a comparative study. *J. Sci, Food Agric.* 88: 2499-2507.
43. Dietrich, H., Krüger-Steden, E., Patz, C. D., Will, F., Rheinberger, A., Hopf, I. (2007): Increase of sorbitol in pear and apple juice by water stress, a consequence of climatic change?, *Fruit processing*, No 6:348-355.
44. Dondini, L. (2012): *Sviluppo del seme e del frutto, Arboricoltura generale*, Bologna p. 156-167.
45. Družić, J., Voća, S., Čmelik, Z., Dobričević, N., Duralija, B., Skendrović Babojelić, M. (2007): Fruit Quality of Plum Cultivars ‘Elena’ and ‘Bistrica’, *Agriculture Conspectus Scientificus*, 72 (4): 307-310.
46. Dugalic, K., Sudar, R., Viljevac, M., Josipovic, M., Cupic, T. (2014): Sorbitol and Sugar Composition in Plum Fruits Influenced by Climatic Conditions, *J. Agr. Sci. Tech.* Vol 16: 1145-1155.
47. El - Sharkamy., Sherif, S., Mila, I., Bouzoyan., Jasadakar, S. (2009): Molecular characterization of seven genes encoding ethylen-responsive transcriptional factor during plum fruit development and ripening., *Jour. Exp. Bot.* 60 (3): 907 -922.
48. Ertekin, C., Gozlecki, S., Kabas, O., Sonmez, S., Akinci, I. (2006): Some physical, pomological and nutritional properties of two plum (*Prunus domestica L.*) cultivars, *Journal of Food Engineering* 75: 508-514.
49. Escobar-Gutiérrez, A. J., Gaudillère, J. P. (1994): Variability in Sorbitol: Sucrose Ratios in Mature Leaves of Different Peach Cultivars *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 119(2):321–324.
50. Fernandez-Otero, C., Matila, A. J., Rasori, A., Ramina, A., Bonghi, C. (2006): Regulation of ethylene biosynthesis in reproductive organs of damson plum (*Prunus domestica L. subsp. Syriaca*), *Plant Science* 171: 74-83.

51. Fideghelli, C., Colantonia, V., Candioli, B. (1969): Studi sull'efficienza del 2, 4, 5 TP sull'anticipio di due varietà di susino giapponese, Publ. Spec. Fruttic. Roma, No. 1: 55 - 63.
52. Garcia-Ramos, F. J., Ortiz-Canavate, J., Ruiz-Altisent, M., Diez, J., Flores, L., Homer, I., Chavez, J. M. (2003): Development and implementation of an on-line impact sensor for firmness sensing of fruits, J. Food Eng. 58: 53-57.
53. García-Mariño, N., de la Torre, F., Matilla, A. J. (2008): Organic acids and soluble sugars in edible and nonedible parts of damson plum (*Prunus domestica* L. subsp. *insititia* cv. *Syriaca*) fruits during development and ripening, Food Science and Technology International, 14: 187–193.
54. Gavrilović, M. (1973): Dinamika rasta ploda šljive Požegače, Dani šljive, Gradačac, 22 -26.
55. Genard, M., Enard, M., Lescourret, F., Gomez, L., Habib, R. (2003): Changes in fruit sugar concentrations in response to assimilate supply, metabolism and dilution: a modeling approach applied to peach fruit (*Prunus persica*), Tree Physiology, 23: 373-385
56. Giovannoni, J. J. (2004): Genetic Regulation of Fruit Development, Plant Cell. 16: 5170-5180.
57. Gil, M. I., Tomas-Barberan, F. A., Hess-Pierce, B., Kadar, A. A. (2002): Antioxidant capacity, phenolic compounds, carotenoids, and Vitamin C contents of nectarine peach and plum cultivars from California, J. Agr. Food Chem. 14: 4976-4982.
58. Golic, M., Walsh, K. B. (2006): Robustness of calibration models based on near infrared spectroscopy, Analytica Chimica Acta 555: 286-291.
59. Guerra, M., Casquero, P. A. (2009): Site and fruit maturity influence on the quality of European plum in organic production, Scientia Horticulturae, 122:540-544.
60. Harris, R. W., Hansen, C. J. (1955): The Effect of 2,4,5-Trichlorophenoxy acetic Acid on the Development and Maturation of the French Plume, Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 66: 73-79.
61. Halapija Kazija, D., Jelačić, T., Vujević, P. (2009): Introdukcija novih sorata šljive – preliminarni rezultati, 44. hrvatski i 4. međunarodni simpozij agronoma, Opatija
62. Hartmann, W. (1998): New plum cultivars from Hohenheime, Acta Hort. 478: 171-174.
63. Hartmann, W. (1999): Jojo la prima susina europea totalmente resistente a sharka. Riv. di Frutticoltura e di Ortofloricoltura, 61:68-69.

64. Hartmann, W., Petruschke M. (2002): Sharka resistant plum and prunes by utilization of hypersensitivity, *Acta Hort.* 538: 931-395
65. Hartmann, W. (2002): The importance of hypersensitivity for breeding plums and prunes resistant to plum pox virus (Sharka), *Acta Hort.* 577: 33-37.
66. Hartmann, W. (2006): Breeding for resistance; breeding for Plum pox resistant plums (*Prunus domestica L.*) in Germany, *OEPP/EPPO-Bulletin* 36: 332-336.
67. Hartmann, W. (2007): New results from plum breeding in Hohenheim, *Acta Hort.* 734: 187-192.
68. Heo, H. J., Kim, Y. J., Chung, D., Kim, D. O. (2007): Antioxidant capacities of individual and combined phenolics in a model system, *Food Chemistry* 104, 87-92.
69. Hidgon, R. J. (1951): Effect of 2,4,5,-Trichlorphenoxyacetic Acid on the Development and ripening of Eighteen Varieties of Peach Fruits, *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 58: 73-79.
70. Hulme, C. A. (1970): *The Biochemistry of Fruits and their Products*, Vol. I. London and New York.
71. Infante, R., Contador, L., Rubio, P., Mesa, K., Meneses, C. (2011): Non-destructive monitoring of flesh softening in the black-skin Japanese plum “Angeleno” and “Autumn beaut” on-tree ad postharvest, *Postharvest Biology and Technology* 61: 35-40.
72. Infante, R., Rubio, P., Contador, L., Noferini, M., Costa, G. (2011): Determination of harvest maturity of D`Agen plums using the chlorophyll absorbance index, *Cien. Inv. Agr.* 38(2): 199-203.
73. Jacob, H. B. (1993): Quallitatsorte verlangert Zwetschgensiansion, *Obstbau*, 8: 380-383.
74. Jacob, H. B. (1998): Top toper and tophit: three new late ripening plum cultivars for profitable market, *Acta Hort.* 478: 165-167.
75. Jacob, H. B. (2002): Breeding of plums, prunes et mirabelles in Geisenheim, Germany: breeding goals and previous realisations, *Acta Hort.*577: 39-43.
76. Jacob, H. B. (2002): New plums and mirabelles varieties out of the breeding work and development in Geiseheim, *Acta Hort.*577: 173-176.
77. Jacob, H. B. (2007): Twenty-five years plum breeding in Geisenheim: breeding targets and previous realizations, *Acta Hort.* 734: 341-346.

78. Janković, B., Paunović, S. (1973): Utjecaj "Obsteohormona - 24 A", 2,4,5 -TP i NAA na poboljšanje obojenosti i sprječavanje opadanja plodova breskve i šljive, Jugoslav. voćarstvo br. 24: 31-38.
79. Janick, J. (1972): Horticultural science, Sanfrancisco.
80. Jona, R. (1992): Biologia fiorale e di fruttificazione, Frutticoltura speciale, Reda, Roma, 288 - 332.
81. Kader, A. A., Mitchell, F. G. (1989): Naturity and quality; In: La Rue , J. H. Jonson, R.S. (Eds), Peches Plums and Nectarines-Growing and Handling for Freshmarket, University of California DANR, Oakland, CA, pp 191 - 196, Publication 3331.
82. Kader, A. A. (1999): Fruit maturity, ripening and quality relationships, Acta Horticulturae 485: 203-208.
83. Kim, D. O., Jeong, S. W., Lee, C. Y. (2003a): Antioxidant capacity of phenolic phytochemical from various cultivars of plum, Food Chem. 81: 321-326.
84. Kim, D. O., Chun, O. K., Kim, Y. J., Moon, H. Y., Lee, C. Y. (2003b): Quantification of poliphenolics and their antioxidant capacity in flesh plums. J. Agric. Food Chem., 51: 6509-6515.
85. Kim, D. O., Jeong, S. W., Lee, C. Y. (2003): Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums, Food Chemistry 81: 321-326.
86. Kosmala, M., Milala, J., Kolodziejczyk, K., Markowski, J., Zbranzeński, M., Renard, C. M. G. C. (2013): Dietary fiber and cell wall polysaccharides from plum (*Prunus domestica L.*) fruit, juice and pomace: Comparison of composition and functional properties for three plum varieties, Food Research International 54: 1787-1794.
87. Kovatz, Y. (1976): Stone fruit trees plums, Encyclopedia of agriculture orchards (pp. 308-312) Tel-Aviv, Izrael the Hebrew University.
88. Kristl, J., Slekovec, M., Tonjko, S., Unuk, T. (2011): Extractable antioxidants and non-extractable phenolics in the total antioxidant activity of selected plum cultivars (*Prunus domestica L.*): Evolution during on-tree ripening, Food Chemistry 125: 29-34.
89. Li, T. H., Li, S. H. (2005): Leaf responses of micropropagated apple plants to water stress: nonstructural carbohydrate composition and regulatory role of metabolic enzymes, Tree Physiology 25:495-504
90. Lio, L., Roger, J. M., Herrero-Langreo, A., Diezma-Iglesias, B., Barreiro, P. (2011): Comparison of multispectral indexes extracted from hyperspectral images for the assessment of fruit ripening, Journal of Food Engineering. 104: 612-620.

91. Lo Bianco, R. L., Rieger, M., Sung, S. J. S. (2000): Effect of drought on sorbitol and sucrose metabolism in sinks and sources of peach, *Physiologia Plantarum*, 108, 1: 71-78.
92. Lombardi – Boccia, G., Lucarini, M., Lanzi, S. (2004): Nutrient and Antioxidant Molecules in Yellow Plums (*Prunus domestica L.*) from conventional and Organic Productions: A comparative Study, *Jour. Agric. Food Chem.* 52 (1): 90-94.
93. Lozano, M., Bernalte, M. J., Ayuso, M. C., Hernandez, M. T., Velario, B., Martin, M. J. (2007): Caracterizacion nutricional de diferentes cultivares de ciruela japonesa (*Prunus salicina Lind.*) producidas en Extremadura, XI Congreso de la Sociedad Hortícolas, *Actas de Horticultura* 48, 422-425.
94. Kristl, J., Slekovec, M., Tojnko, S., Unuk, T. (2011): Extractable antioxidants and non-extractable phenolics in the antioxidant activity of selected plum cultivars (*Prunus domestica L.*): Evolution during on-tree ripening, *Food Chemistry* 125: 29-34.
95. Majstorović, G., Pantelić, M. (1972): Kretanje sadržaja NPK u semenu, koštici i mezokarpu šljive Požegače, *Jugoslav. voćarstvo* br. 19 - 20; 505-515.
96. Manganaris, G. A., Vicente, A. R., Crisosto, C. H. (2008): Effect of pre-harvest and post-harvest conditions and treatments on plum fruit quality, *CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources* 2008 3 (9):1-9.
97. Martinez Zaporta, F. (1964): *Fruticultura Fundamentos Practicas*, Madrid.
98. Miljković, I. (1974): Klimatski elementi za bonitiranje zemljišta za jabuku i šljivu u Hrvatskoj, *Elaborat – studija*, Poljoprivredni fakultet Zagreb.
99. Miljković, I. (1977): Tla Slavonije i Baranje kao ekološki faktor voćarske proizvodnje – iz knjige Škorić A. i suradnici “Tla Slavonije i Baranje”, Zagreb, pp. 103- 111.
100. Miljković, I. (1984): Bonitiranje zemljišta kulture voćnjaka, *Agronomski glasnik* br. 6: 881- 918.
101. Miljković, I. (1991): *Suvremeno voćarstvo*, Znanje, Zagreb.
102. Miljković, I. (1997): Pomoekologija Slavonije i Baranje, *Agronomski glasnik* br.5-6 i u knjizi *Agronomi hrvatskome podunavlju*, str. 477- 493.
103. Milošević, T., Milošević, N. (2012): Phenotypic diversity of autochthonous European (*Prunus domestica L.*) and Damson (*Prunus insititia L.*) plum accessions based on multivariate analysis, *Hort. Sci. (Prague)*, 39(1):8-20.
104. Mizarach, A. (2004): Assessing plum fruit quality attributes with an ultrasonic method, *Food Research International*. 37: 627-631.

105. Mratinić, E., Đuović, D. (2015): Biološke osnove čuvanja voća, Partenon, M.A.M. Sistem, Vibek Agrar, Beograd
106. Muratović, A., Jarebica, Đ. (1969): Utjecaj 2, 4, 5 - T na vegetaciju, rodnost i kvalitet šljive požegače, Jugoslav. voćarstvo, br. 7: 175-180.
107. Nergiz, C., Yildiz, H. (1997): Research on chemical composition of some varieties of European plums (*Prunus domestica* L.) adapted to the Aegean district in Turkey, J. Agr. Food Chem. 45: 5820-5823.
108. Nyasordzi, J., Friedman, H., Schmilovich, Z., Ignat, T., Weksler, A., Rot, I., Lurie, S. (2013): Utilizing the I_{AD} index to determine internal quality attributes of apples at harvest and storage, Postharvest biology and Technology 77: 81-86.
109. Nunes, C., Rato, A. E., Barros, A. S., Saravia, J. A., Coimbra, M. A. (2009): Search for suitable maturation parameters to define the harvest maturity of plums (*Prunus domestica* L.): A case of candied plums, Food Chemistry, 112:570-574.
110. Okie, W. R. (1995): Plum Breeding and genetics, Notizario tecnico, 48:30-66.
111. Okie, W.R., Weinberger, J. H. (1996): Plums, In: Janick J., James N., Moore N. (eds), Fruit Breeding, Tree and Tropical Fruits, Volume I. New York, John Wiley & Sons, Inc.: 559-607.
112. Paulić, N. (1983): Utjecaj podloge na vegetativni i generativni rast šljive Bistrice, Poljopr. znanstvena smotra, br. 61: 221-229.
113. Paunović, S. A., Ogašinović D. (1972): Proučavanje dinamike rasta i diferencijacije cvatnih pupoljaka važnijih sorti šljiva, Jugoslav. voćarstvo br. 19 - 20: 459 - 467.
114. Paunović, S. A., Gavrilović, M., Pantović, M. (1968): Influence of rootstock on yields, size and chemical composition of fruit of Požegača prune cultivar, Acta Horticulturae, No. 10: 401 -416.
115. Peris, K. H. S., Laffer, R. G., Kays, S. J. (1998): Near-infrared spectrometric method for nondestructive determination of soluble solids contents of peaches, Journal of the American Society for Horticultural Science 123: 898-905.
116. Perez-Marin, D. C., Sanches, M. T., Paz, P., Soriano, A., Guerrero, J. E., Garrido-Vero, A. (2009): Non-destructive determination of quality parameters in nectarines during on-tree ripening and post-harvest storage, Postharvest Biology and Technology 52, 180-188.

117. Piga, A., Del Caro, A., Corda, G. (2003): From plums to prunes: Influence of drying, parameters on polyphenols and antioxidant activity, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51: 3675-3681.
118. Popova, S. P., Oovodova, R. G., Golovchenko, V. V., Khramova, D. S., Markov, P. A., Rop, O., Jurikova, T., Mlcek, J., Kramarova, D., Sengee, Z. (2009): Antioxidant activity and selected nutritional values of plums (*Prunus domestica L.*) typical of the White Carpathian Mountains, *Scientia Horticulturae* 122: 545-549.
119. Smirnov, V. V., Shashov, A. S., Ovodov, Y. S. (2014): Pectic polysaccharides of the fresh plum *Prunus domestica L.* isolated with a simulated gastric fluid and their anti-inflammatory, *Food Chemistry* 143: 106-113.
120. Perez-Marin, D., Paz, P., Guerrero, J. E., Garrido-Varo, A., Sanchez, M. T. (2010): Miniature handheld NIR sensor for the on-site non-destructive assessment of post-harvest quality and refrigerated storage behavior in plums. *J. of Food Engineering* 99:294-302.
121. Popov, S. V., Ovodova, R. G., Golovchenko, V. V., Khramova, D. S., Markov, P.A., Smirnov, V. V., Shashkov, A. S., Ovodov, Y. S. (2014): Pectic polysaccharides of fresh plum *Prunus domestica L.* isolated with a simulated gastric fluid and their anti-inflammatory and antioxidant activities, *Food Chemistry* 143:106-113.
122. Prasanna, V., Prabha, J. F., Tharanathan, R. N. (2007): Fruit ripening phenomena-An overview, *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 47:1-19.
123. Renard, K. M. G. C., Gines, C. (2009): Comparisons of the cell wall composition for flesh and skin from five different plums, *Food Chemistry* 114: 1042-1049.
124. Rieger, M., Duemmel, M. J. (1992): Comparison of drought resistance among *Prunus* species from divergent habitats, *Tree Physiology*, 11:369-380.
125. Rop, O., Jarikova, T., Mlcek J., Kramarova, D., Sengee, Z. (2009): Antioxidant activity and selected nutritional values of plums (*Prunus domestica L.*) typical of the White Carpathian Mountgains, *Scientia Horticulturae* 122: 545-549.
126. Rupasinghe, H. P. V., Jaysankar S., Lay, W. (2006): Variation in total phenolies and antioxidant capacity among European plum genotypes, *Siencia Horticulturae* 108: 243-246.
127. Sansavini, S., Lugli, S., Martelli, S., Grandi, M. (1996 a): Nuove varietà e portinnesti di susino si allarga il ventaglio delle scelte, *Frutticoltura* 9 : 23-42.


128. Sansavini, S., Castagnoli, M., Musacchi, S. (1996 b): Il miglioramento genético del susino all' Università di Bologna, *Frutticoltura* 9: 61-65.
129. Sansavini, S., Castagnoli, M., Lugli, S., Martelli, S. (1996 c): Nuove susine europee selezionate dal CMVF di Bologna, *Frutticoltura* 9: 66-67.
130. Seymont, G. B., Taylor, J. E., Tucker, G. A. (1993): *Biochemistry of fruit ripening*, Chapman & Hall.
131. Siddiq, M. (2006): Plums and prunes, In: Hui Y.H., Barta J. (Eds) *Handbook of fruit and fruit processing*, Blackwell publishing Ltd, Oxford, UK, 553-564.
132. Silvestroni, O. (2012): Vocazionalità ambientale, clima e singoli elementi climatici, *Arboricoltura generale*, pp 284 - 295.
133. Singh, S. P., Singh, Z., Swinny, E. E. (2009): Sugars and organic acids in Japanese plums (*Prunus salicina Lindell*) as influenced by maturation, harvest date, storage temperature and period, *International Journal of Food and Technology* 44: 1973-1982.
134. Srivastava, I. (2002): *Plant Growth and Development*, Academic Press, San Diego, California, USA.
135. Sudar, R., Jurković, Z., Dugalić, K., Tomac, I., Jurković, V., Viljevac, M. (2011), Sorbitol and sugar composition of plum fruit during ripening, In *Proceedings of 46th Croatian and 6th International Symposium on Agriculture*, February 14-18, Opatija, Croatia, 1067-1071.
136. Šoškić, M. (1994): *Oplemenjivanje voćaka i vinove loze*, Papirus, Beograd
137. Štampar, K. (1952): Odnos šećera i refraktometrijske vrijednosti kod voća, *Poljoprivredna znanstvena smotra*, br. 13: 155-166,
138. Štampar, K. (1966): *Opće voćarstvo I dio*, Zagreb
139. Štampar, K. (2000): Rast i rodnost nekih stolnih sorti šljiva (od 1. do 10. godine nakon sadnje), *Pomologia Croatica*, 1-4: 37-49 (preisak iz *Poljoprivredna znanstvena smotra* br. 8/1965)
140. Štampar, K., Iveković, V. (1971): Prilog poznavanju kvalitete stolnih šljiva, *Jugoslav. voćarstvo*, br. 17-18: 123-128.
141. Tabauneca, R., Herrero, J. (1965): Influencia de la temperatura en la época de florecion, *Influencia del clima en plantaciones frutales*, Aula Dei, Zaragoza.
142. Thomas-Barberan, F. A., Gil, M. I., Cremin, P., Waterhouse, A. L., Hess-Pierce, B., Kader, A. A. (2011): HPLC - DAD - ESIMS analysis of phenolic compounds in nectarines, peaches, and plums, *J. Agric. Food. Chem.* 49: 4748-4760.

143. Tukey, H. B. (1936): A relation between seed and attachment and capel symmetry and development in *Prunus*, *Science*, 84
144. Tupajić, P., Čmelik, Z., Družić, J. (2006): Kakvoća rakija proizvedenih od šljive (*Prunus domestica L.*) kultivara: Elena, Top i Felsina, *Pomologia Croatica*, 12, 263- 270.
145. Unuk, Tatjana, Vogrin, A., Tojnko, S., Kristl, Janja, Zadavec, P., Čmelik, Z. (2011): Problematika određivanja roka berbe šljive, *Proceedings 46th Croatian and 6th International Symposium on Agriculture, Opatija, Croatia (1079-1082)*
146. Unuk, Tatjana (2011): Razvoj kakvosti pri slivah, *Anali PAZU 1*: 33-36.
147. Urlich, R. (1952): *La vie des fruits*, Paris.
148. Usenik, V., Babčič, J., Štampar, F. (2007): Sugars, organic acid, phenolic composition and antioxidant activity of sweet chery (*Prunus avium L.*), *Food Chemistry* 107: 185-192.
149. Usenik, V., Fajt, N., Štampar, F. (2007): Pomological and phenological characteristics of some Slovenian plum cultivars, *Acta Hortic*, 734: 53–59.
150. Usenik, V., Kastelec, D., Veberič, R., Štampar, F. (2008): Quality changes during ripening of plum (*Prunus domestica L.*), *Food Chemistry*, 111:830-836.
151. Usenik, V., Štampar, F., Veberič, R. (2009): Anthocyanins and fruit colour in plums (*Prunus domestica L.*) during ripening, *Food Chemistry* 114: 529-524.
152. Valmori, I. (1991): *Nuove varietà in frutticoltura* (Ed) Edagricole S. p. A. Bologna pp. 211-216.
153. Van Buren, J. (1970): *The Biochemistry of Frutis and their Products*, Academic Press, London and New York.
154. Vangdal, E., Meland, M., Mage, F., Doving, A. (2005): Prediction of fruit quality of plums (*Prunus domestica L.*), *Acta Hortic*. 674:613-617.
155. Vinson, J. A., Su, X., Zubik, L., Bose, P. (2001): Phenol antioxidant quantity and quality in foods: fruits, *J. of Agric. Food Chem.*, 44: 5315-5321.
156. Vinson, J. A., Xuehui, S., Ligia, Z., Bose, P. (2001): Phenol antioxidant quantity and quality in food: fruits, *J.Agric. Food Chem.* 49: 5315-5321.
157. Vizzotto, M., Cisneros-Zavallos, L., Byrne, D. H., Kie, W. R., Ramming, D. W. (2006): Total phenolic carotenoid and anthocyanin content and antioxidant activity of peach and plum genotypes, *Proceedings of the VIth International Peach Symposium*, *Acta Hortic*. 713: 453-455.

158. Walkowiak-Tomezak, D., Regula, J., Lysiak, G. (2008): Physico-chemical properties and antioxidant activity of selected plum cultivars fruit, Institute of Food Technology, Poland: 15-22.
159. Wang, Z., Stutte, G. W. (1992): The Role of carbohydrates in active osmotic adjustment in apple under water stress, *J. Aer. Soc. Hort. Sci.* 117(5):816-823.
160. Wang, H., Cao, G., Prior, R. L. (1996): Total antioxidant capacity of fruits, *J. of Agric. and Food Chem.* 44: 701- 705.
161. Wilford, L. E., Sabarez, H., Price, W. E. (1997): Kinetics of carbohydrate change during dehydration of d'Agen prunes, *Food Chemistry*, 59:149-145.
162. Wu, B. H., Quilot, B., Genard, M., Li, S. H., Zhao, J. B. J., Yan, J., Wang, Y. Q. (2012): Application of a SUGAR model to analyse sugar accumulation in peach cultivars that differ in glucose-fructose ratio, *The Journal of Agricultural Science*, 150 (1):53-63.
163. Zielinski, Q. B., Marth, P. C., Price, V. E., (1951): Effect of 2, 4, 5 - Trichlorophenoxyacetic Acid on the Maturation of Prunes, *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, Vol. 58: 65-68.
164. Zielinski, Q. B. (1977): *Modern systematic Pomology*, Dubuque, Iowa.
165. Zdunek, A., Cybulska, J., Konopacka, D., Rutkowski, K. (2009): New contact acoustic emission detector for texture evaluation of apple, *J. Food Eng.* 99: 83-91.

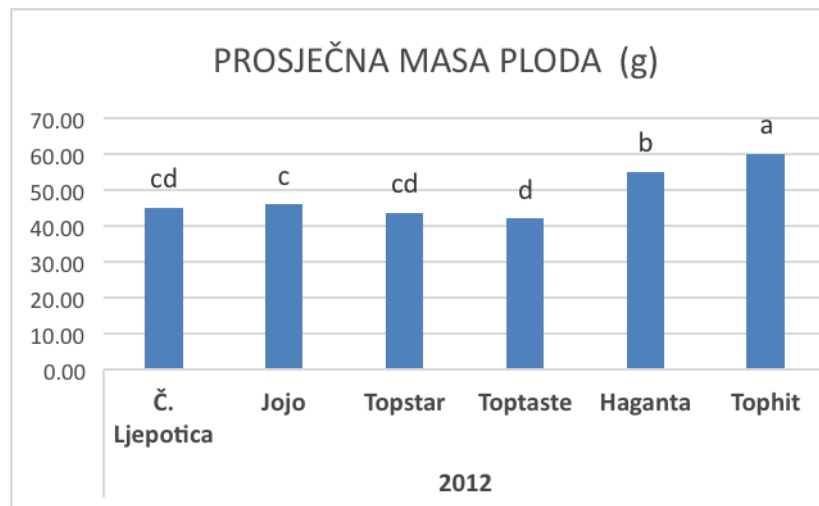
8. PRILOZI

Prilog 1 Stratigrafska građa profila tla lokalitet Tovljač – Profil P-1.

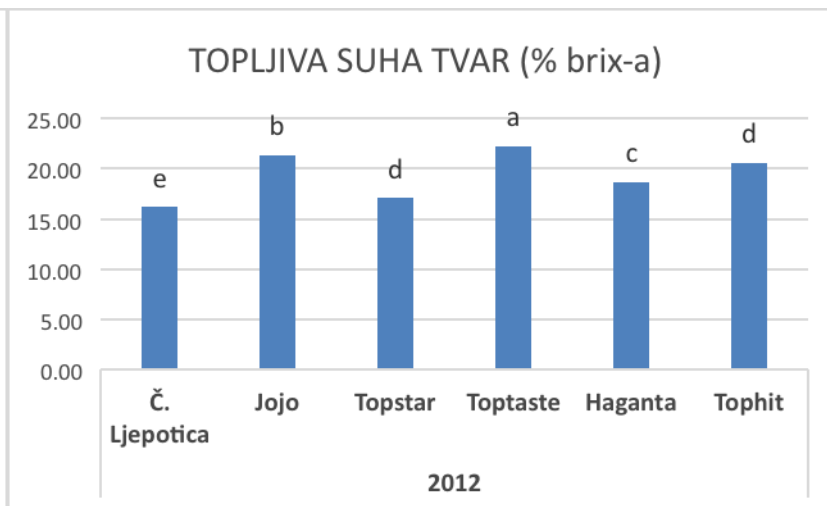
	A-P	cm 0-50	Boja tla: smeđe boje (4/3 10YR) Tekstura: praškasto-glinasto- ilovasta Struktura: mrvičasta
	AC	50-79	Boja tla: tamno žutosmeđe boje (3/4 10YR) Tekstura: praškasta ilovača Struktura: mrvičasta Pedodinamske tvorevine: konkrecije CaCO ₃
	C	79-110	Boja tla: svijetlo žutosmeđe boje (6/4 10YR) Tekstura: praškasta ilovača Struktura: Pedodinamske tvorevine: konkrecije CaCO ₃
	C/Gso	>110	Boja tla: svijetlo sivosmeđe boje (6/2 2.5YR) Tekstura: praškasta ilovača Struktura: Pedodinamske tvorevine: konkrecije CaCO ₃

PRILOG 2 (a-d) Utjecaj klimatskih prilika za istraživana svojstva uspoređena među sortama u 2012. godini

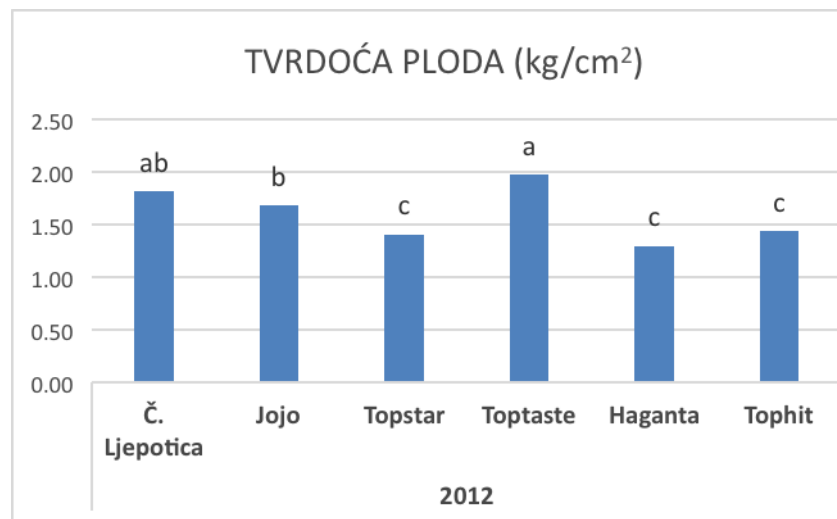
a



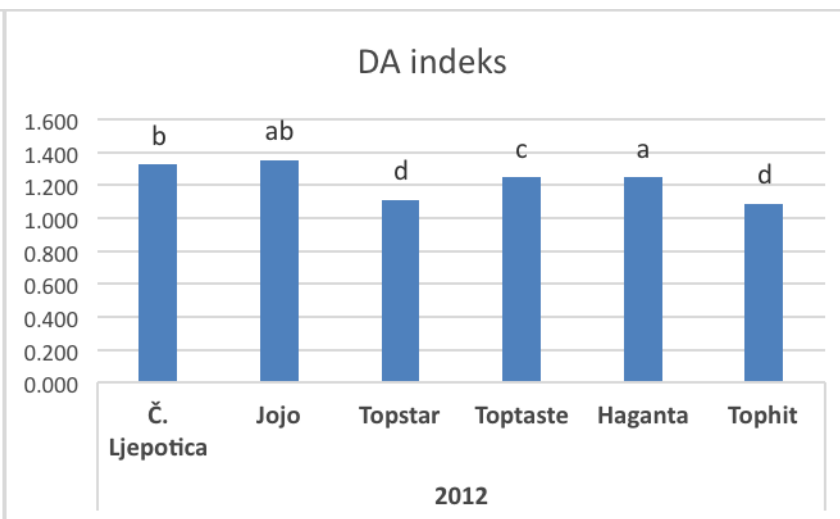
b



c

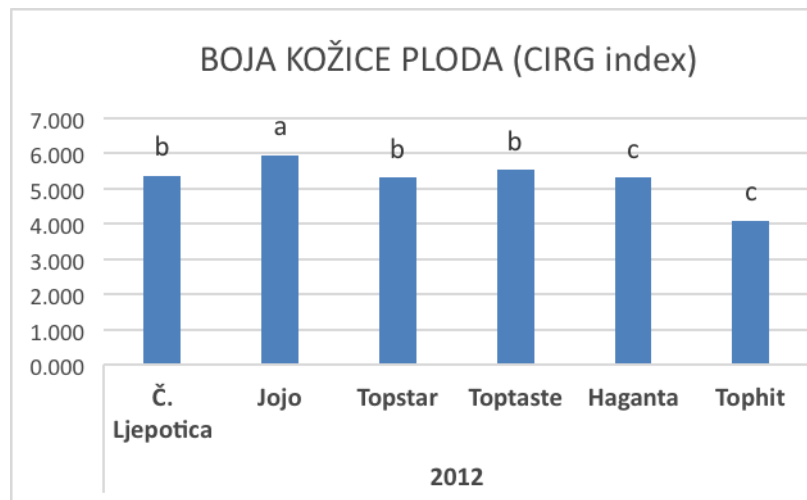


d

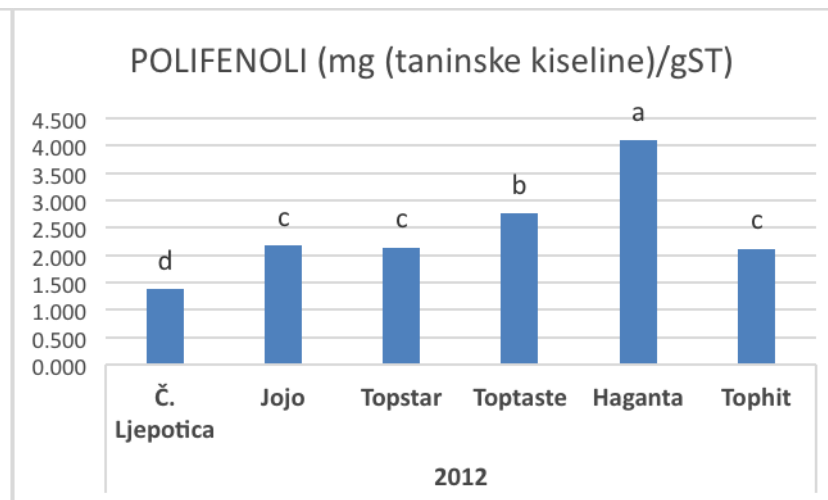


PRILOG 2 (e-h) Utjecaj klimatskih prilika za istraživana svojstva uspoređena među sortama u 2012. godini

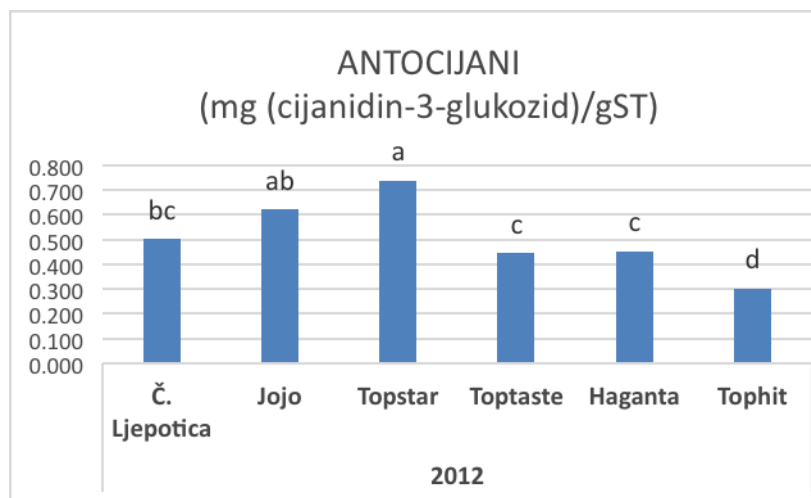
e



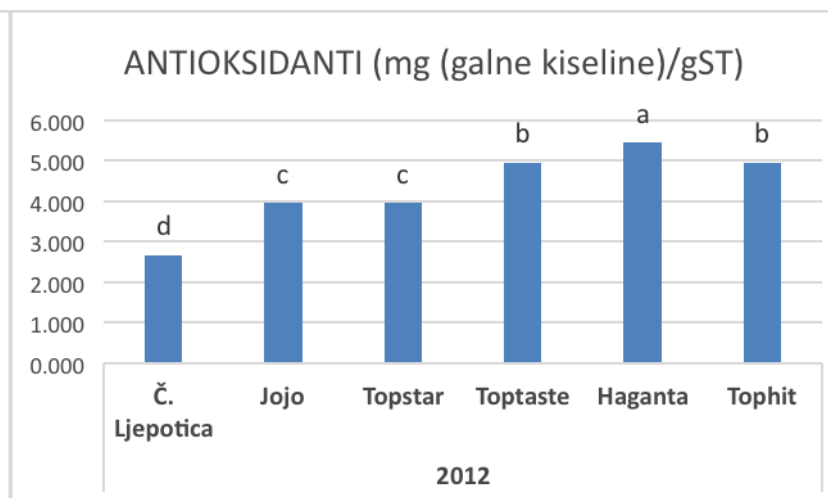
f



g

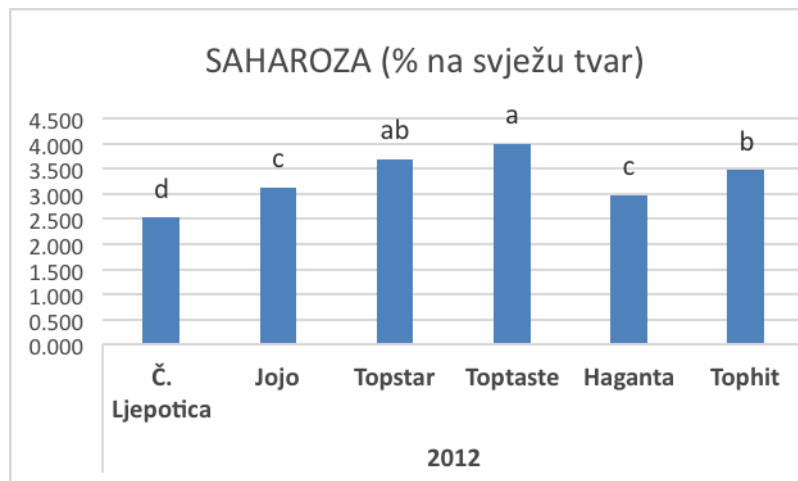


h

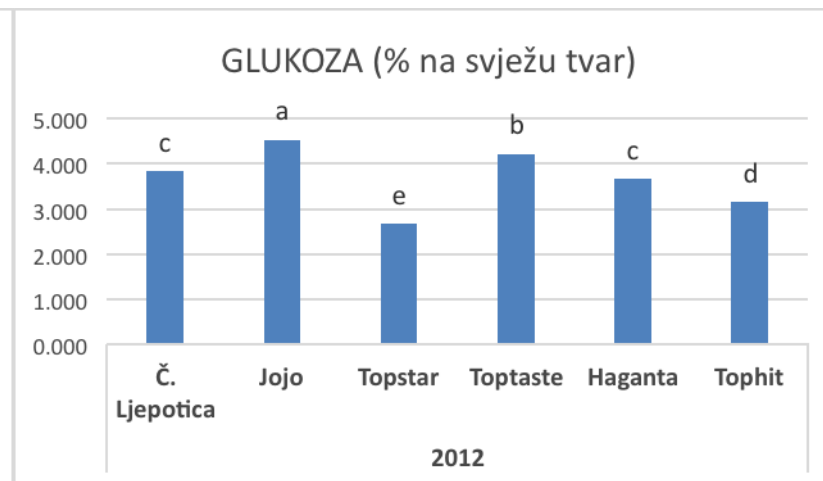


PRILOG 2 (i-l) Utjecaj klimatskih prilika za istraživana svojstva uspoređena među sortama u 2012. godini

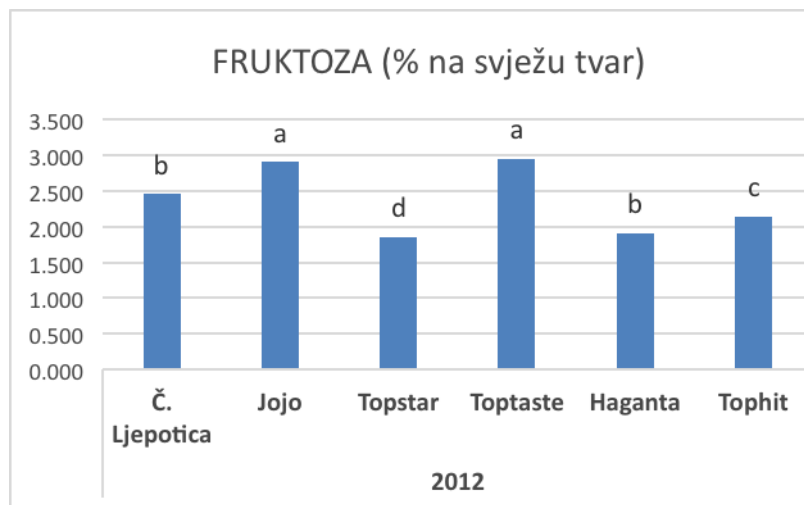
i



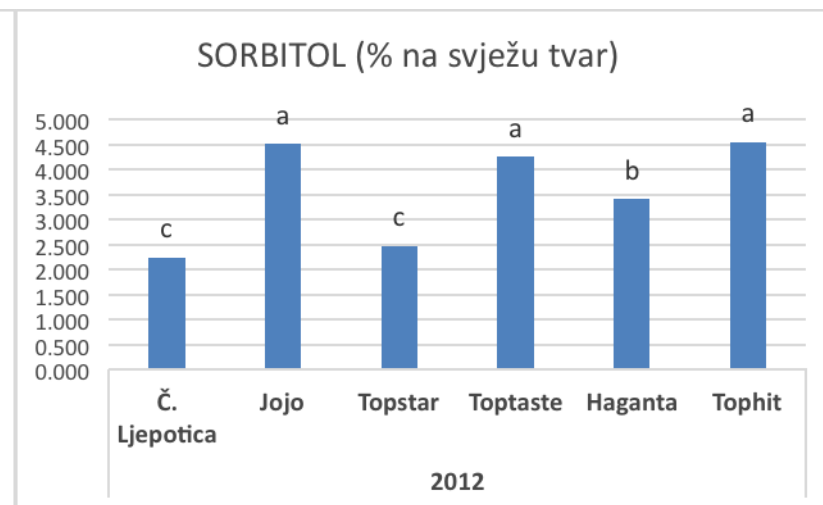
j



k

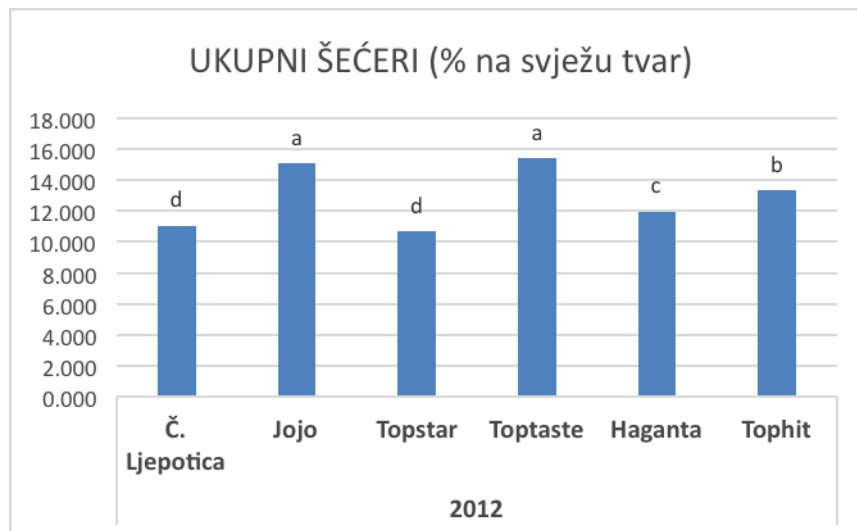


l

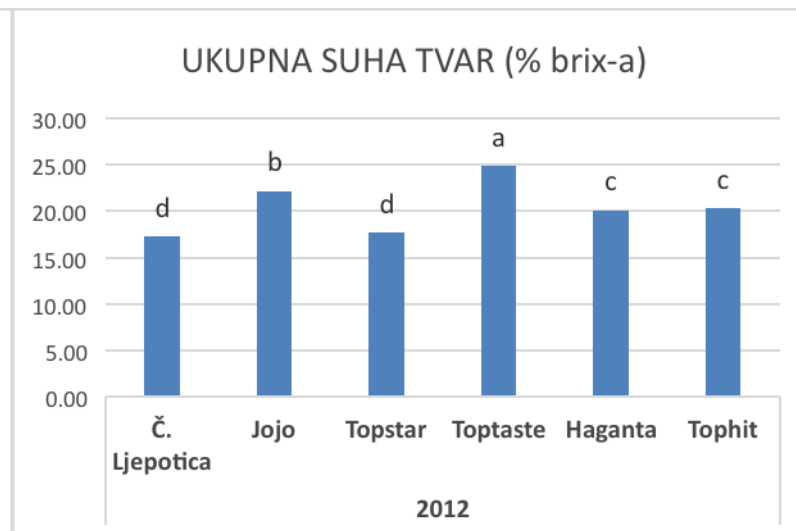


PRILOG 2 (m-n) Utjecaj klimatskih prilika za istraživana svojstva uspoređena među sortama u 2012. godini

m

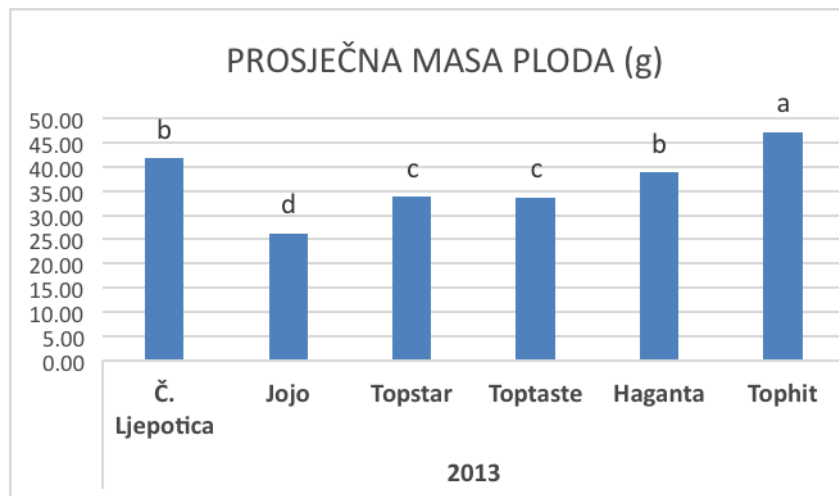


n

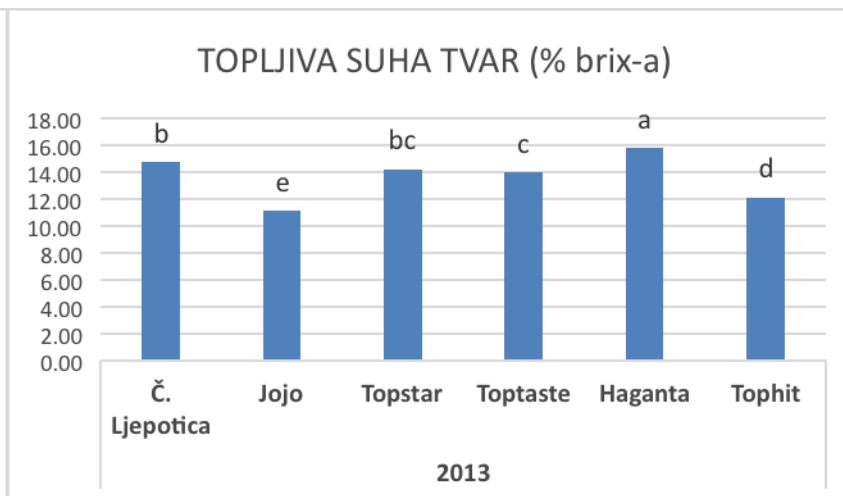


PRILOG 3 (a-d) Utjecaj klimatskih prilika za istraživana svojstva uspoređena među sortama u 2013. godini

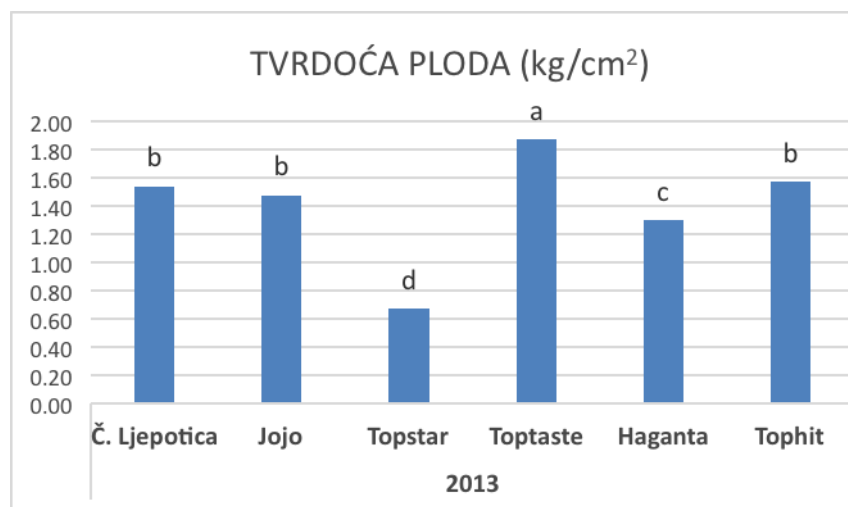
a



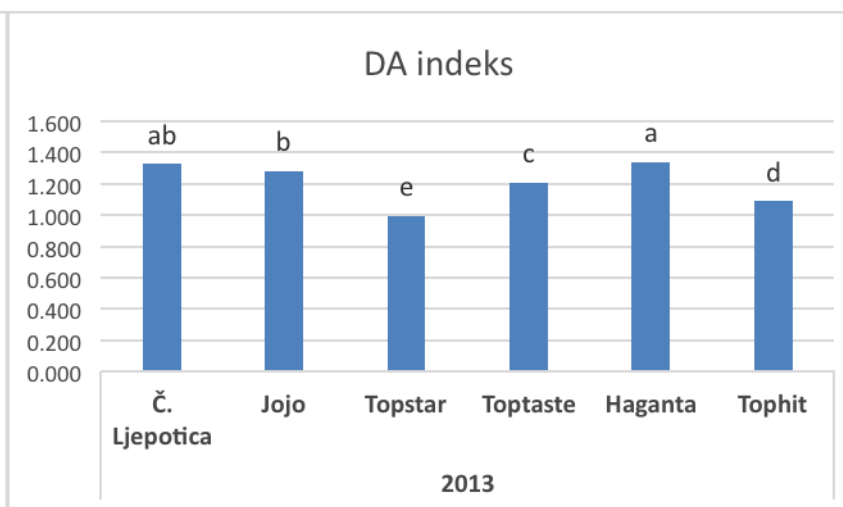
b



c

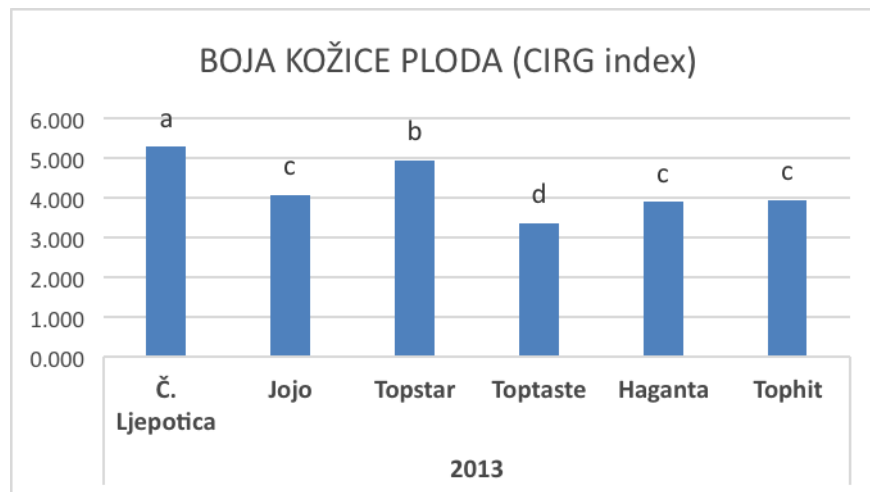


d

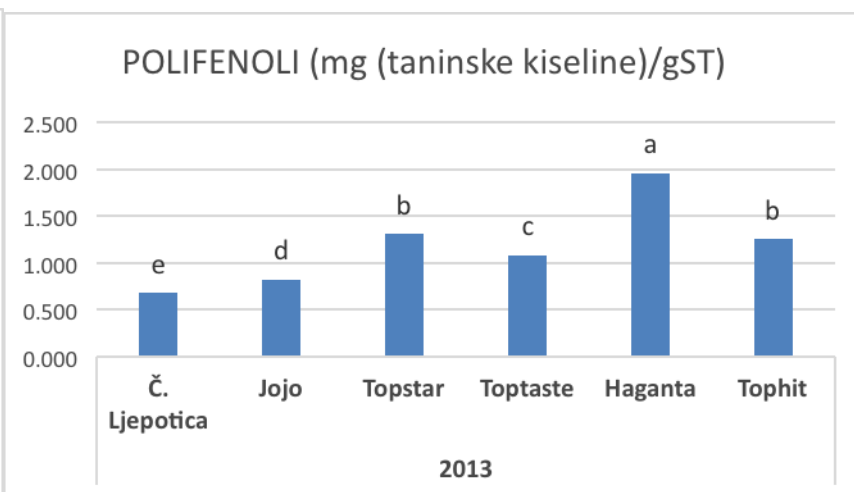


PRILOG 3 (e-h) Utjecaj klimatskih prilika za istraživana svojstva uspoređena među sortama u 2013. godini

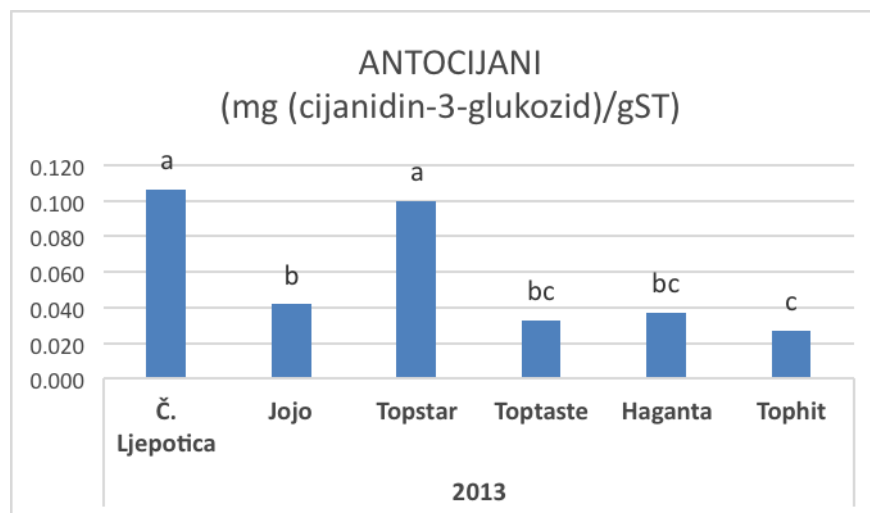
e



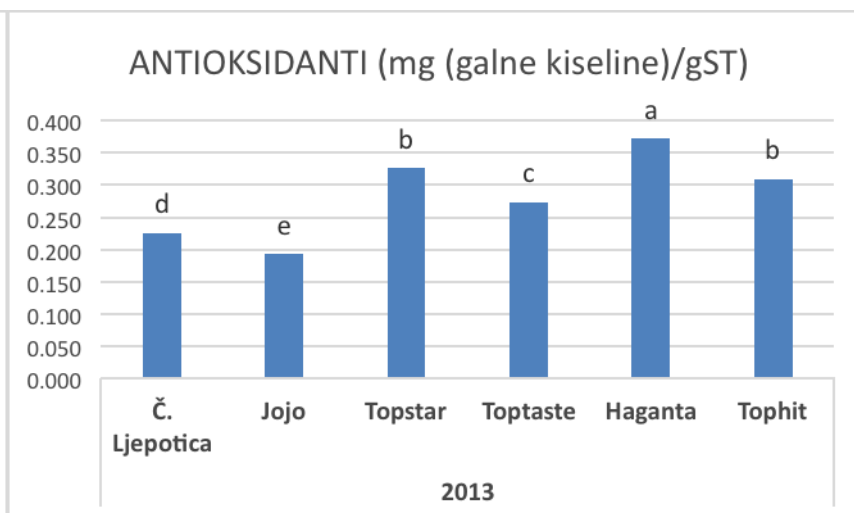
f



g

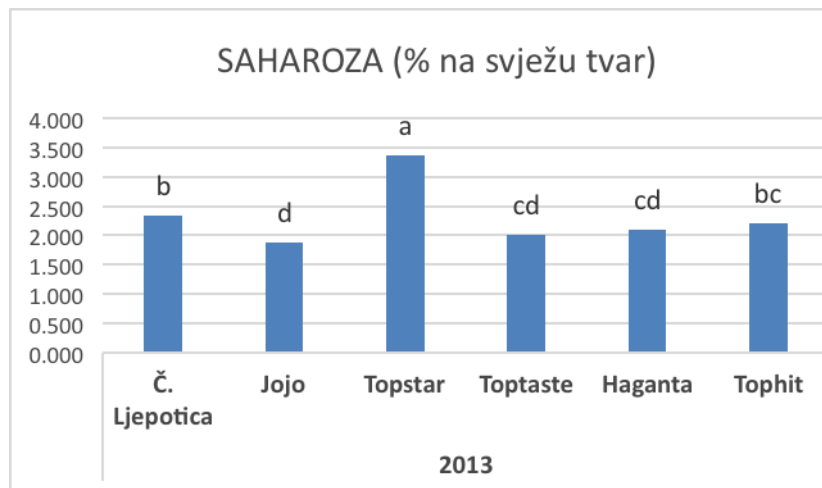


h

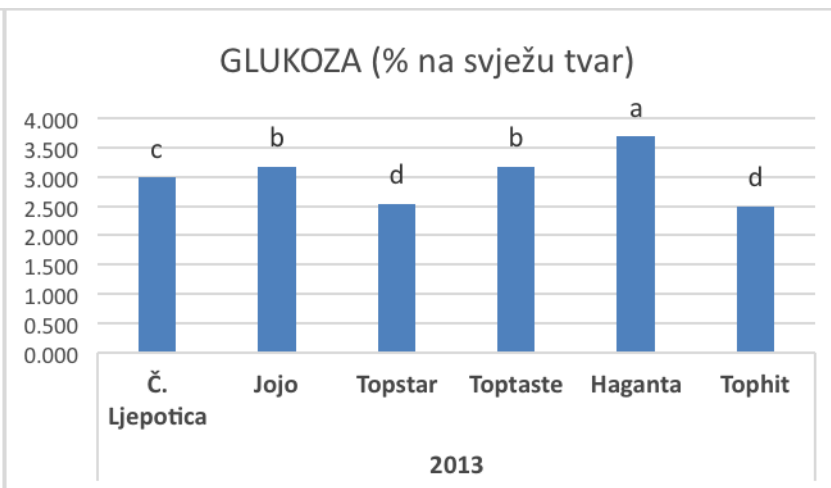


PRILOG 3 (i-l) Utjecaj klimatskih prilika za istraživana svojstva uspoređena među sortama u 2013. godini

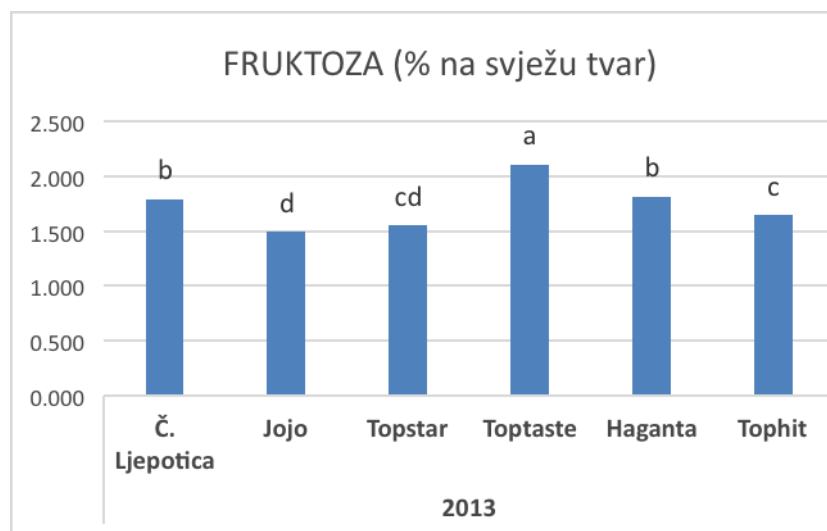
i



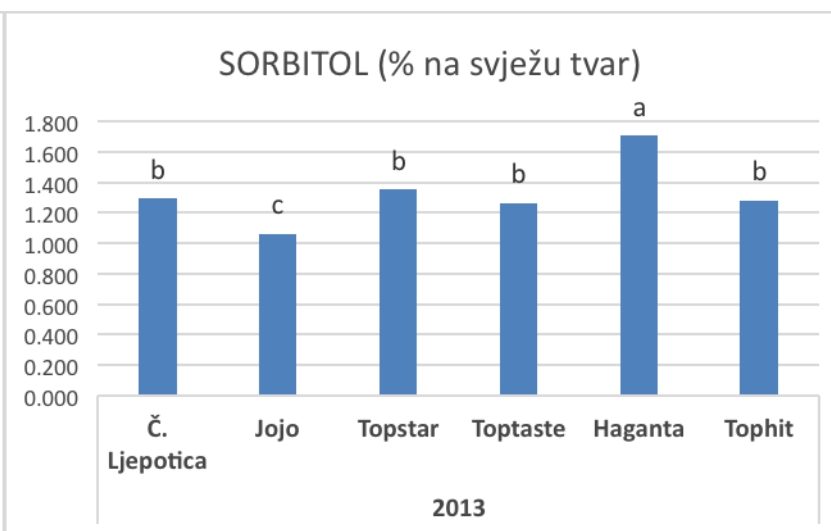
j



k



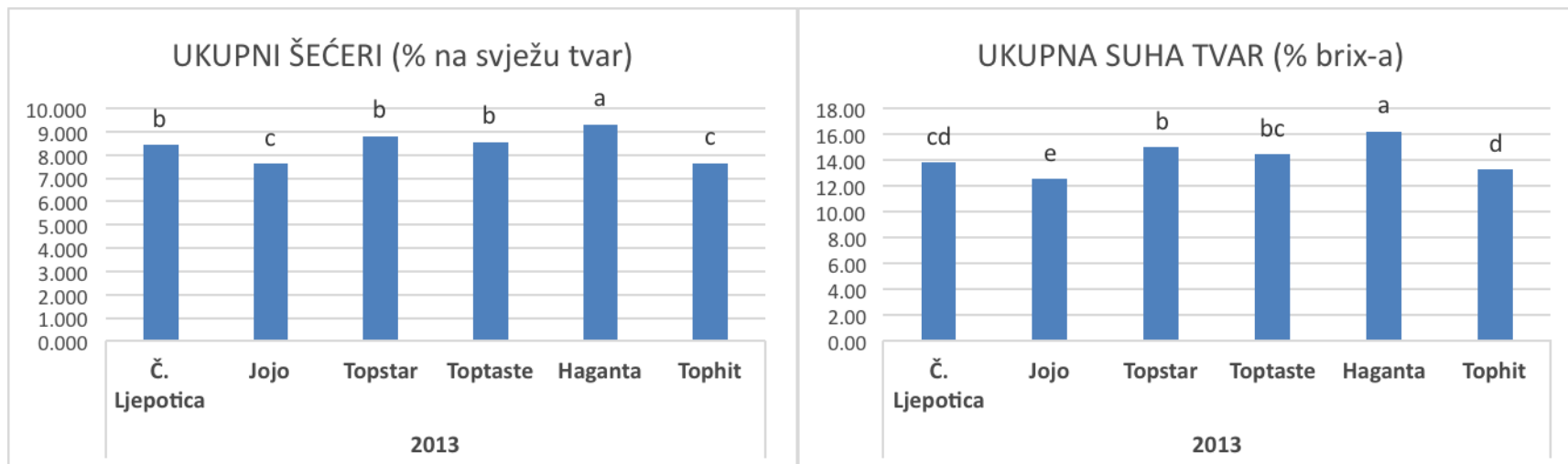
l



PRILOG 3 (m-n) Utjecaj klimatskih prilika za istraživana svojstva uspoređena među sortama u 2013. godini

m

n



Prilog 4.a Izračunavanje GDD vrijednosti u travnju 2012. i 2013. godine

2012. Osijek	Temperatura zraka (max °C)	Temperatura zraka (min °C)	Tmax+ Tmin/2	GDD	Σ	2013. Osijek	Temperatura zraka (max °C)	Temperatura zraka (min °C)	Tmax+ Tmin/2	GDD	Σ
1. 4. 2012.	13,3	3,5	8,4	-1,6		1. 4. 2013.	8,6	0,3	4,45	-5,55	
2. 4. 2012.	17,6	-3,2	7,2	-2,8		2. 4. 2013.	6,9	2,7	4,8	-5,2	
3. 4. 2012.	21,1	4,9	13	3		3. 4. 2013.	4,6	2,4	3,5	-6,5	
4. 4. 2012.	25	9,4	17,2	7,2		4. 4. 2013.	11,0	2,4	6,7	-3,3	
5. 4. 2012.	24,8	8,9	16,85	6,85		5. 4. 2013.	9,7	3,3	6,5	-3,5	
6. 4. 2012.	22	12,3	17,15	7,15		6. 4. 2013.	10,1	5,2	7,65	-2,35	
7. 4. 2012.	20	9,4	14,7	4,7		7. 4. 2013.	8,3	2,0	5,15	-4,85	
8. 4. 2012.	13,1	3,7	8,4	-1,6		8. 4. 2013.	10,1	3,8	6,95	-3,05	
9. 4. 2012.	10,1	1,2	5,65	-4,35		9. 4. 2013.	14,6	2,4	8,5	-1,5	
10. 4. 2012.	14,2	-2,8	5,7	-4,3		10. 4. 2013.	16,3	7,6	11,95	1,95	
				28,9	28,9					1,95	1,95
11. 4. 2012.	19,1	1,1	10,1	0,1		11. 4. 2013.	19,6	3,0	11,3	1,3	
12. 4. 2012.	17	7,8	12,4	2,4		12. 4. 2013.	23,5	8,3	15,9	5,9	
13. 4. 2012.	17,9	1,9	9,9	-0,1		13. 4. 2013.	20,0	9,7	14,85	4,85	
14. 4. 2012.	14,9	9	11,95	1,95		14. 4. 2013.	19,8	6,9	13,35	3,35	
15. 4. 2012.	17,5	10	13,75	3,75		15. 4. 2013.	18,5	4,6	11,55	1,55	
16. 4. 2012.	18,6	8,4	13,5	3,5		16. 4. 2013.	20,1	4,2	12,15	2,15	
17. 4. 2012.	11,2	5,1	8,15	-1,85		17. 4. 2013.	22,4	5,1	13,75	3,75	
18. 4. 2012.	11,3	6	8,65	-1,35		18. 4. 2013.	24,5	6,4	15,45	5,45	

19. 4. 2012.	16,1	2,4	9,25	-0,75		19. 4. 2013.	24,2	8,3	16,25	6,25	
20. 4. 2012.	18,1	5,2	11,65	1,65		20. 4. 2013.	24,8	6,7	15,75	5,75	
				13,35	42,25					40,3	42,25
21. 4. 2012.	19	8,1	13,55	3,55		21. 4. 2013.	24,7	9,4	17,05	7,05	
22. 4. 2012.	22,1	6,8	14,45	4,45		22. 4. 2013.	22,5	10,4	16,45	6,45	
23. 4. 2012.	14,9	8,3	11,6	1,6		23. 4. 2013.	22,7	10,6	16,65	6,65	
24. 4. 2012.	29	7,3	18,15	8,15		24. 4. 2013.	25,9	9,3	17,6	7,6	
25. 4. 2012.	17,9	9,6	13,75	3,75		25. 4. 2013.	28,0	9,9	18,95	8,95	
26. 4. 2012.	25,5	6	15,75	5,75		26. 4. 2013.	29,5	10,3	19,9	9,9	
27. 4. 2012.	27,1	8,7	17,9	7,9		27. 4. 2013.	28,5	11,8	20,15	10,15	
28. 4. 2012.	28,4	11,2	19,8	9,8		28. 4. 2013.	26,9	13,3	20,1	10,1	
29. 4. 2012.	29,1	12,5	20,8	10,8		29. 4. 2013.	30,0	11,7	20,85	10,85	
30. 4. 2012.	31	11,5	21,25	11,25		30. 4. 2013.	30,6	14,8	22,7	12,7	
				67	109,25					90,4	132,65
1. – 30. 4. 2012.				109,25		1. – 30. 4. 2013.				132,65	

Prilog 4.b Izračunavanje GDD vrijednosti u svibnju 2012. i 2013. godine

2012. Osijek	Temperatura zraka (max °C)	Temperatura zraka (min °C)	Tmax+ Tmin/2	GDD	Σ	2013. Osijek	Temperatura zraka (max °C)	Temperatura zraka (min °C)	Tmax+ Tmin/2	GDD	Σ
1. 5. 2012.	30,7	12,9	21,8	11,8		1. 5. 2013.	31,3	15,9	23,6	13,6	
2. 5. 2012.	31,6	13,1	22,35	12,35		2. 5. 2013.	30,8	16,7	23,75	13,75	
3. 5. 2012.	29,9	14,4	22,15	12,15		3. 5. 2013.	26,5	13,9	20,2	10,2	
4. 5. 2012.	24,5	11,4	17,95	7,95		4. 5. 2013.	26,1	13,7	19,9	9,9	
5. 5. 2012.	25,8	11,5	18,65	8,65		5. 5. 2013.	25,5	14,4	19,95	9,95	
6. 5. 2012.	26,6	10,7	18,65	8,65		6. 5. 2013.	22,6	14,0	18,3	8,3	
7. 5. 2012.	19,4	14,6	17	7		7. 5. 2013.	22,7	15,1	18,9	8,9	
8. 5. 2012.	22,3	10,9	16,6	6,6		8. 5. 2013.	23,8	13,6	18,7	8,7	
9. 5. 2012.	24,7	9,4	17,05	7,05		9. 5. 2013.	21,2	14,3	17,75	7,75	
10. 5. 2012.	26,5	10,8	18,65	8,65		10. 5. 2013.	26,0	12,0	19	9	
				90,85	200,1					100,05	232,7
11. 5. 2012.	29,2	12,2	20,7	10,7		11. 5. 2013.	23,4	15,6	19,5	9,5	
12. 5. 2012.	31,1	13,1	22,1	12,1		12. 5. 2013.	16,9	12,5	14,7	4,7	
13. 5. 2012.	21,1	8,7	14,9	4,9		13. 5. 2013.	17,9	10,3	14,1	4,1	
14. 5. 2012.	10,7	7,7	9,2	-0,8		14. 5. 2013.	20,6	6,4	13,5	3,5	
15. 5. 2012.	14,4	8,9	11,65	1,65		15. 5. 2013.	22,8	8,6	15,7	5,7	
16. 5. 2012.	18,1	10,3	14,2	4,2		16. 5. 2013.	25,6	11,6	18,6	8,6	
17. 5. 2012.	17,8	9,4	13,6	3,6		17. 5. 2013.	25,6	14,3	19,95	9,95	
18. 5. 2012.	18,8	2,7	10,75	0,75		18. 5. 2013.	25,8	10,9	18,35	8,35	

19. 5. 2012.	22,9	6,9	14,9	4,9		19. 5. 2013.	29,1	12,8	20,95	10,95	
20. 5. 2012.	26,8	10,4	18,6	8,6		20. 5. 2013.	24,1	11,6	17,85	7,85	
				50,6	250,7					73,2	305,9
21. 5. 2012.	25	12,9	18,95	8,95		21. 5. 2013.	22,8	12,0	17,4	7,4	
22. 5. 2012.	20	13,9	16,95	6,95		22. 5. 2013.	18,1	12,4	15,25	5,25	
23. 5. 2012.	21,3	13,4	17,35	7,35		23. 5. 2013.	16,0	11,4	13,7	3,7	
24. 5. 2012.	25,7	13,3	19,5	9,5		24. 5. 2013.	20,2	9,7	14,95	4,95	
25. 5. 2012.	22	15,2	18,6	8,6		25. 5. 2013.	19,0	10,2	14,6	4,6	
26. 5. 2012.	22,2	10,2	16,2	6,2		26. 5. 2013.	12,9	8,6	10,75	0,75	
27. 5. 2012.	22,7	10,6	16,65	6,65		27. 5. 2013.	19,7	6,9	13,3	3,3	
28. 5. 2012.	24,2	8,7	16,45	6,45		28. 5. 2013.	21,6	6,7	14,15	4,15	
29. 5. 2012.	19,8	12,6	16,2	6,2		29. 5. 2013.	26,6	11,2	18,9	8,9	
30. 5. 2012.	26,7	13,2	19,95	9,95		30. 5. 2013.	20,0	11,6	15,8	5,8	
31. 5. 2012.	26,9	14,1	20,5	10,5		31. 5. 2013.	19,0	8,9	13,95	3,95	
				87,3	338					52,75	358,65
1. – 31. 5. 2012.				228,75		1. – 31. 5. 2013.				226	

Prilog 4.c Izračunavanje GDD vrijednosti u lipnju 2012. i 2013. godine

2012. Osijek	Temperatura zraka (max °C)	Temperatura zraka (min °C)	Tmax+Tmin/2	GDD	Σ	2013. Osijek	Temperatura zraka (max °C)	Temperatura zraka (min °C)	Tmax+Tmin/2	GDD	Σ
1. 6. 2012.	23	13,6	18,3	8,3		1. 6. 2013.	18,4	11,1	14,75	4,75	
2. 6. 2012.	22,3	14,9	18,6	8,6		2. 6. 2013.	20,3	9,9	15,1	5,1	
3. 6. 2012.	30,5	15,3	22,9	12,9		3. 6. 2013.	16,4	11,1	13,75	3,75	
4. 6. 2012.	29,9	15,6	22,75	12,75		4. 6. 2013.	14,0	10,7	12,35	2,35	
5. 6. 2012.	20,4	14,2	17,3	7,3		5. 6. 2013.	17,7	12,4	15,05	5,05	
6. 6. 2012.	22,2	8,7	15,45	5,45		6. 6. 2013.	23,6	12,3	17,95	7,95	
7. 6. 2012.	28,1	12,3	20,2	10,2		7. 6. 2013.	23,7	15,2	19,45	9,45	
8. 6. 2012.	31,9	16	23,95	13,95		8. 6. 2013.	26,6	14,3	20,45	10,45	
9. 6. 2012.	32,7	18,1	25,4	15,4		9. 6. 2013.	27,9	14,0	20,95	10,95	
10. 6. 2012.	26,6	18,1	22,35	12,35		10. 6. 2013.	27,7	15,7	21,7	11,7	
				107,2	445,2					71,5	430,15
11. 6. 2012.	27,6	16,4	22	12		11. 6. 2013.	22,9	12,2	17,55	7,55	
12. 6. 2012.	22,9	17	19,95	9,95		12. 6. 2013.	23,4	11,8	17,6	7,6	
13. 6. 2012.	24,9	13,6	19,25	9,25		13. 6. 2013.	27,2	13,3	20,25	10,25	
14. 6. 2012.	24,9	11,6	18,25	8,25		14. 6. 2013.	29,4	14,5	21,95	11,95	
15. 6. 2012.	28,3	12,4	20,35	10,35		15. 6. 2013.	30,1	15,6	22,85	12,85	
16. 6. 2012.	29,8	14,7	22,25	12,25		16. 6. 2013.	31,4	16,7	24,05	14,05	
17. 6. 2012.	32,5	15,3	23,9	13,9		17. 6. 2013.	32,4	18,6	25,5	15,5	
18. 6. 2012.	32,6	16,4	24,5	14,5		18. 6. 2013.	33,6	18,8	26,2	16,2	

19. 6. 2012.	33,5	17,5	25,5	15,5		19. 6. 2013.	34,9	19,5	27,2	17,2	
20. 6. 2012.	34,7	18,2	26,45	16,45		20. 6. 2013.	34,9	20,7	27,8	17,8	
				122,4	567,6					130,95	561,1
21. 6. 2012.	35,6	19,1	27,35	17,35		21. 6. 2013.	34,9	22,3	28,6	18,6	
22. 6. 2012.	30,1	22,1	26,1	16,1		22. 6. 2013.	34,6	22,1	28,35	18,35	
23. 6. 2012.	31,1	17,6	24,35	14,35		23. 6. 2013.	30,1	19,6	24,85	14,85	
24. 6. 2012.	30,5	17,1	23,8	13,8		24. 6. 2013.	24,6	14,5	19,55	9,55	
25. 6. 2012.	32,9	16,9	24,9	14,9		25. 6. 2013.	19,9	14,0	16,95	6,95	
26. 6. 2012.	25,1	14,5	19,8	9,8		26. 6. 2013.	21,9	10,0	15,95	5,95	
27. 6. 2012.	28	12,7	20,35	10,35		27. 6. 2013.	21,2	8,9	15,05	5,05	
28. 6. 2012.	31,5	13,5	22,5	12,5		28. 6. 2013.	23,2	9,2	16,2	6,2	
29. 6. 2012.	33,6	16,3	24,95	14,95		29. 6. 2013.	22,8	13,1	17,95	7,95	
30. 6. 2012.	36,7	18,6	27,65	17,65		30. 6. 2013.	25,4	11,6	18,5	8,5	
				141,75	709,35					101,95	663,05
1. – 30. 6. 2012.				371,35		1. – 30. 6. 2013.				304,4	

Prilog 4.d Izračunavanje GDD vrijednosti u srpnju 2012. i 2013. godine

2012. Osijek	Temperatura zraka (max °C)	Temperatura zraka (min °C)	Tmax+ Tmin/2	GDD	Σ	2013. Osijek	Temperatura zraka (max °C)	Temperatura zraka (min °C)	Tmax+ Tmin/2	GDD	Σ
1. 7. 2012.	36,6	19,6	28,1	18,1		1. 7. 2013.	24,7	9,8	17,25	7,25	
2. 7. 2012.	36,5	25	30,75	20,75		2. 7. 2013.	27,6	11,9	19,75	9,75	
3. 7. 2012.	35,5	19,2	27,35	17,35		3. 7. 2013.	28,3	12,9	20,6	10,6	
4. 7. 2012.	36	18,4	27,2	17,2		4. 7. 2013.	31,5	14,1	22,8	12,8	
5. 7. 2012.	36,2	21,1	28,65	18,65		5. 7. 2013.	31,0	16,4	23,7	13,7	
6. 7. 2012.	37,4	21	29,2	19,2		6. 7. 2013.	31,3	18,5	24,9	14,9	
7. 7. 2012.	36	21	28,5	18,5		7. 7. 2013.	31,2	18,7	24,95	14,95	
8. 7. 2012.	35,9	22,9	29,4	19,4		8. 7. 2013.	30,6	18,8	24,7	14,7	
9. 7. 2012.	36,2	18,2	27,2	17,2		9. 7. 2013.	29,5	19,1	24,3	14,3	
10. 7. 2012.	33,9	19,1	26,5	16,5		10. 7. 2013.	30,5	17,8	24,15	14,15	
				182,85	892,2					127,1	790,15
11. 7. 2012.	34,6	20,3	27,45	17,45		11. 7. 2013.	29,1	18,2	23,65	13,65	
12. 7. 2012.	28,9	17,9	23,4	13,4		12. 7. 2013.	26,5	16,3	21,4	11,4	
13. 7. 2012.	31,4	17,6	24,5	14,5		13. 7. 2013.	26,8	13,9	20,35	10,35	
14. 7. 2012.	36,4	15,6	26	16		14. 7. 2013.	28,0	14,2	21,1	11,1	
15. 7. 2012.	28,9	16,6	22,75	12,75		15. 7. 2013.	28,4	14,1	21,25	11,25	
16. 7. 2012.	25,9	15,6	20,75	10,75		16. 7. 2013.	25,3	13,5	19,4	9,4	
17. 7. 2012.	27,2	10,1	18,65	8,65		17. 7. 2013.	28,4	13,9	21,15	11,15	
18. 7. 2012.	28,4	13,9	21,15	11,15		18. 7. 2013.	29,7	16,2	22,95	12,95	

19. 7. 2012.	33,6	12,6	23,1	13,1		19. 7. 2013.	31,0	17,0	24	14	
20. 7. 2012.	34,9	17,5	26,2	16,2		20. 7. 2013.	31,5	17,8	24,65	14,65	
				133,95	1026,2					119,9	910,05
21. 7. 2012.	29,3	16,9	23,1	13,1		21. 7. 2013.	27,9	15,6	21,75	11,75	
22. 7. 2012.	22,4	16	19,2	9,2		22. 7. 2013.	29,3	14,2	21,75	11,75	
23. 7. 2012.	28,8	15,2	22	12		23. 7. 2013.	31,7	13,9	22,8	12,8	
24. 7. 2012.	25,1	18	21,55	11,55		24. 7. 2013.	33,5	15,6	24,55	14,55	
25. 7. 2012.	29,3	18,3	23,8	13,8		25. 7. 2013.	32,1	20,0	26,05	16,05	
26. 7. 2012.	28,8	19,8	24,3	14,3		26. 7. 2013.	33,0	17,5	25,25	15,25	
27. 7. 2012.	30,3	17,1	23,7	13,7		27. 7. 2013.	33,6	19,1	26,35	16,35	
28. 7. 2012.	34,3	17,6	25,95	15,95		28. 7. 2013.	35,7	20,0	27,85	17,85	
29. 7. 2012.	36,4	19,5	27,95	17,95		29. 7. 2013.	38,7	20,7	29,7	19,7	
30. 7. 2012.	31,1	17,3	24,2	14,2		30. 7. 2013.	31,3	20,3	25,8	15,8	
31. 7. 2012.	31,5	17,6	24,55	14,55		31. 7. 2013.	30,3	15,4	22,85	12,85	
				150,3	1176,5					164,7	1074,75
1. – 31. 7. 2012.				467,1		1. – 31. 7. 2012.				411,7	

Prilog 4.e Izračunavanje GDD vrijednosti u kolovozu 2012. i 2013. godine

2012. Osijek	Temperatura zraka (max °C)	Temperatura zraka (min °C)	Tmax+ Tmin/2	GDD	Σ	2013. Osijek	Temperatura zraka (max °C)	Temperatura zraka (min °C)	Tmax+ Tmin/2	GDD	Σ
1. 8. 2012.	32	15,6	23,8	13,8		1. 8. 2013.	32,0	16,7	24,35	14,35	
2. 8. 2012.	34	16,9	25,45	15,45		2. 8. 2013.	33,7	17,1	25,4	15,4	
3. 8. 2012.	35,3	18,7	27	17		3. 8. 2013.	36,3	17,9	27,1	17,1	
4. 8. 2012.	35,4	19,5	27,45	17,45		4. 8. 2013.	37,1	19,6	28,35	18,35	
5. 8. 2012.	38,5	20,6	29,55	19,55		5. 8. 2013.	34,6	20,5	27,55	17,55	
6. 8. 2012.	40,5	21,1	30,8	20,8		6. 8. 2013.	35,1	19,6	27,35	17,35	
7. 8. 2012.	32,1	22	27,05	17,05		7. 8. 2013.	36,5	19,1	27,8	17,8	
8. 8. 2012.	32,9	15,9	24,4	14,4		8. 8. 2013.	37,7	19,5	28,6	18,6	
9. 8. 2012.	31,2	15,4	23,3	13,3		9. 8. 2013.	36,8	19,5	28,15	18,15	
10. 8. 2012.	30,4	18,8	24,6	14,6		10. 8. 2013.	29,0	20,9	24,95	14,95	
				163,4	1339,9					169,6	1244,35
11. 8. 2012.	27,5	13,2	20,35	10,35		11. 8. 2013.	29,7	17,0	23,35	13,35	
12. 8. 2012.	25,3	10,3	17,8	7,8		12. 8. 2013.	31,3	14,3	22,8	12,8	
13. 8. 2012.	27,7	9,9	18,8	8,8		13. 8. 2013.	33,7	17,0	25,35	15,35	
14. 8. 2012.	28,7	11,9	20,3	10,3		14. 8. 2013.	27,6	18,6	23,1	13,1	
15. 8. 2012.	38,9	11,6	25,25	15,25		15. 8. 2013.	27,0	17,8	22,4	12,4	
16. 8. 2012.	33,6	15,8	24,7	14,7		16. 8. 2013.	28,9	12,5	20,7	10,7	
17. 8. 2012.	32,1	15,5	23,8	13,8		17. 8. 2013.	31,6	14,8	23,2	13,2	
18. 8. 2012.	31,5	16,5	24	14		18. 8. 2013.	33,6	14,6	24,1	14,1	

19. 8. 2012.	32,4	15,1	23,75	13,75		19. 8. 2013.	34,9	16,4	25,65	15,65	
20. 8. 2012.	34,5	14,3	24,4	14,4		20. 8. 2013.	28,2	19,7	23,95	13,95	
				123,15	1463					134,6	1378,95
21. 8. 2012.	37,2	15,4	26,3	16,3		21. 8. 2013.	24,5	16,5	20,5	10,5	
22. 8. 2012.	39,7	17	28,35	18,35		22. 8. 2013.	28,8	16,7	22,75	12,75	
23. 8. 2012.	37,2	17,6	27,4	17,4		23. 8. 2013.	30,3	16,0	23,15	13,15	
24. 8. 2012.	40,4	20,8	30,6	20,6		24. 8. 2013.	27,7	17,6	22,65	12,65	
25. 8. 2012.	39,1	19,9	29,5	19,5		25. 8. 2013.	26,3	13,6	19,95	9,95	
26. 8. 2012.	33,8	17,8	25,8	15,8		26. 8. 2013.	24,1	16,9	20,5	10,5	
27. 8. 2012.	25,4	15,1	20,25	10,25		27. 8. 2013.	24,7	15,6	20,15	10,15	
28. 8. 2012.	27,3	10,5	18,9	8,9		28. 8. 2013.	22,5	17,9	20,2	10,2	
29. 8. 2012.	30,8	11,9	21,35	11,35		29. 8. 2013.	24,1	16,1	20,1	10,1	
30. 8. 2012.	32,1	13,1	22,6	12,6		30. 8. 2013.	25,0	12,6	18,8	8,8	
31. 8. 2012.	34,7	15,1	24,9	14,9		31. 8. 2013.	26,4	12,1	19,25	9,25	
				151,05	1614,1					118	1496,95
1. – 31. 8. 2012.				437,6		1. – 31. 8. 2013.				422,2	

Prilog 4.f Izračunavanje GDD vrijednosti u rujnu 2012. i 2013. godine

2012. Osijek	Temperatura zraka (max °C)	Temperatura zraka (min °C)	Tmax+Tmin/2	GDD	Σ	2013. Osijek	Temperatura zraka (max °C)	Temperatura zraka (min °C)	Tmax+Tmin/2	GDD	Σ
1. 9. 2012.	29,1	15,6	22,35	12,35		1. 9. 2013.	26,9	12,3	19,6	9,6	
2. 9. 2012.	30,1	15,5	22,8	12,8		2. 9. 2013.	22,4	15,0	18,7	8,7	
3. 9. 2012.	32,6	14,1	23,35	13,35		3. 9. 2013.	23,6	11,6	17,6	7,6	
4. 9. 2012.	32,2	17,4	24,8	14,8		4. 9. 2013.	25,7	11,5	18,6	8,6	
5. 9. 2012.	26,4	16,1	21,25	11,25		5. 9. 2013.	26,4	11,0	18,7	8,7	
6. 9. 2012.	23,7	18,3	21	11		6. 9. 2013.	26,8	11,3	19,05	9,05	
7. 9. 2012.	25,5	9,8	17,65	7,65		7. 9. 2013.	26,7	10,4	18,55	8,55	
8. 9. 2012.	29,2	8,8	19	9		8. 9. 2013.	27,6	8,8	18,2	8,2	
9. 9. 2012.	30,7	12,8	21,75	11,75		9. 9. 2013.	19,4	13,7	16,55	6,55	
10. 9. 2012.	31,5	13,3	22,4	12,4		10. 9. 2013.	25,2	12,1	18,65	8,65	
				116,35	1730,4					84,2	1581,15
11. 9. 2012.	31,1	12,8	21,95	11,95		11. 9. 2013.	18,9	14,5	16,7	6,7	
12. 9. 2012.	30	12,3	21,15	11,15		12. 9. 2013.	19,3	14,5	16,9	6,9	
13. 9. 2012.	19,7	11,7	15,7	5,7		13. 9. 2013.	20,5	11,8	16,15	6,15	
14. 9. 2012.	15,7	11,5	13,6	3,6		14. 9. 2013.	23,6	9,4	16,5	6,5	
15. 9. 2012.	20	13,4	16,7	6,7		15. 9. 2013.	25,5	10,6	18,05	8,05	
16. 9. 2012.	24,4	8,8	16,6	6,6		16. 9. 2013.	27,0	13,9	20,45	10,45	
17. 9. 2012.	23,3	12,9	18,1	8,1		17. 9. 2013.	18,1	9,9	14	4	
18. 9. 2012.	28	12,6	20,3	10,3		18. 9. 2013.	20,6	5,0	12,8	2,8	

19. 9. 2012.	27,4	14,8	21,1	11,1		19. 9. 2013.	19,0	10,7	14,85	4,85	
20. 9. 2012.	17,5	10,6	14,05	4,05		20. 9. 2013.	21,1	7,9	14,5	4,5	
				79,25	1809,7					60,9	1642,05
21. 9. 2012.	20	4,6	12,3	2,3		21. 9. 2013.	21,5	8,9	15,2	5,2	
22. 9. 2012.	25,1	4,3	14,7	4,7		22. 9. 2013.	20,7	9,3	15	5	
23. 9. 2012.	25	10,6	17,8	7,8		23. 9. 2013.	21,2	9,3	15,25	5,25	
24. 9. 2012.	31,3	13	22,15	12,15		24. 9. 2013.	23,7	13,8	18,75	8,75	
25. 9. 2012.	27,7	16	21,85	11,85		25. 9. 2013.	24,7	9,7	17,2	7,2	
26. 9. 2012.	31,4	13,1	22,25	12,25		26. 9. 2013.	26,6	11,4	19	9	
27. 9. 2012.	32,5	14,8	23,65	13,65		27. 9. 2013.	18,6	12,6	15,6	5,6	
28. 9. 2012.	23,1	14,9	19	9		28. 9. 2013.	15,5	11,0	13,25	3,25	
29. 9. 2012.	29,1	12	20,55	10,55		29. 9. 2013.	14,6	9,9	12,25	2,25	
30. 9. 2012.	25,6	17,3	21,45	11,45		30. 9. 2013.	11,8	10,2	11	1	
				95,7	1905,4					52,5	1694,55
1. – 30. 9. 2012.				291,3		1. – 30. 9. 2013.				197,6	

9. ŽIVOTOPIS

Krunoslav Dugalić rođen je 19. rujna 1974. godine u Osijeku. Osnovnu i srednju školu (Matematičku, III. gimnaziju) završio je u Osijeku. Diplomirao je 2001. godine na Poljoprivrednome fakultetu u Osijeku Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera stekavši akademski naziv diplomiranoga inženjera poljoprivrede za ratarstvo. Od 2001. godine pa do danas zaposlen je na Poljoprivrednome institutu Osijek, Odjelu za voćarstvo. Od 2001. godine do 2008. godine radio je na radnome mjestu tehnologa voćarske i rasadničarske proizvodnje. Od 2008. godine pa do danas obnaša funkciju predstojnika Odjela za voćarstvo. U sklopu rada na Odjelu za voćarstvo bavio se introdukcijom i ispitivanjem pomoloških svojstava sorata i podloga u agroekološkim uvjetima istočne Slavonije, uvođenjem suvremenih tehnologija u voćarstvo i rasadničarstvo, podizanjem matičnih nasada za proizvodnju voćnih sadnica visokih kategorija, proizvodnjom voćnih sadnica te klonskom selekcijom, odnosno izdvajanjem pozitivnih mutacija unutar sorata. Utemeljio je Laboratorij kulture tkiva i uveo tehniku mikropropagacije u voćarstvu na Institutu. Tijekom 2004. godine bio je na znanstveno-stručnome usavršavanju u Bariju, Italija, na Institute Agronomico Mediterraneo, International Centre for Advanced Agronomic Studies, iz područja rasadničarstva. U sklopu svoga djelovanja bio je projektni menadžer na međunarodnome projektu IPA – prekogranična suradnja Hrvatska – Srbija: Apple net 2: Networking, marketing and management towards the economic development, suradnik na znanstvenome projektu Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa voditeljice dr. sc. Zorice Jurković: Biotehnološke metode u identifikaciji, selekciji i razmnožavanju voćaka te je bio suradnik u šest projekata koje je financiralo Ministarstvo poljoprivrede, Osječko-baranjska županija i Europska unija.

Oženjen je i otac dvoje djece.

Autor je i suautor 1 priručnika, 6 radova iz skupine A1, iz područja teme disertacije, 14 radova iz skupine A2 i 6 radova iz skupine A3 (<https://bib.irb.hr/lista-radova?autor=248606>)