

Opterećenje rodnom utječe na kakvoću plodova mladih stabala jabuke sorte Golden Delicious

Crop load influences fruit quality of young
'Golden Delicious' apples

Tatjana Unuk, Zlatko Čmelik, Benjamin Schlauer

SAŽETAK

Istraživanja utjecaja opterećenja rodnom na generativnu aktivnost, te kakvoću plodova, obavljena su tijekom 1998-1999. godine sa sortom 'Golden Delicious', cijepljenom na podlozi M9. Voćke su bile posađene u proljeće 1997. godine na razmaku 3,0 x 0,8 m (4166 stabala/ha) i uzgajane kao super vreteno. Na osnovi lipanjskog otpadanja plodića u 1998. godini voćke u pokusu smo podijelili u tri skupine: s niskim (A), srednjim (B) i visokim (C) početnim rodnim potencijalom. U 1998. godini voćke u skupini A opterećene su s 5, u skupini B s 15, te u skupini C s 25 plodova na stablo. U 1999. godini unutar svake skupine bila su tri opterećenja: 40, 60 i 80 plodova/stablo (nisko, srednje i visoko opterećenje). Rezultati dobiveni tijekom dvogodišnjeg istraživanja ukazuju na značajan utjecaj opterećenja rodnom na prirod i kakvoću plodova. Najbolji rezultati glede prirod i kakvoće plodova ostvareni su kod svih pokusnih skupina (A, B i C) uz umjereno opterećenje rodnom. Stoga se u intenzivnom uzgoju jabuke moraju prikladno opteretiti rodnom, a posebice u razdoblju ulaska u punu rodnost.

Ključne riječi: *Malus domestica*, Golden Delicious, opterećenje rodnom, kakvoća

ABSTRACT

Investigations into the effect of crop load on yield and fruit quality of young apple 'Golden Delicious', grafted on M9 rootstock was conducted in years 1998-1999. The orchard was planted in the spring 1997, at a spacing of 3.0 x 0.8 m (4166 trees/ha) and trained to super spindle. On the basis of the rate of natural fruit drop in the second growing year, three experimental groups were established, classified as trees of low (A), medium (B) and high initial productivity (C). In that year crop load was regulated by hand thinning in group A to 5, in group B to 15 and in group C to 25 fruits/tree. In the third growing year crop load was regulated to three levels (low, medium and high) equally in all groups (40, 60 and 80 fruits/tree). The results showed significant effect of

crop load on yield and fruit quality. The best results were obtained in all groups when crop load was medium. This result illustrates the importance of regulating fruit load in the intensive apple orchards, particularly during tree establishment.

Key words: *Malus domestica*, Golden Delicious, crop load, fruit quality

UVOD

Rodnost i kakvoća plodova jabuke uvjetovane su interakcijom niza čimbenika, a posebice: sorte i podloge, gustoće sklopa i uzgojnog oblika, fizikalnih i kemijskih osobina tla, sustava održavanja tla u voćnjaku, te dostupnih količina hraniva i vode u tlu (Bassi et al., 1998; Tagliavini i Marangoni, 2002). Interakcijski učinci pojedinih čimbenika u suvremenim nasadima gustog sklopa vrlo često se očituju kao izrazito kompeticijski, a posebice u godinama od sadnje do ulaska u punu rodnost. Stoga ne čudi da intenziviranje proizvodnje u želji za brzim povratom sredstava uložениh u podizanje nasada, često vodi do poremećaja fiziološke ravnoteža između rasta i rodnosti, koja je preduvjet za proizvodnju jabuke visoke kakvoće.

Opterećenje rodnom značajno utječe na vegetativni rast (Palmer et al., 1997), zametanje cvatnih pupova i cvatnju (Hansen, 1971, 1980, 1987; Lakso et al., 1999; Stopar, 2000), te stoga i na redovitost rodnosti, odnosno na stupanj alternativne rodnosti (Jonkers, 1979; Buban i Faust, 1982). Pored toga, opterećenje rodnom je jedan od glavnih parametara koji značajno determiniraju količinu i kakvoću ploda jer utječu na sve fiziološke procese u stablu (Wibbe and Blanke, 1995). Taj parametar jako korelira s vanjskom i unutrašnjom kakvoćom ploda (Hansen, 1971; Poll et al., 1996; Volz i Ferguson, 1999; Awand, 2001; Mpelasoka i Behboudian, 2003; Robinson i Watkins, 2003), s prosječnom masom, sadržajem suhe tvari i kiselina, mineralnim sastavom, te posljedično značajno utječe na skladišnu sposobnost plodova (Bramlage, 1993; Johnson i Ridout, 1998). Održavanje poželjne ravnoteže između rasta i rodnosti moguće je primjenom različitih zahvata, među kojima rezidba, opskrba vodom i gnojidba, a posebice opterećenje rodnom, imaju osobito značenje. Iz navedenog je jasno, da je regulacija opterećenja rodnom jedan od glavnih tehnoloških zahvata u intenzivnoj proizvodnji jabuke (Monselise i Goldschmidt, 1982; Link, 1994; Wertheim, 1998; Stopar, 2000.).

Cilj ovih istraživanja je utvrditi utjecaj opterećenja rodnom na neke vanjske i unutrašnje parametre koji determiniraju kakvoću ploda jabuke Golden Delicious u početnim rodnim godinama (u razdoblju ulaska u punu produktivnost).

2. MATERIJAL I METODE RADA

Istraživanja su provedena u pokusnom voćnjaku u Sadjarskom centru Gačnik kraj Maribora. Klimatski uvjeti za uzgoj jabuke su vrlo povoljni. Višegodišnji prosjek srednjih dnevnih temperatura za područje Maribora iznosi 9.7°C. Prosječna godišnja suma padalina iznosi 1054 mm, a u vegetacijskom razdoblju 638 mm.

Analiza tla je pokazala da su tla u nasadu teška. Na dubini 60–80 cm nalazimo lapor. Analiza teksture napravljena je u kemijskom laboratoriju na Fakulteti za kmetijstvo Maribor i dala je sljedeće rezultate: tla su sastavljena od 12,1% čestica veličine 2–0,2 mm, 14,6 % čestica veličine 0,2–0,02 mm, 38,4 % čestica veličine 0,02–0,002 mm i 34 % čestica manjih od 0,002 mm. U tlu je na dubini 0-30 cm bilo 3,2% organske tvari; 3,5 mg P₂O₅/100 g i 47,2 mg K₂O/100 g. Reakcija tla je bila alkalna uz sadržaj karbonata ispod 15%.

U pokusu je bila sorta Golden Delicious Reinders, cijepljena na podlozi M 9, posadena na razmaku 3,0 x 0,8 m (4166 stabala/ha). Voćnjak je podignut razgranatim sadnicama (5+). Uzgojni oblik bio je super vreteno. Tlo između redova je bilo zatravljeno, a prostor u redu u širini od 0,6 m održavan je bez biljnog pokrivača uz pomoć herbicida. Voćnjak je gnojen u proljeće u dva obroka s ukupno 60 kg N/ha, te po potrebi (ovisno o količini i rasporedu oborina) natapan.

Istraživanja su provedena u drugoj i trećoj godini nakon sadnje. Za pokus su u drugoj godini nakon sadnje odabrana stabla ujednačena prema vegetativnoj razvijenosti (opseg debla, broj postranih uzbojaka), te broju gronja i zametnutih plodića. Nakon lipanjskog otpadanja plodova pokazala se značajna razlika prema broju plodova koji su ostali na voćkama. Oko 30% voćaka je odbacilo veliki postotak plodića (78% otpalih), oko 40% voćaka je imalo umjereno lipanjsko otpadanje plodića (60% otpalih), dok je preostalih 30% voćaka odbacilo manji dio plodića (40% otpalih). Na osnovi lipanjskog otpadanja plodića voćke u pokusu smo podijelili u tri skupine voćaka s niskim (skupina A), srednjim (skupina B) i visokim (skupina C) rodnim potencijalom. Pokus su činile, uvažavajući očitovani početni rodni potencijal, tri razine opterećenja rodnom : niska, srednja i visoka, a izvedene su na sljedeći način:

- poslije lipanjskog otpadanja plodova u drugoj vegetaciji prirod je ručnim prorjeđivanjem plodova reguliran na 5 (skupina A), 15 (skupina B) i 25 plodova na stablo (skupina C).

- u trećoj vegetaciji, nakon lipanjskog otpadanja plodova, unutar svake skupine (A, B, C) broj plodova bio je reguliran (ponovno ručnim prorjeđivanjem) na 40, 60 i 80 plodova po stablu.

Pokus je postavljen po slučajnom bloknom rasporedu u tri repeticije.

Izmjere su obuhvatile:

- prije kretanja vegetacije mjereno je promjer debla na visini od 20 cm iznad mjesta cijepjenja i izračunata je površina poprečnog presjeka debla (TCSA = trunk cross-sectional area, cm²).
- prilikom berbe izvagan je prirod (kg/stablo), a dijeljenjem s brojem plodova utvrđena je prosječna masa ploda.
- dijeljenjem prirodna po stablu s TCSA dobiven je podatak o specifičnom prirodu (YE = yield efficiency, kg/cm² TCSA).

U drugoj i trećoj godini nakon sadnje obavljeno je prebrojavanje cvatova u razdoblju početka cvjetanja. Rezidba je obavljena nakon prebrojavanja cvatova, kako bi se mogao precizno vrednovati utjecaj opterećenja u prošloj godini na broj gronja - dakle na diferencijaciju.

U prvoj godini pokusa prirod je bio izrazito oštećen od tuče, gotovo se nije moglo naći neoštećenog ploda. Zato u 1998. godini nismo, prema uobičajenim parametrima kakvoće, razvrstavali prirod u različite kvalitetne razrede, već smo opis kakvoće (vanjska kakvoća) obavili na osnovi prosječne mase ploda. Detaljnija analiza kakvoće plodova uslijedila je u trećoj godini nakon sadnje voćaka (druga godina s rodnom).

Na dan prognoziranog termina berbe prikupljeni su uzorci od 30 plodova metodom slučajnog izbora za svaku varijantu u pokusu i sa svih repeticija. Uzorci plodova analizirani su na vanjske (prosječna masa ploda) i unutrašnje parametre kakvoće (tvrdoća, sadržaj topive suhe tvari, sadržaj kiselina i škrobni indeks). Tvrdoća je utvrđena penetrometrom (kg/cm²), sadržaj topive suhe tvari refraktometrom (%), sadržaj kiselina titracijom s 0,1 Mol/dm³ NaOH u nazočnosti indikatora fenolftaleina (sadržaj je preračunat i izražen u g/l jabučne kiseline), škrobni indeks utvrđen je pomoću škrobnog indeksa EUROFRUT na skali od 1 do 10 (jodno-škrobni test). Na temelju osnovnih pokazatelja zrelosti plodova (tvrdoća, topiva suha tvar i škrobni indeks) izračunat je Streifov indeks (Streif, 1994) po formuli:

$$\text{Streifov indeks} = \frac{\text{tvrdoća}}{\text{škrob} \times \text{suha tvar}}$$

Dobiveni podaci obrađeni su statističkim programom SPSS for Windows 10.0 primjenom ANOVA – e i Duncanovog testa (p = 0,05).

3. REZULTATI I RASPRAVA

3.1. Utjecaj opterećenja rodnom na vanjsku kakvoću plodova

3.1.1. Utjecaj opterećenja na vanjsku kakvoću plodova u 1998. godini

U drugoj vegetaciji uočena je tendencija smanjivanja prosječne mase ploda s povećanjem opterećenja voćaka rodnom, mada ne u toj mjeri kako se očekivalo uvažavajući literaturne podatke (Link,1994; Stopar,2000; Robinson i Watkins,2003). Prosječna masa ploda kretala se od 199,6 g pri niskom do 182 g pri visokom opterećenju (pojedinačni podaci nisu prikazani, ali su prirodni obračunati u zbroju za drugu i treću rodnu godinu, Tab. 1) . Usprkos velikim razlikama u jačini opterećenja, u prosjeku su sve varijante dostizale primjerenu prosječnu masu plodova za uvrštavanje u prvi kvalitetni razred. Kao što je već bilo spomenuto u metodama rada, snažna je tuča u mjesecu srpnju u tolikoj mjeri oštetila plodove da parametre koji određuju kakvoću plodova u toj godini nismo pratili.

Velike prosječne mase plodova u varijanti A i B ukazivale su na probleme koji bi mogli smanjiti skladišnu sposobnost plodova. Općenito, prirodni u drugoj vegetaciji bili su razmjerno niski, naročito kod varijanata A i B.

3.1.2. Utjecaj opterećenja na generativne osobine i vanjsku kakvoću plodova u 1999. godini, te zbirni učinak na prirod i specifični prirod

U drugoj godini pokusa (treća vegetacija), prema očekivanju, već su se pokazale veće razlike između broja diferenciranih cvatova unutar pojedine varijante i potvrdile opće zakonitosti ovisnosti diferencijacije o opterećenju rodnom u prethodnoj godini (Schumacher, 1965; Luckwill, 1970; Monselise i Goldschmidt,1982; Dennis,1986; Jones et al.,1989; Friedrich et al., 1996 itd).

Opterećenje rodnom u drugoj godini nakon sadnje (prvoj rodnoj godini) značajno se odrazilo na broj diferenciranih generativnih pupova u trećoj godini pokusa. Pri tom je zabilježeno smanjeno diferenciranje generativnih pupova u varijantama s većim opterećenjem rodnom u prethodnoj godini (Tab. 1.). Stabla u varijanti A diferencirala su prosječno oko 100 gronja po stablu. Prosječni broj gronja u varijanti B bio je približno 30% niži nego u varijanti A i iznosio je u prosjeku 70 cvatova. Prosječan broj gronja u varijanti C bio je najniži s vrijednošću 46,3, što je bilo upola manje u odnosu na stabla u varijanti A i 40% manje u odnosu na varijantu B.

Tablica 1. Utjecaj opterećenja na generativne osobine i vanjsku kakvoću plodova u 1999. godini, te zbirni učinak na prirod i specifični prirod
Table 1. Influence of crop load on the generative properties and external fruit quality in year 1999, and cumulative yield and yield efficiency

	Broj gronja Inflorescence number	Prirod (kg/stablo) Yield (kg/tree)	Masa ploda Fruit mass (g)	Prirast debla Trunk increment (cm)	Kumul. prirod Cumulative y. (1998+1999) (kg/stablo)	Specifičan prirod Yield efficiency (1999)
Var. A						
5+40	83,3	6,0	177	1,60	6,81	1,299
5+60	113,2	10,9	167	1,46	11,80	1,718
5+80	123,1	12,5	157	1,23	13,31	2,139
Var. B						
15+40	59,0	7,8	184	1,63	10,24	1,412
15+60	66,5	10,1	180	1,50	12,99	1,783
15+80	81,8	11,2	144	1,76	13,76	1,615
Var. C						
25+40	33,6	7,2	181	1,94	10,91	1,185
25+60	65,9	10,9	177	1,64	14,94	1,608
25+80	82,0	13,8	167	1,87	17,99	1,908

U trećoj vegetaciji u sve tri varijante i kod svih tretmana zabilježen je porast priroda sa stupnjem opterećenja, što je logično, jer je bio broj plodova određen ručnim prorjeđivanjem. U varijanti A količine priroda kretale su se od 6 do 12,5 kg po stablu, što znači između 25,13 t/ha do 52,07 t/ha. U varijanti B prirod se kretao, ovisno o opterećenju, između 7,8 i 11,2 kg po stablu, što znači između 32,46 i 46,65 t /ha. A u varijanti C prirodima su se kretali između 7,2 i 13,8 kg/stablo, što znači između 29,99 i 57,39 t/ha. Razlike u prirodima uz isto opterećenje po stablu bile su posljedica različitih prosječnih masa plodova u pojedinim varijantama (Tab. 1.).

U varijanti A opterećenje s 80 plodova, odnosno s 12,5 kg/stablo u trećoj vegetaciji izazvalo je smanjenje prosječne mase ploda (157 g), što je već kritično za razvrstavanje plodova u prvi kvalitetni razred. Kod ostalih tretmana prosječna masa plodova bila je primjerena za razvrstavanje u prvi kvalitetni razred (166 – 177 g). Pokazalo se da kritičnu granicu za postizanje zadovoljavajuće prosječne mase u trećoj vegetaciji predstavlja 60 plodova (tretman 5+60), odnosno 10,9 kg/stablo. Povećanje opterećenja iznad te granice rezultiralo je izrazitim smanjenjem prosječne mase plodova.

U varijanti B niža opterećenja rodnom (40 i 60 plodova/stablo) nisu imala izrazite učinke na vanjske parametre kakvoće (masu ploda), ali je opterećenje od 80 plodova/stablo izazvalo značajno smanjenje prosječne mase ploda, koja ne zadovoljava kriterije za prvu klasu.

U varijanti C prosječna masa plodova i pri najvećem opterećenju (80 plodova) nije bila premalena za uvrštavanje u prvi kvalitetni razred, ali je bila blizu donje granice. Kritična granica opterećenja se u toj varijanti pomaknula na 13,77 kg po stablu, odnosno na 80 plodova.

Relativno dobri rezultati glede udjela plodova prvog razreda i visine priroda pri srednjim, a donekle i pri većim opterećenjima nisu nas sasvim iznenadili. Naime, neki autori (Kellerhals, 1997) govore o fenomenu snažnije fotosintetske aktivnosti lišća kod više opterećenih stabala. Plodovi kao centri aktivnosti povećavaju stupanj asimilacije unatoč smanjenom omjeru list/plod (Friedrich et al., 1996), pa priroda može u velikoj mjeri stimulirati tvorbu asimilata i njihov transport u plodove. Dakako da pri tom moramo biti vrlo oprezni da ne pospješimo pojavu alternativne rodnosti. U našem pokusu se kao prikladno pokazalo opterećenje 15+60 i 25+60 plodova po stablu (15-25 plodova/stablo u drugoj i 60 plodova/stablo u trećoj godini nakon sadnje).

3.2. Utjecaj opterećenja rodnom na unutrašnju kakvoću plodova

Dobro je poznato da termin berbe u velikoj mjeri determinira kakvoću plodova, ali je manje poznato kako opterećenje rodnom utječe na parametre zrelosti ploda.

Tablica 2. Parametri zrelosti plodova

Table 2. Fruit maturity parameters

Varijanta Variant	Tvrdoća Fruit firmness (kg/cm ²)	Topiva suha tvar Soluble solids (%)	Škrobni indeks Starch index (1-10)	Streifov indeks Streif maturity index	Jabučna kiselina Maleic acid (g/kg)	Masa ploda Fruit mass (g)
Var. A						
5+40	9,4 a	14,3 a	8,8	0,075 a	4,4	177 a
5+60	8,4 b	14,1 a	9,1	0,066 b	4,3	167 a
5+80	8,5 b	12,2 b	8,4	0,079 a	3,8	157 b
Sig.	*	*	ns	*	ns	*
Var. B						
15+40	8,8 a	15,1 a	9,3 a	0,063 b	5,1	184 a
15+60	8,7 a	14,2 b	8,7 a	0,070 b	4,8	180 a
15+80	8,2 b	14,0 b	6,6 b	0,089 a	4,3	144 b
Sig.	*	*	*	*	ns	*
Var C						
25+40	9,5 a	14,9 b	8,0 a	0,080 b	5,9	181 a
25+60	8,4 b	14,4 b	6,2 b	0,094 a	4,9	177 ab
25+80	8,4 b	14,7 b	7,3 b	0,078 b	4,2	167 b
Sig.	*	*	*	*	ns	*

Ista slova označuju da nema statistički značajnih razlika (Duncan P=0.05)

Means followed by the same letters are not statistically different (Duncan's P=0.05)

3.2.1. Tvrdoća parenhima

Unatoč upozorenju Lafera (1999) da za vrijeme berbe kod sorte Golden Delicious utjecaj opterećenja na zrelost, posebice na tvrdoću plodova, nije evidentan, u našem pokusu u svim skupinama signifikantno najmanju tvrdoću parenhima postigli su plodovi najjače opterećenih stabala, koji su istovremeno postigli i najmanju prosječnu masu. U našim istraživanjima uočen je donekle neočekivan negativni učinak opterećenja na tvrdoću plodova ($r=-0,78$), u odnosu na onaj koji smo očekivali uvažavajući navode drugih autora (Streif, 1994; Gvozdrenović, 1989; Robinson i Watkins, 2003; i dr.). Optimalne vrijednosti tvrdoće se, kod ove sorte, prema Streifu (1994.) kreću između 6,5 i

7,0 kg/cm², a u našem slučaju bile su veće, što bi moglo ukazivati na preranu berbu, ali drugi podaci o zrelosti plodova (Tablica 2.) odbacuju tu mogućnost.

3.2.2. *Topiva suha tvar*

Poželjna koncentracija topive suhe tvari prema Streifu (1994) kod sorte 'Golden Delicious' iznosi 13,5 %. Iz tablice 2. razvidno je, da su u našem pokusu plodovi svih tretmana postigli ili premašili tu vrijednost, osim najjačeg opterećenja u skupini A (5+80). Utjecaj opterećenja na suhu tvar u plodu postojan je, jer su kod svih skupina signifikantno najviši udio suhe tvari postigli plodovi najmanje opterećenih stabala. Tako je potvrđena pozitivna korelacija između suhe tvari i prosječne mase ploda ($r=0,75$), koji u svojim radovima spominju Friedrich (1996.), Streif (1994), Stopar (2002) i drugi.

3.2.3. *Škrobni indeks*

Poželjan sadržaj škroba u vrijeme berbe kod sorte 'Golden Delicious' kreće se između 6 i 7 (Streif, 1994), na ljestvici od 1 do 10. Kod svih varijanti pokusa uočen je trend rasta sadržaja škroba s povećanjem opterećenja (pad indeksa pretvorbe škroba sa smanjenjem opterećenja), a bio je signifikantan u varijantama B i C, pa se potvrdilo pravilo da je udio nepretvorenog škroba viši u plodovima s manjom prosječnom masom, koji su bili istovremeno za vrijeme berbe i mekši (Tab. 2.). Osim kod najvećih opterećenja u varijantama B i C, indeks škroba pokazuje da su plodovi u vrijeme berbe bili možda prezreli za dulje skladištenje. Pored već spomenutih autora koji komentiraju udio suhe tvari, tu je problematiku obradio i Luton (1996.).

Istraživanjima smo utvrdili da jače opterećena stabla, znači ona s manjim plodovima, sadrže više škroba, što potvrđuje i pozitivan koeficijent korelacije između indeksa pretvorbe škroba i prosječne mase plodova ($r = 0,75$). Na osnovi indeksa pretvorbe škroba potvrdilo se da su veći plodovi na manje opterećenih stabala počeli dozrijevati nešto ranije, odnosno da su bili u trenutku berbe prezreli za optimalno skladištenje.

3.2.4. *Streifov indeks*

Streifov indeks je najsigurnija brza metoda određivanja zrelosti plodova. Podatak je to koji udružuje izmjere škroba, suhe tvari i tvrdoće. Optimum za sortu Golden Delicious prema navodima Streifa (1994) iznosi 0,085.

U varijanti A pri opterećenju od 80 plodova, u odabranom terminu berbe, prema rezultatima testa zrelosti plodovi su bili pravovremeno obrani. Poželjna vrijednost indeksa postignuta je, prije svega, na račun nižeg sadržaja topive

suhe tvari u plodovima. Plodovi iz ostalih tretmana su prema tom parametru zrelosti u trenutku berbe bili već prezreli za daljnje skladištenje.

U varijanti B pokazalo se da su vrijednosti Streifovog indeksa u trećoj skupini stabala blizu optimuma, odnosno da su bile niže kod nižih opterećenja (40, odnosno 60 plodova). To možemo tumačiti kao posljedicu većeg sadržaja škroba u vrijeme berbe plodova.

U varijanti C vrijednosti Streifovog indeksa su varirale, s tim da su bile povoljnije pri nižem i najvišem opterećenju, a veće pri srednjem opterećenju rodnom.

3.2.5. Ukupne kiseline

Titracijske kiseline slijedile su trend na koji su već ukazali tvrdoća plodova i suha tvar. Kiseline predstavljaju drugi po veličini udio u suhoj tvari, iza šećera, pa to i nije tako veliko iznenađenje (Friedrich et al., 1996.), da slijede trend sličan trendu suhe tvari. Tako su plodovi najveće prosječne mase dostigli i najveće vrijednosti ukupnih titracijskih kiselina.

3.2.6. Zaključak o testu zrelosti

Opterećenje u velikoj mjeri utječe na sve fiziološke procese u stablu (Wibbe et al., 1993; Wibbe i Blanke, 1995), pa tako značajno utječe i na prosječnu masu ploda. Parametri zrelosti u snažnoj su međusobnoj ovisnosti, što potvrđuju pozitivne korelacije između mase ploda, koju determinira opterećenje, suhe tvari i kiselina (Tab. 2.). Nije potrebno posebno naglašavati da o unutrašnjoj kakvoći, a posebice o tvrdoći i pretvorbi škroba ovisi mogućnost produženog čuvanja u hladnjači.

Rezultati testova zrelosti govore da unatoč prosječno jednakim opterećenjima u godini izvođenja analiza postoje određene razlike među plodovima iz varijanti s jednakim opterećenjima. To može biti, do neke mjere, posljedica odabira uzorka, a na drugoj strani ostaje otvorena mogućnost da je rodni potencijal i opterećenje u drugoj vegetaciji do te mjere utjecao na fiziološke procese u stablima (ravnoteža između vegetativnog i generativnog rasta) da je u trećoj vegetaciji ostao još vidan utjecaj opterećenja iz prošle godine.

4. ZAKLJUČAK

Rezultati dobiveni tijekom dvogodišnjeg istraživanja ukazuju na veliko značenje opterećenja rodnom i pratećih utjecaja koji određuju rodni potencijal

voćaka u godinama ulaska u produktivnu dob. Pri tom se oslanjamo na parametre, kao što su kumulativni prirod, učinkovitost priroda i kakvoća plodova. Kao najuspješniji unutar varijanti u pokusu, prema kumulativnom prirodu i kakvoći plodova pokazali su se sljedeći tretmani:

- a) Varijanta A = najniži početni rodni potencijal u 1998. god.:
 - Druga vegetacija: 5 plodova/stablo (0,84 kg/stablo; odnosno 3,5 t/ha),
 - Treća vegetacija: 40 plodova/stablo (6,03 kg/stablo; odnosno 25,13 t/ha).
- b) Varijanta B = srednji početni rodni potencijal 1998. god.:
 - Druga vegetacija: 15 plodova/stablo (2,58 kg/stablo; odnosno 10,76 t/ha),
 - Treća vegetacija: 60 plodova/stablo (11,2 kg/stablo; odnosno 46,7 t/ha).
- c) Varijanta C = najviši početni rodni potencijal 1998. god.:
 - Druga vegetacija: 25 plodova/stablo (4,04 kg/stablo; odnosno 16,78 t/ha),
 - Treća vegetacija: 60 plodova/stablo (10,09 kg/stablo; odnosno 42,03 t/ha).

LITERATURA

- AWAND, M.A., DE JAGER, A., DEKKER, M., JONGEN, W.M.F. 2001: Formation of flavonoids and chlorogenic acid in apples as affected by crop load. *Scientia Hort.* 91(3): 227-237.
- BASSI, D., CORELLI-GRAPPADELLI, L., ROMBOLA, A.D., TAGLIAVINI, M., SANSAVINI, S. 1998. Tree structure and orchard management influence yield and fruit quality. *Proceedings of the 11th INRA-Ctifl Conference on the Fruit Researches, Architecture and Modelling in Fruit-growing*, pp 97–109, Montpellier, France.
- BRAMLAGE, W.J. 1993. Interactions of orchard factors and mineral nutrition on quality of pome fruit. *Acta Horticulturae* 326: 15-28.
- BUBAN, T., FAUST, M. 1982. Flower Bud induction in Apple trees. *Internal Control and Differentiation. Hotr. Review* 4: 175-203.
- DENNIS, F. G. 1986. *Apple. U: Handbook of fruit set and development.* Monselise S.P. (ed.), CRC Press Inc., Boca Raton, USA, 1986.
- FRIEDRICH, G., NEUMEN, D., VOGL, M. 1996. *Physiology der Obstgehölze.* Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, str. 34-38.
- GVOZDENOVIĆ, D. 1989. Od obiranja sadja do prodaje. *ČZP Kmečki glas, Ljubljana*, str. 34-51.
- HANSEN, P. 1971. The effect of cropping on the distribution of growth in apple trees. *Tidsskr. Planteavl* 75, str. 119-127.

- HANSEN, P. 1980: Crop load and Nutrient translocation. Institute for Pomology, Odense, Denmark, str. 210-212.
- HANSEN, P. 1987. Source-sink relation in Fruits. *Gartenbauwissenschaft* 52: 193-195.
- JOHNSON, D. S., RIDOUT, M. S. 1998. Prediction of storage quality of cox Orange Pippin apples from nutritional and meteorological multiple models selected by cross validation. *J. Hort. Sci. Biotech.* 73: 622-630.
- JONES, K. M., KOEN, T.B., WILSON, S. J., OAKFORD, M., LONGLEY, S. B. 1989. A re-examination of the relationships between vegetative growth and flower bud initiation in apples. *Acta Hort.* 239: 363-369.
- JONKERS, H. 1979. Biennial bearing in apple and pear: a literature survey. *Scientia Hort.* 11: 303-317.
- KELLERHALS, M., MUELLER, W., BERSTINGER, L., DARBELLAY, C., PFAMMATTER, W. 1997. *Obstbau. Landwirtschaftliche Lehrmittelzentrale, Zollikofen*, str. 38-46.
- LAFER, G. 1999. Fruit ripening and quality in relation to crop load of apple trees. *Agri-Food Quality Management of Fruits and Vegetables*, str. 369-372.
- LAKSO, A. N., WÜNSCHE, J. N., PALMER, J. W., CORELLI GRAPPADELLI, L. 1999. Measurement and modelling of carbon balance of apple tree. *HortScience* 34: 1041-1047.
- LINK, H. 1994. Zur Alternanzsituation in den Obsanlagen, *Obst und Garten* 1: 12-15.
- LUCKWILL, L. C. 1970. The control of growth and fruitfulness of apple trees. U: L.C. Luckwill and C.V. Cuttings (eds.). *The physiology of tree crops.* Academic Press, New York, str. 237-254.
- LUTON, M. T. 1994. Ten years of optimum harvest date for the variety Cox orange pippin. *COST 94: The postharvest treatment of fruit and vegetables. Workshop on determination and prediction of optimum harvest date of apples harvest date, june 9-10., Lofthus, Norway.*
- MONSELISE, S. P., GOLDSCHMIDT, E. E. 1982. Alternate Bearing in Fruit Trees. Department of Horticulture, The Hebrew University of Jerusalem, Rehovot, Israel, str. 128-137.

- MPELASOKA, B. S., BEHBOUDIAN, M. H. 2003. Production of aroma volatiles in response to deficit irrigation and to crop load in relation to fruit maturity for Braeburn apple. *Postharvest Biology and Technology* 24: 1-11.
- PALMER, J. W., GIULIANI, R., ADAMS, H. M. 1997. Effect of crop load on fruiting and leaf photosynthesis of 'Braeburn'/M.26 apple trees. *Tree physiol.*17: 741-746.
- POLL, L., RINDOM, A., TOLDAM-ANDERSEN, P., HANSEN, P. 1996. Availability of assimilates and formation of aroma compounds in apples as affected by the fruit/leaf ratio. *Physiol. Plant.* 97: 223-227.
- ROBINSON, L. T. I WATKINS, B. C. 2003. Cropload of Honeycrisp affects not only fruit size but many quality attributes. *New York Fruit Quarterly* 11: 7-10.
- SCHUMACHER, R. 1965. *Regulierung des Fruchtansatzes*. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart.
- STOPAR, M. 2000. Non-structural carbohydrate status and CO₂ exchange rate of apple fruitlet at the time of abscission influenced by shade, NAA or BA. *Scientia Horticulturae* 87: 65-76.
- STOPAR, M., BOLCINA, U., VANZO, A., VRHOVSEK, U. 2002. Crop load Affects Polyphenols in fruit. *J.Agric. Food Chem.* 50(6): 1641-1646.
- STREIF, J. 1994. Optimum harvest date for different apple cultivars in the »Bodense« area. COST 94: The postharvest treatment of fruit and vegetables. Workshop on determination and prediction of optimum harvest date of apples and pears. Proceeding of meeting of the working group on optimum harvest date, june 9-10., Lofthus, Norway.
- TAGLIAVINI, M., MARANGONI, B. 2002. Major nutritional issues in deciduous fruit orchards of Northern Italy. *Hort Technology*, 12: 26-31.
- VOLZ, R.K, FERGUSON, I.B. 1999. Flower thinning method affects mineral composition of Braeburn and Fiesta apple Fruit. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 74: 452-457.
- WERTHEIM, S.J. 1998. Chemical thinning of deciduous fruit trees. *Acta Horticulturae* 463: 445-462.

WIBBE, M.L., BLANKE, M.M., LENZ, F. 1993: Effect of fruiting on carbon budgets of apple tree canopies. *Trees* 8: 56-60.

WIBBE, M.L., BLANKE, M.M. 1995. Effect of defruiting on source-sink relationship, carbon budget, leaf carbohydrate content and water use efficiency of apple trees. *Physiol. Plant.* 94: 529-533.

Adrese autora – Author’s address:

Dr. sc. Tatjana Unuk
Fakulteta za kmetijstvo
Univerza v Mariboru
2000 Maribor, Slovenija
E-mail: tatjana.unuk@uni-mb.si

Primljeno – Received:

21.11.2007.

Prof. dr. sc. Zlatko Čmelik
Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Zavod za voćarstvo
Svetošimunska 25
10000 Zagreb, Hrvatska
E-mail: zcmelik@agr.hr

Benjamin Schlauer, univ. dipl. inž. kmet.
Fakulteta za kmetijstvo
Univerza v Mariboru
2000 Maribor, Slovenija