

Physiological Balance Between Growth and Cropping of Apple Trees in the Ecological Conditions of Maribor - Yields

Stanislav TOJNKO¹

Zlatko ČMELIK²

SUMMARY

Four apple (*Malus domestica* Borkh) cultivars grafted on M.9 rootstock were grown at high density ('Elstar' and 'Jonagold' 2500 trees/ha, 'Idared' and 'Golden Delicious' 3000 trees/ha). There were five treatments for each cultivar (fertigation with 45 kg N/ha, 60 kg N/ha, 120 kg N/ha, irrigation without fertilisers, and control - without irrigation and without fertilisers), and two timing variants (treatments during vegetation period from 1 May - 20 June - variant A, and treatments from 1 May to 1 August - variant B). The treatments were imposed beginning in the third year after planting and lasted three years (1993-1995). It was found that the intensity of effects of fertigation upon vegetative growth and cropping of individual cultivars varied. To a certain extent 'Elstar' and 'Jonagold' responded similarly to treatments. It was proved that most positive effects of fertigation were achieved at the dosage of 45 and 60 N/ha during vegetation period, and at 120 kg/ha in treatments up to the start of flower buds differentiation. Cultivar Idared was not responded to fertigation and irrigation up to June 20, but during the vegetation period the best results were obtained at 45 kg N/ha. The response of 'Golden Delicious' to fertigation during vegetation was similar as 'Idared', but most positive effects of fertigation for this cultivar were, similarly as for 'Elstar' and 'Jonagold', achieved at 120 kg N/ha when fertigation was applied to June 20. Cultivar Idared showed the best yield performance and the highest yield/ha, whereas 'Elstar' gave the most unfavourable results.

KEY WORDS

apple, cultivars, fertigation, growth, cropping, yield efficiency

¹ Faculty of Agriculture, University of Maribor, 2000 Maribor, Slovenia

² Faculty of Agriculture University of Zagreb, 10000 Zagreb, Croatia

Received: October 23, 2002

Fiziološka ravnoteža između rasta i rodnosti jabuke u ekološkim uvjetima Maribora - Prirodi

Stanislav TOJNKO¹

Zlatko ČMELIK²

SAŽETAK

Istraživanja su obavljena u pokusnom voćnjaku Sadjarskog centra Maribor - Gačnik sa sortama Elstar i Jonagold (2500 stabala/ha), te Idared i Golden Delicious (3000 stabala/ha), cijepljenim na podlozi M9, uzgajanim u obliku vitkog vretena. Pokus je trajao tri godine (3-5. godina poslije sadnje). Pokus je za svaku sortu postavljen u pet tretmana (fertirigacija s 45 kg N/ha, 120 kg N/ha, 60 kg N/ha, natapanje bez gnojiva i kontrola - bez gnojiva i vode), u dvije varijante (tretmani tijekom vegetacije od 1. svibnja do 20. lipnja – varijanta A i tretmani od 1. svibnja do 1. kolovoza – varijanta B). Istraživanja su pokazala da fertirigacija jabuke pojedinih sorti odražava učinke različitog intenziteta na vegetativni rast i generativnu aktivnost. Na primijenjene tretmane donekle slično reagirale su sorte Elstar i Jonagold kod kojih su pozitivni učinci fertirigacije tijekom vegetacije utvrđeni pri dozi od 45 i 60 kg N/ha, te tretman do početka diferencijacije cvatnih pupova uz dozu 120 kg N/ha. Sorta Idared nije reagirala na fertirigaciju i natapanje do 20. lipnja, a najbolji učinci fertirigacije tijekom vegetacije ostvareni su uz dozu od 45 kg N/ha. Sorta Golden Delicious se ponašala slično sorti Idared pri fertirigaciji tijekom vegetacije, dok su bolji učinci fertirigacije do 20. lipnja postignuti uz dozu od 120 kg N/ha, slično kao kod sorte Elstar i Jonagold. Najveća učinkovitost rodnosti i najveći prirod po hektaru postigla je sorta Idared, a sorta Elstar je dala najslabije rezultate.

KLJUČNE RIJEČI

jabuka, sorte, fertirigacija, rast, rodnost, specifičan prirod

¹ Fakulteta za kmetijstvo, Univerza v Mariboru, 2000 Maribor, Slovenija

² Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 10000 Zagreb, Hrvatska

Primljeno: 23. listopada 2002.

UVOD

Redovita i visoka rodnost jabuke dobre kvalitete u povoljnim ekološkim uvjetima u najvećoj mjeri je određena skladnim izborom pomotehničkih i agrotehničkih zahvata. Sklad između rasta i rodnosti predstavlja fiziološku ravnotežu koja se relativno teško uspostavlja i održava jer se u intenzivnom uzgoju jabuke pojavljuje alternativna rodnost općenito, a posebice kod nekih sorata koje imaju za to i genetsku sklonost. Alternativna rodnost može biti prouzročena nizom čimbenika, među kojima posebno ističemo klimatske averzije, prekomjernu rezidbu, neadekvatnu gnojidbu i natapanje. U rješavanju problematike suvremene tehnologije proizvodnje jabuke u gustom sklopu, gdje postoji jako izražena kompeticija između stabala u pogledu hrane i vode, u novije vrijeme proučava se djelotvornost fertirigacije. Naime, u gustom sklopu češće može doći do fiziološkog stresa zbog povremene krize u primanju vode i hraniva, pa se pojavljuju poremetnje u rastu vegetativnih i generativnih organa općenito, a posebice za vrijeme intenzivnog rasta mladica i plodova. Smatra se da je fertirigacija učinkovitija od konvencionalnih metoda gnojidbe zbog neposrednog kontakta između korijenja i tekuće faze tla. U takvim uvjetima voćke razvijaju manji korijenov sustav što omogućuje lakše održavanje poželjne ravnoteže između rasta i rodnosti (Kipp, 1992; Bravdo i Proebsting, 1993). Istraživanjima je u određenim ekološkim uvjetima utvrđen pozitivan utjecaj fertirigacije s dušikom na vegetativni rast jabuke (Klein et al., 1989; Nielsen et al., 1993), dok u drugim ekološkim uvjetima takvi učinci nisu bili signifikantni (Hornig and Bunemann, 1996). Literaturni podaci o utjecaju fertirigacije s dušikom na prirod su kontradiktorni. Tako Kodde et al. (1992), te Zydlik i Pacholak (1998) navode značajno povećanje prirod izazvanog fertirigacijom s dušikom, a Fallahi et al. (2001) su primjenjujući fertirigaciju s dušikom utvrdili povećanje prirod, ali ono nije bilo konzistentno povezano s primijenjenim dozama dušika. Nasuprot tome, Hornig i Bunemann (1995) i Dolega et al. (1998) nisu utvrdili pozitivan učinak fertirigacije s dušikom na prirod jabuke.

Cilj ovih istraživanja je da se utvrdi utjecaj različitih doza dušika primijenjenih fertirigacijom tijekom vegetacije na dinamiku rodnosti, kumulativan prirod, prirod plodova prve klase i specifičan prirod jabuke sorata Elstar, Idared, Jonagold i Golden Delicious u periodu ulaska u produktivnu dob, uzgajanih u gustom sklopu u ekološkim uvjetima Maribora.

MATERIJAL I METODE RADA

Istraživanja su provedena u pokusnom voćnjaku u Sadjarskom centru Gačnik kraj Maribora. Voćnjak je podignut na tlu koje prema teksturnom sastavu

pripada tipu lakih glina (u tlu je na dubini 0-30 cm bilo: 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 34,9% čestica manjih od 0,002 mm). Tlo je na dubini 0-30 cm bilo srednje opskrbljeno s organskom tvari (3,2%), slabo opskrbljeno fosforom (7,0 mg P₂O₅/100 g tla) i dostatno opskrbljeno kalijem (44,1 mg K₂O/100 g tla). Reakcija tla je bila slabo kisela, gotovo neutralna (pH u KCl 6,7).

Klimatski uvjeti za uzgoj jabuke u širem području Maribora vrlo su povoljni. Višegodišnji prosjek srednjih dnevnih temperatura iznosi 9,7°C. Prosječna godišnja suma padalina iznosi 1054 mm, a u vegetacijskom razdoblju 638 mm.

U pokusu su bile sorte jabuke Elstar, Golden Delicious, Idared i Jonagold (*Malus x domestica* Borkh), cijepljene na slabo bujnu podlogu M 9, i uzgajane u gustom sklopu (Elstar i Jonagold 2500 stabala/ha, Golden Delicious i Idared 3000 stabala/ha). Pokusni voćnjak podignut je 1991. godine. Uzgojni oblik bio je vitko vreteno. Uz svaku voćku postavljen je kolac kao potpora. Tlo između redova je bilo zatravljeno, a prostor u redu u širini od 1 m održavan je bez biljnog pokrivača uz pomoć herbicida. Zaštita od bolesti i štetočina obavljena je u skladu s propozicijama integrirane proizvodnje.

Pokus je postavljen po metodi podijeljenih blokova (split blok). U pokusu je bilo pet tretmana, dvije varijante i tri ponavljanja, pri čemu se svaka repeticija sastojala od pet stabala.

Tretmani:

1. fertirigacija s 45 kg N/ha,
2. fertirigacija s 120 kg N/ha,
3. fertirigacija s 60 kg N/ha,
4. natapanje bez gnojidbe i
5. kontrola (bez natapanja i gnojidbe).

Varijante:

- A. tretmani od 1. svibnja do 20. lipnja i
- B. tretmani od 1. svibnja do 1. kolovoza.

Tretmani su primjenjivani tri godine, od treće godine poslije sadnje (1993-1995.). Prirodi su analizirani po sortama za tri godine s rodnom i grafički prikazani za to razdoblje. Nadalje, testiran je kumulativan prirod i kumulativan prirod plodova prve klase za to razdoblje, te prosječna masa plodova (prikazano u tablicama). Iz podataka o površini poprečnog presjeka debla (TCSA) i kumulativnog prirod izračunat je specifičan prirod (yield efficiency) i također tablično prikazan odvojeno za sve sorte.

Dobiveni podaci statistički su obrađeni metodom analize varijance uz korištenje SPSS for Windows 10.0 programskog paketa.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Elstar

Dinamika priroda: Dinamika priroda najbolje se uočava u grafikonu 1. iz kojeg je vidljivo, da je u varijanti A prirod najpravnomjernije rastao u tretmanu 3 (u 1993. g. 5,7 kg, u 1994.g. 11,9 kg i u 1995.g. 15,54 kg/stablu).

U varijanti B najpravnomjernija dinamika priroda bila je u tretmanu 2 (u 1993. g. 7,20 kg, u 1994. g. 9,83 kg i u 1995. g. 16,34 kg/stablu).

U ostalim tretmanima pojedinih varijanti dinamika priroda je znatno više odstupala od linearnog trenda, odnosno bila je podložna manjoj ili većoj alternativnosti.

Kumulativan prirod: Kumulativan prirod u tijeku trogodišnjeg razdoblja u varijanti A bio je signifikantno veći za tretmane 1 i 3, dok je u varijanti B kumulativan prirod u tretmanu 2 bio opravdano veći nego u tretmanu 4 i 5. Gledano s aspekta kumulativnih priroda, najbolji rezultati su dobiveni u varijanti A pri tretmanu 1 i 3, te u varijanti B u tretmanu 2.

Interesantno je napomenuti da je tretman 2 imao izrazito različite učinke u varijanti A i B, tj. dok je u varijanti B postignut najveći prirod, u varijanti A postignut je najmanji prirod.

Kumulativan prirod plodova 1. klase: Za voćarsku praksu najveće značenje imaju plodovi 1. klase (prema standardu EU) pri čemu se teži da udio 1. klase bude maksimalan. Suvremena agrotehnika i pomotehnika omogućavaju proizvodnju praktično samo plodova najviše kakvoće s minimalnim udjelom plodova niže kvalitete.

U izvedenim istraživanjima udio plodova 1. klase bio je vrlo visok, što je u najvećoj mjeri posljedica vitalnosti mladih voćaka, a zatim i primijenjenih tretmana.

Prosječan kumulativan prirod za razdoblje 1993-1995. bio je u varijanti A najveći u tretmanu 3, a u varijanti B u tretmanu 2, što otvara pitanje vremena primjene i efikasnosti iskorištenja visokih doza dušičnih gnojiva.

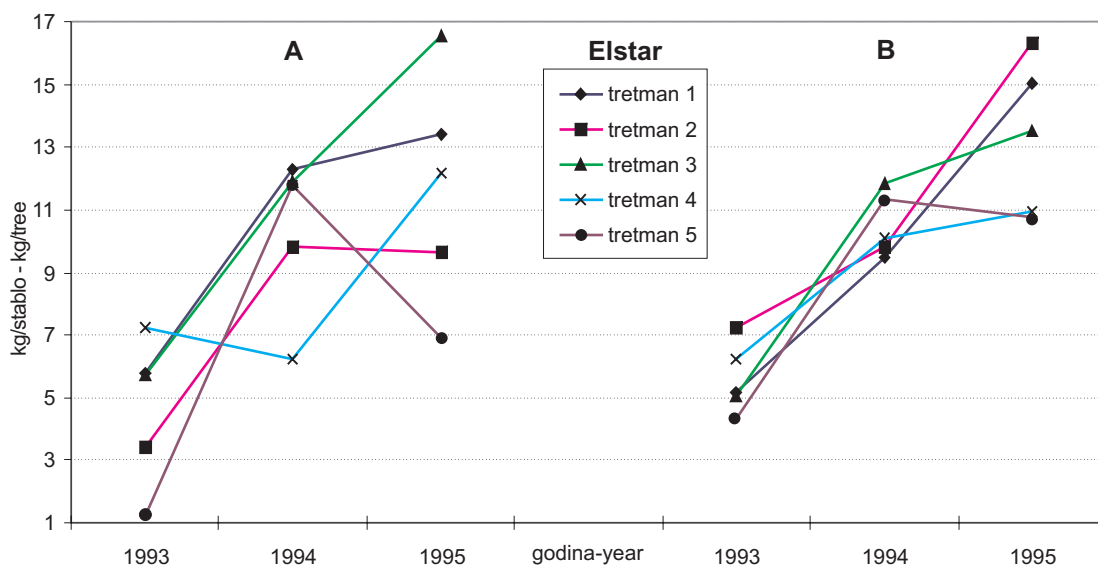
Prosječna masa plodova; Sumarno gledano, prosječna masa plodova bila je najveća u kontroli, što je posljedica najmanjeg prosječnog priroda po stablu.

Specifičan prirod – učinkovitost priroda: Učinkovitost priroda izražena u kg/cm² površine presjeka sorte Elstar pokazuje povezanost s prosječnim prirodom, pri čemu je manja učinkovitost bila uz manji prirod. Općenito je učinkovitost priroda kod sorte Elstar bila relativno niska.

Idared

Dinamika priroda: Iz grafikona 2 dobro se uočava dinamika rodnosti i utjecaj tretmana na njih. Vidljivo je da je u varijanti A tretman 1 postigao najbolje rezultate bez vidljivih znakova alternativne rodnosti; da u tretmanu 2, 3 i 5 također nije bilo znakova alternativne rodnosti, ali da je ulaz u rodnost bio nešto usporeniji; te da je tretman 3 najbolje utjecao na dinamiku rodnosti, odnosno da su se u tom tretmanu pokazali blaži simptomi alternativnosti. U varijanti B, osim u tretmanu 1, ostvarena je povoljna dinamika priroda.

Kumulativan prirod: Iz Tab. 5. se vidi, da je u varijanti A najbolje rezultate dao tretman 1, a nešto lošije tretman 4, dok su prirod u tretmanu 2, 3 i



Graf. 1. Dinamika priroda po stablu (kg/stablo)

Figure 1. Dynamic of yield per tree (kg/tree)

Tablica 1. Elstar-Kumulativan prirod (kg/stablo, 1993-1995. god.)

Table 1. Elstar-Cumulative yield in kg/tree (1993-1995)

Tretman Treat.	A	značajnost-significance					B	značajnost-significance					\bar{X} (A,B)	značajnost-significance							
		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5			
1	32,01						29,51						30,91								
2	21,37	*		*			33,74						28,68								
3	34,22						31,60						32,80								
4	24,10	*		*			27,28		*				25,98				*				
5	21,97	*		*			24,17		*				23,29	*			*				
\bar{X}	28,12						29,89														
značajnost-significance (A-B)												N.S.									

Tablica 2. Elstar-Kumulativan prirod plodova 1. klase (kg/stablo)

 Table 2. Elstar-Cumulative yield of 1st class fruits (kg/tree)

Tretman Treat.	A	značajnost-significance					B	značajnost-significance					\bar{X} (A,B)	značajnost-significance							
		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5			
1	29,88						27,22						28,71								
2	18,64	*		*			30,24						25,50								
3	32,10						27,77						29,75								
4	22,54			*			24,39						23,64				*				
5	20,27			*			22,94						21,87				*				
\bar{X}	26,03						26,94														
značajnost-significance (A-B)												N.S.									

Tablica 3. Elstar-Prosjecna masa plodova (kg) za razdoblje 1993-1995. god.

Table 3. Elstar-Average fruit weight (kg) in years 1993-1995

Tretman Treat.	A	značajnost-significance					B	značajnost-significance					\bar{X} (A,B)	značajnost-significance							
		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5			
1	0,15						0,15						0,15					*			
2	0,14					*	0,14				*	0,14					*				
3	0,14					*	0,14				*	0,14					*				
4	0,14					*	0,14				*	0,14					*				
5	0,16						0,16					0,16									
\bar{X}	0,15						0,15														
značajnost-significance (A-B)												N.S.									

 Tablica 4. Elstar-Specifičan prirod (kg/cm² površine presjeka debla)

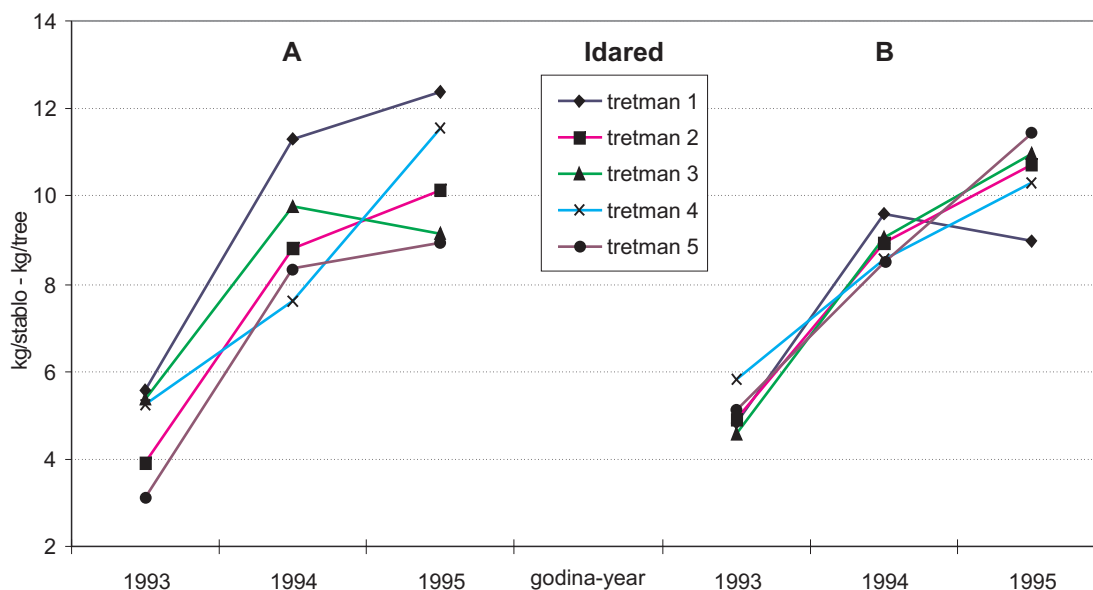
 Table 4. Elstar-Yield efficiency (kg/cm² TCSA)

Tretman Treat.	varijanta - A			varijanta - B		
	1993	1994	1995	1993	1994	1995
1	0,65	0,88	0,58	0,90	0,72	0,65
2	0,64	0,88	0,49	0,95	0,72	0,68
3	0,72	0,79	0,73	0,69	0,99	0,63
4	1,02	0,35	0,50	0,79	0,79	0,50
5	0,17	0,96	0,32	0,70	0,83	0,45

5 bili signifikantno niži. U varijanti B postignuti su približno isti prirodi u svim tretmanima.

Kumulativan prirod plodova 1. klase: Kumulativan prirod u varijanti A u tretmanu 1 bio je opravdano veći u odnosu na tretmane 2, 3 i 5, što je sasvim

analogno prosječnom ukupnom prirodou po stablu. U varijanti B, međutim, analogija s ukupnim prirodou po stablu je nazočna, ali razlike među tretmanima nisu bile signifikantne.



Graf. 2. Dinamika priroda po stablu (kg/stablo)
Figure 2. Dynamic of yield per tree (kg/tree)

Tablica 5. Idared-Kumulativan prirod (kg/stablo, 1993-1995. god.)
Table 5. Idared-Cumulative yield in kg/tree (1993-1995)

Tretman Treat.	A	značajnost-significance					B	značajnost-significance					\bar{X} (A,B)	značajnost-significance							
		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5			
1	29,39						25,97						28,19								
2	22,89	*					24,92						23,91	*							
3	24,27	*					24,78						24,52								
4	25,05						24,99						25,02								
5	20,60	*					24,99						22,87	*							
\bar{X}	24,37						25,05														
značajnost-significance (A-B)												N.S.									

Tablica 6. Idared-Kumulativan prirod plodova 1. klase (kg/stablo)
Table 6. Idared-Cumulative yield of 1st class fruits (kg/tree)

Tretman Treat.	A	značajnost-significance					B	značajnost-significance					\bar{X} (A,B)	značajnost-significance							
		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5			
1	28,89						25,55						27,72								
2	22,13	*					24,04						23,09								
3	23,37	*					24,21						23,77								
4	23,73						23,97						23,85								
5	19,93	*					24,20						22,40								
\bar{X}	23,57						24,39														
značajnost-significance (A-B)												N.S.									

Prosječna masa ploda: Prosječna masa plodova Idareda nije se mijenjala pod utjecajem tretmana fertirigacije. Manja prosječna masa plodova u obadviije varijante i u svih godinama utvrđena je u tretmanu 4, što nije bilo u korelaciji s ukupnim prirodom.

Specifičan prirod – učinkovitost priroda: Učinkovitost priroda sorte Idared varirala je među godinama i bila je povezana s prosječnim prirodom. Najveća učinkovitost priroda u obadviije varijante postignuta je u 1994. godini, a općenito najlošija u kontroli.

Jonagold

Dinamika priroda: Dinamika priroda po stablu sorte Jonagold je u velikoj mjeri ovisila o primijenjenim tretmanima. Pri tom u varijanti A izraženija alternativnost utvrđena je u tretmanima 1 i 4, a u varijanti B u svim tretmanima osim u kontroli. Interesantno je napomenuti, da je u varijanti A tretman s najvećom dozom dušika uvjetovao izrazito spori ulazak u punu rodost.

Tablica 7. Idared-Prosjечna masa plodova (kg) za razdoblje 1993-1995. god.

Table 7. Idared-Average fruit weight (kg) in years 1993-1995

Tretman Treat.	A					B	značajnost-significance					\bar{X} (A,B)	značajnost-significance				
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
1	0,20					0,19					0,20						
2	0,19					0,19					0,19						
3	0,19					0,20					0,19						
4	0,18	*			*	0,18		*		*	0,18	*	*	*		*	
5	0,20					0,20					0,20						
\bar{X}	0,20					0,19					0,20						
značajnost-significance (A-B)										N.S.							

 Tablica 8. Idared-Specifičan prirod (kg/cm² površine presjeka debla)

 Table 8. Idared-Yield efficiency (kg/cm² TCSA)

Tretman Treat.	varijanta - A			varijanta - B		
	1993	1994	1995	1993	1994	1995
1	1,49	1,99	1,31	1,31	1,62	0,81
2	0,94	1,67	1,15	1,29	1,60	1,20
3	1,49	1,86	1,11	1,14	1,62	1,24
4	1,55	1,76	1,41	1,53	1,44	1,01
5	1,03	1,65	1,04	1,49	1,49	1,18

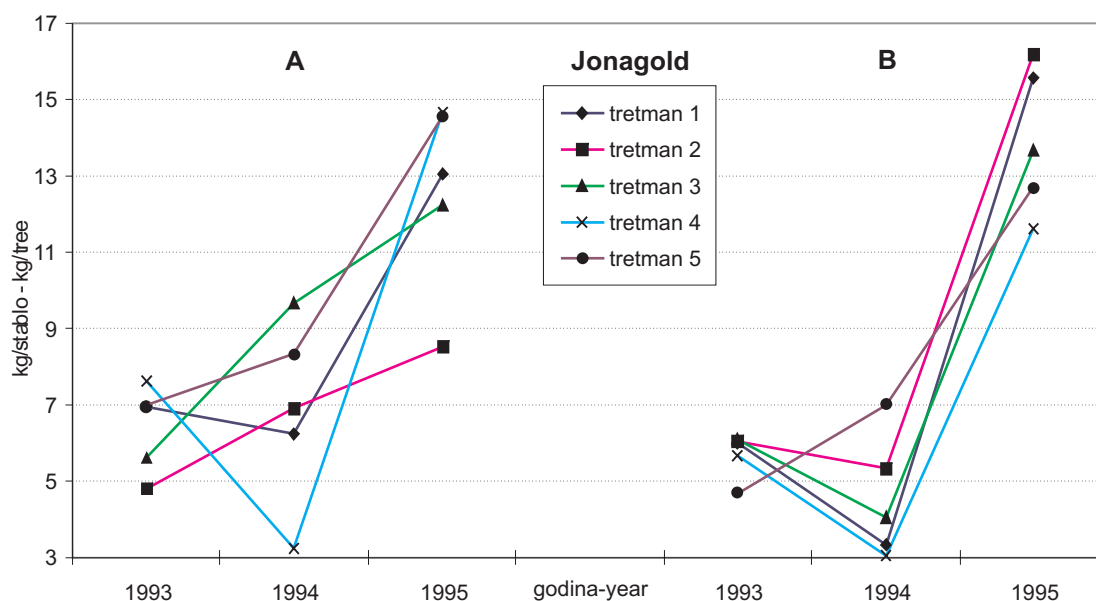
Kumulativan prirod: Iz Tablice 9. jasno se vidi da je u varijanti A najmanji prirod postignut pri najvećoj dozi dušika, a najveći u kontroli. Nasuprot tome, u varijanti B uz tretmane do 20. lipnja najveći prirod ostvaren je uz dozu 120kg N/ha.

Kumulativan prirod plodova 1. klase: U trogodišnjem razdoblju u varijanti A najbolji rezultati postignuti su u kontroli, a najslabiji u tretmanu 2 (najveća doza dušika). U varijanti B, kao i kod sorte Elstar, najveći prirod plodova 1. klase ostvaren je u tretmanu 2

s najvećom dozom dušika, ali razlike u odnosu na druge tretmane nisu bile signifikantne.

Prosjечna masa ploda: U trogodišnjem razdoblju u varijanti A najmanja prosječna masa plodova postignuta je u tretmanu s najvećom dozom dušika, dok je u varijanti B upravo taj tretman rezultirao većom prosječnom masom plodova.

Specifičan prirod – učinkovitost priroda: Učinkovitost priroda kod sorte Jonagold bila je povezana s prirodom po stablu i bila je niža uz niži prirod po



Graf. 3. Dinamika priroda po stablu (kg/stablo)

Fig. 3. Dynamic of yield per tree (kg/tree)

Tablica 9. Jonagold-Kumulativan prirod (kg/stablo, 1993-1995. god.)

Table 9. Jonagold-Cumulative yield in kg/tree (1993-1995)

Tretman Treat.	A	značajnost-significance					B	značajnost-significance					\bar{X} (A,B)	značajnost-significance							
		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5			
1	23,94					*	23,57						23,78								
2	20,07			*	*	*	27,86						24,11								
3	25,42						24,45						24,91								
4	27,68						22,21						24,95								
5	29,83						24,55						26,75								
\bar{X}	25,00						24,88														
značajnost-significance (A-B)												N.S.									

Tablica 10. Jonagold-Kumulativan prirod plodova 1. klase (kg/stablo)

Table 10. Jonagold-Cumulative yield of 1st class fruits (kg/tree)

Tretman Treat.	A	značajnost-significance					B	značajnost-significance					\bar{X} (A,B)	značajnost-significance							
		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5			
1	23,14					*	23,08						23,11								
2	19,21			*	*	*	27,27						23,39								
3	24,41						22,97						23,66								
4	27,25						20,92						24,08								
5	29,00						23,71						25,91								
\bar{X}	24,19						23,95														
značajnost-significance (A-B)												N.S.									

Tablica 11. Jonagold-Prosjecna masa plodova (kg) za razdoblje 1993-1995. god.

Table 11. Jonagold-Average fruit weight (kg) in years 1993-1995

Tretman Treat.	A	značajnost-significance					B	značajnost-significance					\bar{X} (A,B)	značajnost-significance							
		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5			
1	0,19					*	0,18				*		0,18								
2	0,17	*		*	*	*	0,20						0,19								
3	0,20						0,17			*		*	0,18								
4	0,20						0,18			*			0,19								
5	0,19					*	0,20						0,19								
\bar{X}	0,19						0,19														
značajnost-significance (A-B)												N.S.									

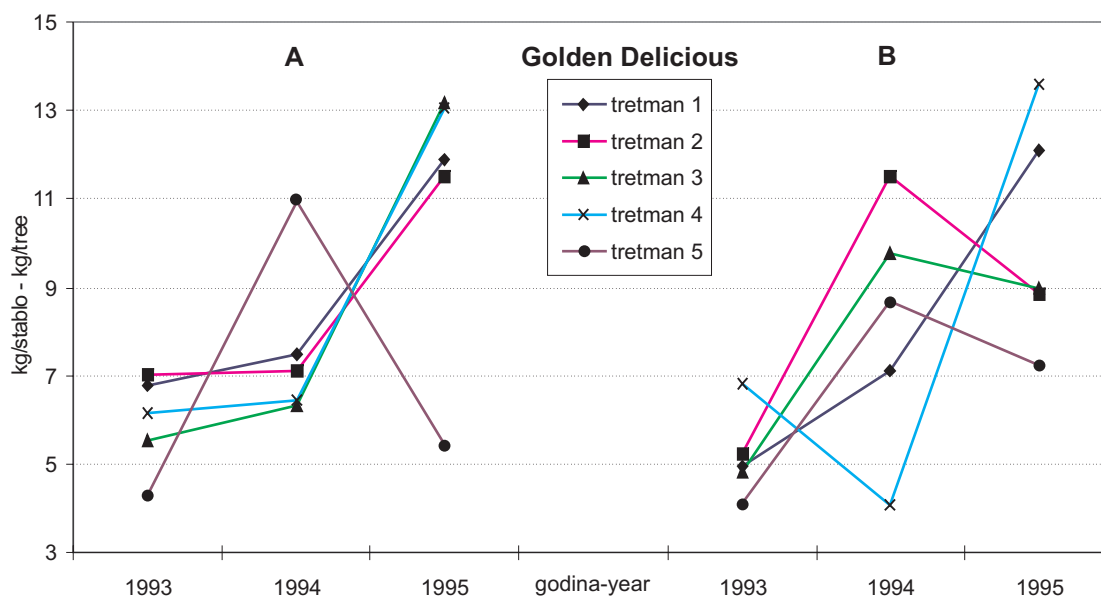
Tablica 12. Jonagold-Specifičan prirod (kg/cm² površine presjeka debla)Table 12. Jonagold-Yield efficiency (kg/cm² TCSA)

Tretman Treat.	varijanta - A			varijanta - B		
	1993	1994	1995	1993	1994	1995
1	1,66	0,91	1,08	1,53	0,50	1,25
2	1,52	1,12	0,89	1,69	0,74	1,22
3	1,56	0,99	1,13	1,40	0,52	1,12
4	1,65	0,39	0,96	1,82	0,43	1,10
5	1,47	0,83	0,99	0,96	0,88	1,00

stablu. Veća prosječna učinkovitost priroda kod sorte Jonagold, neovisno o primijenjenim tretmanima, utvrđena je u 1993. godini, niža u 1995. godini, a najniža u 1994. godini.

Golden Delicious

Dinamika priroda: U varijanti A najizraženija alternativnost bila je u kontroli, a u varijanti B u tretmanima



Graf. 4. Dinamika priroda po stablu (kg/stablo)
 Fig. 4. Dynamic of yield per tree (kg/tree)

Tablica 13. Golden Delicious-Kumulativan prirod (kg/stablo, 1993-1995. god.)

Table 13. Golden Delicious-Cumulative yield in kg/tree (1993-1995)

Tretman Treat.	A	značajnost-significance					B	značajnost-significance					\bar{X} (A,B)	značajnost-significance									
		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5					
1	27,78						24,16						25,77										
2	25,78						26,86						26,21										
3	25,86						22,38						24,26										
4	25,70						23,46						24,70										
5	19,57	*	*	*	*		19,98	*					19,77	*	*	*	*						
\bar{X}	25,20						23,35																
značajnost-significance (A-B)												N.S.											

Tablica 14. Golden Delicious-Kumulativan prirod plodova 1. klase (kg/stablo)

Table 14. Golden Delicious-Cumulative yield of 1st class fruits (kg/tree)

Tretman Treat.	A	značajnost-significance					B	značajnost-significance					\bar{X} (A,B)	značajnost-significance									
		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5					
1	26.27						21,55						23,65										
2	23.58						25,79						24,45										
3	24.89						20,80						22,78										
4	23.87						20,50						22,37										
5	18.46	*		*			19,22	*					18,84	*	*	*							
\bar{X}	23,56						21,44																
značajnost-significance (A-B)												N.S.											

2, 3 i 5, a osobitu alternativnost izazvao je tretman 4. Iz grafikona 4. vidi se pozitivni utjecaj fertirigacijskih tretmana tijekom vegetacije na dinamiku rodnosti i ublažavanje alternativnosti kod sorte Golden Delicious.

Kumulativan prirod: Iz podataka o kumulativnom prirodju za tri godine (Tab. 13.) vidljivo je da su najbolji rezultati postignuti u kontroli. Među ostalima

tretmanima u obadviije varijante nisu utvrđene signifikantne razlike, mada je vidljivo da je najbolje rezultate u varijanti A dao tretman 1, a u varijanti B tretman 2.

Kumulativan prirod plodova 1. klase: Kumulativan prirod plodova 1. klase u obadviije varijante bio je niži u tretmanu 5, odnosno u kontroli. Slično kao i kod sorata Elstar i Jonagold najveći prirod plodova

Tablica 15. Golden Delicious-Prosjечna masa plodova (kg) za razdoblje 1993-1995. god.
Table 15. Golden Delicious-Average fruit weight (kg) in years 1993-1995

Tretman Treat.	A	značajnost-significance					B	značajnost-significance					\bar{X} (A,B)	značajnost-significance							
		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5			
1	0,17						0,16						0,17								
2	0,16			*			0,17						0,17								
3	0,17						0,17						0,17								
4	0,17						0,16	*			*		0,16					*			
5	0,16			*			0,17						0,17								
\bar{X}	0,17						0,17						0,17								
značajnost-significance (A-B)												N.S.									

Tablica 16. Golden Delicious-Specifičan prirod (kg/cm² površine presjeka debla)
Table 16. Golden Delicious-Yield efficiency (kg/cm² TCSA)

Tretman Treat.	varijanta - A			varijanta - B		
	1993	1994	1995	1993	1994	1995
1	1,59	1,08	0,96	1,08	1,00	1,16
2	1,67	0,94	0,93	1,11	1,52	0,80
3	1,32	0,74	1,17	1,12	1,41	0,87
4	1,45	0,89	1,14	1,75	1,61	1,25
5	1,09	1,62	0,49	0,94	1,24	0,66

1. klase postignut je u varijanti A u tretmanu 1, a u varijanti B u tretmanu 2.

Prosjечna masa ploda: Na bazi trogodišnjih podataka može se konstatirati negativan utjecaj najveće doze dušika na prosječnu masu ploda u varijanti A. U varijanti B fertirigacija nije imala negativnog učinka na prosječnu masu plodova.

Specifičan prirod – učinkovitost priroda: Kao i kod ostalih sorata i kod sorte Golden Delicious niža učinkovitost priroda utvrđena je u tretmanima s nižim prirodom. U varijanti s fertirigacijom tijekom vegetacije veća učinkovitost priroda utvrđena je u 1993. godini, a slična u 1994. i 1995. godini, osim u kontroli koja je bila podložna alternativnoj rodosti.

U varijanti s tretmanima do 20. lipnja nije bila izražena takva tendencija.

RASPRAVA

Rezultati provedenih istraživanja ove složene znanstvene problematike, koja je vrlo aktualna pri uzgoju u gustom sklopu, prilog su boljem poznavanju odnosa između rasti i rodosti istraživanih sorti: Elstar, Idared, Jonagold i Golden Delicious, na podlozi M9 i mogućnosti, odnosno primjene brze djelotvorne agrotehlike fertirigacije. Osim toga nastojalo se bolje osvijetliti pitanje vremena primjene dušičnog gnojiva u obliku fertirigacije u odnosu na općenito prihvaćeno stajalište da diferencijacija cvatnih pupova počne nakon zastoja rasta mladica. Na slabo bujnoj podlozi kao što je M9, a u gustom sklopu od 2500

do 3000 sadnica po hektaru moguće je očekivati i drugačije ponašanje pojedinih sorti glede vremena i intenziteta zamatanja cvatnih pupova. Već smo istakli, a na to pokazuju i istraživanja provedena u svijetu, da se poremetnja između rasta i rodosti, odnosno fiziološke ravnoteže češće javlja pri uzgoju u gustom sklopu zbog dobro poznate kompeticije u korištenju svjetla toliko potrebnog za fotosintezu, zatim vode i hraniva iz tla koje je intenzivno prožeto korijenovom mrežom.

Fertirigacija uz svu svoju teoretski predviđenu prednost, zbog brzog djelovanja, može izazvati čitav niz negativnih učinaka glede poremetnje fiziološke ravnoteže. Stoga je bilo nužno provjeriti njenu opravdanost i odabrati najpovoljniji način za povećanje i održavanje rodosti i kvalitete priroda u suvremenom uzgoju u tipičnom uzgojnom području okolice Maribora. Dobiveni rezultati, kao što se mogli i očekivati, nisu mogli dati potpuni odgovor u smislu naših nastojanja. Međutim, pokazali su da je bez provjere u konkretnim uvjetima neopravdano i gotovo nemoguće korektno koristiti stečena iskustva na osnovi rada drugih istraživača. To se posebice odnosi na sorte Elstar i Jonagold. Elstar je izrazito alternativna sorta, pa je za utvrđivanje prikladne agrotehlike potrebno duže i detaljnije istraživanje. Sorta Jonagold je triploidna bujna sorta koja općenito, a posebice u mladenačkoj dobi ima naglašenu bujnost, pa je svaka stimulacija rasta upitna jer ona i bez toga postiže brzu vegetativno razvijenost. Posebno je pitanje da li se uz povećanje bujnosti kod ove sorte postiže i povećanje rodosti. Naša

istraživanja pokazuju, da je rodnost bila najbolja u kontroli, dakle bez gnojenja i natapanja. Do suprotnih zaključaka došao je Boesweld (1991), koji zaključuje, da je fertirigacija vrlo racionalna agrotehnička mjera i da je pri uzgoju u gustom sklopu (2400 stabala/ha), dakle približno isto kao u našem pokusu, tijekom pet godina kumulativan prirod sorte Jonagold bio osjetno povećan pa je iznosio 19 kg/stablu više nego uz standardnu primjenu NPK gnojiva površinski preko tla. To se može razumjeti vjerojatno kao posljedica različitih ekoloških uvjeta.

Kada se uspoređi prirod po stablu s prirastom debla, obavljena istraživanja sukladna su rezultatima do kojih su došli Taylor i Ferree (1984), Rom i Ferree (1984) i Wagenmakers (1988). Isti autori utvrdili su, da je plod jači akceptor za produkte fotosinteze od vegetativnog rasta, što se može i razumjeti kada se zna da u prirodi svaki živi organizam ima osnovni cilj ostvariti potomstvo. Dakako, ovo opće načelo nije uvijek prihvatljivo jer uz stanovite okolnosti može u pojedinim fenofazama doći do izuzetka.

Sorta Idared pokazala se u istraživanjima u usporedbi sa ostalim sortama kao najstabilnija pa bi mogli reći da uz istu primjenu agrotehnike ima najmanje izraženu alternativnu rodnost, odnosno da je po svojim genetskim i morfološkim osobinama zahvalna za uzgoj u gustom sklopu i da dobro reagira na fertirigaciju jer je u kontroli ostvarila najmanji prirod. Osim toga zbog dobrog rodnog potencijala ona je dala najveći prirod uz nižu količinu gnojiva (45 kg N/ha), posebice u varijanti kada je ta doza data tijekom čitave vegetacije. Ova sorta odlikuje se slabom bujnošću pa kontinuirano pritjecanje gnojiva pridonosi boljem fiziološkom potencijalu. Dobro je poznato u široj praksi da ova sorta razvija jednogodišnje izbojke srednje dužine, odnosno da vrlo rijetko na stablima Idareda nalazimo duge rodne i nerodne izbojke. Ova sorta je u tri eksperimentalne godine imala najveću učinkovitost priroda, a posebice u 1994. godini. Povoljan utjecaj fertirigacije na učinkovitost priroda izražen je uz dozu 45 kg N/ha, a što je već ranije komentirano prema ostalim parametrima vegetativne i generativne aktivnosti (Tojnko i Čmelik, 2001a, 2001b). Pri tom se može reći da prirod od 9 kg/stablu u 1994. godini nije izazvao pad priroda u 1995. godini.

Najnestabilnija sorta glede vegetativne i generativne aktivnosti bila je sorta Elstar. U odnosu na ostale sorte, kod sorte Elstar utvrđen je najveći prirast promjera debla što je samo još jedna potvrda da se radi o bujnoj sorti.

Sorta Golden Delicious je pokazala nešto veći vegetativni potencijal nego sorta Idared. Najjača povezanost između vegetativne i generativne aktivnosti očitovala se u kontroli pri čemu je slabiji vegetativni rast rezultirao većim prirodom i obrnuto, odnosno manifestirali su se tipični znakovi

alternativnosti. U tretmanima s fertirigacijom uočeni su pozitivni učinci na prirod i to približno jednaki uz dozu 45 kg N/ha primijenjenu tijekom vegetacije. Približno jednak pozitivan učinak na kumulativan prirod ostvaren je uz najveću dozu dušika primijenjenu do 20. lipnja, ali uz veća variranja kroz godine. Učinkovitost priroda uz primjenu fertirigacije tijekom vegetacije bila je veća u 1993. godini, a niža i dosta ujednačena u 1994. i 1995. godini. U varijanti fertirigacije do 20. lipnja veća učinkovitost utvrđena je u 1994. godini za doze 60 i 120 kg N/ha, ali ne i za dozu 45 kg N/ha. Najveće variranje učinkovitosti priroda, kao posljedica alternativnosti, utvrđeno je u kontroli. Prirod po stablu između 7 i 8 kg u 1994. godini nije izazvao pad priroda u 1995. godini, a koji je bio utvrđen u tretmanima s prirodom iznad 9 kg po stablu.

Općenito se može reći da učinkovitost priroda najbolje odražava ravnotežu između rasta i rodnosti u pojedinim godinama i kumulativno. Pored toga, veća učinkovitost priroda (kg/cm² površine presjeka debla) pokazuje da takve sorte možemo uzgajati u gušćem sklopu, a u skladu s tim postavlja se pitanje izbora odgovarajućeg uzgojnog oblika. Rezultati naših istraživanja glede učinkovitosti priroda sorte Idared podupiru suvremene tendencije uzgajanja ove sorte u vrlo gustom sklopu, pri čem se kao uzgojni oblik koristi vertikalni kordonac.

ZAKLJUČCI

Na temelju trogodišnjih istraživanja vegetativnog rasta i generativne aktivnosti sorti jabuke Elstar, Idared, Jonagold i Golden Delicious u kombinaciji s podlogom M9, a uzgojenih u gustom sklopu uz primjenu različitih načina glede količine i vremena primjene fertirigacije mogu se izvesti sljedeći zaključci:

Kada se analiziraju kumulativan prirod za trogodišnji period uočava se da niti kod jedne sorte varijanta (vrijeme primjene) tretmana nije signifikantno utjecala na prirod po stablu. U kontrolnom tretmanu izrazito niži kumulativan prirod ostvaren je kod sorte Golden Delicious, znatno niži kod sorte Elstar, niži samo u varijanti A kod sorte Idared, dok je kod sorte Jonagold u varijanti A u kontroli bio čak najviši. Ukupno gledano, približno jednak kumulativan prirod postigle su sorte Idared, Jonagold i Golden Delicious (oko 25 kg/stablo), a veći sorta Elstar (oko 29 kg/stablo).

Temeljem dobivenih podataka općenito se može konstatirati da su se u odnosu na tretmane i njihove varijante prema prirodu plodova 1. klase po stablu slično ponašale sorte Elstar, Jonagold i Golden Delicious, tj. kod sve tri sorte u varijanti A pri tretmanu 2 uz najveću dozu dušika ostvaren je najniži prirod, a u varijanti B uz istu dozu dušika

najveći prirod. Kod sorte Idared značajno povećanje priroda u varijanti A ostvareno je u tretmanu 1, a u varijanti B primijenjeni tretmani nisu utjecali na prirod plodova 1. klase.

- U pogledu prosječne mase plodova ispitivane sorte su različito reagirale na primijenjene tretmane i njihove varijante. Najkonzistentniji efekti utvrđeni su kod sorte Idared kod koje je najmanja prosječna masa plodova bila u tretmanu 4 u varijanti B, a kod sorte Jonagold kod tretmana 2 u varijanti A, što pored ranijih konstatacija, dodatno ukazuje na genetski specifične reakcije ispitivanih sorata na primijenjene tretmane.

- Općenito se može reći, da je najniža učinkovitost priroda utvrđena kod sorte Elstar, približno jednaka kod sorti Jonagold i Golden Delicious, a najveća kod sorte Idared. U pojedinim godinama učinkovitost priroda se među sortama razlikovala. Tako je veća učinkovitost priroda u 1993. godini utvrđena kod sorti Jonagold i Golden Delicious, a kod sorte Idared u 1994. godine. Najveće razlike učinkovitosti priroda po godinama utvrđene su u tretmanima u kojima je bila najizraženija alternativna rodnost, kod sorte Elstar u tretmanu s natapanjem i u kontroli, kod sorte Jonagold u tretmanu s natapanjem, a kod Golden Deliciousa u kontroli. Najmanje variranje učinkovitosti priroda bilo je kod sorte Idared.

LITERATURA

- Boesveld, H. 1991. Fertigation, een rendabele investering. *Fruiteelt*. 40: 14 - 15.
- Bravdo, B., Proebsting, E.L. 1993. Use of drip irrigation in orchards. *HortTechnology* 3:44-49.
- Dolega, E.K., Link, H., Blanke, M. 1998. Fruit quality in relation to fertigation of apple trees. *Acta Hort.* 466: 109-114.
- Fallahi, E., Colt, W.M., Fallahi, B., Chun, L.-J. 2001. Influence of different rates of nitrogen on fruit quality, yield and photosynthesis of 'Fuji' apple. *Acta Hort.* 564:261-268.
- Hornig, R., Bunemann, G. 1995. Baumstreifenbegrunung und Fertigation im integrierten Apfelanbau. I. Wachstum, Ertrag und Fruchtqualität. *Gartenbauwissenschaft* 60:262-268.
- Hornig, R., Bunemann, G. 1996. Baumstreifenbegrunung und Fertigation im integrierten Apfelanbau. II. Nährstoffversorgung der Apfelbaume. *Gartenbauwissenschaft* 61:1-7.
- Kipp, J.A. 1992. Thirty years fertilization and irrigation in Dutch apple orchards: a review. *Fertilizer Research* 32: 149-156.
- Klein, I., Levin, I., Bar-Yosef, B., Assaf, R., Berkovitz, A. 1989. Drip nitrogen fertigation of 'Starking Delicious' apple trees. *Plant & Soil* 120:971-976.
- Kodde, K., Van-der-Maas, R., Bolding, P. 1992. Fertigation bewijst zich ook in latere jaren. *Fruiteelt* 82:14-15.
- Neilsen, G.H., Parchomchuk, P., Wolk, W.D., Lau, O.L. 1993. Growth and mineral composition of newly planted apple trees following fertigation with N and P. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 118:50-53.
- Rom, C.R., Ferree, D.C. 1984. A comparison of the influence of summer pruning at two dates on the growth and development of young apple and peach trees. The Ohio State University, Ohio Agricultural Research and Development Center, Fruit Crops 1984: A summary of research. *Research Circular*, 283: 44 - 48.
- Taylor, B.H., Ferree, D.C. 1984. Response of appleshoots, flowers, fruits and roots to heading - back summer pruning. The Ohio State University, Ohio Agricultural Research and Development Center, Fruit Crops 1984: A summary of research. *Research Circular* 283: 38 - 44.
- Tojnkó, S., Čmelik, Z. 2001a. Fiziološka ravnoteža između rasta i rodnošći jabuke u ekološkim uvjetima Maribora. I. Vegetativni rast. *Pomologia Croatica* (in press)
- Tojnkó, S., Čmelik, Z. 2001b. Fiziološka ravnoteža između rasta i rodnošći jabuke u ekološkim uvjetima Maribora. II. Generativni rast. *Pomologia Croatica* (in press)
- Wagenmakers, P.S. 1988. Effects of planting system, tree shape, and additional summer pruning on growth, production and flowering of apple trees at high plant densities. *J. Hort. Sci.* 63: 383 - 392.
- Zydlík, Z., Pacholák, E. 1998. Wpływ fertygacji na zdolność przechowalniczą jablek odmiany Golden Delicious. *Prace z Zakresu Nauk Rolniczych* 85: 121-128.

acs67_21

Izvod iz doktorske disertacije naslova "Fiziološka ravnoteža između rasta i rodnošći jabuke u ekološkim uvjetima Maribora" obranjene na Agronomskom fakultetu u Zagrebu 20. prosinca 1996. godine, pred povjerenstvom:

- doc.dr.sc. Zlatko Čmelik, predsjednik
- prof.dr.sc. Ivo Miljković, mentor
- prof.dr.sc. Božidar Krajnčić, član