

Influence of Fertirigation With Nitrogen on Iron, Copper and Boron Content in Leaf and Cropping of 'Jonagold' and 'Golden Delicious' Apple Trees

Zlatko ČMELIK¹

Stanislav TOJNKO²

SUMMARY

Two apple (*Malus domestica* Borkh) cultivars grafted on M.9 rootstock were grown at high density ('Jonagold' 2500 trees/ha, '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 to 20 June - variant A, and treatments from 1 May to 1 August - variant B). The treatments were imposed beginning in the second year after planting and lasted seven years (1992-1998). Concentration of microelements in leaf was determined over the 7th and 8th growing seasons. During the seasons 1997/98 effects of the applied treatments on leaf mineral content were notable, but these effects often were not consistent. There were no significant timing effect on leaf nutrient concentration of both cultivars. During the cropping years (1993-1998) there were no consistent treatment effects for cumulative yield and cumulative yield efficiency. The highest cumulative yield achieved 'Jonagold' in the control, while 'Golden Delicious' performed best when it was fertilised with 45 and 60 kg N/ha.

KEY WORDS

Malus domestica, mineral nutrition, Fe, Cu, B

¹ Faculty of Agriculture University of Zagreb, Croatia

² Faculty of Agriculture University of Maribor, Slovenia

E-mail: zcmelik@agr.hr

Received: June 11, 2001

Utjecaj fertirigacije s dušikom na sadržaj željeza, bakra i bora u listu i rodnost jabuke sorti Jonagold i Golden delicious

Zlatko ČMELIK¹

Stanislav TOJNKO²

SAŽETAK

Pokus je izveden s dvije sorte jabuke (*Malus domestica* Borkh) cijepljene na podlozi M9 i uzgajane u gustom sklopu (Jonagold 2500 stabala/ha, Golden Delicious 3000 stabala/ha). U pokusu je bilo pet tretmana (fertirigacija s 45 kg N/ha, 60 kg N/ha, 120 kg N/ha, natapanje bez gnojidbe i kontrola – bez natapanja i uporabe gnojiva), u dvije varijante (tretmani za vrijeme vegetacije: od 1. svibnja do 20. lipnja – varijanta A, i od 1. svibnja do 1. kolovoza – varijanta B). Pokus je trajao sedam godina počevši od druge godine poslije sadnje (1992-1998.). Koncentracija mikroelemenata u lišću utvrđena je tijekom sedme i osme vegetacije. Tijekom tih vegetacija zamjećeni su određeni utjecaji primjenjenih tretmana na koncentraciju mikroelemenata u lišću, ali oni nisu bili konzistentni. Utjecaj varijanti primjenjenih tretmana na koncentraciju mikroelemenata u lišću nije bio značajan. U rodnim godinama (1993-1998.) nije utvrđen konzistentan utjecaj na kumulativan i specifičan kumulativan prirod obadviu sorti jabuke. Najveći kumulativan prirod ostvarila je sorta Jonagold u kontroli, dok je sorta Golden Delicious postigla najbolje rezultate uz primjenu fertirigacije s dušikom u dozi 45 i 60 kg N/ha.

KLJUČNE RIJEČI

Malus domestica, mineralna ishrana, Fe, Cu, B

¹ Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Hrvatska

² Fakulteta za kmetijstvo, Univerza v Mariboru, Slovenia

E-mail: zcmelik@agr.hr

Primljeno: 11. lipnja 2001.

UVOD

Primjena fertirigacije postala je uobičajena praksa u suvremenoj tehnologiji uzgoja jabuke u gustom sklopu. Minaralna hraniva, najčešće dušik, ali i drugi makro i mikrobiogeni elementi dodaju se u vodu za natapanje. Smatra se da je fertirigacija učinkovitija od konvencionalnih metoda gnojidbe zbog neposrednog kontakta između korijenja i tekuće faze tla. Time usisavajuće korijenje, koje se razvija u zoni fertirigacije, postaje dominantno za ishranu voćke, što, nadalje, olakšava održavanje ravnoteže između rasta i rodnosti (Bravdo i Proebsting, 1993) uz manju potrošnju mineralnih gnojiva (Edwards et al., 1982; Haynes, 1985). Istraživanja su pokazala da uz primjenu fertirigacije voćke razvijaju manji korijenov sustav koji je u semiaridnim uvjetima uglavnom lociran u zoni fertirigacije (Levin et al., 1979). Mada se općenito govori o pozitivnim učincima fertirigacije jabuke s dušikom (Klein et al., 1989), u pojedinim istraživanjima utvrđene su i negativne posljedice takve primjene gnojiva, posebice na pjeskovitim tlima (Haynes i Swift, 1987). Edwards et al. (1982) su utvrdili da dušik u obliku NH_4NO_3 pospješuje zakiseljavanje tla u zoni fertirigacije. Pad pH vrijednosti pridonosi povećanju sadržaja Al iona, što se može negativno odraziti na razvoj usisavajućeg korijenja, a time i na slabije usvajanje hraniva iz tla. Na smanjenu apsorpciju Ca, Mg, K, P, Zn, Cu, Mn i Fe uslijed povećane koncentracije Al iona u zoni korijena breskve i jabuke ukazuju istraživanja Kirkpatricka et al. (1975), te Kotzea et al. (1977). Haynes i Swift (1987) su utvrdili da acidifikacija tla pospješena fertirigacijom s dušikom rezultira značajno nižom razinom izmjenjivog Ca, Mg i K, te povećanom razinom izmjenjivog Al, Fe, Mn i Zn. O značajnoj acidifikaciji tla u mladim nasadima jabuke u zoni fertirigacije izvješćuju nas Nielsen et al. (1994) uz napomenu da njezin učinak u velikoj mjeri ovisi o uvjetima tla i obliku uporabljenog dušičnog gnojiva. Posebno se navodi da su mlade voćke jabuke osjetljive na formu uporabljenog dušika pri fertirigaciji (Nielsen et al., 1993). U pojedinim istraživanjima utvrđeni su pozitivni učinci fertirigacije na rast voćaka i koncentraciju mineralnih elemenata u lišću jabuke (Nielsen et al., 1993), dok se u drugim takva povezanost nije očitovala (Hornig i Bünemann, 1996). Također, povećanje priroda uz primjenu fertirigacije bilo je očito (Kodde et al., 1992), odnosno pozitivni učinci u odnosu na klasične metode gnojidbe i natapanja nisu bili primijećeni (Hornig and Bünemann, 1995).

Cilj naših istraživanja bio je da se utvrde učinci različitih doza i dužine trajanja fertirigacije s dušikom na koncentraciju Fe, Cu i B u lišću jabuke sorti Jonagold i Golden Delicious uzgajanih u gustom sklopu.

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).

Prije sadnje tlo je meliorativno gnojeno s 300 kg/ha kalija i 200 kg/ha fosfora. Kemijske analize tla nisu obavljene prije sadnje, već u zadnjoj godini pokusa (1998. god.). Analize tla su obavljene standardnim analitičkim metodama.

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

Istraživanjima su obuhvaćene dvije sorte jabuke (*Malus domestica* Borkh), cijepljene na slabo bujnu podlogu M 9, i uzgajane u gustom sklopu (Jonagold 2500 stabala/ha, Golden Delicious 3000 stabala/ha). 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.

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 60 kg N/ha,
3. fertirigacija s 120 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.

Pokus je trajao sedam godina počevši od druge godine poslije sadnje (1992 - 1998.). Tijekom istraživanja mjeren je promjer debla na visini 30 cm iznad tla svake godine pred kretanje vegetacije. Prirod (kg/stablo) je vagan počevši od treće godine pokusa (1993.). Sredinom svibnja, lipnja, srpnja i kolovoza 1997. i 1998. godine uzimano je lišće s druge trećine vegetativnih izbojaka za folijarne analize. Koncentracija željeza i bakra je utvrđena atomskom apsorpcionom spektrometrijom, a bora kolorimetrijski.

Tablica 1. Reakcija tla (pH u KCl)

Table 1. Soil pH (in KCl)

Tretman - Treatment	Jonagold		Golden Delicious		Značajnost Significance	Prosjek- Average
	A	B	A	B		
1	6,6	6,0	6,7	6,9	NS	6,6
2	5,8	5,6	7,0	6,6	NS	6,3
3	5,9	6,0	6,5	6,6	NS	6,3
4	6,0	6,2	6,8	6,7	NS	6,4
5	6,7	5,8	6,9	6,7	NS	6,5
Značajnost - Significance	NS	NS	NS	NS		
Prosjek - Average	6,1	5,9	6,8	6,6		6,4

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

REZULTATI I RASPRAVA

Kemijske osobine tla

Analize tla, obavljene u posljednoj godini pokusa, pokazale su da je tlo u pokusnom voćnjaku u Sadjarskom centru Gačnik na dubini 0-30 cm dobro 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 do neutralna u pojedinim tretmanima i varijantama pokusa (Tab. 1.). Razlike prema pH vrijednostima među tretmanima i varijantama pokusa nisu bile značajne. Očigledno je da fertirigacija s dušikom nije izazvala acidifikaciju tla, a na koju ukazuju rezultati drugih istraživača (Edwards et al., 1982; Haynes i Swift, 1987; Nielsen et al., 1994). Može se pretpostaviti da je tlo u pokusnom nasadu, zahvaljujući fizikalnim i kemijskim svojstvima, manje

podložno promjenama pH reakcije, odnosno da ima veći puferni kapacitet nego li tla na kojima su spomenuti istraživači uočili zakiseljavanje izazvano fertirigacijom s dušikom.

Koncentracija Fe, Cu i B u listu

Jonagold

U varijanti A koncentracija željeza u lišću bila je najveća u svibnju, tijekom lipnja je značajno opala, a zatim se u srpnju i kolovozu zadržala na nešto višoj razini (Tab. 2. i 3.). U varijanti B također je zabilježeno opadanje koncentracije od svibnja, ali bez naglašenog smanjenja tijekom lipnja (Tab. 2. i 3.). Nije uočen utjecaj primjenjenih tretmana na koncentraciju Fe u lišću. Koncentracija željeza u lišću tijekom kolovoza u obadvije varijante pokusa bila je u granicama literaturnih navoda (Faust, 1989; Westwood, 1995).

Koncentracija bakra u lišću bila je najveća u svibnju, značajno se smanjila tijekom lipnja i srpnja, a zatim se zadržala na približno istoj razini. Ista sezonska dinamika Cu utvrđena je u obadvije godine i u obadvije

Tablica 2. Utjecaj primjenjenih tretmana fertirigacije i perioda vegetacije 1997. i 1998. na koncentraciju mikroelemenata u lišću (ppm) sorte Jonagold – varijanta A

Table 2. Effect of fertigation treatment and time of growing season during 1997 and 1998 on mineral concentration of leaves (ppm) of 'Jonagold' – variant A

Tretman - Treatment	1997			1998		
	Fe	Cu	B	Fe	Cu	B
1	70,8	7,2	24,7	73,0	7,9	23,2
2	64,8	7,1	24,7	67,7	8,7	23,0
3	73,0	8,7	25,7	73,7	7,7	23,0
4	71,3	8,2	28,2	74,0	7,1	26,0
5	70,7	7,5	31,7	73,6	8,0	24,5
Mjeseci - Month						
Svibanj - May	89,4	10,5	28,2	76,6	9,7	20,4
Lipanj - June	51,8	8,7	23,2	73,2	7,6	24,4
Srpanj - July	72,2	5,2	32,8	73,0	7,1	27,2
Kolovoz - August	64,2	6,3	24,4	68,6	7,1	23,4
Značajnost - Significance						
Tretmani - Treatments	NS	*	*	NS	NS	*
Mjeseci - Month	**	**	**	NS	**	**

Tablica 3. Utjecaj primjenjenih tretmana fertirigacije i perioda vegetacije 1997. i 1998. na koncentraciju mikroelemenata u lišću (ppm) sorte Jonagold – varijanta B
 Table 3. Effect of fertigation treatment and time of growing season during 1997 and 1998 on mineral concentration of leaves (ppm) of 'Jonagold' – variant B

Tretman - Treatment	1997			1998		
	Fe	Cu	B	Fe	Cu	B
1	69,5	7,9	27,0	76,5	8,1	24,2
2	74,5	8,1	25,5	77,0	8,1	24,2
3	71,7	7,9	25,7	78,2	7,3	23,7
4	72,5	9,1	28,7	80,2	7,0	24,7
5	70,7	7,5	31,7	73,6	8,0	24,5
Mjeseci - Month						
Svibanj - May	99,0	10,8	26,0	88,6	9,8	21,0
Lipanj - June	54,6	9,5	30,4	79,4	8,1	24,0
Srpanj - July	69,8	5,9	30,2	67,2	6,2	28,2
Kolovoz - August	66,6	6,4	24,0	71,6	6,6	24,4
Značajnost - Significance						
Tretmani - Treatments	NS	*	NS	NS	*	NS
Mjeseci - Month	**	**	NS	**	**	**

Tablica 4. Utjecaj varijante fertirigacije (A, B) i vegetacijske sezone (1997, 1998) na sadržaj mikroelemenata u lišću sorte Jonagold
 Table 4. Effect of variants of fertigation (A,B) and growing seasons (1997,1998) on mineral concentration of leaves of 'Jonagold'

Varijanta - Variant	Fe (ppm)	Cu (ppm)	B (ppm)
A	71,1	7,8	25,5
B	74,6	7,9	26,0
LSD (P=0.05)	3,5	0,3	1,5
Značajnost - Significance A/B	NS	NS	NS
Godina - Year			
1997	70,9	7,9	27,4
1998	74,8	7,8	24,1
LSD (P=0.05)	6,6	0,7	1,7
Značajnost - Significance 97/98	NS	NS	**
Varijanta/godina - Variant/Year			
A/97	69,4	7,7	27,1 a
B/97	72,5	8,2	27,6 a
A/98	72,8	7,9	23,8 b
B/98	76,7	7,7	24,4 b

varijante pokusa (Tab. 2. i 3.). Utjecaj primjenjenih tretmana fertirigacije je bio evidentan, ali nije bio konzistentan u pojedinim varijantama u obadrije godine istraživanja. Nije utvrđen značajan utjecaj varijante fertirigacije (A, B) ili vegetacijske sezone (1997, 1998) na sadržaj Cu u listu sorte Jonagold (Tab. 4.). Utvrđene koncentracije tijekom srpnja i kolovoza bile su usporedive s literaturnim podacima o normalnoj koncentraciji Cu u lišću jabuke (Faust, 1989; Westwood, 1995).

Sezonska dinamika B u listu bila je različita od dinamike Fe i Cu. Koncentracija B bila je niža u svibnju, povećavala se tijekom lipnja i dosegla maksimalnu razinu u srpnju ili kolovozu. Razlike među tretmanima fertirigacije u varijanti A su bile uočljive, pri

čemu je utvrđena niža razina B uz primjenu fertirigacije s dušikom nego u kontroli ili u tretmanu s natapanjem bez gnojidbe (Tab. 2.). Ovaj nalaz sukladan je podacima Westwooda (1995), koji navodi da dodani dušik može smanjiti usvajanje B. Međutim, izostanak slične reakcije u varijanti B ne daje argumente koji bi ukazivali na očigledan utjecaj primjenjenih tretmana na koncentraciju B u lišću Jonagolda. Razlike među vegetacijskim sezonama (1997 i 1998.) prema koncentraciji B u lišću bile su značajne (Tab. 4.) i vjerojatno su posljedica razlika u visini priroda u pojedinim godinama, odnosno stupnja alternativne rodnosti, što je detaljnije elaborirano u članku Tojnka et al. (2001). Koncentracija B u lišću tijekom srpnja i kolovoza bila je niska, odnosno ispod

optimalne razine u usporedbi s podacima Fausta (1989) i Westwooda (1995).

Golden Delicious

Koncentracija željeza u lišću sorte Golden Delicious slijedila je praktično isti trend kao i u sorte Jonagold (Tab. 5. i 6.). Razlike među primjenjenim tretmanima i varijantama pokusa (Tab. 7.) prema koncentraciji Fe u lišću bile su vrlo male. Utvrđene su značajne razlike u koncentraciji Fe među godinama istraživanja, što se vjerojatno može pripisati razlikama u visini priroda. Razina koncentracije Fe u listu tijekom srpnja i

kolovoza bila je unutar granica intervala normalnih koncentracija za jabuku (Faust, 1989; Westwood, 1995).

Sezonska dinamika koncentracije Cu u listu sorte Golden Delicious pratila je sličan trend kao i u sorte Jonagold. U 1997. godini najniža koncentracija bakra utvrđena je u listu kontrole u obadvije varijante. Sljedeće godine ta se pojava nije ponovila, te se o mogućem utjecaju fertirigacije na razinu koncentracije Cu u listu ne može pouzdano suditi. Utvrđene koncentracije Cu kreću se u granicama normalnih

Tablica 5. Utjecaj primjenjenih tretmana fertirigacije i perioda vegetacije 1997. i 1998. na koncentraciju mikroelemenata u lišću (ppm) sorte Golden Delicious – varijanta A

Table 5. Effect of fertigation treatment and time of growing season during 1997 and 1998 on mineral concentration of leaves (ppm) of 'Golden Delicious' – variant A

Tretman - Treatment	1997			1998		
	Fe	Cu	B	Fe	Cu	B
1	65,7	7,5	25,7	76,2	7,3	23,7
2	65,0	8,4	27,2	73,7	7,6	24,2
3	65,5	8,7	26,5	76,7	7,1	24,5
4	67,2	7,8	26,5	74,0	7,2	25,2
5	61,1	6,5	28,7	72,3	7,5	24,2
Mjeseci - Month						
Svibanj - May	82,4	10,2	26,2	77,2	8,6	21,2
Lipanj - June	51,2	7,9	23,2	70,2	6,7	24,4
Srpanj - July	65,2	4,7	29,2	72,4	6,9	28,2
Kolovoz - August	58,6	8,2	24,6	70,0	7,0	24,0
Značajnost - Significance						
Tretmani - Treatments	*	*	*	NS	NS	NS
Mjeseci - Month	**	**	**	*	**	**

Tablica 6. Utjecaj primjenjenih tretmana fertirigacije i perioda vegetacije 1997. i 1998. na koncentraciju mikroelemenata u lišću (ppm) sorte Golden Delicious – varijanta B

Table 6. Effect of fertigation treatment and time of growing season during 1997 and 1998 on mineral concentration of leaves (ppm) of 'Golden Delicious' – variant B

Tretman - Treatment	1997			1998		
	Fe	Cu	B	Fe	Cu	B
1	64,0	7,8	26,2	74,7	7,1	24,0
2	65,0	7,4	25,5	73,0	7,8	23,7
3	67,5	6,8	25,5	73,7	7,2	23,5
4	77,7	8,7	28,7	70,2	7,0	26,0
5	61,1	6,5	28,7	72,3	7,5	24,2
Mjeseci - Month						
Svibanj - May	83,4	9,7	26,2	83,2	9,0	21,0
Lipanj - June	54,6	7,9	25,0	69,2	6,9	23,4
Srpanj - July	67,4	4,8	35,6	65,8	7,0	28,0
Kolovoz - August	65,2	7,6	25,6	71,8	6,5	24,6
Značajnost - Significance						
Tretmani - Treatments	NS	*	NS	NS	NS	*
Mjeseci - Month	**	**	*	**	**	**

Tablica 7. Utjecaj varijante fertirigacije (A, B) i vegetacijske sezone (1997, 1998) na sadržaj mikroelemenata u lišću sorte Golden Delicious

Table 7. Effect of variants of fertigation (A,B) and growing seasons (1997,1998) on mineral concentration of leaves of 'Golden Delicious'

Varijanta - Variant	Fe (ppm)	Cu (ppm)	B (ppm)
A	69,6	7,5	25,1
B	70,1	7,4	26,2
LSD (P=0.05)	3,1	0,4	1,9
Značajnost - Significance A/B	NS	NS	NS
Godina - Year			
1997	66,0	7,6	26,9
1998	73,7	7,3	24,3
LSD (P=0.05)	5,2	0,8	1,6
Značajnost - Significance 97/98	**	NS	**
Varijanta/godina - Variant/Year			
A/97	64,3 c	7,7	25,8 ab
B/97	67,6 bc	7,5	28,1 a
A/98	74,9 a	7,3	24,4 b
B/98	72,5 ab	7,3	24,2 b

koje za jabuku navode Faust (1989) i Westwood (1995).

Kretanje koncentracije B u listu jabuke Golden Delicious bilo je vrlo slično kao i u sorte Jonagold, tj. u svibnju je bila niska koncentracija B, zatim se ona povećavala i maksimalne vrijednosti dostigla u srpnju, da bi zatim došlo do osjetnog pada u kolovozu. Koncentracija bora u srpnju i kolovozu je u odnosu na literaturne standarde (Faust, 1989; Westwood, 1995) bila niska.

Prirod

Jonagold

Kumulativni prirod bio je manji u varijanti A. Najveći kumulativni prirod u varijanti A postignut je u kon-

troli, a značajno manji pri fertirigaciji s 120 kg N/ha. Razlike među tretmanima 1-4 nisu bile značajne. U varijanti B kumulativni prirod bio je sličan u svim tretmanima (Tab. 8.). Specifičan kumulativan prirod donekle se razlikovao među tretmanima i varijantama pokusa, ali te razlike nisu bile statistički opravdane. Uvažavajući oba parametra može se zaključiti da je sorta Jonagold u ekološkim uvjetima Maribora postigla vrlo dobre rezultate bez gnojidbe i natapanja.

Golden Delicious

Kumulativni prirod sorte Golden Delicious nije se statistički značajno razlikovao pod utjecajem primjenjenih tretmana i varijanti fertirigacije s dušikom (Tab. 9.). Međutim, kada se promatra specifičan prirod, izražen količinom priroda na površinu poprečnog

 Tablica 8. Kumulativni prirod (1993-98) i kumulativni specifični prirod (kg/cm² TCSA) sorte Jonagold pod utjecajem tretmana (1-5) i varijanti (A, B) fertirigacije s dušikom

 Table 8. Cumulative yield (1993-98) and cumulative yield efficiency (kg/cm² TCSA) of 'Jonagold' as affected by treatments (1-5) and variants (A, B) of fertigation with nitrogen

Tretman/varijanta - Treatment/Variant	Kumulativni prirod Cumulative yield (t/ha)		Kumulativni specifični prirod Cumulative yield efficiency (kg/cm ²)	
	A	B	A	B
1	154.26 ab	189.14	3.64	3.11
2	159.85 ab	194.45	4.47	3.96
3	128.94 b	187.88	3.12	2.99
4	169.70 ab	197.06	2.87	3.16
5	191.38 a	191.38	3.15	3.15
LSD (P=0.05%)	47.80	37.03	1.81	1.35
Značajnost - Significance	*	NS	NS	NS

Tablica 9. Kumulativni prirod (1993-98) i kumulativni specifični prirod (kg/cm² TCSA) sorte Golden Delicious pod utjecajem tretmana (1-5) i varijanti (A, B) fertirigacije s dušikom

Table 9. Cumulative yield (1993-98) and cumulative yield efficiency (kg/cm² TCSA) of 'Golden Delicious' as affected by treatments (1-5) and variants (A,B) of fertigation with nitrogen

Tretman/varijanta - Treatment/Variant	Kumulativni prirod Cumulative yield (t/ha)		Kumulativni specifični prirod Cumulative yield efficiency (kg/cm ²)	
	A	B	A	B
1	206,64	187,62	3,63	3,46 ab
2	201,61	209,95	3,47	3,85 a
3	180,33	192,24	2,91	3,70 ab
4	206,28	189,24	3,46	2,97 b
5	179,33	179,33	3,21	3,21 b
LSD (P=0.05%)	43,26	34,74	0,68	0,75
Značajnost - Significance	NS	NS	NS	*

presjeka debla, vidi se da je najuspješniji bio tretman 2 (fertirigacija s 60 kg N/ha) u varijanti B.

ZAKLJUČAK

Obavljena istraživanja pokazala su da primjena fertirigacije s dušikom nije utjecala na promjenu reakcije tla, koje po svom teksturnom sastavu spada u skupinu težih tala i ima slabo kiselu reakciju, te se odlikuje zadovoljavajućom pufernom sposobnošću.

Budući da fertirigacija s dušikom nije izazvala promjene reakcije tla, a time i promjenu dostupnosti Fe, Cu i B, primjenjeni tretmani nisu utjecali na dinamiku i razinu koncentracije ovih elemenata u listu jabuke Jonagold i Golden Delicious.

Primjenjeni tretmani očitovali su se u određenoj mjeri na kumulativan i specifičan prirod, ali za svaku sortu specifično. U istraživanim uvjetima sorta Jonagold dala je najbolje rezultate bez natapanja i gnojidbe dušikom, tj. u kontroli. Nasuprot tome, sorta Golden Delicious postigla je najbolje rezultate uz primjenu fertirigacije s dušikom u dozi 45 i 60 kg N/ha.

LITERATURA

- Bravdo B., Proebsting E.L. (1993). Use of drip irrigation in orchards. HortTechnology 3: 44-49.
- Edwards H.H., Bruce R.R., Horton B.D., Chesness J.L., Wehunt E.J. (1982). Soil cation and water distribution as affected by NH₄NO₃ applied through a drip irrigation system. J.Amer.Soc.Hort.Sci. 197: 1142-1148.
- Faust M. (1989). Physiology of temperate zone fruit trees. John Wiley & Sons, Inc. New York.
- Haynes R.J. (1985). Principles of fertilizer use for trickle irrigated crops. Fert.Res. 6: 235-255.

Haynes R.J., Swift R.S. (1987). Effect of trickle fertigation with three forms of nitrogen on soil pH, levels of extractable nutrients below the emitter and plant growth. Plant & Soil 102: 211-221.

Hornig R., Bünemann G. (1995). Baumstreifenbegrenung und Fertigation im integrierten Apfelnbau. I. Wachstum, Ertrag und Fruchtqualität. Gartenbauwissenschaft 60: 262-268.

Hornig R., Bünemann G. (1996). Baumstreifenbegrenung und Fertigation im integrierten Apfelnbau. II. Nährstoffversorgung der Apfelbaume. Gartenbauwissenschaft 61: 1-7.

Kirkpatrick H.C., Thompson J.M., Edwards J.H. (1975). Effects of aluminium concentration on growth and chemical composition of peach seedlings. HortScience 10: 132-134.

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). Fertigatie bewijst zich ook in latere jaren. Fruitteelt - Den Haag 82: 14-15.

Kotze W.A.G., Shear C.B., Faust M. (1977). Effect of nitrogen source and aluminium in nutrient solution on the growth and mineral nutrition of apple and peach seedlings. J Amer. Soc. Hort. Sci. 102: 279-282.

Levin I., Assaf R., Bravdo B. (1979). Soil moisture and root distribution in an apple orchard irrigated by tricklers. Plant and Soil 52: 31-40.

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.

Neilsen G.H., Parchomchuk P., Hogue E.J., Wolk W.D., Lau O.L. (1994). Response of apple trees to fertigation-induced soil acidification. Can.J. Plant Sci. 74: 347-351.

Tojnkó S., Čmelik Z., Zadravec P. (2001). Influence of fertigation with nitrogen on leaf mineral composition and cropping of 'Jonagold' and 'Golden Delicious' apple trees. Acta Horticulturae (In press).

estwood M.N. (1995). Temperate zone pomology. Physiology and culture. Timber Press, Inc. Portland, Oregon.