

**Agrovoc descriptors:** malus pumila, apples, fertilizers, fertilizer application, foliar application, fruit, quality, soil, calcium

**Agris category code:** F04, P35, F01

COBISS koda 1.01

Univerza v Mariboru  
Fakulteta za kmetijstvo

Univerza v Ljubljani  
Biotehniška Fakulteta  
Oddelek za agronomijo

## Vpliv tal in foliarnega gnojenja s kalcijem na kakovost plodov jabolane (*Malus domestica* Borkh.) 'Jonagold'<sup>a</sup>

Mateja MURŠEC<sup>1</sup>, Franci ŠTAMPAR<sup>2</sup>, Franc LOBNIK<sup>3</sup>

Delo je prispelo 20. decembra 2003; sprejeto 1. junija 2004

Received December 20, 2003; accepted June 1, 2004

### IZVLEČEK

V dvoletnem poskusu smo na lokaciji Ivanjkovci pri Ormožu ugotavljali vpliv tal in različnih kalcijevih foliarnih gnojil (Kalgan, Caltrac in Calciogreen) na kakovost plodov jabolane 'Jonagold'. Za parametre kakovosti plodov smo izbrali vsebnost kalcija (Ca), kalija (K) in magnezija (Mg) na enoto suhe in sveže snovi plodov, ustrezna razmerja med omenjenimi elementi v plodovih (Ca/Mg, (K+Mg)/Ca, K/Ca), trdoto, premer in maso plodov. Tla v nasadu so bila močno kislila (pH=4,57 v KCl) z majhnim deležem izmenljivega Ca (30 % kationske izmenjalne kapacitete - KIK) in z večjim deležem Mg (11,5 % KIK). Tla so bila distrična (stopnja nasičenosti tal z bazičnimi kationi je bila 44 %). Ugotovili smo nizko stopnjo korelacije med tlemi in plodovi glede mineralne sestave (Ca, Mg in K), kar dokazuje kompleksnost razmerja med tlemi in drevesom. Vremenske razmere za sprejem kalcija iz tal v času razvoja plodov so bile v obeh sezonah ugodne, saj ni bilo izrazitega sušnega obdobja. Dodani pripravki niso pokazali statistično značilnega učinka na samo vsebnost kalcija v plodovih (izjema je bil Calciogreen v letu 1997). Prav tako nismo ugotovili statistično značilnega vpliva dodanih kalcijevih pripravkov na trdoto, maso in velikost plodov. Njihov vpliv se je izrazil šele pri razmerjih med Mg, K in Ca v plodovih, kjer so kontrolni plodovi kazali najslabše skladiščne sposobnosti. Nizko stopnjo korelacije smo ugotovili tudi med posameznimi parametri kakovosti plodov (vsebnost Ca, Mg in K v plodovih, trdota plodov).

**Ključne besede:** kalcij, jabolana, *Malus domestica*, tla, kakovost plodov

<sup>a</sup> Ta članek je del magistrskega dela Mateje Muršec. Mentor: prof. dr. Franc Lobnik, somentor: prof. dr. Franci Štampar. This article is a part of master thesis of Mateja Muršec. Supervisor: Prof. Ph.D. Franc Lobnik, co-supervisor: Prof. Ph.D. Franci Štampar

<sup>1</sup> asist., mag., Fakulteta za kmetijstvo, Vrbanska 30, 2000 Maribor

<sup>2</sup> prof. dr., Biotehniška fakulteta, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana

<sup>3</sup> prof. dr., Biotehniška fakulteta, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana

## ABSTRACT

THE IMPACT OF SOIL AND FOLIAR SPRAYING WITH CALCIUM ON QUALITY OF APPLE FRUITS (*Malus domestica*) 'JONAGOLD'

In a two-years trial on the location Ivanjkovci near Ormož we investigated the impact of the soil and different calcium foliar sprays (Kalgan, Caltrac in Calciogreen) on apple fruit quality of 'Jonagold'. For the parameters of apple fruits quality we observed the calcium (Ca), potassium (K) and magnesium (Mg) content in dry weight and in fresh weight of fruits, the suitable relations among mentioned elements in fruits (Ca/Mg, (K+Mg)/Ca, K/Ca), firmness, weight and diameter of fruits. The soil had very low pH (4,57 in KCl), small share of exchangeable Ca (30 % in cation exchange capacity - CEC) and big share of Mg (11,5 % in CEC). The soil was distric (base saturation level was 44 %). Correlations between calcium, magnesium and potassium content in soil and in fruits were very weak, what indicated the very complex relationship between the soil and the trees. Weather conditions for calcium accumulation in period of fruit development were favourable in both seasons, because there was no drought. Calcium sprays had no significant impact on calcium content in fruits (except significant effect of Calciogreen in the year 1997). Positive affect of calcium sprays was observed in suitable relations among calcium, magnesium and potassium in fruits, whereas the control fruits showed the worst storage quality. Calcium sprays had no impact on fruit firmness, weight and diameter of fruits. We also observed very weak correlations among some parameters of fruit quality (Ca, Mg and K content in fruits, fruit firmness).

**Key words:** calcium, apples, *Malus domestica*, soil, fruit quality

## 1 UVOD

Dobra kakovost in skladiščna sposobnost jabolk je pogojena z uravnoteženo mineralno prehrano drevesa, na katero vplivajo različni dejavniki (talne in klimatske razmere, genetski potencial, aktivnost koreninskega sistema, obremenjenost drevesa, razmerje med količino listov in plodov, čas obiranja, agrotehnični ukrepi itd.). Zaradi različnih sposobnosti sprejema in transporta posameznih elementov, prihaja pri jablanah pogosto do motenj mineralnega ravnovesja, ki ima za posledico pojav različnih fizioloških bolezni plodov. Pri tem ima najbolj odločilno vlogo kalcij (Ca). Njegov učinek ni mogoče nadomestiti z nobenim drugim elementom (Faust, 1989). Večje količine kalcija v plodovih povečujejo trdoto plodov in zavirajo zorenje, kar je pomembno za jabolka, ki jih dolgo skladiščimo. Plodovi z nezadostno koncentracijo kalcija so bolj dovzetni za fiziološke bolezni (grenka pegavost, notranji zlom), posebno pri kultivarjih z velikimi plodovi ('Jonagold') (Fallahi, Simons, 1996). Pojav fizioloških bolezni kot posledica pomanjkanja kalcija v plodovih je resen problem sodobnih gostih nasadov oz. modernih kultivarjev. Tudi zahteve potrošnikov po kakovosti jabolk so vedno večje, zato le težko dosežemo želene cilje brez uporabe kalcijevih dodatkov.

Najbolj utečen agrotehnični ukrep za doseg zadostne koncentracije kalcija v plodovih je foliarno gnojenje z raztopino kalcijevega klorida. Kljub široki uporabi teh pripravkov se grenka pegavost plodov še vedno pojavlja (Carbo, 1998). Vzrok za pomanjkanje kalcija v plodovih je lahko v neugodnih talnih ali vremenskih razmerah ali pa v transportu tega elementa po rastlini (Faust, 1989). Od talnih lastnosti je za sprejem kalcija v rastlino pomembna predvsem nasičenost talnih koloidov s kalcijevimi ioni, razmerje med posameznimi ioni na sorptivnem delu tal ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{H}^+$ ,  $\text{Al}^{3+}$  itd.) (Tomala in Dilley, 1990; Mengel, 1991) ter reakcija tal (Leskošek, 1993). Sproščanje  $\text{Ca}^{2+}$  (in drugih hranil) iz sorptivnega dela tal in njegova dostopnost rastlinam je odvisna tudi od tipa glinenih mineralov oz. od kationske izmenjalne kapacitete tal (KIK) (Prasad in Power, 1997). Tudi kislota tla z majhno

količino izmenljivega kalcija lahko prispevajo zadovoljivo količino kalcija za oskrbo plodov s kalcijem (Little, 1993; Haynes, 1992).

Rastline sprejemajo kalcij iz tal v ionski obliki, absorpcija pa je odvisna od okoljskih dejavnikov in od lastnosti koreninskega sistema (Himerlick in McDuffie, 1983). Ko kalcij doseže površino korenin, se lahko giblje skozi koreninsko skorjo z difuzijo, z izmenjavo na prosta mesta v ksilemskih žilah ali s kombinacijo obeh (Vang-Petersen, 1980). Gibanje kalcija iz koreninske skorje v centralni cilinder in ksilemske žile je omejen z oplutenelimi kasparijevimi trakovi endodermisa. Za premostitev te ovire se morajo kalcijevi ioni transportirati skozi membrane v simplast vzdolž nepretrgane zveze citoplazme. Tako je sprejem in transport kalcija do ksilema v glavnem omejen na mlade dele korenin kot so koreninski vršički. Ko prispejo kalcijevi ioni v centralni cilinder, lahko vstopijo v ksilemske žile z aktivnim izločanjem ksilemskih parenhimskih celic ali s pasivnim preходом (Himerlick in McDuffie, 1983). Transport v višje dele rastlin poteka po ksilemu in sicer skoraj izključno pasivno, v smeri mlajših meristematskih tkiv. Kalcij se po rastlini premešča po ksilemu s transpiracijskim tokom, zato je v veliki meri gibanje tega iona odvisno od intenzitete transpiracije. Tudi koreninski pritisk ima določen vpliv, predvsem ponoči, ko transpiracija preneha (Mengel in Kirby, 1987). Gibanja kalcija po ksilemu ne moremo pojasniti samo z masnim tokom, kajti kalcijevi ioni se lahko v celičnih stenah ksilema tudi adsorbirajo. Tukaj se lahko izmenjajo z nekaterimi ostalimi kationi, ki dalje potujejo v smeri transpiracije (Mengel in Kirby, 1987). Transport kalcija se bistveno razlikuje od prenosa kalija in magnezija (pa tudi dušika in fosfatov), ki se prenašata preko floema. Kalcij je slabo mobilan po floemu in po simplastu iz celice v celico (Marschner, 1995). Retrogradni prenos iz cvetov v steblo in korenine, še posebej pa v plodove, je zanemarljivo majhen. Podobno velja za prenos kalcija iz starejših, s kalcijem bogatih listov, v mlade, rastoče dele rastline. Zaradi procesov izmenjave v žilah ksilema pravzaprav ni neposredne povezave med vnosom vode in vnosom kalcija na drugi strani. V jablanah se v floemu naloži izredno malo kalcija in posledično tudi v plodovih, medtem ko so ponavadi listi in lesni poganjki s kalcijem dobro preskrbljeni (Mengel, 1991).

Mnogokrat je nezadostna prehrana plodov s kalcijem (kljub ugodnim talnim razmeram) posledica neugodnih vremenskih razmer. Do takšnih motenj pride zaradi oviranega sprejema kalcija v plodove ali zaradi zmanjšanega premeščanja tega hranila, ki je lahko posledica manjše transpiracije (hladno spomladansko vreme) v času razvoja plodov ali vodnega stresa v poznem poletju (vroči poletni dnevi) (Fallahi in Simons, 1996; Rease in Drake, 1993).

Vloga kalcija v tleh je prav tako pomembna, ker izboljšuje fizikalne lastnosti tal: vpliva na boljšo prepustnost in zračnost ter izboljšuje strukturo tal. Prisotnost kalcija v tleh je velikega pomena tudi zaradi vpliva na reakcijo tal in s tem na dostopnost rastlinskih hranil. Vse to vpliva na življenje mikroorganizmov v tleh in pospešuje mineralizacijo organske snovi, s tem pa izboljšuje prehrano rastlin (Pajestka in Pavlin, 1992). Ne smemo pozabiti, da so tla tisti primarni vir, iz katerega rastline sprejemajo kalcij. Kalcij v tleh posredno vpliva tudi na sprejem drugih rastlinskih hranil in s tem na mineralno sestavo plodov, ki je odločilnega pomena za kakovost in skladiščno sposobnost plodov. Glede interakcije med kalcijem v tleh in v plodovih je bilo narejeno zelo malo raziskovalnega dela (Weibel in sod., 1997). Prav to je bil vzrok za preučevanje pomena tal in foliarnega gnojenja za boljšo preskrbo plodov s kalcijem.

## 2 MATERIAL IN METODE

Poskus je bil opravljen na kultivarju 'Jonagold' v severovzhodni Sloveniji, v Ivanjkovcih, drevesa so bila stara sedem oz. osem let, posajena v dvovrstnem sistemu (3,2 m x 1,3 m + 0,8 m) na podlagi M9, gojitvena oblika je bila ozko vreteno.

V letih 1997 in 1998 smo ugotavljali vpliv različnih kalcijevih foliarnih gnojil (Kalgan - 30 % raztopina CaCl, Caltrac - 33,2 % raztopina CaO in Calciogreen - 34 % raztopina CaO) na kakovost plodov jabolane 'Jonagold'. Poskus je bil postavljen v štirih obravnavanjih (tri pripravki + kontrola - netretirano) in štirih ponovitvah. V vsaki rastni sezoni smo opravili šest foliarnih aplikacij (s štirinajstdnevnimi časovnimi razmiki) s kalcijevimi pripravki v koncentracijah, ki jih priporočajo proizvajalci.

Poskusno lokacijo smo razdelili na dvanajst parcel, da bi ugotovili homogenost lokacije glede talnih lastnosti (Barlettev in Hartleyev test). Talne vzorce smo jemali v herbicidnem pasu na dveh globinah (0 – 15 cm in 15 – 30 cm), jih ustrezno pripravili za fizikalno-kemijske analize (SIST ISO 11464) in opravili standardno pedološko analizo tal, ki zajema aktivno in potencialno kislost (SIST ISO 10390), teksturo tal (SIST ISO 11270), prisotnost izmenljivih bazičnih kationov na sorptivnem delu tal (SIST ISO 11260), vsebnost celokupnega dušika (SIST ISO 11261), količina rastlinam dostopnega fosforja in kalija (ÖNORM L 1087), delež organske snovi (SIST ISO 14235). Tip tal so 'rigolana tla v sadovnjaku, distrična' (antropogena tla), izvorno pa so to 'distrična rjava tla na pliocenskem produ, pesku in glini'.

Od parametrov kakovosti jabolk smo izbrali vsebnost kalcija v enoti suhe in sveže snovi plodov, vsebnost magnezija (AAS) in kalija (plamenska fotometrija) v enoti suhe in sveže snovi plodov, ustrezna razmerja med omenjenimi elementi (Ca/Mg, (K+Mg)/Ca, K/Ca), težo, premer in trdoto plodov (s penetrometrom).

Po metodi analize variance za poskus z naključno bločno zasnovo, smo statistično ugotavljali učinek različnih foliarnih gnojil na omenjene parametre kakovosti plodov. V primeru obstoječih statistično značilnih razlik, smo z Duncanovim testom ugotovili, med katerimi obravnavanji se le-te pojavljajo in kakšne so razlike med njimi. Omenjeno statistično analizo smo opravili za vsako leto posebej. Upoštevali smo 5 % stopnjo tveganja.

## 3 REZULTATI IN RAZPRAVA

### 3.1 Talna analiza

Na rezultate vpliva sestava matične podlage, ki je nekarbonatnega izvora, torej je že primarni vir ionov reven s kalcijem. Poskusni nasad leži na območju humidne klime (letna količina padavin je večja od 700 mm), kar lahko vpliva tudi na izpiranje kalcija in drugih bazičnih kationov iz tal.

Rezultati analiz (preglednica 1) so pokazali, da tla v izbranem poskusu, niso bila najbolj primerna za zagotovilo dobre kakovosti in s tem skladiščne sposobnosti plodov (močno kislota reakcija tal, majhna zastopanost kalcija na sorptivnem delu tal v primerjavi s kisloto delujočimi kationi in magnezijem, slaba kationska izmenjalna kapaciteta). Perelli (1987) za zadostno prehrano s kalcijem priporoča 65 - 85 % zastopanost Ca na sorptivnem delu tal, kisloto delujoči kationi pa naj bi predstavljali bistveno manjši delež (10 - 25 %) KIK. Reakcija tal v poskusnem nasadu vsekakor ne ustreza pogojem za optimalno mineralno prehrano jablan, saj so zahteve po reakciji tal za dober sprejem hranil pri jablanah nekje pri pH med 5 in 6,5 (Rease, 1995). Za kalcij velja, da je optimalna reakcija tal za njegov sprejem v rastline pri pH med 7 in 9 (Perelli, 1987).

Preglednica 1: Rezultati standardne pedološke talne analize do globine 30 cm  
Table 1: The results of soil analysis to the 30 cm depth

Lastnost tal	Količina oz. vrednost	Ocena
Reakcija tal (v KCl)	4,57 pH	močno kislila tla
Dostopni fosfor v tleh	17,3 mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /100 g tal	dobra preskrbljenost
Dostopni kalij v tleh	16,22 mg K <sub>2</sub> O/100 g tal	srednja preskrbljenost
Organska snov	1,48 %	slabo humozna tla
Delež ogljika	0,85 %	
C/N razmerje	8,47	ozko
Skupni dušik	0,1 %	
Delež peska	11,52 %	
Delež melja	67,85 %	
Delež gline	20,63 %	
Teksturni razred	MI (meljasta ilovica)	srednje težka tla
S vrednost	7,4 mmol <sub>c</sub> /100 g tal	majhna
T vrednost	16,74 mmol <sub>c</sub> /100 g tal	majhna KIK
V vrednost	44 %	distrična tla
Količina izmenljivega Ca <sup>2+</sup>	5,05 mmol <sub>c</sub> /100 g tal	majhna
Količina izmenljivega Mg <sup>2+</sup>	1,95 mmol <sub>c</sub> /100 g tal	dobra
Količina izmenljivega K <sup>+</sup>	0,35 mmol <sub>c</sub> /100 g tal	dobra
Količina izmenljivega Na <sup>+</sup>	0,05 mmol <sub>c</sub> /100 g tal	zadostna
Količina izmenljivega H <sup>+</sup>	9,31 mmol <sub>c</sub> /100 g tal	prekomerna

### 3.2 Vpliv kalcijevih pripravkov na parametre kakovosti plodov

Preglednica 2: Prikaz vrednosti posameznih parametrov kakovosti plodov jablane 'Jonagold' ob uporabi različnih foliarnih gnojil s kalcijem (v letih 1997 in 1998). Srednje vrednosti označene z enako črko pri posameznem letu vzorčenja, se med seboj statistično ne razlikujejo ( $\pm$ S.E.). N=12.

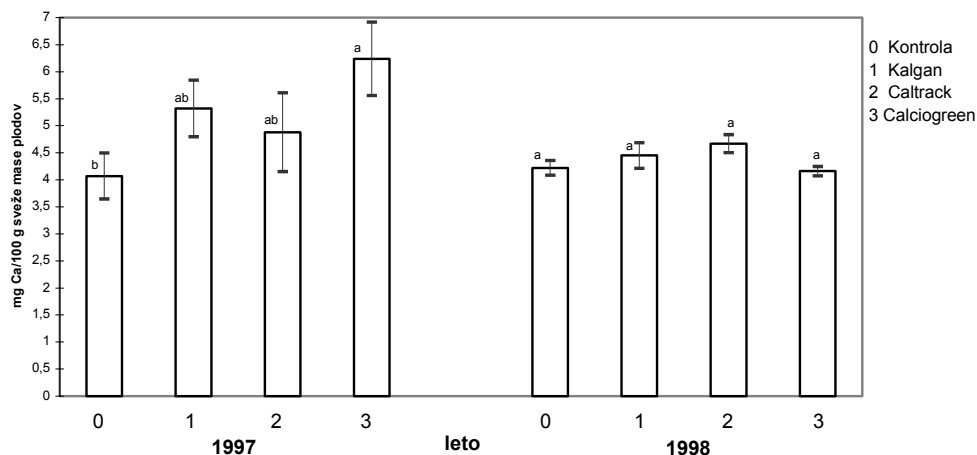
Table 2: Specific parameters of quality of apple fruits 'Jonagold' by using different calcium sprays (in the years 1997 and 1998). Means followed by the same letter within a sampling year are not significantly different ( $\pm$ S.E.). N=12.

PARAMETRI KAKOVOSTI PLODOV	1997				1998			
	PRIPRAVKI				PRIPRAVKI			
	Kontrola	Caltrack	Calciogreen	Kalgan	Kontrola	Caltrack	Calciogreen	Kalgan
<b>Ca</b> ( $\mu$ g /g ss)	213,07 (b)	255,40 (ab)	326,62 (a)	278,85 (ab)	257,75 (a)	285,16 (a)	254,00 (a)	271,75 (a)
<b>Ca</b> (mg/100 g sv. mase plod.)	4,07 (b)	4,88 (ab)	6,24 (a)	5,32 (ab)	4,22 (a)	4,67 (a)	4,16 (a)	4,45 (a)
<b>Mg</b> (mg/100 g sv. mase plod.)	7,38 (b)	7,85 (b)	7,06 (b)	8,54 (a)	6,87 (a)	5,71 (a)	5,93 (a)	6,02 (a)
<b>K</b> (mg/100 g sv. mase plod.)	129,69 (a)	124,34 (ab)	128,03 (a)	111,28 (b)	138,95 (a)	134,03 (a)	135,02 (a)	132,3 (a)
<b>Ca/Mg</b>	0,47 (b)	0,58 (b)	0,76 (a)	0,53 (b)	0,63 (a)	0,82 (a)	0,71 (a)	0,75 (a)
<b>K/Ca</b>	37,17 (a)	29,73 (ab)	23,94 (b)	24,37 (b)	33,06 (a)	28,83 (b)	32,48 (ab)	29,92 (ab)
<b>(K+Mg)/Ca</b>	39,28 (a)	31,46 (ab)	25,26 (b)	26,24 (b)	34,68 (a)	30,05 (b)	33,90 (ab)	31,29 (ab)
<b>Trdota</b> (kg/cm <sup>2</sup> )	8,32 (a)	8,8 (a)	8,58 (a)	8,28 (a)	7,69 (a)	7,85 (a)	7,67 (a)	7,69 (a)
<b>Masa</b> (g)	182,95 (a)	180,51 (a)	176,92 (a)	183,57 (a)	214,83 (a)	213,42 (a)	210,0 (a)	218,78 (a)
<b>Premer</b> (mm)	74,6 (a)	75,78 (a)	75,38 (a)	75,76 (a)	79,39 (b)	79,10 (b)	79,13 (b)	80,78 (a)

### 3.2.1 Vsebnost kalcija v plodovih

V hipotezi postavljen cilj, da kalcijevi dodatki pripomorejo k boljši preskrbljenosti plodov s kalcijem na kislih tleh, v poskusu ni bil dokazan, razen v primeru Calciogreena v letu 1997 ( $326 \mu\text{g Ca/g ss}$ ), ki je v primerjavi z ostalimi pripravki in kontrolo ( $213 \mu\text{g Ca/g ss}$ ) pokazal statistično značilno razliko v vsebnosti Ca v plodovih (preglednica 2). Gre za novejši pripravek, ki vsebuje kalcij v popolnoma topni obliki, ki bi ga naj rastline lažje sprejele. Sicer pa sta Fallahi in Simons (1996) ugotovila, da slaba preskrba plodov s kalcijem ni nujno povezana s slabo preskrbo tal s tem elementom. Domnevno zaradi bolj ali manj ugodnih vremenskih razmer v času akumulacije kalcija v plodovih, vpliva tal na vsebnost kalcija v plodovih nismo zaznali.

Glede skladiščnih sposobnosti so bili poskusni plodovi zadostno preskrbljeni s kalcijem, saj so v poprečju dosegli spodnjo priporočeno mejo  $265$  do  $300 \mu\text{g Ca/g ss}$  (po Davenportu, 1990): v letu 1997  $268,5 \mu\text{g Ca/g ss}$ , v letu 1998 pa  $267,1 \mu\text{g Ca/g ss}$ . Rezultati so bili zadovoljivi glede na dejstvo, da kalcijevi pripravki v našem poskusu niso imeli vidnejših učinkov in da so tla v nasadu revna s kalcijem. Zaradi lažje primerjave s priporočenimi vsebnostmi za dobro skladiščenje plodov, smo podatke za plodove ob obiranju v obeh sezonah preračunali še na svežo maso plodov in spet ocenili vsebnosti kalcija v plodovih glede na normative, ki so postavljeni na enoto sveže mase plodov. Tudi v sveži masi plodov so bile količine kalcija v plodovih zadovoljive, saj so presegale najnižjo priporočeno mejo za dobro skladiščenje:  $4$ – $5 \text{ mg Ca/100 g}$  sveže mase plodov (Davenport, 1990). Ta kriterij je bil v literaturi najpogosteje uporabljen, obstajajo pa še drugi. Haynes (1992) je na osnovi svojih raziskav postavil najnižji kriterij: po njegovih izkušnjah je za dobro skladiščenje zadostna vsebnost kalcija v mesu plodov že  $2,5 \text{ mg Ca/100 g}$  sveže mase plodov. Krivorot in sod. (1998) imajo nekoliko strožje zahteve, priporočajo namreč vsebnost kalcija v plodovih, ki je večja od  $5 \text{ mg Ca/100 g}$  sveže mase plodov. Temu ustrezajo v poprečju le rezultati iz leta 1997 ( $5,13 \text{ mg Ca/100 g}$  sveže mase plodov), medtem ko v letu 1998 ( $4,37$ ) ta kriterij ni bil izpolnjen. Za vsebnosti kalcija v plodovih namreč velja, da med vsemi elementi veljajo za najbolj variabilne med različnimi sezonami (Marcelle, 1990).



Slika 1: Prikaz vsebnosti kalcija v enoti sveže mase plodov v letih 1997 in 1998 ob uporabi različnih kalcijevih foliarnih gnojil. Srednje vrednosti označene z enako črko pri posameznem datumu vzorčenja, se med seboj statistično značilno ne razlikujejo ( $\pm\text{S.E.}$ ).  $N=12$ .

Figure 1: Average calcium content in fresh mass of apple fruits in the year 1997 and 1998 at different Calcium sprays. Means followed by the same letter within a sampling date are not significantly different ( $\pm\text{S.E.}$ ).  $N=12$ .

### 3.2.2 Razmerja Ca/Mg, K/Ca, (K+Mg)/Ca v plodovih

Pokazatelji skladiščnih sposobnosti oz. kakovosti plodov so tudi različna razmerja med kalijem, magnezijem in kalcijem v plodovih, zato smo ugotavljali učinek različnih kalcijevih foliarnih gnojil na vrednost le-teh (preglednica 2).

Krivorot (1998) je na osnovi raziskav ugotovil, da je za dobro skladiščno sposobnost plodov, primerna vrednost razmerja Ca/Mg manjša od 1. Podatki iz našega poskusa so temu kriteriju v obeh sezonah nedvomno ustrezali. Preskrbljenost plodov z magnezijem in kalijem je bila dobra, medtem ko je bila količina kalcija v plodovih zadovoljiva (preglednica 2). V letu 1997 je bilo največje razmerje Ca/Mg pri Calciogreenu (0,76), ki se je statistično razlikovalo od vseh ostalih obravnavanj in izstopalo po učinkovitosti. V letu 1998 učinkov na omenjeno razmerje ni bilo.

Raese (1996) in Davenport (1990) sta kot kriterij za dobre skladiščne sposobnosti plodov določila razmerje K/Ca, ki je manjše od 30. V obeh sezonah so imeli kontrolni plodovi največje razmerje in so se statistično značilno razlikovali od Kalgana in Calciogreena v letu 1997 in od Caltracka v letu 1998 (preglednica 2). Plodovi, ki so bili tretirani z različnimi foliarnimi kalcijevimi gnojili, so v obeh sezonah ustrezali pogojem za dobro skladiščenje (izjema je Calciogreen v letu 1998). Kjer je razmerje med kalijem in kalcijem večje od 30, kalij negativno vpliva na sprejem kalcija v rastlino, česar ne moremo nadomestiti s foliarnim gnojenjem (Štampar in sod., 1998). Kontrolni plodovi so presegali to vrednost, torej smo pri njih pričakovali večji pojav fizioloških boleznih v skladišču, predvsem grenke pegavosti.

Krivorot (1998) je za dobro skladiščenje plodov priporočal vrednost (K+Mg)/Ca razmerja pod 25, Bergmann (1988) pa celo pod 20. Po tem kriteriju plodovi iz našega poskusa nimajo dobrih skladiščnih sposobnosti, posebej še izstopajo kontrolni plodovi, kar nakazuje, da je uporaba foliarnih gnojil s kalcijem le imela pozitiven učinek na mineralno prehrano plodov. V letu 1997 so imeli kontrolni plodovi tudi najmanjšo vsebnost kalcija, kar je v obratnem razmerju z danim razmerjem teh treh elementov, na kalij in magnezij pa naj aplikirani pripravki ne bi vplivali (Fallahi in Simons, 1996; Tomala, 1997). Tudi v letu 1998 je izstopala kontrola po vrednosti razmerja, ki se je statistično značilno razlikovala od Caltraca. Ta rezultat bi lahko bil posledica večje vsebnosti kalija v letu 1998, ki je ustrezno povečalo razmerje. Razmerje, ki zajema vse tri elemente v plodovih (Mg, K in Ca), je končno pokazalo, da naši plodovi nimajo najboljših skladiščnih sposobnosti, čeprav rezultati niso ravno zaskrbljujoči. Večina strokovnjakov (npr. Davenport, 1990; Raese, 1996; Krivorot, 1998; Bergmann, 1988 in drugi) je večkrat poudarila, da sama vsebnost kalcija v plodovih ne pove zadosti, zato je potrebna analiza plodov tudi na vsebnost magnezija in kalija (pa tudi drugih elementov), ker nam daje bolj kompleksno informacijo o kakovosti plodov.

### 3.2.3 Trdota plodov

V poskusu dodajanje kalcija prek listov v obeh sezonah ni imelo statistično značilnega učinka na trdoto plodov ob tehnološki zrelosti (preglednica 2), kriteriju za dobro skladiščenje pa so bili obakrat doseženi (po Gvozdenoviću (1989) za 'Jonagold' med 7 in 8 kg/cm<sup>2</sup> ob obiranju). Pokazala pa se je statistično značilna razlika med trdoto plodov iz obeh sezon. Plodovi iz leta 1997 so imeli v poprečju kar za 0.81

kg/cm<sup>2</sup> večjo trdoto kot naslednje leto, kar je potrdila tudi večja vsebnost kalcija v plodovih. Plodovi iz leta 1997 so imeli nekoliko manjši premer oz. maso, imeli so večjo vsebnost magnezija in manjšo vsebnost kalija. Marcelle (1995) je odkril pozitivno korelacijo med trdoto plodov in vsebnostjo kalcija v plodu ter negativno korelacijo med trdoto plodov in vsebnostjo kalija v plodu, kar nakazujejo tudi naši podatki. Vzrok za precejšnjo razliko trdote iz obeh sezon bi lahko iskali v vremenskih razmerah, ki so pogojevale prehrano plodov s kalcijem in posredno vplivale tudi na trdoto plodov. Nekateri strokovnjaki (npr. Carbo, 1998) so ugotovili, da se trdota tretiranih plodov od kontrolnih ob obiranju ni razlikovala, temveč se je učinek kalcijevih pripravkov pokazal šele po nekaj mesecih skladiščenja. Drugi pa so že pri plodovih ob obiranju ugotovili očitno razliko v trdoti med tretiranimi in kontrolnimi plodovi (Malakouti, 1999; Marcelle, 1995; Fallahi in Simons, 1996).

### 3.2.4 Masa in premer plodov

V obeh sezonah dodajanje kalcija prek listov ni imelo statistično značilnega učinka na maso plodov (preglednica 2). Preverili smo še vpliv omenjenih sredstev na velikost plodov (preglednica 2), vendar statistično značilnih učinkov ni bilo (razen v primeru Kalgana v letu 1998, katerih premer plodov je bil največji). Dosedanje raziskave niso dale rezultatov o vplivu kalcijevih foliarnih gnojil na velikost plodov. Znano pa je dejstvo, da imajo večji plodovi večje potrebe po kalciju, saj je koncentracija kalcija zaradi razredčitvenega učinka manjša (Volz in sod., 1993).

### 3.3 Korelacije med talnimi lastnostmi in parametri, ki določajo kakovost plodov

Preglednica 3: Prikaz odvisnosti določenih talnih lastnosti globini 0-30 cm od parametrov kakovosti plodov, izraženih v korelacijskih koeficientih

Table 3: Linear correlation coefficients between specific soil properties in depth 0-30 cm and some parameters of fruit quality

(r)			T L A (do globine 30 cm)			
			Ca	Ca/Mg	K/Ca	(K+Mg)/Ca
P L O D O V I	Ca	1997	0,088			
		1998	0,148			
	Ca/Mg	1997		-0,13		
		1998		-0,08		
	K/Ca	1997			0,12	
		1998			0,003	
K+Mg Ca	1997				-0,17	
	1998				0,11	
trdota	1997		0,02			
	1998		-0,34			

r=linearni korelacijski koeficient

Primerjali smo parametre kakovosti plodov (vsebnost Ca, ustrežna razmerja med Ca, Mg in K in trdoto) v tehnološko zrelih plodovih s talnimi lastnostmi (količina Ca v tleh, razmerja med Ca, Mg in K v tleh).

Podatki iz poskusa so nam pokazali, da ni mogoče najti statistično potrjenih povezav med kalcijem v tleh in v plodovih, prav tako med razmerji s kalcijem, magnezijem in



kalijem v tleh in plodovih ne. Pokazala se je tudi slaba povezava med trdoto plodov ob obiranju in vsebnostjo kalcija v tleh na dveh različnih globinah. Mineralna sestava plodov ni samo odsev mineralne oskrbe drevesa, temveč tudi relativne mobilnosti hranil znotraj drevesa (Haynes, 1990). Raziskave drugih avtorjev (Haynes, 1990; Marcelle, 1990; Weibel in sod., 2000) so pokazale, da so na splošno korelacije med mineralno sestavo plodov in tal zelo slabe, poleg tega med sezonami zelo variirajo. Slabe korelacije so pripisali naravi talnih analiz (z analitskimi postopki lahko namreč prikažemo le trenutno stanje v tleh), prisotnosti velikih zalog hranil v drevesnem ogrodju in vplivu sorte in okoliških dejavnikov na sprejem hranil in njihovo gibljivostjo po drevesu. Neustrezno razmerje med kalijem, magnezijem in kalcijem v tleh, lahko privede do neustrezne preskrbe plodov s kalcijem, čeprav po drugi strani ugodno razmerje med temi elementi v tleh še niso zagotovilo za dobro kakovost plodov (Haynes, 1992).

Preglednica 4: Prikaz linearnih korelacijskih koeficientov za zvezo med vsebnostjo kalcija v plodovih in vsebnostjo K, Mg, mase, trdote in suhe snovi plodov

Table 4: Linear correlation coefficients between calcium content in apple fruits and magnesium and potassium content in apple fruits, fruit weight, firmness and share of dry matter

<b>PLODOVI (r)</b>	<b>leto</b>	<b>Mg</b>	<b>K</b>	<b>masa</b>	<b>trdota</b>	<b>Suha snov</b>
Ca	<b>1997</b>	0,3	-0,08	-0,23	0,22	-0,008
	<b>1998</b>	-0,05	-0,06	-0,12	-0,19	-0,43

r=linearni korelacijski koeficient

Rezultati iz poskusa niso pokazali statistično značilne povezave med kalcijem v plodovih in trdoto plodov ter med vsebnostjo kalcija v plodovih in maso plodov. Vsebnost kalcija v plodovih je bila v negativni zvezi z deležem suhe snovi v plodovih.

#### 4 SKLEPI

V poskusu smo ugotovili, da foliarno gnojenje s kalcijem ni imelo statistično ugotovljivega učinka na vsebnost kalcija v plodovih. Kontrolni plodovi (brez uporabe kalcijevih pripravkov) so sicer imeli nekoliko manjšo vsebnost kalcija v plodovih, vendar se ta ni statistično značilno razlikovala od tretiranih plodov. Tudi na močno kislih tleh smo pridelali plodove z zadostno količino kalcija, kar je bilo verjetno pogojeno z relativno ugodnimi vremenskimi razmerami. Domnevamo pa, da bi se v primeru večje obremenjenosti dreves pokazali drugačni rezultati.

Pozitivni vpliv uporabljenih kalcijevih dodatkov se je statistično značilno pokazal šele pri razmerjih med kalcijem, magnezijem in kalijem v plodovih, kjer so kontrolni (netretirani) plodovi kazali najslabše skladiščne sposobnosti ( $Ca/Mg < 1$ ,  $K/Ca < 30$ ,  $(K+Mg)/Ca < 25$ ). Za boljše oceno skladiščnih sposobnosti plodov je torej treba upoštevati razmerja med vsemi tremi elementi in ne samo vsebnost kalcija.

Izbrane lastnosti tal ni mogoče neposredno povezovati s kakovostjo in mineralno sestavo plodov, ker na kakovost plodov vpliva še veliko drugih dejavnikov

(vremenske razmere, genetski potencial, agrotehnični ukrepi, obremenjenost drevesa, čas obiranja itd.), ki jih v mnogih primerih težko hkrati opazujemo oz. kontroliramo. Podobno smo ugotovili tudi glede povezave med posameznimi parametri plodov (vsebnost kalcija, magnezija in kalija, trdota, velikost in masa plodov), kjer nismo ugotovili statistično značilnih povezav.

## 5 LITERATURA

- Carbo J. 1998. Effects of calcium sprays on apple fruit quality: relationship with fruit mineral content. *Acta Horticulturae*, 166: 155 – 159.
- Bergman W. 1988. Ernährungsstorungen bei Kulturpflanzen. Stutgard, Fisher Verlag: 762 str.
- Conway W. S., Sams C. E., Tobias, R. B. 1993. Reduction in storage decay in apples by postharvest calcium infiltration. *Acta Horticulturae*, 326: 115 – 121.
- Davenport J.R., Peryea F.J. 1990. Whole fruit mineral element composition and quality of harvested 'Delicious' apples. *Journal of Plant Nutrition*, 13,6: 701 – 711.
- Fallahi E., Simons B. 1996. Interactions among leaf and fruit mineral nutrients and fruit quality in 'delicious' apples. *Journal of the Fruit Production*, 1, 1: 15 – 25.
- Faust M. 1989. Physiology of temperate zones fruit trees. New York, John Wiley & Sons: 338 str.
- Gvozdenović D. 1989. Od obiranja sadja do prodaje. Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 291 str.
- Haynes R.J. 1992. Nutritional status of apple orchards in Carnterbury, New Zealand. 2. Specific problems. *Communications in Soil Plant Analyses*, 23, 7&8: 847-860.
- Haynes R.J. 1990. Nutritional status of apple orchards in Carnterbury, New Zealand. 1. Levels in soil, leaves and fruit and the prevalence of storage disorders. *Communications in Soil Science Analysis*, 21, 11&12: 903-920.
- Himerlick D.G., McDuffie R.F. 1983. The calcium cycle: Uptake and distribution in apple trees. *HortScience*, 18, 2: 147 – 151.
- Krivorot A.M. in sod. 1998. Dynamics of apple fruits mineral content and its influence on shelf life in Belarus. *Proc. Acta Horticulturae*, 466: 127-132.
- Leskošek M. 1993. Gnojenje: za velik in kakovosten pridelek, zaboljšanje rodovitnosti tal, za varovanje narave. Ljubljana, Kmečki glas: 197 str.
- Little I.P. 1993. An examination of some acid soils at Batlow, New-South-Wales. *Avstralian journal of soil research*, 31, 4: 437 – 454.
- Malakouti M. 1999. Effects of Calcium Chloride on Apple Friut Quality of Trees Grown in Calcareous soil. *Journal of Plant Nutrition*, 22, 9: 1451 – 1456.
- Marcelle R.D. 1990. Predicting storage quality from preharvest fruit mineral analyses - a review. *Acta Horticulturae*, 274: 305-313.
- Marcelle R.D. 1995. Mineral nutrition and fruit quality. *Acta Horticulturae* 383: 219 – 226.
- Marschner H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. London, Academic press inc.: 889 str.
- Mengel K. 1991. Ernährung und Stoffwechsel der Pflanze. Jena, Fisher Verlag: 466 str.
- Mengel K., Kirby E.A. 1987. Principles of Plant Nutrition. Basel, International Potash Institute: 687 str.

- ÖNORM L 1087. Chemische Bodenuntersuchungen: Bestimmung von pflanzenverfügbarem Phosphat und Kalium nach der Calcium-Acetat-Lactat (CAL) – Methode. 1993: 4 str.
- Pajestka A., Pavlin D. 1992. Kmetijstvo v praksi. Kranj, Lexis: 313 str.
- Perelli M. 1987. Le analisi del terreno. L'informatore agrario, 43, 6: 35 – 56.
- Prasad R., Power, J.S. 1997. Soil Fertility Management for Sustainable Agriculture. Boca Raton, CRC Press, Lewis Publishes: 356 str.
- Raese J.T. 1995. Effect of low soil pH from different fertilizers on performance of apple and pear trees. Developments in plant and soil sciences: 803 – 807.
- Raese J. T. 1996. Calcium Nutrition Affects Cold Hardiness, Yield and Fruit Disorders of Apple and Pear Trees. Journal of Plant Nutrition, 19, 7: 1131 – 1155.
- Raese J. T., Drake, S. R. 1993. Effect of preharvest calcium sprays on apple and pear quality. Journal of Plant Nutrition, 16, 9: 1807 – 1819.
- Raese J. T. 1995. The fruit nutrition II: soil pH and apple tree growth. Good Fruit Grower, 46 (5): 42 – 44.
- SIST ISO 11261. Soil Quality – Determination of total nitrogen – modified Kjeldahl method. 1996: 4 str.
- SIST ISO 10390. Soil quality – Determination of pH. 1996: 5 str.
- SIST ISO 11464. Soil quality – Pretreatment of samples for physico-chemical analyses. 1996: 9 str.
- SIST ISO 14235. Soil quality – Determination of organic carbon by sulfocromic oxidation. 1999: 5 str.
- SIST ISO 11260. Soil quality – Determination of effective cation exchange capacity and base saturation level using barium chloride solution. 1996: 10 str.
- SIST ISO 11277. Soil quality – Determination of particle size distribution in mineral soil material – Method by sieving und sedimentation following removal of soluble salts, organic matter and carbonates: 45 str.
- Štampar F., Hudina M., Dolenc K. 1998. Vpliv foliarnega gnojenja na količino in kakovost pridelka jablan (*Malus domestica* Borkh.). V: Bled, Kmetijstvo in okolje: 283 – 289.
- Tomala K., Dilley D. R. 1990. Some factors influences the calcium level in apple fruits. Acta Horticulturae, 274: 481 – 488.
- Tomala K. 1997. Effects of calcium sprays on storage quality of 'šampion' apples. Acta Horticulturae, 448: 59 – 65.
- Vang-Petersen O. 1980. Calcium nutrition in apple trees: A review. Scientia Horticulturae, 12: 1 – 9.
- Volz R. K., Ferguson I. B., Bowen J. H., Watkins, C. B. 1993. Crop load on fruit mineral nutrition, maturity, fruiting and tree growth of 'Cox's Orange Pipin' apple. Journal of Horticultural Science, 68, 1: 127 – 137.
- Weibel F.P., Val J., Montales L., Monge, E. 1997. Enhancing calcium uptake in organic apple growing. Acta Horticulturae, 448: 337 – 343.
- Weibel F.P., Beyeler C., Hauert C., Possingham J.V., Nielsen G.H. 2000. A strategy to prevent bitter pit incidence in organic apple growing by combining an early risk prediction on the basis of fruitlets analysis and specificityadapted soil management. Acta Horticulturae, 512: 181 – 188