

Folijarna primena kalcijuma i kalijuma u funkciji kvaliteta plodova jagode

Marko Kesić*, Nenad Magazin, Gordana Barać, Maja Milović, Jelena Kalajdžić, Biserka Milić

Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Trg Dositeja Obradovića 8, 21000 Novi Sad, Republika Srbija

**E mail: markokesic94@gmail.com*

Primljeno: 1. novembra 2021; prihvaćeno: 19. novembra 2021.

Rezime. Ogled je postavljen sa ciljem ispitivanja efikasnosti folijarne primene kalcijuma i kalijuma na kvalitet ploda jagode, odnosno krupnoću i hemijski sastav ploda. Pored toga, cilj je bio i da se utvrdi kako su tretmani uticali na sposobnost čuvanja plodova. Primljeni su sledeći tretmani: 1) kalcijum karbonat (0,5%); 2) kalcijum nitrat (0,5%); 3) WAKE-up@Liquid (1%); 4) kalijum nitrat (0,5%), 5) kalcijum karbonat (0,5%) + WAKE-up@Liquid (koncentracija primene 1%); 6) kalcijum karbonat (koncentracija primene 0,5%) + kalijum nitrat (0,5%); 7) kalcijum nitrat (0,5%) + WAKE-up@Liquid (1%); 8) kalcijum nitrat (0,5%) + kalijum nitrat (0,5%). Ispitivanjem je bio obuhvaćen i kontrolni tretman sa standardnim programom đubrenja. Tretmani su bili efikasni kod očuvanja kvaliteta ploda nakon skladištenja i povećanja sadržaja Ca u listu, dok je preparat WAKE-up@Liquid pokazao uticaj na povećanje mase, visine i prečnika ploda, a u kombinaciji sa kalcijum nitratom, i čvrstine ploda nakon berbe. Tretmani su uticali na povećanje sadržaja rastvorljive suve materije i ukupnih kiselina, dok uticaj na čvrstinu ploda nakon čuvanja nije zabeležen.

Ključne reči: jagoda, kalijum nitrat, kalcijum nitrat, FoliaStim, Wake up, osobine ploda

Uvod

Jagoda (*Fragaria ananassa* Duch.) je privredno značajna vrsta voćaka koja se gaji u našoj zemlji na površini od 6.512 ha sa ukupno ostvarenom proizvodnjom od 19.608 t u 2019. godini (FAOSTAT, 2021). Za postizanje visokih i redovnih prinosa u proizvodnim zasadima jagode neophodna je redovna primena organskih i mineralnih đubriva. Pored fertigacione prihrane kao redovne agrotehničke mere, važnu dopunu u zadovoljavanju potreba za mineralnim elementima jagode predstavlja folijarna prihrana (preko lista). Folijarna

prihrana se zasniva na principu da listovi brzo apsorbuju hranljive materije i transportuju do različitih delova biljke.

Kalijum (K) je važan esencijalni element koji stimuliše i aktivira biljne enzime, pozitivno utiče na prinos, kvalitet ploda, povećava sadržaj suve materije i kiselina (Kastori et al., 2013). Apsorpcija K se dešava uglavnom nakon početka vegetativnog rasta, na početku cvetanja i sazrevanja plodova kada se transportuje iz listova u plodove (Khalil & Hammoodi, 2021). Folijarni tretman K različitih koncentracija doprinosi značajnom povećanju vegetativnog rasta, prinosa i

kvaliteta ploda (Shamaila *et al.*, 2016). Kalcijum (Ca) je jedan od najrasprostranjenijih elemenata u prirodi. Ne ulazi u sastav organskih jedinjenja, ali ima važnu ulogu u metabolizmu biljaka. Utiče na stabilnost ćelijskih membrana, strukturu hloroplasta, fotofosforilaciju i dr. Zbog slabe pokretljivosti u floemu prvi simptomi nedostatka Ca vidljivi su na najmlađim listovima (Kastori & Maksimović, 2008). Najvažniji period za primenu Ca je nakon početka vegetativnog rasta, tokom cvetanja i zretanja plodova (Khalil & Hammodi, 2021). Nedostatak Ca može smanjiti prinos jagode, dok prihrana Ca povećava čvrstinu i hranljivu vrednost ploda (Hernandez-MunOz *et al.*, 2008). Usled mogućeg antagonizma (kompeticije između kationa kalijuma i drugih kationa), sa stanovišta ishrane biljaka od posebnog je značaja antagonizam između jona Ca i K. U slučaju antagonizma pri usvajanju jona dolazi do konkurencije za mesto vezivanja na prenosioču ili do stvaranja za biljke nepristupačnih jedinjenja u spoljašnjoj sredini, na površini korena ili u samoj biljci. Na taj način pri antagonizmu može doći do pojave nedostatka nekog elementa i do promene odnosa sadržaja pojedinih elemenata u biljkama, što se negativno odražava na prinos i kvalitet proizvoda, a može da izazove i fiziološka oboljenja (Kastori *et al.*, 2013).

Kako bi se ispitao uticaj folijarne primene Ca i K na kvalitet ploda jagode, imajući u vidu njihov antagonizam (Kastori *et al.*, 2013), postavljen je ogled u zasadu sorte Joly. U ogledu je analiziran uticaj kalcijum karbonata (CaCO_3), kalcijum nitrata [$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$], NK đubriva koje sadrži K u kompleksnom organskom obliku (WAKE-up@Liquid) i kalijum nitrata (KNO_3), kao i njihovih kombinacija.

Materijal i metode

Ispitivanja su vršena u plantažnom zasadu sorte jagode Joly koji se nalazi u Rumenci, tokom 2019. godine. Zasad je podignut 2018. godine. Korišćena je tehnologija zastiranja zemljišta crnom perforiranom polietilen-

skom folijom – dva reda rupa (na rastojanju $30 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}$). Sistem za navodnjavanje kap-po-kap je postavljen ispod folije sa po jednim crevom za svaki red živića. U pogledu pH vrednosti, zemljište na kome je gajena jagoda spada u kategoriju slabo alkalnih. Radi se o slabo karbonatnom černozeu, umereno humoznom u površinskom sloju. Zemljište je optimalno snabdeveno fosforom (P), dok je sadržaj K visok (Tab. 1).

U proleće 2019. godine postavljen je ogled i primenjeni su sledeći tretmani: 1) kalcijum karbonat – CaCO_3 (koncentracija primene 0,5%); 2) kalcijum nitrat – $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (koncentracija primene 0,5%); 3) WAKE-up@Liquid (koncentracija primene 1%); 4) kalijum nitrat – KNO_3 (koncentracija primene 0,5%), 5) kalcijum karbonat (koncentracija primene 0,5%) + WAKE-up@Liquid (koncentracija primene 1%); 6) kalcijum karbonat (koncentracija primene 0,5%) + kalijum nitrat (koncentracija primene 0,5%); 7) kalcijum nitrat (koncentracija primene 0,5%) + WAKE-up@Liquid (koncentracija primene 1%); 8.) kalcijum nitrat (koncentracija primene 0,5%) + kalijum nitrat (koncentracija primene 0,5%) i kontrolni tretman sa standardnim programom đubrenja. Opis primenjenih đubriva sa nazivom i sastavom prikazan je u Tabeli 2.

U svakom od tretmana bilo je zastupljeno po 30 biljaka (3 ponavljanja po 10 biljaka). Ukupan broj ispitivanih biljaka iznosio je 270 (8 tretmana i kontrola sa po 30 biljaka). S obzirom na antagonizam između Ca i K tretmani su vršeni odvojeno, počevši od fenofaze precvetavanja, Ca je primenjen tri puta, a K četiri puta u razmaku od sedam dana. Na početku (20. maja), u sredini (27. maja) i na kraju (04. juna) fenofaze zrenja plodovi su brani i analizirani u laboratorijskim uslovima. Uzorak za analizu činilo je 30 plodova po tretmanu, a analiziran je i zbirni uzorak. Određivanje sadržaja rastvorljivih suvih materija (RSM) izvedeno je pomoću digitalnog refraktometra, a rezultati su izraženi u procentima (%). Sadržaj ukupnih kiselina je određen titracijom sa 0,1 N NaOH do $\text{pH} = 8,1$ na razblaženim uzorcima soka sa destilovanom vodom (1 : 2).

Tab. 1. Osnovna hemijska svojstva zemljišta iz oglednog zasada na dubini 0–30 cm

Tab. 1. Basic chemical properties of the experimental orchard soil at a depth 0–30 cm

pH		CaCO_3 (%)	Humus (%)	Ukupan N Total N (%)	AL- P_2O_5 (mg/100 g)	AL- K_2O (mg/100 g)
u/in KCl	u/in H_2O					
6,59	7,80	2,12	2,07	0,10	19,69	40,45

Tab. 2. Primenjeni preparati u folijarnim tretmanima
 Tab. 2. Nutrition applied in foliar treatments

Tretman <i>Treatment</i>	Naziv preparata <i>Name of fertilizer</i>	Sadržaj aktivne materije <i>Active ingredient</i>	Primenjena koncentracija <i>Concentration of foliar application</i>
CaCO ₃	FoliaStim	CaO – 28% Morske alge/Seaweed – 15%	0,5%
Ca(NO ₃) ₂	Van Iperen CALCIUM NITRATE Horticultural Grade 15,5 – 0 – 0 + 26,3 (CaO)	Ukupni/Total N – 15,5% N–NO ₃ – 14,3% N–NH ₄ – 1,2% CaO – 26,3% Rastvorljivost u vodi/Soluble in water – 26,3% Ca – 18,8 % Rastvorljivost u vodi/Soluble in water – 18,8 %	0,5%
Wake up® Liquid	WAKE-up® Liquid	Ukupni/Total N – 3% Karbamid/Carbamid 3% K ₂ O – 22,5 %	1,0%
KNO ₃	Van Iperen POTASSIUM NITRATE Horticultural Grade 13– 0 – 46	Ukupni/Total N – 13% N–NO ₃ – 13% K ₂ O – 46% Rastvorljivost u vodi/Soluble in water – 46% K – 38% Rastvorljivost u vodi/Soluble in water – 38%	0,5%

Sredinom berbe uzeti su uzorci lista u kojima je određen ukupan sadržaj Ca i K. Sadržaj ukupnog Ca određen je metodom mokre digestije sa smešom azotne (HNO₃) i perhlorne kiseline (HClO₄) u odnosu 4 : 1. Merenje sadržaja je izvršeno plamenom tehnikom na atomskom absorpcionom spektrofotometru (Shimadzu 6300, Japan) (Kalra, 1997). Sagorevanje uzoraka suvim putem na visokim temperaturama je korišćeno za određivanje sadržaja K. Uzorci su prvo spaljeni u peći na visokim temperaturama (550°C) a potom razoreni u 25% hlorovodoničnoj kiselini (HCl). Iz dobijenog rastvora koncentracija K je izmerena na plamenom fotometru (Jenway 6105, USA) (Kalra, 1997).

Plodovi iz druge berbe (20 plodova po tretmanu) su čuvani u hladnjači 5 dana na temperaturi od 1°C uz naknadno čuvanje 1 dan na temperaturi od 21 ± 1°C. Nakon čuvanja data je ocena stepena propadanja plodova (broj zdravih, trulih i nagnječenih plodova).

Podaci su statistički obrađeni analizom varijanse (ANOVA). U slučaju da je F testom utvrđeno da su razlike među sredinama tretmana značajne, one su poredene Duncan-ovim testom višestrukih intervala na nivou značajnosti P < 0,05. Za statističku obradu podataka korišćen je softver Statistica 13 (StatSoft Inc., Tulsa, USA).

Rezultati i diskusija

Uticaj primenjenih tretmana na parametre fizičkih osobina plodova iz prvog (Tab. 3) i trećeg (Tab. 5) termina berbe nije bio statistički značajan. Najveća prosečna masa plodova iz drugog termina berbe zabeležena je u tretmanu sa WAKE-up®Liquid, dok je najmanja masa ploda zabeležena kod kombinovane primene Ca(NO₃)₂ i WAKE-up®Liquid (Tab. 4). Najveća prosečna masa ploda u ukupnom uzorku (Graf. 1) takođe je utvrđena u tretmanu sa WAKE-up®Liquid, dok je najmanja masa ploda utvrđena u tretmanu sa CaCO₃. Dobijeni rezultati su u saglasnosti sa rezultatima Khalil & Hammoodi (2021) koji navode da je folijarna primena K₂SO₄ uticala na povećanje mase ploda jagode u odnosu na kontrolu. Slične rezultate su dobili Martinsson et al. (2006) i Singh et al. (2019) kada su ispitivali efekte različitih đubriva na prinos i kvalitet jagode. Rezultati prethodnih proučavanja pokazuju da prihrana jagode azotom ima pozitivan efekat na masu ploda, dok se isto ne može reći za đubrenje sa Ca. Tako Wojcik & Lewandowski (2003) u svojim istraživanjima nisu mogli dokazati značajan uticaj prihrane Ca na prinos i prosečnu masu ploda.

Tab. 3. Fizička i hemijska svojstva plodova jagode u tretmanima folijarnim đubrivima nakon prve berbe (20. maj)
 Tab. 3. *Physical and chemical properties of strawberry fruit in foliar fertilizer treatments after the first harvest (May 20)*

Tretman <i>Treatment</i>	Masa ploda <i>Fruit weight</i> (g)	Visina ploda <i>Fruit height</i> (mm)	Prečnik ploda <i>Fruit diameter</i> (mm)	Rastvorljive suve materije <i>Soluble solids</i> (%)	Ukupne kiseline <i>Total acids</i> (%)	Čvrstina ploda <i>Fruit firmness</i> (N)
CaCO ₃	23,5 a	40,5 a	36,6 a	9,6 a	0,78 abc	6,64 ab
Ca(NO ₃) ₂	23,0 a	41,6 a	35,5 a	9,4 a	0,65 d	6,40 abc
Wake up® Liquid	26,7 a	41,7 a	37,7 a	9,2 a	0,73 c	6,04 bc
KNO ₃	25,1 a	43,6 a	36,2 a	9,7 a	0,80 abc	5,68 c
CaCO ₃ + Wake up® Liquid	24,6 a	42,6 a	36,0 a	10,1 a	0,83 a	6,09 bc
CaCO ₃ +KNO ₃	24,4 a	42,4 a	37,3 a	10,6 a	0,75 bc	6,94 ab
Ca(NO ₃) ₂ + Wake up® Liquid	24,0 a	42,3 a	36,7 a	9,8 a	0,81 ab	6,64 ab
Ca(NO ₃) ₂ +KNO ₃	25,1 a	43,1 a	36,0 a	10,1 a	0,59 c	6,55 ab
Kontrola/Control	27,4 a	44,4 a	38,5 a	9,9 a	0,67 d	6,97 a
Statistička značajnost <i>Statistical significance</i>	nz	nz	nz	nz	*	*

nz/* – Razlika između proseka tretmana nije/jeste statistički značajna za $P < 0,05$ (F test); Prosečne vrednosti označene istim slovom se ne razlikuju značajno prema Dankanovom testu višestrukih intervala za $P < 0,05$ / nz/* *Not significant/significant at $P < 0.05$ (F test); Means followed by the same letter do not differ significantly according to Duncan's Multiple Range Test at $P < 0.05$*

Najveća visina i prečnik kod plodova iz drugog termina berbe zabeleženi su u tretmanu sa WAKE-up®Liquid, dok su najmanja visina i prečnik ploda zabeležena kod tretmana Ca(NO₃)₂ + WAKE-up®Liquid (Tab. 4). Folijarna prihrana je uticala na prosečnu visinu i prečnik ploda ukupnog uzorka (Graf. 1) i najbolji rezultati su dobijeni u tretmanu sa WAKE-up®Liquid. Odsustvo dejstva pojedinih tretmana na dimenzije ploda može se objasniti antagonizmom između Ca i K (Malvi, 2011) dok je sama primena K pu-

tem preparata WAKE-up®Liquid koji sadrži K u organsko-kompleksnom obliku dovela do značajnog povećanja krupnoće ploda. Dobijeni rezultati su u skladu sa navodima Ahmad et al. (2014) koji su utvrdili da je prihrana kalijumom preko zemljišta značajno uticala na krupnoću ploda jagode.

Primenjeni tretmani nisu uticali na sadržaj rastvorljive suve materije u plodovima ubranim u prvom i trećem terminu (Tab. 3 i 5), dok je najveća vrednost pomenutog parametra kod plodova iz drugog termina

Tab. 4. Fizička i hemijska svojstva plodova jagode u tretmanima folijarnim đubrivima nakon druge berbe (27. maj)
 Tab. 4. *Physical and chemical properties of strawberry fruits in foliar fertilizer treatments after the second harvest (May 27)*

Tretman <i>Treatment</i>	Masa ploda <i>Fruit weight</i> (g)	Visina ploda <i>Fruit height</i> (mm)	Prečnik ploda <i>Fruit diameter</i> (mm)	Rastvorljive suve materije <i>Soluble solids</i> (%)	Ukupne kiseline <i>Total acids</i> (%)	Čvrstina ploda <i>Fruit firmness</i> (N)
CaCO ₃	18,5 bc	37,9 bc	31,5 bc	10,8 a	0,62 d	6,44 c
Ca(NO ₃) ₂	22,5 ab	40,2 ab	34,5 ab	9,6 bc	0,66 cd	6,81 c
Wake up® Liquid	26,9 a	41,9 a	38,1 a	9,8 ab	0,70 ab	6,32 c
KNO ₃	16,0 c	36,6 bc	30,4 bc	9,4 bcd	0,72 ab	6,93 bc
CaCO ₃ + Wake up® Liquid	16,6 bc	36,3 bc	31,2 bc	9,2 bcd	0,72 ab	6,49 c
CaCO ₃ +KNO ₃	21,3 abc	40,0 ab	33,4 bc	9,4 bcd	0,67 abc	6,77 c
Ca(NO ₃) ₂ + Wake up® Liquid	15,6 c	35,6 c	29,5 c	8,6 cd	0,73 a	9,82 a
Ca(NO ₃) ₂ +KNO ₃	18,9 bc	38,15 abc	32,0 bc	8,4 d	0,71 ab	7,96 b
Kontrola/Control	18,5 bc	38,9 abc	32,6 bc	8,7 bcd	0,73 a	7,15 bc
Statistička značajnost <i>Statistical significance</i>	*	*	*	*	*	*

* Razlika između proseka tretmana je statistički značajna za $P < 0,05$ (F test); Prosečne vrednosti označene različitim slovom se razlikuju značajno prema Dankanovom testu višestrukih intervala za $P < 0,05$ / **Significant at $P < 0.05$ (F test); Means followed by the different letters differ significantly according to Duncan's Multiple Range Test at $P < 0.05$*

berbe zabeležena u tretmanu sa CaCO_3 (10,8%), kao i u tretmanu sa WAKE-up®Liquid (9,8%) među kojima nije bilo statistički značajnih razlika (Tab. 4). Statistički značajne razlike u pogledu sadržaja rastvorljive suve materije u ukupnom uzorku zabeležene su jedino između tretmana sa CaCO_3 i tretmana sa kombinovanom primenom CaCO_3 i KNO_3 sa jedne strane i tretmanima kombinovane primene $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ i WAKE-up®Liquid, odnosno $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ i KNO_3 sa druge (Graf. 2). Primenjeni folijarni tretmani se u pogledu sadržaja rastvorljive suve materije u plodu jagode iz zbirnog uzorka nisu značajno razlikovali od kontrole. Razlog tome može biti stalno dodavan nitrat, odnosno azotno đubrivo, što utiče na smanjenje sadržaja suve materije (Ojeda-Real *et al.*, 2009). Klimatski uslovi, odnosno velika količina padavina u toku sazrevanja i berbe plodova nepovoljno je uticala na sadržaj RSM što je u skladu sa navodima Kumar *et al.* (2011), koji ističu da padavine smanjuju sadržaj rastvorljive suve materije i kiselina u plodu jagode. Ukupna količina padavina za mesec maj iznosila je 154 mm, što je znatno više od višegodišnje prosečne vrednosti za ovaj mesec, a koja iznosi 63 mm (RHMZ, 2019).

Folijarni tretmani su značajno uticali na sadržaj ukupnih kiselina u plodu u svim terminima berbe, kao i u zbirnom uzorku. Sadržaj ukupnih kiselina u plodovima iz prvog termina se kretao od 0,59% [$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ + KNO_3] do 0,83% (CaCO_3 + WAKE-up®Liquid) (Tab. 3). Najniži sadržaj ukupnih kiselina u plodovima iz drugog termina (Tab. 4) utvrđen je utretmanu sa

CaCO_3 (0,62%) a najviši u tretmanu kombinovane primene $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ + WAKE-up®Liquid i u kontroli (0,73%). U trećem terminu berbe (Tab. 5) najnižim sadržajem ukupnih kiselina odlikovali su se plodovi iz tretmana sa $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ + WAKE-up®Liquid (0,40%), a najvišim iz tretmana sa CaCO_3 + KNO_3 (0,73%). Statistički značajna razlika u pogledu sadržaju ukupnih kiselina u plodu zbirnog uzorka utvrđena je samo između tretmana sa KNO_3 i kontrole (Graf. 3). Rezultati prethodnih istraživanja su, takođe, potvrdili da je folijarna primena kalcijuma (500 ppm) kod dve sorte jagode (Albion, Festival) dovela je do statistički značajnog povećanja sadržaja ukupnih kiselina u odnosu na netretiranu kontrolu (Rozbiany & Taha, 2020).

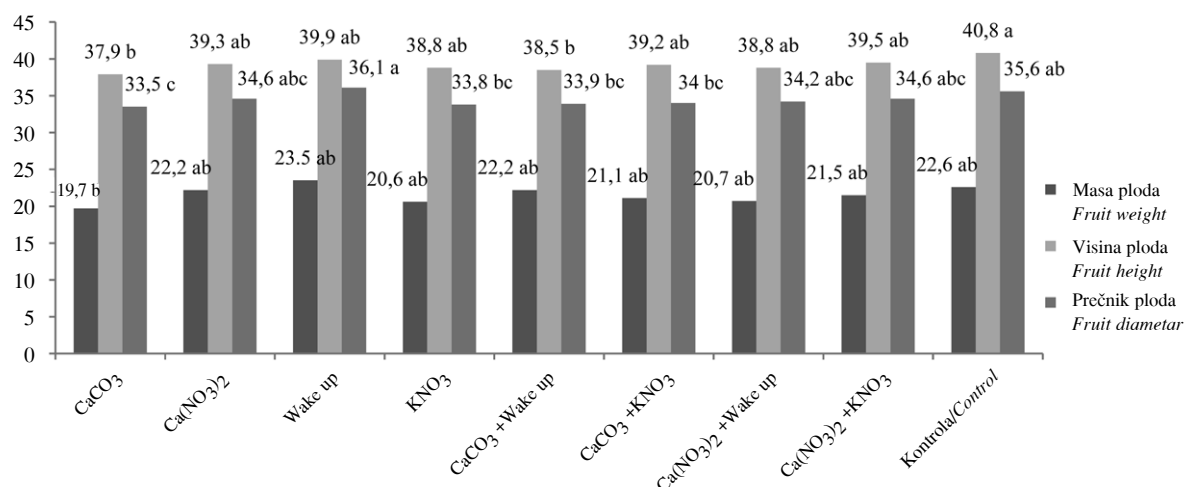
Primenjeni tretmani su imali uticaj na čvrstinu plodova u prvom i drugom terminu berbe. U prvom terminu berbe najveća čvrstina plodova utvrđena je u kontroli, a najniža u tretmanu sa KNO_3 . Najveća čvrstina plodova u drugom terminu berbe izmerena je utretmanu sa $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ + WAKE-up®Liquid, i predstavlja statistički značajno povećanje u odnosu na ostale tretmane (Tab. 4). Najveća prosečna čvrstina ploda u ukupnom uzorku zabeležena je kod tretmana $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ + WAKE-up®Liquid, ali razlike nisu bile statistički značajne (Graf. 4). Rezultati prethodnih istraživanja ukazuju na to da folijarna primena $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ tri puta od punog cvetanja u koncentraciji 0,3–0,5% nije dovela do povećanja čvrstine ploda (Lanauskas *et al.*, 2006).

Tab. 5. Fizička i hemijska svojstva plodova jagode u tretmanima folijarnim đubrivima nakon treće berbe (04. jun)

Tab. 5. Physical and chemical properties of strawberry fruit in foliar fertilizer treatments after the third harvest (June 04)

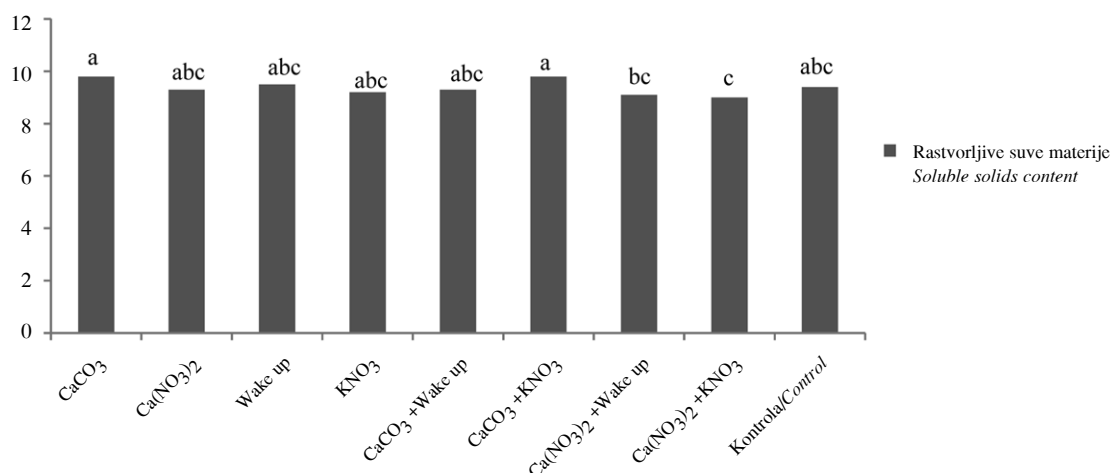
Tretman <i>Treatment</i>	Masa ploda <i>Fruit weight</i> (g)	Visina ploda <i>Fruit height</i> (mm)	Prečnik ploda <i>Fruit diameter</i> (mm)	Rastvorljive suve materije <i>Soluble solids</i> (%)	Ukupne kiseline <i>Total acids</i> (%)	Čvrstina ploda <i>Fruit firmness</i> (N)
CaCO_3	16,4 a	35,0 a	31,8 a	8,9 a	0,72 a	6,39 a
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	21,3 a	36,6 a	33,8 a	8,8 a	0,63 ab	5,47 a
Wake up® Liquid	19,3 a	37,5 a	34,0 a	9,3 a	0,66 ab	6,29 a
KNO_3	20,8 a	36,9 a	34,5 a	7,9 a	0,71 a	6,58 a
CaCO_3 + Wake up® Liquid	23,5 a	35,9 a	33,5 a	8,4 a	0,52 b	5,57 a
CaCO_3 + KNO_3	17,5 a	35,3 a	32,4 a	9,3 a	0,73 a	5,65 a
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ + Wake up® Liquid	19,9 a	37,1 a	34,2 a	8,6 a	0,4 b	4,88 a
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ + KNO_3	19,4 a	36,8 a	33,2 a	7,8 a	0,57 ab	5,35 a
Kontrola/Control	20,5 a	38,4 a	34,8 a	9,5 a	0,49 b	5,79 a
Statistička značajnost <i>Statistical significance</i>	nz	nz	nz	nz	*	nz

nz/* - razlika između proseka tretmana nije/jeste statistički značajna za $P < 0,05$ (F test); Prosečne vrednosti označene istim slovom se ne razlikuju značajno prema Dankanovom testu višestrukih intervala za $P < 0,05$ / ns/* Not significant/significant at $P < 0.05$ (F test); Means followed by the same letter do not differ significantly according to Duncan's Multiple Range Test at $P < 0.05$



Prosečne vrednosti označene istim slovom se ne razlikuju značajno prema Duncanovom testu višestrukih intervala za $P < 0,05$
Means followed by the same letter do not differ significantly according to Duncan's Multiple Range Test at $P < 0.05$

Graf. 1. Prosečne vrednosti mase (g), visine (mm) i prečnika (mm) ploda jagode u tretmanima folijarnim đubrivima
Graph. 1. Average values of weight (g), height (mm) and diameter (mm) of strawberry fruit in foliar fertilizer treatments

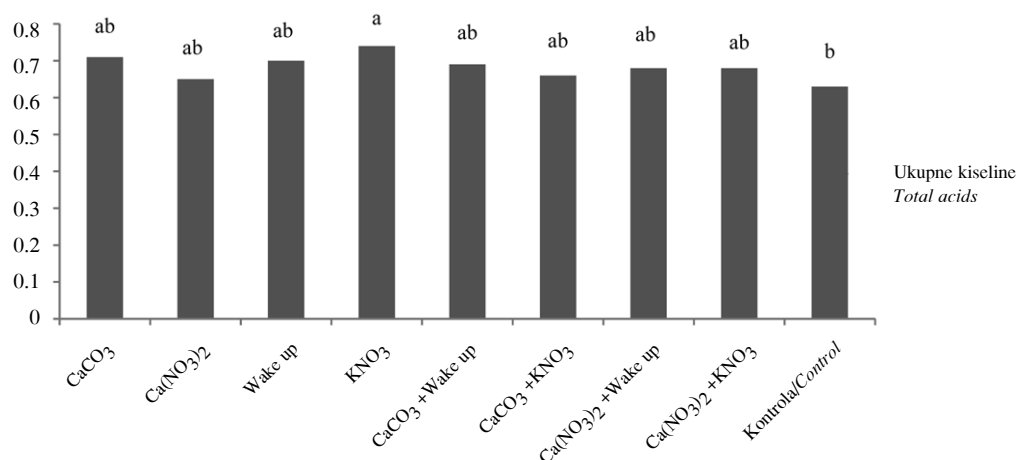


Prosečne vrednosti označene istim slovom se ne razlikuju značajno prema Duncanovom testu višestrukih intervala za $P < 0,05$
Means followed by the same letter do not differ significantly according to Duncan's Multiple Range Test at $P < 0.05$

Graf. 2. Prosečne vrednosti rastvorljive suve materije (%) ploda jagode u tretmanima folijarnim đubrivima
Graph. 2. Average values of soluble solids content (%) of strawberry fruit in foliar fertilizer treatments

Sadržaj K u listu nije značajno varirao u različitim tretmanima folijarne prihrane sa K i Ca đubrivima (Tab. 6). Najveći sadržaj kalijuma u listu zabeležen je kod tretmana WAKE-up®Liquid, a potom kod ostalih

tretmana gde je primenjivan WAKE-up®Liquid u kombinaciji sa drugim đubrivima. Najmanji sadržaj K u listu zabeležen je kod tretmana sa KNO₃. U našim istraživanjima najveći sadržaj ukupnog Ca u listu zabe-



Prosečne vrednosti označene istim slovom se ne razlikuju značajno prema Duncanovom testu višestrukih intervala za $P < 0,05$
Means followed by the same letter do not differ significantly according to Duncan's Multiple Range Test at $P < 0.05$

Graf. 3. Prosečne vrednosti ukupnih kiselina (%) ploda jagode u tretmanima folijarnim đubrivima
Graph. 3. Average values of total acids (%) of strawberry fruit in foliar fertilizer treatments

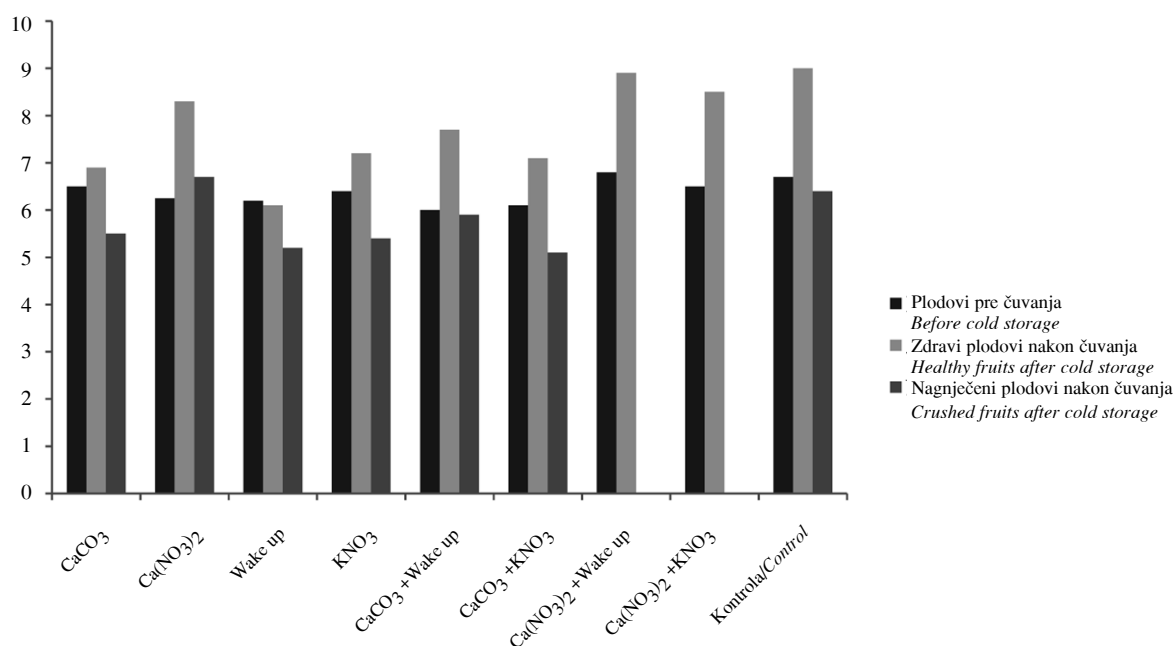
ležen je kod tretmana CaCO₃ + WAKE-up®Liquid (10.400,40 ppm) a zatim kod tretmana sa CaCO₃ (8.914,80 ppm). Valentinuzzi *et al.* (2018) navode da je folijarni tretman jagode gajene u vrećama ispunjenim kokosovim vlaknima sa K₂SO₄ (6 g l⁻¹) doveo do povećanja sadržaja K u listu (7–5%) i u plodovima (8–11%). Najmanji sadržaj Ca u listu zabeležen je u tretmanima Ca(NO₃)₂ + WAKE up®Liquid i CaCO₃ + KNO₃ (5.372,10 i 5.735,60 ppm, po redosledu) (Tab. 6).

Singh *et al.* (2007) navode da folijarna primena Ca i Ca + B pre berbe plodova ima značajan uticaj na čvrstinu i kvalitet ploda (sadržaj rastvorljive suve ma-

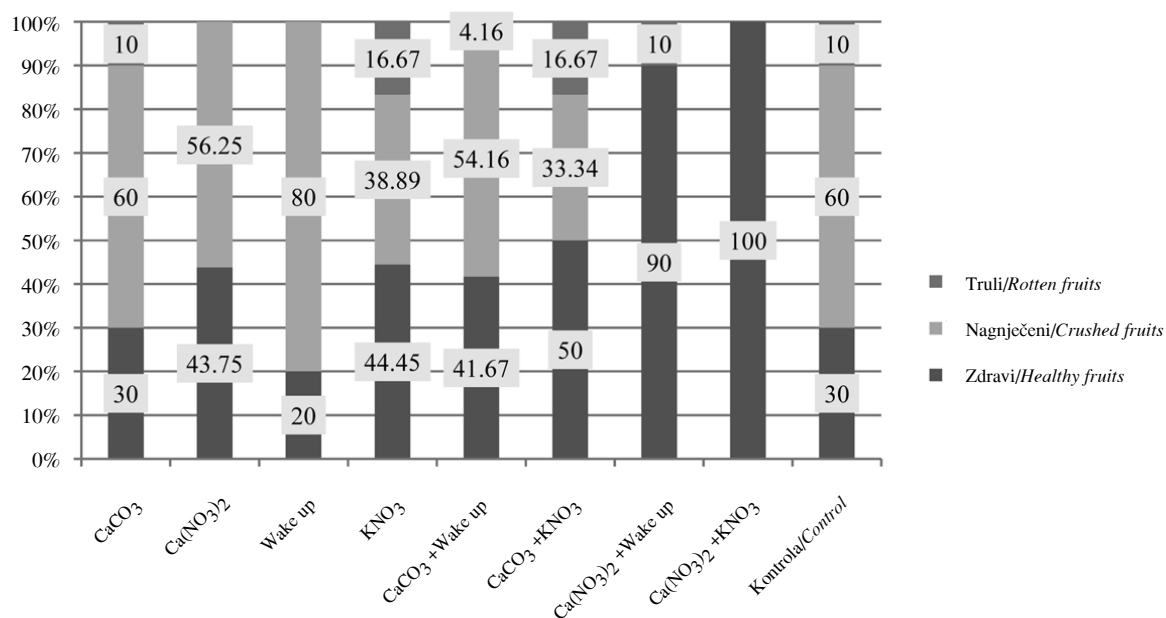
terije, ukupnih kiselina i askorbinske kiseline) kao i na manju pojavu sive plesni kod jagode sorte Chandler tokom 5 dana čuvanja na temperaturi od 10°C i relativnoj vlažnosti vazduha od 90%. Suprotno tome rezultati naših proučavanja su pokazali da je nakon čuvanja, čvrstina zdravih plodova jagode bila niža u primenjenim tretmanima u odnosu na kontrolu. Najveća čvrstina zdravih plodova zabeležena je u kontroli i iznosi 8,97 N, dok je najmanja čvrstina ploda izmerena kod tretmana WAKE-up®Liquid i iznosila je 6,08 N (Graf. 4). S obzirom da je sadržaj K u zemljištu visok (Tab. 1), povećana koncentracija K putem preparata WAKE-up®Liquid mogla je sprečiti apsorpciju Ca

Tab. 6. Sadržaj ukupnog kalijuma (%) i kalcijuma (ppm) u listu jagode
Tab. 6. Total content of potassium (%) and calcium (ppm) in strawberry leaf

Tretman/Treatment	Sadržaj ukupnog kalijuma/Total content of potassium (%)	Sadržaj ukupnog kalcijuma/Total content of calcium (ppm)
CaCO ₃	1,23	8.914,80
Ca(NO ₃) ₂	1,16	8.668,40
Wake up® Liquid	1,29	7.074,20
KNO ₃	1,14	8.299,30
CaCO ₃ +Wake up® Liquid	1,23	10.400,40
CaCO ₃ +KNO ₃	1,20	5.735,60
Ca(NO ₃) ₂ +Wake up® Liquid	1,26	5.372,10
Ca(NO ₃) ₂ +KNO ₃	1,21	7.808,30
Kontrola	1,18	7.563,30



Graf. 4. Prosečne vrednosti čvrstine ploda (N) pre i nakon čuvanja u hladnjači
 Graph. 4. Average values of fruit firmness (N) before and after cold storage



Graf. 5. Udeo (%) zdravih, nagnječenih i trulih plodova jagode nakon čuvanja u hladnjači
 Graph. 5. Percentage of healthy, crushed and rotten strawberry fruits after cold storage

(Gondek *et al.*, 2020) i tako uticati na čvrstinu ploda. Kod tretmana sa $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ zabeležena je najveća čvrstina nagnječenih plodova i iznosila je 6,73 N, dok je najmanja čvrstina nagnječenih plodova zabeležena kod tretmana $\text{CaCO}_3 + \text{KNO}_3$ (5,07 N). Čvrstina nagnječenih plodova u kontroli iznosila je 6,41 N.

Najviše zdravih plodova zabeleženo je kod tretmana $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{KNO}_3$ (100 %) dok je najmanje zdravih plodova zabeleženo kod tretmana WAKE-up® Liquid (20 %) (Graf. 5). Kod tretmana $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, WAKE-up® Liquid i $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{KNO}_3$ nije zabeleženo postojanje trulih plodova nakon čuvanja. Najviše trulih plodova zabeleženo je kod tretmana KNO_3 i $\text{CaCO}_3 + \text{KNO}_3$ (16,67 %). Kod tretmana $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{KNO}_3$ i $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{WAKE-up}^\circ\text{Liquid}$ nije zabeleženo postojanje nagnječenih plodova. Døving & Måge (2002) ističu da sitniji plodovi jagode imaju veću čvrstinu od krupnijih, što je u skladu sa našim rezultatima prema kojima tretman sa WAKE-up® Liquid pozitivno utiče na masu i dimenzije ploda ali se odlikuje najmanjom čvrstinom ploda i najvišim udelom nagnječenih plodova (80%).

Zaključak

Na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti da je:

- Folijarna primena preparata WAKE-up® Liquid dovela do povećanja mase i dimenzija plodova iz drugog termina berbe i ukupnog uzorka;
 - Tretman sa CaCO_3 uticao na povećanje sadržaja rastvorljive suve materije kod plodova iz drugog termina berbe kao i u ukupnom uzorku;
 - Folijarna primena K i Ca uticala na sadržaj ukupnih kiselina u plodovima u svim terminima berbe i zbirnom uzorku;
 - Tretman sa $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{WAKE-up}^\circ\text{Liquid}$ pozitivno uticao na čvrstinu ploda u drugom terminu berbe;
 - Folijarna prihrana sa $\text{CaCO}_3 + \text{WAKE-up}^\circ\text{Liquid}$ uticala na povećanje sadržaja Ca u listu;
- Kod tretmana sa $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{KNO}_3$ zabeležen najveći procenat zdravih plodova nakon čuvanja u hladnjači.

– Pored navedenog treba istaći da nije uočen uticaj primenjenih folijarnih hraniva na sadržaj K u listu jagode, kao ni uticaj na očuvanje čvrstine ploda u toku čuvanja u hladnjači.

Literatura

- Ahmad H., Sajid M., Ullah R., Hayat S., Shahab M. (2014): Dose optimization of potassium (K) for yield and quality increment of strawberry (*Fragaria ananassa* Duch.) Chandler. American Journal of Experimental Agriculture, 4(12): 1526–1535.
- Døving A., Måge F. (2002): Methods of testing strawberry fruit firmness. Acta Agriculturae Scandinavica, 51: 43–51.
- FAOSTAT databases (2021): Available at: <http://faostat3.fao.org>
- Gondek K., Mierzwa-Hersztek M., Kopeć M., Zaleski T., Bogdal S., Bieniasz M., Blaszczyk J., Kaczmarczyk E., Kowalczyk B., Knaga J., Pniak M., Jarosz R. (2020): Mineral composition of fruits and leaves of San Andreas® everbearing strawberry in soilless cultivation. Journal of Elementology, 25(4): 14–16.
- Hernandez-Munoz, P., Eva Almenar P., Del Valle V. (2008): Chitosan coating combined with postharvest calcium treatment on strawberry (*Fragaria ananassa*) quality during refrigerated storage. Food Chemistry, 110(2): 428–435.
- Kalra Y. (1997): Handbook of Reference Methods for Plant Analysis. CRC Press Boca Raton, USA.
- Kastori R., Maksimović I. (2008): Ishrana biljaka. Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
- Kastori R., Ilin Ž., Maksimović I., Putnik-Delić M. (2013): Kalijum u ishrani biljaka. Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
- Khalil N.H., Hammoodi J.K. (2021): Effect of nitrogen, potassium and calcium in strawberry fruit quality. International Journal of Agricultural and Statistics Sciences, 16: 1967–1972.
- Kumar A., Avasthe R.K., Rameash K., Pandey B., Borah T.R., Denzongpa R., Rahman H. (2011): Influence of growth conditions on yield, quality and diseases of strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.) var Ofra and Chandler under mid hills of Sikkim Himalaya. Scientia Horticulturae, 130: 43–48.
- Lanauskas J., Uselis N., Valiūškaite A., Viškelis P. (2006): Effect of foliar and soil applied fertilizers on strawberry healthiness, yield and berry quality. Agronomy Research, 4: 247–250.
- Malvi U.R. (2011): Interaction of micronutrients with major nutrients with special reference to potassium. Karnataka Journal of Agricultural Sciences, 24: 106–109.
- Martinsson M., Kwast A., Cieslinski G., Treder W. (2006): Impact of production systems and fertilizer application on yield and quality of strawberries. Acta Horticulturae, 708: 59–64.
- Ojeda-Real L.A., Lobbit P., Cárdenas-Navarro R., Grageda-Cabrera O., Farías-Rodríguez R., Valencia-Cantero E., Macías-Rodríguez L. (2009): Effect of nitrogen fertilization on quality markers of strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch. cv. Aromas). Journal of the Science of Food and Agriculture, 89: 935–939.
- RHMZ (2019): Dostupno na: <http://www.hidmet.gov.rs>.
- Rozbaniy K.P., Taha M.S. (2020): Influence of calcium foliar application to increase growth and yield of two strawberry cultivars (*Fragaria ananassa* Duch.). Zanco Journal of Pure and Applied Sciences, 32(2): 145–150.
- Shamaila B., Khan S.M., Rehman A., Rahmani I., Ijaz F., Afzal S. A., Khan R. (2016): The effect of potassium on growth and yield of (*Fragaria ananassa* Duch.) (Esne ex Weston duchesne ex rozier). Pakistan Journal of Botany, 48(4): 1407–1413.

- Singh R., Sharma R. R., Tyagi S.K. (2007): Pre-harvest foliar application of calcium and boron influences physiological disorders, fruit yield and quality of strawberry (*Fragaria ananasa*). *Scintia Horticulture*, 2(112): 215–220.
- Singh S., Singh N.P., Sharda R., Sangwan A.K. (2019): Response of irrigation, fertigation and mulching on plant growth and fruit yield of strawberry. *Indian Journal of Horticulture*, 76: 233–240.
- Valentinuzzi F., Maver M., Fontanari S., Mott D., Savini G., Tiziani R., Pii Y., Mimmo T., Cesco S. (2018): Foliar application of potassium – based fertilizer improves strawberry fruit quality. *Acta Horticulturae*, 1217: 379–384.
- Wojcik P., Lewandowski A. (2003): Effect of calcium and boron sprays on yield and quality of ‘Elsanta’ strawberry. *Journal of Plant Nutrition*, 26: 671–682.

FOLIAR APPLICATION OF CALCIUM AND POTASSIUM IN THE FUNCTION OF STRAWBERRY FRUIT QUALITY

Marko Kesić^{*}, Nenad Magazin, Gordana Barać, Maja Milović, Jelena Kalajdžić, Biserka Milić

University of Novi Sad, Faculty of Agriculture, Dositeja Obradovića Square 8, 21000 Novi Sad, Republic of Serbia

**E mail: markokesic94@gmail.com*

Abstract

The experiment was performed in strawberry plantation with the aim of examining the effect of foliar application of calcium and potassium on fruit quality, i.e. the fruit size and chemical fruit properties. In addition, the aim was to determine how the treatments affected the ability to store fruits. The experiment analyzed the influence of: 1) calcium carbonate (0.5%); 2) calcium nitrate (0.5%); 3) WAKE-up® Liquid fertilizers (1%); 4) potassium nitrate (0.5%); 5) calcium carbonate (0.5%) + WAKE-up® Liquid (1%); 6) calcium carbonate (0.5%) + potassium nitrate (0.5%); 7) calcium nitrate (0.5%) + WAKE-up® Liquid (1%); 8) calcium nitrate (0.5%) + potassium nitrate (0.5%). The investigation also included control treatment with a standard

fertilization program. The treatments were effective in preserving the quality of the fruit after cold storage and increasing the calcium content in the leaf. Also, the application of WAKE-up® Liquid showed an effect on increasing the weight, height and diameter of the fruit, and in combination with calcium nitrate had an effect on fruit firmness after harvest. The treatments had an impact on the contents of soluble solids and total acids, while they had no effect on the firmness of the fruit after cold storage.

Key words: strawberry, potassium nitrate, calcium nitrate, FoliaStim, Wake up, fruit properties