

VPLIV UPORABE NATRIJEVEGA BIKARBONATA, SREDSTVA ZA ZATIRANJE JABLANOVEGA ŠKRLUPA, NA KAKOVOST PLODOV JABLANE

Ana SLATNAR¹, Franci ŠTAMPAR², Maja MIKULIČ PETKOVŠEK³, Robert VEBERIČ⁴

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Katedra za sadjarstvo,
vinogradništvo in vrtnarstvo, Ljubljana

IZVLEČEK

Študije v zadnjih letih ugotavljajo učinek natrijevega bikarbonata (NaBK), kot fungicidnega sredstva, ki preprečuje okužbo z jablanovim škrlupom. V predhodnih študijah so preučevali uporabo NaBK na kalitev askospor in na podaljševanje kličnega mešička glive *Venturia inaequalis* [(Cooke) G. Wint.]. Namen naše raziskave pa je bil spremljanje možnega vpliva NaBK na akumulacijo primarnih in sekundarnih metabolitov v tehnološko zrelih plodovih jablane. Uporaba NaBK je pokazala zmanjšanje simptomov okužbe tako na plodovih, kot listih. Parametri kakovosti plodov (masa in trdota) so bili boljši pri NaBK in fungicidnem obravnavanju glede na kontrolno obravnavanje. Plodovi tretirani z NaBK so vsebovali manj skupnih fenolov, flavonolov in flavan-3-olov kot kontrolna drevesa. Plodovi, ki so bili tretirani z NaBK so vsebovali višje vsebnosti sladkorjev kot kontrolna drevesa. Rezultati raziskave kažejo, da parametri kakovosti plodov dajejo primerljive rezultate kot fungicidno obravnavanje z nižjo obremenitvijo s pesticidnimi ostanki za okolje.

Ključne besede: agronomska praksa, alternativni fungicidi, *Malus domestica*, fenoli, *Venturia inaequalis*

ABSTRACT

INFLUENCE OF SODIUM BICARBONATE, AN ANTI-APPLE SCAB AGENT, ON QUALITY PARAMETERS OF APPLE FRUITS

Experimental studies in the past years recommend the use of sodium bicarbonate (SBC) as a fungicidal agent in prevention and control of apple scab disease. Generally, the research aim of previous studies was to investigate the effects of SBC on spore germination and germ tub elongation of *Venturia inaequalis* [(Cooke) G. Wint.] fungus. However, this study monitors the accumulation of primary and secondary metabolites in technologically mature apple fruit as affected by the use of SBC against *Venturia inaequalis*. The use of SBC demonstrated a reduction in the disease symptoms on apple fruits and leaves. The fruit quality parameters (mass and fruit firmness) did not differ among treatments. On the other hand, fruit treated with SBC contained lower amounts of total phenolics, flavonols and flavan-3-ols compared to fruit from the control treatment. SBC treated fruit also contained higher amounts of sugars than fruit from the control treatment. We can conclude that fruit quality parameters show comparable results to fungicide treatment and in consideration of a significantly decreased burden for the environment by pesticide residuals.

Keywords: agricultural practice, alternative fungicides, *Malus domestica*, phenolics, *Venturia inaequalis*

¹ univ. dipl. inž. agr., Jamnikarjeva 101, SI-1111 Ljubljana

² prof. dr., prav tam

³ dr., prav tam

⁴ doc. dr., prav tam

1 UVOD

Preprečevanje in nadzor jablanovega škrlupa sta največkrat zelo zahtevna, predvsem zaradi povečane rezistence patogenov na aktivne snovi fungicidov. Povprečno se v enem letu za preventivo in kontrolo jablanovega škrlupa uporabi 10 do 22 fungicidnih tretiranj, število je odvisno od vremenskih razmer v posameznem letu. Strategija preprečevanja široke uporabe fungicidov bi lahko rešila problem rezistence na določene aktivne snovi in zmanjšala uničevanje ekosistema in onesnaževanja okolja (McHardy, 1996).

Druga možnost pri zatiranju jablanovega škrlupa bi bila uporaba naravnih substanc, ki imajo fungicidno delovanje in nimajo negativnega vpliva tako za okolje, ter za zdravje ljudi. Bikarbonati so ena od mnogih alternativnih možnosti, ki trenutno vzbujajo pozornost. So pogosto dovoljeni dodatki hrani v Evropi in tudi drugod. Natrijev bikarbonat (NaBK) se uporablja za urejanje pH-ja in ohranja okus in teksturo raznim živilskim izdelkom. Prav tako pa kaže širok fungicidni spekter, ki je bil dokazan v študijah proti različnim vrstam patogenov (Horst in sod., 1992), med njimi tudi pri zatiranju jablanovega škrlupa (Jamar in sod., 2007). Jabolka, kot tudi drugo sadje, ima pestro kemično sestavo, ki se lahko razlikuje celo znotraj enega sorte v odvisnosti od stopnje zrelosti, lokacije pridelave, agronomske prakse, kot tudi vrste okoljskih dejavnikov. Vsaka sorta ima svojo tipično sestavo primarnih in sekundarnih metabolitov.

Cilj naše raziskave je bil preučiti vpliv uporabe NaBK, kot sredstva za zatiranje jablanovega škrlupa, na zunanje in notranje parametre kakovosti v primerjavi s kontrolo in fungicidnim obravnavanjem. V dosednji literaturi lahko zasledimo študije o vplivu NaBK na kalitev askospor in na podaljšanje ključnega mešička glive *Venturia inaequalis* in o fitotoksičnih učinkih uporabe NaBK na liste in plodove, ter kot posledica tega zmanjšanje pridelka. V študiji smo se osredotočili na vrednotenje parametrov kakovosti plodov ob uporabi NaBK.

2 MATERIAL IN METODE

Študija je bila opravljena na jablani sorte 'Zlati delišes', ki je občutljiva sorta na jablanov škrlup, v nasadu Biotehniške fakultete v letu 2009. Obravnavanim drevesom smo dodelili sledeča obravnavanja: (1) kontrola, (2) fungicidno obravnavanje in (3) 1% koncentracija NaBK. Prva aplikacija je bila opravljena 22. aprila 2009, kateri je v 10 dnevni presledki sledilo še 14 aplikacij. Skozi rastno sezono smo na desetih poganjkih na drevo spremljali možne fitotoksične učinke pripravka in spremljali stopnjo simptomov jablanovega škrlupa po posameznih obravnavanjih. Plodovi za analizo so bili obrani ob tehnološki zrelosti 23. septembra. Na plodovih smo izmerili maso in trdoto, ter ocenili stopnjo simptomov okužbe z jablanovim škrlupom na plodu. Za analizo sladkorjev, kislin, skupnih fenolov in fenolov smo vzorce hranili na -20°C. Ekstrakcijo sladkorjev in kislin smo izvedli po metodi Šturm in sod. (2003). Ekstrakcijo in analizo fenolov in skupnih fenolov smo izvedli po metodi Mikulič Petkovšek in sod. (2007). Vsebnost posameznih fenolov smo analizirali na HPLC sistemu (kolona Phenomenex Gemini C18), vsebnost skupnih fenolov spektrofotometrično (765 nm) po metodi z Folin-Ciocalteujevim reagentom. Podatke smo statistično obdelali s programom Statgraphic Plus 4.0. Uporabili smo enosmerno analizo variance ($p < 0,05$).

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

Med raziskavo nismo ugotovili fitotoksičnega učinka NaBK ne na liste kot tudi ne na plodove. Trdimo lahko da je uporaba 1% raztopine NaBK zmanjšala simptome okužbe z jablanovim škrlupom v primerjavi s kontrolo tako na listih kot tudi plodovih. Prav tako je uporaba NaBK pokazala primerljive rezultate s fungicidnim obravnavanjem v masi in trdoti plodov.

Preglednica 1: Vpliv uporabe NaBK na kakovost dozorelih plodov (povprečje ± SN).
 Table 1: The effect of SBC treatment on quality of harvested fruit (means ± SE).

Tretiranje	Masa (g)	Trdota(kg cm ⁻²)
kontrola	106,29 ± 5,20 a *	8,14 ± 0,16 b
Fungicid	154,67 ± 3,99 b	7,29 ± 0,12 a
NaBK	142,41 ± 6,09 b	7,27 ± 0,11 a

* različne črke (a-c) v stolpcu prikazujejo statistično značilne razlike med obravnavanji (LSD test, p < 0,05).

V seštevku skupnih sladkorjev so zajeti glukoza, fruktoza, saharoza in sorbitol. Ugotovili smo, da je na fungicidnem pasu prišlo do statistično značilnih višjih vsebnosti fruktoze in glukoze kot v kontroli. Vrednost skupnih sladkorjev je bila statistično nižja pri kontroli in statistično višja pri fungicidnem tretiranju. Razlog za razliko v vsebnosti skupnih sladkorjev je lahko v nižji stopnji okuženosti listov, kar zmanjša fotosintetsko aktivnost in posledično zniža vsebnost sladkorjev v plodu. Med organskimi kislinami smo analizirali jabolčno in citronsko kislino, vendar med obravnavanji nismo zaznali statistično značilnih razlik. Prav tako smo izračunali razmerje med sladkorji in kislinami, ki je eden od parametrov kakovosti. Tudi pri razmerju smo zasledili statistično nižje razmerje pri kontroli v primerjavi s fungicidnim obravnavanjem.

Preglednica 2: Vpliv NaBK na vsebnost organskih kislin in sladkorjev v dozorelih plodovih (povprečje ± SN).
 Table 2: The effect of SBC treatment on content of organic acids and sugars of harvested fruit (mean ± SE in g kg⁻¹ FW).

Tretiranje	Skupni sladkorji	Skupne organske kisline	Razmerje sladkorji/kisline
Kontrola	92,31 ± 3,20 a *	6.61 ± 0.32	14.97 ± 1.14 a
Fungicid	118,90 ± 3.21 c	6.13 ± 0.39	20.97 ± 1.57 b
NaBK	101.24 ± 2.16 b	5.56 ± 0.27	18.39 ± 1.14 ab

* različne črke (a-c) v stolpcu prikazujejo statistično značilne razlike med obravnavanji (LSD test, p < 0,05).

V preglednici 3 in 4 predstavljamo vsebnost posameznih fenolnih snovi po skupinah in vsebnost skupnih fenolov ločeno za kožico in pulpo. Vsebnost hidroksicimetnih kislin je bila statistično višja pri kontroli v kožici. Razlog za to povišanje bi lahko bilo znano dejstvo, da napad z jablanovim škrlupom privede do povečanega stresa, kar pa se odraža v večji količini hidroksicimetnih kislin. V pulpi v skupini hidroksicimetnih kislin ne ugotavljamo statistično značilnih razlik.

Pri skupini dihidrohalkonov se je pokazala statistično nižja vsebnost pri tretiranju z NaBK kot pri ostalih dveh tretiranjih. V pulpi pa smo statistično najvišjo vsebnost imeli pri fungicidnem tretiranju kot pri ostalih dveh obravnavanjih. Rezultati naše raziskave so nasprotujoči rezultatom Chincija in sod. (2004), ki poročajo višje vsebnosti floridzina v organsko pridelani kožici jabolane v primerjavi z integrirano pridelanimi.

V kožici jabolka je kontrola kazala statistično višjo vsebnost flavan-3-olov, v primerjavi z ostalima dvema tretiranjema. Primerljivi rezultati kot v kožici so se kazali tudi v pulpi. Znano je da se ob okužbi pojavi večja akumulacija posameznih fenolov iz te skupina, kar naj bi omejilo širjenje glive (Mayr in sod. 1997). To trditev lahko potrdijo tudi naši rezultati, ki kažejo višjo vsebnost flavan-3-olov v kontrolnem tretiranju, ki je bilo močno okuženo z glivo. Obravnavanje z NaBK je pokazalo nižjo vsebnost flavonolov v primerjavi z ostalimi obravnavanji tako v kožici kot v pulpi. Tudi Chinnici s sod. (2004) poročajo o višji vsebnosti skupnih kvercetinov v integrirani pridelavi glede na organsko pridelavo pri isti sorti kot v našem poskusu.

Kožica jabolka vsebuje od 8 do 12 krat višje vsebnosti skupnih fenolov kot meso. V primeru tretiranja z NaBK pa so bile vsebnosti skupnih fenolov nižje, kot pri ostalih dveh tretiranjih.

Preglednica 3: Vsebnost posameznih fenolov (povprečje \pm SN v mg 100g⁻¹ sveže mase (SM)) in skupnih fenolov (SK) (povprečje \pm SN v mg GAE 100g⁻¹ SM) v kožici pri različnih tretiranjih.

Table 3: The content of individual phenolic compounds (mean \pm SE in mg 100g⁻¹ FW), total phenolic content (mean \pm SE in mg GAE 100g⁻¹ FW) in peel of different type of treatment.

	Kontrola		Fungicid		NaBK	
Hidroksicimetne kisline	22.35 \pm 1.14	b *	12.66 \pm 0.49	a	10.61 \pm 0.41	a
Dihidroalkoni	21.17 \pm 0.38	b	20.16 \pm 0.32	b	17.61 \pm 1.12	a
Flavan-3-oli	42.51 \pm 1.97	b	36.53 \pm 1.68	a	33.61 \pm 2.06	a
Flavonoli	71.30 \pm 0.43	b	96.36 \pm 5.94	c	56.79 \pm 2.96	a
SK	132.82 \pm 1.41	b	129.44 \pm 4.66	b	105.49 \pm 5.53	a

*različne črke (a-c) v stolpcu prikazujejo statistično značilne razlike med obravnavanji (LSD test, $p < 0,05$).

Preglednica 4: Vsebnost posameznih fenolov (povprečje \pm SN v mg 100g⁻¹ sveže mase (SM)) in skupnih fenolov (SK) (povprečje \pm SN v mg GAE 100g⁻¹ SM) v pulpi pri različnih tretiranjih.

Table 4: The content of individual phenolic compounds (mean \pm SE in mg 100g⁻¹ FW), total phenolic content (mean \pm SE in mg GAE 100g⁻¹ FW) in pulp of different type of treatment.

	Kontrola		Fungicid		NaBK	
Hidroksicimetne kisline	5.97 \pm 0.61	NS *	5.62 \pm 0.11	NS	5.14 \pm 0.26	NS
Dihidroalkoni	1.15 \pm 0.06	ab	1.19 \pm 0.06	b	0.99 \pm 0.04	a
Flavan-3-oli	3.71 \pm 0.28	b	3.34 \pm 0.14	ab	2.77 \pm 0.10	a
Flavonoli	0.30 \pm 0.02	b	0.32 \pm 0.01	b	0.24 \pm 0.01	a
SK	13.51 \pm 1.40	b	10.18 \pm 0.31	a	8.20 \pm 0.68	a

*različne črke (a-c) v stolpcu prikazujejo statistično značilne razlike med obravnavanji (LSD test, $p < 0,05$).

4 SKLEPI

Rezultati uporabe NaBK, kažejo znižano stopnjo okužbe tako na listih in plodovih. Parametri kakovosti plodov ob uporabi NaBK se ne zmanjšajo, vendar moramo ob tem upoštevati da NaBK ne povzroča obremenitve za okolje kot drugi fungicidi. Kljub temu so plodovi, ki so vsebovali NaBK imeli višje vsebnosti primarnih metabolitov kot kontrola. Vsebnost skupnih fenolov, flavonolov, flavan-3-olov, hidroksicimetnih kislin (samo v kožici) in dihidroalkonov (samo v kožici) je bila ob uporabi NaBK nižja. Ker se fenoli pogosto sintetizirajo kot posledica stresnih pogojev, lahko trdimo da je v primeru tretiranja z NaBK prišlo do manjšega stresa kot v kontroli. V prihodnje bi bilo v analize smiselno vključiti tudi druge bikarbonatne soli, ki bi jih hkrati lahko uporabili kot foliarna gnojila.

5 LITERATURA

- Chinnici, F., Bendini, A., Gaiani, A., Riponi C. 2004. Radical scavenging activities of peels and pulps from cv. golden delicious apples as related to their phenolic composition. *Journal of Agricultural and food chemistry*, 52: 4684-4689.
- Horst, R.K., Kawamoto, S.O., Porter, L.L. 1992. Effect of sodium bicarbonate and oils on the control of powdery mildew and black spot of roses. *Plant Disease*, 76: 247-251.
- Jamar, L., Lateur, M. 2007. Strategies to reduce copper use in organic apple production. *Acta Horticulturae*, 737: 113-120.
- McHardy, W.E. 1996. *Apple scab, Biology, Epidemiology, and Management*, APS, St. Paul, Minn, USA.
- Mayr, U., Michalek, S., Treutter D., Feucht W. 1997. Phenolic compounds of apple and their relationship to scab resistance. *Journal of Phytopathology*, 145: 69-75.
- Mikulič Petkovšek, M., Štampar, F., Veberič, R. 2007. Parameters of inner quality of the apple scab resistant and susceptible apple cultivars (*Malus domestica* Borkh.). *Scientia Horticulturae*, 144: 37-44.
- Šturm, K., Koron, D., Štampar F., 2003. The composition of fruit of different strawberry varieties depending on maturity stage. *Food Chemistry*, 83: 417-422.