

Status makroelemenata u listu sorte 'Škrlet bijeli' (*Vitis vinifera* L.) pri različitoj gnojidbi

Sažetak

Analiza biljnog tkiva najpouzdanija je metoda za procjenu ishranjenosti vinograda jer hraniva u listu predstavljaju izvor hraniva za grozd tijekom faze dozrijevanja. Cilj ovog rada je utvrditi utjecaj gnojidbe na status makroelemenata (N, P, K, Ca i Mg) u listu vinove loze sorte 'Škrlet bijeli' (*Vitis vinifera* L.). Usporedbom dobivenih vrijednosti s referentnim rasponima citiranim u literaturi utvrđen je stupanj ishranjenosti vinove loze navedenim hranivima. Primjenjena su četiri gnojidbena tretmana: NPK; NPK + Fertilolomit; NPK + Fertilolomit + Folibor B; NPK + Fertilolomit + Folibor B + Proteoleaf. Uzorkovanje cjelovitih listova obavljeno je u fazi cvatnje, šare i dozrijevanja tijekom tri godine istraživanja. Vrijednosti N u listu kretale su se od 1,88 % do 4,47 %, vrijednosti P varirale su od 0,18 % do 0,48 %, vrijednosti K u listu od 1,02 % do 1,96 %, vrijednosti Ca kretale su se u rasponu od 0,69 % do 2,70 % dok su vrijednosti Mg bile u rasponu od 0,16 % do 0,41 %. Usporedbom dobivenih vrijednosti s referentnim vrijednostima, neovisno o gnojidbi i godini, utvrđeno je da su vrijednosti N, P, K i Ca u listu vinove loze 'Škrlet bijeli' unutar raspona dok su vrijednosti Mg ispod donje granice referentne vrijednosti.

Ključne riječi: gnojidba, list, makrohraniva, vinova loza

Uvod

Gnojidba mineralnim gnojivima moćan je alat u vinogradarskoj proizvodnji za postizanje većih prinosa i poboljšanje kvalitete grožđa (Brataševac i sur., 2013). Osnovna hraniva koja vinova loza usvaja u većoj količini su dušik (N), fosfor (P), kalij (K), kalcij (Ca) i magnezij (Mg) (Mirošević i Karoglan Kontić, 2008) te njihovim unošenjem u tlo putem gnojidbe povećava se prinos i rast mladica (Conradie i Saayman, 1989). Dušik je najvažnije hranivo u ishrani vinove loze jer ima veliki utjecaj na vegetativni i reproduktivni razvoj (Schreiner i sur., 2013), te kvalitetu mošta (Arrobas i sur., 2014), a najviše je potreban tijekom intenzivnog rasta mladica i korijena (Mirošević i Karoglan Kontić, 2008). Fosfor je bitan za prijenos energije u biljci jer ulazi u sastav molekule ATP-a i metabolizam šećera te iako je njegov nedostatak u vinogradarskim tlima vrlo rijedak zbog skromnih zahtjeva vinove loze za P, nedostatak će se pojaviti na kiselim tlima (Jackson, 2008). Za razliku od N i P, K ne ulazi u sastav organske tvari u biljci, ali ima veliki utjecaj na biokemijske reakcije u biljci (Bergmann, 1992). Uloga K u transportu stvorenih asimilata smatra se jednim od glavnih čimbenika koji utječu na rast i razvoj vinove loze, prinos i kvalitetu (Bergmann, 1992.; Mpelasoka i sur.; 2003). Kalcij i magnezij su kationi čiji je nedostatak vrlo čest u kiselim tlima. Kalcij je odgovoran za strukturnu i fiziološku stabilnost biljnog tkiva, a Mg je centralni atom u molekuli klorofila te zbog toga neophodan za normalno funkcioniranje fotosintetskog aparata u listovima (Lešić i sur., 2002). Kako bi se povećala njihova dostupnost u kiselom tlu, potrebno je provesti kalcizaciju kojom se aplicira poboljšivač koji sadrži Ca i/ili Mg (Lončarić i sur., 2015). Također i folijama primjena hraniva pozitivno utječe na prinos i kvalitetu biljaka.

¹ Mirela Trdenić, dipl. ing., Petrokemija d.d., Aleja Vukovar 4, 44320 Kutina, Hrvatska

² doc. dr. sc. Zvezdana Marković, prof. dr. sc. Mirjana Herak Ćustić, doc. dr. sc. Marko Petek, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, 10 000 Zagreb, Hrvatska
Autor za korespondenciju: zmarkovic@agr.hr

Za određivanje potencijalno raspoloživih hraniva u tlu koje biljka korijenom može usvojiti, koristi se kemijska analiza tla koja pokazuje koliko je neko tlo pogodno za uzgoj određene kulture i koje su eventualne potrebe za dodatnom gnojivom (Romheld, 2012). Međutim za trajne nasade, pa tako i vinovu lozu, analiza biljnog tkiva pouzdanija je metoda za procjenu ishranjenosti i trenutno predstavlja osnovu za izradu gnojivbenih preporuka (Christensen, 2005; Arrobas, 2014). Hraniva u listu izravno utječu na ukupnu proizvodnju biomase i predstavljaju izvor hraniva za grozd tijekom faze dozrijevanja (Peuke, 2009). U vinogradarskoj praksi može se analizirati odvojeno plojka ili peteljka lista (Benito i sur., 2013; Romero i sur., 2014), ali Palčić (2015) navodi da mnogi autori preporučuju analizu cjelovitih (plojka + peteljka) listova (Fregoni, 1985; Kliewer, 1991; Robinson, 2005; Mullins i sur., 2007). Vrijeme uzorkovanja je vrlo bitno jer se status hraniva u biljnom tkivu mijenja tijekom vegetacije (Romheld, 2012) te se uzorkuju listovi nasuprot grozdu u fazi cvatnje i šare (Mullins i sur., 2007; Benito i sur., 2013.). Dobivene vrijednosti za pojedino hranivo uspoređuju se s prethodno utvrđenim kritičnim vrijednostima ili referentnim vrijednostima drugih autora (Benito i sur., 2013).

Sorta 'Škrlet bijeli' na kojoj je provedeno istraživanje je autohtona sorta vinove loze (*Vitis vinifera* L.) Hrvatske i ima veliku gospodarsku važnost za podregiju Moslavina u kojoj je zastupljena na 63 ha površine (APPRRR, 2019) te je u periodu 2000.-2018. godine na njoj provedena klonska selekcija (Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet). Kako dosadašnjim istraživanjima u sklopu klonske selekcije nije obuhvaćen utjecaj gnojidbe, cilj ovog istraživanja bio je utvrditi utjecaj gnojivbenih tretmana, osobito folijarne primjene kalija te bora i ostalih mikroelemenata, na status N, P, K, Ca i Mg u listu 'Škrleta bijelog' te na temelju usporedbe dobivenih rezultata s referentnim vrijednostima drugih autora, utvrditi stupanj ishranjenosti 'Škrleta bijelog'.

Materijali i metode

Istraživanje je postavljeno u vinogradu na lokaciji Kutina (GPS Data, N 45°30'1,68 x E 16°46'9,57), regija Središnja bregovita Hrvatska, podregija Moslavina, vinogorje Voloder-Ivanić Grad. Vinograd je posađen 2008. godine bezvirusnim klonskim materijalom. Izabrani klon za istraživanje ŠK-29 na podlozi Kober 5BB zastupljen je u jednom redu vinograda. Za ovo istraživanje odabran je klon ŠK-29 koji postiže prosječne prinose i kvalitetu grožđa te kojemu se gnojivom žele unaprijediti proizvodne karakteristike. Razmak sadnje iznosi 2,20 x 0,90 m. Uzgojni oblik je jednostruki Guyot s dva prigojna reznika i jednim lucnjem, s ukupnim opterećenjem od 12 pupova. Prije postavljanja pokusa obavljena je preliminarna analiza tla po sljedećim metodama: pH vrijednost tla prema HRN ISO 10390:2005, humus prema bikromatnoj metodi po Tjurinu (Škorić, 1982.), fosfora i kalija prema AL-metodi (Egner i sur., 1960) te mehanički sastav tla prema HRN ISO 11277:2011. Temeljem rezultata analize tla vidljivo je da se radi o kiselom tlu, slabo humoznom (Gračanin, 1947), umjereno opskrbljeno fosforom i dobro opskrbljeno kalijem (Vukadinović i Vukadinović, 2011) te prema rezultatima mehaničkog sastava tla radi se o praškasto ilovastom tlu (Tablica 1.).

Tablica 1. Kemijska analiza tla i mehanički sastav tla
Table 1. Soil chemical analysis and mechanical soil composition

Kemijska analiza tla/Chemical soil analysis ¹						
Dubina uzorkovanja/ Sampling depth	pH _{KCl}	pH _{H2O}	humus (%)	mg P ₂ O ₅ /100 g	mg K ₂ O/100 g	
0-30 cm	4,8	5,8	1,3	20,6	33,6	
30-60 cm	4,3	5,5	1,0	12,4	24,6	
Mehanički sastav tla (%) ² /Mechanical soil composition (%) ²						
	Krupni pijesak/ Coarse sand 2,0-0,2 mm	Sitni pijesak/ Fine sand 0,2-0,063 mm	Krupni prah/ Coarse silt 0,063-0,02 mm	Sitni prah/ Fine silt 0,02-0,002 mm	Glina/ Clay < 0,002 mm	Teksturna oznaka/ Texture
0-30 cm	0,7	1,3	46,6	33,9	17,5	Praškasta ilovača/Silty loam
30-60 cm	0,4	1,9	44,5	35,5	17,7	Praškasta ilovača/Silty loam

¹Laboratorij za primjenska istraživanja, Petrokemija d.d./ Laboratory for agronomy research, Petrokemija d.d.

²Zavod za pedologiju, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet/ Department of Pedology, University of Zagreb Faculty of Agriculture

Na odabranom klonu ŠK-29 primijenjena su četiri gnojidbena tretmana u tri ponavljanja prema eksperimentalnom dizajnu potpuno slučajnog bloknoeg rasporeda. Osnovnu pokusnu parcelicu čine tri trsa sa zaštitnim pojasom između njih. Istraživanje je provedeno kroz 2012., 2013. i 2014. godinu.

Gnojidbeni tretmani su: **1. tretman – S** (standard kao kontrola) standardna gnojidba s 400 kg/ha NPK (MgO, SO₃) 7-14-21 (2, 18), primijenjena u veljači prije početka vegetacije deponatorom u tlo (temeljem početne analize tla), **2. tretman – SC** (standard + kalcizacija) standardna gnojidba s 400 kg/ha NPK (MgO, SO₃) 7-14-21 (2, 18) + 3 t/ha Fertdolomita praškastog (kalcijev magnezijev karbonat), oba materijala primijenjena putem tla u veljači prije početka vegetacije, NPK gnojivo deponatorom u tlo, Fertdolomit rasipanjem po površini tla, **3. tretman – SCB** (standard + kalcizacija + folijarno bor) standardna gnojidba s 400 kg/ha NPK (MgO, SO₃) 7-14-21 (2, 18) + 3 t/ha Fertdolomit praškasti + 2,5 L/ha Folibor B (bor etanolamin 11 %); NPK gnojivo deponatorom u tlo, Fertdolomit rasipanjem po površini tla, Folibor B dva tretiranja folijarno (prije i nakon cvatnje) i **4. tretman – SCBM** (standard + kalcizacija + folijarno bor + folijarno makro i mikroelementi) standardna gnojidba s 400 kg/ha NPK (MgO, SO₃) 7-14-21 (2, 18) + 3 t/ha Fertdolomit praškasti + 2,5 L/ha Folibor B + 4 kg/ha Proteoleaf (N 3 %, P 5 %, K 40 %, Mg 3 %, B 0,05 %, Fe 0,1 %, Mn 0,05 %, Mo 0,001 %, Zn 0,01 %); NPK gnojivo deponatorom u tlo, Fertdolomit rasipanjem po površini tla, Folibor B dva tretiranja folijarno (prije i nakon cvatnje), Proteoleaf dva tretiranja folijarno (faza šare i faza dozrijevanja grožđa).

U svakoj godini istraživanja 2012., 2013. i 2014. obavljena su tijekom vegetacije tri uzorkovanja lista nasuprot grozda, u fenofazi cvatnje, šare i dozrijevanja. Sa svake osnovne parcelice uzeto je 15 zdravih cjelovitih listova (plojka i peteljka) po pojedinom uzorkovanju (fazi vegetacije). Prosječni uzorci lista analizirani su na sadržaj ukupnog dušika modificiranom metodom po Kjeldahlu (HRN ISO 11261:1995), ukupnog fosfora spektrofotometrijski (AOAC, 1995), ukupnog kalija plamenfotometrijski (AOAC, 1995), te ukupnog kalcija i magnezija atomskom apsorpcijskom spektrometrijom (AOAC, 1995).

Dobiveni rezultati statistički su obrađeni primjenom jednosmjerne analize varijance korištenjem statističkog softvera SAS 9.4 (2013, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA).

Rezultati i rasprava

Statističkom obradom dobivenih rezultata kemijske analize lista, korištenjem jednosmjerne ANOVA-e nije utvrđen statistički značajan utjecaj gnojidbenih tretmana na status N, P, K, Ca i Mg u listovima 'Škrleta bijelog', međutim utvrđene su statistički značajne razlike u statusu makroelemenata između istraživanih godina (2012., 2013. i 2014.). Razlike između godina vjerojatno su se pojavile zbog različitih klimatskih uvijeta (temperatura, oborina) tijekom istraživanih vegetacijskih godina.

Status N u listu 'Škrleta bijelog' pod utjecajem gnojidbenih tretmana za tri fenofaze u tri godine istraživanja prikazan je u Tablici 2. Vrijednosti u fenofazi cvatnje varirale su od 3,08 % N (2014.) pri tretmanu SCB do 4,47 % N (2012.) pri istom tretmanu. U fenofazi šare vrijednosti N varirale su od 1,88 % N (2014.) pri tretmanu SC do 2,64 % N (2012.) pri tretmanu SCBM. U fenofazi dozrijevanja vrijednosti N kretale su se od 2,15 % N (2013.) pri tretmanu SC do 2,65 % N (2014.) pri tretmanu S. Usporede li se prosjeci godina, u fenofazi cvatnje postoje značajne razlike između tri istraživane godine, odnosno najviše N utvrđeno je u 2012. godini u odnosu na ostale dvije godine. U fenofazi šare prosjeci 2012. i 2013. godine su značajno veći od 2014. godine, dok u fenofazi dozrijevanja najviše N utvrđeno je u 2014. godini, značajno više u odnosu na ostale dvije godine.

Tablica 2. Status dušika u suhoj tvari lista 'Škrleta bijelog' (% N ST) pod utjecajem gnojidbenih tretmana u fenofazama cvatnje, šare i dozrijevanja u 2012., 2013. i 2014. godini

Table 2. Dry matter leaf nitrogen status of 'Škrlet bijeli' (% N DW) according to fertilization treatments in the phenophases of flowering, dwarfing and ripening in 2012, 2013 and 2014

		% N ST/% NDW				
Fenofaza/ Phenophase	Godina/Year	Tretman/Treatment ¹				Prosjek godine/ Year average
		S	SC	SCB	SCBM	
Cvatnja/ Flowering	2012.	4,01 a	4,21 a	4,47 a	4,11 a	4,20 a
	2013.	3,69 ab	3,70 b	3,61 b	3,50 b	3,62 b
	2014.	3,28 b	3,10 c	3,08 c	3,18 b	3,16 c
	Prosjek gnojidbe/ Fertilization average	3,66	3,67	3,72	3,59	
Šara/ Veraison	2012.	2,36 a	2,43 a	2,60 a	2,64 a	2,51 a
	2013.	2,43 a	2,49 a	2,22 a	2,06 a	2,30 a
	2014.	1,93 b	1,88 b	1,93 b	1,94 b	1,92 b
	Prosjek gnojidbe/ Fertilization average	2,24	2,26	2,25	2,21	
Dozrijevanje/ Harvest	2012.	2,19 b	2,33 b	2,33 b	2,27	2,28 b
	2013.	2,20 b	2,15 b	2,18 b	2,17	2,18 b
	2014.	2,65 a	2,62 a	2,60 a	2,41	2,57 a
	Prosjek gnojidbe/ Fertilization average	2,35	2,37	2,37	2,28	

Različita slova predstavljaju značajno različite vrijednosti prema Duncanovom testu, $p \leq 0,05$. / Different letters represent significantly different values according to Duncan's test, $p \leq 0,05$.

¹Tretman: S-standard kao kontrola; SC-standard + kalcizacija; SCB-standard + kalcizacija + bor; SCBM-standard + kalcizacija + bor + mikroelementi/Treatment: S-standard as control; SC-standard + calcization; SCB-standard + calization + boron; SCBM-standard + calization + boron + microelements

Status P u listu 'Škrleta bijelog' pod utjecajem gnojidbenih tretmana za tri fenofaze u tri godine istraživanja prikazan je u Tablici 3. Vrijednosti u fenofazi cvatnje varirale su od 0,30 % P (2013.) pri tretmanu SCBM do 0,40 % P (2012.) pri tretmanu SC. U fenofazi šare vrijednosti P varirale su od 0,24 % P (2013.) pri tretmanu SC do 0,38 % P (2014.) pri istom tretmanu. U fenofazi dozrijevanja vrijednosti P kretale su se od 0,18 % P (2012.) pri tretmanu SCBM do 0,48 % P (2014.) pri tretmanu SC. Usporede li se prosjeci godina, u fenofazi cvatnje prosjeci 2012. i 2014. godine su značajno veći od 2013. godine. U fenofazi šare i dozrijevanja značajno više P utvrđeno je u 2014. godini u odnosu na ostale dvije godine.

Tablica 3. Status fosfora u suhoj tvari lista 'Škrleta bijelog' (% P ST) pod utjecajem gnojidbenih tretmana u fenofazama cvatnje, šare i dozrijevanja u 2012., 2013. i 2014. godini

Table 3. Dry matter leaf phosphorus status of 'Škrlet bijeli' (% P DW) according to fertilization treatments in the phenophases of flowering, dwarfing and ripening in 2012, 2013 and 2014

		% P ST/% P DW					
Fenofaza/ Phenophase	Godina/Year	Tretman/Treatment ¹				Prosjek godine/ Year average	
		S	SC	SCB	SCBM		
Cvatnja/ Flowering	2012.	0,31	0,40 a	0,36	0,39	0,37 a	
	2013.	0,31	0,31 b	0,32	0,30	0,31 b	
	2014.	0,36	0,38 ab	0,37	0,36	0,37 a	
	Prosjek gnojidbe/ Fertilization average	0,33	0,36	0,32	0,28		
Šara/ Veraison	2012.	0,28	0,28 b	0,25 b	0,25 b	0,27 b	
	2013.	0,27	0,24 b	0,26 ab	0,25 b	0,26 b	
	2014.	0,34	0,38 a	0,33 a	0,36 a	0,35 a	
	Prosjek gnojidbe/ Fertilization average	0,30	0,30	0,28	0,29		
Dozrijevanje/ Harvest	2012.	0,19 b	0,21 b	0,19 c	0,18 c	0,19 c	
	2013.	0,32 a	0,32 a	0,29 b	0,31 b	0,31 b	
	2014.	0,42 a	0,48 a	0,45 a	0,47 a	0,45 a	
	Prosjek gnojidbe/ Fertilization average	0,31	0,34	0,31	0,32		

Različita slova predstavljaju značajno različite vrijednosti prema Duncanovom testu, $p \leq 0,05$. / Different letters represent significantly different values according to Duncan's test, $p \leq 0,05$.

¹Tretman: S-standard kao kontrola; SC-standard + kalcizacija; SCB-standard + kalcizacija + bor; SCBM-standard + kalcizacija + bor + mikroelementi / Treatment: S-standard as control; SC-standard + calcization; SCB-standard + calization + boron; SCBM-standard + calization + boron + microelements

Status K u listu 'Škrleta bijelog' pod utjecajem gnojidbenih tretmana za tri fenofaze u tri godine istraživanja prikazan je u Tablici 4. Vrijednosti u fenofazi cvatnje varirale su od 1,02 % K (2013.) pri tretmanu SCB do 1,50 % K (2012.) pri tretmanu SC. U fenofazi šare vrijednosti K vari-

rale su od 1,49 % K (2012.) pri tretmanu SCBM do 1,88 % K (2014.) pri tretmanu SCB. U fenofazi dozrijevanja vrijednosti K kretale su se od 1,28 % K (2012.) pri tretmanu SC do 1,96 % K (2013.) pri istom tretmanu. Usporede li se prosjeci godina, u fenofazi cvatnje postoje značajne razlike između tri istraživane godine, odnosno najviše K utvrđeno je u 2012. godini u odnosu na ostale dvije godine. U fenofazi šare prosjeci 2013. i 2014. godine su značajno veći od 2012. godine, dok u fenofazi dozrijevanja najviše K utvrđeno je u 2013. godini, značajno više u odnosu na ostale dvije godine.

Tablica 4. Status kalija u suhoj tvari lista 'Škrleta bijelog' (% K ST) pod utjecajem gnojidbenih tretmana u fenofazama cvatnje, šare i dozrijevanja u 2012., 2013. i 2014. godini

Table 4. Dry matter leaf potassium status of 'Škrlet bijeli' (% K DW) according to fertilization treatments in the phenophases of flowering, dwarfing and ripening in 2012, 2013 and 2014

		% K ST/% K DW				
Fenofaza/ Phenophase	Godina/Year	Tretman/Treatment ¹				Prosjek godine/ Year average
		S	SC	SCB	SCBM	
Cvatnja/ Flowering	2012.	1,49 a	1,50	1,47 a	1,45	1,48 a
	2013.	1,11 b	1,19	1,02 b	1,28	1,15 c
	2014.	1,39 a	1,26	1,39 a	1,31	1,34 b
	Prosjek gnojidbe/ Fertilization average	1,33	1,32	1,29	1,35	
Šara/ Veraison	2012.	1,62	1,66	1,62 b	1,49	1,60 b
	2013.	1,71	1,72	1,77 ab	1,75	1,74 a
	2014.	1,74	1,70	1,88 a	1,82	1,78 a
	Prosjek gnojidbe/ Fertilization average	1,69	1,69	1,75	1,69	
Dozrijevanje/ Harvest	2012.	1,39 b	1,28 c	1,51 ab	1,33 b	1,38 c
	2013.	1,80 a	1,96 a	1,67 a	1,83 a	1,81 a
	2014.	1,65 a	1,49 b	1,46 b	1,52 ab	1,53 b
	Prosjek gnojidbe/ Fertilization average	1,61	1,58	1,55	1,56	

Različita slova predstavljaju značajno različite vrijednosti prema Duncanovom testu, $p \leq 0,05$. / Different letters represent significantly different values according to Duncan's test, $p \leq 0,05$.

¹Tretman: S-standard kao kontrola; SC-standard + kalcizacija; SCB-standard + kalcizacija + bor; SCBM-standard + kalcizacija + bor + mikroelementi / Treatment: S-standard as control; SC-standard + calcization; SCB-standard + calization + boron; SCBM-standard + calization + boron + microelements

kalcizacija + bor + mikroelementi.

Status Ca u listu 'Škrleta bijelog' pod utjecajem gnojidbenih tretmana za tri fenofaze u tri godine istraživanja prikazan je u Tablici 5. Vrijednosti u fenofazi cvatnje varirale su od 0,69 % Ca (2014.) pri tretmanu S i SCBM do 1,24 % Ca (2012.) pri tretmanu SC. U fenofazi šare vrijednosti

Ca varirale su od 2,08 % Ca (2014.) pri tretmanu SCB do 2,46 % Ca (2014.) pri tretmanu SC. U fenofazi dozrijevanja vrijednosti Ca kretale su se od 2,36 % Ca (2014.) pri tretmanu S do 2,70 % Ca (2013.) pri tretmanu SC. Usporede li se prosjeci godina, u fenofazi cvatnje postoje značajne razlike između tri istraživane godine, odnosno najviše Ca utvrđeno je u 2012. godini u odnosu na ostale dvije godine. U fenofazi šare i dozrijevanja nije utvrđena značajna razlika između godina.

Tablica 5. Status kalcija u suhoj tvari lista 'Škrleta bijelog' (% Ca ST) pod utjecajem gnojidbenih tretmana u fenofazama cvatnje, šare i dozrijevanja u 2012., 2013. i 2014. godini

Table 5. Dry matter leaf calcium status of 'Škrlet bijeli' (% Ca DW) according to fertilization treatments in the phenophases of flowering, dwarfing and ripening in 2012, 2013 and 2014

Fenofaza/ Phenophase	Godina/Year	Tretman/Treatment ¹				Prosjek godine/ Year average
		S	SC	SCB	SCBM	
Cvatnja/ Flowering	2012.	1,11 a	1,24 a	1,07 a	1,18 a	1,15 a
	2013.	0,76 b	0,84 b	0,83 b	0,79 b	0,80 b
	2014.	0,69 b	0,74 b	0,72 b	0,69 b	0,71 c
	Prosjek gnojidbe/ Fertilization average	0,85	0,94	0,87	0,89	
Šara/ Veraison	2012.	2,30	2,36	2,23 ab	2,27	2,29
	2013.	2,33	2,14	2,39 a	2,40	2,31
	2014.	2,19	2,46	2,08 b	2,25	2,24
	Prosjek gnojidbe/ Fertilization average	2,27	2,32	2,23	2,30	
Dozrijevanje/ Harvest	2012.	2,55	2,64	2,50	2,66	2,59
	2013.	2,61	2,70	2,67	2,68	2,66
	2014.	2,36	2,68	2,61	2,65	2,57
	Prosjek gnojidbe/ Fertilization average	2,51	2,67	2,59	2,66	

Različita slova predstavljaju značajno različite vrijednosti prema Duncanovom testu, $p \leq 0,05$. / Different letters represent significantly different values according to Duncan's test, $p \leq 0,05$.

¹Tretman: S-standard kao kontrola; SC-standard + kalcizacija; SCB-standard + kalcizacija + bor; SCBM-standard + kalcizacija + bor + mikroelementi / Treatment: S-standard as control; SC-standard + calcization; SCB-standard + calization + boron; SCBM-standard + calization + boron + microelements

Status Mg u listu 'Škrleta bijelog' pod utjecajem gnojidbenih tretmana za tri fenofaze u tri godine istraživanja prikazan je u Tablici 6. Vrijednosti u fenofazi cvatnje varirale su od 0,16 % Mg (2014.) pri tretmanu SCBM do 0,27 % Mg (2012.) pri tretmanu SC i SCBM. U fenofazi šare vrijednosti Mg varirale su od 0,31 % Mg (2014.) pri tretmanima S, SCB i SCBM do 0,41 % Mg (2012.) pri tretmanu S. U fenofazi dozrijevanja vrijednosti Mg kretale su se od 0,30 % Mg (2014.) pri tretmanu S do 0,41 % Mg (2013.) pri tretmanu SC. Usporede li se prosjeci godina, u fenofazi cvatnje postoje značajne razlike između tri istraživane godine, odnosno najviše Mg utvrđeno

je u 2012. godini u odnosu na ostale dvije godine. Također u fenofazi šare prosjek 2012. godine je značajno veći od ostale dvije istraživanje godine, dok je u fenofazi dozrijevanja značajno više Mg utvrđeno u 2012. i 2013. godini u odnosu na 2014. godinu.

Tablica 6. Status magnezija u suhoj tvari lista 'Škrleta bijelog' (% Mg ST) pod utjecajem gnojidbenih tretmana u fenofazama cvatnje, šare i dozrijevanja u 2012., 2013. i 2014. godini

Table 6. Dry matter leaf magnesium status of 'Škrlet bijeli' (% Mg DW) according to fertilization treatments in the phenophases of flowering, dwarfing and ripening in 2012, 2013 and 2014

		% Mg ST/% Mg DW				
Fenofaza/ Phenophase	Godina/Year	Tretman/Treatment ¹				Prosjek godine/ Year average
		S	SC	SCB	SCBM	
Cvatnja/ Flowering	2012.	0,26 a	0,27 a	0,26 a	0,27 a	0,26 a
	2013.	0,19 b	0,20 b	0,21 b	0,19 b	0,20 b
	2014.	0,17 b	0,18 b	0,18 b	0,16 b	0,17 c
	Prosjek gnojidbe/ Fertilization average	0,21	0,22	0,22	0,21	
Šara/ Veraison	2012.	0,41 a	0,38	0,39	0,36	0,38 a
	2013.	0,33 ab	0,32	0,34	0,32	0,32 b
	2014.	0,31 b	0,33	0,31	0,31	0,31 b
	Prosjek gnojidbe/ Fertilization average	0,35	0,34	0,34	0,33	
Dozrijevanje/ Harvest	2012.	0,37	0,38 ab	0,36 ab	0,37 ab	0,37 a
	2013.	0,39	0,41 a	0,40 a	0,40 a	0,40 a
	2014.	0,30	0,31 b	0,32 b	0,31 b	0,31 b
	Prosjek gnojidbe/ Fertilization average	0,35	0,37	0,36	0,36	

Različita slova predstavljaju značajno različite vrijednosti prema Duncanovom testu, $p \leq 0,05$. / Different letters represent significantly different values according to Duncan's test, $p \leq 0,05$.

¹Tretman: S-standard kao kontrola; SC-standard + kalcizacija; SCB-standard + kalcizacija + bor; SCBM-standard + kalcizacija + bor + mikroelementi / Treatment: S-standard as control; SC-standard + calcization; SCB-standard + calization + boron; SCBM-standard + calization + boron + microelements

Uspoređujući dinamiku kretanja svih istraživanih minerala u listu 'Škrleta bijelog' s obzirom na istraživane fenofaze cvatnju, šaru i dozrijevanje, generalno je utvrđeno da je status N i P veći u cvatnji nego u šari i dozrijevanju, a status Ca i Mg veći u šari i dozrijevanju, što je u skladu s navodima drugih autora (Petek i sur., 2008; Čoga i sur., 2009; Slunjski i sur., 2011) koji navode da se sadržaj N, P i K smanjuje prema kraju vegetacije, a povećava sadržaj Ca i Mg. Jedino za K je utvrđeno suprotno. U istraživanim godinama status K se povećao od cvatnje do šare, a prema kraju vegetacije se neznatno smanjio.

Tablica 7. Raspon minerala N, P, K, Ca i Mg u listu vinove loze (Christensen i sur., 1978; Cook i Wheeler, 1978; Fregoni, 1985; Paprić i sur., 2003)

Table 7. Range of minerals N, P, K, Ca and Mg in vine leaves (Christensen et al., 1978; Cook and Wheeler, 1978; Fregoni, 1985; Paprić et al., 2003)

Makroelement/Macroelement	Referentni raspon (%) Reference range (%)
Dušik/Nitrogen (N)	2,25-2,75
Fosfor/Phosphorus (P)	0,15-0,2
Kalij/Potassium (K)	1,2-2,5
Kalcij/Calcium (Ca)	1,7-4,5
Magnezij/Magnesium (Mg)	0,5-0,8

Iz Tablice 7 vidljivo je da se dobivene vrijednosti minerala N, K i Ca u listu 'Škrleta bijelog' nalaze u rasponu referentnih vrijednosti drugih autora (izuzetak su vrijednosti N u fenofazi cvatnje koje su iznad referentnih vrijednosti i vrijednosti Ca u cvatnji koje su ispod referentnih vrijednosti), dok su vrijednosti P veće od referentnih vrijednosti te vrijednosti Mg koje su izvan raspona referentnih vrijednosti.

Promatrajući dobivene vrijednosti istraživanih minerala (N, P, K, Ca i Mg) u listu 'Škrleta bijelog' u odnosu na primjenjene gnojdbene tretmane nije utvrđen trend povećanja statusa minerala u listu kao reakcija na primijenjene gnojdbene tretmane. Navedeno se može objasniti činjenicom da je istraživanje provedeno na tlu koje je dobro opskrbljeno hranivima i da su trsevi 'Škrleta bijelog' bili u dobroj kondiciji te je cjelokupna površina pokusa obuhvaćena standardnim tretmanom S (standardna gnojdba s 400 kg/ha NPK 7-14-21). Sve navedeno u kombinaciji sa sposobnošću vinove loze da u drvenim dijelovima trsa i korijenu stvara rezerve hraniva koja tijekom vegetacije troši za rast i razvoj, objašnjava izostanak reakcije na primjenjene gnojdbene tretmane (Jackson, 2008).

Zaključak

Iz svega navedenog može se zaključiti da gnojdbeni tretmani nisu statistički značajno utjecali na status makroelemenata u listu 'Škrleta bijelog'. Na temelju usporedbe dobivenih vrijednosti s referentnim vrijednostima drugih autora za N, P, K i Ca može se zaključiti da je 'Škrlet bijeli' dobro ishranjen navedenim hranivima, dok su vrijednosti Mg ispod raspona referentnih vrijednosti te je u narednom periodu potrebno provesti korektivnu gnojdbu magnezijem.

Literatura

- AOAC. (1995) *Official method of analysis of AOAC International* - 16th Edition, Vol.I. Arlington, USA.
- APPRRR (2019) Agencija za plaćanja u poljoprivredi, ribarstvu i ruralnom razvoju
- Arrobas, M., Ferreira, Q. Isabel, Freitas, S., Verdial, F., Rodrigues, M. A. (2014) Guidelines for fertilizer use in vineyards based on nutrient content of grapevines parts. *Scientia Horticulturae*. 172: 191-198
- Benito, A., Romero, I., Dominguez, J., Garcia-Escudero, E., Martin, I. (2013) Leaf blade and petiole analysis for nutrient diagnosis in *Vitis vinifera* L. cv. Garnacha tinta. *Australian Journal of grape and Wine Research*. 19(2): 285-298
- Bergmann, W. (1992) *Nutritional Disorders of Plants: Development, Visual and Analytical Diagnosis*. Gustav Fischer Verlag Jena-Stuttgart-New York
- Brataševac, K., Sivilotti, P., Vodopivec-Mozetič, B. (2013) Soil and foliar fertilization affects mineral contents in *Vitis vinifera* L. cv. „rebula“ leaves. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. 13(3):650-663
- Christensen, P. (2005) *Use of tissue analysis in viticulture*. Proceedings of Varietal Winegrape Production Short Course. University of California Davis Extension.
- Christensen L.P., Kasimatis A.N., Jensen F.L. (1978) *Grapevine Nutrition and Fertilization in the San Joaquin Valley*. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources. Publ. No. 4087.
- Conradie, W.J., and Saayman, D. (1989) Effects of long-term nitrogen, phosphorus, and potassium fertilization on Chenin blanc vines. I. Nutrient demand and vine performance. *American Journal of Enology and Viticulture* 40: 85-90
- Cook, J.A., Wheeler, D.W. (1978) *Use of tissue analysis in viticulture*. In: Soil and Plant-Tissue Testing in California H. M. Reisaure, pp. 14-16. Calif. Div. Agric. Sci. Bull.
- Čoga, L., Slunjski, S., Herak Čustić, M., Maslač, J., Petek, M., Čosić, T., Pavlović, I. (2009) Influence of Soil Reaction on Phosphorus, Potassium, Calcium and Magnesium Dynamics in Grapevine (*Vitis vinifera* L.) *Agriculturae Conspectus Scientificus*. 74 (1): 1-16

- Egner H., Riehm H., Domingo W.R. (1960) Untersuchung über die chemische Bodenanalyse als Grundlage für die Beurteilung des Nährstoffzustandes der Boden. II, Chemische Extraktionsmethoden zur Phosphor und Kaliumbestimmung – K. Hogs. Annir. W. R. 26: 199-215.
- Fregoni M. (1985) *Exigences d'éléments nutritifs en viticulture*. Bull. O.I.V. 58: 416-434.
- Gracanić, M. (1947) *Pedologija Fiziografija tala*. Poljoprivredni nakladni zavod. Zagreb.
- HRN ISO 10390:2005. Kakvoća tla—Određivanje pH vrijednosti (ISO 10390:2005).
- HRN ISO 11261:2004 (Kakvoća tla—Određivanje ukupnog dušika—Prilagođena Kjeldahlova metoda (ISO 11261:1995))
- HRN ISO 11277:2011. Kvaliteta tla—Određivanje raspodjele veličine čestica (mehaničkog sastava) u mineralnom dijelu tla—Metoda prosijavanja i sedimentacije (ISO 11277:2009).
- Jackson, R. S. (2008) *Wine science – Principles and Applications*, 3th Edition. Academic Press, London, Oxford, Boston, New York, San Diego.
- Kliwer, W. M. (1991) *Methods for determining nitrogen status of vineyards*. In: Proceedings of the international symposium nitrogen in grapes and wines. Seattle, WA, USA. Eds. Rantz, J.M. (The American Society for Enology and Viticulture: Davis, CA.) 133-147
- Lešić, R., Borošić, J., Buturac, I., Čustić, M., Poljak, M., Romić, D. (2002) *Povrčarstvo*. Zrinski Čakovec
- Lončarić, Z., Rastija, D., Karalić, K., Popović, B., Ivezić, V., Lončarić, R. (2015) *Kalcijacija tala u pograničnome području*. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek
- Mpelasoka, B.S., Schachtman, D.P., Treeby, M.T., Thomas, M.R. (2003) Potassium nutrition in grapevines. A review of potassium nutrition in grapevines with special emphasis on berry accumulation. *Australian Journal of Grape and Wine research*. 9: 154-168
- Mirošević, N., Karoglan Kontić J. (2008) *Vinogradarstvo*. Nakladni zavod Globus, Zagreb
- Mullins, M.G., Bouquet, A., Williams, L.E. (2007) *Biology of the Grapevine*. University Press. Cambridge, UK.
- Palčić I. (2015) *Utjecaj gnojidbenih tretmana na koncentracije minerala i organskih kiselina u vinu cv. Malvazije istarske (Vitis vinifera L.) s različitih teroira*. Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Doktorski rad. Zagreb
- Paprić, Đ., Korać N., Kuljančić, I., Medić M. (2009) Rezultati folijarne analize kod klonova sorte Rizling italijanski na različitim loznicama. *Letopis naučnih radova*. 33 (1): 43-49
- Petek, M., Gluhić, D., Herak Čustić M., Čoga, L., Čosić, T., Slunjski S. (2008) Leaf content of macro and microelements in *Vitis vinifera* cv. Sauvignon Blanc. VII SHS International Symposium on Mineral Nutrition of Fruit Crops. Book of Abstracts. Faro, Portugal, 35
- Peuke, D.A. (2009) Nutrient composition of leaves and fruit juice of grapevine as affected by soil and nitrogen fertilization. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*. 172: 557-564
- Robinson, J.B. (2005) Critical plant tissue values and application of nutritional standards for practical use in vineyards. In Proceedings of the Soli Environment and Vine mineral Nutrition Symposium. San Diego, CA, USA. Eds. Christensen, L.P. and Smart D.R. (American Society for Enology and Viticulture, Davis, CA.) 61-68
- Romero, I., Benito, A., Dominguez, N., Garcia Escudero, E., Martin, I. (2014) Leaf blade and petiole nutritional diagnosis for *Vitis vinifera* L. cv. Tempranillo by deviation from optimum percentage method. *Spanish Journal of Agricultural Research* 12 (1): 206-214
- Romheld, V. (2012) *Diagnosis of deficiency and toxicity of nutrients*. In: Marchner, P. (Ed.). *Marchner's Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academic Press. UK. 299-312
- Schreiner R.P., Lee J., Skinkis P.A. (2013) N, P, and K Supply to Pinot noir Grapevines: Impact on Vine Nutrient Status, Growth, Physiology, and Yield. *American Journal of Enology and Viticulture* 64: 26-38
- Slunjski, S., Čoga, L., Pavlović, I., Jurkić, V., Herak Čustić, M., Petek, M., Čosić, T. (2011) *Dinamika kalija u lišću vinove loze na kiselim i karbonatnim tlima*. Zbornik radova 46. hrvatskog i 6. međunarodnog simpozija agronoma, 165-168
- Škorić A. (1982) *Priručnik za pedološka istraživanja*. Fakultet poljoprivrednih znanosti, Zagreb.
- Vukadinović, V., Vukadinović, V. (2011) *Ishrana bilja*. Poljoprivredni fakultet. Osijek.

Prispjelo/Received: 15.11.2019.

Prihvaćeno/Accepted: 6.12.2019.

Original scientific paper

Status of macronutrients in the leaf of variety 'Škrlet bijeli' (*Vitis vinifera* L.) by different fertilization

Abstract

Plant tissue analysis is the most reliable method for evaluating plant nutrition status because the nutrients in the leaf are a source of nutrient for the cluster during the ripening phase. The aim of this paper is to determine the influence of fertilization on the status of macroelements (N, P, K, Ca and Mg) in the leaf of the variety 'Škrlet Bijeli'. By comparing the obtained values with the reference ranges cited in the literature, it has been established the level of nutrition status of the grapevine with macronutrients. Four fertilization treatments were applied: NPK; NPK + Fertdolomit; NPK + Fertdolomit + Folibor B; NPK + Fertdolomit + Folibor B + Proteoleaf. Whole leaf sampling was performed at the flowering, veraison and ripening phase during three survey years. The values of N in the leaves ranged from 1.88 % to 4.47 %, P values varied from 0.18 % to 0.48 %, K values varied from 1.02 % to 1.96 %, Ca values ranged from 0.69 % to 2.70 % while Mg values ranged from 0.16 % to 0.41 %. By comparing the obtained values with the reference values, independently of fertilization and year, it was found that the values of N, P, K and Ca in the leaves of grapevine 'Škrlet bijeli' are within the reference range, while the Mg values are below the reference range.

Keywords: fertilization, grapevine, leaf, macronutrients