

Uplatnění mimokořenové výživy draslíkem u révy vinné (*Vitis vinifera* L.)

Foliar application of potassium to grapevine (*Vitis vinifera* L.)

Tomáš Lošák, Tereza Zezulová, Mojmír Baroň, Jakub Elbl, Antonín Kintl, Ladislav Ducsay, Ladislav Varga, Stanislav Torma, Marko Petek

In a three-year field experiment (2011–2013) it was monitored the effect of foliar applications of potassium on yields and some qualitative parameters of grapevine cv. Zweigelt, locality Nosislav, South Moravia, Czech Republic. The fertiliser was soluSOP 52 (Sulphate of potash; 43% K, 18% S), applied 4× during vegetation (BBCH 15–19; 55; 75 and 83, respectively) at total rates of 6.22 and 12.44 kg K.ha⁻¹ (0.9 and 1.8% solutions). In number of cases the year significantly affected the yields and yield quality. Grape yields (a 3-year average) increased with increasing rates of K by 10.3–13.9 % over the unfertilised control. The sugar content decreased in both of the fertilised treatments (17.2–20.5 °NM) in contrast to the unfertilised control (19.3–20.9 °NM). The contents of titratable acids and the pH of grape must did not differ significantly among the treatments (8.42–10.86 g.l⁻¹ and

pH 3.02–3.28, respectively). The content of K in leave blades (% in dry matter) decreased during vegetation; and on a 3-year average it increased in both of the fertilised treatments at all the stages. Based on the results it can be recommend foliar applications of the soluSOP 52 fertiliser also in vineyards with a good supply of subsoil K and a very high content of (sub)soil Ca, particularly because it stimulates grape yields.

grapevine, foliar fertilisation, potassium, yield, sugar, titratable acids, pH of grape must

Réva vinná (*Vitis vinifera* L.) je vytrvalou kulturní plodinou, kdy produkce kvalitních hroznů vhodných pro přípravu hodnotného vína závisí na řadě faktorů, včetně adekvátní výživy a hnojení (7). Draslík (K) je důležitý makrobiogenní prvek s řadou fyziologických funkcí v rostlině, např. pro buněčný turgor, růst meristémů, transport asimilátů na dlouhé vzdálenosti, ve fotosyntéze (13). Draslík se akumuluje zejména v pletivech pokožky bobulí během dozrávání jako výsledek jeho remobilizace ze starších listů (2). Bobule jsou významným sinkem pro draslík, zejména během dozrávání (14). Draslík je nejpočetnější kationt v bobulích, který je zapojen do transportu cukrů (18). Draslík podporuje odolnost révy proti suchu i škůdcům. Nedostatek K zvyšuje nebezpečí poškození révy mrazem v důsledku opožděného vyzrávání letorostů a snižuje obsah cukrů v hroznech. Dále vede ke zpomalení růstu, zkracování internodií a projevuje se atypickou okrajovou spálou listů. Draslík významně ovlivňuje kvalitu, má vliv na chuť vína, dodává mu harmoničnost a prodlužuje jeho skladovatelnost (7).

Tabulka 1: Agrochemická charakteristika zeminy před založením experimentů
Table 1: Agrochemical characteristics of the soil prior to setting up the experiment

	Obsah prvku (mg.kg ⁻¹) (1)					pH/CaCl ₂
	P	K	Ca	Mg	K : Mg	
Hloubka (2) 0 – 0,3 m	46	485	6 959	385	1,26	7,42
Obsah	nízký (3)	vysoký (4)	velmi vysoký (5)	dobrý (6)	dobrý (6)	alkalická (7)
Hloubka (2) 0,3 – 0,6 m	45	308	7776	353	0,87	7,58
Obsah	nízký (3)	dobrý (6)	velmi vysoký (5)	dobrý (6)	dobrý (6)	alkalická (7)

(1) nutrient content in mg.kg⁻¹, (2) depth, (3) low, (4) high, (5) very high, (6) good, (7) alkali

Tabulka 2: Varianty experimentu
Table 2: Treatments of the experiment

Varianta číslo (1)	Hnojivo (2)	Koncentrace roztoku (%) (3)	Celková dávka K (kg.ha ⁻¹) (4)
1	–	–	–
2	soluSOP 52	0,9	6,22
3	soluSOP 52	1,8	12,44

(1) treatment number, (2) fertilizer, (3) concentration of solution in %, (4) total rate of K (kg.ha⁻¹)

Výskyt fyziologických chorob – scvrkávání bobulí (berry shrivel) a nekróza třapiny (stalk necrosis), které negativně ovlivňují kvalitu hroznů (pokles jejich cukernatosti a nárůst obsahu kyselin), jsou rovněž diskutovány v souvislosti s disharmonií ve výživě hořčíkem či draslíkem, ale nebyly dosud jednoznačně potvrzeny (8). Mimokořenová aplikace hnojiv obsahujících draslík je možnou praktikou ke korekci výživářských disbalancí při pěstování révy viné (21). Mimokořenovou výživou lze významně ovlivnit jak výnos, tak i kvalitu hroznů. Kromě toho lze zabránit i přehnojování půd a snížit riziko ohrožení životního prostředí. Při mimokořenové výživě lze dosáhnout až 85%ni účinnosti živin, zatímco při aplikaci do půdy pouze 30 – 60 %ni. Současně je třeba zdůraznit, že hlavním místem příjmu živin je kořen a mimokořenová výživa je pouze doplňkem. Dávku 66–97 kg K.ha⁻¹, při jeho dobrém obsahu v půdě (19), není možné dostat do révového keře ani pěti opakovanými nízkoprocenními postřiky. Proto v příštím období musí následovat hnojení do půdy (při zásobě živiny v půdě v kategoriích nízká – vyhovující – dobrá). Ložek et al. (10) popisují u Frankovky modré odběr draslíku hrozny na úrovni 30,2 kg.ha⁻¹ plus listy a dřevem ve výšce 40,6 kg.ha⁻¹ při výnosu hroznů 10,4 t.ha⁻¹ plus listů a dřeva 6,2 t.ha⁻¹. Nicméně mimokořenová výživa umožňuje operativní korekci výživného stavu révového keře a v případě mikrobiogenních prvků může pokrýt jejich celkovou potřebu. Její účinnost ovlivňuje nejen rychlost příjmu, ale i mobilita aplikovaných živin v rostlině. Draslík se řadí k živinám s rychlou absorpcí (10 – 24 hod) i mobilitou v rostlině (7). Mimokořenová výživa je vysoce účinná i preventivně nebo v případech omezeného příjmu draslíku z půdy, což je i za sucha, které se stává čím dál větším problémem pro zemědělství (6, 7) nebo jako důsledek vzájemného antagonismu iontů, např. vápníku a draslíku (3).

Cílem 3-letého polního experimentu bylo posoudit vliv dvou dávek draslíku aplikovaných formou mimokořenové výživy na výnos hroznů a jejich vybrané kvalitativní parametry.

Materiál a metody

Experimentální lokalita patří podniku Vinice Hustopeče s.r.o., se nachází v Jihomoravském kraji v obci Nosislav

(49° 0' 50" s. š., 16° 39' 16" v. d.), 20 km jižně od Brna, viniční trať Přední hory. Vinohrad je exponován na jihozápad v nadmořské výšce 185 m n. m. s průměrným ročním úhrnem srážek 480 mm a průměrnou teplotou vzduchu 9,2 °C. Vinice byla vysazena v roce 2000, její celková rozloha je 7 ha a spon výsadby je 3 × 1 m s celkovým počtem 23 331 keřů (3 333 keřů.ha⁻¹). Pěstovanou odrůdou je Zweigeltrebe. Pěstitelský tvar v pokusné vinici je střední vedení rýnsko-hessenské na 2 kordony. Meziřadí byla zatravněna a během vegetace 3 – 4× mulčována. Prostor mezi jednotlivými hlavami byl udržován v bezplevelném stavu pomocí herbicidů. Vinohrad je zahrnut v systému integrované produkce.

Z hlediska půdního druhu je na pokusné lokalitě těžká půda (jílovito-hlinitá), půdní typ černozem. Před založením pokusu byly odebrány vzorky půdy z hloubky 0 – 0,3 m a 0,3 – 0,6 m pro zjištění agrochemické charakteristiky půdy metodou Mehlich 3 (12), která je uvedena v tabulce 1.

Obsah oxidovatelného uhlíku (C_{ox}) byl nízký – v hloubce do 0,3 m 1,59 % a v hloubce 0,3 – 0,6 m 1,29 %. Všechny varianty pokusu byly na jaře, před rašením oček, hnojeny do půdy dusíkem a fosforem, v dávkách 60 kg N.ha⁻¹ ve formě ledku amonného s vápencem (27% N) a 37 kg P.ha⁻¹ ve formě amofosu (12 % N a 22,7 % P).

Mimokořenově bylo aplikováno hnojivo soluSOP 52, což je síran draselný s obsahem 43 % K a 18 % S jako nízkoprocenní roztok (0,9 – 1,8 %) ve dvou dávkách – 6,22 a 12,44 kg K.ha⁻¹. SoluSOP 52 je dobře rozpustný ve vodě a tudíž vhodný k foliární aplikaci a odstranění akutního nedostatku draslíku v rostlině. Pro svůj přírodní původ je možné použití i v ekologickém zemědělství.

V tabulce 2 jsou uvedeny jednotlivé varianty pokusu, přičemž každá varianta zahrnovala 6 keřů a byla 4× opakována.

Mimokořenová aplikace hnojiv proběhla 4-krát během vegetace pomocí zádového motorového rosiče Stihl SR 430 v dávce 400 l roztoku na ha při každé aplikaci. V tabulce 2 je uvedena celková dávka aplikovaného hořčíku po 4 aplikacích. U všech variant, včetně kontrolní (voda), bylo vždy přidáno smáčedlo Trend 90 (0,1%). První hnojení proběhlo v růstové fázi BBCH 15 – 19 (9 a více listů je rozvinuto), druhé ve fázi BBCH 55 (květenství se zvětšuje, jednotlivé kvítky jsou dosud hustě nahloučeny), třetí ve fázi BBCH 75 (bobule velikosti hrachu, hrozny visí) a poslední ve fázi BBCH 83 (zaměkávání bobulí). Termínově to odpovídalo přibližně (v závislosti na roku) konci května až polovině srpna. Pesticidní ochrana experimentální plochy probíhala v souladu se zbytkem vinice, přičemž nebyly použity žádné sirnaté fungicidy. Listové čepele byly odebrány 4krát během vegetace v intervalu 7 – 15 dní po aplikaci hnojiv. Z každé hlavy byly odebrány 3 listy, vždy naproti květenství (celkem 18 listů na variantu), přičemž řapíky

Tabulka 3: Výnos hroznů
Table 3: Bunch of grapes yields

Varianta číslo (1)	Rok (2)						Průměrný výnos (rel. %) (3)
	2011		2012		2013		
	t.ha ⁻¹	rel. %	t.ha ⁻¹	rel. %	t.ha ⁻¹	rel. %	
1	9,7 c C	100,0	13,5 b B	100,0	19,7 b A	100,0	100,0
2	10,6 b C	109,4	14,9 a B	110,7	21,8 a A	110,9	110,3
3	11,5 a C	118,6	14,8 a B	109,6	22,4 a A	113,7	113,9

(1) treatment number, (2) year, (3) an average yield in rel. %

Mean values of grape yields in t per ha, $n = 4$, different small letters (a, b) indicate significant differences at the level of $P < 0.05$ among individual treatments within the same year and different uppercase letters (A, B, C) indicate significant differences at the level of $P < 0.05$ among individual years (the same statistical evaluation for the tables 4–6)

byly odstraněny (15). Vzorok hroznů se odebíraly ručně vždy po jednom hroznu z keře (celkem 6 hroznů na variantu) a okamžitě analyzovány na ZF MENDELU v Lednici. Byl hodnocen výnos hroznů na ha, jejich cukernatost, obsah titrovatelných kyselin a pH moštu. Použité analytické a statistické metody jsou podrobně popsány v příspěvcích Zatloukalová et al. (20) a Zlámalová et al. (21). Odlišná malá písmena ve sloupcích (a, b, c) signalizují významné rozdíly v daném roce mezi variantami, zatímco odlišná velká písmena (A, B, C) označují významné rozdíly v řádku u dané varianty, tedy mezi roky.

Výsledky a diskuze

Výnosy hroznů

Antagonismus některých iontů, zejména mezi vápníkem a draslíkem, může výrazně komplikovat příjem draslíku z půdy (4), což byl i jeden z důvodů realizace popisovaného experimentu s mimokořenovou aplikací draslíku, protože v obou vrstvách půdy byl zjištěn velmi vysoký obsah Ca v půdě (6 959 – 7 776 mg.kg⁻¹) a alkalická půdní reakce (pH 7,42 – 7,58). Obsah draslíku v půdě byl vysoký (0 – 0,3 m), resp. dobrý (0,3 – 0,6 m).

Výnosy hroznů (tabulka 3) byly významně ovlivněny vlivem ročníku, kdy ve 3. roku experimentu byly výnosy dvojnásobné oproti 1. roku. Největší vliv mělo množství a rozložení srážek a teploty během roku. V prvních 10-ti

měsících roku 2011 vykazovala suma srážek pouze 88,2 % oproti jiným letům a 7 měsíců bylo pod dlouhodobým průměrem, kdy extrémně nízké srážky spadly v únoru, pouze 18,5 % oproti dlouhodobému průměru (1961 – 1990). Současně s tím vykázala průměrná teplota vzduchu v dubnu, srpnu a září 2011 výrazně nadprůměrné hodnoty. Kombinace obojího přispěla k nejnižším výnosům v prvním roce sledování. Naopak příznivé environmentální podmínky ve třetím roce experimentu přispěly k nejvyšším dosaženým výnosům v průběhu pozorování.

Ve všech letech je možno pozorovat významný nárůst výnosu (tabulka 3) při aplikaci obou dávek draslíku (var. 2 a 3) oproti variantě draslíkem nehnojené (var. 1). V letech 2012 a 2013 nebylo mezi oběma dávkami draslíku vzájemných rozdílů ve výnosu. Pouze v roce 2011 se odrazila vyšší dávka K průkazným nárůstem výnosu na 11,5 t.ha⁻¹ oproti nižší dávce K s výnosem 10,6 t.ha⁻¹. Z hlediska 3-letých průměrů narůstal výnos hroznů s aplikovanou dávkou draslíku o 10,3 – 13,9 % oproti nehnojené kontrole. Zlámalová et al. (21) popisují při společné mimokořenné aplikaci K + Mg průměrné zvýšení výnosu hroznů za 3 roky na úrovni 6,6 %, přičemž průkazné navýšení oproti nehnojené kontrole bylo zjištěno pouze v jednom roce. Důvodem může být vzájemný antagonismus K – Mg (3).

Hnojivo soluSOP 52 obsahuje kromě draslíku rovněž nezanedbatelné množství rozpustné síranové síry (18 % S). Dříve nebyla problematika síry věnována patřičná po-

Tabulka 4: Obsah cukrů v hroznech
Table 4: Sugar content in grapes

Varianta číslo (1)	Rok (2)						Průměrný obsah cukrů (rel. %) (3)
	2011		2012		2013		
	°NM (4)	rel. %	°NM (4)	rel. %	°NM (4)	rel. %	
1	20,9 a A	100,0	20,5 a A	100,0	19,3 a A	100,0	100,0
2	20,1 a A	96,4	19,5 b AB	94,8	18,3 b B	94,8	95,4
3	18,7 b AB	89,8	20,5 a A	99,6	17,2 c B	88,8	92,7

(1) treatment number, (2) year, (3) an average sugar content in rel. %, (4) degrees of the Normalised Must-measuring device (°NM)

Tabulka 5: Obsah titrovatelných kyselin
Table 5: Content of titratable acids in grape must (g.l⁻¹)

Varianta číslo (1)	Rok (2)						Průměrný obsah titr. kyselin (rel. %) (3)
	2011		2012		2013		
	g.l ⁻¹	rel. %	g.l ⁻¹	rel. %	g.l ⁻¹	rel. %	
1	8,87 a B	100,0	9,10 a B	100,0	10,86 a A	100,0	100,00
2	8,42 a B	94,9	9,02 a B	99,1	10,11 ab A	93,1	95,7
3	8,75 a B	98,7	9,16 a AB	100,6	9,43 b A	86,8	95,4

(1) treatment number, (2) year, (3) an average titratable acids content in rel. %

Tabulka 6: pH hroznového moštu
Table 6: The pH of grape must (juice)

Varianta číslo (1)	Rok (2)						Průměrné pH moštu (rel. %) (3)
	2011		2012		2013		
		rel. %		rel. %		rel. %	
1	3,16 a A	100,0	3,17 a A	100,0	3,02 a A	100,0	100,0
2	3,28 a A	103,96	3,12 a A	98,42	3,26 a A	107,95	103,4
3	3,16 a A	100,16	3,13 a A	98,89	3,13 a A	103,73	100,9

(1) treatment number, (2) year, (3) an average pH of grape must in rel. %

Tabulka 7: Obsah K v čepelích listů v jednotlivých růstových fázích (průměr za 3 roky)
Table 7: K content in leaf blades in the individual growth stages (average of 3 years)

Průměrný obsah K v listech za tři roky (% v sušině) (2)				
Varianta číslo (1)	BBCH 15 – 19	BBCH 55	BBCH 75	BBCH 83
1	1,26	1,16	1,08	0,95
2	1,44	1,20	1,14	1,15
3	1,55	1,27	1,25	1,17

(1) treatment number, (2) 3-year average content of K in leaf blades (% in dry matter)

zornost, protože velkou část její potřeby pro rostliny pokrývaly imise SO_2 z ovzduší. V současné době je síra oceňována jako významný makrobiogenní prvek, který zvyšuje účinnost a využití dusíku a tím stimuluje výnos a redukuje riziko jeho ztrát, zejména vyplavení jeho nitrátové formy (13). Vliv aplikovaného hnojiva na výskyt houbových chorob u révy nebyl sledován, protože pokusná plocha byla pesticidně ošetřována shodně se zbytkem vinice, i když fungicidní efekt je spíše připisován elementární formě síry.

Obsah cukrů

Shin a Lee (13) popisovali efekt mimokořenové výživy draslíkem ve formě 0,6% roztoku K_2SO_4 na kvalitativní parametry hroznů. V našem experimentu byl z kvalitativních parametrů hroznů zjišťován obsah cukrů, titrovatelných kyselin a pH moštu, protože jejich kombinací dostává víno svoji typickou ročníkovou chuť.

Obsah cukrů byl stanoven refraktometicky a vyjádřen ve stupních normalizovaného moštoměru ($^{\circ}\text{NM}$), viz tabulku 4. Po aplikaci obou dávek draslíku se obsah cukru v hroznech buď nezměnil (var. 2 – 2011 a var. 3 – 2012) nebo poklesl (var. 3 – 2011, var. 2 – 2012 a var. 2 a 3 – 2013). Z hlediska průměrných 3-letých výsledků nastal u obou draslíkem hnojených variant pokles cukernatosti hroznů o 4,6 – 7,3 % oproti kontrole. V literatuře se většinou popisuje pozitivní vliv draslíku na kumulaci cukrů (7), který ovšem nebyl v našich pokusech jednoznačně prokázán. Zdůvodněním může být obecně známá negativní korelace mezi výnosem a kvalitativními parametry.

Taktéž Zatloukalová et al. (20) zjistili u odrůdy Ryzlink vlašský neprůkazný vliv 5 mimokořenových aplikací hnojiva Epso Top (5% roztok) na obsah cukrů v hroznech v porovnání s nehnojenou kontrolou. Oproti tomu Krempa et al. (9) zaznamenali ve 2-letých experimentech nárůst cukernatosti po aplikaci NPKS u odrůdy Furmint (18,95 $^{\circ}\text{NM}$) oproti kontrole (17,35 $^{\circ}\text{NM}$) i oproti NMgS (17,75 $^{\circ}\text{NM}$).

Obsah titrovatelných kyselin

V letech 2011 a 2012 nebylo v obsazích titrovatelných kyselin (tabulka 5) mezi variantami signifikantních diferencí (8,42 – 9,16 g.l^{-1}). Taktéž Poni et al. (16) nezjistili žádné rozdíly v obsahu titrovatelných kyselin mezi kontrolní

variantou a aplikací K_2SO_4 (6,1 a 6,4 g.l^{-1}). V roce 2013 se v našem experimentu projevila pokles obsahu titrovatelných kyselin (tabulka 5) při vyšší dávce draslíku (9,43 g.l^{-1}) oproti kontrole (10,86 g.l^{-1}), což zjistili také Abd El-Razek et al. (1).

Zlámalová et al. (21) popisují při mimokořenové výživě K v kombinaci s Mg neprůkazné rozdíly v obsazích titrovatelných kyselin oproti nehnojené kontrole ve 2 letech, přičemž ve 3. roce nastalo u hnojených variant signifikantní snížení oproti kontrole. Rovněž Krempa et al. (9) zjistili ve 2-letých pokusech minimální rozdíly v obsazích kyselin mezi nehnojenou variantou odrůd Muškát žlutý a Furmint (8,09 a 9,20 g.l^{-1}) oproti aplikaci NPKS (8,05 a 9,30 g.l^{-1}). Signifikantní vliv ročníku se prokázal v našich experimentech zejména nárůstem jejich obsahu ve 3. roce oproti zbylým 2 letům.

pH moštu

V hodnotách pH moštu nebylo mezi variantami signifikantních diferencí, přičemž hodnoty kolísaly v úzkém rozpětí pH 3,02 – 3,28 (tabulka 6). Poni et al. (16) taktéž uvádějí shodné hodnoty pH moštu (3,38) u kontroly i varianty hnojené K_2SO_4 . Zlámalová et al. (21) rovněž popisují při mimokořenové výživě K v kombinaci s Mg neprůkazné rozdíly v obsazích titrovatelných kyselin oproti nehnojené kontrole ve 2 letech, přičemž ve 3. roce nastalo u hnojených variant signifikantní zvýšení oproti kontrole. Mpelasoka et al. (14) zjistili, že nadbytek draslíku v bobulích může mít negativní dopad na kvalitu vína zejména s ohledem na obsah volné kyseliny vinné a zvýšení pH moštu i vína, což se v našem pokusu neprokázalo.

Obsah K v listech

Gluhič et al. (5) popisují následující obsahy K v listech révy vinné odebrané ve 4 termínech: 1,23 % K (4 týdny před květem); 1,20 % K (2 týdny před květem); 1,26 % (3 týdny po květu) a 0,98 % K (po sklizni). Průměrný obsah K v listových čepelích odebraných ve 4 růstových fázích (v intervalu 7 – 15 dní po mimokořenové aplikaci) našeho experimentu uvádí tabulka 7.

Z výsledků je patrné, že v průběhu vegetace se obsah K v listech snižoval (tabulka 7), což je možno přičíst zředovacímu efektu. Nicméně po aplikaci hnojiva se jeho obsah v listech zvýšil oproti kontrole ve všech odběrech, přičemž

narůstal s aplikovanou dávkou. Za dostatečný obsah K v listech ve fázi kvetení (BBCH 55) a měknutí bobulí (BBCH 83) považuje Ložek (11) 1,2 – 1,4 %, resp. 1,1 – 1,4 %, což bylo v našem experimentu dosaženo u obou variant s aplikací draslíku. Garcia et al. (4) uvádějí dostatečný obsah K ve fázi kvetení v širším rozpětí 0,65 – 1,70 %.

Závěr

Z výsledků tříletých experimentů s mimokořenovou aplikací stupňovaných dávek draslíku u révy vinné je možno vyvodit následující závěry:

- Výnos hroznů révy vinné narůstal s aplikovanou dávkou o 10,3 – 13,9 % oproti nehnojené kontrole.
- Ve dvou letech nebyly zjištěny průkazné rozdíly ve výnosu hroznů mezi oběma aplikovanými dávkami (6,22 a 12,44 kg K.ha⁻¹ aplikovaného sumárně ve 4 postřicích o koncentraci 0,9 a 1,8 % a dávce roztoku 400 l.ha⁻¹).
- V řadě případů byl zjištěn signifikantní vliv ročníku z hlediska úrovně výnosu a jeho kvality.
- Po aplikaci obou dávek draslíku se obsah cukru v hroznech buď nezměnil nebo poklesl, v průměru tří let o 4,6 – 7,3 % oproti kontrole.
- V obsazích titrovatelných kyselin, ani pH moštu nebylo mezi variantami signifikantních diferencí (8,42 – 10,86 g.l⁻¹, resp. pH 3,02 – 3,28).
- Obsah K v listech (% v sušině) klesal v průběhu vegetace, nicméně po aplikaci hnojiva se jeho obsah v listech zvýšil oproti kontrole na optimum ve všech odběrech (1,14 – 1,55 % K), přičemž narůstal s aplikovanou dávkou K.
- Na základě dosažených výsledků je možno doporučit mimokořenovou aplikaci hnojiva soluSOP 52 i na vinnicích s dobrou zásobou K v půdě, a to zejména při vysokém obsahu Ca a pH půdy především s ohledem na stimulaci výnosu hroznů.

Literatura

- (1) ABD EL-RAZEK, E. – TREUTTER, D. – SALEH, M. M. S. – EL-SHAMMAA, M. – FOUAD, A. A. – ABDEL-HAMID, N. 2011. Effect of nitrogen and potassium fertilization on productivity and fruit quality of „crimson seedless“ grape. In Agriculture and Biology Journal of North America, vol. 2, 2011, pp. 330–340.
- (2) COOMBE B. G. 1992. Research on development and ripening of the grape berry. In American Journal of Enology and Viticulture, vol. 43, pp. 101–110.
- (3) FECENKO, J. – LOŽEK, O. 2000. Výživa a hnojení poľných plodín. Nitra : SPU, 2000, 452 s.
- (4) GARCIA M. – DAVEREDE, C. – GALLEGO, P. – TOUMI, M. 1999. Effect of various potassium-calcium ratios on cation nutrition of grape grown hydroponically. In Journal of Plant Nutrition, vol. 22, 1999, pp. 417–425.
- (5) GLUHIĆ, D. – HERAK, ĆUSTIĆ, M. – PETEK M. – ČOGA, L. – SLUNJSKI, S. – SINČIĆ, M. 2009. The content of Mg, K and Ca ions in vine leaf under foliar application of magnesium on calcareous soils. In Agriculturae Conspectus Scientificus, vol. 74, 2009, pp. 81–84.
- (6) GRIESSER, M. – WEINGART, G. – SCHOEDL-HUMMEL, K. – NEUMANN, N. – BECKER, M. – VARMUZA, K. – LIEBNER, F. – SCHUHMACHER, R. – FORNECK, A. 2015. Severe drought stress is affecting selected primary metabolites, polyphenols, and volatile metabolites in grapevine leaves (*Vitis vinifera* cv. Pinot noir). In Plant Physiology and Biochemistry, vol. 88, 2015, pp. 17–26.
- (7) HLUŠEK, J. – BAROŇ, M. – BURG, P. – LOŠÁK, T. – PAVLOUŠEK, P. – ŠAFRÁNKOVÁ, I. – ZEMÁNEK, P. 2015. Réva vinná. 1. vyd., Praha : Profi Press, 2015, 151 s.
- (8) KNOLL, M. – ACHLEITNER, D. – REDL, H. 2010. Sugar accumulation in 'Zweigelt' grapes as affected by „Traubenwelke“. In Vitis, vol. 49, 2010, pp. 101–106.
- (9) KREMPA, P. – LOŽEK, O. – SLAMKA, P. – VARGA, L. 2009. Effectiveness of N-P-K-Mg-S fertilizers on yield and quality of grape-vine in Tokaj viniculture region. In Agrochemistry, vol. 49, 2009, pp. 23–27.
- (10) LOŽEK, O. a i. 1995. Hnojenie záhradných plodín. Nitra : VŠP, 1995, 165 s.
- (11) LOŽEK, O. 2010. Efektivnosť hnojenia Duslofertom Extra 14-10-20-7S pri pestovaní viniča hroznorodého. In Agrochémia, vol. XIV (50), 2010, pp. 17–23.
- (12) MEHLICH, A. 1984. Mehlich 3 soil test extractant: A modification of Mehlich 2 extractant. In Communications in Soil Science and Plant Analysis, vol. 15, 1984, pp. 1409–1416.
- (13) MENGEL, K. – KIRKBY, E. A. 2001. Principles of Plant Nutrition. 5th ed., London : Kluwer Academic Publishers, 2001.
- (14) MPELASOKA B. S. – SCHACHTMAN D. P. – TREEBY M. T. – THOMAS M. R. 2003. A review of potassium nutrition in grapevines with special emphasis on berry accumulation. In Australian Journal of Grape and Wine Research, vol. 9, 2003, pp. 154–168.
- (15) PAVLOUŠEK, P. 2011. Pěstování révy vinné. Praha : Grada, 2011, 336 s.
- (16) PONI, S. – QUARTIERI, M. – TAGLIAVINI, M. 2003. Potassium nutrition of Cabernet Sauvignon grapevines (*Vitis vinifera* L.) as affected by shoot trimming. In Plant Soil, vol. 253, 2003, pp. 341–351.
- (17) SHIN, K. C. – LEE, C. H. 1993. Effects of potassium compounds foliar spray on mineral content of leaf and cluster stalk, and on fruit quality in “Campbell early” grape. In Journal of the Korean Society for Horticultural Science, vol. 34, 1993, pp. 29–35.
- (18) SPAYD S. E. – WAMPLE R. L. – STEVENS R. G. – EVANS R. G. – KAWAKAMI A. K. 1993. Nitrogen fertilization of White Riesling in Washington: Effect on petiole nutrient concentration, yield components, and vegetative growth. In American Journal of Enology and Viticulture, vol. 44, 1993, pp. 378–386.
- (19) TRÁVNÍK, K. a i. 2000. Metodický návod pro hnojení plodín. ÚKZÚZ, 2000, 26 s.
- (20) ZATLOUKALOVÁ, A. – LOŠÁK, T. – HLUŠEK, J. – PAVLOUŠEK, P. – SEDLÁČEK, M. – FILIPČÍK, R. 2011. The effect of soil and foliar applications of magnesium fertilisers on yields and quality of vine (*Vitis vinifera*, L.) grapes. In Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis, vol. 59, 2011, pp. 221–226.
- (21) ZLÁMALOVÁ, T. – ELBL, J. – BAROŇ, M. – BĚLÍKOVÁ, H. – LAMPÍŘ, L. – HLUŠEK, J. – LOŠÁK, T. 2015. Using foliar applications of magnesium and potassium to improve yields and some qualitative parameters of vine grapes (*Vitis vinifera*, L.). In Plant, Soil and Environment, vol. 61, 2015, pp. 451–457.

prof. Ing. Tomáš Lošák, Ph.D.
Mendelova univerzita v Brně
Zemědělská 1
613 00 Brno, Česká republika
e-mail: losak@mendelu.cz

Poděkování

Výzkum byl podpořen společností K + S Minerals and Agriculture GmbH, Německo