

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

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

Tereza Zezulová, Jaroslav Hlušek, Jakub Eibl, Mojmír Baroň, Ladislav Varga, Eduardo von Bennewitz, Tomáš Lošák

We monitored the effect of foliar applications of magnesium on yields and some qualitative parameters of grapevine cv. Zweigelt, locality Nosislav, South Moravia, Czech Republic, in three-year field experiment (2011–2013) The fertilizer was Epso Top (16% MgO, 13% S), applied 4x during vegetation (BBCH 15-19; 55; 75 and 83, respectively) at total rates of 1.93 kg.ha⁻¹ Mg and 3.86 kg.ha⁻¹ Mg (1.25% and 2.5% solutions). In a number of cases the year significantly affected the yields and yield quality. Grape yields (a 3-year average) increased with increasing rates of Mg by 7.6–11.2% over the unfertilized control. In the first two years the sugar content of the three treatments did not differ (20.0–20.9 °NM); in the last year it decreased in both of the fertilized treatments (17.3–16.6 °NM) in contrast to the unfertilized control (19.3 °NM). The contents of titratable acids and the pH of grape must did not differ significantly among the treatments (8.73–10.86 g.l⁻¹ and pH 3.02–3.25, respectively). The content of Mg in leaves (% dry matter) increased during vegetation; and on a 3-year average it increased at the stage of grape softening (BBCH 83) with increasing rates of fertilizers as follows: 0.36% Mg (control) – 0.44% Mg (lower rate of Mg) – 0.48% Mg (higher rate of Mg). Basing on the results we can recommend foliar applications of the Epso Top fertilizer also in vineyards with a good supply of soil Mg, particularly because it stimulates grape yields.

grapevine, foliar fertilization, magnesium, yield, sugar, titratable acids, pH of grape must

Réva vinná (*Vitis vinifera* L.) je jednou z ekonomicky nejzajímavějších plodin (24). Produkce kvalitních hroznů vhodných pro přípravu hodnotného vína závisí na řadě faktorů (4), včetně adekvátní výživy a hnojení (8, 17). Hořčík (Mg) je důležitý makrobiogenní prvek s řadou fyziologických funkcí v rostlině. Jeho význam je v mnoha směrech spojený s fotosyntézou. Tvóří centrální atom chlorofylu a aktivuje řadu enzymatických procesů v rostlině (1, 16). Deficit hořčíku redukuje obsah chlorofylu v listech a mění poměr mezi chlorofylem a:b. Vizually můžeme na listech pozorovat chlorózu, která začíná na starších listech, přičemž na bílých odrůdách se nedostatek Mg projevuje žlutým zbarvením okrajů listů, u modrých červeným zbarvením okolí hlavních cévních svazků na čepelích (mezižebná chloróza). Průměrný obsah Mg v listech se podle našich výsledků pohybuje kolem 0,3 % v sušině. Chloróza révy vinné se objevuje na listech v případě, když klesne koncentrace Mg v listech pod 0,15 % (8). Příčinou chlorózy je buď deficiencie hořčíku, vysoký obsah vápníku v půdě

(karbonátové půdy) či kombinace těchto faktorů (5, 11, 14). Příjem hořčíku keřem révy je také ovlivněn antagonistickým vlivem Ca a K, přičemž Garcia et al. (3) zjistili signifikantní redukci obsahu Mg v bobulích na půdách s vysokou zásobou Ca, která byla také spojena s nárůstem obsahu celkových kyselin. Skinner a Matthews (19) popisují deficienci Mg také na půdách s nízkou hodnotou půdní reakce (pH) ve vinici a nízkým obsahem fosforu. Deficit Mg může rovněž zvýšit riziko atrofie úponků (2, 13). 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 (9). Mimokořenová aplikace hnojiv obsahujících hořčík je obvyklou praktikou ke korekci výživářských disbalancí při pěstování révy vinné (4, 22, 23). 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 % účinnosti živin, zatímco při aplikaci do půdy pouze 30 – 60 %. Současně je třeba zdůraznit, že hlavním místem příjmu živin je kořen a mimokořenová výživa je pouze doplňkem. Dávku 30–48 kg.ha⁻¹ Mg (při dobrém obsahu v půdě) 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). 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. U nemobilních živin (patří k nim i hořčík) je proto třeba postřiky opakovat. Nemobilní živiny v rostlině mohou být ve foliární výživě velmi účinné a mohou odstranit příznaky deficiencie. Mimokořenová výživa je vysoce účinná i preventivně nebo v případech omezeného příjmu hořčíku z půdy, což je i za sucha, které se stává čím dál větším problémem pro zemědělství (6, 7).

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

Materiál a metody

Experimentální lokalita patřící 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 na ha). 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-krát mulčována. Prostor mezi jednotlivými hlavami byl udržován v bezplevelném stavu pomocí herbicidů. Vinohrad je zahrnut v systému integrovaného pěstování rostlin. 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

Tabulka 1: Agrochemická charakteristika zeminy před založením experimentů

Table 1: Agrochemical characteristics of the soil before setting 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	7 776	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) alkaline

Tabulka 2: Varianty experimentu

Table 2: Treatments of the experiment

Varianta číslo (1)	Hnojivo (2)	Koncentrace roztoku (%) (3)	Celková dávka Mg (kg.ha ⁻¹) (4)
1	-	-	-
2	Epsa Top	1,25	1,93
3	Epsa Top	2,5	3,86

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

agrochemické charakteristiky půdy, která je uvedena v tabulce 1 (15).

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.ha⁻¹ N ve formě ledku amonného s vápencem (27 % N) a 37 kg.ha⁻¹ P ve formě amofosu (12 % N a 22,7 % P).

Mimokořenově bylo aplikováno hnojivo Epsa Top, což je síran hořečnatý s obsahem 16 % MgO a 13 % S jako nízkoprocenní roztok (1,25 – 2,5 %) ve dvou dávkách. Epsa Top je dobře rozpustný ve vodě a tudíž vhodný k foliární aplikaci a odstranění akutního nedostatku hořčíku 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-krát 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 nahloucheny), 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 4-krát během vegetace v intervalu 7 – 15 dní po aplikaci hnojiv. Dle Schallera 2006 (18) byly z každé hlavy odebrány 3 listy, vždy naproti květenství (celkem 18 listů na variantu), přičemž řapíky byly odstraněny. Vzorky 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. (22) a Zlámalová et al. (23). Odlišná malá písmena ve sloupcích (a, b, c)

signalizují signifikantní rozdíly v daném roce mezi variantami, zatímco odlišná velká písmena (A, B, C) označují signifikantní diference v řádku u dané varianty, tedy mezi roky.

Výsledky a diskuze

Výnosy hroznů

Výnosy hroznů (tabulka 3) byly signifikantně 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 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 vykazovala 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 signifikantní nárůst výnosu (tabulka 3) při nejvyšší dávce hořčíku (var. 3) oproti variantě hořčíkem nehnojené (var. 1). Nižší dávka hořčíku (var. 2) nevykázala průkazné rozdíly oproti oběma zbývajícím variantám. Z hlediska 3-letých průměrů narůstal výnos hroznů s aplikovanou dávkou hořčíku o 7,6 – 11,2 %. Rovněž Májer (13) zjistil v polních experimentech s odrůdou Ryzlink vlašský pozitivní vliv mimokořenové aplikace hořké soli (Epsa Top) na výnosové a kvalitativní parametry hroznů, kdy aplikoval 5 % roztok celkem 3 krát po opadu květů. Zatloukalová et al. (22) popisují 3,1 – 6,7 % nárůst výnosu hroznů odrůdy Ryzlink vlašský v lokalitě Žabčice u Brna po 5 aplikacích 5 % roztoku Epsa Top (9,65 % Mg, 13 % S) a Epsa Combitop (7,8 % Mg, 13 % S, 4 % Mn a 1 % Zn).

Hnojivo Epsa Top obsahuje kromě hořčíku rovněž nezanedbatelné množství rozpustné síranové síry (13 % S). Dříve nebyla problematika síry věnována patřičná pozornost, protože velkou část její potřeby pro rostliny pokrývaly imise SO₂ z ovzduší. V současné době je síra oceňována jako významný makrobiogenní prvek, který zvyšuje účin-

Tabulka 3: Výnos hroznů

Table 3: Grape yield

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 b C	100,0	13,5 b B	100,0	19,7 b A	100,0	100,0
2	10,3 ab C	106,8	14,7 ab B	108,7	21,1 ab A	107,3	107,6
3	10,8 a C	111,4	15,0 a B	110,9	21,9 a A	111,2	111,2

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

Mean values of grape yields in kg 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)

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	20,9 a A	100,1	20,0 a A	97,4	17,3 b B	89,3	95,6
3	20,9 a A	100,3	20,9 a A	101,7	16,6 b B	85,9	95,9

(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 (g.l⁻¹)

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

Varianta číslo (1)	Rok (2)						Průměrný obsah titrovatelných 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	9,24 a AB	104,1	9,13 a B	100,2	10,04 a A	92,3	98,8
3	8,73 a B	98,3	8,98 a B	98,6	10,31 a A	94,9	97,1

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

nost a využití dusíku a tím stimuluje výnos a redukuje riziko jeho ztrát, zejména vyplavení jeho nitrátové formy (16). 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

Z kvalitativních parametrů byl v hroznech révy vinné zjišťován obsah cukrů, titrovatelných kyselin a pH moštu, protože jejich kombinací dostává víno svoji typickou ročníkovou chuť. Obsah cukrů byl stanoven refraktometricky a vyjádřen ve stupních normalizovaného moštoměru (°NM), viz tabulka 4. V prvních dvou letech nebylo mezi všemi variantami významných rozdílů v obsazích cukru. Ve třetím roce aplikace vykázaly obě hnojené varianty pokles cukernatosti v porovnání s nehnojenou kontrolní variantou o 10,7 – 14,1 %.

Obsah titrovatelných kyselin

V obsazích titrovatelných kyselin (tabulka 5) nebylo mezi variantami významných diferencí (8,73 – 10,86 g.l⁻¹). Signifikantní vliv ročníku se prokázal pouze nárůstem jejich obsahu ve 3. roce oproti zbylým 2 letům.

Rovněž Krempa et al. (10) zjistili ve 2-letých pokusech minimální rozdíly v obsazích kyselin mezi nehnojenou variantou odrůd Muškát žlutý a Furmint (8,09 g.l⁻¹

a 9,20 g.l⁻¹) oproti aplikaci N, Mg (8,04 g.l⁻¹ a 9,31 g.l⁻¹) a N, Mg, S (8,22 g.l⁻¹ a 9,26 g.l⁻¹). Podobně Zatloukalová et al. (22) detekovali neprůkazné změny v obsazích kyselin po 5 aplikacích 5 % roztoku Epsa Top (13,25 g.l⁻¹) oproti nehnojené kontrole (13,15 g.l⁻¹). Zlámalová et al. (23) popisují při mimokořenové výživě K (K₂SO₄ – soluSOP 52; 43 % K, 18 % S) či v kombinaci s Mg (Epsa Top) neprůkazné rozdíly oproti nehnojené kontrole ve 2 letech, přičemž ve 3. roce nastalo u hnojených variant významné snížení oproti kontrole.

pH moštu

V hodnotách pH moštu nebylo mezi variantami významných diferencí, přičemž hodnoty kolísaly v úzkém rozpětí pH 3,02 – 3,25 (tabulka 6). Zatloukalová et al. (22) dosáhli shodných zjištění v experimentu popisovaném výše (v kapitole věnované výnosu hroznů a jejich cukernatosti), přičemž v jejich pokusech pH moštu kolísalo v rozpětí 3,07 – 3,11. Taktéž Zlámalová et al. (23) uvádějí při mimokořenové výživě K (K₂SO₄ – soluSOP 52) či v kombinaci s Mg (Epsa Top) úzké rozpětí pH moštu 3,13 – 3,16.

Přestože je význam hořčičku jako esenciální rostlinné živiny dobře znám, vliv hořčičnaté výživy na kvalitativní parametry je popisován zřídka (4, 21). Gerendás a Fühns (4) uvádějí, že pokud aplikované dávky hořčičku překročí požadované nároky pro maximální výnos, výjimečně se to odrazí v nárůstu kvality. Tato tvrzení jsou v souladu

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	3,24 a A	102,5	3,12 a A	98,5	3,10 a A	102,4	101,1
3	3,25 a A	103,0	3,15 a A	99,5	3,11 a A	102,9	101,9

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

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

Průměrný obsah Mg v listech za tři roky (% v sušině) (2)				
Varianta číslo (1)	BBCH 15-19	BBCH 55	BBCH 75	BBCH 83
1	0,18	0,29	0,31	0,36
2	0,20	0,33	0,38	0,44
3	0,22	0,37	0,41	0,48

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

s našimi dosaženými výsledky, protože obě dávky hořčičku stimulovaly výnos ve všech 3 letech (tabulka 3), ovšem nárůst cukernatosti se neprokázal (tabulka 4). Pokles cukernatosti u všech variant ve 3. roce oproti zbylým dvěma letům bude zřejmě výsledkem obecně známé negativní korelace mezi výnosem a kvalitou, protože ve 3. roce bylo dosaženo výrazně vyššího výnosu oproti druhému a zejména prvnímu roku experimentu. Rovněž Zatloukalová et al. (22) zjistili u odrůdy Ryzlink vlašský neprůkazný vliv 5 mimokořenových aplikací hnojiva Epso Top (5 % roztok) na obsah cukrů v hroznech v porovnání s nehnojovou kontrolou. Taktéž Krempa et al. (10) zaznamenali ve 2-letých experimentech minimální rozdíly v cukernatosti u kontrolní varianty odrůdy Muškát žlutý (22,65 °NM) oproti aplikaci N, Mg (22,30 °NM) a N, Mg, S (22,50 °NM). Naopak Takacs et al. (20) popisují, že mimokořenová aplikace Mg během léta přispěla (také preventivně) k vyšší fotosyntéze a vyššímu obsahu cukrů v hroznech.

Obsah Mg v listech

Průměrný obsah Mg v listových čepelích odebraných ve 4 růstových fázích (v intervalu 7 – 15 dní po mimokořenové aplikaci) uvádí tabulka 7.

Z výsledků je patrné, že v průběhu vegetace se obsah Mg v listech zvyšoval, přičemž shodný trend je možno rovněž pozorovat při stupňovaných dávkách hnojiva Epso Top. Ve fázi zaměkávání bobulí (BBCH 83) se v průměru 3 let zvyšoval obsah Mg (% v sušině) s dávkou hnojiva následovně: 0,36 % Mg (kontrola) – 0,44 % Mg (nižší dávka Mg) – 0,48 % Mg (vyšší dávka Mg), tabulka 7. Tyto výsledky korespondují s poznatky Zatloukalové et al. (22), kteří popisují podobně po 5 mimokořenových aplikacích 5 % roztoků hnojiva Epso Combitop (Mg, S, Mn, Zn) a Epso Top (Mg, S) průkazné zvýšení obsahu Mg v listech odrůdy Ryzlink vlašský na 0,42 – 0,49 % Mg, oproti kontrolní variantě s 0,29 % Mg. Taktéž Takacs et al. (20) popisují, že mimokořenová aplikace Mg během léta se odrazila na vyšším obsahu Mg v listech.

Závěr

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

- Výnos hroznů révy vinné narůstal s aplikovanou dávkou o 7,6 – 11,2 % oproti nehnojené kontrole.
- Průkazné zvýšení bylo pouze ve spojení s vyšší dávkou hořčičku (3,86 kg.ha⁻¹ Mg aplikovaného sumárně ve 4 postřicích o koncentraci 2,5 % a dávce roztoku 400 l.ha⁻¹).
- V řadě případů byl zjištěn signifikantní vliv ročníku z hlediska úrovně výnosu a jeho kvality.
- Obsah cukrů se v prvních dvou letech neměnil mezi všemi třemi variantami (20,0 – 20,9 °NM) a v posledním roce poklesl u obou hnojených variant (17,3 – 16,6 °NM) oproti nehnojené kontrole (19,3 °NM).
- V obsazích titrovatelných kyselin, ani pH moštu nebylo mezi variantami signifikantních diferencí (8,73 – 10,86 g.l⁻¹, resp. pH 3,02 – 3,25).
- Obsah Mg v listech (% v sušině) narůstal v jak v průběhu vegetace, tak i s aplikovanou dávkou, přičemž ve fázi zaměkávání bobulí (BBCH 83) se v průměru 3 let zvyšoval s dávkou hnojiva následovně: 0,36 % Mg (kontrola) – 0,44 % Mg (nižší dávka Mg) – 0,48 % Mg (vyšší dávka Mg).
- Na základě dosažených výsledků je možno doporučit mimokořenovou aplikaci hnojiva Epso Top i na vinicích s dobrou zásobou Mg v půdě a to především s ohledem na stimulaci výnosu hroznů.

Literatura

- (1) FECENKO, J. – LOŽEK, O. 2000. Výživa a hnojení poľných plodín. Nitra : SPU, 2000, 452 s.
- (2) FÜRI, J. – HAJDÚ, L. 1980. Magnesium – its deficiency and treatment. Kertészeti és Szőlészeti, 1980, no. 17, pp. 1–7.
- (3) 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, 1999, no. 22, pp. 417–425.
- (4) GERENDÁS, J. – FÜHR, H. 2013. The significance of magnesium for crop quality. In Plant Soil, 2013, no. 368, pp. 101–128.
- (5) GLUHIČ, D. – HERAK, ČUSTIČ, M. – PETEK M. – ČOGA, L. – SLUNJSKI, S. – SINČIČ, 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, 2009, no. 74, 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*, 2015, no. 88, pp. 17–26.
- (7) HLUŠEK, J. – LOŠÁK, T. – ZATLOUKALOVÁ, A. 2015a. Listová výživa révy vinné hořčíkem. In *Vinařský obzor*, 2015, č. 108, s. 297–299.
- (8) 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. ISBN 978-80-86726-67-0.
- (9) KNOLL, M. – ACHLEITNER, D. – REDL, H. 2010. Sugar accumulation in 'Zweigelt' grapes as affected by „Traubenwelke“. In *Vitis*, 2010, no. 49, pp. 101–106.
- (10) 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*, 2009, no. 49, pp. 23–27.
- (11) KSOURI, R. – GHARSALLI, M. – LACHAAL, M. 2005. Physiological responses of Tunisian grapevine varieties to bi-carbonate-induced iron deficiency. In *Journal of Plant Physiology*, 2005, no. 162, pp. 335–341.
- (12) LANG, A. 1983. Turgor-related translocation. In *Plant, Cell and Environment*, 1983, no. 6, pp. 683–689.
- (13) MÁJER, J. 2004. Magnesium Supply of the Vineyards in The Balaton-Highlands. In *Acta Horticulturae*, 2004, no. 652, pp. 175–182.
- (14) MARSCHNER, H. 2002. Mineral nutrition of higher plants. 2nd ed., London : Academic Press, 2002.
- (15) MEHLICH, A. 1984. Mehlich 3 soil test extractant: A modification of Mehlich 2 extractant. In *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 1984, no. 15, pp. 1409–1416.
- (16) MENGEL, K. – KIRKBY, E. A. 2001. Principles of Plant Nutrition. 5th Ed. London : Kluwer Academic Publishers, 2001.
- (17) MORETTI, G. 2002. Effect of foliar treatments of magnesium, manganese, and zinc on grafted vines in the nursery. In *Acta Horticulturae*, 2002, no. 594, pp. 647–652.
- (18) PAVLOUŠEK, P. 2011. Pěstování révy vinné. 2011, 336 s. ISBN 978-80-247-3314-2.
- (19) SKINNER, P. W. – MATTHEWS, M. A. 1990. A novel interaction of magnesium translocation with the supply of phosphorus to roots of grapevine (*Vitis vinifera* L.). In *Plant, Cell and Environment*, 1990, no. 13, pp. 821–826.
- (20) TAKACS-HAJOS, M. – SZABO, L. – RACZ, I. – MATHE, A. – SZOKE, E. 2007. The effect of Mg-leaf fertilization on quality parameters of some horticultural species. In *Cereal Research Communications*, 2007, no. 35, pp. 1181–1184.
- (21) TROLOVE, S.N. – WHEELER, S. – SPIERS, A. 2008. A comparison of three methods of magnesium application to grapes. In *Agronomy New Zealand*, 2008, no. 38, pp. 69–76.
- (22) 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*, 2011, no. 59, pp. 221–226.
- (23) 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*, 2015, no. 61, pp. 451–457.
- (24) ZÖRB, CH. – SENBAYRAM, M. – PEITER, E. 2014. Potassium in agriculture – Status and perspectives. In *Journal of Plant Physiology*, 2014, no. 171, pp. 656–669.

Ing. Tereza Zezulová,
 prof. Ing. Jaroslav Hlušek, CSc., dr.h.c.,
 Ing. Jakub Elbl, Ph.D.,
 doc. Ing. Mojmir Baroň, Ph.D.,
 prof. Ing. Tomáš Lošák, Ph.D.
 Mendelova univerzita v Brně
 Zemědělská 1
 613 00 Brno, Česká republika
 e-mail: losak@mendelu.cz

doc. Ing. Ladislav Varga, Ph.D.
 Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre
 Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov
 Katedra agrochémie a výživy rastlín
 Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra

Assoc. prof. Eduardo von Bennewitz
 Institute of Plant Production and Protection
 Universidad Austral de Chile
 Campus Isla Teja
 Isla Teja s/n. Valdivia, Chile

Poděkování
 Výzkum byl podpořen společností K+S KALI GmbH,
 Kassel, Německo.

Acknowledgement
 The study was supported by K + S KALI GmbH,
 Kassel, Germany.



Ilustračné foto