EFFECT OF SULPHUR NUTRITION ON THE NUTRITIONAL VALUE OF BROCCOLI

Franková M., Ryant P.

Department of Agrochemistry, Soil Science, Microbiology and Plant Nutrition, Faculty of Agronomy, Mendel University of Agriculture and Forestry in Brno, Zemedelska 1, 613 00 Brno, Czech Republic

E-mail: xfranko3@node.mendelu.cz

ABSTRACT

The aim of this experiment was to find out how quantitative and qualitative parameters of broccoli will be influenced by the different dosages and forms of sulphur. In the experiment with 40 broccoli plants, 2 forms (amonium sulphate – SA, elementary sulphur – ES) and 5 dosages of sulphur (control, SA1, SA2, ES1, ES2) were applied to the soil in Mitscherlich pots. Broccoli grown between 2 June and 15 September 2008 was consequently harvested and then, the analysis of the weight of head, the diameter of head, the weight of leaves and stalk, the content of nitrates, the content of proteins, sulphur and minerals was carried out. It was found out, that the weight and the diameter of overhead part of the broccoli after the fertilization by sulphur were statistically significantly different from the control, thus unfertilized variant. Especially in sulphated sulphur, the yields were higher, but not always statistically proven. Statistically significant difference was between control and the other variants in that way that the fertilization by sulphur reduced nitrates by fertilized variations. Total content of proteins in green matter was not proven. Statistical evaluation of sulphur content has proven significant differences between the control and the other variants, the fertilization by sulphur raised their content in broccoli. Setting of potassium and magnesium proved that lower yield of the weight of heads and leaves with stalk relate to higher concentration of the plant nutrient. In content of calcium in green matter haven't been seen any changes between the variants of the fertilization by sulphur. In content of phosphorus we can see the decrease of the variant ES2 opposite of control variants. Among the other variants, statistically significant difference hasn't been proven.

Key words: broccoli, sulphur, minerals in green matter, proteins.

ÚVOD

V důsledku snižování sirných emisí do atmosféry z energetického průmyslu a používání bezbalastních hnojiv je u rostlin náročných na síru stále častěji zaznamenáván její deficit. Ze zelenin reagují pozitivně na hnojení sírou především košťáloviny. Síra hraje důležitou úlohu v metabolismu rostlin, což úzce souvisí s nutriční hodnotou zelenin. Nedostatečná výživa sírou nemá vliv pouze na dosažený výnos, ale ovlivňuje také kvalitu získaných rostlinných produktů.

Z brukvovitých zelenin vzrůstá na českém trhu obliba brokolice, a proto byla tato zelenina vybrána jako modelová rostlina pro posouzení vlivu sirného hnojení na dosažené kvantitativní a kvalitativní parametry.

MATERIÁL A METODIKA

Problematika výživy brokolice sírou byla řešena v roce 2008 ve vegetační hale formou vegetačního nádobového pokusu, který navazoval na nádobový experiment s ječmenem jarním. Brokolice, odrůda CORVET F1, byla vyseta do perlitu 2. 6. 2008, po vytvoření 2. – 3. vegetačního listu byla rostlina přepikýrována do sadbovačů před sklizní ječmene v takovém předstihu, který umožnil včasné získání sadby. Po sklizni ječmene bylo zapraveno strniště kultivací horní vrstvy zeminy a následně bylo 3. 7. 2008 provedeno vyhnojení a vysázení sazenic brokolice do Mitscherlichových nádob. Agrochemické vlastnosti půdy před založením jsou uvedeny v tabulce 1. Rostliny brokolice byly zavlažovány demineralizovanou vodou do 60% maximální vodní kapacity použité zeminy. Porost brokolice byl třikrát ošetřen postřikem KARATE 2,5 WG proti mšicím a třepčíkům v datech 25. 7., 5. 8. a 11. 8. 2008. Bylo provedeno doplnění dávky fosforu na spodní hranici kategorie „dobrá“ na 81 mg/kg a doplnění draslíku na spodní hranici kategorie „dobrá“ na 171 mg/kg.

Tab. 1 Agrochemické vlastnosti zeminy před založením pokusu

varianta	pH/$CaCl_2$	obsah přístupných živin (mg/kg)				
		P	K	Ca	Mg	$S_{vodorozp.}$
kontrola	6,98	53,810	63,50	2104	182,2	49,3
SA1	7,02	53,810	79,20	2071	182,2	40,9
SA2	7,06	54,771	81,50	2334	191,8	85,7
ES1	6,89	57,654	82,50	2071	172,6	119,0
ES2	6,82	56,693	70,0	2137	172,6	85,1

Tab. 2 Schéma pokusu

Varianta	Schéma	Dávka N (g/nádoba)	Dávka S (g/nádoba)
1	Kontrola	2 + 0,5	0
2	Síran amonný (SA1)	2 + 0,5	0,2
3	Síran amonný (SA2)	2 + 0,5	0,4
4	Elementární síra (ES1)	2 + 0,5	0,2
5	Elementární síra (ES2)	2 + 0,5	0,4

Dávka N je rozdělena na základní dávku (2 g) + přihnojení (0,5 g)

Jednotlivé varianty se lišily dávkou a formou síry. Každou variantu pokusu tvořilo 8 nádob (opakování), celkem tedy 40 nádob. Dusík byl aplikován v jednotné dávce 0,6 g N na nádobu v dusičnanu amonném (34,4 % N), u variant 2 a 3 byl dorovnán na tuto hladinu se započtením dusíku již aplikovaného v síranu amonném. Síra byla dodána ve formě síranu amonného (23,7 % S, 20,9 % N) u variant 2 a 3, u variant 4 a 5 byla síra aplikovaná ve formě elementární síry (99,8 % S). Hnojivo v podobě elementární síry bylo zapraveno cca 2 - 3 cm pod povrch zeminy, ostatní byla aplikována v roztoku z důvodu lepší homogenity aplikace.

Sklizeň proběhla ve dvou fázově 30. 8. a 15. 9. 2008. Rostliny byly odděleny 5 cm nad zemí a růžice a zbytku nadzemní části rostlin na dvě části: růžice s 20 cm košťálu a zbytek košťálu s listy. Byla zjišťována hmotnost čerstvé hmoty, průměr růžice a obsah nitrátů v růžici. Po vysušení jednotlivých částí brokolice při 60 °C a jejich homogenizaci, byl chemickou analýzou stanoven obsah N, P, K, S, Ca, Mg v sušině a následně přepočítán na obsah jednotlivých minerálií v čerstvé hmotě a obsah dusíku přepočítán na obsah bílkovin v čerstvé hmotě.

Použité analytické metody

Stanovení obsahu vodorozpustné síry v zemině: obsah vodorozpustné síry byl proměřen ve filtrátu vodného výluhu zeminy (zemina:voda 1:5) metodou ICP-OES pomocí spektrometru JY-24 (JOBIN-YVON, Francie) (Zbíral, 2002).

Stanovení výměnné půdní reakce (pH/KCl): hodnota pH byla stanovena potenciometrickým měřením aktivity vodíkových iontů ve výluhu zeminy 0,2 M KCl na pH metru MS 22 (Laboratorní přístroje Praha, Česká republika) (Zbíral, 2002).

Stanovení dusíku v rostlinné hmotě: obsah dusíku v rostlinné hmotě byl stanoven Kjeldahlovou metodou na automatickém přístroji KJELTEC AUTO 1030 Analyser (Zbíral et al., 2005).

Stanovení dusičnanů: Stanovení dusičnanů bylo provedeno v čerstvých růžicích brokolice iontově selektivní elektrodou podle Šenkýře et Petra (1979) pomocí laboratorního ionometru MS 20 (Laboratorní přístroje Praha, Česká republika).

Stanovení fosforu, draslíku, vápníku a hořčíku v rostlinné hmotě: oxidace organické hmoty byla provedena spalováním v koncentrované H_2SO_4 za postupného přidávání H_2O_2 až do vzniku bezbarvého roztoku. V získaném mineralizátu byl obsah fosforu stanoven kolorimetricky vanadičnanovou metodou, obsah draslíku metodou atomové emisní spektrofotometrie, obsah vápníku a hořčíku metodou atomové absorpční spektrofotometrie (Zbíral et al., 2005).

Stanovení obsahu síry v rostlinné biomase: rostlinná hmota byla rozložena ve směsi H_2O_2 a HNO_3 v uzavřeném mikrovlnném systému (MILESTONE ML 1200 MEGA, Bergamo, Itálie). Poté byl vzorek analyzován metodou optické emisní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem (ICP-OES) na přístroji JY-24 (JOBIN-YVON, Francie) (Zbíral et al., 2005).

Data získaná z chemických analýz, průměr a hmotnost růžice hmotnost zbytku košťálu a listů byla vyhodnocena vícefaktorovou analýzou rozptylu s použitím softwaru STATISTICA version 8.0 a následné testování bylo provedeno Tukeyovým testem významnosti rozdílů.

VÝSLEDKY A DISKUZE

Výnosové parametry

Hmotnost růžice

Hmotnost sklizených růžic brokolice se pohybovala od 94,86 g do 232,19 g. Graf 1 ukazuje statisticky vysoce průkazný rozdíl mezi hmotností růžic kontrolní a ostatními variantami. Mezi ostatními variantami jsou rozdíly statisticky neprůkazné, ale u varianty SA2 způsobilo hnojení sírou mírné zvýšení hmotnosti růžic ve srovnání s ostatními variantami (graf 1). V porovnání s kontrolou tento nárůst hmotnosti u varianty SA2 činil 39 % (tab. 3).

V dávkách elementární síry není prokazatelný rozdíl. Důvodem může být pomalejší zpřístupňování rostlinám. Aby mohla být elementární síra přijatelná pro rostliny kořeny, musí být nejprve mikrobiálně oxidována v půdě na sírany.

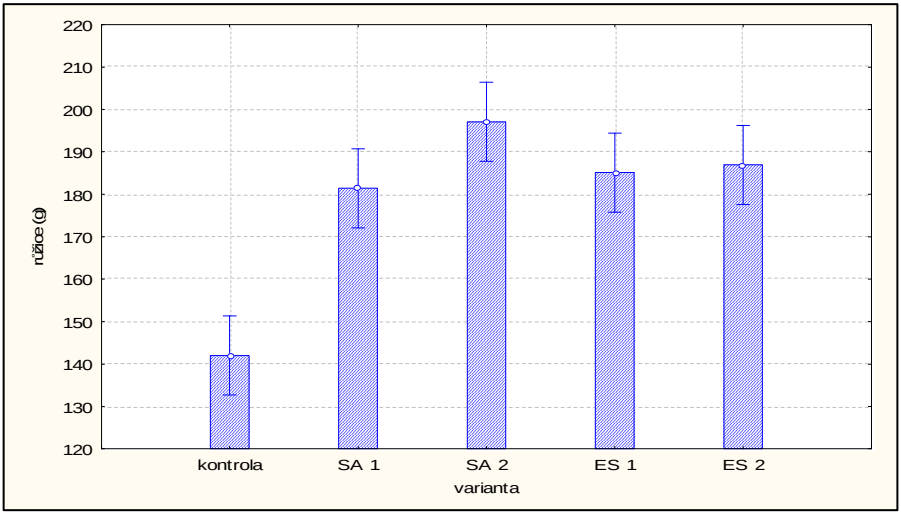
Obecně hnojení sírou k brokolici působilo pozitivně na dosažené výnosy, což koresponduje s výsledky pokusů Sandersona (2003), který popisuje po hnojení sírou, přesněji sádrovcem a síranem draselným, zvýšení výnosu brokolice o 14 % a květáku o 25 %. Podobně také uvádí nižší výnosové výsledky těchto dvou plodin po hnojení elementární sírou.

Tab. 3 Průměrné hodnoty hmotnosti růžice brokolice a jejich rozdílů podle Tukeye

hmotnost růžice	kontrola	SA 1	SA 2	ES 1	ES 2
(g)	142,03	181,40	197,08	185,14	186,93
	b	a	a	a	a
relativní %	100	128	139	130	132

Průměry jednotlivých variant se významně (P>0,95) neliší, pokud jsou písmena v 3. řádku tabulky shodná.

Graf 1 Průměrná hmotnost růžic včetně 95% intervalů spolehlivosti



Průměr růžice

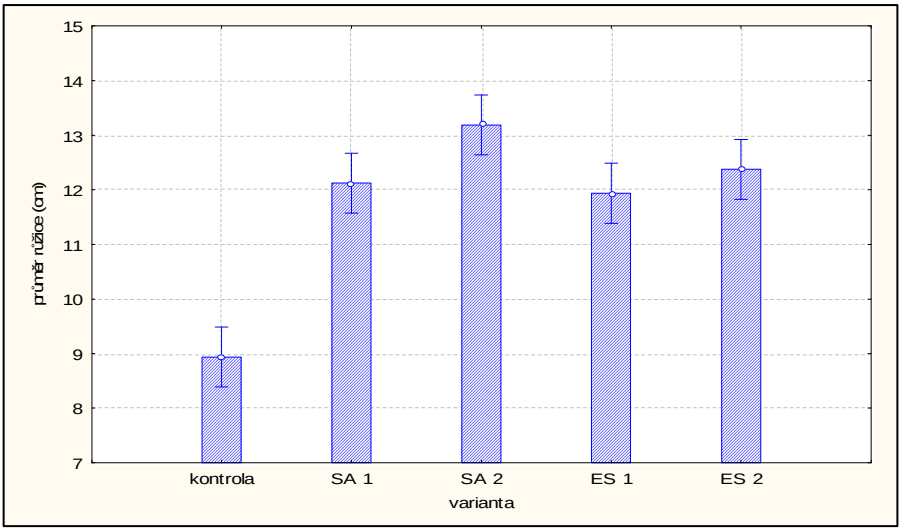
Minimální průměr sklizených růžic brokolice byl 7,5 cm, maximální průměr až 15,5 cm. Statistické zhodnocení průměru růžice ukazuje statisticky velmi vysoce průkazný rozdíl mezi kontrolou a ostatními variantami (tab. 4). Varianty hnojené sírou se mezi sebou již průkazně neliší. V grafu 2 však jsou názorně viditelné vyšší hodnoty průměru růžic u varianty SA2. Podobně jako u výnosu růžic, také u jejich průměru sledujeme u variant ES1 a ES2 opět velice blízké hodnoty. Síranová forma působila lépe na průměr růžice, i když statisticky nevýznamně. Při porovnání dávek je zřejmé dosažení vyššího průměru růžic u variant s vyšší dávkou síry (SA2 a ES2). Nejvyšší procentuální nárůst byl zjištěn u varianty SA2, a to o 48 % oproti kontrole.

Tab. 4 Průměrné hodnoty průměru růžice brokolice a jejich rozdílů podle Tukeye

průměr růžice	kontrola	SA 1	SA 2	ES 1	ES 2
(cm)	8,94	12,13	13,19	11,94	12,38
	a	b	b	b	b
relativní %	100	136	148	134	138

Průměry jednotlivých variant se významně (P>0,95) neliší, pokud jsou písmena v 3. řádku tabulky shodná.

Graf 2 Průměrná hodnota průměru růžice včetně 95% intervalů spolehlivosti



Hmotnost listů a zbytku košťálu

Statistické vyhodnocení hmotnosti listů a zbytku košťálu neprokázalo statisticky odlišné výsledky. V grafu 3 je ale viditelný mírně zvýšený výnos u varianty SA2. Tabulka 5 udává její nárůst o 15 %. Varianta SA1 ukazuje také zvýšení hmotnosti listů a zbytku košťálu oproti kontrole. Také elementární síra způsobila zvýšení hmotnosti oproti kontrole. Z důvodu statistické neprůkaznosti mezi kontrolou a ostatními variantami hnojení nemůžeme udělat jednoznačný závěr jako v předchozím

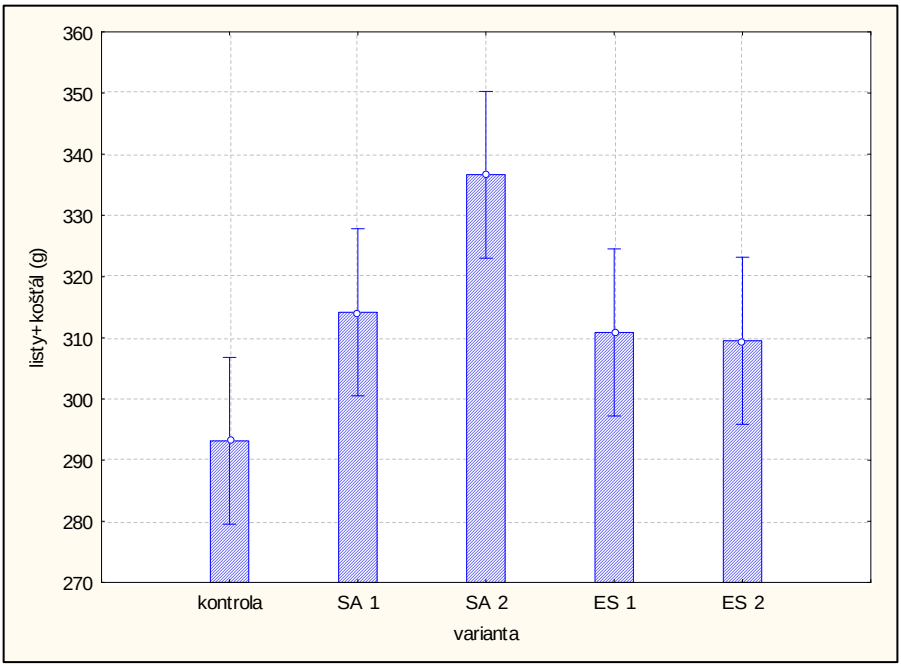
případě. Z pohledu pěstebního je významnější hmotnost růžic brokolice, a proto pro pěstitele či konzumenta není hmotnost listů a zbytků košťálu natolik významným ukazatelem.

Tab. 5 Průměrné hodnoty hmotnostních parametrů listů a košťálu brokolice a jejich rozdílů podle Tukeye

hmotnost listů a košťálu	kontrola	SA 1	SA 2	ES 1	ES 2
(g)	293,18	314,17	336,63	310,87	309,53
	a	a	a	a	a
relativní %	100	107	115	106	106

Průměry jednotlivých variant se významně (P>0,95) neliší, pokud jsou písmena v 3. řádku tabulky shodná.

Graf 3 Průměrná hmotnost listů a košťálu včetně 95% intervalů spolehlivosti



Kvalitativní parametry růžic brokolice

Obsah nitrátů

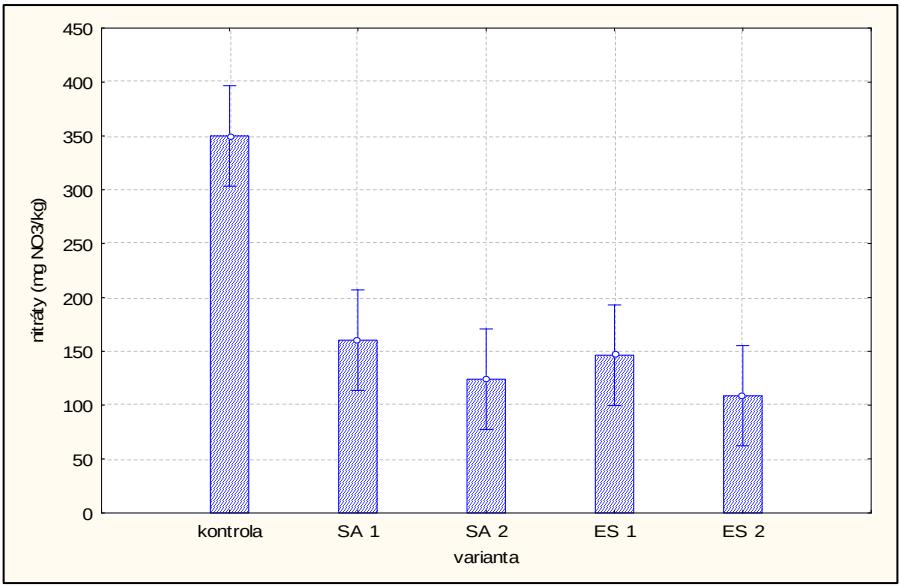
Hodnoty obsahu nitrátů se pohybovaly od minima 40 mg/kg po maximální hodnotu 846,6 mg/kg. Mezi kontrolou a ostatními variantami se prokázal statisticky významný rozdíl tak, že kontrola měla nejvyšší obsah nitrátů oproti ostatním variantám. Dle našich výsledků můžeme tvrdit, že síra snižuje obsah nitrátů v brokolici. Negativní lineární korelaci mezi obsahem nitrátů a koncentrace síry v rostlinách zeleniny popisují Schnug (1997) nebo Zhang et al. (2003). Podobně u kedluben Lošák et al. (2008), u kterých byla po zvýšení obsahu síry v půdě koncentrace nitrátu redukována o 42 – 54 %. V grafu 4 pozorujeme nejnižší hodnoty nitrátů u variant SA2 a ES2. Vyšší množství přidané síry snížilo

tedy obsah nitrátů více, ne však statisticky průkazně. Vysoký obsah nitrátů v rostlinách může vést zvláště u zelenin a krmných plodin ke zhoršení zdravotního stavu konzumenta (Ryant et al., 2004). Oproti sírou nehnojené kontrole činil pokles nitrátů u varianty ES2 69 %.

Tab. 6 Průměrné hodnoty obsahu nitrátů v sušině brokolice a jejich rozdílů podle Tukeye

	kontrola	SA 1	SA 2	ES 1	ES 2
nitráty	349,95	160,35	124,28	146,51	108,85
	b	a	a	a	a
%	100	46	36	42	31

Graf 4 Průměrná hodnota obsahu nitrátů včetně 95% intervalů spolehlivosti



Obsah bílkovin v čerstvé hmotě

Obsah bílkovin v čerstvé hmotě růžic brokolice se mezi jednotlivými variantami průkazně neliší. Nejnižší hodnoty vykazuje varianta ES2 (tabulka 8), což je způsobeno mimo jiné nejnižším obsahem sušiny. Ve srovnání s Kopcem (1998) a Malým et al. (1998) uvedeném v tabulce 7 je průměrná hodnota obsahu bílkovin v čerstvé hmotě za rok 2008 o 52 % nižší. Pokluda (2006) uvádí, že průměrný obsah bílkovin v zelenině se pohybuje okolo 1,8 %.

Tab. 7 srovnání obsahu bílkovin v brokolici jednotlivých autorů

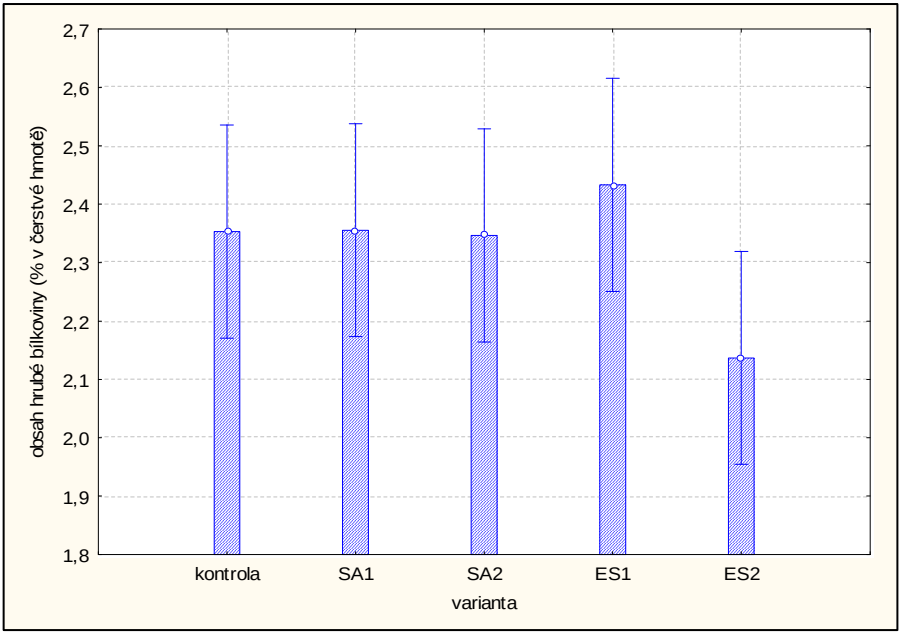
zdroj	bílkoviny (% čerstvé hmoty)
USDA Nutrient Database	3,17
The World´s Healthiest Food (vařená v páře)	2,99
Malý *et al.* (1998)	4,40
Kopec (1998)	4,40
průměr z roku 2008	2,33

Tab. 8 Průměrné hodnoty obsahu bílkovin v čerstvé hmotě brokolice a jejich rozdílů podle Tukeye

obsah bílkovin	kontrola	SA 1	SA 2	ES 1	ES 2
(mg/kg čerstvé hmoty)	2,35	2,36	2,35	2,43	2,14
	a	a	a	a	a
relativní %	100	100	100	103	91

Průměry jednotlivých variant se významně (P>0,95) neliší, pokud jsou písmena v 3. řádku tabulky shodná.

Graf 5 Průměrný obsah bílkovin v čerstvé hmotě brokolice



Obsah síry v čerstvé hmotě růžice

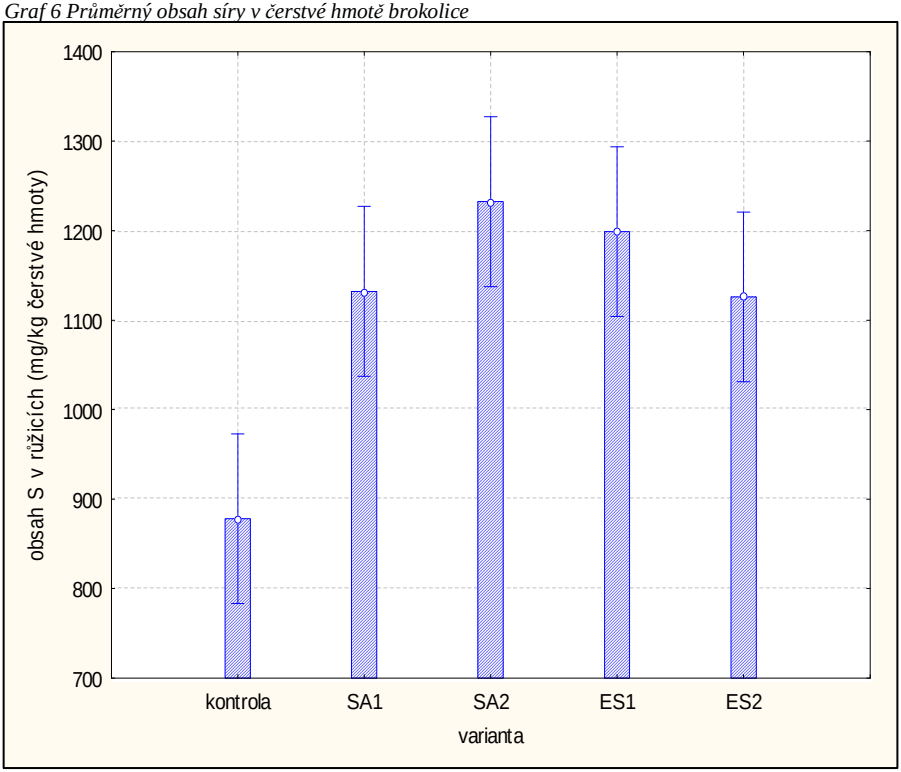
S dávkou hnojení vzrostl také obsah síry v čerstvé hmotě brokolice. Mezi kontrolou a ostatními variantami byl prokázán velmi vysoce průkazný rozdíl. Obsah síry vzrostl nejvíce ve variantách SA2 a ES1, i když rozdíly mezi těmito variantami nejsou průkazné. Nárůst oproti kontrole činil u SA2 40 % a u varianty ES1 37 %. Nárůst množství síry v pletivech brukvovité zeleniny je popisována rovněž u kedluben (Lošák et al., 2008).

Tab. 9 Průměrné hodnoty obsahu síry v čerstvé hmotě brokolice a jejich rozdílů podle Tukeye

obsah síry	kontrola	SA 1	SA 2	ES 1	ES 2
(mg/kg čerstvé hmoty)	878,16	1132,12	1232,49	1198,96	1126,01
	a	b	b	b	b
relativní %	100	129	140	137	128

Průměry jednotlivých variant se významně (P>0,95) neliší, pokud jsou písmena v 3. řádku tabulky shodná.

Graf 6 Průměrný obsah síry v čerstvé hmotě brokolice



Obsah minerálií

Fosfor v čerstvé hmotě

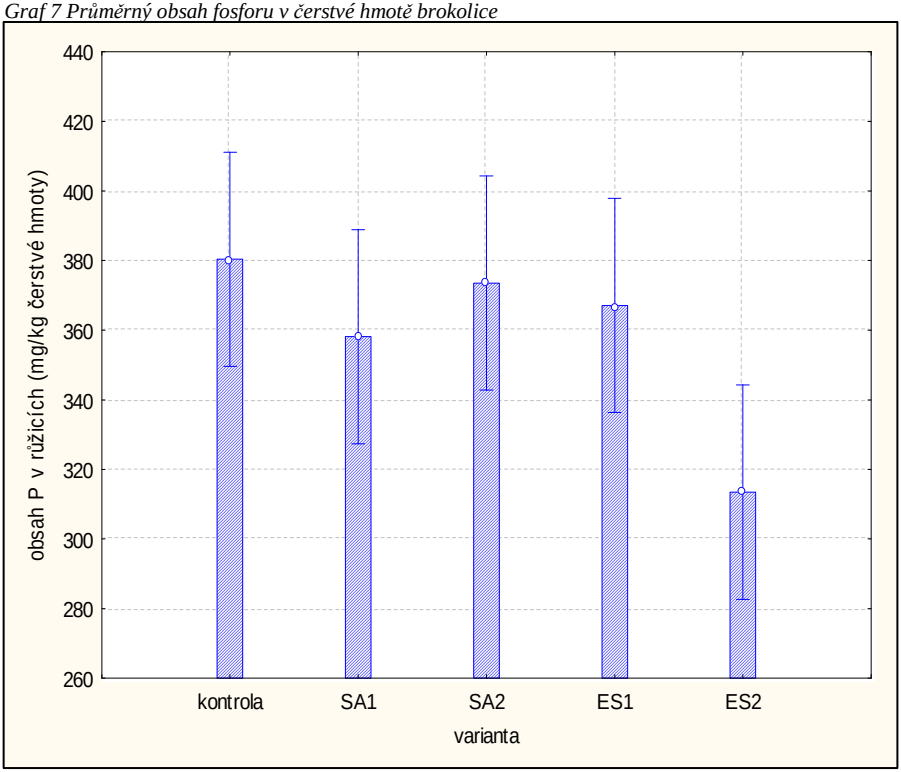
Hodnoty obsahu fosforu v sušině se pohybovaly od 275,9 mg/kg do 421,0 mg/kg čerstvé hmoty. Mezi kontrolou a ostatními variantami nebyl významný rozdíl, pouze mezi kontrolou a variantou ES2 je statisticky průkazný rozdíl. Kontrola obsahovala nejvíce fosforu, můžeme proto říct, že v tomto pokusu nemělo hnojení sírou na obsah fosforu v čerstvé hmotě růžic brokolice vliv. Nejméně fosforu obsahovala varianta ES2, a to o 12 % méně než kontrola.

Tab. 10 Průměrné hodnoty obsahu fosforu v čerstvé hmotě brokolice a jejich rozdílů podle Tukeye

obsah fosforu	kontrola	SA 1	SA 2	ES 1	ES 2
(mg/kg čerstvé hmoty)	380,39	358,14	373,55	367,09	313,48
	b	ab	ab	ab	a
relativní %	100	94	98	97	82

Průměry jednotlivých variant se významně (P>0,95) neliší, pokud jsou písmena v 3. řádku tabulky shodná.

Graf 7 Průměrný obsah fosforu v čerstvé hmotě brokolice



Draslík v čerstvé hmotě

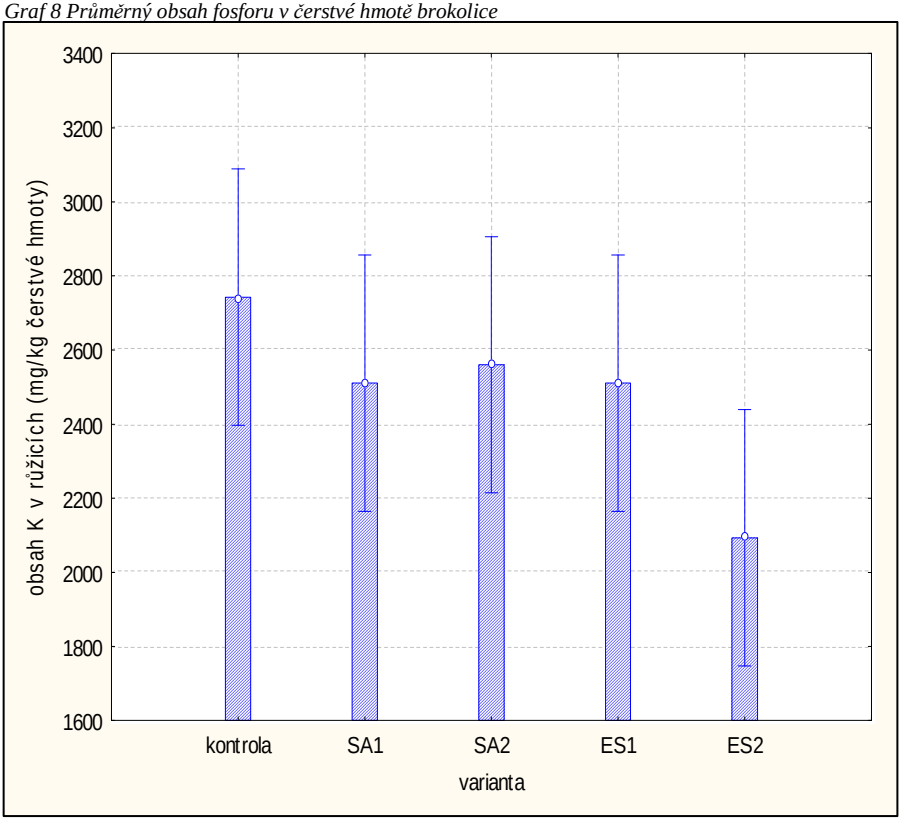
Nejvyšší množství draslíku obsahovaly růžice kontrolních, tedy sírou nehnojených, rostlin. Hnojení sírou zde snížilo obsah draslíku v brokolici. Obsah draslíku v brokolici se pohyboval v hodnotách od 1921,9 mg/kg do 3361,9 mg/kg čerstvé hmoty. Větší nárůst biomasy (výnos růžic a listů se zbytkem košťálu) je doprovázen nižší koncentrací živin, což je označováno jako tzv. zřeďovací efekt. Snížení obsahu draslíku u varianty ES2 je umocněno nižším obsahem sušiny. Také práce Skwierawské et al. (2008) popisuje při dávce síry 120 kg/ha u porostů zelí, cibule a ječmene snížení obsahu draslíku.

Tab. 11 Průměrné hodnoty obsahu draslíku v čerstvé hmotě brokolice a jejich rozdílů podle Tukeye

obsah draslíku	kontrola	SA 1	SA 2	ES 1	ES 2
(mg/kg čerstvé hmoty)	2742,72	2510,71	2560,28	2510,81	2093,13
	a	a	a	a	a
relativní %	100	92	93	92	76

Průměry jednotlivých variant se významně (P>0,95) neliší, pokud jsou písmena v 3. řádku tabulky shodná.

Graf 8 Průměrný obsah fosforu v čerstvé hmotě brokolice



Vápník v čerstvé hmotě

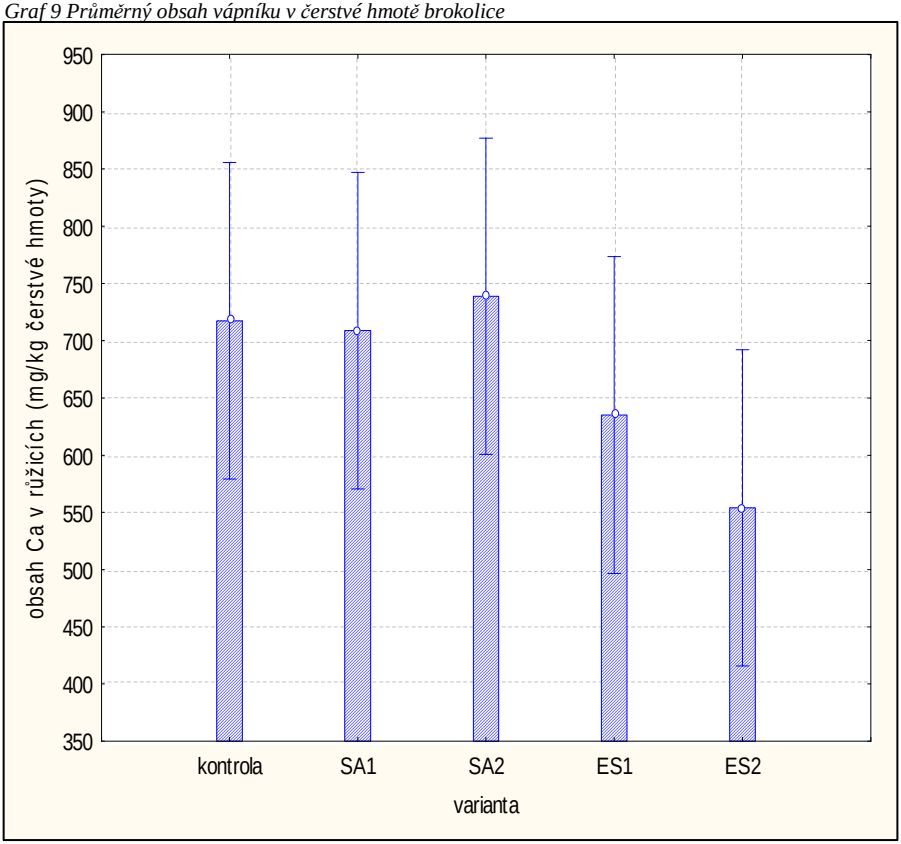
Rozdíly mezi obsahy vápníku jsou mezi jednotlivými variantami statisticky neprůkazné. Vyšší množství podle grafu 9 sledujeme u varianty SA2. Hnojení sírou proto u našeho pokusu nemá přímý vliv na obsah vápníku. Nejméně vápníku obsahovala varianta ES2, což lze opět spojovat mimojité s nižším obsahem sušiny.

Tab. 12 Průměrné hodnoty obsahu vápníku v čerstvé hmotě brokolice a jejich rozdílů podle Tukeye

obsah vápníku	kontrola	SA 1	SA 2	ES 1	ES 2
(mg/kg čerstvé hmoty)	717,27	708,80	738,76	635,01	553,92
	a	a	a	a	A
relativní %	100	99	103	89	77

Průměry jednotlivých variant se významně (P>0,95) neliší, pokud jsou písmena v 3. řádku tabulky shodná.

Graf 9 Průměrný obsah vápníku v čerstvé hmotě brokolice



Hořčík v čerstvé hmotě

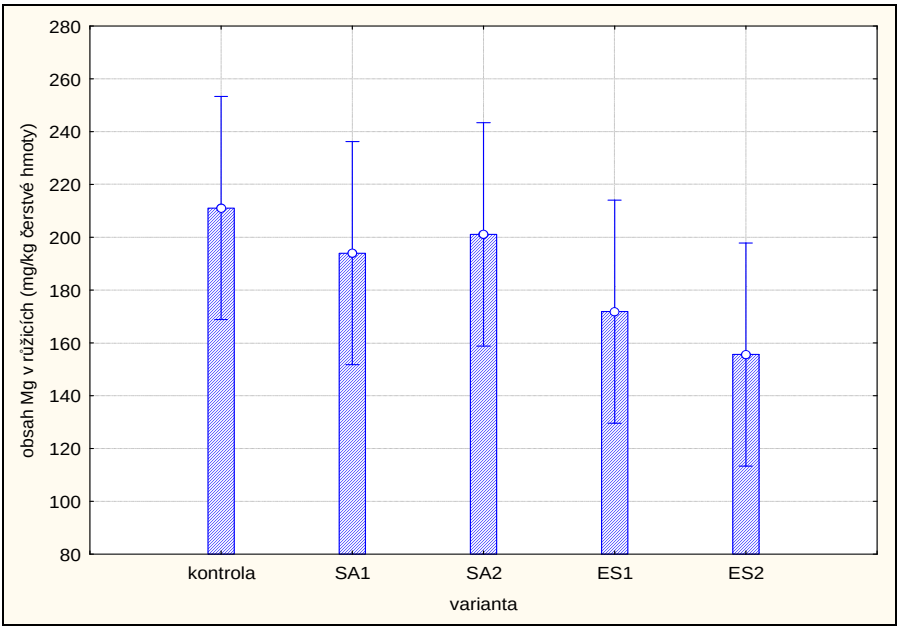
Nejvyšší množství hořčíku obsahovaly růžice kontrolních, tedy sírou nehnojených, rostlin. Hnojení sírou zde snížilo obsah hořčíku v brokolici, nikoliv však průkazně. Obsah hořčíku v brokolici se pohyboval v hodnotách od 139,5 mg/kg do 291,5 mg/kg čerstvé hmoty. Můžeme zde opět pozorovat zřeďovací efekt, stejně jako u draslíku.

Tab. 13 Průměrné hodnoty obsahu hořčíku v čerstvé hmotě brokolice a jejich rozdílů podle Tukeye

obsah hořčíku	kontrola	SA 1	SA 2	ES 1	ES 2
(mg/kg čerstvé hmoty)	211,10	193,99	201,07	171,84	155,57
	a	a	a	a	a
relativní %	100	92	95	81	74

Průměry jednotlivých variant se významně (P>0,95) neliší, pokud jsou písmena v 3. řádku tabulky shodná.

Graf 10 Průměrný obsah hořčíku v čerstvé hmotě brokolice



Tab. 14 Obsah jednotlivých prvků v čerstvé hmotě ve srovnání s literaturou

zdroj	obsah v čerstvé hmotě (mg/kg)				
	S	P	K	Ca	Mg
USDA Nutrient Database	-	730	1960	1080	220
The World´s Healthiest Food (vařená v páře)	-	659	3240	479	250
Malý *et al.* (1998)	1370	820	4640	1050	240
Kopec (1998)	1370	800	4640	1100	240
průměr z roku 2008	1114	359	2484	671	187

Při srovnání získaných výsledků s hodnotami Ministerstva zemědělství USA se naše hodnoty pohybují na nižší hladině (P 49 %, Ca 62 %, Mg 85 %) s výjimkou draslíku (127 %). Také při srovnání s databází Kopce (1998) jsou námi dosažené výsledky obsahů jednotlivých prvků nižší (S 81 %, P 45 %, K 54 %, Ca 61 %, Mg 78 %).

ZÁVĚR

Síra je významný makrobiogenní prvek, který má pozitivní vliv na výživu brukvovitých rostlin. V jednoletém vegetačním nádobovém pokusu byl zjištěn příznivý efekt obou forem síry (síran amonný, elementární síra) na výnos růžic brokolice. Hmotnost a nadzemní části se po aplikaci síry zvýšily, zejména po aplikaci síranu amonného, který byl rostlinám lépe přístupný.

Jedním ze sledovaných kvalitativních parametrů byl obsah nitrátu v čerstvé hmotě brokolice. U této formy dusíku byl prokázán statisticky významný rozdíl mezi sírou nehnojenou kontrolou a ostatními variantami. Ze zjištěných hodnot vyplývá, že aplikace síry měla pozitivní vliv na snížení obsahu nitrátu v brokolici.

Celkový obsah bílkovin v čerstvé hmotě růžic brokolice se mezi variantami hnojení sírou průkazně neměnil.

Obsah síry v čerstvé hmotě po aplikaci síry vzrostl a mezi kontrolou a ostatními variantami je statisticky velmi vysoký rozdíl ($\alpha \leq 0{,}001$). Obsah síry v čerstvých růžicích vzrostl až o 40 %.

Vzhledem k nižšímu výnosu růžic kontrolních rostlin brokolice lze pozorovat zvýšení obsahu minerálií (K, Mg). Naopak u sírou hnojených variant došlo k nařeďění obsahu jednotlivých minerálií s výjimkou varianty s nižší dávkou elementární síry u draslíku. U obsahu vápníku v čerstvé hmotě brokolice nebyly pozorovány žádné změny mezi variantami hnojení sírou. U obsahu fosforu sledujeme pokles varianty ES2 oproti kontrolní variantě, mezi ostatními variantami nebyl prokázán statisticky významný rozdíl.

LITERATURA

Kopec, K. (1998): Tabulky nutričních hodnot ovoce a zeleniny. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha, 72s.

Lošák, T. (2008): Společné působení síry a dusíku ve výživě rokety seté a cibule kuchyňské. Habilitační práce, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita vBrně, Brno, 147 s.

Lošák, T., Hlušek, J., Kašmír, S., Varga, L. (1998): The efekt of nitrogen and sulphur fertilization on yelds and qality of kohlrabi (*Brassica oleracea*). Revista Brasileria de Ciencia do Solo, 32 (2): 697 – 703.

Malý I., Bartoš J., Hlušek, J., Kopec, Petříková, K., Rod, J., Spitz, P. (1998): Polní zelinářství, Agrospoj, Praha, 196 s.

Pokluda R. (2006): Význam a nutriční hodnota zeleniny, dostupné z : http://www.zahradaweb.cz/projekt/clanek.asp?pid=2&cid=4489, [citováno: 2009 – 10 – 12].

Ryant P. et al. (2004): Minerální hnojiva se sírou (doplňkový text). Multimediální učební texty z výživy rostlin. [on line], MZLU v Brně [cit. 7. 11. 2008]. Dostupné na http://www.af.mendelu.cz/ustav/221/mutlitexty/pdf/hnojiva/s_mineralni_hnojiva.pdf

Sanderson, K. R. (2003): Broccoli and cauliflower response to supplemental soil sulphur and calium. Proc. XXVI IHC – Fertilization Strategie for Field Veg. Production, Acta Horticulture (627): 171-179 s.

Schnug, E. (1997): Signifikace of Sulphur for the duality of domesticated plants. In: Cram, W. J., De Kok, L., J., Brunold, C., Rennerberg, H. (eds.): Sulphur metabolism in higer plants: Molecular, ecophysiological and nutritional aspekt. Backhuys Publisher, Leden, The Nederlands, pp. 109 – 130.

Skwierawska, M., Zawartka, L., Zawadzki, B. (2008): The effect of different rates and forms of applied sulphur on nutrient composition of planted crops. Plant soil and environment, 54(5): 179-189 s.

USDA National Nutriet Databáze for Standard Reference, Relase 21, [citováno: 2009 – 07 – 31] dostupné z: http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/cgibin/list_unt_edit.pl/

Zbíral, J. (2002): Analýza půd I – Jednotné pracovní postupy. ÚKZÚZ Brno, 197 s.

Zbíral, J. et al. (2005): Analýza rostlinného materiálu – Jednotné pracovní postupy. ÚKZÚZ Brno, 192 s.

Zhang, J., Ma,Y., Zhang, L., Xu, Ch., Zheng., L., Bian, G., Si, Y., Wang, H., Liu, L., Schnug, E. (2003): Sulphur application effect on the yield and duality of vegetable. Fertilization in the Third Millenium, Fertilizer, Food Security and Enciromental Protection, 12th International world Fertilizer Congress of CIEC, 1343 – 1352.