

# Vliv listové výživy s mořským vápencem na morfologické znaky cukrové řepy

EFFECT OF FOLIAR FERTILIZATION WITH MARINE CALCITE ON MORPHOLOGICAL FEATURES OF SUGAR BEET

Arkadiusz Artyszak<sup>1</sup>, Dariusz Gozdowski<sup>2</sup>, Katarzyna Kucińska<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Katedra agronomie, Varšavská zemědělská univerzita – SGGW, Polsko

<sup>2</sup>Katedra experimentálního designu a bioinformatiky, Varšavská zemědělská univerzita – SGGW, Polsko

V současné době je jedním z hlavních cílů výzkumu zaměřeného na cukrovou řepu problematika listové výživy a biostimulátorů. Pozornost se soustřeďuje na vliv biostimulátorů na výnos a technologickou kvalitu bulev (1–3), chybí však vědecké poznatky týkající se vlivů listové výživy a biostimulátorů na morfologické znaky cukrové řepy. KALINOWSKA (4) a KALINOWSKA, ZDUN (5) zjistili, že řepné rostliny ošetřené v suchých podmínkách různými listovými přípravky (obsahujícími N, P, PK, NPK a Wuxal) byly v porovnání s kontrolní variantou menší. Hmotnostní podíl kořene na hmotnosti celé rostliny byl nižší, ale hmotnost listových čepelí a řapíků na hmotnosti rostliny byla v porovnání s kontrolní variantou naopak vyšší.

Hnojivo Herbagreen Basic, které je získáváno z mořského vápence, doporučují producenti jako hnojivo s biostimulačními účinky. Jeho hlavní složkou je vápník a křemík. Cílem této studie je hodnocení účinnosti listové výživy vápencem na morfologické znaky odrůdy Danuška (KWS).

## Metodika

Půdní a povětrnostní podmínky, pěstební postupy a získané výsledky pokusů, jako je výnos bulev a jejich technologická jakost, byly publikovány v článku ARTYSZAKA ET AL. (6). V hodnoceném pokusu byl sledován vliv křemíku a vápníku, které byly aplikovány v přípravku Herbagreen Basic (tab. I.). Složení

hnojiva bylo (% m/m): Ca – 26,2; Si – 7,99; Fe – 2,38; Mg – 1,45; K – 0,42; Na – 0,37; Ti – 0,3; P – 0,22; S – 0,16; Mn – 0,08 a stopové množství B, Co, Cu a Zn. Toto hnojivo je mikromletý vápencem mořského původu a je v Polsku schválen k použití v ekologickém zemědělství. Roztok hnojiva byl aplikován ve dvou termínech: první termín byl ve fázi 4–6 listů řepy (BBCH 14–16) a druhý o tři týdny později. Sledované varianty se lišily koncentrací (dávkou) hnojiva v prvním termínu ošetření: u první varianty byl aplikován 0,4% roztok hnojiva, u druhé pak 0,8% roztok. Ve druhém termínu ošetření (o 3 týdny později) byl použit 0,8% roztok u obou variant. Množství vody bylo 0,25 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> u všech postřiků. Pokus měl čtyři opakování a plocha jedna parcela byla 43,2 m<sup>2</sup>.

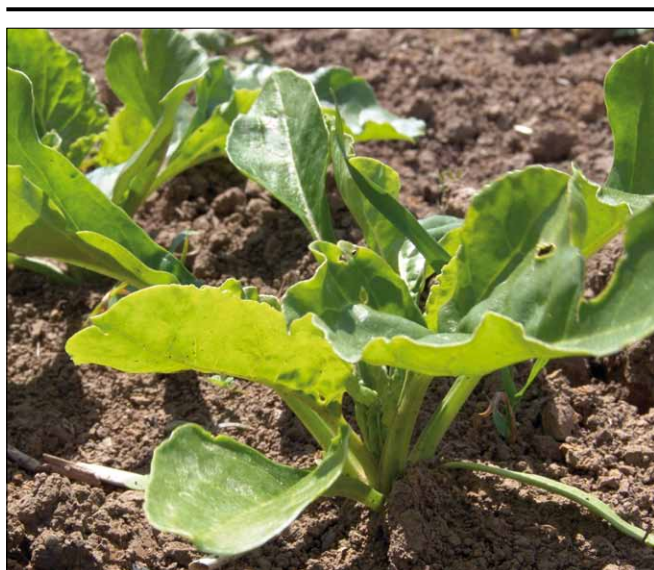
Z každého druhého řádku pokusné parcely byly náhodně vybrány čtyři rostliny těsně před sklizní – tj. 16 rostlin z každé varianty v jednom roce. U každé byla hodnocena hmotnost čerstvých listových čepelí, řapíků a bulev a byl spočítán počet listů. Ke stanovení obsahu sušiny byly z každé rostliny odebrány 100g vzorky čepelí listů, řapíků a bulev a usušeny v sušárně při 105 °C. Plocha čepelí listů byla odvozena diskovou metodou. Z každé rostliny bylo náhodně odebráno 25 disků, plocha každého byla 0,02 m<sup>2</sup>. Po usušení čepelí byla odvozena plocha ze vztahu mezi obsahem disků, hmotností jejich sušiny (g) a hmotností sušiny listových čepelí celé rostliny (g):

$$\text{Plocha čepelí (m}^2\text{)} = \frac{\text{hmotnost sušiny listů z rostliny} \times 0,02}{\text{hmotnost sušiny disku}}$$

Výsledky byly statisticky vyhodnoceny pomocí analýzy variace a Tukeyho testu s úrovní významnosti  $\alpha = 0,05$ . Mezi vybranými proměnnými byly vypočteny korelační koeficienty k odvození vztahů mezi výnosem a jeho kvalitou vůči morfologickým znakům rostlin. Statistická analýza byla provedena v programu SAS 9.1 (Cary, USA) pomocí procedury GLM. Byly spočítány základní parametry jako standardní odchylka, variační koeficienty a minimální a maximální hodnoty.

## Výsledky a diskuze

Listová výživa vápníkem a křemíkem vyústila v trend zvýšení sušiny listových čepelí, řapíků, bulev i celých rostlin a také ke zvýšení počtu listů a velikosti listových čepelí (tab. II.). Z těchto morfologických znaků mělo aplikované hnojivo v roce 2012 významný vliv na sušinu a v roce 2011 na počet listů. Zvýšení hmotnosti sušiny rostliny po jednom nebo dvojnásobném ošetření listovým



hnojivem obsahující bor zmínil AMIN ET AL. (7). HELLAL ET AL. (8) zjistil významné zvýšení sušiny listů a sušiny bulev po hnojení borem a dusíkem. Nicméně kombinované použití listové výživy s insekticidem a fungicidem způsobilo jen tendenci ke zvyšování biomasy kořenů (9). Oproti tomu, podle článku GASIROWSKE ET AL. (10) listová výživa Ekolist způsobila nižší podíl sušiny bulev i listů ve srovnání s kontrolou. Ve zmíněných příspěvcích listová hnojiva neovlivnila významně hmotnostní podíl sušiny různých orgánů na celkové sušině.

Nicméně ARTYSZAK (11) pozoroval tendenci ke zvýšení sušiny řápků po použití listové výživy ve srovnání s kontrolou. Podíl hmotností sušiny kořenů k sušině celé rostliny (sklizňový index) se pohyboval mezi 73,3 % a 85,8 %, ale vysoký sklizňový index v roce 2012 (85,4 %) byl způsoben velmi silným infekčním tlakem cercosporové skvrnitosti (*Cercospora beticola* Sacc.). I přes tři postřiky fungicidem nebyl tento patogen účinně kontrolován. Podobná akumulace sušiny v bulvách během sucha byla zjištěna CHOLUJEM ET AL. (12). Podle výsledků WYSZYNSKEHO (13) ukázaly malé rozdíly ve sklizňovém indexu mezi jednotlivými roky, že distribuce asimilátů v cukrové řepě má konstantní rytmus a je svázaná hlavně s přísunem vody. V tomto výzkumu byla nejnižší variabilita morfologických znaků u podílu sušiny kořenů na celkové sušině rostliny (6,74–8,81 %) a nejvyšší variabilita (46–70,5 %) v případě plochy listových čepelí (tab. III.).

Nejvyšší variabilita sušiny listových čepelí a řápků a jejich podílu na sušině celé rostliny, stejně jako počtu listů, byla pozorována ve druhé variantě. Oproti tomu ARTYSZAK (10) pozoroval nejnižší variabilitu těchto znaků ve srovnání s kontrolou, což bylo ovlivněno hnojením borem na list. Naopak to bylo v případě podílu sušiny jednotlivých orgánů na sušině celé rostliny a ploše listových čepelí. V našem případě výnos bulev významně koreloval se sušinou řápků a jejím podílem na sušině celé rostliny a záporně koreloval s podílem sušiny kořenů na sušině celé rostliny (tab. IV.). Podobně KALINOWSKA (4) zjistila významnou pozitivní korelaci hmotnosti kořenů na hmotnosti řápků a také

Tab. I. Schéma pokusu

Ošetření	Termín aplikace / dávka (g.ha <sup>-1</sup> )		Celková dávka (g.ha <sup>-1</sup> )
	stádium 4–6 listů (BBCH 14–16)	o 3 týdny později	
0	–	–	–
1	Ca – 262, Si – 79,9	Ca – 524, Si – 159,8	Ca – 786, Si – 239,7
2	Ca – 524, Si – 159,8	Ca – 524, Si – 159,8	Ca – 1048, Si – 319,6

na sušině řápků. BERGEN (14) naopak zjistil negativní korelaci mezi hmotností kořenů a obsahem sušiny v řápcích. Z našich výzkumů vyplývá významná pozitivní korelace technologického i biologického výnosu cukru na podílu sušiny řápků na sušině celé rostliny a negativní korelace na podílu kořenové sušiny na celé rostlině. V dřívějších článcích týkajících se hnojením borem na list pozitivně koreloval výnos polarizačního cukru s morfologickými znaky jako je podíl sušiny kořene na sušině celé rostliny a negativně koreloval s podílem sušiny řápků a listových čepelí na sušině celé rostliny. Ale v případě kontrolní varianty (bez hnojení borem) technologický výnos cukru negativně koreloval s morfologickými znaky, jako je sušina listových čepelí a řápků, sušina celé rostliny a plocha listových čepelí (10). BERGEN (14) zjistil pozitivní korelaci mezi sušinou řápků a cukernatostí. Nejsilnější pozitivní korelace však byla zjištěna mezi obsahem sodíku v bulvách a morfologickými znaky, jako je sušina řápků a listových čepelí, počet listů a plocha listových čepelí.

## Souhrn

Byl sledován vliv mořského vápence použitého jako listová výživa na produkci sušiny a na morfologické znaky bulev cukrové řepy. Pokusy probíhaly v letech 2011–2012 v Sahryni v Polsku (50°41' s. š. a 23°46' j. d.). Byly hodnoceny dvě varianty dávky aplikovaných listových hnojiv: 1. varianta (ošetření ve stadiu 4–6 listů – 262,0 g.ha<sup>-1</sup> Ca, 79,9 g.ha<sup>-1</sup> Si a o tři týdny později – 524,0 g.ha<sup>-1</sup> Ca, 159,8 g.ha<sup>-1</sup> Si)



Tab. II. Vliv listového hnojení mořským vápencem na morfologické vlastnosti cukrové řepy v letech 2011–2012

Rok (B)	Varianty aplikace listového hnojiva (A)			Průměr	LSD
	0	1	2		
Sušina listových čepelí (g)					
2011	37,59	40,53	52,23	43,45	ns
2012	17,98	24,58	17,94	20,17	5,68*
Průměr	27,78	32,55	35,09	–	ns
Sušina řapíků (g)					
2011	46,38	64,58	60,36	57,11	ns
2012	30,86	36,42	26,86	31,38	ns
Průměr	38,62	50,50	43,61	–	ns
Sušina kořenů (g)					
2011	286,56	335,95	331,51	318,01	ns
2012	281,94	371,24	269,79	307,66	ns
Průměr	284,25	353,60	300,65	–	ns
Sušina celé rostliny (g)					
2011	370,53	441,06	444,10	418,56	ns
2012	330,78	432,25	314,59	359,21	ns
Průměr	350,65	436,65	379,35	–	ns
Podíl sušiny listových čepelí na sušině rostliny (%)					
2011	10,43	8,91	12,08	10,48	ns
2012	5,57	5,98	5,70	5,75	ns
Průměr	8,00	7,44	8,89	–	ns
Podíl sušiny řapíků na sušině celé rostliny (%)					
2011	12,60	14,69	13,58	13,62	ns
2012	9,45	8,73	8,53	8,91	ns
Průměr	11,03	11,71	11,05	–	ns
Podíl sušiny kořenů na sušině rostliny (%)					
2011	76,96	76,40	74,34	75,90	ns
2012	84,98	85,29	85,77	85,35	ns
Průměr	80,97	80,84	80,05	–	ns
Počet listů (ks)					
2011	33,19	38,19	46,13	39,17	9,68*
2012	29,94	30,56	25,75	28,75	ns
Průměr	31,56	34,38	35,94	–	ns
Listová plocha (m <sup>2</sup> )					
2011	0,63	0,75	0,94	0,77	ns
2012	0,31	0,29	0,25	0,28	ns
Průměr	0,47	0,52	0,59	–	ns

\*  $\alpha = 0,05$ ; ns – žádná významná odchylka; 0 – bez hnojení Ca a Si; 1 – 786 g.ha<sup>-1</sup> Ca, 239,7 g.ha<sup>-1</sup> Si; 2 – 1048 g.ha<sup>-1</sup> Ca, 319,6 g.ha<sup>-1</sup> Si; LSD – nejnižší významná odchylka

a 2. varianta (ve stádiu 4–6 listů – 524,0 g.ha<sup>-1</sup> Ca, 159,8 g.ha<sup>-1</sup> Si a o tři týdny později – 524,0 g.ha<sup>-1</sup> Ca; 159,8 g.ha<sup>-1</sup> Si). V porovnání s kontrolní variantou zvýšilo hnojení mořským vápencem sušinu listové čepelí, řapíku, kořene a celé rostliny, stejně jako množství a plochu listových čepelí. Výnos bulev významně koreloval se sušinou řapíků a s jejich podílem na sušině celé rostliny a záporně koreloval s podílem sušiny kořene na sušině celé rostliny. Současně významně kladně koreloval výnos polarizačního a bílého cukru s podílem sušiny řapíků na celkové sušině a záporně koreloval s podílem sušiny kořene na celkové sušině.

**Klíčová slova:** vápník, sušina, hmotnost čepelí, řapíků a kořene, křemík.

## Literatura

- Pačuta, V.: Vplyv prípravkov na báze biologicky aktívnych látok na kvantitu a kvalitu produkcie cukrovej řepy. *Listy cukrov. řepař.*, 129, 2013 (7–8), s. 228–230.
- Pačuta, V., Černý, I., Pulkrábek, J.: Vplyv odrody a listových přípravkov na báze biologicky aktívnych látok na úrodu buliev, cukrnatost a úrodu polarizačního cukru cukrovej řepy. *Listy cukrov. řepař.*, 129, 2013 (11), s. 337–340.
- ARTYSZAK, A.: The efficiency of foliar boron fertilization of two sugar beet varieties. Part I. The yielding and technological quality of roots. *Fragm. Agron.*, 31, 2014, s. 7–18.
- KALINOWSKA, M.: Study on dry matter accumulation and yielding of sugar beets (*Beta vulgaris* var. *Saccharifera*) against the background of variable environment factors. *Zesz. Nauk. AR w Warszawie. Rozpr. Nauk.*, 38, 1974, s. 143.
- KALINOWSKA-ZDUN, M.: The additional foliar feeding effect on the bulk increment dynamics and chemical composition of sugar beet plants. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 184, 1976, s. 23–38.
- ARTYSZAK, A.; GOZDOWSKI, D.; KUCIŃSKA, K.: The effect of foliar fertilization with marine calcite in sugar beet. *Plant Soil Environ.*, 60, 2014, s. 413–417.
- AMIN, G. A.; BADR, E. A.; AFIFI, M. H. M.: Root yield and quality of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) in response to biofertilizer and foliar application with micronutrients. *World Appl. Sci. J.*, 27, 2013, s. 1385–1389.
- HELLAL, F. A.; TAALAB, A. S.; SAFAA, A. M.: Influence of nitrogen and boron nutrition balance and sugar beet yield grown in calcareous soil. *Ozean J. Applied Sci.*, 2, 2009, s. 1–10.
- KWIATKOWSKI, C.: The effect of frequency of mechanical treatments and the level of cultivation technology on the biometric features of sugar beet roots. *Annales UMCS, Sec. E* 58, 2003, s. 257–263.
- GAŚSIOROWSKA, G.; ZARZECKA, K.; CEGLAREK, F.: The effect of foliar application of Ekolist fertilizer on field and technological value of sugar beet. *Biuletyn IHAR*, 202, 1997, s. 139–143.
- ARTYSZAK, A.: The efficiency of foliar boron fertilization of two sugar beet varieties. Part II. Biometric traits of plants. *Fragm. Agron.*, 31, 2014, s. 19–29.

Tab. III. Statistické charakteristiky variability morfologických znaků

Parametr	Varianty aplikace listového hnojiva		
	0	1	2
Sušina listových čepelí (g)			
Průměr	27,78	32,55	35,09
Minimum	12,14	19,57	15,45
Maximum	52,47	62,61	68,43
SD	13,16	14,74	19,84
CV (%)	47,37	45,26	56,54
Sušina řapíků (g)			
Průměr	38,62	50,50	43,61
Minimum	21,37	31,91	22,57
Maximum	56,93	79,52	74,50
SD	13,16	18,60	21,11
CV (%)	34,07	36,84	48,42

0 – bez hnojení Ca a Si; 1 – 786 g.ha<sup>-1</sup> Ca, 239,7 g.ha<sup>-1</sup> Si; 2 – 1048 g.ha<sup>-1</sup> Ca, 319,6 g.ha<sup>-1</sup> Si; SD – směrodatná odchylka, CV – variační koeficient

12. CHOLUJ, ET AL.: Growth and dry matter partitioning of sugar beet plants (*Beta vulgaris* L.) under moderate drought. *Plant Soil Environ.*, 50, 2004, s. 265–272.
13. WYSZYŃSKI, Z.: *Variability of sugar beet traits in the canopy, yielding and root quality as influenced by environment-agrotechnical factors*. Warszawa: Wyd. SGGW, 2003, s. 136.
14. BERGEN, P.: Dry matter of the petiole as an index for the selection of sugar beet plants. *J. Am. Soc. Sugar Beet Technol.*, 14, 1967, s. 396–399.

### Artyszak A., Gozdowski D., Kucińska K.: Effect of Foliar Fertilization with Marine Calcite on Morphological Features of Sugar Beet

The effect of marine calcite foliar fertilization on the sugar beet root morphological features relative to the control (variant 0) was investigated. Study was conducted in 2011–2012 in Sahryń (50°41' N and 23°46' E). Two variants of foliar fertilization were used: 1) variant (in the stage of 4–6 sugar leaf – 262.0 g ha<sup>-1</sup> Ca, 79.9 g ha<sup>-1</sup> Si, and three weeks later – 524.0 g ha<sup>-1</sup> Ca, 159.8 g ha<sup>-1</sup> Si); and 2) variant (in the stage of 4–6 sugar leaf – 524.0 g ha<sup>-1</sup> Ca, 159.8 g ha<sup>-1</sup> Si, three weeks later – 524.0 g ha<sup>-1</sup> Ca, 159.8 g ha<sup>-1</sup> Si). Marine calcite fertilization resulted in increase tendency of: dry mass of lamina, petiole, root, and whole plant as well as number and surface area of lamina compared with the control variant. Root yield was significantly correlated with dry mass of petioles and their share in dry mass of plant and negatively with the share of root dry mass in dry mass of plant. At the same time a significant positive correlation of technological and biological sugar yield, with share of petioles dry mass in the total dry mass of whole plant and negative correlation with share of root dry mass in total dry mass of plant.

**Key words:** calcium, dry mass, weight of lamina, petioles and roots, silicon.

#### Kontaktní adresa – Contact address:

dr inż. Arkadiusz Artyszak, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Katedra Agronomii, ul. Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa, Polska, e-mail: arkadiusz\_artyszak@sggw.pl

Tab. III. (pokračování)

Parametr	Varianty aplikace listového hnojiva		
	0	1	2
Sušina kořenů (g)			
Průměr	284,25	353,60	300,65
Minimum	172,17	245,38	247,18
Maximum	406,31	509,88	428,30
SD	83,64	92,63	59,20
CV (%)	29,43	26,20	19,69
Sušina celé rostliny (g)			
Průměr	350,65	436,65	379,35
Minimum	206,05	315,92	300,27
Maximum	458,48	578,27	528,11
SD	96,91	106,20	87,02
CV (%)	27,64	24,32	22,94
Podíl sušiny listové čepelě na sušině rostliny (%)			
Průměr	8,00	7,44	8,89
Minimum	3,82	4,59	4,92
Maximum	13,08	11,26	14,80
SD	3,32	2,37	4,07
CV (%)	41,56	31,82	45,83
Podíl sušiny řapíků na sušině rostliny (%)			
Průměr	11,03	11,71	11,05
Minimum	7,56	7,23	7,51
Maximum	14,19	15,68	16,11
SD	2,28	3,46	3,45
CV (%)	20,68	29,56	31,19
Podíl sušiny kořenů na sušině rostliny (%)			
Průměr	80,97	80,84	80,05
Minimum	72,74	75,11	69,09
Maximum	88,62	88,17	87,48
SD	5,47	5,45	7,05
CV (%)	6,75	6,74	8,81
Počet listů (ks)			
Průměr	31,56	34,38	35,94
Minimum	20	20	16
Maximum	43	64	65
SD	6,54	9,83	12,74
CV (%)	20,7	28,6	35,4
Listová plocha (m <sup>2</sup> )			
Průměr	0,47	0,52	0,59
Minimum	0,21	0,23	0,23
Maximum	0,88	0,13	0,16
SD	0,22	0,37	0,39
CV (%)	45,98	70,46	66,31