

# Vliv listové výživy borem na výnos a technologickou jakost cukrové řepy

INFLUENCE OF BORON FOLIAR FERTILIZATION ON YIELD AND TECHNOLOGICAL QUALITY OF SUGAR BEET ROOTS

Urszula Prośba-Białczyk, Elżbieta Sacala, Małgorzata Wilkosz  
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Polsko

Bor je rozšířen v půdě a patří do skupiny živin potřebných pro živé organismy (1). V rostlinách se bor účastní procesu růstu a diferenciaci buněk, metabolismu buněčné stěny a syntézy nukleových kyselin. Jeho přítomnost je úzce spojena s přeměnou dusíku, konkrétně s mechanismem jeho poutání. Bor je také regulátorem přeměny karbohydrátů pomocí tvorby komplexů s počátečním metabolitem pentózového cyklu. Nedostatek boru vede k syntéze fenolických kyselin (2). Ze všech plodin byl nejnižší obsah boru nalezen v obilninách – od 2 do 10 mg.kg<sup>-1</sup>, zatímco nejbohatší na tuto živinu jsou okopaniny – cukrová řepa a brambory, ve kterých může obsah boru dosáhnout až 60–70 mg.kg<sup>-1</sup>, v průměru je však odhadován cca 30 mg.kg<sup>-1</sup>. Bor je velmi důležitý makroelement při hnojení cukrové řepy a početné studie ukazují pozitivní vliv hnojení tímto prvkem na výnos bulev i výnos cukru (3–10).

V půdě je obsah boru rozdílný a pohybuje se od 1 do 210 mg.kg<sup>-1</sup> (11). Podle IUNG (Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Ústav pedologie a pěstování rostlin) je v Polsku 80 % orné půdy charakteristických nízkým obsahem boru. Úroveň obsahu boru v půdním prostředí závisí na mnoha faktorech, jako jsou přírodní podmínky – vlhkost a teplota, původ půdy, její pH, zrnitostní složení a obsah organické hmoty. Podle mnoha výzkumníků tyto faktory nejen modifikují obsah boru v půdě, ale také ovlivňují jeho příjem rostlinami (5, 6, 12).

Ke zvýšení povědomí o vlivu půdních podmínek na příjem boru a hnojení borem na list byly založeny pokusy s cílem sledovat vliv tohoto prvku na výnos a technologickou jakost bulev cukrové řepy.

## Metodika

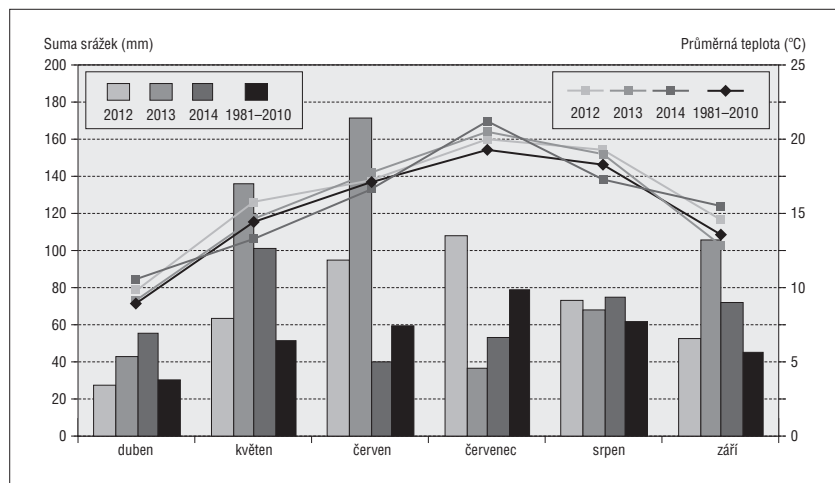
Vliv foliární výživy borem na cukrovou řepu byl sledován v polních pokusech, které byly založeny ve slezských nížinách blízko Vratislavi v letech 2012–2014 ve dvou lokalitách s různými typy půdy a s rozdílným obsahem boru. První se nacházela na jihozápadním okraji Vratislavi (město Turów – označeno T) ve II. zóně vhodnosti pro pěstování pšenice. Je zde černozem charakteristická neutrálním pH a vysokým obsahem živin. Druhá lokalita byla ve východní části Vratislavi (čtvrť Pawłowice – označeno P). Nachází se zde kambizem s lehce kyselým pH a středním až nízkým obsahem živin, klasifikovaná jako III. zóna vhodnosti pro pěstování pšenice. V obou lokalitách byla pěstována odrůda Silvetta se stejnými agrotechnickými zásahy. V předchozích čtyřech letech a během pokusu nebylo použito organické hnojivo. Minerální hnojení bylo v obou oblastech srovnatelné: na podzim bylo aplikováno 100 kg.ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> a 160 kg.ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O a před setím bylo aplikováno 120 kg.ha<sup>-1</sup> dusíku ve formě síranu amonného. Rostliny byly hnojeny borem v dávce 1 a 2 kg.ha<sup>-1</sup> (Suplo mono B) ve stádiu 8 a 12 listů, to odpovídá vývojovým fázím BBCH 15 a 18. Hustota porostu byla 93–97 tisíc rostlin na 1 ha a nebyla závislá na hnojení borem.

Vliv listového hnojiva s borem byl hodnocen pomocí výnosu bulev, výnosu cukru a technologických ukazatelů jakosti sklizených bulev cukrové řepy – jako je cukernatost, obsah  $\alpha$ -aminodusíku a koncentrace kationtů draslíku a sodíku. Počasí v průběhu sledovaných let bylo rozdílné (obr. 1.), nemělo však negativní vliv na vývoj cukrové řepy, teplotní podmínky

byly naopak příznivé. Byly zaznamenány vyšší teploty, než je dlouhodobý průměr v daném měsíci, od května do září 2012, od května do srpna 2013 a v červenci a září 2014. Byl sledován úhrn srážek od května do září. V roce 2012 byl 291 mm srážek, v roce 2013 dosáhl 248,8 mm a v roce 2014 pak 207,9 mm. Během vegetace (178–185 dní) cukrové řepy v roce 2012 bylo 66 srážkových dnů, v roce 2013 jen 61 a v roce 2014 pak 79 srážkových dnů. Úhrn srážek převyšující dlouhodobý průměr byl zaznamenán v květnu, červnu a srpnu 2012, v květnu, červnu, srpnu a září 2013 a v květnu, srpnu a září 2014.

Data byla statisticky zpracována, zvláště pro obě lokality pomocí jednosměrné analýzy rozptylu. Průměrné hodnoty byly porovnány pomocí Duncanova testu na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$ .

Obr. 1. Teploty a srážky v letech 2012 až 2014 a dlouhodobý průměr 1981–2010



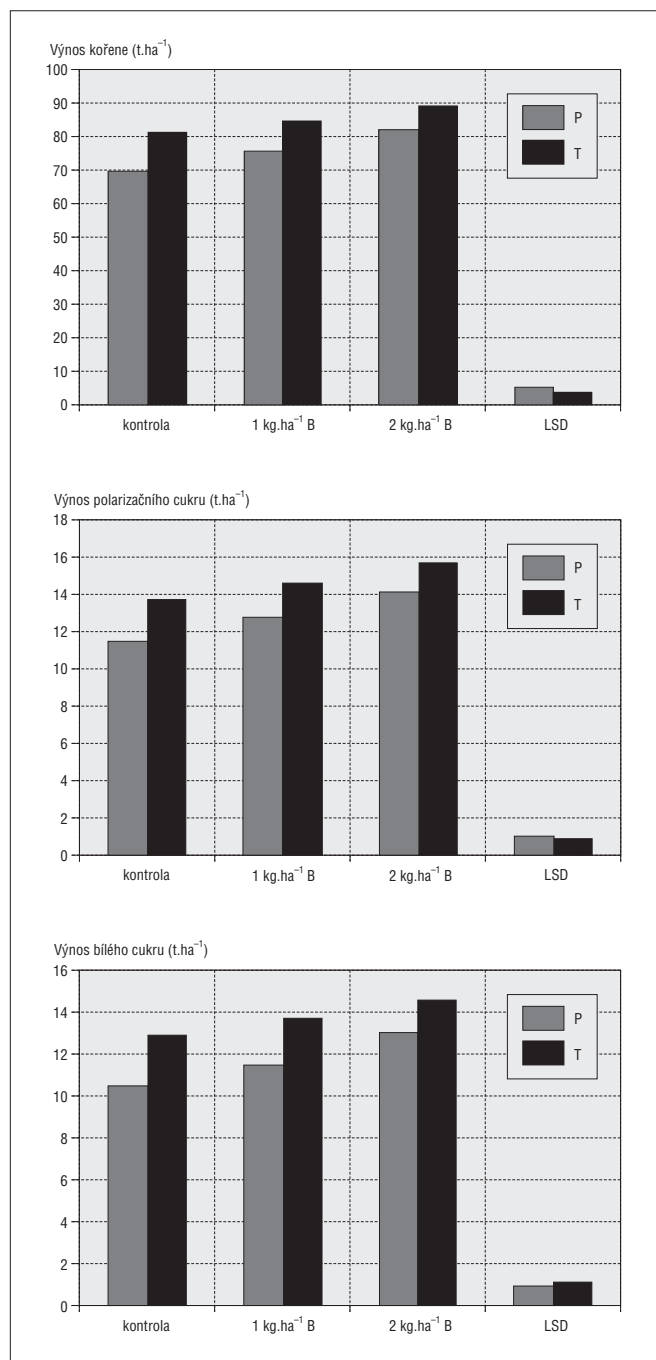
Výsledky a diskuze

Půdní podmínky pokusných lokalit významně ovlivňují výnos cukrovky. Na Vratislavské černozi byl výnos bulev vyšší o 10 t.ha<sup>-1</sup>. Kladný vliv na výnos bulev mělo také listové hnojivo s borem. Výsledky výzkumu potvrdily významný vliv hnojení borem na výnos cukrové řepy, který potvrzují i další výzkumníci (3, 4, 13, 8). V našem experimentu byl výnos bulev v podmínkách kambizemě s nízkým obsahem boru při dávce 1 kg.ha<sup>-1</sup> boru vyšší o 8,3 % a při dávce 2 kg.ha<sup>-1</sup> boru byl vyšší

Tab. 1. Půdní podmínky na pokusných lokalitách

Lokalia	pH	P	K	Mg	B	Cu	Mn	Zn
		(g.kg <sup>-1</sup> )			(mg.kg <sup>-1</sup> )			
T – Turów	6,6–7,2	17–23	86–112	36–44	3,0–3,2	3,6–4,1	117–144	5,0–7,0
P – Pawłowice	5,9–6,3	14,8–18,9	15,2–20,2	7,5–9,7	0,7–0,9	3,3–3,6	118–126	6,5–7,0

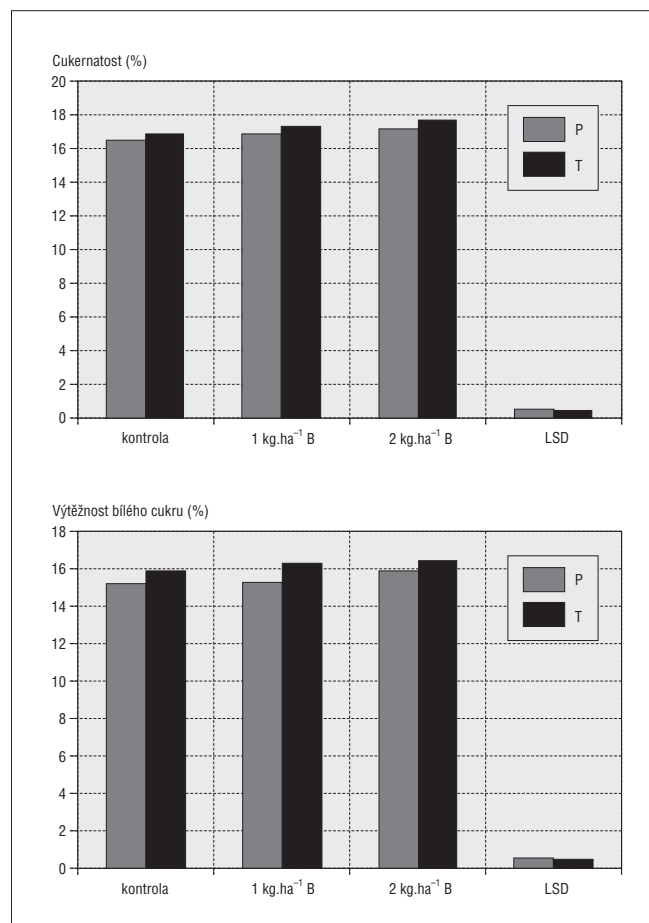
Obr. 2. Vliv hnojení borem na list na výnos kořene a cukru



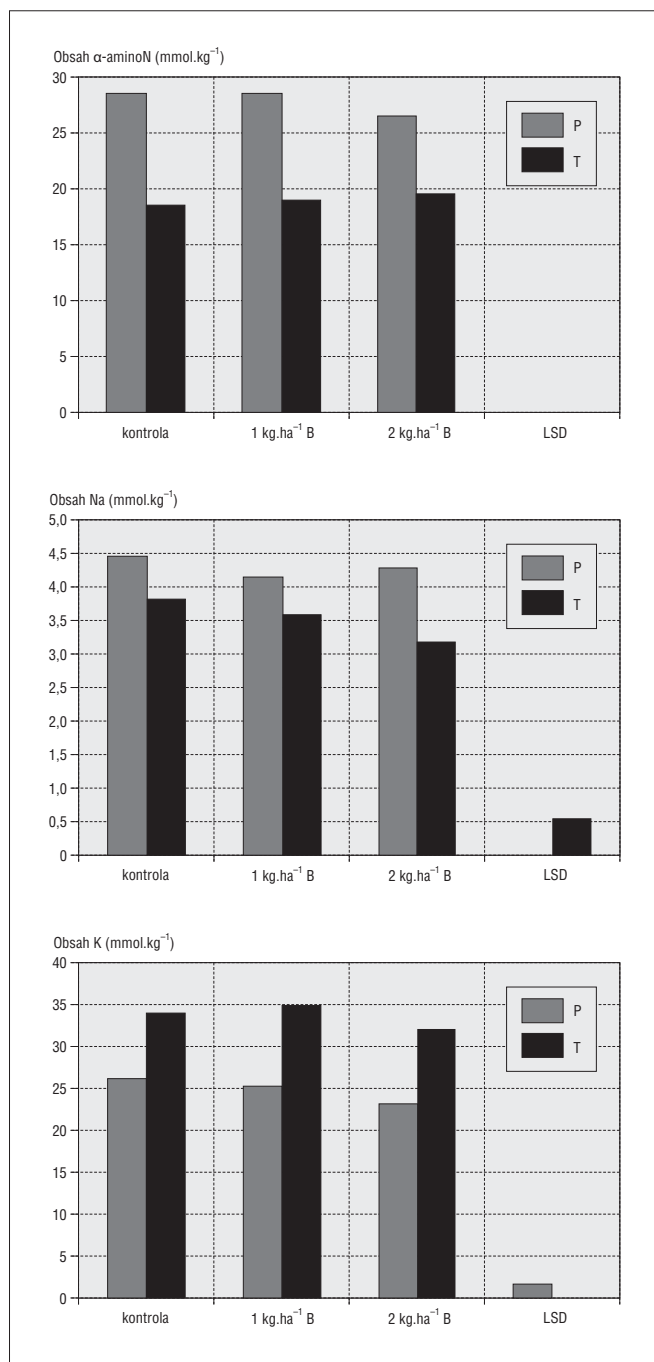
o 17,9 %. Oproti tomu na černozi s průměrným obsahem boru nemělo hnojení borem v dávce 1 kg.ha<sup>-1</sup> na výnos vliv a dávka boru 2 kg.ha<sup>-1</sup> zvýšila výnos o 9,5 %. Výsledky tedy ukazují, že při méně příznivých podmínkách na půdě s nižším obsahem boru a dalších prvků získáme relativně vyšší nárůst výnosu při použití listových hnojiv s obsahem boru než na půdě s průměrným obsahem boru a vysokou zásobou dalších živin. Prospěšný vliv hnojení borem na výnos cukrové řepy byl zjištěn mnoha výzkumníky, ale jeho efektivita záleží na půdních podmínkách v dané lokalitě.

Hnojení borem na list také ovlivnilo některé kvalitativní ukazatele sklizených bulev, zejména výtěžnost bílého cukru. Hnojení tímto prvkem v nižší dávce na černozi a kambizemi neovlivnilo změny v cukernatosti, ale relativně zvýšilo výtěžnost cukru ve srovnání s nehnojenou variantou o 7,3 %, resp. o 11,3 %. Bor v dávce 2 kg.ha<sup>-1</sup> výrazně zvýšil cukernatost na obou lokalitách, a to o 0,8 % a 0,7 % (to znamená nárůst o 10 %).

Obr. 3. Vliv hnojení borem na list na cukernatost a výtěžnost



Obr. 4. Vliv hnojení borem na list na technologickou jakost řepy



Při této dávce boru se výtěžnost v podmínkách černozemě zvýšila o 2,6 t.ha<sup>-1</sup> a v podmínkách kambizemě o 2 t.ha<sup>-1</sup>. Zvýšení cukernatosti a výtěžnosti způsobené listovým hnojivem s obsahem boru bylo zaznamenáno také ARMINEM ET AL. (3). Kladný vliv boru na cukernatost byl potvrzen ARMINEM ET AL. (3), GRZEBISZEM ET AL. (13) a KRISTKOVOU ET AL. (8). Naopak ARTYSZAK (4) žádné zvýšení cukernatosti nepozoroval. Jeho výsledky ukázaly snížení cukernatosti, výnosu bílého cukru a výtěžnosti po použití hnojiva s borem. Záporný vliv boru byl zjištěn i WRÓBELEM (14). Uvedené rozdílné výsledky s největší pravděpodobností souvisí s rozdílným obsahem boru v půdě.

V našich pokusech bor působil také na další ukazatele technologické jakosti bulev. Nebyl zjištěn významný rozdíl v obsahu  $\alpha$ -aminodusíku. Také výsledky ARTYSZAKA (4) neprokázaly

vliv boru na obsah  $\alpha$ -aminodusíku. Bor změnil obsah kationtů sodíku a draslíku. Snížení obsahu sodíku při hnojení borem bylo zaznamenáno JAVAHERIPOUREM ET AL. (7) a TARIQEM ET AL. (10) Autoři dalších výzkumů (4, 8) neprokázali žádný vztah mezi obsahem draslíku a hnojením borem.

### Závěr

Listové hnojení borem má pozitivní vliv na výnos cukrové řepy. Vyšší zvýšení výnosu bulev i bílého cukru bývá na půdách s nižším obsahem boru. Bor ovlivňuje i technologickou jakost bulev. Dávka 2 kg.ha<sup>-1</sup> B ovlivňuje cukernatost a výtěžnost cukru nezávisle na půdních podmínkách a obsahu boru v půdě.

### Souhrn

Vliv listové aplikace boru byl v letech 2012–2014 sledován v polních pokusech ve dvou lokalitách pěstování cukrové řepy. Hlavní hodnocené parametry vlivu ošetření porostu listovým hnojivem s obsahem boru byly výnos bulev, výtěžnost cukru a vybrané vlastnosti technologické jakosti bulev, jako je cukernatost, obsah  $\alpha$ -aminodusíku, kationtů draslíku a sodíku. Půdní podmínky významně ovlivnily výnos cukrové řepy a vliv aplikovaného hnojiva. Výnos bulev vyšší o zhruba 10 t.ha<sup>-1</sup> byl dosažen v černozemi. Kladný vliv na výnos bulev mělo také hnojení borem. Relativně vyšší zvýšení výnosu při hnojení borem bylo získáno během pěstování na půdě s nižším obsahem tohoto prvku. Listová aplikace boru ovlivnila technologickou jakost bulev. Dávka 2 kg.ha<sup>-1</sup> B zvýšila cukernatost a výtěžnost cukru nezávisle na půdních podmínkách a obsahu boru v půdě.

**Klíčová slova:** cukrová řepa, výnos bulev, cukernatost, bor, cukr,  $\alpha$ -amino dusík, kationty draslíku a sodíku.

### Literatura

- ITAKURA, T.; SASAI, R.; ITOH, H.: Precipitation recovery of boron from wastewater by hydrothermal mineralization, *Water Research*, 39, 2005, s. 2543–2548.
- CAKMAK, I.; KURZ, H.; MARSCHNER, H.: Short-term effects of boron, germanium and high light intensity on membrane permeability in boron deficient leaves of sunflower. *Physiol. Plant*, 95, 1995, s. 11–18.
- ARMIN, M.; ASGHARIPOUR, M.: Effect of time and concentration of boron foliar application on yield and quality of sugar beet. *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.*, 12, 2012 (4), s. 444–448.
- 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 (3), s. 7–18.
- CZAJA-PROKOP, U.: Boron in physiological processes of plants. *Botanical News*, 47, 2003 (3/4), s. 25–37.
- HELLAL, F. A.; TALLAB, A. S.; SAFAA, A. M.: Influence of nitrogen and boron nutrition on nutrient balance and sugar beet field grown in calcareous soil. *Ocean J. Appl. Sci.*, 2, 2009 (1), s. 1–10.
- JAVAHERIPOUR, M. A.; RASHIDI, N.; BAGHZADE, A.: Manure, potassium and boron impacts on quantitative and qualitative yield of sugar beet in Bardsi. *Sugar Beet*, 21, 2005 (1), s. 23–56.
- KRISTEK, A.; STOJIC, B.; KRISTEK, S.: Effect of the foliar boron fertilization on sugar beet root yield and quality. *Poljoprivreda*, 12, 2006 (1), s. 22–26.
- OUDA, SOHIER, M. M.: Effect of chemical and bio-fertilizer of nitrogen and boron on yield and quality of sugar beet. *Zagazig J. Agricult. Res.*, 34, 2007 (1), s. 1–11.

10. TARIQ, M.; KHATTAK J. K.; SARWAR, G.: Effect of boron on the yield and quality of sugar beet in Peshawar valley. *Kohat University of Science & Technology, Khyber*, 6, 1993, s. 97–106.
11. KABATA-PENDIAS, A.; PENDIAS, H.: *Biochemia pierwiastków śladowych*. PWN, 1999.
12. YERMIYAHU, U.; KEREN, R.; CHEN, Y.: Effect of composted organic matter on boron uptake by plants. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 65, 2001, s. 1436–1441.
13. GRZEBISZ, W. ET AL.: An evaluation of macronutrient nutritional status of sugar beets in critical stages of growth in response to foliar application of multi-micronutrient fertilizers. *J. Elementol.*, 15, 2010 (3), s. 493–507.
14. WRÓBEL, S.: The effect of micronutrients fertilization on Fielding and chemical composition. *Biul. IHAR*, 202, 1997, s. 193–196.

### **Prośba-Białczyk U., Sacała E., Wilkosz M.: Influence of Boron Foliar Fertilization on Yield and Technological Quality of Sugar Beet Roots**

Influence of foliar fertilization with boron was analyzed in experiments conducted in two locations in conditions of the Silesian Lowland in years 2012–2014 on two types of soil with different boron content. The main parameter of boron impact were yield

level, sugar efficiency and selected features of technological quality of roots, such as content of sucrose, alpha amino acid nitrogen, cations of potassium and sodium. Soil conditions of the researches significantly modified the level of beet yield. Higher yield by about 10 t ha was produced by plants cultivated on Wrocław's black soils. Positive effect on this features had also foliar fertilization with boron. Higher increase in yield under this fertilization was obtained during cultivation on soil with low content of this element. Foliar application of boron modified technological quality of roots. Dose of 2 kg ha<sup>-1</sup> affected, irrespectively of soil conditions and content of this element, increase in content and efficiency of sucrose.

**Key words:** sugar beet, boron, sugar, alpha amino acid nitrogen, potassium and sodium cations.

---

### **Kontaktní adresa – Contact address:**

prof. dr hab. Urszula Prośba-Białczyk, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Wydział Przyrodniczo-Technologiczny, Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin, pl. Grunwaldzki 24A, 50-363 Wrocław, Polska, e-mail: urszula.prosba@up.wroc.pl