

Vplyv predsejbovej magnetickej stimulácie semien a hnojenia na úrodu a kvalitu buliev cukrovej repy

INFLUENCE OF PRE-SOWING MAGNETIC STIMULATION OF SEEDS AND FERTILIZATION ON YIELD AND QUALITY OF SUGAR BEET ROOTS

Miłosz Zardzewiały¹, Józef Gorzelany², Grzegorz Zaguła¹

¹Uniwersytet Rzeszowski, Wydział Biologiczno-Rolniczy, Katedra Bioenergetyki i Analizy Żywności, Rzeszów, Polska

²Uniwersytet Rzeszowski, Wydział Biologiczno-Rolniczy, Katedra Inżynierii Produkcji Rolno-Spożywczej, Rzeszów, Polska

V klimatických podmienkach Poľska je cukrová repa jedinou surovinou na výrobu cukru. Pestuje sa viac ako 150 rokov a za tú dobu prešla dlhú cestu vývoja z hľadiska technológií výroby, šľachtenia rastlín, čo viedlo k úplnému zdokonaleniu a zlepšeniu rastliny (1). Rastúca populácia spôsobuje neustále zvyšovanie produkcie potravín. Účelom uspokojenia potrieb ľudskej výživy v správnom množstve a kvalite je dôležité zvýšenie úrodnosti rastlín. Biologický pokrok sa meria najmä výškou a stabilitou úrody nových odrôd, odolnosťou rastlín voči chorobám a stresovými podmienkami životného prostredia (2). Všeobecné zvýšenie dopytu rastlinných surovín na výrobu potravín viedlo k hľadaniu metód, ktoré zvyšujú produkciu (3). Pozitívny vplyv na klíčenie a rast rastlín má najmä čistota a výber semien z hľadiska fyzikálnych vlastností, ich tepelné ošetrenie, ožiarenie svetlom s rôznou vlnovou dĺžkou a intenzitou a stimulácia variabilným magnetickým poľom (4). Dnes je známe, že použitie magnetických polí pri veľmi nízkych frekvenciách pozitívne ovplyvňuje vlastnosti rastlín, ako aj procesy, ktoré sa v nich vyskytujú (5). Fyzikálne metódy sa považujú pre životné prostredie za bezpečné, ako aj dôležité z hľadiska ekologického poľnohospodárstva (6). Použitie fyzikálne metódy môžu byť určite doplnkom použitých chemických metód, ale nemôžu ich nahradiť (5). Dodnes vykonané laboratórne testy a terénne výskumy

ukazujú pozitívny účinok stimulácie variabilným magnetickým poľom na klíčenie, rast a úrodu niektorých obilnín, strukovín, okopanín, zeleniny a kvetov (7, 8, 9). Okrem toho si osobitnú pozornosť zasluhuje hnojenie, ktoré je základnou agrotechnickou operáciou ovplyvňujúcou produktivitu rastlín, ako aj kvalitu plodín. Odhaduje sa, že v pôdnych a klimatických podmienkach Poľska je podiel hnojenia na produktivite rastlín asi 40–50 % (10).

Materiál a metódy

V roku 2015 v regióne Podkarpacie (Poľsko) bol v poľnohospodárskom podniku založený v poľných podmienkach viacfaktorový experiment, ktorého cieľom bolo zistiť vplyv predbežnej stimulácie semien magnetickým poľom a hnojenia na úrodu a kvalitu buliev cukrovej repy. V pokuse boli sledované dve typické odrody cukrovej repy (Primadonna, Tadeusz) v dvoch variantoch: magneticky stimulované semená a semená bez stimulácie. V experimente boli sledované takisto dva varianty hnojenia: minerálne hnojenie a variant bez hnojenia. Faktor hnojenia bol použitý spolu s faktorom stimulácie semien pred sejbou. Semená boli vystavené pôsobeniu magnetického poľa s indukciou 40 mT v indukčnej cievke s vnútorným priemerom



Tab. I. Vplyv magnetickej stimulácie a hnojenia na úrodu buliev cukrovej repy

Odroda	Variabilný faktor	Úroda buliev (t·ha ⁻¹)
Primadonna	K	54,2 ^{de}
	MS	58,5 ^{cde}
	MS+N	62,0 ^{bcd}
	N	69,0 ^{abc}
Tadeusz	K	49,3 ^e
	MS	55,0 ^{de}
	MS+N	60,4 ^{cd}
	N	73,0 ^a

Tab. III. Vplyv magnetickej stimulácie a hnojenia na obsah cukru a biologickú a technologickú úrodu bieleho cukru

Odroda	Variabilný faktor	Obsah cukru (%)	Úroda polar. cukru (t·ha ⁻¹)	Úroda biel. cukru (t·ha ⁻¹)
Primadonna	K	18,7 ^{dc}	10,1 ^{dc}	8,9 ^{cd}
	MS	19,9 ^{bcd}	11,6 ^{cde}	10,4 ^{bcd}
	MS+N	20,5 ^{bc}	12,7 ^{dbcd}	11,4 ^{abc}
	N	21,0 ^d	14,5 ^{dbc}	12,9 ^{db}
Tadeusz	K	17,9 ^c	8,9 ^c	7,7 ^d
	MS	19,0 ^{bcd}	10,5 ^{dc}	9,2 ^{cd}
	MS+N	19,8 ^{bcd}	12,0 ^{bcd}	10,6 ^{bcd}
	N	20,9 ^{db}	15,3 ^d	13,9 ^d

Tab. II. Vplyv magnetickej stimulácie a hnojenia na úrodu listov cukrovej repy

Odroda	Variabilný faktor	Úroda listov (t·ha ⁻¹)
Primadonna	K	37,4 ^{cd}
	MS	40,4 ^{cd}
	MS+N	42,2 ^{cd}
	N	52,3 ^a
Tadeusz	K	36,4 ^d
	MS	39,0 ^{cd}
	MS+N	43,3 ^{bcd}
	N	51,2 ^{ab}

Tab. IV. Vplyv magnetickej stimulácie a hnojenia na akumuláciu melasotvorných látok v bulvách cukrovej repy

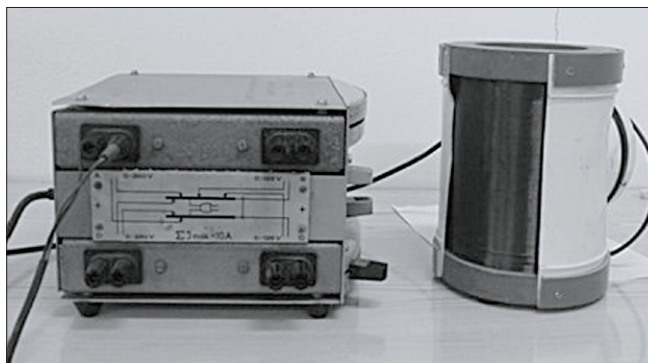
Odroda	Var. faktor	Na (mg·kg ⁻¹)	K (mg·kg ⁻¹)
Primadonna	K	410 ^{abc}	25 000,0 ^{cd}
	MS	390,2 ^c	24 300,0 ^{cd}
	MS+N	415 ^{ab}	26 800,0 ^{bcd}
	N	420 ^a	29 900,0 ^{ab}
Tadeusz	K	405 ^{abc}	24 800,0 ^d
	MS	395 ^{bc}	23 900,0 ^d
	MS+N	400 ^{abc}	25 100,0 ^{cd}
	N	410 ^{abc}	31 300,0 ^a

Variabilný faktor: K – kontrola; MS – magnetická stimulácia; MS+N – magnetická stimulácia a hnojenie, N – hnojenie. V súlade s výsledkami Tukeyho testu LSD indexy (a, b, c, d, e) pri hodnotách indikujú štatisticky preukazný rozdiel ($P < 0,05$).

11 cm a dĺžkou 15 cm. Pole bolo vytvorené jednofázovým zdrojom striedavého prúdu. Cievka mala 13 vrstiev, bola bez jadra, so 115 cievkami pre každú vrstvu navíjania (obr. 1.). Čas expozície bol nastavený na 60 s vzhľadom na teplotný koeficient odporu. V októbri 2014 pred založením experimentu bolo z povrchu poľa odobraných 30 vzoriek pôdy. Jednotlivé vzorky pôdy boli odobrané pomocou Egnerovej tyče z hĺbky 0–20 cm ornej vrstvy, diagonálne na poli, na ktorom bol experiment plánovaný. Po zmiešaní vzoriek pôdy bola takto získaná referenčná vzorka pôdy analyzovaná. Určili sa: hodnota pH pôdy, slanosť a obsah dusíka, fosforu, draslíka, vápnika, horčíka a chlóru. Na základe získaných výsledkov analyzovaných parametrov vzoriek pôdy boli vypracované odporúčania pre hnojivá v príprave pôdy vo viacfaktorovom experimente. Začiatkom novembra 2014 bolo podľa odporúčaní vykonané hnojenie určeným množstvom hnojív a jesenná orba. Na jar (na prelome marca a apríla) roku 2015 po splnení požiadaviek cukrovej repy na hnojenie a jarnú predsejbovú prípravu pôdy boli 15. apríla založené experimenty. Pestovanie cukrovej repy sa uskutočňovalo v súlade so zásadami agrotechniky a predplodinou bola ozimná pšenica. Počas celého vegetačného obdobia bol sledovaný rast a vývoj rastlín. Zber cukrovej repy a určenie úrody buliev a listov boli vykonané v štvrtej dekáde októbra. Z každého experimentálneho pozemku

boli pre laboratórne skúšky ručne rovnakým spôsobom odobrané vzorky buliev a listov na stanovenie chemického zloženia. Vykonali sa analytické merania: koncentrácie makroelementov pomocou ICP OES iCAP Dual 6500 a obsahu cukru kvapalinovým chromatografom Thermo Dionex Ultimate 3000. Výsledky získané z pokusov boli vyhodnotené Tukeyho testom, LSD testom s hladinou pravdepodobnosti 95 % ($P < 0,05$).

Obr. 1. Zariadenie pre stimuláciu veľkým striedavým magnetickým poľom





Výsledky

Úroda buliev (tab. I.) a úroda listov (tab. II.) závisia od použitých premenných faktorov. Pre kontrolu (bez magnetickej stimulácie semien) bola priemerná úroda buliev v rozmedzí od 51,8 t·ha⁻¹, pre semená stimulované v priemere 56,8 t·ha⁻¹. Pri variante s magneticou stimuláciou a optimálnym hnojením skúmaných odrôd cukrovej repy mala úroda buliev hodnoty 61,2–71,0 t·ha⁻¹. V rámci poľného pokusu optimálne hnojenie zvýšilo úrodu buliev pre odrodu Primadonna o 14,8 t·ha⁻¹ a pre odrodu Tadeusz o 23,7 t·ha⁻¹ v porovnaní s kontrolou. Kombinácia variabilných faktorov, t.j. magnetickej stimulácie a hnojenia, zvýšila priemerný výnos buliev pestovaných odrôd o 9,5 t·ha⁻¹. Stimulácia osiva pred sejbou zvýšila priemernú úrodu buliev pre každú zo sledovaných odrôd v porovnaní s kontrolou, v prípade odrody Primadonna o 4,3 t·ha⁻¹, a odrody Tadeusz o 5,7 t·ha⁻¹. Úroda listov bola v rozmedzí 36,4–52,3 t·ha⁻¹. Stimulácia osiva magnetickým poľom pred sejbou bez ohľadu na odrodu zvýšila úrodu listov priemerne o 3,3 t·ha⁻¹ v porovnaní s kontrolou. Magnetická stimulácia osiva sledovaných odrôd pred sejbou a optimálne hnojenie zvýšilo úrodu listov priemerne o 14,85 t·ha⁻¹. Stimulácia semien a hnojenie cukrovej repy mali štatisticky vysoko preukazný vplyv takisto na zvýšenú akumuláciu cukru v bulvách (tab. III.). Pri teste stimulácie osiva magnetickým poľom s indukciou 40 mT výťažnosť bieleho cukru v porovnaní s kontrolnou vzorkou výrazne vzrástla. V prípade odrody Primadonna bol tento nárast 1,2 %, u odrody Tadeusz 1,1 %. Použitie hnojenia významne zlepšilo biologickú výťažnosť bieleho cukru z buliev dvoch sledovaných odrôd priemerne o 5,12 t·ha⁻¹ v porovnaní s kontrolou. Zo získaných výsledkov (tab. IV.) možno konštatovať, že použitie magnetickej stimulácie osiva spôsobilo pokles hodnoty dusíka a sodíka, zatiaľ čo hnojenie zvýšilo obsah skúmaných melasotvorných látok. V procese extrakcie cukru z buliev majú najmä tieto zložky najvyšší význam, preto sú v článku uvedené údaje pre každú zo sledovaných odrôd. Po aplikácii hnojenia a hnojenia v kombinácii s magneticou stimuláciou osiva sa zvýšilo množstvo dusíka v bulvách. Použitie magnetickej stimulácie obmedzilo akumuláciu dusíka v priemere pre testované odrody o 3,6 %. Hnojenie spôsobilo výrazné zvýšenie podielu dusíka v bulvách cukrovej repy každej odrody,

v porovnaní s kontrolou je však jeho prebytok sprevádzaný najčastejšie zvýšením obsahu melasotvorných látok (11). Podobné štatisticky preukazné rozdiely možno potvrdiť v množstve sodíka. Po magnetickej stimulácii sme v bulvách zistili znížený obsah sodíka v priemere o 3,7 %. Naopak aplikácia hnojív viedla k zvýšeniu množstva sodíka v bulvách sledovaných odrôd.

Záver

Vo viacfaktorovom experimente v poľných podmienkach regiónu Podkarpacie (Poľsko) bol v roku 2015 zistený štatisticky vysoko preukazný vplyv predsejbovej magnetickej stimulácie semien a hnojenia na úrodu buliev, listov a cukrnatosť testovaných odrôd repy. Priemerná úroda buliev bola pre kontrolu (bez magnetickej stimulácie semien) v rozmedzí od 51,8 t·ha⁻¹, pre semená stimulované v priemere 56,8 t·ha⁻¹. Pre variant

magnetická stimulácia a optimálne hnojenie skúmaných odrôd cukrovej repy mala úroda buliev hodnoty od 61,2 t·ha⁻¹ do 71,0 t·ha⁻¹. Stimulácia semien a hnojenie cukrovej repy malo takisto vplyv na zvýšenú akumuláciu cukru v bulvách. Pri teste len so stimuláciou osiva magnetickým poľom s indukciou 40 mT sa výťažnosť bieleho cukru v porovnaní s kontrolnou vzorkou zvýšila pre testované odrody priemerne o 1,15 %. Použitie magnetickej stimulácie obmedzilo akumuláciu dusíka a sodíka v bulvách testovaných odrôd cukrovej repy v priemere o 3,6 % a 3,7 %.

Súhrn

V experimente v roku 2015 s cukrovou repou v poľných podmienkach bolo použité magnetické pole ako fyzikálny faktor na zlepšenie klíčenia, rastu a vývoja rastlín. Vo viacfaktorovom experimente bol sledovaný vplyv odrody (Primadonna, Tadeusz), stimulácie magnetickým poľom s indukciou 40 mT, kontroly (bez stimulácie) a dvoch variantov hnojenia, optimálne (zostavené na základe obsahu živín v pôde) a kontroly (bez hnojenia) na výsledky vybraných parametrov rastlín. Počas vegetačného obdobia boli vykonávané merania a sledovaný rast a vývoj rastlín. Bola stanovená úroda buliev a listov, obsah zvolených melasotvorných látok, výťažnosť a úroda bieleho cukru z cukrovej repy. Pri hodnotení sledovaných premenných faktorov v rámci poľného pokusu bol štatisticky vysoko preukazný vplyv predsejbovej magnetickej stimulácie semien a správneho hnojenia na rast a vývoj rastlín a takisto na cukrnatosť skúmaných odrôd cukrovej repy. Pri hodnotení vzoriek sme najpriaznivejšie hodnoty dosiahli pri variante s predsejbovou stimuláciou osiva magnetickým poľom s indukciou 40 mT a optimálnym hnojením zostaveným na základe obsahu živín v pôde.

Kľúčové slová: cukrová repa, magnetická stimulácia, hnojenie, úroda buliev a listov.

Literatúra

1. RAJEWSKI, J.; ZIMNY, L.; KUC, P.: Wpływ różnych wariantów uprawy konserwującej na wartość technologiczną korzeni buraka cukrowego. *Problemy Inżynierii Rolniczej*, 2008 (1), s. 109–116.

2. ŚWIECICKI, W. K. ET AL.: Nowoczesne technologie w produkcji roślinnej– przyjazne dla człowieka i środowiska. *Polish Journal of Agronomy*, 2011 (7), s. 102–112.
3. DOMÍNGUEZ-PACHECO, A., C. ET AL.: Semilla de maíz bajo la influencia de irradiación de campos electromagnéticos. *Rev. Fitotec. Mex.*, 33, 2010 (2), s. 23–28.
4. CIUPAK, A. ET AL.: Impact of laser light and magnetic field stimulation on the process of buckwheat seed germination. *Technical Sciences*, 2007 (10), s. 1–10.
5. BILALIS, D. ET AL.: Pulsed electromagnetic fields effect in oregano rooting and vegetative propagation: A potential new organic method. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil & Plant Science*, 62, 2012 (1), s. 94–99.
6. PODLEŚNY, J.; PIETRUSZEWSKI, S.: Rola stymulacji magnetycznej nasion w kształtowaniu odporności roślin bobiku na niedobór wody w podłożu glebowym, *Acta Agrophysica*, 9, 2007 (2), s. 449–458.
7. BUJAK, K.; FRANT, M.: Wpływ przedsiewnej stymulacji nasion zmiennym polem magnetycznym na plonowanie pszenicy jarej. *Acta Agrophysica*, 14, 2009 (1), s. 19–29.
8. CAMPS-RAGA, B.; GYAWALI, S.; ISLAM, N. E.: Germination rate studies of soybean under static and low-frequently magnetic field. *IEEE Transaction on Dielectrics and Electrical Insulation*, t. 16, 2009 (5), s. 1317–1321.
9. KORNAZYŃSKI, K.: Wpływ pola magnetycznego i elektrycznego na kiełkowanie nasion wybranych roślin kwiatowych. *Inżynieria rolnicza*, 2006 (5), s. 305–312.
10. WÓJCIK, S.: Plonowanie i jakość technologiczna korzeni buraka cukrowego w zależności od stymulacji nasion. *Inżynieria rolnicza*, 2006 (6), s. 383–388.
11. BARŁÓG, P.: Zasady nawożenia mineralnego buraków cukrowych. *Gazeta Cukrownicza*, 2003 (1), s. 19–24.

Zardzewiały M., Gorzelany J., Zaguła G.: Influence of Pre-sowing Magnetic Stimulation of Seeds and Fertilization on Yield and Quality of Sugar Beet Roots

In a field experiment with sugar beet in 2015, a magnetic field was used as a means of physical improvement of germination, growth and development of plants. The multifactorial experiment studied the influence of the variety (Primadonna Tadeusz), magnetic stimulation of 40 mT and control (without stimulation) and two variants of mineral fertilization (optimal based on the content of nutrients, and control without fertilization) on the results of selected plant parameters. During the growing season plant growth and development were monitored and measurements were made. The root and leaf yield, content of selected molasses compounds and sugar were determined. Observations carried out during the experiment showed a statistically significant effect of pre-sowing seeds stimulation with magnetic field and fertilization on the growth and development of plants and sugar content in the sugar beet roots. The most favorable values were obtained for the pre-sowing variant with magnetic field stimulation of 40 mT and optimal fertilization developed on the basis of nutrient content.

Kľúčové slová: sugar beet, magnetic stimulation, fertilization, root and leaf yield.

Kontaktná adresa – Contact address:

prof. dr hab. inż. Józef Gorzelany, Uniwersytet Rzeszowski, Wydział Biologiczno-Rolniczy, ul. Ćwiklińskiej 1, 35-601 Rzeszów, Polska, e-mail: gorzelan@ur.edu.pl