

¹JADWIGA SZYMCZAK-NOWAK, ²JÓZEF TYBURSKI

¹Zakład Technologii Produkcji Roślin Korzeniowych IHAR w Bydgoszczy

²Katedra Systemów Rolniczych, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

WPŁYW RÓŻNYCH FORM NAWOŻENIA NA KSZTAŁTOWANIE SIĘ JAKOŚCI TECHNOLOGICZNEJ BURAKA CUKROWEGO

Effect of different fertilizing schemes on the processing performance of sugar beet

ABSTRAKT: W latach 2001–2003 w Chrzastowie (woj. kujawsko-pomorskie), na glebie płowej właściwej kompleksu pszennego dobrego przeprowadzono serię eksperymentów polowych założonych metodą losowanych bloków (w 4 powtórzeniach) w celu określenia wpływu nawożenia obornikiem bydlęcym ($30 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) i NPK, słomą z pszenicy ozimej ($6 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1} + 40 \text{ kg N}$ w formie mocznika) i NPK oraz kompostem ($10 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) i NPK na tle nawożenia mineralnego NPK ($120,0, 39,3$ i $166,0 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) na jakość technologiczną buraka cukrowego. Do siewu użyto nasion buraka cukrowego odmiany Janina zaprawianych fungycydami. Wobec rosnącej liczby gospodarstw bezinwentarzowych zasadne jest pytanie, czym zastąpić obornik w nawożeniu buraka cukrowego oraz jak to wpłynie na jakość technologiczną korzeni.

Forma nawożenia nie miała istotnego wpływu na zawartość cukru w korzeniach buraka cukrowego. Forma nawożenia, lata badań oraz współdziałanie tych czynników miały istotny wpływ na zawartość $\text{N-}\alpha\text{-NH}_2$, jonów K i Na w korzeniach buraka cukrowego oraz na współczynnik alkaliczności. Nawożenie słomą + NPK wpłynęło na obniżenie zawartości $\text{N-}\alpha\text{-NH}_2$ oraz wzrost zawartości jonów K w korzeniach buraka cukrowego.

słowa kluczowe; key words:

burak cukrowy – *sugar beet*, obornik – *farmyard manure*, słoma – *straw*, kompost – *compost*, nawożenie mineralne – *mineral fertilization*, jakość technologiczna – *technological quality*

WSTĘP

Specjalizacja produkcji rolniczej prowadzi niekiedy do zachwiania właściwego stosunku ilości stosowanych nawozów mineralnych i organicznych (17). Nawozy organiczne i mineralne są ważnym źródłem składników pokarmowych dla roślin, wpływają zarówno na wielkość, jak i jakość plonu. W uprawie buraka cukrowego szczególnie dużą wagę przywiązuje się do jakości technologicznej korzeni, która w znacznej mierze zależy od ilości i jakości masy organicznej w glebie (3). W gospodarstwach rolni-

czych, w których brakuje obornika, niedobór substancji organicznej w glebie można uzupełnić nawozami zielonymi, słomą zbóż lub kompostem (5, 7, 9, 13, 16). Według Gutmańskiego (8) oraz Allisona i in. (2) nawożenie zarówno słomą, jak i obornikiem łącznie z nawozami mineralnymi wpływa korzystnie na zawartość cukru i melasotworów w korzeniach buraka.

Celem badań była ocena wpływu nawożenia obornikiem bydlęcym i NPK, słomą z pszenicy ozimej i NPK oraz kompostem i NPK na jakość technologiczną buraka cukrowego w porównaniu z samym nawożeniem mineralnym NPK.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w latach 2001–2003 w Chrzastowie (woj. kujawsko-pomorskie), na glebie płowej właściwej o składzie gliny średniej pylastej (o zawartości części spławialnych 24%), kl. IIIa, kompleksu pszennego dobrego. Przedplonem dla buraka była pszenica ozima. Porównywano nawożenie organiczne buraka cukrowego obornikiem bydlęcym ($30 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) i NPK, słomą z pszenicy ozimej ($6 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) i NPK oraz kompostem ($10 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) i NPK na tle wyłącznego nawożenia mineralnego NPK (120,0; 39,3 i $166,0 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ – kontrola). Doświadczenia zakładano metodą losowanych bloków, w 4 powtórzeniach. Wielkość poletek wynosiła $21,6 \text{ m}^2$. Obornik zastosowano jesienią pod orkę średnią. W świeżej masie obornika zawartość N wynosiła średnio 0,45%, P – 0,12%, K – 0,44%. Słomę z pszenicy ozimej (rozdrobioną) z dodatkiem $40 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ w formie mocznika przyorano po zbiorze tej rośliny. W słomie stwierdzono średnio 0,74% N, 0,13% P i 1,23% K. Kompost, wyprodukowany na bazie następujących surowców: obornik bydlęcy – 1000 kg, gleba średnia o zawartości 26% części spławialnych – 100 kg, skorupy jaj – 30 kg, mączka bazaltowa – 5 kg, liście kasztanowca – 10 kg, zastosowano przed siewem buraka i wymieszano płytko z wierzchnią warstwą gleby. W kompoście zawartość składników pokarmowych wynosiła średnio: N-NO_3 – $263 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$, P – $782 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$, K – $2173 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$, Mg – $578 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$, Ca – $1734 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$, Na – $260 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$, pH 7,8, a zasolenie $2,49 \text{ g}\cdot\text{dm}^{-3}$. Jesienią zastosowano $166,0 \text{ kg K}\cdot\text{ha}^{-1}$ w postaci 60% soli potasowej i $39,3 \text{ kg P}\cdot\text{ha}^{-1}$ w postaci 46% superfosfatu granulowanego potrójnego, zaś wiosną $120 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ w postaci 34% saletry amonowej, w dwóch dawkach: $2/3 \text{ N}$ przed siewem, a $1/3$ pogłównie w fazie 4–6 liści buraka cukrowego. Do siewu użyto nasion buraka cukrowego odmiany Janina (KHBC Kutno) zaprawionych w procesie otoczkowania Zaprawą Oxafun T 75 DS/WS i Tachigarenem 70 WP. Nasiona wysiewano punktowo: 2.05.2001, 26.04.2002 i 22.04.2003 r. Buraki zbierano ręcznie, w 2 dekadzie października. Wielkość poletka do zbioru wynosiła $13,5 \text{ m}^2$.

Ocenę jakości przetwórczej korzeni wykonano na 30 kolejno rosnących burakach z każdego powtórzenia według standardowej metodyki dla oznaczeń jakościowych na

automatycznej linii Venema w SHR Straszaków (2001 r.) i w SHR Łagiewniki (2002 i 2003 r.). Określono zawartość cukru, $N-\alpha-NH_2$, jonów K i Na. Wyniki opracowano statystycznie metodą analizy wariancji. Do oceny istotności różnic posłużono się testem t Studenta.

Warunki meteorologiczne w okresie wegetacji buraka cukrowego przedstawiono w tabeli 1. Średnia temperatura powietrza była najniższa w roku 2003 (13,8°C), a najwyższa w roku 2002 (14,4°C) i mieściła się w przedziale 12,3–16,4°C podanym przez W i ś n i e w s k i e g o (22) jako optymalny dla prawidłowego wzrostu i rozwoju buraka cukrowego. Warunki termiczne były więc korzystne dla uprawy buraka cukrowego. Suma opadów była najniższa w roku 2003 – 240,3 mm, najwyższa w roku 2001 – 539,4 mm. Wartości te znacznie odbiegały od optimum – 430 mm podawanego przez W i ś n i e w s k i e g o (23) za Hohendorfem dla buraka cukrowego uprawianego na glebie średniozwięzłej.

Tabela 1

Warunki meteorologiczne w okresie wegetacji buraka cukrowego, Chrząstowo 2001–2003
Meteorological data in the growing period of sugar beet, Chrząstowo 2001–2003

Miesiąc Month	Średnia dobową temperatura (°C) Daily mean temperature (°C)			Suma opadów (mm) Total precipitation (mm)		
	2001	2002	2003	2001	2002	2003
IV	7,6	7,8	7,1	38,1	34,6	18,1
V	13,1	15,9	14,8	50,6	44,1	34,3
VI	14,5	16,7	17,7	102,2	35,0	42,3
VII	19,4	19,5	19,0	165,8	67,6	73,9
VIII	18,8	20,7	18,9	40,1	51,2	13,4
IX	12,3	13,4	13,9	122,0	31,5	14,8
X	11,5	6,8	4,9	20,6	108,0	43,5
Średnia temperatura Mean temperature	13,9	14,4	13,8	-	-	-
Suma opadów Total precipitation	-	-	-	539,4	372,0	240,3

WYNIKI

Forma zastosowanego nawożenia nie miała istotnego wpływu na zawartość cukru w korzeniach buraka cukrowego. Najwyższą zawartość cukru w korzeniach stwierdzono w obiekcie z nawożeniem NPK + kompost (18,99%), najniższą zaś w wariancie z NPK i słomą (18,74%). Lata badań miały istotny wpływ na zróżnicowanie zawartości cukru w korzeniach. Średnio, niezależnie od formy nawożenia, najniższą zawartość

Tabela 2

Zawartość cukru w korzeniach buraka cukrowego i współczynnik alkaliczności, Chrząstowo 2001–2003
 Sugar content in roots of sugar beet and coefficient of alkalinity, Chrząstowo 2001–2003

Obiekt Treatment	Zawartość cukru (%) Sugar content (%)				Współczynnik alkaliczności Coefficient of alkalinity			
	2001	2002	2003	średnia mean	2001	2002	2003	średnia mean
NPK – kontrola NPK – control	17,30	19,16	20,29	18,92	3,81	1,88	4,08	3,26
NPK + obornik NPK + FYM	16,89	19,81	20,11	18,94	3,67	2,43	4,05	3,38
NPK + słoma NPK + straw	16,65	19,35	20,23	18,74	4,20	2,94	4,18	3,77
NPK + kompost NPK + compost	16,90	19,23	20,83	18,99	4,30	1,53	4,29	3,37
Średnia; Mean	16,93	19,39	20,36	18,90	3,99	2,20	4,15	3,45
NIR; LSD ($\alpha = 0,05$) dla; for:								
obiektem; treatment	n.i.				0,22			
lat; years	0,31				0,19			
współdziałania; interaction	0,62				0,38			

n.i. – różnice nieistotne; non-significant differences

cukru w korzeniach (16,93%) stwierdzono w roku 2001, który charakteryzował się najwyższą sumą opadów w okresie wegetacji buraka cukrowego, natomiast najwyższą (20,36%) w roku 2003 o najniższej sumie opadów. Istotne różnice w zawartości cukru w korzeniach zanotowano także dla współdziałania pomiędzy formą nawożenia (obiektem) a latami badań (tab. 2). We wszystkich kombinacjach najwyższą zawartość cukru uzyskano w 2003 r. Forma nawożenia, lata badań oraz współdziałanie tych czynników miały istotny wpływ na zawartość $N\text{-}\alpha\text{-NH}_2$, jonów K i Na w korzeniach buraka oraz na współczynnik alkaliczności. W wariancie z nawożeniem NPK i kompostem stwierdzono najwyższą zawartość $N\text{-}\alpha\text{-NH}_2$ w korzeniach buraka, najniższą natomiast na obiekcie z nawożeniem NPK i słomą. Zawartość jonów potasu (K) w korzeniach buraka cukrowego była najwyższa w obiekcie NPK + słoma, najniższa zaś w obiekcie kontrolnym (NPK). W przypadku jonów sodu (Na) najmniejsze zawartości odnotowano w obiektach NPK + słoma oraz kontrolnym (NPK); (tab. 3). W roku 2001 stwierdzono najmniejszą zawartość $N\text{-}\alpha\text{-NH}_2$ oraz najwyższą zawartość jonów sodu (Na) w korzeniach buraka cukrowego. Zawartość jonów K w korzeniach była natomiast najwyższa w suchym roku 2003.

DYSKUSJA

W literaturze spotyka się rozbieżne opinie na temat wpływu formy nawożenia na jakość technologiczną korzeni buraka cukrowego. W przeprowadzonych badaniach forma nawożenia nie miała istotnego wpływu na zawartość cukru w korzeniach buraka cukrowego. Podobne wyniki w doświadczeniach z nawożeniem słomą i obornikiem uzyskali C e g l a r e k i in. (4) oraz S z y m c z a k - N o w a k i N o w a k o w s k i (18). W badaniach wielu autorów (12, 19, 20) nawożenie słomą oddziaływało korzystnie na zawartość cukru w korzeniach buraka cukrowego. Niższą zawartość cukru w korzeniach buraka po nawożeniu słomą, w porównaniu z nawożeniem obornikiem, uzyskali natomiast G u t m a ń s k i i in. (10). Z kolei W e s o ł o w s k i i J ę d r u s z c z a k (21) najwyższą zawartość cukru w korzeniach buraka stwierdzili w obiektach z nawozami mineralnymi, natomiast A d a m i a k i A d a m i a k (1), M u c h o v a i in. (14) oraz P a c u t a i in. (15) w obiektach z nawozami organicznymi. O korzystnym wpływie obornika na zawartość cukru w korzeniach buraka donoszą również C e g l a r e k i in. (5) oraz K o p c z y ń s k i (11).

Na jakość technologiczną korzeni buraka cukrowego duży wpływ miały warunki pogodowe w okresie wegetacji tej rośliny, a szczególnie suma opadów w latach prowadzenia badań. W 2001 roku obfitującym w opady (VII – 165,8 mm, IX – 122,0 mm) stwierdzono najmniejszą zawartość cukru oraz $N\text{-}\alpha\text{-NH}_2$ w korzeniach buraka i największą zawartość jonów sodu. Suchy sierpień 2001 roku i wrześniowe opady deszczu wpłynęły na rozbudowę aparatu liściowego kosztem gromadzenia cukru w korzeniach. Z kolei w bardzo suchym roku 2003 zawartość cukru oraz jonów potasu w korzeniach buraka cukrowego były największe.

W przeprowadzonych badaniach forma nawożenia miała istotny wpływ na zawartość $N\text{-}\alpha\text{-NH}_2$ oraz jonów potasu (K) i sodu (Na) w korzeniach buraka cukrowego. W obiekcie z nawożeniem NPK i słomą zawartość $N\text{-}\alpha\text{-NH}_2$ i jonów sodu była najniższa, natomiast jonów potasu najwyższa. Podobną zależność w odniesieniu do zawartości $N\text{-}\alpha\text{-NH}_2$, a odwrotną w odniesieniu do jonów sodu w korzeniach stwierdzili K o s t k a - G o ś c i n i a k i in. (12). Natomiast w badaniach S z y m c z a k - N o w a k i N o w a k o w s k i e g o (18) nawożenie organiczne słomą i obornikiem łącznie z nawożeniem mineralnym nie różnicowało istotnie zawartości $N\text{-}\alpha\text{-NH}_2$, a także jonów potasu i sodu w korzeniach buraka cukrowego.

WNIOSKI

1. Forma nawożenia nie miała istotnego wpływu na zawartość cukru w korzeniach buraka cukrowego.
2. Lata badań, forma nawożenia oraz współdziałanie formy nawożenia i lat badań wywarły istotny wpływ na kształtowanie się badanych parametrów jakościowych korzeni buraka cukrowego.

3. Wpływ porównywanych wariantów nawożenia na zawartość składników melasotwórczych był zróżnicowany; najmniej N- α -NH₂ stwierdzono w obiekcie słoma + NPK, K w obiekcie kontrolnym (NPK), a Na w wariancie słoma + NPK oraz przy wyłącznym nawożeniu mineralnym (NPK).

LITERATURA

1. A d a m i a k J., A d a m i a k E.: Wpływ różnych form nawożenia na wysokość i jakość plonu buraka cukrowego. Zesz. Nauk. AR Szczecin, Rolnictwo, 62, 1996, **172**: 3-8.
2. A l l i s o n M. F., J a g g a r d K. W., L a s t P. J.: Effects of straw incorporation on the yield, nitrogen fertilizer and insecticide requirements of sugarbeet (*Beta vulgaris*). J. Agric. Sci., Cambridge, 1992, **118**: 199-206.
3. B r u n o t t e J., J o s c h k o M., R o g a s i k H.: Mulchsaat standortangepasst – fester Baustein heutiger Zuckerrübenproduktion. Zuckerrübe, 1998, **4**: 199-202.
4. C e g l a r e k F., B u r a c z y ń s k a D., P ł a z a A.: Reakcja buraka cukrowego na nawożenie obornikiem, słomą i międzyplonem wsiewek. Fragm. Agron., 1997, XIV, **4(56)**: 18-26.
5. C e g l a r e k F., B u r a c z y ń s k a D., P ł a z a A.: Ocena wartości nawozowej roślin międzyplonowych stosowanych jako zielony nawóz pod buraki cukrowe. Zesz. Nauk. AR Szczecin, 172, Rolnictwo, 1996, **6**: 49-56.
6. C h a t e r M., G a s s e r J. K. R.: Effects of green manuring, FYM and straw on the organic matter of soil and green manuring on available nitrogen. J. Soil Sci., 1970, **21**: 127-137.
7. D o r a n J. W.: Einfluss verschiedener Bewirtschaftungs- und Bearbeitungssysteme auf die organische Bodensubstanz und die Bodenfruchtbarkeit. W: Bodennutzung und Bodenfruchtbarkeit, 1993, **4**: 155-167.
8. G u t m a ń s k i I.: Nawożenie organiczne. Słoma. W: Produkcja buraka cukrowego. Praca zbiorowa (red. I. Gutmański), PWRiL Poznań, 1991, 232-235.
9. G u t m a ń s k i I.: Produkcyjne skutki zmniejszenia nakładów na agrotechnikę buraka cukrowego. W: Produkcyjne skutki zmniejszenia nakładów na agrotechnikę roślin uprawnych: Mat. Konf. PAN, ATR Olsztyn, 25-26.03.1992, 29-70.
10. G u t m a ń s k i I., S z y m c z a k - N o w a k J., K o s t k a - G o ś c i n i a k D., N o w a k o w - s k i M., B a n a s z a k H.: Wpływ obornika i międzyplonów ścierniskowych na plonowanie buraka cukrowego przy zróżnicowanej koncentracji jego uprawy w płodozmianie. Roczn. AR Poznań, CCCVII, Rolnictwo, 1998, **52**: 263-271.
11. K o p c z y ń s k i J.: Kierunki zmian niektórych cech jakości korzeni buraka cukrowego pod wpływem współdziałania nawożenia organicznego i azotowego. Zesz. Nauk. AR Szczecin, 172, Rolnictwo, 1996, **6**: 249-257.
12. K o s t k a - G o ś c i n i a k D., S z y m c z a k - N o w a k J., N o w a k o w s k i M., S i t a r s k i A., W ą s a c z E., B a n a s z a k H.: Wpływ nawożenia słomą i obornikiem na jakość przetwórczą wybranych odmian buraka cukrowego. Folia Univ. Agric. Stetin., 211, Agricultura, 2000, **84**: 175-178.
13. M a z u r T., S ą d e j W., M a z u r Z.: Nawożenie organiczne w gospodarstwach bezinwentarowych. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 2003, **494**: 287-293.
14. M u c h o v a Z., F r a n c a k o v a H., S l a m k a P.: Effect of soil cultivation and fertilization on sugar beet root quality. Rostlinna Vyroba, 1998, **44(4)**: 167-172.
15. P a c u t a V., K a r a b i n o v a M., C e r n y J.: Quantity and quality of sugar beet yield in relationship to selected growing factors. Rostlinna Vyroba, 1999, **45(2)**: 61-67.
16. P o p ł a w s k i Z.: Słoma – jako nawóz organiczny. IUNG Puławy, 1996, 1-16.
17. S t ę p i e ń W., M e r c i k S., S o s u l s k i T.: Plony, zawartość węgla organicznego oraz formy azotu w glebie i bilans tego składnika w 3 systemach nawożenia w doświadczeniach wieloletnich. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 2002, **484**: 601-607.

18. S z y m c z a k - N o w a k J., N o w a k o w s k i M.: Reakcja buraka cukrowego na nawożenie obornikiem i słomą. Część III. Jakość technologiczna buraka cukrowego. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 2003, **494**: 473-477.
19. S z y m c z a k - N o w a k J., N o w a k o w s k i M., K o s t k a - G o ś c i n i a k D., R e d o L., B a n a s z a k H.: Wpływ nawożenia słomą na zdrowotność i plonowanie wybranych odmian buraka cukrowego. Progr. Plant Protect., 1997, **37(2)**: 260-262.
20. W e s o ł o w s k i M., B ę t k o w s k i M.: Sposób użyźniania stanowiska a plonowanie buraka cukrowego. Biul. IHAR, **202**: 145-148.
21. W e s o ł o w s k i M., J ę d r u s z c z a k M.: Yield of sugar beet using alternatives for farmyard manure. Book of abstracts, 4th ESA Congress, 1996, **II**: 612-613.
22. W i ś n i e w s k i K.: Wybrane zagadnienia produkcji buraków cukrowych. Wyd. IHAR Bydgoszcz, 1987.
23. W i ś n i e w s k i W.: Wymagania klimatyczne. Woda. W: Produkcja buraka cukrowego. Praca zbiorowa pod red. I. Gutmańskiego, PWRiL Poznań, 1991, 79-83.

EFFECT OF DIFFERENT FERTILIZATION SCHEMES ON THE PROCESSING PERFORMANCE OF SUGAR BEET

Summary

In the years 2001–2003, the influence of farmyard manure (30 t ha⁻¹) + NPK, winter wheat straw (6 t ha⁻¹ + 40 kg ha⁻¹ N in urea form) + NPK and compost (10 t ha⁻¹) + NPK on quality of sugar beet roots were tested as compared to mineral fertilization (120,0; 39,3 and 166,0 kg ha⁻¹ NPK). The study was run on a podsolic soil of the good wheat complex at Chrzastowo (district kujawsko-pomorski) Fungicide-treated seeds were used for sowing. The fertilization schemes had no significant influence on sugar content in roots. The fertilization schemes, study years and interaction of these factors had a significant influence on N- α -NH₂, and K and Na ions content in roots. The straw + NPK fertilization decreased N- α -NH₂ and increased K ions content in the roots.

Praca wpłynęła do Redakcji 12 VII 2004 r.