

WPŁYW ZRÓŻNICOWANEGO NAWOŻENIA ORGANICZNEGO ORAZ AZOTOWEGO NA CECHY MORFOLOGICZNE KORZENI BURAKA CUKROWEGO

LESŁAW ZIMNY, ROMAN WACŁAWOWICZ, DARIUSZ MALAK

Katedra Ogólnej Uprawy Roli i Roślin, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Synopsis. W doświadczeniu polowym badano wpływ zróżnicowanego nawożenia organicznego (obornik, wermikompost, międzyplon ścierniskowy + słoma) i mineralnego azotowego (0, 100, 140, 180 i 220 kg N·ha⁻¹) na cechy morfologiczne korzeni buraka cukrowego. Porównano również przydatność alternatywnych wobec obornika nawozów organicznych. Wszystkie formy nawozów organicznych sprzyjały zwiększeniu masy pojedynczego korzenia, jego długości i grubości oraz współczynnika spłaszczenia. Statystycznie udowodniony przyrost masy korzenia i jego grubości obserwowano po zastosowaniu 100 kg N·ha⁻¹, a długości korzenia 140 kg N·ha⁻¹. Intensyfikacja nawożenia azotowego na ogół przyczyniała się do zmniejszenia współczynnika spłaszczenia korzeni.

Słowa kluczowe – *key words*: burak cukrowy – *sugar beet*, nawożenie organiczne – *organic fertilization*, nawożenie azotowe – *nitrogen fertilization*, cechy morfologiczne – *morphological features*

WSTĘP

W uprawie buraka cukrowego jednym z głównych czynników warunkujących uzyskanie wiernych i wysokich plonów jest nawożenie. Tylko efektywne połączenie nawożenia organicznego oraz mineralnego, szczególnie azotowego daje szansę powodzenia uprawy [Adamiak i Adamiak 1996, Ostrowska 1992, Urbański 2001]. Zmniejszenie pogłowia zwierząt, a także nowoczesne metody ich chowu doprowadziły do niedoborów najbardziej popularnego z nawozów naturalnych, jakim jest obornik. Sytuacja taka wymusiła potrzebę poszukiwania alternatywnych źródeł nawożenia organicznego. Wyniki licznych badań wskazują, że nawozy pochodzenia zwierzęcego można zastąpić substancją organiczną, będącą produktem ubocznym w gospodarstwie, np. słomą czy też międzyplonami przeznaczonymi na przyoranie lub kompostami z różnego rodzaju odpadów [Adamiak i Adamiak 1996, Buraczyńska i Ceglarek 2003, Ceglarek i in. 1985, Gutmański i in. 1998, Ostrowska 1992, Sowiński i in. 1995]. Takie sposoby nawożenia organicznego znajdują szerokie zastosowanie, zwłaszcza w wielkoobszarowych gospodarstwach specjalizujących się w produkcji roślinnej. Większa dostępność tego rodzaju nawozów oraz niższe na ogół, w porównaniu z obornikiem, koszty, stanowią zachętę do ich szerszego stosowania.

Ważnym parametrem technologicznym buraka cukrowego, który ma duże znaczenie w początkowej fazie produkcji cukru, jest kształt i masa korzeni. Cecha ta wykazuje dużą zmienność w zależności od odmiany, warunków klimatycznych, ale także nawożenia [Gutmański 1991, Kutner i Jahns 1989, Ostrowska i in. 2002].

Celem badań było poznanie wpływu zróżnicowanego nawożenia organicznego i azotowego na cechy morfologiczne korzeni buraka cukrowego, a także porównanie przydatności alternatywnych wobec obornika nawozów organicznych.

MATERIAŁ I METODY

Podstawą badań było dwuczynnikowe doświadczenie polowe realizowane w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym Swojec należącym do Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu w latach 1996-1999. Pierwszym czynnikiem doświadczenia był rodzaj nawożenia organicznego zastosowanego bezpośrednio przed uprawą buraka cukrowego (obornik bydlęcy – $30 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, wermikompost wyprodukowany z obornika bydlęcego przy wykorzystaniu dżdżownicy kompostowej (*Eisenia fetida* (Sav.)) – $10 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, międzyplon ścierniskowy ($23,5\text{-}25,0 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) uprawiany po przyoranej słomie jęczmiennej ($5 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) z dodatkiem $50 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$. Drugim czynnikiem badawczym był zróżnicowany poziom nawożenia azotowego: 0, 100, 140, 180 i $220 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$. Dawki azotu 140 i $180 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ dzielono na dwie, a dawkę $220 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ na trzy części. Nawozy organiczne przyorywano orką przedzimową. Doświadczenie założono metodą pasów prostopadłych (*split-block*) w czterech powtórzeniach. Powierzchnia poletka do uprawy i nawożenia wynosiła 40 m^2 . Doświadczenie realizowano na czarnej ziemi właściwej wytworzonej z gliny lekkiej na glinie średniej podścielonej gliną lekką, należącej do kompleksu pszennego dobrego (klasy IIIa). Rozdrobnioną słomę jęczmienną przyorano podorywką i wysiano międzyplon ścierniskowy w postaci gorczycy białej mątwikobójczej odmiany Salvo w ilości $20 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. Nawożenie stosowano według zasobności gleby. Burak cukrowy odmiany Tamino wysiewano na gotowo w rozstawie $45 \times 18 \text{ cm}$ przy obsadzie 80-85 tys. szt. $\cdot\text{ha}^{-1}$.

Masę jednego korzenia ustalono na podstawie zebranych roślin z 2 rzędów każdego poletka (łącznie z 10 mb). Długość i grubość korzenia oznaczono na podstawie pomiaru 30 roślin dla obiektu. Wyliczono ponadto współczynnik spłaszczenia, na podstawie stosunku długości do grubości korzenia. Wyniki badań poddano analizie wariancji. Różnice graniczne określono przez zastosowanie testu Tuckeya przy poziomie ufności $\alpha = 0,05$. Wyniki badań dotyczące plonowania buraka cukrowego zamieszczono w pracy Zimnego i in. [2005].

WYNIKI BADAŃ I Dyskusja

Przeciętna masa korzenia buraka cukrowego była istotnie zróżnicowana zarówno pod wpływem zastosowanego nawożenia organicznego, jak również intensyfikacji nawożenia azotowego (tab. 1). Największe korzenie obserwowano w warunkach wprowadzenia do gleby słomy i międzyplonu ścierniskowego; ich masa była istotnie, średnio o 24,6% większa od określonej z poletek, na których nie przyorywano nawozów organicznych. Zastosowanie wermikompostu lub obornika także przyczyniło się do istotnego zwiększenia masy korzeni odpowiednio o 18,5 i 16,9% w porównaniu z uzyskaną z poletek kontrolnych. Podobne zależności stwierdzono również w przypadku plonu korzeni [Zimny i in. 2005]. Urbański [2001] w swoich badaniach stwierdził natomiast, że średnia masa pojedynczego korzenia uzyskanego z poletek nawożonych obornikiem jest nieco większa od uzyskanych po wprowadzeniu do gleby międzyplonu ze słomą lub zrezygnowania z nawożenia organicznego.

W badaniach własnych intensyfikacja nawożenia azotowego sprzyjała systematycznemu wzrostowi masy korzeni. Buraki nawożone dawką $100 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ charakteryzowały się istotnie większą masą 1 korzenia od uprawianych bez tego nawozu, średnio o 25,9%. Dalsze zwiększanie dawki nawozów azotowych powodowało istotny wzrost masy korzeni, jednak wyłącznie do $180 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$. Po zastosowaniu tej ilości azotu przeciętna masa korzenia była o 61,1% wyższa od uzyskanej w warunkach braku nawożenia N. Także w przypadku plonów korzeni buraka cukrowego stwierdzono, że intensyfikacja nawożenia azotowego przyczyniała się do systematycznego ich wzrostu [Zimny i in. 2005]. W badaniach Wyszyńskiego [2003] średnia masa korzenia była istotnie większa, jeśli stosowano $130 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ w porównaniu z dawką niższą – $80 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Również Nowak [1995] stwierdził, że wraz ze wzrostem dawki azotu do 150 kg N·ha⁻¹ wzrasta masa i długość korzenia, zaś jej przekroczenie wpływa niekorzystnie na te cechy.

Wszystkie zastosowane w badaniach formy nawozów organicznych wpłynęły na istotne zwiększenie długości korzenia (tab. 2). W stosunku do korzeni uzyskanych z poletek, na których nie stosowano nawożenia organicznego największe wydłużenie się części podziemnej buraka, średnio o 17,2%, obserwowano po wprowadzeniu do gleby wermikompostu. Niewiele mniejszy wpływ na długość korzenia miało przyoranie obornika lub międzyplonu ścierniskowego (14,5 i 12,4%). Kuc i Zimny [2005] w swoich badaniach nie stwierdzili wpływu obornika na badany parametr. W przeprowadzonym doświadczeniu nawożenie buraka dawką 140 kg N·ha⁻¹ sprzyjało istotnemu wydłużeniu się korzenia, o 11,5% w stosunku do stwierdzonego w warunkach zaniechania nawożenia azotem. Dalszy istotny przyrost długości korzenia obserwowano dopiero po zastosowaniu 220 kg N·ha⁻¹.

Tabela 1. Masa średniego korzenia buraka cukrowego w kg (średnio z lat 1997-1999)

Table 1. Average root weight in kg (mean for 1997-1999)

Nawożenie azotowe <i>Nitrogen fertilization</i> (kg N·ha ⁻¹)	Nawożenie organiczne – <i>Organic fertilization</i>				
	bez nawożenia <i>without</i> <i>fertilization</i>	obornik <i>manure</i>	wermi- kompost <i>vermi-</i> <i>compost</i>	słoma + międzyplon <i>straw +</i> <i>catch crop</i>	średnio <i>mean</i>
–	0,44	0,54	0,61	0,57	0,54
100	0,51	0,73	0,71	0,77	0,68
140	0,67	0,78	0,81	0,82	0,77
180	0,82	0,89	0,84	0,93	0,87
220	0,82	0,88	0,89	0,94	0,88
Średnio – <i>Mean</i>	0,65	0,76	0,77	0,81	

NIR_{0,05} dla nawożenia organicznego – 0,10; *LSD_{0,05} for organic fertilization – 0,10*

NIR_{0,05} dla nawożenia azotowego – 0,07; *LSD_{0,05} for nitrogen fertilization – 0,07*

NIR_{0,05} dla interakcji – różnica nieistotna; *LSD_{0,05} for interaction – not significant difference*

Tabela 2. Długość korzenia buraka cukrowego w cm (średnio z lat 1997-1999)

Table 2. Root lenght in cm (mean for 1997-1999)

Nawożenie azotowe <i>Nitrogen fertilization</i> (kg N·ha ⁻¹)	Nawożenie organiczne – <i>Organic fertilization</i>				
	bez nawożenia <i>without</i> <i>fertilization</i>	obornik <i>manure</i>	wermi- kompost <i>vermi-</i> <i>compost</i>	słoma + międzyplon <i>straw +</i> <i>catch crop</i>	średnio <i>mean</i>
–	13,2	15,4	15,8	14,7	14,8
100	13,4	16,6	15,8	15,9	15,4
140	15,4	17,1	17,4	16,3	16,5
180	14,9	16,7	16,7	17,0	16,3
220	15,8	17,0	19,3	17,4	17,4
Średnio – <i>Mean</i>	14,5	16,6	17,0	16,3	

NIR_{0,05} dla nawożenia organicznego – 1,3; *LSD_{0,05} for organic fertilization – 1,3*

NIR_{0,05} dla nawożenia azotowego – 0,8; *LSD_{0,05} for nitrogen fertilization – 0,8*

NIR_{0,05} dla interakcji – różnica nieistotna; *LSD_{0,05} for interaction – not significant difference*

Po wprowadzeniu do gleby któregośkolwiek z nawozów organicznych grubość korzenia buraka kształtowała się na takim samym poziomie – 9,4 cm (tab. 3). Korzenie te były istotnie grubsze (o 6,8%) w porównaniu z uzyskanymi z poletek kontrolnych. Wraz ze wzrostem nawożenia azotowego obserwowano systematyczny wzrost ich grubości. Odmienne rezultaty badań uzyskał Wójcik [1993, 1994], wskazując na zmniejszenie grubości korzeni pod wpływem wzrastających dawek azotu.

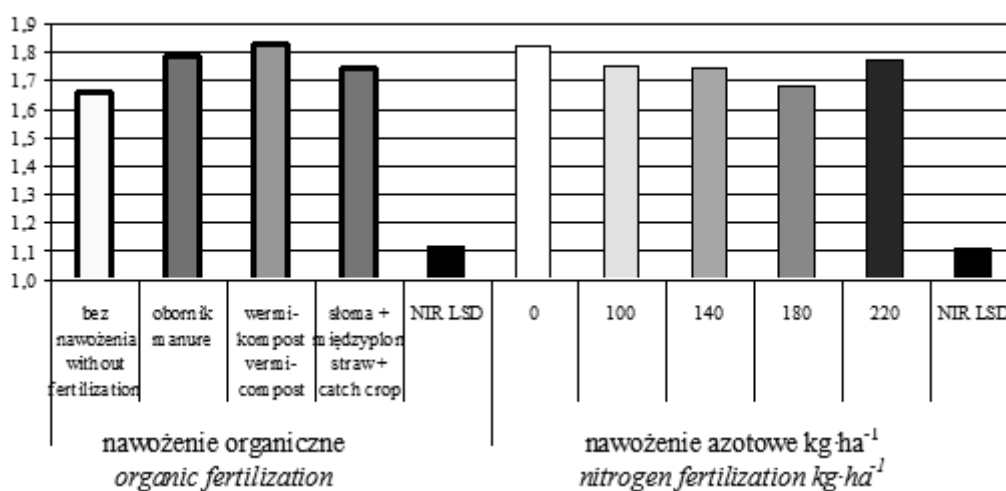
Tabela 3. Grubość korzenia buraka cukrowego w cm (średnio z lat 1997-1999)

Table 3. Root thickness in cm (mean for 1997-1999)

Nawożenie azotowe <i>Nitrogen fertilization</i> (kg N·ha ⁻¹)	Nawożenie organiczne – <i>Organic fertilization</i>				
	bez nawożenia <i>without</i> <i>fertilization</i>	obornik <i>manure</i>	wermi- kompost <i>vermi-compost</i>	słoma + międzyplon <i>straw +</i> <i>catch crop</i>	średnio <i>mean</i>
–	7,6	8,2	8,5	8,3	8,1
100	8,2	9,1	8,8	9,1	8,8
140	9,1	9,7	9,9	9,5	9,5
180	9,7	9,8	9,7	9,7	9,7
220	9,7	9,9	10,0	10,2	10,0
Średnio – <i>Mean</i>	8,8	9,4	9,4	9,4	

NIR_{0,05} dla nawożenia organicznego – 0,6; *LSD_{0,05} for organic fertilization – 0,6*

NIR_{0,05} dla nawożenia azotowego – 0,4; *LSD_{0,05} for nitrogen fertilization – 0,4*



NIR_{0,05} dla interakcji – różnica nieistotna; *LSD_{0,05} for interaction – not significant difference*

Rys. 1. Współczynnik spłaszczenia (stosunek długości do grubości korzenia) (średnio z lat 1997-1999)
Fig. 1. Flattening coefficient (length-to-thickness ratio) (mean for 1997-1999)

Wartości współczynnika spłaszczenia były istotnie zróżnicowane pod wpływem nawożenia organicznego i azotowego (rys. 1). Statystycznie udowodniony wzrost badanego współczynnika, w stosunku do obserwowanego na poletkach kontrolnych, obserwowano uprawiając buraki na wermikompoście lub oborniku (odpowiednio o 10,2 i 7,8%). Również międzyplon sprzyjał wzrostowi tego parametru, jednak nie potwierdzono tego statystycznie. Na redukcję współczynnika spłaszczenia wpływała natomiast intensyfikacja nawożenia azotem do dawki 180 kg N·ha⁻¹.

WNIOSKI

1. Wszystkie formy nawozów organicznych sprzyjały istotnemu zwiększeniu masy pojedynczego korzenia, jego długości i grubości. Największą masą charakteryzowały się korzenie buraka uprawianego na słomie z międzyplonem, z kolei najgrubsze korzenie uzyskano po wprowadzeniu do gleby wermikompostu.
2. Statystycznie udowodniony przyrost masy korzenia i jego grubości obserwowano po zastosowaniu 100 kg N·ha⁻¹, a długości korzenia 140 kg N·ha⁻¹.
3. Przyoranie obornika lub wermikompostu wpłynęło na istotne zwiększenie współczynnika spłaszczenia korzeni, z kolei intensyfikacja nawożenia azotowego na ogół przyczyniała się do zmniejszenia tego parametru.

PIŚMIENNICTWO

1. Adamiak, J., Adamiak, E. 1996. Wpływ różnych form nawożenia organicznego na wysokość i jakość plonu buraka cukrowego. Zesz. Nauk. AR Szczecin, Rolnictwo 172: 3–8.
2. Buraczyńska, D., Ceglarek, F. 2003. Wpływ nawożenia organicznego i mineralnego na jakość przetwórczą korzeni buraka cukrowego. Annales UMCS, Sec. E 58: 141–153.
3. Ceglarek, F., Gąsiorowski, A., Gąsiorowska, B. 1985. Wpływ zróżnicowanego nawożenia organicznego i mineralnego na wysokość i jakość plonów buraków cukrowych. Zesz. Nauk. WSRP Siedlce, Rolnictwo 5: 51–67.
4. Gutmański, I. 1991. Produkcja buraka cukrowego. PWRiL Poznań.
5. Gutmański, I., Szymczak-Nowak, J., Kostka-Gościński, D., Nowakowski, M., Banaszak, H. 1998. Wpływ obornika, słomy i międzyplonów ścierniskowych na plonowanie buraka cukrowego przy zróżnicowanej koncentracji jego uprawy w płodozmianie. Roczn. AR Poznań, Rolnictwo 52 (1): 263–271.
6. Kästner, B., Jahns, M. 1989. Die Form des Rübenkörpers und ihre Bedeutung für die Zuckerrübenenernte. Feldwirtschaft 30: 394–396.
7. Kuc, P., Zimny, L. 2005. Plonowanie i jakość technologiczna korzeni buraka cukrowego uprawianego w warunkach różnych systemów uprawy. Annales UMCS, Sec. E 60: 133–143.
8. Nowak, L. 1995. Reakcja buraków cukrowych uprawianych na glebie lekkiej na deszczowanie i zróżnicowanie nawożenia azotem. Cz. 1. Wysokość i struktura plonu. Zesz. Nauk. AR Wrocław 267: 67–76.
9. Ostrowska, D. 1992. Plonowanie buraka cukrowego na tle zróżnicowanego nawożenia organicznego i wzrastających dawek azotu mineralnego w płodozmianie trójpolowym. Mat. Konf. „Nawozy organiczne”. AR Szczecin 8-9 września 1992r. 1: 38–43.
10. Ostrowska, D., Kucińska, K., Artyszak, A. 2002. Wpływ wielkości masy korzenia buraka cukrowego na wartość technologiczną surowca. Biul. IHAR 222: 149–154.
11. Sowiński, J., Nowak, W., Gospodarczyk, F. 1995. Wartość nawozowa wybranych poplonów ścierniskowych na tle obornika dla buraka cukrowego. Zesz. Nauk. AR Wrocław, Rolnictwo 262: 9–20.

12. Urbański, B. 2001. Efektywność nawożenia ekologicznego w uprawie buraka cukrowego. Praca doktorska, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, Olsztyn.
13. Wójcik, S. 1994. Plonowanie i jakość technologiczna buraka cukrowego w zależności od dawki azotu i rodzaju nawozu. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 407: 71–75.
14. Wójcik, S. 1993. The influence of urea and keratin-bark-urea-granulate on the yield and technological quality of sugar beet. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 399: 273–277.
15. Wszyński, Z. 2003. Zmienność cech roślin buraka cukrowego w łanie oraz plonowanie i jakość korzeni pod wpływem czynników środowiskowo-agrotechnicznych. Rozpr. Nauk. i Monografie. Warszawa, SGGW: 136 ss.
16. Zimny, L., Malak, D., Waclawowicz, R. 2005. Reakcja buraka cukrowego na różne systemy nawożenia. *Fragm. Agron.* 1: 652–663.

L. ZIMNY, R. WACLAWOWICZ, D. MALAK

**THE EFFECT OF VARYING ORGANIC AND NITROGEN FERTILIZATION
ON MORPHOLOGICAL FEATURES OF SUGAR BEET ROOTS**

Summary

In field experiment conducted as split-block method the effect of varying organic fertilization (manure, vermicompost, stubble crop + straw) and nitrogen fertilization (0, 100, 140, 180 i 220 kg N·ha⁻¹) on morphological features of sugar beet roots was examined. Utility of organic fertilizers alternative to manure was also researched. Mass of single root was determined based on plant harvesting from 2 rows of each plot. Length and thickness of root was determined based on measurement of 30 plants for object. Data were analysed using the analysis of variance. Means were compared using Tuckey honestly significant difference test at P = 0,05. Every type of organic fertilization promoted increasing of mass of single root, its length, thickness and flattening coefficient. Significant increase of root mass and thickness was observed after applying of 100 kg N·ha⁻¹, and root length – 140 kg N·ha⁻¹. Intensification of nitrogen fertilization decreased flattening coefficient in general.

Prof. dr hab. Lesław Zimny

Katedra Ogólnej Uprawy Roli i Roślin
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

50-363 Wrocław, pl. Grunwaldzki 24a
zimny@ozi.ar.wroc.pl