

Irena Suwara, Katarzyna Pawlak, Karolina Dębska

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

STRUKTURA I WYSOKOŚĆ PLONU BURAKA CUKROWEGO PO 55 LATACH STOSOWANIA ZRÓŻNICOWANEGO NAWOŻENIA

Streszczenie

Badania przeprowadzono w 2010 roku na wieloletnim statycznym nawozowym doświadczeniu polowym, założonym w 1955 roku w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym SGGW „Chylice” w Jaktorowie. Celem badań była ocena wpływu różnych systemów wieloletniego nawożenia (organicznego (OB), mineralno-organicznego (1/2 NPK+1/2 OB), mineralnego (NPK) na strukturę i wysokość plonu buraka cukrowego, uprawianego po pszenicy ozimej w zmianowaniu bez rośliny motylkowatej. Stwierdzono, że stosowane systemy nawożenia nie wywarły istotnego wpływu na wschody i na obsadę końcową buraka cukrowego. Wieloletnie nawożenie NPK, OB i 1/2 NPK+1/2 OB wpłynęło korzystnie na biomase tej rośliny. Najkorzystniejszy wpływ na tempo narastania biomasy i plonowanie buraka cukrowego miało nawożenie mineralne (NPK, 1/2 NPK+1/2 OB), a następnie nawożenie wyłącznie obornikiem (OB).

Słowa kluczowe: nawożenie mineralne, nawożenie organiczne, burak cukrowy

Wstęp

Burak cukrowy jest w Polsce rośliną o dużym znaczeniu gospodarczym, ponieważ jest jedynym surowcem do produkcji cukru. Potencjał plonotwórczy buraków cukrowych, możliwy do osiągnięcia w optymalnych warunkach, szacowany jest na poziomie 90-100 ton z hektara [Hills i in. 1990]. W rzeczywistości plony korzeni buraka cukrowego osiągane w produkcji są znacznie niższe. Nawożenie obok warunków pogodowych jest jednym z czynników, który ma duży wpływ na wysokość i jakość plonu buraka cukrowego oraz innych roślin [Barłóg i Grzebisz 2004, Borówczak 2002, Grzebisz i in. 2002, Pacuta i in. 2000]. Burak cukrowy jest rośliną o dużych wymaganiach nawozowych. W praktyce zaleca się stosowanie obornika pod buraki cukrowe. Obornik jest nawozem działającym wolno, który zawiera wszystkie makro- i mikrośkładniki i korzystnie wpływa na wielkość i jakość plonu. Niektórzy autorzy [Wesołowski i Bętkowski 2001] twierdzą jednak, że w warunkach wysokiej sprawności i kultury roli zadawalające plony osiąga się przy nawożeniu wyłącznie mineralnym. Wśród makrośkładników nawozowych azot wywiera najsilniejszy wpływ na plonowanie buraka cukrowego [Potarzycki i Lewicka 2002]. Jego niedobór ogranicza wzrost roślin i masę plonu. W poniższym opracowaniu przedstawiono wyniki badań, których celem była ocena wpływu różnych systemów wieloletniego nawożenia (organicznego (OB), mineralno-organicznego (1/2 NPK+1/2 OB), mineralnego (NPK) na tempo narastania biomasy oraz strukturę i wysokość plonu buraka cukrowego uprawianego w zmianowaniu czteropolowym: burak cukrowy - jęczmień jary - rzepak ozimy - pszenica ozima.

Materiał i metody

Badania przeprowadzono w 2010 roku na wieloletnim statycznym nawozowym doświadczeniu polowym, założonym w 1955 roku w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym SGGW „Chylice” w Jaktorowie. Doświadczenie założono metodą losowanych bloków w czterech powtórzeniach na czarnej ziemi, wytworzonej z gleby lekkiej pylastej, kompleksu pszennego, dobrego. Wielkość poletek wynosiła 50 m². Dawki nawozów dostosowano do wymagań pokarmowych uprawianych roślin. Schemat nawożenia w płodozmianie przedstawia tabela 1. Obornik oraz nawozy mineralne fosforowo-potasowe pod burak cukrowy stosowano jesienią pod orkę zimową. Azot mineralny na obiektach nawożonych mineralnie i mineralno-organicznie (NPK, 1/2 NPK+1/2 OB) stosowany był w postaci saletry amonowej, w dwóch terminach: 50% dawki przed siewem buraka i następnie w fazie 4-5 liści. Zabiegi uprawowe wykonywane były zgodnie z zaleceniami agrotechnicznymi dla buraka cukrowego.

Ocenę wpływu nawożenia na tempo gromadzenia biomasy buraka cukrowego przeprowadzono pobierając po 10 roślin z każdego poletka w czterech terminach:

- I. 15.06.2010 r. - faza 7 liści,
- II. 08.07.2010 r. - faza powyżej 14 liści,
- III. 10.08.2010 r. - zwarcie międzyrzędzi,
- IV. 11.10.2010 r. - przed zbiorem.

W doświadczeniu oznaczono: obsadę roślin, ulistnienie roślin, zawartość suchej masy w roślinach oraz plon korzeni i liści buraka cukrowego.

Tabela 1. Schemat nawożenia w płodozmianie (od 1990 r.)

Roślina	Obiekty								Bez nawożenia “ O “
	Nawożenie mineralne (NPK)			Nawożenie obornikiem (OB)	Nawożenie mineralne i nawożenie obornikiem (½ NPK + ½ OB)				
	N	P	K	Obornik	Obornik	N	P	K	
	[kg·ha ⁻¹]			[t·ha ⁻¹]	[t·ha ⁻¹]	[kg·ha ⁻¹]			
Burak cukrowy	200	56,0	200,0	40	20	100	28,3	100,0	0
Jęczmień jary	100	36,5	91,5	20	10	50	18,3	45,8	0
Rzepak ozimy	100	36,5	91,5	20	10	50	18,3	45,8	0
Pszenica ozima	100	36,5	91,5	20	10	50	18,3	45,8	0

Na plonowanie buraka cukrowego duży wpływ wywiera temperatura, nasłonecznienie oraz ilość i rozkład opadów w trakcie wegetacji [Borówczak 2002, Grzebisz i in. 2002, Pacuta i in. 2000, Gutmański i in. 1998, Malec 1997, Słowiński i in. 1997]. Burak cukrowy jest rośliną o dużych wymaganiach wodnych i cieplnych. Ilość i rozkład opadów oraz średnie temperatury powietrza, jakie wystąpiły w czasie wegetacji buraka cukrowego w 2010 roku przedstawia tabela 2. Zapotrzebowanie na wodę roślin buraka zmienia

się w ciągu wegetacji. Na początku rozwoju tego gatunku potrzeby wodne są mniejsze, lecz wówczas roślina wymaga dość wysokiej temperatury, gdyż takie warunki sprzyjają dobremu kiełkowaniu i szybkim wschodom. Najkorzystniejsza temperatura dla wschodów buraka po siewie wynosi około 16-18°C. W 2010 roku temperatura i opady w kwietniu były niższe niż potrzeby buraków. W maju, gdy zaczęły wykształcać się pierwsze liście i kiedy roślina się ukorzeniała, wystąpił znaczący nadmiar opadów przy stosunkowo niskiej temperaturze. Największe zapotrzebowanie na wodę buraki mają w lipcu i sierpniu, gdy intensywnie przyrasta masa korzeni i ulistnienie jest największe. W tym okresie w roku badań również zanotowano nadmiar opadów. Rudnicki i inni [1993] wykazali, że niedobór wody, przy jednocześnie wysokiej temperaturze, w mniejszym stopniu wpływa niekorzystnie na poziom plonów korzeni buraka cukrowego, niż nadmiar wody i niskie temperatury. W kolejnych okresach, aż do samego zbioru roślin potrzeby wodne buraka maleją. W październiku wystąpił znaczny niedobór opadów stosunku do zapotrzebowania, jakie roślina ma w tym okresie. Podsumowując, warunki pogodowe w okresie wegetacji buraka cukrowego w 2010 roku były niekorzystne dla wzrostu tej rośliny. Wyniki opracowano statystycznie w programie Statgraphics Plus 4.0, o istotności różnic pomiędzy obiektami wnioskowano na podstawie testu Tukey'a.

Tabela 2. Sumy miesięcznych opadów [mm] i średnie miesięczne temperatury [°C] na polu doświadczalnym w Chylicach w okresie wegetacji buraka cukrowego (IV-X 2010)

Suma miesięcznych opadów w roku 2010 [mm]								
M-c	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Suma
	13,5	182,7	60,1	116,2	103,2	87,0	4,3	567,0
Suma miesięcznych opadów w latach 1953-1982 [mm]								
	38,5	56,1	85,7	87,1	65,5	45,7	39,6	418,20
Zapotrzebowanie na wodę wg Dzieżycy [mm]								
	17	62	77	91	83	55	33	418,00
Średnie miesięczne temperatury w roku 2010 [°C]								Średnia roczna za IV-X
	8,1	11,6	15,5	19,6	17,9	10,53	6,62	12,84
Średnie miesięczne temperatury w latach 1953-1982 [°C]								
	8,2	14,0	17,7	18,8	18,1	14,2	9,3	14,3

Wyniki

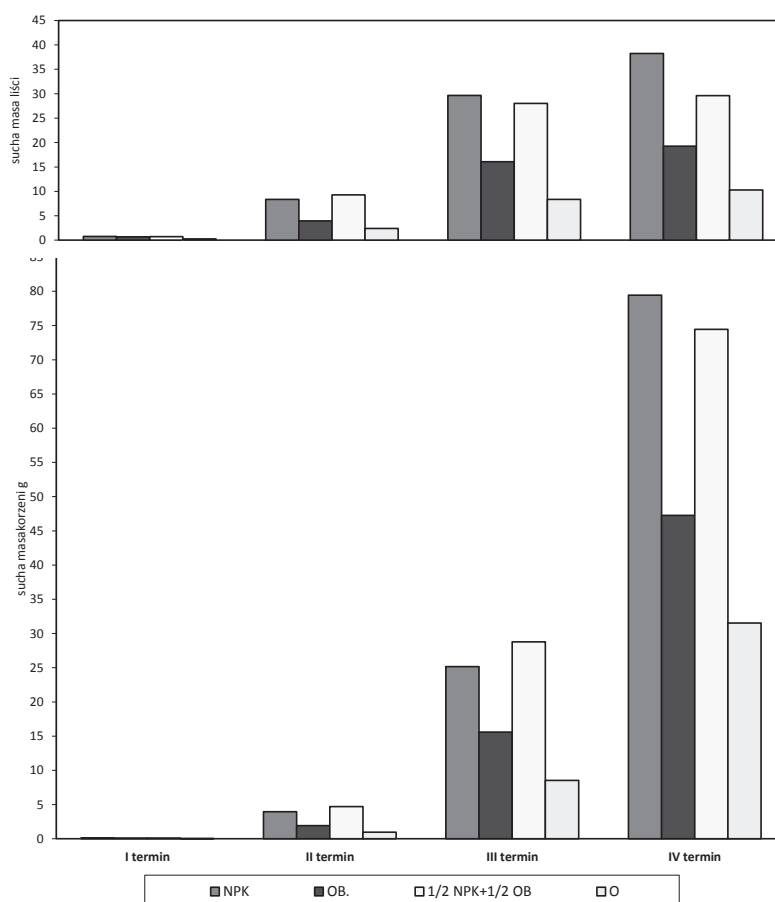
Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że stosowane nawożenie nie różnicowało obsady roślin, natomiast w sposób istotny wpłynęło na tempo narastania biomasy i plon buraka cukrowego. Rośliny buraka cukrowego nawożone mineralnie (NPK, 1/2 NPK+1/2 OB) w poszczególnych stadiach rozwojowych charakteryzowały się największą biomasa (tab. 3, rys. 1).

Tabela 3. Dynamika narastania suchej masy 1 rośliny buraków cukrowych (g)

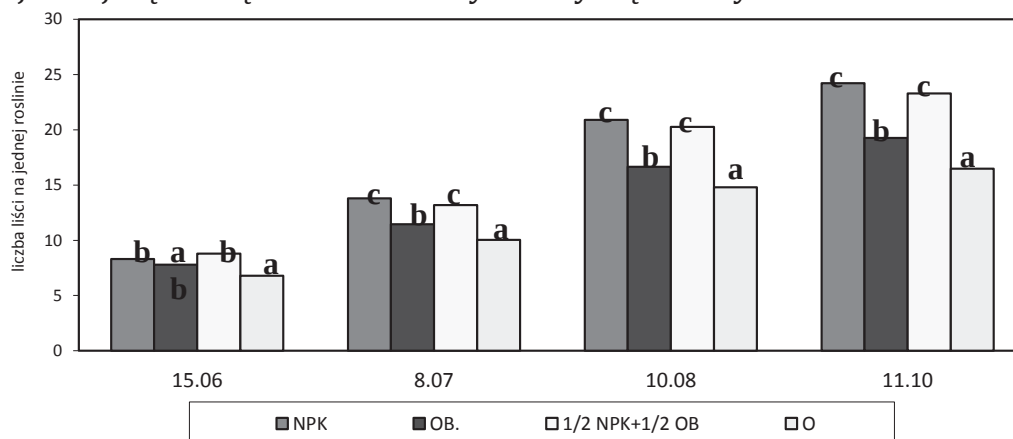
Nawożenie	Termin										
	15.06.2010 r.		08.07.2010 r.			10.08.2010 r.			11.10.2010 r.		
	korzenie	liście	korzenie	ogonki liściowe	blaszki liściowe	korzenie	ogonki liściowe	blaszki liściowe	korzenie	ogonki liściowe	blaszki liściowe
NPK	0,13 a	0,78 a	3,97 ab	3,29 b	5,08 b	25,16 b	14,22 b	15,43 b	79,44 b	20,94 c	17,32 b
OB	0,11 a	0,69 a	1,94 ab	1,45 ab	2,51 ab	15,58 ab	8,35 ab	7,74 a	47,25 ab	10,86 ab	8,39 a
1/2 NPK +1/2 OB	0,10 a	0,72 a	4,72 b	3,69 b	5,60 b	28,77 b	14,73 b	13,31 b	74,46 b	17,52 bc	12,08 ab
O	0,04 a	0,26 a	0,98 a	0,82 a	1,57 a	8,53 a	3,59 a	4,77 a	31,52 a	4,71 a	5,56 a

a, b, c – jednakowe litery przy średnich obiektowych oznaczają brak istotnych różnic między nimi

Tempo narastania suchej masy korzeni i liści roślin nawożonych obornikiem (OB) było wolniejsze w porównaniu do roślin nawożonych mineralnie i można to wiązać z niedoborem łatwo dostępnych składników pokarmowych, głównie azotu (rys. 1) [Potarzycki i Lewicka, 2002]. Uruchamianie ich z obornika jest wolniejsze i nie w pełni pokrywało zapotrzebowanie roślin. Potwierdzają to wyniki uzyskane przez Rudnickiego i in. [1993].

**Rysunek 1.** Sucha masa liści i korzenia jednej rośliny buraka cukrowego (g)

Nawożenie mineralne stymulowało również liczbę wytworzonych liści (rys. 2). Najwięcej liści wytworzyły we wszystkich terminach rośliny buraka nawożone mineralnie (NPK, 1/2 NPK+1/2 OB), istotnie mniej wytworzonych liści stwierdzono na obiektach nawożonych wyłącznie obornikiem (OB), a najmniejszą liczbą liści charakteryzowały się rośliny nienawożone.



Rysunek 2. Wpływ nawożenia na liczbę liści buraka cukrowego

Stosowane systemy nawożenia nie różnicowały istotnie współczynnika ulistnienia, który w roku badań kształtował się na średnim poziomie (tab. 4). Należy jednak zauważyć tendencję większego współczynnika ulistnienia przy stosowaniu nawożenia mineralnego.

Tabela 4. Współczynnik ulistnienia buraka cukrowego

Obiekt	Termin			
	15.06.2010 r.	08.07.2010 r.	10.08.2010 r.	11.10.2010 r.
NPK	6,00 a	2,11 a	1,18 a	0,48 a
OB	6,27 a	2,04 a	1,03 a	0,41 a
1/2 NPK+1/2 OB	7,20 a	1,95 a	0,97 a	0,40 a
O	6,50 a	2,44 a	0,98 a	0,33 a

a, b – jednakowe litery przy średnich obiektowych oznaczają brak istotnych różnic między nimi

Z przeprowadzonych badań wynika, iż nawożenie obornikiem (OB) wpływa korzystnie na kształtowanie się stosunku masy korzeni do liści. Potwierdzają to również wyniki badań Gawrońskiej-Kuleszy i in. [1999] oraz Suwary i in. [1997]. Porównując stosunek masy liści do korzeni buraka cukrowego, można stwierdzić, że nawożenie obornikiem sprzyja lepszej dystrybucji asymilatów i wpływa korzystnie na tworzenie plonu głównego, a nawożenie mineralne stymuluje tworzenie plonu ubocznego - liści [Suwara i in. 1997].

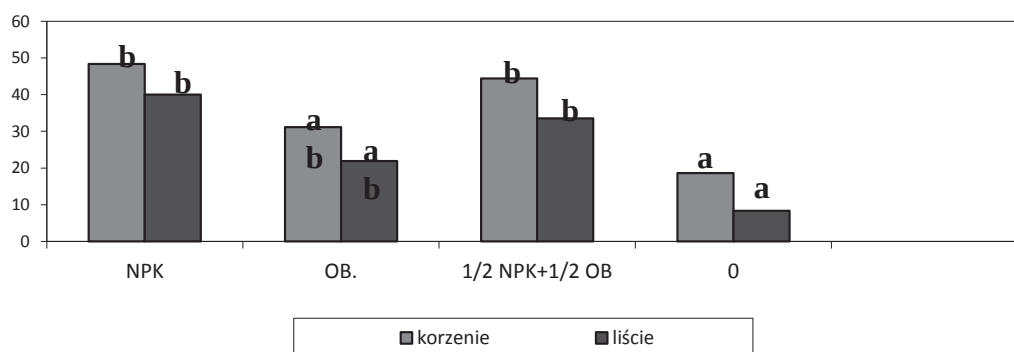
W okresie wegetacji wraz ze starzeniem się roślin zmieniło się również uwodnienie liści i korzeni (tab. 5). We wszystkich terminach pobrania materiału roślinnego procentowa zawartość suchej masy była mniejsza w liściach, niż w korzeniach. Liście są zawsze bardziej uwodnione, niż korzenie, dlatego mają mniej suchej masy. Największe uwodnienie roślin na wszystkich obiektach nawozowych odnotowano na początku wegetacji, co jest zgodne z biologią roślin. Nawożenie w niewielkim stopniu modyfikowało tę cechę i nie miało istotnego wpływu na zawartość suchej masy w liściach i w korzeniach. Największą zawartość suchej masy stwierdzono w roślinach nienawożonych.

Tabela 5. Procentowa zawartość suchej masy w liściach i korzeniach buraka cukrowego

Nawożenie	Termin							
	15.06.2010 r.		08.07.2010 r.		10.08.2010 r.		11.10.2010 r.	
	liście	korzenie	liście	korzenie	liście	korzenie	liście	korzenie
NPK	10,2 a	12,8 a	9,4 a	15,1 a	10,2 a	15,2 a	12,7 a	21,8 a
OB	9,5 a	12,8 a	9,3 a	15,4 a	10,5 a	15,3 a	11,9 a	20,7 a
1/2 NPK +1/2 OB	9,6 a	12,1 a	8,4 a	15,0 a	9,1 a	15,2 a	12,2 a	23,0 a
0	7,8 a	17,2 b	10,0 a	14,9 a	13,2 b	16,6 b	16,2 b	21,8 a

a, b, c – jednakowe litery przy średnich obiektowych oznaczają brak istotnych różnic między nimi

Plony korzeni buraka cukrowego w roku badań były stosunkowo niskie i wynosiły od 18,7 t·ha⁻¹ do 48,4 t·ha⁻¹ w zależności od sposobu nawożenia (rys. 3). Związane było to z nadmiarem opadów w miesiącach: maju, lipcu i sierpniu oraz z niskimi temperaturami, co znajduje potwierdzenie w literaturze [Rudnicki i in. 1993]. Największe plony korzeni buraka cukrowego uzyskano na obiektach nawożonych mineralnie (NPK-48,4 t·ha⁻¹, 1/2 NPK+1/2 OB- 44,4 t·ha⁻¹), a nieco niższe na obiektach nawożonych obornikiem (OB- 31,2 t·ha⁻¹). Istotnie niższy plon i tempo narastania biomasy buraka cukrowego zanotowano na obiekcie od 55 lat nienawożonym.

**Rysunek 3.** Plon świeżej masy korzeni i liści buraka cukrowego (t·ha⁻¹)

Wnioski

1. Zróżnicowane wieloletnie nawożenie nie wpłynęło na obsadę roślin buraka cukrowego.

2. Dostępność składników pokarmowych dostarczanych w nawozach decydowała o tempie narastania biomasy i plonach buraka cukrowego. Najszybsze tempo gromadzenia suchej masy korzeni i liści oraz największy plon tej rośliny stwierdzono na obiektach nawożonych mineralnie (NPK, 1/2 NPK+1/2 OB).

3. Nawożenie obornikiem wpływało korzystnie na kształtowanie się stosunku masy korzeni do liści.

4. Istotnie mniejsze tempo narastania biomasy i plony zanotowano na obiekcie nienawożonym.

Piśmiennictwo

1. Barłóg P., Grzebisz W., 2004: Plonotwórcza i diagnostyczna ocena nawożenia buraków cukrowych potasem z udziałem sodu i magnezu. Część I. Plon korzeni i liści. Biul. IHAR 234: 73-82.
2. Borówczak F., 2002: Przyrodnicze i agrotechniczne uwarunkowania plonowania buraków cukrowych. [w]: Grzebisz W. (red.). Nowoczesna uprawa buraków cukrowych. Wyd. AR Poznań: 20-28.
3. Gawrońska-Kulesza A., Lenart S., Suwara I., 1999: Biomasa oraz jej skład chemiczny i równowaga jonowa w wybranych fazach wzrostu buraka cukrowego. Cz. I. Biomasa i skład chemiczny. Rocz. Nauk. SERiA 114: 55-68.
4. Grzebisz W., Barłóg P., 2002: Zasady nawożenia. [w]: Grzebisz W. (red.). Nowoczesna uprawa buraków cukrowych. Wyd. AR Poznań: 62-85.
5. Gutmański I., Szymczak-Nowak I., 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. Rocz. AR w Poznaniu 307: 263-271.
6. Hills F.J., Winter S.R., Henderson D.W., 1990: Sugarbeet. In: Irrigation of Agricultural Crops-Agronomy Monograph. no. 30: 795-810.
7. Malec J., 1997: Warunki produkcji buraka cukrowego w Polsce i ich wpływ na jakość surowca. Mat. Konf. „Postęp w uprawie buraka cukrowego i w jakości korzeni” Warszawa: 74-84.
8. Pacuta V., Cerny I., Karabinowa M., 2000: The effect of selected factors on the yield and quality of sugar beet. Rostl. Vyroba 46: 371-378.
9. Potarzycki J., Lewicka L., 2002: Efektywność plonotwórcza nawozów wieloskładnikowych w uprawie buraka cukrowego. Biul. IHAR 222: 111-118.
10. Rudnicki F., Wasilewski P., Kotwica K., 1993: Wzrost i plonowanie buraka cukrowego w zależności od warunków wodno-termicznych. Fragm. Agron. 2 (38): 63-75.
11. Słowiński H., Prośba-Białczyk U., Pytlan-Kozicka M., Nowak W., 1997: Wpływ nawożenia organicznego i mineralnego na zawartość mikrośkładników i cukru w buraku cukrowym. Biul. IHAR 202: 149-157.
12. Suwara I., Gawrońska-Kulesza A., Lenart S., 1997: Wpływ wieloletniego nawożenia mineralnego i organicznego na plonowanie buraków cukrowych. Rocz. Nauk. SERiA 112: 111-120.
13. Wesołowski M., Bętkowski M., 2001: Reakcja buraka cukrowego na warunki gospodarki bezobornikowej. Fragm. Agron. 4: 78-87.