

PLONOWANIE I CECHY JAKOŚCIOWE BURAKÓW CUKROWYCH W ZALEŻNOŚCI OD NAWOŻENIA W WIELOLETNICH DOŚWIADCZENIACH*

STANISŁAW MERCIK¹, STANISŁAW URBANOWSKI², STANISŁAW LENART³

¹*Katedra Nauk o Środowisku Glebowym, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie*

²*Katedra Podstaw Produkcji Roślinnej i Doświadczalnictwa, Akademia Techniczno-Rolnicza w Bydgoszczy*

³*Katedra Agronomii, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie*

stanislaw_lenart@sggw.pl

Synopsis. Celem przeprowadzonych badań była ocena wpływu wieloletniego nawożenia organicznego, mineralnego i mineralno-organicznego na właściwości fizyczne i chemiczne gleby oraz plonowanie i cechy jakościowe buraków cukrowych. Wyłączne nawożenie organiczne oraz stosowane z nawozami mineralnymi wpłynęło dodatnio na badane właściwości fizyczne i chemiczne gleby (kapilarną i połową pojemność wodną, aktualną wilgotność gleby, zawartość C organicznego i N ogólnego). Wapnowanie oraz nawożenie obornikiem wywarło dodatni wpływ na zawartość azotu i węgla organicznego w glebie. Plony buraków były wyraźnie większe i mniej zróżnicowane na poszczególnych kombinacjach na piasku gliniastym niż na glebie lekkiej. Zawartość sacharozy w korzeniach buraków nie była uzależniona od składu granulometrycznego gleb ani od nawożenia.

Słowa kluczowe – *key words*: nawożenie mineralne i organiczne – *mineral and organic fertilization*, wapnowanie – *liming*, pojemność wodna gleby – *soil water capacity*, chemiczne właściwości gleby – *chemical soil properties*, plon buraków – *sugar beet yield*, zawartość cukru – *sugar content*, plon cukru oczyszczanego – *recoverable sugar yield*

WSTĘP

Nawożenie może być ważnym czynnikiem plonotwórczym i kształtującym jakość korzeni buraka cukrowego. Jak wynika z licznej literatury, racjonalne i prawidłowe nawożenie buraka cukrowego zwiększało wysokość i wierność plonowania oraz poprawiało wartość biologiczną i technologiczną plonów [Adamiak i Adamiak 1996, Buraczyńska i Ceglarek 2002, Gutmański i Mikita 2000, Johnston 1994, Klement i in. 2005, Körschens 1999, Ostrowska i Kucińska 1995, Suwara i Gawrońska-Kulesza 1994]. Burak cukrowy szczególnie korzystnie reaguje na nawożenie organiczne, mineralne i wapnowanie [Ćermak i Ciganek 2002, Ostrowska i Kucińska 1995, Sienkiewicz i in. 2005, Stępiak i Adamiak 2002, Wyszynski i in. 2002, Zimny i in. 2005].

W pracy przedstawiono plony i wybrane cechy jakościowe buraków cukrowych uprawianych na dwóch polach doświadczalnych, na których od kilkudziesięciu lat stosowano zróżnicowane nawożenie organiczne i mineralne. Jak wynika z wielu badań, takie wieloletnie statyczne nawożenie znacznie różnicuje większość właściwości fizycznych i chemicznych gleb [Johnston 1994, Klement i in. 2005, Körschens 1999, Lenart i in. 2005, Mercik i Stępień 2005, Mercik i in. 2005, Suwara i Gawrońska-Kulesza 1994, Schmidt i in. 2000, Urbanowski i in. 1999, Urbanowski i Jaskulska 2001]. Z tego powodu wydawało się być interesujące z punktu widze-

* Badania były realizowane przy wsparciu finansowym Komitetu Badań Naukowych Grant nr 5 P06 B07 815.

nia teoretycznego i praktycznego, aby przebadać wpływ tak bardzo zróżnicowanych właściwości gleb na plonowanie i cechy jakościowe buraków cukrowych.

MATERIAŁ I METODY

Podstawą do przeprowadzenia badań były dwa wieloletnie statyczne doświadczenia polowe prowadzone od 1948 r. w Zakładzie Doświadczalnym Mochełek koło Bydgoszczy oraz od 1955 r. w RZD Chylice, woj. mazowieckie.

Zakład Doświadczalny w Mochełku znajduje się na Pojezierzu Krajeńskim (95 m n.p.m., 53°13'N, 17°51'E). Doświadczenie zlokalizowano na glebie płowej typowej, wg FAO – Haplic Luvisols, wytworzonej z piasku gliniastego mocnego i lekkiego, klasy bonitacyjnej IVa, kompleksu żytniego bardzo dobrego. Zawartość części spławialnych w warstwie ornej wynosi około 15%. Schemat doświadczenia obejmuje 14 obiektów nawozowych występujących w układzie systematycznym w 5 powtórzeniach. Do badań wytypowano tylko 5 następujących obiektów: 0 – bez nawożenia, NPK, obornik, obornik+NPK, obornik+CaNPK. Wielkość poletek do zbioru wynosiła 50 m². Szczegółowe informacje metodyczne o tym doświadczeniu oraz zmiany schematu doświadczenia w minionym okresie zamieszczone są we wcześniejszym opracowaniu [Urbanowski 1999].

Buraki w tym doświadczeniu uprawiano co 5 lat od 1964 r. w następującym 5-polowym zmianowaniu: burak cukrowy, jęczmień jary z wsiewką koniczyny czerwonej, koniczyna czerwona, rzepak ozimy, pszenica ozima. Zamieszczone w tej pracy plony buraków pochodzą z roku 1999 oraz średnie z 5-ciu lat poprzednich pięciu rotacji. W kolejnym roku uprawy (2004) rośliny buraków bardzo słabo powschodziły i pole obsiano inną rośliną. Z tego powodu autorzy nie mieli możliwości zamieścić wyników z 2 lat obydwóch porównywanych doświadczeń. Obornik stosowano jeden raz w rotacji, zawsze pod buraki w dawce 30 t·ha⁻¹, a od 1989 roku 50 t·ha⁻¹. Wysokość dawek nawozów mineralnych ulegała nieznacznym zmianom. W ciągu rotacji stosowano średnio rocznie: N – 118, P – 43, K – 127, Ca – 2145 kg ha·rok⁻¹. W ostatnim okresie (od 1999 r.) dawki nawozów mineralnych pod buraki były następujące: N – 180; P – 52,4; K – 182,6; Ca – 2145.

Region, w którym prowadzone jest doświadczenie w Mochełku należy do posusznych. Średnia z wielolecia (1949–2000) roczna suma opadów wynosi 433,6 mm, a w okresie półrocza letniego (IV–IX) 278,1 mm. Istnieją duże zróżnicowania w poszczególnych latach, zarówno w sumie opadów rocznych, jak i miesięcznych. Przeciętna roczna temperatura powietrza w analogicznym okresie wyniosła 7,8 °C, a w półroczu letnim 14,1 °C. W 1999 r. opady wyniosły 493,9 mm, średnia roczna temperatura powietrza 8,7 °C, a w półroczu letnim odpowiednio 290,1 mm i 15,0 °C.

Doświadczenie w RZD Chylice zlokalizowane jest na Nizinie Mazowiecko-Podlaskiej (105 m n.p.m., 52°05'N, 20°33' E). Gleba należy do czarnej ziemi właściwej, wytworzonej z gliny zwałowej lekkiej pylastej odgórnie spiaszczonej, wg FAO zaliczanej do typu Mollic Gleysols. Zaliczono ją do klasy bonitacyjnej IIIb oraz kompleksu pszennego dobrego. W poziomie próchnicznym, którego miąższość wynosi ok. 30–35 cm, odczyn jest obojętny lub słabo kwaśny, a zawartość części spławialnych wynosi 22–25%.

Doświadczenie prowadzone jest w zmianowaniu norfolkskim z jedną rośliną w każdym roku: buraki cukrowe (do 1986 ziemniaki), jęczmień jary z wsiewką koniczyny, koniczyna czerwona, pszenica ozima. W doświadczeniu nieprzerwanie od 1955 roku stosuje się następujące obiekty nawozowe: 1) nawożenie mineralne (NPK) – średnio rocznie 260 kg NPK na ha, 2) organiczne (Ob.) – nawożenie obornikiem stosowane jest 3-krotnie w rotacji: pod okopowe 40 t·ha⁻¹ oraz

pod jęczmień jary i pszenicę ozimą po 20 t·ha⁻¹, 3) mineralno-organiczne (NPK+ Ob.) – pół dawki obornika z połową dawki NPK, 4) bez nawożenia („0”) – obiekt kontrolny. W obiekcie NPK dawki nawozów pod buraki wynosiły (kg·ha⁻¹): N – 200; P – 56,0; K – 200. W okresie trwania doświadczenia gleby nie wapnowano, a dokonane zmiany w dawkach nawozów mineralnych (NPK) i obornika oraz w doborze roślin omówiono we wcześniejszej pracy [Lenart 2002]. Doświadczenie założono metodą losowanych bloków w 4 powtórzeniach; wielkość poletek wynosi 50 m². Wyniki zamieszczonych badań pochodzą z 1998 r., a więc po 43 latach trwałego nawożenia oraz z trzech lat z trzech czteroletnich rotacji z lat 1986–1998.

W badanym rejonie średnia z wielolecia roczna suma opadów wynosi 578,6 mm, a temperatura 7,5 °C. W 1998 r. opady wynosiły 622,7 mm, a średnia roczna temperatura powietrza 9,3 °C. Wielkość opadów w kwietniu i czerwcu wyraźnie przekraczała sumy z wielolecia, natomiast w sierpniu i wrześniu zanotowano dość znaczny niedobór opadów.

W obydwu doświadczeniach próby gleby pobrano w okresie zbioru buraków, a właściwości fizyczne i chemiczne określono według powszechnie stosowanych metod. Ogólne zawartości poszczególnych składników w roślinach buraków określono z wykorzystaniem następujących metod (po spaleniu roślin na mokro): P – kolorymetrycznie, K – fotometrią płomieniową, N – metodą Kjeldahla, Ca i Mg – absorpcyjną spektrometrią atomową. Parametry jakościowe korzeni buraków (polaryzacja, składniki melasotwórcze: K, Na, N- α -NH₂) zbadano na linii automatycznej Venema. Na podstawie plonu i zawartości cukru w korzeniach obliczono biologiczny plon cukru, a po uwzględnieniu zawartości składników melasotwórczych obliczono plon cukru technologicznego. Wyniki plonów oraz cech jakościowych buraków poddano analizie wariancji. Istotność różnic między średnimi obiektowymi określono przez zastosowanie testu Tuckey'a przy $\alpha = 0,05$. Jedynie w przypadku wykonywania analiz w próbkach zbiorczych, reprezentujących określone kombinacje, nie wykonywano obliczeń statystycznych.

WYNIKI I DYSKUSJA

Nawożenie obornikiem w Chylicach oraz nawożenie obornikiem łącznie z nawozami mineralnymi i wapnem w Mochelku wyraźnie poprawiły wszystkie badane właściwości wodne gleb: wilgotność aktualną, kapilarną pojemność wodną i połową pojemność wodną. Efektu takiego nie uzyskano w Mochelku na polkach nie wapnowanych (pH poniżej 4,5) przy stosunkowo niewielkiej zawartości węgla organicznego (tab. 1). Zawartość węgla organicznego w glebie jest jednym z najważniejszych czynników bezpośrednio wpływających na pojemność wodną gleb, co wykazano w innych badaniach [Lenart i in. 2005].

Gleba w Chylicach, chociaż nie była wapnowana, pozostaje w klasie gleb słabo kwaśnych. Jedynie po stosowaniu nawozów wyłącznie mineralnych, wartość pH była nieco niższa. Może to wynikać z zakwaszającego wpływu nawozów azotowych. W doświadczeniu w Mochelku najmniej zakwaszona (pH 6,3) była gleba nawożona obornikiem, nawozami mineralnymi oraz wapnowana (Ob.+CaNPK). Na pozostałych kombinacjach gleba była bardzo kwaśna, a szczególnie po nawożeniu Ob.+NPK.

Jak należało oczekiwać stosowanie obornika (Chyllice), a szczególnie obornika z wapnowaniem (Mochelk), wyraźnie zwiększyło zawartość węgla organicznego w glebie. Na polu w Chylicach w czasie jednej czteroletniej rotacji zastosowano łącznie 40 t·ha⁻¹ (1/2Ob.+1/2NPK) lub 80 t·ha⁻¹ obornika (Ob.). Na polu tym wzrosła zawartość węgla organicznego w stosunku do kontroli o 2,5 g·kg⁻¹ przy dawce obornika 40 t·ha⁻¹ i o 4,9 g·kg⁻¹ przy dawce 80 t·ha⁻¹. Na polu w Mochelku stosowano 50 t·ha⁻¹ obornika w zmianowaniu 5-cio polowym. Przyrost C organicznego na takiej dawce samego obornika, w stosunku do kontroli wynosił tam 0,7 g·kg⁻¹,

Tabela 1. Wybrane właściwości gleb w zależności od wieloletniego nawożenia po 43 latach w Chylicach i po 50 latach w Mochełku

Table 1. Selected soil properties depending on the long-term fertilization after 43 years in Chylice and after 50 years in Mochelek

Nawożenie <i>Fertilization</i>	N min.	P ER	K ER	pH KCl	N _{og.}	C org.	WA	KPW	PPW
	mg·kg ⁻¹				g·kg ⁻¹				
Chylice									
0	87	25,4	35	6,2	1,19	10,0	14,8	20,1	14,1
NPK	146	83,5	61	5,8	1,35	10,9	14,4	20,3	14,3
FYM	148	86,8	83	6,3	1,70	14,9	16,3	23,2	16,1
1/2FYM+1/2NPK	189	92,2	92	6,2	1,52	12,5	14,6	21,6	15,0
Mochełek									
0	100	34,9	74	4,3	0,55	4,2	10,2	18,1	8,60
NPK	118	87,3	151	4,4	0,48	4,2	10,7	17,8	8,48
FYM	304	50,6	90	4,0	0,60	4,9	10,6	17,5	8,74
FYM+NPK	137	92,6	180	3,9	0,56	4,7	10,5	17,2	8,80
FYM+CaNPK	282	112,7	162	6,3	0,66	5,6	11,3	20,9	9,81

FYM – obornik – *farmyard manure*

ER – Egnera R. – metoda analizy gleby – *soil analysis method*

N_{og.} – N_{total}

WA – wilgotność aktualna – *current soil water content*

KPW – kapilarna pojemność wodna – *capillary water capacity*

PPW – połowa pojemność wodna – *field water capacity*

a po zastosowaniu obornika+CaNPK 1,4 g·kg⁻¹. Wyniki te wskazują, że podobne dawki obornika w Mochełku i Chylicach (10 t·ha⁻¹ rocznie) stosowane przez zbliżoną liczbę lat spowodowały znacznie większy przyrost węgla organicznego na glinie lekkiej (Chylice) niż na piasku gliniastym (Mochełek). Gleba w Mochełku jest znacznie lżejsza (15% części spławialnych i 6% koloidów) niż w Chylicach (do 25% części spławialnych i 12% koloidów) i dlatego bardziej intensywna była mineralizacja próchnicy w Mochełku. Kierunek zmian zawartości N ogólnego w glebie był zbliżony do C organicznego. W doświadczeniach wieloletnich w Skierńewicach mineralizacja C org. po wieloletnim stosowaniu obornika wynosiła w różnych wariantach 91–93% [Mercik i in. 2005].

Ilość N mineralnego w glebie w Chylicach wzrosła w stosunku do kontroli szczególnie pod wpływem nawożenia mineralno-organicznego (1/2Ob. i 1/2NPK). W Mochełku najczęściej było N mineralnego po nawożeniu wyłącznie obornikiem oraz obornikiem+CaNPK. Dodatni wpływ nawożenia obornikiem na zawartość azotu mineralnego w glebie po zbiorze roślin stwierdzono także w innych wieloletnich doświadczeniach nawozowych [Mercik i in. 2002]. Zawartości dostępnych form P i K w glebie na obydwóch polach były największe po łącznym stosowaniu obornika i nawozów mineralnych.

W RZD Chylice plony korzeni buraka cukrowego były stosunkowo wysokie (tab. 2). Plony korzeni i liści, zarówno w 1998 r. jak i średnio z 3 lat były istotnie większe na obiektach nawożonych niż na obiekcie kontrolnym. Wśród obiektów nawożonych plony korzeni były najmniejsze po nawożeniu Ob., a najwyższe na 1/2Ob.+1/2NPK. Jednakże zróżnicowanie plonów korze-

Tabela 2. Plonowanie buraków cukrowych po 43 latach trwałego nawożenia (1998) oraz średnie z 3 lat: 1990, 1994, 1998, t·ha⁻¹ (Chylice)Table 2. Yielding of sugar beet after 43 years static fertilization (1998) and means for 3 years: 1990, 1994, 1998, t·ha⁻¹ (Chylice)

Nawożenie od 1955 <i>Fertilization since 1955</i>	Plony w roku 1998 <i>Yields in 1998</i>				Średnie z 3 lat <i>Means for 3 years</i>	
	korzenie – roots			liście <i>leaves</i>	korzenie <i>roots</i>	liście <i>leaves</i>
	świeża masa <i>fresh matter</i>	BPC	PCT			
0	61,0	9,7	8,5	23,0	44,9	21,6
NPK	76,9	11,8	10,1	60,1	58,7	49,3
FYM	74,5	11,9	10,4	46,6	57,8	38,4
1/2FYM+1/2NPK	77,5	12,1	10,2	54,9	59,3	44,3
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	11,4	1,8	1,5	13,9	10,5	9,3

BPC – biologiczny plon cukru – *biological yields of sugar*PCT – plon cukru technologicznego – *yield of recoverable sugar*Tabela 3. Plonowanie buraków cukrowych po 50 latach trwałego nawożenia (1999 rok) oraz średnie z 5 lat: 1974, 1979, 1984, 1989, 1994, t·ha⁻¹ (Mochełek)Table 3. Yielding of sugar beet after 50 years of static fertilization (1999) and means for 5 years: 1974, 1979, 1984, 1989, 1994, t·ha⁻¹ (Mochełek)

Nawożenie od 1948 <i>Fertilization since 1948</i>	Plony w 1999 roku – Yields in 1999				Średnie z 5 lat <i>Means for 5 years</i>	
	Korzenie – Roots			liście <i>leaves</i>	korzenie <i>roots</i>	liście <i>leaves</i>
	świeża masa <i>fresh matter</i>	BPC	PCT			
0	12,6	2,02	1,77	8,7	10,1	11,0
NPK	29,1	4,78	4,12	24,6	8,6	12,7
FYM	9,6	1,56	1,35	7,7	13,4	18,1
FYM+NPK	4,8	0,71	0,60	3,8	14,0	20,9
FYM+CaNPK	51,7	8,70	7,37	34,4	33,0	38,7
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	8,3	2,00	1,29	7,0	7,2	12,1

BPC – biologiczny plon cukru – *biological yields of sugar*PCT – plon cukru technologicznego – *yield of recoverable sugar*

ni między obiektami nawożonymi było nieistotne. Również biologiczny plon cukru (BPC) oraz plon cukru technologicznego (PCT) były w niewielkim stopniu zależne od nawożenia, chociaż najczęściej cukru technologicznego uzyskano po nawożeniu obornikiem (o ok. 3% więcej niż na NPK). Plony liści były natomiast istotnie zależne od rodzaju nawożenia - najwyższe stwierdzono na nawożeniu NPK, a mniejsze (o ok. 22%) na obiekcie nawożonym wyłącznie obornikiem (Ob.). Prawdopodobnie wpłynęła na to większa dostępność azotu z nawozów mineralnych w terminie największego pobierania N przez rośliny.

Plony buraka cukrowego w 1999 r. w Mochełku (tab. 3) były mniejsze i bardziej zróżnicowane od nawożenia niż w Chylicach. Niskie plony korzeni buraka cukrowego w Mochełku

(tab. 3) były związane głównie z niewielkimi opadami w 1999 r. w okresie lipiec–wrzesień oraz gorszymi warunkami glebowymi, a szczególnie silnym zakwaszeniem gleby, którego negatywny wpływ na plony buraków wykazano także na podstawie badań na plantacjach produkcyjnych [Wyszyński i in. 2002]. Istotnie najwyższy plon korzeni i liści (odpowiednio 51,7 oraz 34,4 t·ha⁻¹) uzyskano na obiekcie, na którym stosowano zarówno nawożenie organiczne jak i mineralne w połączeniu z wapnowaniem (Ob.+CaNPK). Stosunkowo wysoki plon otrzymano również na obiekcie NPK (29,1 t·ha⁻¹ korzeni oraz 24,6 t·ha⁻¹ liści). Podobnie jak plon korzeni, również biologiczny plon cukru oraz plon cukru technologicznego był istotnie największy na obiekcie Ob.+CaNPK (odpowiednio 8,7 oraz 7,4 t·ha⁻¹) oraz NPK (odpowiednio 4,8 i 4,1 t·ha⁻¹). Na pozostałych obiektach nawozowych plony korzeni i liści oraz plony cukru były w 1999 roku istotnie mniejsze. Średnie plony korzeni i liści z 5 poprzednich lat były w Mochełku również wyraźnie zróżnicowane w zależności od nawożenia. Najwyższy plon (33,0 t·ha⁻¹ korzeni i 38,7 t·ha⁻¹ liści) uzyskano z obiektu z łącznym nawożeniem (Ob.+CaNPK). Na obiektach Ob.+NPK oraz Ob. plony korzeni były mniejsze odpowiednio o 58 i 60%, a liści o 46 i 53%.

Znaczne różnice w plonach oraz w składzie chemicznym roślin przy podobnych kombinacjach wieloletniego nawożenia organicznego i mineralnego otrzymywano również dla innych roślin [Blecharczyk i Grzebisz 1992, Klement i in. 2005, Körschens 1999, Merbach 2006, Mercik i Stępień 2005, Suwara i Gawrońska-Kulesza 1994, Schmidt i in. 2000, Urbanowski 1999, Urbanowski i Jaskulska 2001].

Spośród badanych w korzeniach buraków składników (N, P, K), zawartość azotu była najbardziej uzależniona od nawożenia (tab. 4 i 5). Była ona największa na tych obiektach, gdzie stosowano NPK+obornik lub NPK (Chylice) oraz CaNPK+obornik lub NPK (Mochełek). Dość wyraźnie zróżnicowanym składem chemicznym (N, K, P, Ca, Mg) wyróżniały się również liście buraków cukrowych, zwłaszcza w Chylicach. W doświadczeniu tym najwięcej N zawierały liście buraków nawożonych NPK oraz NPK+Ob., natomiast najwięcej K (zarówno w Chylicach jak i Mochełku) zawierały liście buraków nawożonych wyłącznie obornikiem. Zawartość Ca i Mg w liściach buraków była większa w Chylicach niż Mochełku. W Chylicach największą zawartość tych składników stwierdzono na obiekcie kontrolnym, natomiast w Mochełku zawartość Ca była największa na obiekcie NPK, a Mg na obiekcie Ob. Zawartość fosforu w liściach buraków na kombinacji bez nawozów była najmniejsza w doświadczeniu w Chylicach, ale naj-

Tabela 4. Wybrane cechy jakości buraków cukrowych po 43 latach nawożenia (Chylice, 1998 rok)
Table 4. Selected quality parameters of sugar beet after 43 years of fertilization (Chylice, 1998)

Nawożenie <i>Fertilization</i>	Korzenie – <i>Roots</i>							Liście – <i>Leaves</i>				
	g·kg ⁻¹ s.m. – <i>D.M.</i>			%	mmol·100 g ⁻¹ miazgi – <i>pulp</i>			g·kg ⁻¹ s.m. – <i>D.M.</i>				
	N	P	K	cukier <i>sugar</i>	N-α NH ₂	Na	K	N	K	P	Ca	Mg
0	5,2	1,3	5,0	15,9	1,54	0,34	3,08	22,1	29,7	2,5	18,0	8,0
NPK	8,3	1,7	7,7	15,3	2,56	0,32	3,50	35,3	32,5	4,3	10,7	5,9
FYM	7,2	1,6	7,5	16,0	1,79	0,39	4,07	28,2	38,5	4,0	13,4	6,5
FYM+NPK	8,7	1,7	7,7	15,6	2,42	0,39	4,17	32,6	35,0	4,2	8,0	5,2
NIR _{0,05} LSD _{0,05}	1,05	r.n.	2,26	r.n.	0,93	r.n.	0,66	3,49	3,82	n.l.	5,29	r.n.

r.n. – różnice nieistotne – *non significant differences*

n.l. – nie liczono – *no counted*

Tabela 5. Wybrane cechy jakości buraków cukrowych po 50 latach nawożenia (Mochelek, 1999)
 Table 5. Selected quality parameters of sugar beet after 50 years of fertilization (Mochelek, 1999)

Nawożenie Fertilization	Korzenie – Roots							Liście – Leaves				
	g·kg ⁻¹ s.m. D.M.			%	mmol·100 g ⁻¹ miazgi – pulp			g·kg ⁻¹ s.m. D.M.				
	N	P	K	cukier sugar	N-α NH ₂	Na	K	N	K	P	Ca	Mg
0	3,7	1,5	6,0	15,3	1,33	0,36	3,62	25,9	27,0	3,1	5,4	3,4
NPK	8,2	1,4	6,5	15,9	2,53	0,33	3,97	30,7	28,0	2,5	7,0	3,6
FYM	6,9	1,4	7,2	15,8	1,94	0,37	4,48	28,7	38,0	2,6	5,9	4,3
FYM+NPK	7,6	1,4	7,2	14,5	2,25	0,38	4,97	31,6	32,0	2,7	5,6	3,4
FYM+CaNPK	8,3	1,4	7,1	16,0	3,36	0,32	4,33	27,5	34,0	2,6	5,3	2,6
NIR _{0,05} LSD _{0,05}	n.l.	n.l.	n.l.	1,36	1,29	r.n.	1,18	n.l.	n.l.	n.l.	n.l.	n.l.

n.i. – różnice nieistotne – *non significant differences*

n.l. – nie liczono – *no counted*

większa, przy bardzo niskich plonach w Mochełku. W odróżnieniu od naszych badań, Gawrońska-Kulesza i in. [1999] nie wykazali istotnego wpływu wieloletniego nawożenia mineralnego i organicznego na skład chemiczny korzeni i liści i buraków. Wartości równoważnikowych stosunków K/(Ca+Mg) w liściach buraków były wyraźnie wyższe w Mochełku (1,11–1,81) niż w Chylicach (0,48–1,08). Jednakże nawet w Mochełku nie przekraczały one krytycznej wartości 2,5 powodującej obniżenie wartości paszowej liści buraków.

Ćermak i Ciganek [2002], Gutmański i Mikita [2000] oraz Ostrowska i Kucińska [1995] podają, że większe ilości składników pokarmowych wprowadzanych do gleby, zwłaszcza azotu, wyraźnie zwiększają plony korzeni buraków cukrowych w stosunku do dawek mniejszych, ale jednocześnie pogarszają ich jakość technologiczną. W Chylicach i Mochełku, spośród parametrów charakteryzujących jakość technologiczną korzeni buraków, wieloletnie nawożenie wywarło największy wpływ na zawartość N-α-NH₂ oraz na zawartość potasu. Nawożenie wyłącznie obornikiem zmniejszało zawartość N-α-NH₂ w porównaniu do obiektów nawożonych nawozami mineralnymi lub nawozami mineralnymi i obornikiem. Natomiast zawartość potasu w pulpie korzeni była większa na obiektach, gdzie stosowano wyłącznie obornik lub obornik z nawozami mineralnymi. Zawartość sacharozy w korzeniach w obu doświadczeniach była mało uzależniona od badanych sposobów nawożenia.

WNIOSKI

1. Różnice we właściwościach fizycznych i chemicznych gleb wywołane nawożeniem były większe na piasku gliniastym słabo próchnicznym (w Mochełku) niż na glinie lekkiej, bardziej zasobnej w próchnicę (w Chylicach). Na piasku gliniastym w Mochełku znacznie mniejszy był przyrost zawartości węgla organicznego pod wpływem obornika niż na glinie lekkiej w Chylicach.
2. Na piasku gliniastym w Mochełku otrzymano niższe i bardziej zróżnicowane plony buraków cukrowych w badanych latach niż na glinie w Chylicach.

3. Zawartość sacharozy w korzeniach buraków była zbliżona w obu doświadczeniach na wszystkich kombinacjach (14,5–16,0%). Stosowanie nawozów mineralnych w stosunku do obornika zwiększyło zawartość N- α -NH₂, natomiast zmniejszyło zawartość potasu w pulpie korzeni buraków cukrowych.

PIŚMIENNICTWO

- Adamiak J., Adamiak E. 1996. Wpływ różnych form nawożenia organicznego na wysokość i jakość plonu buraka cukrowego. Zesz. Nauk. AR Szczecin 172, Rol. 62: 3–8.
- Blecharczyk A., Grzebisz W. 1992. Plonotwórcze działanie obornika i nawożenia mineralnego w wieloletnim statycznym doświadczeniu płodozmianowym. W: Nawozy organiczne, Cz. 1. Mat. konf. AR Szczecin, 8-9 września 1992: 14–19.
- Buraczyńska D., Ceglarek F. 2002. Działanie nawozowe obornika i międzyplonów wsiewek stosowanych pod burak cukrowy. Część II. Jakość przemysłowa buraka cukrowego. Biul. IHAR 222: 255–262.
- Čermak P., Ciganek K. 2002. The influence of comparative fertilization on the yield and quality of sugar beet, the nutrient balances. The evaluation of long-term field experiments in the Czech Republic. Biul. IHAR 222: 39–48.
- Gawrońska-Kulesza A., Lenart S., Suwara I., Brogowski Z., Kwapisz J. 1999. Biomasa oraz jej skład chemiczny i równowaga jonowa w wybranych fazach wzrostu buraka cukrowego. Roczn. Nauk Roln., Ser. A 114(1-2): 55–68.
- Gutmański I., Mikita J. 2000. Wpływ obornika i dawek azotu mineralnego na wydajność i jakość przetwórczą korzeni buraka cukrowego oraz na zawartość azotanów w profilu glebowym w okresie wegetacyjnym. Folia Univ. Agric. Stetin. 211, Agricultura (84): 121–126.
- Johnston A.E. 1994. The Rothamsted Classical Experiments. In: Long-term Experiments in Agricultural and Ecological Sciences. Ed. Leigh R. A., Johnston A. E.: 9–37.
- Klement V., Smatanova M., Chrbolka T., Trávník K. 2005. Thirty years of long term field trials in the Czech Republic. Fragm. Agron. 22(1): 117–128.
- Körschens M. 1999. Yield and quality of products depending on different fertilization in the last 20 years in the static fertilization experiment in Bad Lauchstädt. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 465: 25–38.
- Lenart S. 2002. Studia nad wodoodpornością agregatów glebowych w różnych systemach uprawy roli i roślin. Fundacja Rozwój SGGW Warszawa: ss. 104.
- Lenart S., Mercik S., Łabętowicz J., Mazur T., Urbanowski S. 2005. Zmiany właściwości fizycznych gleby pod wpływem różnych systemów nawożenia w pięciu wieloletnich doświadczeniach polowych. Fragm. Agron. 22(1): 161–170.
- Merbach W. 2006. 125 year „Ewiger Roggen” in Halle – ein museales Relikt?. Beiträge aus der Hallenser Pflanzenernährungsforschung 10: 47–55.
- Mercik S., Łabętowicz J., Sosulski T., Stępień W. 2002. Losy azotu z nawozów mineralnych i obornika w doświadczeniach wieloletnich. Naw. Nawoz. 2(10): 218–237.
- Mercik S., Stępień M., Stępień W., Sosulski T. 2005. Dynamics of organic carbon content in soil depending on long-term fertilization and crop rotation. Roczn. Glebozn. 56(3–4): 53–59.
- Mercik S., Stępień W. 2005. The most important soil properties and yields of plants in 80 years of static fertilizing experiment in Skierniewice. Fragm. Agron. 22(1): 189–201.
- Ostrowska D., Kucińska K. 1995. Effect of mineral nitrogen applied in differentiated organic fertilization on the yield and quality of sugar beet. Ann. Warsaw Agricult. Univ. –SGGW, Agriculture 29: 67–73.
- Schmidt L., Warnstorff K., Dörfel H., Leirveber P., Lange H., Merbach W. 2000. The influence of fertilization and rotation on soil organic matter and plant yields in the long-term eternal rye trial in Halle (Saale), Germany. J. Plant Nutr. Soil Sci. 163: 639–648.
- Sienkiewicz S., Krzebietke S., Wojnowska T., Panak H., Czapla I. 2005. Technological quality of sugar beets under influence of FYM and potassium fertilization in a permanent field trial. Fragm. Agron. 22(1): 254–263.
- Stępień A., Adamiak J. 2002. Wpływ różnych sposobów nawożenia na plonowanie buraka cukrowego. Roczn. Nauk Roln. Ser. A 116(1–4): 89–100.

- Suwara I., Gawrońska-Kulesza A. 1994. Wpływ wieloletniego nawożenia na właściwości gleby i plonowanie roślin. Cz. II. Plonowanie roślin. Roczn. Nauk Roln. Ser. A 110(3-4): 117-128.
- Urbanowski S. 1999. Wpływ wieloletniego nawożenia na cechy jakościowe płodów rolnych. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 465: 103-112.
- Urbanowski S., Jaskulska I. 2001. Plonowanie roślin oraz zawartość potasu i magnezu w plonach pod wpływem wieloletniego nawożenia tymi składnikami. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 480: 337-344.
- Urbanowski S., Jaskulska I., Urbanowska T. 1999. Zmiany zawartości węgla organicznego oraz makroelementów w glebie pod wpływem wieloletniego nawożenia. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 465: 353-361.
- Wyszyński Z., Kalinowska-Zdun M., Roszkowska B., Ludański Z., Gozdowski D. 2002. Plony i jakość korzeni buraka cukrowego na plantacjach produkcyjnych w zależności od nawożenia mineralnego, pH i zasobności gleb w fosfor i potas. Biul. IHAR 222: 231-238.
- Zimny L., Malak D., Waclawowicz R. 2005. Reakcja buraka cukrowego na różne systemy nawożenia. Fragm. Agron. 22(1): 652-663.

S. MERCIK, S. URBANOWSKI, S. LENART

YIELDING AND QUALITY PARAMETERS OF SUGAR BEETS DEPENDING ON FERTILIZATION IN LONG-TERM EXPERIMENTS

Summary

The publication introduces results of long-term static experiments carried out at Experiment Station of the Agriculture Faculty at Mochełek, that belongs to University of Technology and Life Sciences in Bydgoszcz and of the Experimental Field of SGGW at Chylice belonging to Agronomy Department at University Life Science in Warsaw. Yielding of sugar beets has been elaborated in long-term experiments conducted in following fertilization systems: mineral fertilization (NPK), only manure (FYM), mineral fertilization with manure (FYM+NPK and FYM+CaNPK at Mochełek only). In the trials, except of yields of sugar beets determination, of physical and chemical properties of soil and some quality parameters of plants were determined as well. The soil fertility was much better in Chylice therefore the results of yield of sugar beet and biological yields of sugar were much higher here than in Mochełek. Mineral fertilization NPK only, without liming of soil during many years (pH<4.5) in Mochełek effected very low yielding of sugar beets in 1999. Yields of roots and leaves, biological yields of sugar, yields of recoverable sugar as well as pH and C organic in soil were higher in Chylice than in Mochełek. Differences of those parameters on particular treatments was much higher in Mochełek experiment.