
ANNALES
UNIVERSITATIS MARIAE CURIE-SKŁODOWSKA
LUBLIN – POLONIA

VOL. LX

SECTIO E

2005

Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin, Akademia Podlaska
ul. B. Prusa 14, 08–110 Siedlce, Poland

Danuta Buraczyńska

*Kształtowanie się zawartości suchej masy i makroskładników
w korzeniach i liściach buraka cukrowego
pod wpływem nawożenia organicznego i mineralnego*

The content of dry matter and macroelements in the roots and leaves of sugar beet under
the influence of organic and mineral fertilization

ABSTRACT. The aim of the research carried out in the years 1993–1996 was to determine the effect of organic (farmyard manure, rye straw, green manures based on post-harvest residues as well as on the whole biomass of the catch crop made up of the mixture of red clover and Italian ryegrass with and without the addition of straw) and mineral (0, 400, 600 kg NPK ha⁻¹) fertilization on the content of dry matter and macroelements (N, P, K, Ca, Mg, Na) in the sugar beet leaves and roots. In the paper the effect on the chemical composition of sugar beet biomass of farmyard manure applied with the supplement of straw as well as green manures was compared. A field experiment was carried out at the Experimental Farm in Zawady, on the cereal-fodder strong soils, following the three-replication split-plot design. Independently of the mineral fertilization, the organic manures applied in the sugar beet cultivation, in most cases, significantly increased the dry matter, total nitrogen, potassium and calcium content in the roots, and the dry matter, total nitrogen, potassium, magnesium and sodium content in the beet leaves, compared with the treatment without organic fertilization. Sugar beet fertilization with the rate of 400 kg NPK ha⁻¹ resulted in a significant reduction of dry matter content in the beet roots and leaves and an increase in the total nitrogen, potassium, calcium and sodium content in the roots and leaves and, additionally, the magnesium content in the leaves, compared with the combination without mineral fertilization. The rate of 600 kg NPK ha⁻¹ significantly reduced the dry matter content in the sugar beet roots and leaves and the calcium and sodium content in the leaves compared with the rate of 400 kg NPK ha⁻¹. Moreover, the highest NPK rate increased the total nitrogen and potassium content in the beet roots and leaves and the magnesium content in the leaves. The effect of straw, the whole biomass and post-harvest residues of the catch crop with and without straw on the dry matter content in the sugar beet roots and leaves, the magnesium and sodium content in the roots and phosphorus, po-

tassium, calcium, magnesium and sodium content in the leaves were significantly diverse, when related to the farmyard manure.

KEY WORDS: sugar beet, organic fertilization, mineral fertilization, dry matter, macroelements.

Stosowane nawozy mineralne jak również nawozy organiczne zmieniają nie tylko właściwości fizykochemiczne gleb, ale także skład chemiczny roślin [Draycott, Durrant 1971; Podstawka 1982; Songin, Zwierzykowski 1982; Karczmarczyk i in. 1983a, 1983b; Kopczyński 1986; Gutmański 1992; Mazur, Szagała 1992; Wiatr, Dębicki 1994; Wiśniewski 1994; Ceglarek i in. 1997; Słowiński i in. 1997; Buraczyńska, Ceglarek 2002]. Zasadniczą rolę w racjonalnym nawożeniu roślin i utrzymaniu gleby w stanie wysokiej żyzności spełnia łączne nawożenie organiczne i mineralne [Mazur, Koc 1982; Mazur, Szagała 1992, Buraczyńska, Ceglarek 2002]. Duży udział gleb lekkich w użytkach rolnych oraz zmieniająca się struktura zasiewów z przewagą zbóż wyznaczają potrzebę stosowania nawozów organicznych w większych niż dotychczas dawkach. Utrzymanie należytego bilansu substancji organicznej w glebie jest naczelnym zadaniem gospodarowania w rolnictwie zintegrowanym. Niewystarczająca ilość nawozów organicznych pochodzenia zwierzęcego dyktuje potrzebę wykorzystania innych asortymentów nawozów organicznych [Ceglarek i in. 1997; Mazur, Cieccko 2000; Buraczyńska, Ceglarek 2002].

W piśmiennictwie niewiele jest prac dotyczących roli nawozów zielonych z międzyplonów w kształtowaniu zawartości suchej masy i makroskładników w buraku cukrowym na tle nawożenia mineralnego. Mając powyższe na uwadze, przeprowadzono badania, których celem była ocena działania obornika, słomy, nawozów zielonych z międzyplonów wsiewek bez i z dodatkiem słomy oraz zróżnicowanego nawożenia mineralnego na zawartość suchej masy i makroskładników w korzeniach i liściach buraka cukrowego. W pracy porównano także oddziaływanie obornika z pozostałymi nawozami organicznymi na zmiany w składzie chemicznym biomasy buraka cukrowego.

METODY

Badania polowe przeprowadzono w latach 1993–1996 w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym w Zawadach, na glebie typu czarna ziemia wytworzonej z gliny piaszczystej, zaliczonej do kompleksu zbożowo-pastewnego mocnego, klasy bonitacyjnej IIIb. Cechowała się ona średnią zasobnością w fosfor i magnez przyswajalny (53,7 mg P kg⁻¹ gleby, 53,0 mg Mg kg⁻¹ gleby), niską w potas

(72,2 mg K kg⁻¹ gleby) oraz obojętnym odczynem (pH w KCl 7,0). Doświadczenie założono w układzie *split-plot* w trzech powtórzeniach. Powierzchnia poletka do zbioru wynosiła 21,6 m². Badano dwa czynniki: I. Nawożenie organiczne: 1. Obiekt kontrolny (bez nawożenia organicznego). 2. Obornik. 3. Słoma. 4. Cała biomasa międzyplonu wsiewki mieszanki koniczyny czerwonej z życią wielokwiatową. 5. Cała biomasa międzyplonu wsiewki mieszanki koniczyny czerwonej z życią wielokwiatową + słoma. 6. Resztki poźniwne międzyplonu wsiewki mieszanki koniczyny czerwonej z życią wielokwiatową. 7. Resztki poźniwne międzyplonu wsiewki mieszanki koniczyny czerwonej z życią wielokwiatową + słoma. II. Nawożenie mineralne w kg NPK na ha: 0 (bez nawożenia), 400 (130 N + 100 P₂O₅ + 170 K₂O), 600 (195 N + 150 P₂O₅ + 255 K₂O) (w pracy napisane jako NPK).

Szczegółowy opis doświadczenia, warunki pogodowe, wartość nawozową obornika, słomy i międzyplonów wsiewek, a także plon i jakość przetwórczą buraka cukrowego przedstawiono we wcześniejszej pracy Buraczyńskiej i Ceglarka [2003]. Wartość nawozową przyoranych jesienią pod burak cukrowy nawozów organicznych określono w latach 1993–1995. Natomiast w latach 1994–1996 uprawiano burak cukrowy.

W czasie zbioru buraka cukrowego z każdego obiektu pobrano średnie próby korzeni i liści, w których oznaczono zawartość suchej masy metodą suszarkowo-wagową. W suchej masie korzeni i liści buraka cukrowego oznaczono zawartość: azotu ogółem – metodą Kjeldahla, fosforu – metodą wanadowo-molibdenową, potasu, sodu i wapnia – metodą fotometrii płomieniowej, magnezu – metodą absorpcji atomowej. Dane eksperymentalne opracowano statystycznie metodą analizy wariancji, a istotność różnic oceniono testem Tukeya przy poziomie $\alpha = 0,05$.

WYNIKI

Uwzględniając nawożenie organiczne, stwierdzono, że korzenie buraka cukrowego z obiektów nawożonych obornikiem, słomą, całą biomasą międzyplonu wsiewki z dodatkiem słomy oraz resztkami poźniwnymi międzyplonu wsiewki bez i z dodatkiem słomy, a także liście buraka cukrowego z wszystkich kombinacji nawożonych organicznie zawierały istotnie więcej suchej masy niż korzenie i liście buraka z obiektu bez nawożenia organicznego (tab. 1). Ceglarek i in. [1985, 1995] oraz Kopczyński [1986] udowodnili także wzrost zawartości suchej masy w korzeniach i liściach buraka cukrowego nawożonego organicznie w porównaniu z obiektem bez nawożenia organicznego, bowiem stosowane pod burak cukrowy nawozy organiczne w odniesieniu do kombinacji kontrolnej

Tabela 1. Zawartość suchej masy w korzeniach i liściach buraka cukrowego średnio z lat 1994–1996
 Table 1. Content of dry matter in sugar beet roots and leaves, mean for 1994–1996

Nawożenie organiczne Organic fertilization	Korzenie Roots				Liście Leaves			
	Nawożenie mineralne Mineral fertilization kg NPK ha ⁻¹							
	0	400	600	Srednio Mean	0	400	600	Srednio Mean
	%							
1. Obiekt kontrolny Control treatment	23,06	22,71	22,16	22,64	14,61	14,16	13,39	14,05
2. Obornik Farmyard manure	23,27	23,07	22,78	23,04	14,77	14,51	14,11	14,46
3. Słoma Straw	23,18	22,92	22,53	22,88	14,69	14,34	13,79	14,27
4. Cała biomasa międzyplonu wsiewki Whole biomass of underplant catch crop	23,12	22,84	22,40	22,79	14,65	14,28	13,70	14,21
5. Cała biomasa międzyplonu wsiewki + słoma Whole biomass of underplant catch crop + straw	23,14	22,89	22,48	22,84	14,67	14,34	13,80	14,27
6. Resztki poźniwne międzyplonu wsiewki Post-harvest residues of underplant catch crop	23,21	22,97	22,62	22,93	14,71	14,42	13,95	14,36
7. Resztki poźniwne międzyplonu wsiewki + słoma + straw	23,25	23,04	22,74	23,01	14,77	14,53	14,15	14,48
Srednio Mean	23,18	22,92	22,53	-	14,70	14,37	13,84	-
NIR _{0,05} LSD _{0,05}								
Nawożenie organiczne Organic fertilization				0,17				0,15
Nawożenie mineralne Mineral fertilization				0,06				0,05
Nawożenie organiczne x Nawożenie mineralne Organic fertilization x Mineral fertilization				0,19				0,18

stwarzają lepsze warunki do osiągnięcia dojrzałości fizjologicznej buraka. Nawożenie całą biomasa międzyplonu wsiewki bez i z dodatkiem słomy w porównaniu z obornikiem spowodowało istotny spadek zawartości suchej masy w korzeniach i liściach buraka cukrowego, a nawożenie słomą wpłynęło na istotny spadek zawartości suchej masy w liściach. Różnice w oddziaływaniu obornika, słomy i nawozów zielonych z międzyplonu wsiewki bez i z dodatkiem słomy na zawartość suchej masy w korzeniach i liściach buraka cukrowego wiążą się z szybkością mineralizacji przyorywanej masy organicznej. W doświadczeniu Słowińskiego i in. [1995] stosowane pod burak cukrowy nawozy zielone z międzyplonów ścierniskowych na glebie zaliczanej do kompleksu pszennego dobrego o średniej i wysokiej zasobności w przyswajalne składniki pokarmowe nie modyfikowały istotnie zawartości suchej masy w korzeniach i liściach buraka w stosunku do obornika, bowiem dynamikę rozkładu substancji organicznej warunkuje m. in. jej skład chemiczny oraz warunki glebowo-klimatyczne [Nowak 1983; Dziadowiec 1987; Wiatr, Dębicki 1994; Mazur, Ciećko 2000].

Niezależnie od nawożenia organicznego zastosowanie pod burak cukrowy 400 kg NPK ha⁻¹ przyczyniło się do istotnego spadku zawartości suchej masy w korzeniach (o 0,26%) i liściach (o 0,33%) buraka w odniesieniu do obiektu bez nawożenia mineralnego (tab. 1). Zwiększenie dawki nawozów mineralnych z 400 do 600 kg NPK ha⁻¹ spowodowało dalszy istotny spadek zawartości suchej masy w korzeniach (o 0,39%) i liściach (o 0,53%) buraka cukrowego. Analogiczne zróżnicowanie zawartości suchej masy w biomacie buraka cukrowego pod wpływem wzrastającego nawożenia mineralnego wykazali także inni autorzy [Dzieżycowa 1976; Karczmarczyk i in. 1983a; Ceglarek i in. 1985, 1995; Seredyn i Kowalski 1990]. Natomiast w badaniach Szklarza i Wójcik [1982] oraz Kalinowskiej-Zdun i in. [1987] poziom nawożenia mineralnego NPK nie modyfikował istotnie zawartości suchej masy w korzeniach buraka cukrowego.

Ze współdziałania czynników doświadczenia wynika, że w kombinacjach bez nawożenia mineralnego z badanymi nawozami organicznymi tylko obornik, w porównaniu z obiektem bez nawożenia organicznego, powodował istotny wzrost zawartości suchej masy w korzeniach buraka cukrowego (tab. 1). Na obiektach nawożonych dawką 400 kg NPK ha⁻¹ zastosowanie pod burak cukrowy obornika oraz resztek poźniwnych międzyplonu wsiewki bez i z dodatkiem słomy przyczyniło się do istotnego wzrostu zawartości suchej masy w korzeniach i liściach buraka, a przyoranie słomy zwiększyło istotnie zawartość suchej masy w liściach w stosunku do obiektu bez nawożenia organicznego. W kombinacjach nawożonych dawką 600 kg NPK ha⁻¹ wszystkie nawozy organiczne, w odniesieniu do obiektu bez nawożenia organicznego, wpłynęły istotnie na wzrost zawartości suchej masy w korzeniach i liściach buraka cukrowego. Interakcję nawożenia organicznego z mineralnym w kształtowaniu zawartości suchej masy

w korzeniach i liściach buraka cukrowego przedstawiono także we wcześniejszych pracach Ceglarka i in. [1985, 1995].

Tabela 2. Zawartość makroskładników w korzeniach buraka cukrowego
średnio z lat 1994–1996

Table 2. Content of macroelements in sugar beet roots, mean for 1994–1996

Nawożenie organiczne Organic fertilization	Nawożenie mineralne Mineral fertilization kg NPK ha ⁻¹	Pierwiastek Element					
		N	P	K	Ca	Mg	Na
		%					
1. Obiekt kontrolny Control treatment	0	0,593	0,090	0,563	0,170	0,147	0,028
	400	0,657	0,113	0,680	0,190	0,160	0,045
	600	0,750	0,137	0,747	0,157	0,167	0,033
	Średnio Mean	0,667	0,113	0,663	0,172	0,158	0,035
2. Obornik Farmyard manure	0	0,687	0,127	0,657	0,203	0,163	0,038
	400	0,787	0,137	0,747	0,250	0,173	0,061
	600	0,837	0,150	0,813	0,220	0,187	0,051
	Średnio Mean	0,770	0,138	0,739	0,224	0,174	0,050
3. Słoma Straw	0	0,643	0,103	0,627	0,177	0,150	0,026
	400	0,743	0,127	0,710	0,227	0,170	0,039
	600	0,793	0,137	0,760	0,187	0,183	0,035
	Średnio Mean	0,726	0,122	0,699	0,197	0,168	0,033
4. Cała biomasa międzyplonu wsiewki Whole biomass of underplant catch crop	0	0,707	0,133	0,680	0,230	0,173	0,032
	400	0,800	0,147	0,803	0,263	0,187	0,049
	600	0,870	0,163	0,823	0,243	0,197	0,041
	Średnio Mean	0,792	0,148	0,769	0,245	0,186	0,041
5. Cała biomasa międzyplonu wsiewki + słoma Whole biomass of underplant catch crop + straw	0	0,743	0,147	0,697	0,240	0,190	0,031
	400	0,847	0,163	0,813	0,283	0,197	0,049
	600	0,913	0,163	0,853	0,273	0,207	0,045
	Średnio Mean	0,834	0,158	0,788	0,265	0,198	0,042
6. Resztki poźniwne międzyplonu wsiewki Post-harvest residues of underplant catch crop	0	0,627	0,113	0,640	0,203	0,167	0,023
	400	0,743	0,133	0,720	0,243	0,173	0,043
	600	0,787	0,147	0,797	0,223	0,187	0,034
	Średnio Mean	0,719	0,131	0,719	0,223	0,176	0,033
7. Resztki poźniwne międzyplonu wsiewki + słoma Post-harvest residues of underplant catch crop + straw	0	0,680	0,123	0,663	0,230	0,170	0,027
	400	0,793	0,143	0,767	0,280	0,183	0,049
	600	0,843	0,157	0,817	0,243	0,187	0,033
	Średnio Mean	0,772	0,141	0,749	0,251	0,180	0,036
Średnio Mean	0	0,669	0,119	0,647	0,208	0,166	0,029
	400	0,767	0,138	0,749	0,248	0,178	0,048
	600	0,828	0,151	0,801	0,221	0,188	0,039
NIR _{0,05} LSD _{0,05}							
Nawożenie organiczne Organic fertilization		0,064	0,031	0,068	0,042	0,023	0,013
Nawożenie mineralne Mineral fertilization		0,048	ni	0,042	0,034	ni	0,011
			ns			ns	
Nawożenie organiczne x Nawożenie mineralne Organic fertilization x Mineral fertilization		0,072	ni	0,073	ni	ni	0,015
			ns		ns	ns	

Tabela 3. Zawartość makroskładników w liściach buraka cukrowego średnio z lat 1994–1996

Table 3. Content of macroelements in sugar beet leaves, mean for 1994–1996

Nawożenie organiczne Organic fertilization	Nawożenie mineralne Mineral fertilization kg NPK ha ⁻¹	Pierwiastek Element					
		N	P	K	Ca	Mg	Na
		%					
1. Obiekt kontrolny Control treatment	0	2,440	0,257	4,200	1,183	0,480	0,998
	400	2,583	0,287	4,407	1,463	0,537	1,098
	600	2,810	0,307	4,667	1,430	0,550	1,041
	Średnio Mean	2,611	0,284	4,425	1,359	0,522	1,046
2. Obornik Farmyard manure	0	2,517	0,280	4,400	1,337	0,490	1,087
	400	2,783	0,300	4,623	1,440	0,550	1,330
	600	3,027	0,323	4,897	1,333	0,613	1,300
	Średnio Mean	2,776	0,301	4,640	1,370	0,551	1,239
3. Słoma Straw	0	2,497	0,273	4,360	1,367	0,570	1,057
	400	2,747	0,283	4,607	1,590	0,620	1,127
	600	2,960	0,323	4,890	1,350	0,660	1,087
	Średnio Mean	2,735	0,293	4,619	1,436	0,617	1,090
4. Cała biomasa międzyplonu wsiewki Whole biomass of underplant catch crop	0	2,627	0,293	4,737	1,280	0,567	1,053
	400	2,847	0,313	4,980	1,570	0,637	1,277
	600	3,037	0,313	5,250	1,350	0,683	1,150
	Średnio Mean	2,837	0,306	4,989	1,400	0,629	1,160
5. Cała biomasa międzyplonu wsiewki + słoma Whole biomass of underplant catch crop + straw	0	2,690	0,283	4,750	1,423	0,617	1,093
	400	2,903	0,297	4,993	1,593	0,670	1,267
	600	3,073	0,307	5,273	1,423	0,677	1,183
	Średnio Mean	2,889	0,296	5,005	1,480	0,655	1,181
6. Resztki późniwne międzyplonu wsiewki Post-harvest residues of underplant catch crop	0	2,487	0,243	4,520	1,270	0,547	1,010
	400	2,733	0,270	4,743	1,557	0,647	1,210
	600	2,927	0,297	5,033	1,293	0,653	1,087
	Średnio Mean	2,716	0,270	4,765	1,373	0,616	1,102
7. Resztki późniwne międzyplonu wsiewki + słoma Post-harvest residues of underplant catch crop + straw	0	2,560	0,263	4,590	1,287	0,577	1,037
	400	2,830	0,293	4,823	1,570	0,657	1,217
	600	3,030	0,303	5,127	1,367	0,677	1,107
	Średnio Mean	2,807	0,286	4,847	1,408	0,637	1,120
Średnio Mean	0	2,545	0,270	4,508	1,307	0,550	1,048
	400	2,775	0,292	4,739	1,540	0,617	1,218
	600	2,981	0,310	5,020	1,364	0,645	1,136
NIR _{0,05} LSD _{0,05}							
Nawożenie organiczne Organic fertilization		0,118	0,022	0,157	0,079	0,033	0,044
Nawożenie mineralne Mineral fertilization		0,053	ni ns	0,070	0,039	0,021	0,032
Nawożenie organiczne x Nawożenie mineralne Organic fertilization x Mineral fertilization		0,161	0,024	0,182	0,110	0,042	0,067

Analizując nawożenie organiczne, udowodniono, że obornik, cała biomasa międzyplonu wsiewki bez i z dodatkiem słomy, a także resztki późniwne międzyplonu wsiewki z dodatkiem słomy w porównaniu z obiektem bez nawożenia organicznego istotnie zwiększyły zawartość azotu ogółem (od 0,103 do 0,167%)

i potasu (od 0,076 do 0,125%) w korzeniach buraka cukrowego (tab. 2). Istotny wzrost zawartości fosforu (od 0,035 do 0,045%) i magnezu (od 0,028 do 0,040%) stwierdzono w korzeniach buraka cukrowego nawożonego całą biomasą międzyplonu wsiewki bez i z dodatkiem słomy w odniesieniu do zawartości tych składników w korzeniach z obiektu bez nawożenia organicznego. Zawartość wapnia w korzeniach buraka cukrowego z obiektu z obornikiem, a także z całą biomasą i resztkami poźniwnymi międzyplonu wsiewki bez i z dodatkiem słomy oraz zawartość sodu w korzeniach z kombinacji z obornikiem była istotnie większa od zawartości tych pierwiastków w korzeniach buraka z obiektu bez nawożenia organicznego. W badaniach Songina i Zwierzykowskiego [1982] również pod wpływem nawożenia obornikiem i zielonym nawozem z roślin niemotylikowatych wysiewanych w międzyplonach ścierniskowych zmieniała się zawartość składników pokarmowych w korzeniach buraka cukrowego. Nawozy organiczne stanowią bowiem źródło wszystkich niezbędnych dla roślin składników pokarmowych [Wiśniewski 1994; Mazur, Ciećko 2000]. Uwalniane w procesie mineralizacji substancji organicznej składniki pokarmowe są systematycznie pobierane przez rośliny następcze [Wiatr, Dębicki 1994; Duer, Jończyk 1998]. Burak cukrowy jest rośliną dobrze wykorzystującą nawozy organiczne, z których składniki pokarmowe uwalniane są powoli i udostępniane w okresie całego sezonu wegetacyjnego [Micznyński i Siwicki 1962; Gutmański 1992; Wiśniewski 1994].

Korzenie buraka cukrowego z kombinacji z obornikiem zawierały istotnie mniej magnezu niż korzenie z obiektu z całą biomasą międzyplonu wsiewki z dodatkiem słomy, a więcej sodu od korzeni buraka nawożonego słomą oraz resztkami poźniwnymi międzyplonu wsiewki bez i z dodatkiem słomy. Rezultaty badań Słowińskiego i in. [1997] wskazują na zróżnicowane oddziaływanie obornika i nawozów zielonych z międzyplonów ścierniskowych na zawartość azotu, fosforu, potasu, wapnia i magnezu w korzeniach buraka cukrowego, bowiem tempo rozkładu i mineralizacji masy organicznej nawozów zielonych z międzyplonów jest szybsze niż obornika [Micznyński i Siwicki 1962].

Nawożenie buraka cukrowego dawką 400 kg NPK ha⁻¹ niezależnie od nawożenia organicznego spowodowało istotny wzrost zawartości azotu ogółem (o 0,098%), potasu (o 0,102%), wapnia (o 0,040%) i sodu (o 0,019%) w korzeniach buraka cukrowego w stosunku do zawartości tych składników w korzeniach z obiektu bez nawożenia mineralnego (tab. 2). Zastosowanie 600 kg NPK ha⁻¹, w odniesieniu do 400 kg NPK ha⁻¹, wpłynęło na istotny wzrostu zawartości azotu ogółem (o 0,061%) i potasu (o 0,052%) w korzeniach buraka cukrowego. Zależność ta jest zbieżna z wynikami badań Dzieżycowej [1976], Mazura i Koca

[1982], Songina i Zwierzykowskiego [1982], Karczmarczyka i in. [1983b] oraz Mazura i Szagały [1992].

Oddziaływanie nawozów organicznych na zawartość azotu ogółem, potasu i sodu w korzeniach buraka cukrowego było istotnie różnicowane przez nawożenie mineralne (tab. 2). Do podobnych konkluzji doszedł Mazur i Koc [1982] oraz Mazur i Szagała [1992].

W badaniach własnych, analogicznie jak w doświadczeniu Dzieżycowej [1976], Mazura i Koca [1982], Songina i Zwierzykowskiego [1982], Karczmarczyka i in. [1983b], Wiśniewskiego [1994] oraz Słowińskiego i in. [1997], zawartość składników pokarmowych w liściach była większa niż w korzeniach (tab. 2, 3). Stosowane nawozy organiczne niezależnie od nawożenia mineralnego istotnie modyfikowały zawartość makroskładników w liściach buraka cukrowego (tab. 3). Zawartość azotu ogółem w liściach buraka cukrowego z kombinacji nawożonych organicznie, z wyjątkiem obiektu z resztkami poźniwnymi międzyplonu wsiewki, była istotnie większa (od 0,124 do 0,278%) niż w liściach z kombinacji bez nawożenia organicznego. Zdaniem Gutmańskiego [1992] nawożenie obornikiem powoduje wzrost zawartości azotu i pozostałych makroskładników w liściach buraka cukrowego. Przyorane pod burak cukrowy nawozy organiczne w odniesieniu do obiektu bez nawożenia organicznego nie zmieniały istotnie zawartości fosforu, natomiast zwiększały istotnie zawartość potasu (od 0,194 do 0,580%) w liściach buraka. Zawartość fosforu w liściach buraka cukrowego nawożonego obornikiem była istotnie większa niż w liściach z obiektu z resztkami poźniwnymi międzyplonu wsiewki. Istotny wzrost zawartości potasu stwierdzono w liściach buraka cukrowego nawożonego całą biomasa międzyplonu wsiewki bez i z dodatkiem słomy oraz resztkami poźniwnymi międzyplonu wsiewki z dodatkiem słomy, a wapnia w liściach z kombinacji z całą biomasa międzyplonu wsiewki z dodatkiem słomy w odniesieniu do zawartości tych składników mineralnych w liściach z obiektu z obornikiem. Tylko liście buraka cukrowego nawożonego całą biomasa międzyplonu wsiewki z dodatkiem słomy zawierały istotnie więcej wapnia (o 0,121%) od liści z obiektu bez nawożenia organicznego. Zawartość magnezu w liściach buraka cukrowego z kombinacji z obornikiem, a także zawartość sodu w liściach z obiektu ze słomą była zbliżona do zawartości tych składników w liściach z kombinacji bez nawożenia organicznego. Natomiast pozostałe nawozy organiczne w odniesieniu do obiektu bez nawożenia organicznego zwiększały istotnie zawartość magnezu (od 0,094 do 0,133%) i sodu (od 0,056 do 0,193%) w liściach buraka cukrowego. Oddziaływanie obornika na zawartość magnezu w liściach buraka cukrowego było istotnie mniejsze, a na zawartość sodu istotnie większe niż słomy, całej biomasy i resztek poźniwnych międzyplonu wsiewki bez i z dodatkiem słomy. Także Słowiński i in. [1997] stwierdzili różnice w działaniu obornika i nawozów zielo-

nych z międzyplonów na zawartość makroskładników w liściach buraka cukrowego. Zmiany w zawartości składników pokarmowych w liściach buraka cukrowego nawożonego obornikiem i zielonymi nawozami z międzyplonów ścierniskowych w porównaniu z kombinacją bez nawożenia organicznego wykazali także Songin i Zwierzykowski [1982]. Były one jednak mniej wyraźne niż w korzeniach buraka.

Zastosowanie 400 kg NPK ha⁻¹ przyczyniło się do istotnego wzrostu zawartości azotu ogółem (o 0,230%), potasu (o 0,231%), wapnia (o 0,233%), magnezu (o 0,067%) i sodu (o 0,170%) w liściach buraka cukrowego w porównaniu z zawartością tych składników w liściach z kombinacji bez nawożenia mineralnego niezależnie od nawożenia organicznego (tab. 3). Dawka 600 kg NPK ha⁻¹ w odniesieniu do dawki 400 kg NPK ha⁻¹ spowodowała istotny wzrost zawartości azotu ogółem (o 0,206%), potasu (o 0,281%) i magnezu (o 0,028%), a spadek zawartości wapnia (o 0,176%) i sodu (o 0,082%) w liściach buraka cukrowego. Podobne zmiany w zawartości składników pokarmowych w liściach buraka cukrowego w zależności od poziomu nawożenia mineralnego stwierdziło wielu autorów [Dzieżycowa 1976; Mazur, Koc 1982; Songin, Zwierzykowski 1982; Karczmarczyk i in. 1983a; Mazur, Szagała 1992].

W badaniach własnych rodzaj nawozu organicznego zmieniał istotnie zawartość makroskładników w korzeniach i liściach buraka cukrowego. Nawozy organiczne wprowadziły bowiem do gleby zróżnicowane ilości masy organicznej i składników pokarmowych [Ceglarek i in. 1997; Buraczyńska, Ceglarek 2003]. Najuboższe w makroskładniki, poza obiektem bez nawożenia organicznego, były korzenie i liście buraka cukrowego z kombinacji ze słomą. Jednak różnice w zawartości składników pokarmowych nie zawsze były udowodnione statystycznie. Słoma dostarczyła do gleby najmniej masy organicznej i makroskładników [Ceglarek i in. 1997; Buraczyńska, Ceglarek 2003]. Ponadto nawozy organiczne w różnym stopniu ulegają w glebie procesom mineralizacji i humifikacji [Micyński, Siwicki 1962; Nowak 1983; Wiatr, Dębicki 1994; Mazur, Ciećko 2000]. Wpływ nawożenia na skład chemiczny roślin związany jest także z kompleksem czynników warunkujących wzrost i rozwój roślin jak również z właściwościami gatunkowymi tych roślin i ich częściami użytkowymi [Songin, Zwierzykowski 1982; Karczmarczyk i in. 1983a, b; Gutmański 1992].

W niniejszym doświadczeniu, podobnie jak w badaniach Mazura i Koca [1982] oraz Mazura i Szagały [1992], wpływ nawozów organicznych na zawartość makroskładników w liściach buraka cukrowego był istotnie uzależniony od stosowanych dawek nawozów mineralnych (tab. 3).

WNIOSKI

1. W warunkach glebowo-klimatycznych środkowowschodniej Polski stosowane pod burak cukrowy nawozy organiczne (obornik, słoma, cała biomasa i resztki poźniwne międzyplonu wsiewki bez i z dodatkiem słomy) niezależnie od nawożenia mineralnego zmieniają istotnie zawartość suchej masy i makroskładników w korzeniach i liściach buraka.

2. Nawożenie buraka cukrowego dawką 400 kg NPK ha⁻¹ w odniesieniu do kombinacji bez nawożenia mineralnego zmniejsza istotnie zawartość suchej masy w korzeniach i liściach buraka, a zwiększa zawartość azotu ogółem, potasu, wapnia i sodu w korzeniach oraz w liściach, a także magnezu w liściach buraka. Dawka 600 kg NPK ha⁻¹ w porównaniu z 400 kg NPK ha⁻¹ powoduje istotny spadek zawartości suchej masy w korzeniach i liściach buraka cukrowego oraz spadek zawartości wapnia i sodu w liściach, a wzrost zawartości azotu ogółem i potasu w korzeniach i liściach oraz magnezu w liściach.

3. Działanie nawozów organicznych na zawartość suchej masy, azotu ogółem, potasu i sodu w korzeniach oraz liściach buraka cukrowego, a także na zawartość fosforu, wapnia i magnezu w liściach zależy od zastosowanych dawek nawozów mineralnych.

4. Wpływ słomy, całej biomasy i resztek poźniwnych międzyplonu wsiewki bez i z dodatkiem słomy na zawartość suchej masy w korzeniach i liściach buraka cukrowego, zawartość magnezu i sodu w korzeniach oraz zawartość fosforu, potasu, wapnia, magnezu i sodu w liściach w odniesieniu do obornika jest istotnie zróżnicowany.

PIŚMIENNICTWO

- Buraczyńska D., Ceglarek F. 2002. Plon i jakość buraka cukrowego w warunkach zróżnicowanego nawożenia organicznego i mineralnego. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 1, 2, 93–105.
- Buraczyńska D., Ceglarek F. 2003. Wpływ nawożenia organicznego i mineralnego na jakość przetwórczą korzeni buraka cukrowego. *Annales UMCS*, 58, Sec. E, 141–153.
- Ceglarek F., Buraczyńska D., Płaza A. 1997. Reakcja buraka cukrowego na nawożenie obornikiem, słomą i międzyplonami wsiewek. *Fragm. Agron.* 4, 18–26.
- Ceglarek F., Gąsiorowski A., Gąsiorowska B. 1985. Wpływ zróżnicowanego nawożenia organicznego i mineralnego na wysokość i jakość plonu buraków cukrowych. *Zesz. Nauk. WSRP w Siedlcach*, 5, 51–67.
- Ceglarek F., Gąsiorowska B., Zarzecka K. 1995. Plonowanie i wartość technologiczna buraka cukrowego w zależności od zróżnicowanego nawożenia organicznego i nawożenia mineralnego. *Zesz. Nauk. WSRP w Siedlcach*, 39, 57–71.
- Draycott A. P., Durrant M. J. 1971. Effect of nitrogen fertilizer, plant population and irrigation on sugar beet. *J. Agric. Sci. Camb.* 76, 2, 269–275.

- Duer I., Jończyk K. 1998. Nawożenie pod ziemniak uprawiany w gospodarstwach ekologicznych. *Fragm. Agron.* 1, 57, 85–95.
- Dziadowiec H. 1987. Przemiany w glebie słomy zbóż stosowanej jako nawóz organiczny i jej agrokologiczne działanie. *Post. Nauk. Rol.* 4, 39–58.
- Dzięycowa D. 1976. Wpływ nawadniania, różnych dawek NPK i różnego stosunku N : P : K na wysokość i jakość plonu buraków cukrowych, buraków pastewnych i ziemniaków. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 181, 303–321.
- Gutmański I. 1992. Działanie wapna, obornika i terminu zbioru na efektywność dawek azotu stosowanych pod buraki cukrowe. Cz. 2. Zawartość składników pokarmowych w siewkach i liściach buraka cukrowego. *Biul. IHAR* 184, 105–118.
- Kalinowska-Zdun M., Broniecka B., Podlaska J. 1987. Wpływ odmiany, formy użytkowej, obsady roślin i nawożenia na plonowanie i wartość pastewną buraków. Cz. 1. Wielkość i zmienność plonowania. *Rocz. Nauk Rol., Ser. A*, 106, 3, 109–125.
- Karczmarczyk S., Koszański Z., Laskowski S., Nowicka S., Zbieć I. 1983a. Porównanie plonowania ziemniaków i buraków cukrowych uprawianych na glebie lekkiej z zastosowaniem deszczowania i zróżnicowanego nawożenia mineralnego. Cz. 4. Zawartość składników pokarmowych oraz wartość pastewna plonu. *Zesz. Nauk. AR w Szczecinie*, 100, Rol. 31, 77–85.
- Karczmarczyk S., Koszański Z., Nowicka S., Zbieć I. 1983b. Porównanie plonowania ziemniaków i buraków cukrowych uprawianych na glebie lekkiej z zastosowaniem deszczowania i zróżnicowanego nawożenia mineralnego Cz. 3. Zawartość składników mineralnych w plonie. *Zesz. Nauk. AR w Szczecinie*, 100, Rol. 31, 67–75.
- Kopczyński J. 1986. Wpływ nawozu zielonego z poplonu żyta ozimego i rzepaku na plonowanie oraz zmiany niektórych cech jakości buraka cukrowego. *Rozprawy* 101, AR w Szczecinie.
- Mazur T., Ciećko Z. 2000. Nawożenie organiczne w zintegrowanym rolnictwie. *Folia Univ. Agric. Stetin*, 211, *Agricultura* 84, 285–288.
- Mazur T., Koc J. 1982. Wpływ nawożenia mineralnego i organicznego stosowanego w zmianowaniu na plon roślin i ich skład chemiczny. *Zesz. Nauk. ART w Olsztynie*, Rol. 34, 119–133.
- Mazur T., Szagała J. 1992. Wpływ wieloletniego nawożenia organicznego i mineralnego na plon i skład chemiczny roślin. Cz. 2. Zawartość azotu, fosforu i potasu w roślinach oraz bilans tych składników. *Rocz. Gleb.* 43, 1/2, 89–98.
- Miczyński J., Siwicki S. 1962. Międzyplony nawozowe w uprawie buraka cukrowego. Cz. 3. Różne poplony ścierniskowe i ich działanie następcze. *Rocz. Nauk Rol., Ser. A*, 87, 1, 63–89.
- Nowak W. 1983. Wpływ nawożenia zieloną masą i resztkami poźniwnymi łubinu na plon i skład chemiczny roślin. *Zesz. Nauk. AR w Szczecinie*, 100, Rol. 31, 163–174.
- Podstawka E. 1982. Studia nad deszczowaniem i nawożeniem mineralnym buraków cukrowych na rędzinie. *Rozprawy Naukowe* 76, AR w Lublinie.
- Seredyn Z., Kowalski M. 1990. Wpływ nawożenia NPK i obsady roślin na plonowanie odmian buraka cukrowego. *Fragm. Agron.* 2, 26, 48–55.
- Słowiński H., Prośba-Białczyk U., Pytlarz-Kozicka M. 1995. Wpływ nawożenia na plon buraka cukrowego. *Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu*, 262, Rol. 63, 45–54.
- Słowiński H., Prośba-Białczyk U., Pytlarz-Kozicka M., Nowak W. 1997. Wpływ nawożenia organicznego i mineralnego na zawartość makroskładników i cukru w buraku cukrowym. *Biul. IHAR* 202, 149–157.
- Songin W., Zwierzykowski M. 1982. Wpływ niektórych czynników przyrodniczych i agrotechnicznych na zróżnicowanie zawartości N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, i Cu w ziemniakach, burakach i kukurydzy. Cz. 2. Zróżnicowanie w zależności od deszczowania, nawożenia oraz niektórych czynników agrotechnicznych. *Zesz. Nauk. AR w Szczecinie*, 92, Rol. 27, 179–187.

- Szklarz J., Wójcik S. 1982. Badania cech fizycznych i plonowania buraków cukrowych na tle zróżnicowanego nawożenia mineralnego. *Rocz. Nauk Rol., Ser. A*, 105, 2, 107–119.
- Wiatr J., Dębicki R. 1994. Następce oddziaływanie różnych materiałów organicznych na glebę i roślinę. *Cz. 2. Skład chemiczny roślin. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 407, 65–70.
- Wiśniewski W. 1994. Dynamika wzrostu i pobierania składników pokarmowych przez buraki cukrowe i pastewne z uwzględnieniem ich jakości. *Hod. Rośl. Aklim. i Nasien.* 38, 1/2, 3–41.

Badania wykonano w ramach projektu nr 5 PO6B 014 09 finansowanego przez KBN.