

WŁADYSŁAW NOWAK**JÓZEF SOWIŃSKI****MARIA PYTLARZ-KOZICKA**

Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin

Akademia Rolnicza, Wrocław

Zmiany ilości azotu mineralnego w glebie podczas wegetacji buraka cukrowego oraz plony korzeni i cukru w zależności od nawożenia organicznego i azotowego

The changes of mineral nitrogen amount in soil during sugar beet vegetation, root and sugar yields depending on organic and nitrogen fertilization

W latach 1994–1997 przeprowadzono doświadczenia polowe z uprawą buraka cukrowego. Porównywano działanie nawozowe dwóch poplonów (bobik i gorczyca biała) na tle obornika, oraz zróżnicowanych dawek azotu: 0, 60, 120 i 180 kg na ha. Najwięcej substancji organicznej i azotu wprowadzono do gleby z obornikiem a najmniej z gorczycą. W okresie wegetacyjnym pobierano 4-krotnie próby gleby do oznaczenia zawartości azotu mineralnego w odstępach 2 miesięcznych, z warstwy do 40 cm. W dojrzałości technicznej buraka określono plony korzeni i liści, w korzeniach oznaczono zawartość cukru oraz azotu ogółem w korzeniach i liściach. Z porównywanych nawozów organicznych najwięcej azotu mineralnego w glebie stwierdzono po przyoraniu bobiku. Niezależnie od nawożenia organicznego i dawki azotu, największe ilości azotu mineralnego stwierdzono w drugim terminie pobrania prób gleby (czerwiec), po czym następowało zdecydowane zmniejszanie jego ilości w kolejnych terminach. Z nawozów organicznych najkorzystniej na wielkość plonów korzeni buraka i cukru oddziaływał bobik. Porównanie działania plonotwórczego dawek azotu wykazało, że najwyższy plon korzeni i cukru uzyskano na najwyższej dawce azotu. W porównaniu do dawki 120 kg przyrost plonu był jednak na granicy istotności. Nagromadzenie azotu w plonie korzeni i liści wahało się od 180 kg (kontrola) do 292 kg po zastosowaniu 180 kg azotu na ha.

Słowa kluczowe: azot mineralny, burak cukrowy, dawki azotu, nawożenie organiczne, plony

In the years 1994–1997, a field experiment was carried out on sugar beet cultivation. The nutritional effects of two after crops (horse bean and white mustard) were compared against the manure effect, with diversified nitrogen doses per ha: 0, 60, 120 and 180 kg. The largest amount of organic matter and nitrogen was put into the soil with manure, and the smallest with mustard. During vegetation soil samples were taken from 40 cm soil layer 4 times at 2-month intervals in order to determine the content of mineral nitrogen. At beet technical maturity the yields of roots and leaves were determined, as well as sugar content in roots and general nitrogen in roots and leaves. Of the organic fertilizers compared,

the largest amount of nitrogen was found in the soil where bean was ploughed over. Irrespective of organic fertilization and nitrogen dose, the largest amount of mineral nitrogen was found in the second soil sampling (June), which was followed by a distinct drop in the successive soil samplings. Of the organic fertilizers tested, horse bean was found to affect the yield of roots and leaves most favourably. Comparison of the effects of nitrogen on yield has revealed that the highest yield of roots and sugar was obtained with the largest dose of nitrogen. When compared with the 120 kg dose, the yield increase was, however, on the verge of significance. Nitrogen accumulation in the yield of roots and leaves varied between 180 kg (control) and 292 kg after 180 kg of nitrogen per ha.

Key words: mineral nitrogen, nitrogen doses, organic fertilization, sugar beet, yields

WSTĘP

Nawożenie organiczne i mineralne jest głównym czynnikiem determinującym plonowanie i jakość technologiczną korzeni buraka cukrowego. Szczególne znaczenie ma azot, który jest składnikiem najsilniej oddziałującym. Nieracjonalne stosowanie tego składnika powoduje jednak szereg niekorzystnych zmian w roślinie i środowisku glebowym. Nagromadzenie w korzeniach buraka tzw. azotu szkodliwego obniża wydajność cukru (Adamiak, Adamiak, 1996; Domska, 1996; Gutmański, Mikita, 2000; Ostrowska, Kucińska, 1997). Z kolei w środowisku glebowym nadmiar azotu jest wymywany do niższych poziomów profilu glebowego i wód gruntowych (Fotyma, 1996; Nowak, Sowiński, 1995). W nowej technologii uprawy buraka cukrowego, bazującej głównie na stosowaniu zamiennie nawozów zielonych i słomy, ważny jest dobór odpowiednich roślin na nawozy zielone (Ceglarek i in., 1997; Grześkiewicz, 1994; Sowiński i in., 1995). Ważnym zagadnieniem jest znajomość ile azotu łatwo dostępnego dla roślin (mineralnego) znajduje się w zasięgu korzeni buraka (Domska 1996, Nowak i in. 2000). Przy równoczesnym stosowaniu nawozów organicznych i azotu mineralnego, ważne jest ustalenie optymalnej, uzupełniającej potrzeby buraka dawki azotu, wpływającej korzystnie na plony korzeni i cukru, jednocześnie nie pogarszającej jakości surowca (Kalinowska-Zdun i in., 1997, Kopczyński, 1994; Ławiński, Grzebisz, 2000). Przeprowadzone badania miały na celu stwierdzenie wpływu nawożenia organicznego w formie poplonów i obornika oraz azotem mineralnym na ilość azotu mineralnego w glebie, plony korzeni i cukru oraz nagromadzenie azotu w korzeniach i liściach buraka.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie zostało przeprowadzone w RZD Pawłowice należącym do Akademii Rolniczej we Wrocławiu w latach 1994–1997. Gleba zakładu doświadczalnego zaliczona jest do kompleksu pszennego dobrego, klasy IIb. Wytworzona jest z gliny lekkiej podścielonej gliną średnią pochodzenia fluwioglacjalnego w typie gleby płowej właściwej. Charakteryzowała się lekko kwaśnym odczynem, bardzo wysoką zasobnością w fosfor i potas oraz średnią do wysokiej w magnez. Doświadczenie z nawozami organicznymi zakładano po pszenicy ozimej metodą losowanych bloków. Poplony wysiewano w latach 1994–1996 bezpośrednio po zbiorze przedplonu w ilości na ha: 20 kg nasion gorczycy i 300 kg nasion bobiku. Masę nadziemną i resztki poźniwne określono pod koniec wegetacji, w październiku. Obornik i poplony ścierniskowe przyorano orką przedzimową.

Wiosną wytyczono doświadczenie i pobrano próbki gleby. Następnie wysiewano kłębki buraka cukrowego w latach 1995–1997 (odmianę Kristall), a po wschodach wytyczono doświadczenie w układzie losowanych podbloków.

Badanymi czynnikami były:

- nawożenie organiczne (poplony ścierniskowe — gorczyca biała, bobik w porównaniu do obornika)
- nawożenie azotem (0, 60, 120 i 180 kg N·ha⁻¹).

W sezonie wegetacyjnym pobierano czterokrotnie glebę w odstępach dwumiesięcznych (pierwszy raz pobrano próbki przed siewem buraków na początku kwietnia, następne na początku czerwca, na początku sierpnia i przed zbiorem — początek października) do głębokości 40 cm. Próbki gleby bezpośrednio po pobraniu wysuszono w temperaturze 50° C w celu przerywania przemian azotu (Aufhammer i in., 1989).

Średnie miesięczne temperatury oraz sumy opadów w latach badań podano w tabeli 1.

Tabela 1

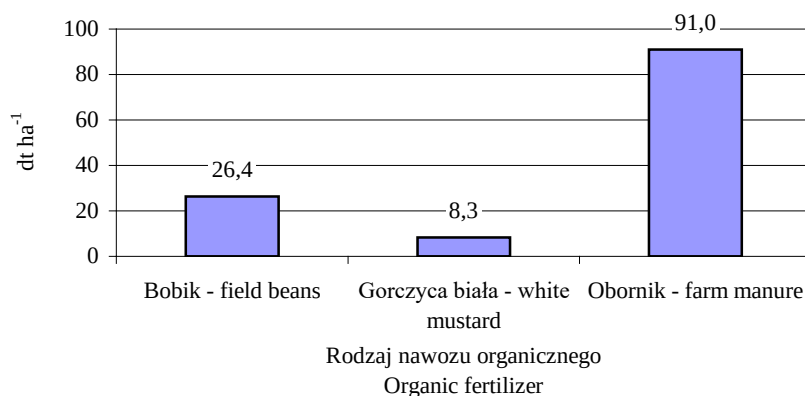
Suma opadów i średnia temperatura powietrza w latach prowadzenia badań
Rainfall and temperature in the years of the experiment

Miesiące Months	1995	1996	1997	Średnio z lat Average 1995–1997
temperatura temperature (°C)				
Kwiecień — April	7,6	8,5	5,8	8,2
Maj — May	12,1	14,4	14,6	13,5
Czerwiec — June	17,2	17,3	17,9	16,6
Lipiec — July	24,7	17,4	18,1	18,4
Sierpień — August	17	18,4	19,9	17,4
Wrzesień — September	12,3	10,3	13,8	13,5
Październik — October	11,2	9,8	7,1	8,9
Średnio Average (IV–X)	14,6	13,8	13,9	13,8
opady rainfall (mm)				
Kwiecień — April	23,8	26,2	35,2	35,4
Maj — May	65,8	69,4	50	59,4
Czerwiec — June	55,4	61,4	28	67,8
Lipiec — July	66,4	92,8	220,2	68,6
Sierpień — August	118,4	72,6	77,8	67,6
Wrzesień — September	39	51,8	32,2	44,2
Październik — October	7,4	37	50,8	37,4
Suma Sum (IV–X)	376	411	494	380

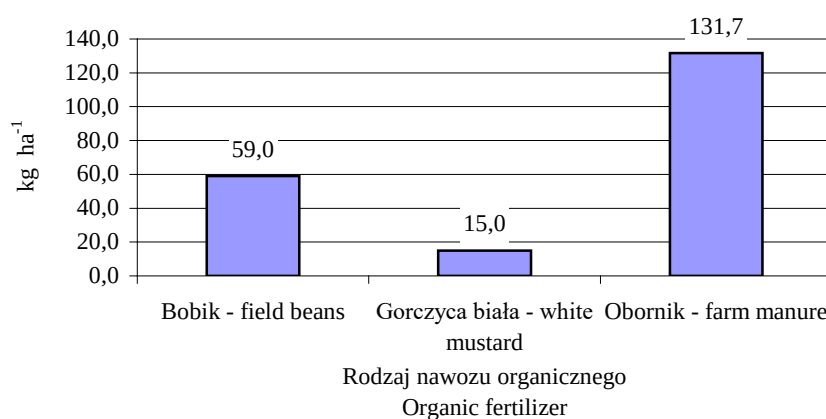
W latach 1996 i 1997 sumy opadów w okresie wegetacji przewyższały sumy z wielolecia, a w sierpniu 1995 i lipcu 1997 wystąpiły ulewne opady przekraczające znacznie sumy z wielolecia dla tych miesięcy.

WYNIKI

Wraz z nawozami organicznymi, średnio z trzech lat badań wprowadzono do gleby od 8 dt s.m. na 1 ha (gorczyca) do ponad 90 dt na ha (obornik) (rys. 1). W wniesionej masie organicznej przez gorczycę ilość pobranego i zasorbowanego biologicznie azotu wynosiła 15 kg na 1 ha (rys. 2). Gdy nawozem organicznym był bobik, ilość azotu w przyoranej masie organicznej była wyższa i wynosiła średnio ok. 60 kg na 1 ha. Najwięcej tego składnika wprowadzono z obornikiem, średnio ponad 130 kg na ha.



Rys. 1. Ilość suchej masy wprowadzona do gleby wraz z poplonami i obornikiem (dt z ha)
Fig. 1. Amount of organic dry matter incorporated into the soil with organic fertilizers (dt per ha)



Rys. 2. Ilość azotu wprowadzona do gleby wraz z poplonami i obornikiem (kg z ha)
Fig. 2. Amount of total nitrogen incorporated into the soil with organic fertilizers (kg per ha)

Nawożenie organiczne różnicowało ilość azotu mineralnego w glebie (tab. 2).

Największe zróżnicowanie zanotowano w pierwszym terminie pobrania prób. Przed siewem buraków w wariancie, w którym został przyorany bobik, ilość azotu mineralnego była o ponad 25% wyższa niż po zastosowaniu pozostałych nawozów organicznych. Powyższa tendencja utrzymywała się w dalszych terminach pobrania prób, zaobserwowano jednak zmniejszanie się różnic i w ostatnim terminie nie przekraczały one 3%. Duża ilość azotu wprowadzona z obornikiem nie wpłynęła znacząco na wzrost ilości azotu mineralnego w glebie.

Tabela 2

Zmiana ilości azotu mineralnego w zależności od nawożenia organicznego Changes of mineral nitrogen amount in the soil depending on organic fertilization			
Termin pobrania prób Date of soil sampling	Nawożenie organiczne Organic fertilization		
	bobik field beans	gorczyca biała white mustard	obornik farm manure
Przed siewem Before sowing	215±81	170±42	169±51
Połowa czerwca Middle of June	286±86	262±64	276±138
Połowa sierpnia Middle of August	153±50	136±37	141±37
Połowa października Middle of October	138±53	134±58	136±48

Ilość azotu mineralnego w glebie w pierwszym terminie pobrania wykazała małe zróżnicowanie pomiędzy planowanym nawożeniem azotowym i średnio wynosiła od 182 kg na ha przy dawce 0 i 60 N·ha⁻¹ do 190 kg/ha — gdy planowano zastosować dawkę 180 kg/ha (tab. 3).

Tabela 3

Zmiana ilości azotu mineralnego w glebie w zależności od nawożenia azotem Changes of mineral nitrogen amount in the soil depended of nitrogen fertilization				
Termin pobrania prób Date of soil sampling	Nawożenie azotem Nitrogen fertilization (kg N·ha ⁻¹)			
	0	60	120	180
Przed siewem Before sowing	182±48	182±67	184±59	190±82
Połowa czerwca Middle of June	220±40	240±58	304±100	334±133
Połowa sierpnia Middle of August	134±42	133±36	140±34	166±48
Połowa października Middle of October	128±41	138±54	136±56	142±64

W drugim terminie pobrania prób gleby (połowa czerwca) ilość azotu mineralnego wykazała najwyższe wartości, we wszystkich wariantach nawożenia tym składnikiem. Średnio zaobserwowano stałą tendencję wzrostu ilości azotu z 220 kg N·ha⁻¹ (kontrola) do 240, 304

i 334 kg na ha (odpowiednio po zastosowaniu dawki 60, 120 i 180 kg N·ha⁻¹). W trzecim i czwartym terminie pobrania prób zróżnicowanie w ilości azotu mineralnego było podobne, jednak ilość azotu mineralnego była o ponad połowę mniejsza.

Nawożenie organiczne w mniejszym stopniu różnicowało plon korzeni i liści oraz cukru niż nawożenie azotem (tab. 4). Średnio za trzy lata badań najwyższy plon korzeni (wynoszący 59,1 t z 1 ha) uzyskano po przyoraniu bobiku. Nawożenie obornikiem było mniej efektywne i uzyskany plon korzeni był blisko o 5 t z 1 ha niższy. Rosnące dawki azotu spowodowały stałą tendencję przyrostu plonu z 47,6 t/ha (kontrola) do 56,5, 59,1 i 63,3 t z 1 ha (odpowiednio dla dawki 60, 120 i 180 kg N·ha⁻¹). Plon liści jak i plon biologiczny cukru był skorelowany z plonem korzeni.

Tabela 4

Plon korzeni i liści oraz biologiczny plon cukru w zależności od nawożenia organicznego i azotowego (t·ha⁻¹). Średnie z lat 1995–1997
The effect of organic and nitrogen fertilization on root, leaves and sugar yield (t·ha⁻¹). Average from 1995–1997

Wyszczególnienie Specification	Plon korzeni Root yield	Plon liści Leaves yield	Plon cukru Sugar yield
Bobik Field beans	59,2	39,4	9,23
Gorczyca White mustard	55,9	39,0	8,78
Obornik Farm manure	54,8	32,7	8,45
NIR LSD	2,5	5,5	0,37
0 N	47,6	29,0	7,74
60 N	56,5	34,5	8,83
120 N	59,1	38,5	9,12
180 N	63,3	46,3	9,57
NIR LSD	2,8	6,3	0,43

Zawartość azotu ogółem nie była istotnie zróżnicowana zarówno w korzeniach, jak i liściach pod wpływem czynników doświadczenia (tab. 5). W liściach zaobserwowano nieistotne zwiększenie zawartości azotu ogólnego pod wpływem rosnącej dawki azotu.

Ilość nagromadzonego azotu w korzeniach była zależna przede wszystkim od plonu korzeni. Nawozy organiczne w małym stopniu wpływały na nagromadzenie tego składnika (różnica wynosiła do 8 kg na ha). Pod wpływem nawożenia azotem ilość tego składnika zgromadzonego w korzeniach wzrastała z 68 kg na ha (kontrola) do 101 kg na ha (po zastosowaniu 180 kg N na ha). W liściach zróżnicowanie w ilości nagromadzonego azotu pod wpływem nawożenia tym składnikiem było jeszcze większe i wynosiło 62%. Łącznie burak cukrowy w korzeniach i liściach zgromadził od 180 kg N na ha (bez nawożenia tym składnikiem) do ponad 292 kg N na ha (po zastosowaniu 180 kg N na ha).

Tabela 5

Zawartość azotu ogółem w korzeniach i liściach (w % s.m.) oraz nagromadzenie azotu w zebranych plonie (w kg z ha). Średnie z lat 1996–1997

Percentage of total nitrogen in roots and leaves and accumulation of nitrogen in the yield.

Average from 1995–1997

Wyszczególnienie Specification	Zawartość azotu ogółem % Total nitrogen %		Nagromadzenie azotu ogółem (kg·ha ⁻¹) Accumulation of total nitrogen (kg·ha ⁻¹)		
	w korzeniach roots	w liściach leaves	w korzeniach roots	w liściach leaves	łącznie total
Bobik Field bean	0,67	2,50	91	161	252
Gorczyca White mustard	0,64	2,39	94	247	247
Obornik Farm manure	0,67	2,91	86	213	213
NIR LSD	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
0 N	0,61	2,35	68	112	180
60 N	0,68	2,37	94	127	222
120 N	0,68	2,51	98	158	256
180 N	0,66	3,15	101	191	292
NIR LSD	r.n.	r.n.	12	59	59

r.n. — Nieistotne

r.n. — Non significant

WNIOSKI

1. Zastosowanie obornika i nawozów zielonych pod buraki różnicowało znacznie ilość wprowadzonej do gleby substancji organicznej i azotu. Najwięcej substancji organicznej i azotu wprowadzono w oborniku a najmniej w gorczycy białej.
2. Ilość azotu mineralnego w glebie w czasie pierwszego pobrania prób gleby (kwiecień) była największa po przyoraniu bobiku a najmniejsza po gorczycy. W następnych terminach pobrania prób gleby następowało zmniejszanie się ilości azotu mineralnego i zanik różnicowania, osiągając najmniejsze wartości w czwartym terminie pobrania prób.
3. Wzrastające nawożenie azotem zwiększało ilość azotu mineralnego w glebie, maksymalne ilości tej formy azotu niezależnie od nawożenia (organiczne, azotem) stwierdzono w drugim terminie (czerwiec).
4. Największe, statystycznie udowodnione plony korzeni i cukru uzyskano po bobiku i na najwyższej dawce azotu.
5. Nie stwierdzono statystycznie udowodnionych różnic w zawartości azotu w korzeniach i liściach pod wpływem badanych czynników. Największe nagromadzenie azotu na obiektach nawożonych nawozami organicznymi stwierdzono po przyoraniu bobiku oraz po zastosowaniu najwyższej dawki azotu.

LITERATURA

- Adamiak J., Adamiak E. 1996. Wpływ różnych form nawożenia organicznego na wysokość i jakość plonu buraka cukrowego. Zesz. Nauk. AR Szczec. 172, Rol. 62: 3 — 8.
- Aufhammer W., Federolf K.G., Kempf H., Kubler E., Stutzel H. 1989. Variabilitätsursache und Aussagemöglichkeiten der N-min Methode. Landwirtsch. Forschung 42/4: 81 — 92.
- Ceglarek F., Buraczyńska D., Płaza A. 1997. Reakcja buraka cukrowego na nawożenie obornikiem, słomą i międzyplonami wsiewek. Fragm. Agron. 4: 18 — 26.
- Domska D. 1996. Wpływ zróżnicowanego nawożenia azotem na plonowanie buraka cukrowego i zawartość niektórych związków azotu. Acta Acad. Agric. Tech. Olsztyn, Agric. 62/514: 77 — 85.
- Fotyła E. 1996. Zastosowanie metody N_{min} do oceny środowiskowych skutków nawożenia azotem. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 440: 89 — 100.
- 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: 21 — 126.
- Grzeźkiewicz H. 1994. Alternatywne sposoby nawożenia organicznego w sytuacji zmniejszającej się produkcji obornika. Mat. Konf. „Makroproblemy produkcji ziemniaka w Polsce w okresie przemian organizacyjno-ekonomicznych”. Sesja Nauk., Jadwisin: 41 — 44.
- Kalinowska-Zdun M., Wyszyński Z., Ruszkowska 1997. Wpływ wielkości dawki i sposobu stosowania azotu na plon i cechy wartości użytkowej buraka cukrowego. Mat. Konf. „Postęp w uprawie buraka cukrowego i w jakości korzeni”, Warszawa: 28 — 129.
- Kopczyński J. 1994. Kierunki zmian niektórych cech jakościowych korzeni buraka cukrowego pod wpływem pod wpływem współdziałania nawożenia organicznego i azotowego. Zesz. Nauk. AR Szczec. 172: 49 — 255.
- Ławiński H., Grzebisz W., 2000. Ocena wpływu systemu uprawy i dawek azotu na plon i jakość technologiczną buraka cukrowego. Folia Univ. Agric. Stetin. 211, Agricultura 84: 51 — 256.
- Mazur T., 1992. Znaczenie resztek poźniwnych w bilansie substancji organicznej gleb. Mat. Konf. Nauk. „Nawozy Organiczne”, Szczecin 8–9 września 1992: 4 — 10.
- Nowak W., Sowiński J., 1995. Zmiany zawartości węgla organicznego, azotu ogólnego i mineralnego w glebie w czasie wegetacji buraka cukrowego. Zesz. Nauk. AR Szczec. Rolnictwo 172/62: 405 — 412.
- Nowak W., Sowiński J., Słowiński H., Pytlarz-Kozicka M. 2000. Wpływ nawożenia organicznego oraz azotowego na odczyn gleby, ilość N-mineralnego i zawartość węgla organicznego w czasie wegetacji buraka cukrowego. Folia Univ. Agric. Stetin. 211 Agricultura 84: 367 — 372.
- Ostrowska D., Kucińska K. 1997. Wpływ nawożenia azotem mineralnym, przy różnych formach nawozów organicznych, na plon i cechy jakościowe korzeni buraka cukrowego. Mat. konf. „Postęp w uprawie buraka cukrowego i w jakości korzeni”. Warszawa: 130 — 131.
- Sowiński J., Nowak W., Gospodarczyk F. 1995. Wartość nawozowa wybranych poplonów ścierniskowych na tle obornika dla buraka cukrowego. Zesz. Nauk. AR Wroc. Rolnictwo 63/262: 9 — 20.
- Wojcieszka-Wyskupajtyś U. 1996. Fizjologiczna rola azotu w kształtowaniu plonu. Cz. III. Żywienie roślin azotem a produktywność fotosyntezy. Post. Nauk Rol. 3: 29 — 43.