

HANNA KLIKOCA

*Wpływ użyźniania gleby płowej osadem spławiakowym
z cukrowni na plonowanie roślin.*

IV. Zawartość N, P, K, Mg i Ca w plonach roślin

Effect of Fertilization of Grey Brown Podzolic Soil with Beet Flume Deposit from
the Sugar Plant on Plant Yielding. IV. The Content of N, P, K, Mg and Ca in the Yields of Plants

W Polsce gospodarczo wykorzystuje się jedynie 50% odpadów, głównie do produkcji materiałów budowlanych, utwardzania nawierzchni dróg czy wypełniania wyrobisk. Istnieją jednak takie pozostałości poprodukcyjne, które można zagospodarować w rolnictwie. Przykładem może być powstający w cukrowniach osad spławiakowy, zwany też ziemią spławiakową (1, 2, 10, 11, 12). Ponieważ składa się on głównie z żyznych cząstek gleby i resztek roślinnych, jest źródłem szeregu cennych składników mineralnych, zastępując w wielu przypadkach nawożenie mineralne. Z uwagi na wysoki koszt transportu wykorzystywanie go jest szczególnie uzasadnione na polach położonych w pobliżu cukrowni (7, 13).

Należy jednak określić, czy zabieg ten nie powoduje zaburzeń w gospodarce mineralnej. Stąd też celem pracy jest określenie wpływu użyźniania gleby osadem spławiakowym na zawartość makroelementów w plonach roślin.

METODYKA BADAŃ

Pole doświadczalne znajdowało się na glebie płowej, kompleksu żyniego bardzo dobrego, o składzie mechanicznym pyłu zwykłego na pograniczu ilastego, odczynie kwaśnym (pH 5,2), średnio zasobnej w potas i magnez (odpowiednio 5,3 i 16,8 mg/100 g gleby) oraz ubogiej w fosfor (3,9 mg/100 g gleby).

Zachowując wariant kontrolny (0), wczesną wiosną r. 1990 nawieziono na pole ziemię z osadników Cukrowni Klemensów w ilościach odpowiadających: 10, 25 i 50% suchej masy jej

warstwy ornej (ponieważ masa 0-20 cm warstwy 1 ha wynosiła 2860 ton, było to odpowiednio: 286, 715 i 1430 ton s.m. osadu na 1 ha). Warunki wzrostu roślin zróżnicowano dodatkowo, stosując na połowie poletek nawożenie mineralne, uwzględniające zasobność gleby i wymagania danej rośliny. Szczegółową charakterystykę badań, w tym dawki nawozów, przedstawiono w I części opracowania (13).

W poszczególnych dawkach osadu wnoszono do gleby następujące ilości składników w kg/ha:

Składnik	Dawki osadu (t/ha suchej masy)		
	286	715	1430
Azot całkowity (N)	887	2216	4433
Fosfor przysw. (P)	90	225	450
Potas przysw. (K)	157	392	784
Magnez przysw. (Mg)	51	127	253

Warunki meteorologiczne okresu badań znacznie odbiegały od przeciętnych w tym rejonie. Było to spowodowane cieplejszymi niż zazwyczaj zimami i dotkliwymi letnimi upałami, połączonymi z niedoborem opadów (13).

W glebie kontrolnej i na poletkach z osadem w trakcie trwania doświadczenia, jak i po jego zakończeniu nie stwierdzono występowania mątwika buraczanego (*Heterodera schachtii*).

W próbkach ziarna (spalonych na sucho) oznaczono: azot ogólny (metodą Kjeldahla), fosfor (metodą wanadowo-molibdenową), potas (fotometrycznie) oraz magnez i wapń (metodą ASA).

Otrzymane rezultaty poddano analizie statystycznej, opierając się na powszechnie zalecanych metodach. Zamieszczone współczynniki korelacji oraz wartości NIR są istotne z prawdopodobieństwem 95%.

WYNIKI BADAŃ

Wzrost troficzności gleby i zmiana pH z kwaśnego na zasadowy, spowodowana wniesieniem osadu z cukrowni, wpłynęła generalnie na wzrost akumulacji makropierwiastków (zwłaszcza azotu) w plonach roślin.

Gatunkiem, który reaguje najbardziej na przeprowadzony zabieg, okazał się burak cukrowy. W jego korzeniach w miarę zwiększania dodatku osadów stwierdzono systematyczny wzrost ilości azotu, fosforu, potasu, magnezu i popiołu surowego. Nawożenie NPK nie działało tak radykalnie na akumulację pierwiastków, sprzyjało jedynie zwiększeniu ilości azotu i popiołu, połączonego z obniżeniem się zawartości magnezu (tab. 1). Są to prawidłowości znane, burak jest bowiem tą rośliną, która pobiera w nadmiarze (luksusowo) zwłaszcza potas (3).

Z plonem korzeni korelował zawarty w nich azot i fosfor. Koncentracja popiołu surowego i azotu pozostawała w dodatnim związku ze wszystkimi elementami w glebie, podobnie jak potas w roślinie, który nie korelował jedynie z ilością fosforu i magnezu przyswajalnego. Zawartość potasu w korzeniach była związana z zasobnością gleby w N, K, C-org. i $CaCO_3$, natomiast magnezu – jedynie z ilością potasu (tab. 2).

Tab. 1. Wpływ ziemi spławiakowej i nawożenia NPK na zawartość makroelementów w korzeniach buraka cukrowego (1990-1993)

Effect of beet flume soil and NPK fertilization on the content of macro-elements in the roots of sugar beet (1990-1993)

Procentowy dodatek osadu	Element (% s.m.)					
	N	P	K	Mg	Ca	Popiół surowy
0	0,69	0,10	0,75	0,19	0,08	2,46
10	0,80	0,12	0,82	0,21	0,08	2,75
25	0,90	0,13	0,99	0,23	0,08	2,91
50	1,02	0,14	1,24	0,25	0,08	3,20
bez NPK	0,78	0,12	0,89	0,23	0,08	2,75
z NPK	0,93	0,12	1,01	0,21	0,08	2,91
Średnio	0,85	0,12	0,95	0,22	0,08	2,83
NIR ($\alpha = 0,05$)						
dod. osadu	0,09	0,01	0,30	0,02	-	0,18
nawożeniem	0,07	-	-	0,01	-	0,13

Tab. 2. Wartości współczynników korelacji pomiędzy plonem i zawartością w korzeniach makropierwiastków a niektórymi właściwościami gleby (1990-1993)

Correlation coefficients between the yield and content of macro-elements in the roots and some properties of the soil (1990 on the 1993)

Parametr		Pierwiastki w korzeniach				Popiół surowy
		N	P	K	Mg	
Plon korzeni		0,558	0,497	-	-	
Gleba						
zawartość	N-og.	0,665	0,663	0,604	-	0,493
	P	0,619	0,478	-	-	0,397
	K	0,829	0,502	0,739	-0,485	0,836
	Mg	0,551	-	-	-	0,525
	C-org.	0,513	0,521	0,367	-	0,405
	CaCO ₃	0,561	0,529	0,404	-	0,428
pH _{KCl}		0,491	0,577	-	-	0,377

Wszystkie współczynniki istotne z ryzykiem błędu 5%.

Akumulacja pierwiastków w korzeniach wpłynęła ujemnie na koncentrację sacharozy. Stwierdzono bowiem ujemną korelację pomiędzy sacharozą a azotem ($r = -0,643$), fosforem ($r = -0,371$), potasem ($r = -0,556$) i magnezem w korzeniach ($r = -0,659$). Podobnie reagował popiół rozpuszczalny z potasem ($r = -0,489$) i wapniem ($r = -0,588$). Azot α -aminokwasowy pozostawał natomiast w dodatnim

związku z azotem w korzeniach ($r = -0,416$). Pszenica jara, której wymagania pokarmowe są mniejsze niż buraka cukrowego, reagowała na dodatek osadu jedynie systematycznym wzrostem zawartości azotu w ziarnie. Ilość wapnia po wniesieniu dawki najniższej wzrosła dwukrotnie i następnie utrzymywała się na jednakowym poziomie. W przypadku popiołu surowego jedynie maksymalna ilość ziemi szałwiakowej zwiększała istotnie jego zawartość. Pozostałe badane elementy nie były różnicowane czynnikami doświadczenia (choć na obiektach z osadem następował niewielki wzrost koncentracji P, K i Mg), a ich zawartość zgodna była z liczbami cytowanymi przez Czubińskiego i wsp. (4). Nawożenie mineralne zwiększało w ziarnie tylko zawartość azotu ogólnego (tab. 3).

Tab. 3. Wpływ ziemi szałwiakowej i nawożenia NPK na zawartość makroelementów w ziarnie pszenicy jarej (1990-1993)

Effect of beet flume soil and NPK fertilization content of macro-elements in the grain of spring wheat (1990-1993)

Procentowy dodatek osadu	Element (% s.m.)					
	N	P	K	Mg	Ca	Popiół surowy
0	2,09	0,39	0,48	0,25	0,01	1,92
10	2,16	0,39	0,50	0,26	0,02	1,97
25	2,29	0,40	0,49	0,27	0,02	1,98
50	2,35	0,40	0,51	0,27	0,02	2,05
bez NPK	2,13	0,39	0,50	0,26	0,02	1,97
z NPK	2,31	0,39	0,49	0,26	0,02	1,99
Średnio	2,22	0,12	0,50	0,26	0,02	1,98
NIR ($\alpha = 0,05$) dod. osadu nawożeniem	0,01 0,01	- -	- -	- -	0,01 -	0,07 -

Ilość azotu w ziarnie była związana dodatnio z zawartością w glebie azotu ogólnego ($r = 0,451$) i potasu przyswajalnego ($r = 0,601$). Popielność związana była natomiast dodatnio z ilością fosforu ($r = 0,453$) i magnezu ($r = 0,355$) w glebie. Wzrost azotu ogólnego w ziarnie pod wpływem podwojonej dawki NPK zdaniem Kusia (9) jest zjawiskiem znanym. Pozostałe elementy nie korelowały z pierwiastkami w glebie.

Niewielkie zmiany w akumulacji pierwiastków wystąpiły w grochu siewnym.

Dodatek osadu z cukrowni spowodował jedynie zmiany zawartości azotu i fosforu w nasionach grochu. Istotny 6-procentowy wzrost azotu stwierdzono jedynie w 25% kombinacji gleby z ziemią spławiakową, natomiast koncentrację fosforu zwiększała tylko najmniejsza dawka – o 9%. Dalsze zwiększenie dawek nie różnicowało już koncentracji elementów w nasionach. W przypadku potasu, magnezu, wapnia i popiołu surowego nie było istotnych różnic (tab. 4).

Tab. 4. Wpływ ziemi spławiakowej i nawożenia NPK na zawartość makroelementów w nasionach grochu siewnego (1990-1993)

Effect of beet flume soil and NPK fertilization content of macro-elements in the seeds of sowing pea (1990-1993)

Procentowy dodatek osadu	Element (% s.m.)					
	N	P	K	Mg	Ca	Popiół surowy
0	3,39	0,43	1,11	0,24	0,03	3,23
10	3,46	0,47	1,11	0,25	0,03	3,30
25	3,55	0,46	1,13	0,25	0,03	3,27
50	3,65	0,47	1,09	0,26	0,03	3,32
bez NPK	3,54	0,46	1,11	0,25	0,03	3,30
z NPK	3,48	0,46	1,10	0,25	0,03	3,26
Średnio	3,51	0,46	1,11	0,25	0,03	3,28
NIR ($\alpha = 0,05$) dod. osadu nawożeniem	0,16 -	0,02 -	- -	- -	- -	- -

Tab. 5. Wpływ ziemi spławiakowej i nawożenia NPK na zawartość makroelementów w ziarnie pszenicy ozimej (1990-1993)

Effect of beet flume soil and NPK fertilization content of macro-elements in the grain of winter wheat (1990-1993)

Procentowy dodatek osadu	Element (% s.m.)					
	N	P	K	Mg	Ca	Popiół surowy
0	1,82	0,35	0,46	0,24	0,02	1,86
10	2,00	0,37	0,46	0,28	0,02	1,90
25	2,02	0,36	0,45	0,28	0,02	1,99
50	2,02	0,37	0,46	0,29	0,02	1,95
bez NPK	1,91	0,35	0,45	0,26	0,02	1,89
z NPK	2,03	0,37	0,45	0,28	0,02	1,97
Średnio	1,97	0,36	0,45	0,27	0,02	1,93
NIR ($\alpha = 0,05$) dod. osadu nawożeniem	0,07 0,05	- 0,01	- -	0,02 -	- -	0,07 0,05

Koncentracja azotu w nasionach była skorelowana dodatnio z zasobnością gleby, a mianowicie: z N-og. ($r = 0,508$), z Mg ($r = 0,443$), z C-org. ($r = 0,518$), z CaCO_3 ($r = 0,503$) i pH_{KCl} gleby ($r = 0,388$). Fosfor zawarty w nasionach korelował jedynie z fosforem w glebie ($r = 0,466$). Popielność związana była natomiast dodatnio z ilością fosforu ($r = 0,412$). Inne elementy w nasionach nie wykazały związku z pierwiastkami w glebie. Podobne prawidłowości obserwował K u k u r e n d a (8).

W ziarnie pszenicy ozimej tylko najmniejsza dawka osadów (10%) istotnie zwiększała zawartość azotu z 1,82 do 2,00% s.m. i magnezu z 0,24 do 0,28% s.m. Dalsze podwyższanie ilości ziemi nie modyfikowało już zawartości pierwiastków. Koncentracja pozostałych pierwiastków pozostawała na niezmiennym poziomie. Jedynie dawka 25% osadu różnicowała popielność z 1,85 do 1,99% s.m. Nawożenie mineralne znacząco podwyższyło zawartość w suchej masie ziarna azotu i fosforu (tab. 5). Zdaniem Kusia (za F o t y m ą i P e t r i c k o w ą 9), modyfikacja środowiska glebowego, spowodowana wprowadzeniem olbrzymich mas osadu, nie jest związana z drastycznym wzrostem makroelementów w roślinie.

Plon ziarna był dodatnio skorelowany jedynie z zawartym w nasionach potasem ($r = 0,390$). Azot w ziarnie korelował dodatnio z azotem w glebie ($r = 0,424$), węglem org. ($r = 0,366$), węglanem wapnia ($r = 0,375$) i odczynem gleby ($r = 0,573$). Ilość fosforu była związana tylko z pH ($r = 0,382$), natomiast potasu – z potasem w glebie ($r = 0,401$). Popiół surowy pozostawał w dodatnim związku z ilością P ($r = 0,392$) i K ($r = 0,370$) w glebie.

STWIERDZENIA I WNIOSKI

Zmiana środowiska glebowego, wywołana wprowadzeniem osadów z cukrowni, powodowała, że:

1. Następował wzrost koncentracji azotu w plonie głównym każdej rośliny. Średnio w buraku cukrowym o 23%, w ziarnie pszenicy jarej o 6%, a nasionach grochu siewnego o 3% i w ziarnie pszenicy ozimej o 8% wzrastał poziom zawartości tego pierwiastka. Istotny wzrost zawartości fosforu stwierdzono w buraku cukrowym i grochu siewnym (średnio o 20 i 7%); potasu w buraku (średnio o 27%); magnezu także w buraku i pszenicy ozimej (o 16 i 12%); wapnia tylko w pszenicy jarej (dwukrotnie).

2. Nawożenie mineralne (podobnie jak osad) zwiększa zawartość azotu w korzeniach buraka cukrowego (o 19%), ziarnie pszenicy ozimej (o 6%) i jarej (o 8%); fosforu w pszenicy ozimej (o 6%), lecz obniża zawartość magnezu w korzeniach buraka cukrowego (o 9%).

3. Stwierdzono dodatnią korelację pomiędzy plonem korzeni buraka a zawartością w nim azotu i fosforu, pomiędzy plonem grochu a zawartością w nim fosforu, a także pomiędzy plonem pszenicy ozimej a zawartością w ziarnie potasu.

4. Makropierwiastki w korzeniach buraków cukrowych ograniczały koncentrację sacharozy.

PIŚMIENICTWO

1. Bieńkiewicz P.: Wykorzystanie odpadów z cukrowni do trwałego polepszania właściwości gleb organicznych. Wiad. IMUZ, 11, 1973.
2. Brandyk T.: Oczyszczenie i wykorzystanie rolnicze ścieków i odpadów z cukrowni. Rozprawa habilitacyjna. IMUZ, Falenty 1978.
3. Byszewska-Wzorek A.: Zmiany związków azotowych i innych składników buraków cukrowych na tle poziomów nawożenia azotowego i terminów zbioru. Roczn. Nauk Roln. A. 103, 4, 1978.
4. Czuba R., Sienkiewicz J.: Zmiany zawartości niektórych składników pokarmowych w glebie w zależności od głębokości orki połączonych z różnymi dawkami fosforu i potasu. Roczn. Glebozn., 35, 2, 1984.
5. Giza A.: Dynamika wzrostu i pobierania składników pokarmowych przez ozime formy pszenżyta, pszenicy i żyta w warunkach zróżnicowanego żywienia NPK. II. Pobieranie azotu i aktywność reduktazy azotowej. Pam. Puł., 99, 1991.
6. Giza A.: Dynamika wzrostu i pobierania składników pokarmowych przez ozime formy pszenżyta, pszenicy i żyta w warunkach zróżnicowanego żywienia NPK. III. Pobieranie i akumulacja P, K, Ca i Mg. Pam. Puł., 99, 1991.
7. Klikocka H.: Wpływ użyźniania gleby płowej osadem spławiakowym z cukrowni na plonowanie roślin w zmianowaniu. Praca doktorska (maszynopis). AR Lublin, 1995.
8. Kukurenda H.: Wpływ niektórych właściwości podłoża na pobieranie składników mineralnych przez rośliny. Synteza badań: Pobieranie i rola składników mineralnych w roślinach intensywnego nawożenia. Puławy 1986.
9. Kuś J.: Zawartość makroskładników (N, P, K, Ca i Mg) w roślinach zbożowych w różnych zmianowaniach. Zesz. Probl. Post. Nauk. Roln. 331, 1988.
10. Pawłowski F., Bojarczyk M., Wesołowski M.: Porównanie wydajności płodozmianów o zróżnicowanej ilości ziemi spławiakowej z cukrowni. Synteza i perspektywa nauki o płodozmianach. V Seminarium płodozmianowe cz. III. ART Olsztyn, 1991.
11. Reszel R. S., Klikocka H.: Wstępne wyniki badań nad przydatnością ziemi spławiakowej do użyźniania gleb przeznaczonych pod buraki cukrowe. Frag. Agron., PTNA, 4, 1992.
12. Reszel R. S., Klikocka H.: Możliwość zwiększenia żyzności gleby poprzez stosowanie ziemi z osadników z cukrowni. Frag. Agron., PTNA, 1, 1995.
13. Reszel R. S., Reszel H., Klikocka H.: Wpływ użyźniania gleby płowej osadem spławiakowym z cukrowni na plonowanie roślin w zmianowaniu. Cz. I. Niektóre właściwości gleby. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio E, vol. 52, Lublin 1997.
14. Trzebiński J.: Wpływ wysokich dawek azotu na skład chemiczny buraków cukrowych. Biul. IHAR, 3, 1974.
15. Wojcieszka U., Wolska E., Giza-Podlesna A.: Dynamika wzrostu i pobierania składników pokarmowych przez groch siewny Ramir i Koral. II. Akumulacja azotu. Pam. Puł., 104, 1994.

SUMMARY

In the year 1990-1993 an estimation was made of the usefulness of beet flume soil for fertilization meant for plant cultivation (sugar beet, spring wheat, sowing pea, winter wheat). For that purpose, the soil from the very good rye complex was fertilised with the deposit from the sugar plant in the quantities corresponding to 10.25 and 50% of dry mass of the plough layer (that is 286.715 and 1430 tons of dry mass/ha correspondingly). The soil without the deposit was the control object. The growth conditions were differentiated introducing mineral fertilization onto half of the plot. This fertilization was suitable for the soil fertility and agrotechnic recommendations for a given plant.

The content of macro-elements in plants (with an exception of spring wheat) was positively correlated with pH of the soil and its fertility with chemical elements. It was found out that the use of the soil from sediment tanks of the plant generally caused increased concentration of nitrogen in the main yield of each plant. Phosphorus was in a significant amount accumulated by sugar beet and sowing pea, while magnesium was accumulated also by sugar beet and by winter wheat. Greater amounts of calcium were accumulated only by the grain of spring wheat.

Mineral fertilization increased the content of nitrogen in all the plants (except pea), phosphorus and ash in winter wheat, and also magnesium and ash in the roots of sugar beet.

Macro-elements in the roots of sugar beet reduced concentration of saccharose.