

POBIERANIE PRZEZ ROŚLINY BORU Z RUDY BOROWEJ

*Henryk Szukalski, Zbigniew Malczewski*Pracownia Nawożenia IUNG, Gorzów Wlkp.
Instytut Nawozów Sztucznych, Puławy

W racjonalnym zaopatrzeniu roślin w bor duże znaczenie ma odpowiednia forma mikronawozu borowego. Chodzi przede wszystkim o stopniowe uwalnianie się boru z nawozu. Bardzo łatwo rozpuszczalne związki, jak boraks, udostępniają roślinom w początkowych okresach wzrostu najczęściej zbyt duże ilości boru, co może działać nawet szkodliwie na rozwój roślin wrażliwych [1-5].

Dlatego też nawozy borowe o spowolnionym działaniu mogą być w określonych warunkach glebowych bardziej przydatne niż sole. Jednym z takich nawozów może być ruda borowa o odpowiednim stopniu zmielenia. W celu przebadania pobierania przez rośliny boru z rudy porównywano jej działanie nawozowe z boraksem.

MATERIAŁ I METODYKA

Rudę borową do badań otrzymano z Instytutu Nawozów Sztucznych w Puławach. Charakterystykę rudy (borokalcyt) podano w tabeli 1. Z danych tych wynika, że ogólna zawartość boru (rozpuszczalna w stężonym H_2SO_4 na gorąco) jest wysoka i wynosi 15 procent. Prawie połowa ogólnej ilości B w rudzie rozpuszcza się w 2% kwasie cytrynowym, przy czym zaznaczył się pewien niewielki wpływ rozdrobnienia. W wyciągu według Bergera i Trouga znaleziono niewielkie ilości boru.

Ekstrakcji boru z rudy przy pomocy kwasu cytrynowego dokonywano poprzez wytrząsanie, a z H_2SO_4 utrzymywano w temperaturze wrzenia. Czas ekstrakcji wynosił 1 godzinę, a stosunek rudy do wyciągów jak 1 : 10.

Bor przyswajalny w próbkach glebowych oznaczono w gorącej wodzie według Bergera i Trouga. Próbki roślin spalano na sucho w piecu muflowym. Bor określono z dwuantrymidem fotokolorymetrycznie.

Tabela 1

Charakterystyka rudy (borokalcyt)
Zawartość boru w różnych wyciągach w procentach

Stopień zmielenia średnica oczka w mm	stęż. H_2SO_4 na gorąco	Rodzaj wyciągu 2% kwas cytrynowy	wg Bergera i Truoga
0,1	15,0	6,0	0,30
0,06	15,0	7,4	0,34

Ogólna zawartość innych składników w procentach

Stopień zmielenia	Ca	Mg	P	K	Na	Al	Fe	Si	Węglany jako $CaCO_3$
0,1	20,5	2,54	0,05	0,08	0,21	0,17	0,21	2,15	3,42
0,06	20,4	2,26	0,05	0,09	0,19	0,16	0,23	2,07	3,08

Schemat dwuletnich doświadczeń wazonowych obejmował porównanie rudy z boraksem przy trzech dawkach boru: 2, 10 i 20 mg B na wazon (tab. 2). Uwzględniono również dwie frakcje rozdrobnienia rudy: poniżej 0,1 i 0,06 mm średnicy oczek sita. Wycenę i dawkowanie rudy stosowano według ogólnej zawartości boru.

Tabela 2

Plony rzepaku
Doświadczenie 1972

Lp.	Nawożenie		Plony w g p.s.m. z wazonu		
	dawka B mg/wazon	forma nawozu borowego	cięcie przed pakowaniem	nasiona	słoma
1	bez boru		12,3	18,7	70,5
2		ruda 0,1	11,9	18,8	72,2
3	2,0	ruda 0,06	11,8	18,4	69,9
4		boraks	12,0	17,5	70,4
5		ruda 0,1	12,0	17,9	70,1
6	10,0	ruda 0,06	11,2	17,8	73,6
7		boraks	10,7	17,9	74,0
8		ruda 0,1	11,4	17,5	66,3
9	20,0	ruda 0,06	11,1	16,7	69,7
10		boraks	10,7	15,3	71,1
Przedział ufności ($P = 0,05$)			2,28	3,43	4,71

Nawozy borowe (rudę i boraks) przy zakładaniu doświadczeń w 1972 wymieszano z całą ilością gleby (6 kg) przeznaczonej na wazon; w 1973 badano działanie następcze. Podstawowe składniki zastosowano w roztworze w g na wazon:

Składnik	1972	1973	Forma
N	2,5	2,0	NH ₄ NO ₃
P	0,65	0,65	NaH ₂ PO ₄ ·H ₂ O
K	1,66	1,66	K ₂ SO ₄
Mg	0,30	0,30	MgSO ₄ ·7H ₂ O

Fosfor, potas i magnez stosowano przed siewem: w 1972 wymieszano z glebą, a w 1973 dano powierzchniowo. Azot w dwóch dawkach: przed siewem i pogłównie. Doświadczenia przeprowadzono z rzepakiem jarym w wazonach typu Mitscherlicha, na piasku słabo gliniastym, lekko kwaśnym o niskiej albo średniej zawartości w przyswajalne składniki. Doświadczenie zakładano (1972) w 8 powtórzeniach, przeznaczając do cięcia w czasie wegetacji po 3, a do zbiorów końcowych i do następczego wpływu (1973) po 5 wazonów z każdej kombinacji. Wazonny podlewano wodą destylowaną, utrzymując wilgotność gleby na poziomie 50-60% pojemności wodnej. Siewu dokonywano po 30 nasion na wazon. Po kilku przerwach w pierwszych dniach wegetacji pozostawiono po 5 roślin w każdym wazonie. Terminy siewów i sprzętu były w określonych latach następujące:

Rok	Siew	Cięcie	Sprzęt końcowy	
1972	9 V	przed pąkowaniem	21 VI	29 VIII
1973	15 V	przed kwitnieniem	11 VII	—

Rozwój rzepaku w obudwu latach był bardzo dobry. W pierwszym roku obserwowano korzystny wpływ nawozów borowych na intensywność kwitnienia.

DOSWIADCZENIE 1972

W plonach istotnych różnic nie stwierdzono (tab. 2). Wyniki analiz (tab. 3) wskazują, że zawartość boru w roślinach, zebranych w czasie wegetacji, rośnie w miarę wzrostu dawek. Widać też wyraźnie różnice między nawozami. Najwyższe zawartości boru otrzymano przy stosowaniu boraksu. W roślinach zebranych na początku wegetacji (dawka 10 i 20 mg

Tabela 3

Zawartość boru w roślinach i w glebie
Doświadczenie 1972

Lp.	Nawożenie		Zawartość B w ppm				
	dawka B mg/wazon	forma nawozu borowego	rośliny			gleba	
			cięcie	nasiona	słoma	z okresu cięcia	po zbiorach końcowych
1	bez boru		37	8,0	32	0,18	0,07
2		ruda 0,1	48	8,2	43	0,34	0,07
3	2,0	ruda 0,06	47	8,0	40	0,40	0,07
4		boraks	51	8,5	49	0,49	0,09
5		ruda 0,1	80	8,0	65	0,85	0,17
6	10,0	ruda 0,06	95	9,9	66	1,40	0,11
7		boraks	132	7,7	78	1,70	0,14
8		ruda 0,1	147	11,9	86	2,52	0,16
9	20,0	ruda 0,06	200	10,1	107	2,47	0,15
10		boraks	200	9,4	116	3,80	0,15

na wazon) stwierdzono ponadto różnice w pobieraniu boru z rudy w zależności od jej rozdrobnienia. Trzeba tu jednocześnie zaznaczyć, że przy wysokiej dawce (20 mg) zawartość boru w roślinach nawożonych rudą drobniej zmieloną była taka sama, jak przy nawożeniu boraksem. Różnicowanie się zawartości boru w nasionach w zależności od dawek i form nawozu było nieznaczne.

Przystępując do omówienia kształtowania się zawartości przyswajalnego boru w glebie, należy zwrócić uwagę na znacznie niższy poziom jego zawartości po zakończonej wegetacji w porównaniu z początkowym okresem wzrostu. Główną przyczyną obniżenia się zawartości przyswajalnego boru w glebie w czasie wegetacji było niewątpliwie duże pobranie boru przez rzepak (wysoka zawartość w roślinach przy jednocześnie wysokich plonach).

Bardzo wyraźne wyniki odnośnie do zawartości B w glebie uzyskano w początkowym okresie wegetacji. Wystąpił bowiem wyraźny wpływ wzrostu dawek boru, jak również bardzo wyraźne różnice w zawartości B w glebie w zależności od badanych form mikronawozów. Najniższa zawartość B w glebie była przy nawożeniu rudą grubo mieloną, a najwyższa — przy zastosowaniu boraksu. Ruda drobno mielona wywarła wpływ pośredni. Przy wysokiej dawce stwierdzono znaczne nagromadzenie się przyswajalnego boru w glebie pod wpływem boraksu, zaś między stopniem zmielenia rudy różnic już nie uzyskano.

DOŚWIADCZENIE 1973 — WPŁYW NASTĘPCZY

W plonach istotnych różnic nie stwierdzono (tab. 4). Charakterystyczne jest, że poziom plonu pod wpływem boraksu, zarówno przy średniej jak i przy wyższej dawce, jest nieco niższy niż przy zastosowaniu rudy borowej.

Tabela 4

Plony rzepaku, zawartość B i Ca w roślinach oraz B w glebie
Doświadczenie 1973 — wpływ następczy

Lp.	Nawożenie 1972		Plon w p.s.m. z okresu przed kwitnieniem g/wazon	Rośliny			Gleba zawartość B ppm
	dawka B mg/wazon	forma nawozu borowego		zawartość B ppm	Ca %	stosunek Ca:B	
1	bez boru		26,1	21,4	1,23	575	0,03
2		ruda 0,1	28,2	30,7	1,23	401	0,04
3	2,0	ruda 0,06	28,3	30,0	1,26	420	0,04
4		boraks	28,4	31,5	1,31	416	0,05
5		ruda 0,1	28,9	40,7	1,19	292	0,07
6	10,0	ruda 0,06	28,3	51,7	1,16	224	0,06
7		boraks	26,5	48,2	1,24	257	0,08
8		ruda 0,1	28,7	60,7	1,27	209	0,07
9	20,0	ruda 0,06	29,0	58,7	1,27	216	0,10
10		boraks	26,2	64,0	1,31	205	0,08
Przedział ufności (P = 0,05)			4,47				

Zawartość boru w roślinach wzrasta w miarę podwyższenia dawek mikronawozów borowych. Nie ma jednak powtarzających się różnic między rudą i jej stopniem rozdrobnienia a boraksem. Można jedynie wskazać, że przy średniej dawce zaznaczyło się słabe przyswajanie przez rośliny boru z rudy grubiej zmielonej 0,1 mm.

Zawartość wapnia w roślinach różnicuje się nieznacznie, stąd też kształtowanie stosunku Ca:B jest głównie funkcją kształtowania się zawartości boru. Przy najwyższej dawce boru stosunek Ca:B jest wąski i przekracza zaledwie 200.

Zawartość przyswajalnego B w glebie po zbiorach jest niska, wzrasta nieco jednak w miarę wzrostu dawek. Między mikronawozami różnic nie ma.

Pobieranie oraz stopień wykorzystania przez rośliny boru z rudy i boraksu łącznie za dwa lata ilustruje tabela 5. Największe pobranie i wykorzystanie boru stwierdzono z boraksu. Najniższe — z rudy grubiej zmielonej. Wykorzystanie z rudy drobniej zmielonej było pośrednie.

Tabela 5

Pobranie oraz stopień wykorzystania przez rośliny boru z rudy borowej i boraksu (łącznie za dwa lata doświadczeń: 1972 i 1973)

Nawożenie 1972		Pobranie B mg/wazon	Wykorzystanie B %
dawka B mg/wazon	forma nawozu borowego		
bez boru		2,9	—
10	ruda 0,1	5,9	30
	ruda 0,06	6,5	36
	boraks	7,2	43
20	ruda 0,1	7,6	23
	ruda 0,06	9,4	32
	boraks	10,1	36

WNIOSKI

Wyniki badań nad działaniem nawozowym rudy borowej w porównaniu do boraksu można przedstawić w następujących wnioskach:

1. Przebadana ruda borowa (borokalcyt) zawierała 15% B ogólnego. Charakteryzowała ją stosunkowo łatwa rozpuszczalność. Prawie połowa ogólnej zawartości boru (6,0-7,4% B w zależności od stopnia rozdrobnienia) rozpuszczała się w 2% kwasie cytrynowym.

2. Przeprowadzone dwuletnie doświadczenia wazonowe (wpływ bezpośredni 1972 i następczy 1973) wykazały, że nawożenie boraksem w wyższych dawkach powoduje na początku wegetacji zbyt wysoki wzrost zawartości przyswajalnych form boru w glebie i jego pobieranie przez rośliny. Pobieranie przez rośliny boru z rudy było bardziej równomierne.

3. Rozdrobnienie badanej rudy do ϕ 0,1 mm było wystarczające.

4. Pobranie i wykorzystanie przez rośliny boru z boraksu i rudy było w warunkach przeprowadzonych doświadczeń wysokie. Łącznie za dwa lata wynosiło ono 23-43% w zależności od dawki i formy nawozu.

LITERATURA

1. Sikora H.: Wpływ nawożenia mikroskładnikami na zawartość B, Cu, Mn, Mo i Zn w glebach i roślinach. Pam. puł. — w druku.
2. Szukalski H.: Wpływ nawożenia mikroelementami w świetle ostatnich doświadczeń polowych. Pr. nauk. Inst. Tech. nieorg. i Nawozów min. Politechniki Wrocławskiej, nr 6, nr 3, 1973, s. 186.

3. Winsor H.: Boron sources of moderate solubility as supplements for sandy soils. *Soil. Sc.*, t. 69, 1950, s. 321.
4. Winsor H.: Boron retention in Rex fine sand as related to particle size of Colemanite supplements. *Soil Sc.*, t. 71, 1951, s. 99.
5. Winsor H.: Penetration and loss of heavy applications of borax in Florida mineral soils. *Soil Sc.*, t. 74, 1952, s. 459.